



Kajian Risiko dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat

Sektor Sumber daya Air



gtz



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
1 PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN DAN SASARAN	3
.2.1. Tujuan.....	3
.2.2. Sasaran	3
1.3. KELUARAN.....	4
1.4. RUANG LINGKUP	4
.4.1. Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Penurunan Ketersediaan Air	5
.4.2. Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Banjir	6
.4.3. Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Kekeringan	6
1.5. MANFAAT	7
II GAMBARAN UMUM KONDISI SEKTOR AIR PULAU LOMBOK	8
2.1. RONA WILAYAH.....	8
.1.1. Karakter Fisik Alami.....	8
.1.2. Administrasi Pemerintahan	9
.1.3. Kependudukan	10
.1.4. Lahan, Tata Ruang, dan Infrastruktur Wilayah	11
.1.5. Ekonomi dan Sosial Budaya.....	11
2.2. SUMBER DAYA AIR	12
.2.1. Air Hujan	12
.2.2. Air permukaan	13
.2.3. Air Tanah	14
.2.4. Kualitas Air	16
.2.5. Neraca Sumber Daya Air.....	18

.3	BAHAYA TERKAIT AIR	18	
.3.1	Penurunan Ketersediaan Air.....	18	
.3.2	Banjir	19	
.3.3	Kekeringan	20	
.3.4	Tanah Longsor	21	
.4	PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR	21	
.4.1	Permasalahan Sumber Daya Air	21	
.4.2	Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Air	22	
.4.3	Potensi Kearifan Lokal.....	23	
BAB III METODOLOGI KAJIAN BAHAYA, KERENTANAN, DAN			
RISIKO			24
.1	KERANGKA PEMIKIRAN.....	24	
.1.1	Konteks Metodologi Kajian	24	
.1.2	Model Konsep dan Ketersediaan Data	26	
.1.3	Alur Pikir dan Kerangka Kajian	29	
.2	PENGUMPULAN DATA DAN SELEKSI DATA	32	
.2.1	Metode Pengumpulan Data	34	
.2.2	Metode Seleksi Data.....	34	
.3	METODE ANALISIS.....	34	
.3.1	Batasan-batasan Kajian.....	34	
.3.2	Jenis-jenis Metode Analisis yang Digunakan.....	35	
IV BAHAYA, KERENTANAN, DAN RISIKO PERUBAHAN IKLIM			
SEKTOR AIR			37
.1	BAHAYA PERUBAHAN IKLIM SEKTOR AIR	37	
.1.1	Potensi Bahaya	37	
.1.2	Bahaya Penurunan Ketersediaan Air	39	
.1.3	Bahaya Banjir	44	
.1.4	Bahaya Kekeringan	47	
.1.5	Bahaya Lainnya.....	50	
.2	KERENTANAN PERUBAHAN IKLIM SEKTOR AIR	51	
.2.1	Identifikasi Komponen Kerentanan.....	51	

.2.2	Kerentanan Terhadap Bahaya Penurunan Ketersediaan Air	52
.2.2.1	Eksposur terhadap bahaya penurunan ketersediaan air	53
.2.2.2	Sensitivitas terhadap bahaya penurunan ketersediaan air	54
.2.2.3	Kapasitas adaptasi terhadap bahaya penurunan ketersediaan air	55
.2.2.4	Pembobotan dan peta kerentanan bahaya penurunan ketersediaan air	56
.2.2.5	Makna dan sebaran kerentanan bahaya penurunan ketersediaan air	58
.2.3	Kerentanan Terhadap Bahaya Banjir	60
.2.3.1	Eksposur terhadap bahaya banjir	60
.2.3.2	Sensitivitas terhadap bahaya banjir	61
.2.3.3	Kapasitas adaptasi terhadap bahaya banjir	62
.2.3.4	Pembobotan dan peta kerentanan bahaya banjir	62
.2.3.5	Makna dan sebaran kerentanan bahaya banjir.....	64
.2.4	Kerentanan Terhadap Bahaya Kekeringan.....	65
.2.4.1	Eksposur terhadap bahaya kekeringan.....	66
.2.4.2	Sensitivitas terhadap bahaya kekeringan	66
.2.4.3	Kapasitas adaptasi terhadap bahaya kekeringan	67
.2.4.4	Pembobotan dan peta kerentanan bahaya kekeringan	68
.2.4.5	Makna dan sebaran kerentanan bahaya kekeringan	70
.2.5	Kerentanan Terhadap Bahaya Lainnya	71
.3	RISIKO PERUBAHAN IKLIM SEKTOR AIR.....	72

.3.1	Risiko Penurunan Ketersediaan Air	73
.3.1.1	Pembobotan dan peta risiko penurunan ketersediaan air	73
.3.1.2	Makna dan sebaran risiko penurunan ketersediaan air	75
.3.1.3	Tingkat kepercayaan informasi risiko penurunan ketersediaan air	77
.3.2	Risiko Banjir.....	77
.3.2.1	Pembobotan dan peta risiko banjir.....	77
.3.2.2	Makna dan sebaran risiko banjir	79
.3.2.3	Tingkat kepercayaan informasi risiko banjir	80
.3.3	Risiko Kekeringan.....	81
.3.3.1	Pembobotan dan peta risiko kekeringan.....	81
.3.3.2	Makna dan sebaran risiko kekeringan	83
.3.3.3	Tingkat kepercayaan informasi risiko kekeringan	85
.3.4	Risiko Ketersediaan Air Pendekatan <i>Water Budget</i>	85
.3.4.1	Kebutuhan air.....	85
.3.4.2	Ketersediaan air.....	87
.3.4.3	Neraca sumber daya air (<i>water budget</i>).....	89
.3.4.4	Risiko neraca sumber daya air.....	90
.3.4.5	Tingkat kepercayaan informasi risiko	91
.3.5	Risiko Lainnya	91

V IDENTIFIKASI STRATEGI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM

SEKTOR AIR

.1	PENGANTAR UMUM STRATEGI ADAPTASI	93
.1.1	Konteks Adaptasi dan Pilihan Langkah Adaptasi	93
.1.1.1	Konteks adaptasi	93
.1.1.2	Pilihan-pilihan langkah adaptasi.....	95
.1.2	Keterbatasan Adaptasi dan Kapasitas Adaptasi.....	97
.1.3	Implikasi terhadap Pembangunan Berkelanjutan	98

.1.4	Isu-isu Strategis Sektor Air dalam Konteks Perubahan Iklim.....	100
.1.4.1	Isu-isu strategis sektor air	100
.1.4.2	Isu-isu strategis lintas sektor.....	101
.1.5	Kerangka Kerja dan Metode Identifikasi Strategi Adaptasi.....	102
.1.5.1	Kerangka kerja dan langkah umum adaptasi	102
.1.5.2	Batasan-batasan kerangka adaptasi sektor air	103
.1.5.3	Skema dan metode identifikasi strategi adaptasi sektor air.....	104
.2	STRATEGI ADAPTASI SEKTOR AIR.....	107
.2.1	Urgensi Adaptasi Bidang Penyelidikan, Data dan Informasi.....	107
.2.2	Arahan Strategi Adaptasi.....	108
.2.2.1	Arahan strategi adaptasi terhadap risiko penurunan ketersediaan air dan kekeringan	108
.2.2.2	Arahan strategi adaptasi terhadap risiko banjir	109
.2.2.3	Arahan strategi adaptasi terhadap risiko lainnya	109
.2.2.4	Arahan strategi adaptasi terintegrasi	110
.2.3	Strategi Berdasarkan Potensi Bahaya, kerentanan, dan Risiko Hasil Kajian	110
.2.3.1	Strategi adaptasi bidang penyediaan data dan informasi	117
.2.3.2	Strategi adaptasi terhadap penurunan ketersediaan air dan kekeringan	117
.2.3.3	Strategi adaptasi terhadap banjir	118
.2.3.4	Strategi adaptasi terhadap risiko lainnya	119

.2.3.5	Strategi adaptasi yang terintegrasi.....	119
.2.4	Program dan Kegiatan Adaptasi.....	119
.2.4.1	Program dan kegiatan adaptasi bidang data dan informasi	119
.2.4.2	Program dan kegiatan adaptasi terhadap penurunan ketersediaan air dan kekeringan	121
.2.4.3	Program dan kegiatan adaptasi terhadap banjir	122
.2.4.4	Program dan kegiatan adaptasi terhadap risiko lainnya	123
.2.4.5	Program dan kegiatan adaptasi yang terintegrasi	123
.2.5	Langkah Integrasi kedalam Kebijakan Pembangunan	123

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

1.1	Lokasi kajian, Pulau Lombok.....	2
Gambar 2.1	Peta fisiograf-geomorfologi Pulau Lombok.....	9
Gambar 2.2	Peta geologi Pulau Lombok.....	9
Gambar 2.3	Peta hidrologi Pulau Lombok.....	13
Gambar 2.4	Peta hidrogeologi Pulau Lombok.....	15
Gambar 2.5	Peta cekungan air tanah Pulau Lombok.....	16
Gambar 3.1	Modifikasi model konsep yang digunakan dalam kajian ...	27
Gambar 3.2	Model konsep yang digunakan dalam kajian	28
Gambar 3.3.a	Alur pikir yang digunakan dalam kajian	29
Gambar 3.3.b	Alur pikir yang digunakan dalam kajian- lanjutan -1.....	30
Gambar 3.3.c	Alur pikir yang digunakan dalam kajian- lanjutan -2.....	31
Gambar 3.4	kerangka kajian kerentanan dan risiko sektor air diantara kajian sektor lainnya terhadap perubahan iklim di Pulau lombok, 2008	33
Gambar 3.5	Skema dan bagan alir aplikasi GIS dalam kajian.....	36
Gambar 4.1	Pola curah hujan tahunan Pulau Lombok, 2001-2099, skenario SRB1	39
Gambar 4.2	Pola temperatur tahunan Pulau Lombok, 2001- 2099,skenario SRB1	39
Gambar 4.3	rata-rata (Mean_) kondisi baseline (1961-2007).....	40
Gambar 4.4	Plot CDF terhadap pada kondisi baseline (1961- 2007) dan CDF 15% untuk batas normal kondisi ketersediaan air	40
Gambar 4.5	Plot terhadap periode dekadal baseline-proyeksi 2080, memperlihatkan <i>trend</i> menurun, disimpulkan sebagai penurunan ketersediaan air	41
Gambar 4.6	Pola curah hujan tahunan (mm, <i>ordinat</i>), proyeksi 2001- 2100 (<i>absis</i>), skenario SRA1B (a) dan SRA2 (b).....	44

Gambar 4.7	Zona bahaya banjir sangat tinggi setelah dikompilasi dengan kemiringan lahan < 3%	45
Gambar 4.8.a	Pola curah hujan tahunan (mm, <i>ordinat</i>) proyeksi tahun 2001-2099 (absis), skenario SRB1	47
Gambar 4.8.b	Plot TRO (mm/tahun, <i>ordinat y</i>) proyeksi terhadap tahun proyeksi (absis x) skenario SRB1	47
Gambar 4.9	Peta komponen kerentanan individu terhadap bahaya penurunan ketersediaan air	57
Gambar 4.10	Peta Kerentanan Penurunan Ketersediaan Air Pulau Lombok.....	58
Gambar 4.11	Peta komponen kerentanan individu terhadap bahaya banjir.....	63
Gambar 4.12	Peta Kerentanan Banjir Pulau Lombok.....	64
Gambar 4.13	Peta kerentanan individu untuk kekeringan	69
Gambar 4.14	Peta Kerentanan Kekeringan.....	70
Gambar 4.15	Peta risiko penurunan ketersediaan air periode 2030-2080 skenario SRA2 model 2 (tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk).....	74
Gambar 4.16	Peta risiko banjir periode 2030-2080 skenario SRA2 model 2 (tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk).....	78
Gambar 4.17	Peta risiko kekeringan periode 2030-2080 skenario SRA2 model 2 (tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk)	82
Gambar 4.18	Grafik kebutuhan air di Pulau Lombok per SSWS kondisi <i>baseline</i> (1961-2007) hingga proyeksi 2030 dan 2080.....	87
Gambar 4.19	Grafik ketersediaan air (jumlah air permukaan optimal plus air tanah) Pulau Lombok per SSWS <i>baseline</i> (1961-2007) hingga proyeksi 2030 dan 2080	88

Gambar 4.20	Grafik ketersediaan air (jumlah air permukaan optimal plus air tanah) Pulau Lombok per SSWS baseline (1961-2007) hingga proyeksi 2030 dan 2080	90
Gambar 5.1	Skema identifikasi strategi dan program adaptasi perubahan iklim sektor air di Pulau Lombok yang digunakan dalam kajian	105

DAFTAR TABEL

1.1	Kriteria penentuan bahaya, kerentanan, dan risiko sektor air	4
2.1	Luas wilayah Pulau Lombok menurut kabupaten/kota	10
2.2	Jumlah penduduk dan kepadatannya di Pulau Lombok 2007	10
2.3	Cekungan air tanah di Pulau Lombok	16
4.1	Curah hujan rata-rata tahunan dalam mm periode baseline hingga proyeksi tahun 2099 (periode 2030 dan 2080) untuk berbagai skenario	38
4.2	Temperatur (°C) rata-rata tahunan periode baseline hingga proyeksi tahun 2099 (periode 2030 dan 2080) untuk berbagai skenario	38
4.3	Bahaya penurunan ketersediaan air kondisi proyeksi dibanding kondisi baseline untuk ketiga skenario SRB1, SRA1B, dan SRA2.....	42
4.4	Pembobotan kemiringan untuk bahaya banjir	45
4.5	Komponen kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim	51
4.6	Dekade risiko penurunan ketersediaan air (Gambar 4.15).....	75
4.7	Dekade risiko banjir (Gambar 4.16)	79
4.8	Dekade risiko kekeringan (Gambar 4.17).....	82
4.9	Jenis dan Jumlah Kebutuhan Air, 2007 (baseline) dalam /tahun	86
4.10	Jenis dan Jumlah Proyeksi Kebutuhan Air, Periode 2030 dalam /tahun	86
4.11	Jenis dan Jumlah Proyeksi Kebutuhan Air, Periode 2080 dalam /tahun	87

4.12	Ketersediaan air kondisi baseline vs proyeksi 2030 dan 2080 skenario SRA2ekade risiko kekeringan (Gambar 4.17).....	88
4.13	Neraca sumber daya air (<i>water budget</i>) periode 2030 dan 2080, SRA2.....	89
5.1	Beberapa pilihan adaptasi untuk pasokan dan kebutuhan air	95
5.2.a	Matriks alat identifikasi strategi adaptasi	105
5.2.b	Matriks alat identifikasi strategi adaptasi (<i>lanjutan</i>)	106
5.3.a	Bahaya, Kerentanan, Risiko (Potensi Dampak) Penurunan Ketersediaan Air tingkat Sangat Tinggi akibat Perubahan Iklim dan Distribusi Lokasinya di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030.....	111
5.3.b	Bahaya, Kerentanan, Risiko (Potensi Dampak) Penurunan Ketersediaan Air tingkat Tinggi akibat Perubahan Iklim dan Distribusi Lokasinya di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030.....	112
5.4.a	Bahaya, Kerentanan, Risiko (Potensi Dampak) Penurunan Ketersediaan Air tingkat Tinggi akibat Perubahan Iklim dan Distribusi Lokasinya di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030.....	113
5.4.b	Bahaya, Kerentanan, Risiko (Potensi Dampak) Banjir tingkat Sangat Tinggi akibat Perubahan Iklim dan Distribusi Lokasinya di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030	114
5.5	Contoh Identifikasi Strategi, Program dan Kegiatan Adaptasi berikut Lokasi berdasarkan Potensi Bahaya, Kerentanan, dan Risiko (Dampak) Penurunan Ketersediaan Air dan Kekeringan di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030.....	115

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim saat ini telah terjadi secara global. Bukti-bukti tentang hal itu telah dilaporkan secara sistematis oleh sumber-sumber resmi, diantaranya : *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*¹ dan *The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*². Perubahan iklim, sebagaimana dalam rujukan-rujukan tersebut telah dan akan menyebabkan bahaya langsung berupa perubahan pola curah hujan, kenaikan temperatur, kenaikan muka air laut (*SLR : sea level rise*), dan kejadian iklim ekstrim (*EE: extreme climate event*). Bahaya-bahaya tersebut mengancam dan mempengaruhi keberlanjutan masyarakat dan sistem alamnya.

Masyarakat dan sistem alam yang mudah terpengaruh oleh perubahan iklim adalah rentan. Kerentanan (*vulnerability*) ini sangat dipengaruhi oleh tingkat bahaya yang terjadi, paparan (*exposure*), sensitivitas (*sensitivity*), dan kemampuan adaptasi (*adaptive capacity*) dari masyarakat dan sistem alam tersebut. Tingkat kerentanan selanjutnya akan menentukan tingkat risiko perubahan iklim. Analisis kerentanan dapat dijadikan dasar ilmiah untuk menentukan risiko perubahan iklim dan strategi adaptasi yang diperlukan untuk mengurangi risiko tersebut.

Wilayah Indonesia yang berupa kepulauan dengan keragaman kondisi sumber daya alam dan tingkat kesejahteraan masyarakatnya menjadi rentan dan berisiko terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk mendapatkan informasi tentang seberapa jauh dampak perubahan iklim di Indonesia terhadap sektor air. Yakni, seberapa besar bahaya yang terjadi, kerentanan, dan risiko yang dihadapi sektor air saat ini dan proyeksi

¹ *Climate Change is Real and Here!*, IPCC Fourth Assessment Report, 2008

² *Current Evidence on Climate Change*, UNFCCC, 2008

ke depan. Jawaban terhadap masalah tersebut berguna untuk identifikasi arah strategi adaptasi perubahan iklim sektor air. Untuk itu, dalam kajian ini dilakukan analisis bahaya, kerentanan, dan risiko perubahan iklim sektor air dan identifikasi strategi adaptasi terkait atas dasar hasil kajian tersebut di lokasi Pulau Lombok (Gambar 1.1 dan Lampiran 1).



Kajian ini secara umum menggunakan pendekatan tingkat menengah (*meso level*) sesuai dengan luas Pulau Lombok. Karena keterbatasan data, kajian selanjutnya memilih metode-metode yang sesuai dengan pendekatan-pendekatan yang memungkinkan.

Strategi adaptasi yang dihasilkan dari kajian ini diharapkan memadai untuk model identifikasi strategi adaptasi perubahan iklim sektor air pada tingkat regional, provinsi atau pulau-pulau menengah seperti Pulau Lombok.

Beberapa pertanyaan menjadi latar belakang kajian adalah: (1) Apakah perubahan iklim akan memberikan pengaruh yang berarti bagi sektor air di Pulau Lombok? (2) Bahaya apa saja yang ditimbulkan oleh perubahan iklim pada sektor air dan seberapa besar kerentanan dan risiko perubahan iklim tersebut di Pulau Lombok?, dan (3) strategi adaptasi apa yang diperlukan guna meminimalkan risiko perubahan iklim sektor air di Pulau Lombok?

1.2 Tujuan dan Sasaran

1.2.1 Tujuan

Tujuan kajian ini adalah:

- 1) Menentukan metode analisis kerentanan dan risiko perubahan iklim sektor air yang memadai dalam kerangka pendekatan *meso level* dikaitkan dengan keadaan wilayah dan ketersediaan data di Indonesia
- 2) Memperoleh informasi kerentanan, risiko dan strategi adaptasi sektor perubahan iklim sektor air dengan skenario perubahan iklim *SRES (Special Report on Emissions Scenarios)*: SRB1, SRA1B, dan SRA2 dari IPCC^{3,4,5}, dalam periode *baseline* (1961 hingga 2007), 2030'-an (2007 hingga 2050) dan 2080-an (2050 hingga 2100)^{4,5}.
- 3) Memperoleh suatu model kajian kerentanan yang dapat digunakan ditempat lain di Indonesia. untuk tingkat menengah (*meso level*).

1.2.2 Sasaran

Dengan periode, skenario proyeksi dan pendekatan yang digunakan sebagaimana dijelaskan dari IPCC tersebut diatas, sasaran kajian ini adalah:

- 1) Merumuskan suatu model konsep atau alur pikir, metode pengumpulan data dan seleksi data, serta metode analisis kajian kerentanan dan risiko sektor air;
- 2) Mengenali bahaya-bahaya akibat perubahan iklim dan komponen kerentanan dan risiko akibat bahaya-bahaya tersebut di Pulau Lombok
- 3) Mengetahui tingkat kerentanan dan risiko perubahan iklim di Pulau Lombok dalam unit wilayah SSWS (sub satuan wilayah sungai);
- 4) Mengidentifikasi strategi adaptasi yang diperlukan untuk mengurangi kerentanan dan risiko perubahan iklim sektor air di Pulau Lombok.

³ *Environmental Data and Scenarios*, 2008, The IPCC Distribution Data Centre, IPCC

⁴ *SRES Final Data, Juli 2002*, IPCC

⁵ *IPCC Special Report on Emissions Scenarios, Appendix VII, Data Tables*, 2008, IPCC

1.3 Keluaran

Keluaran (*output*) kajian ini adalah:

- 1) Bagan dan penjelasan singkat tentang rumusan metodologi, model konsep, metode analisis, dan alur kajian serta pemilihan data yang digunakan dalam kajian kerentanan sektor air akibat perubahan iklim;
- 2) Kondisi saat ini (*baseline*) sektor air, meliputi: ketersediaan air, banjir, dan kekeringan dalam unit wilayah analisis SSWS;
- 3) Proyeksi ketersediaan air, banjir, dan kekeringan di Pulau Lombok akibat perubahan iklim dalam unit wilayah analisis SSWS;
- 4) Peta-peta dan tabel-tabel kerentanan dan risiko sektor air akibat perubahan iklim dalam satuan unit wilayah analisis SSWS, meliputi peta neraca air (*water balance*) Pulau Lombok;
- 5) Tabel temuan utama dan usulan strategi adaptasi kerentanan dan risiko sektor air terhadap perubahan iklim di Pulau Lombok.

1.4 Ruang Lingkup

Kajian ini meliputi identifikasi bahaya, kerentanan dan risiko ketersediaan air, banjir, dan kekeringan akibat perubahan iklim. Rumusan dan pembobotan untuk masing akibat perubahan iklim tersebut diringkaskan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Kriteria penentuan bahaya, kerentanan, dan risiko sektor air

Aspek	Ketersediaan Air	Banjir	Kekeringan
Rumusan dan pembobotan bahaya	<ul style="list-style-type: none"> • CDF $TRO_{normal} < 15\%$: krisis ketersediaan air. • CDF $TRO_{normal} = 15\%$: nilai minimal tidak terjadi krisis ketersediaan air. 	<ul style="list-style-type: none"> • CDF $DRO_{max} > 85\%$ = bahaya banjir 	<ul style="list-style-type: none"> • CDF $< 15\%$ pada grafik CDF- TRO_{min}: bahaya kekeringan
Rumusan dan Pembobotan kerentanan	<ul style="list-style-type: none"> • $V = ExS/AC$. • Pembobotan total kerentanan diperoleh berdasarkan metode <i>pair wise comparison</i>. 		

Aspek	Ketersediaan Air	Banjir	Kekeringan
Rumusan dan pembobotan risiko	<ul style="list-style-type: none"> • $R = H \times V$ • Pembobotan risiko dilakukan berdasarkan batas bawah dan batas atas nilai risiko yang diperoleh. 		

Analisis yang digunakan antara lain adalah analisis CDF (*Cummulative Distribution Frequency*) yang dijelaskan lebih lanjut pada Bab III. Kerentanan (V) diperoleh melalui identifikasi komponen kerentanan, yaitu *eksposure* (E), *sensitivity* (S), dan *adaptive capacity* (AC) dalam hubungan $V = (E \times S)/AC$. Komponen E , S , dan AC diperoleh dari analisis hubungan pengaruh bahaya pada komponen E , S dan AC tersebut. Risiko (R) didapat dari hasil perkalian bahaya (H) banjir dengan kerentanan (V) dalam hubungan $R = H \times V$. Kerentanan total dildapat dengan metode pembobotan *pair wise comparison*.

1.4.1 Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Penurunan Ketersediaan Air

Penjelasan bahaya dan kerentanan penurunan ketersediaan adalah:

- 1) Penetapan bahaya penurunan ketersediaan air dilakukan berdasarkan pendekatan analisis CDF atas data *total runoff* pada kondisi iklim normal (TRO_{normal}) hasil analisis *water balance* (WB). Data yang digunakan dalam analisis WB adalah data curah hujan, temperatur, evapotranspirasi dan infiltrasi. Penentuan nilai evapotranspirasi berdasarkan pendekatan yang disarankan oleh metode WB yang digunakan. Nilai infiltrasi diperoleh berdasarkan intrepretasi atas nilai porositas batuan yang terdapat pada daerah yang ditinjau. Analisis TRO digunakan mengingat luasan $SSWS$ yang ada tidak dapat dibandingkan, sedangkan TRO memiliki satuan panjang kolom (mm) yang tidak bergantung kepada luasan daerah. Dengan metode TRO ini juga akan tampak pengaruh kenaikan suhu terhadap ketersediaan air. Hal ini mengingat proyeksi kenaikan suhu adalah satu hal yang sudah jelas berdasarkan hasil kajian iklim. *Bahaya penurunan ketersediaan air* adalah *penurunan TRO_{normal} proyeksi terhadap nilai kepercayaan (treshold value) yang diperoleh dari*

analisis grafik CDF untuk TRO_{normal} pada kondisi baseline. Nilai kepercayaan tersebut adalah 15%, sehingga $CDF < 15\%$ mengindikasikan terjadinya krisis ketersediaan air. Nilai TRO_{normal} pada CDF 15% merupakan nilai minimal tidak terjadinya krisis ketersediaan air;

- 2) Komponen E kerentanan indikatif meliputi: *kepadatan penduduk* dan *tataguna lahan*. Komponen S kerentanan indikatif adalah: *kebutuhan air*, *jenis tanah/batuan*, dan *curah hujan*. Komponen AC kerentanan indikatif meliputi: *kesejahteraan penduduk* dan *infrastruktur irigasi*;

1.4.2 Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Banjir

Bahaya dan kerentanan banjir dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Dasar penetapan bahaya banjir adalah pendekatan analisis CDF atas data *direct runoff* pada kondisi iklim di atas normal (DRO_{max}) hasil analisis *water balance* (WB) dengan kisaran nilai $CDF > 85\%$. *Bahaya banjir* dalam kajian ini adalah *nilai CDF > 85% pada grafik CDF- DRO_{max}* . Parameter DRO_{max} sengaja dipilih karena DRO_{max} adalah parameter yang paling signifikan untuk menggambarkan ancaman bahaya banjir.
- 2) Komponen E kerentanan indikatif meliputi: *kepadatan penduduk*, dan *tataguna lahan*. Komponen S kerentanan indikatif meliputi: *produktivitas pangan*, *tingkat kekritisian lahan*, *tingkat kekritisian kawasan hutan lindung*, dan *curah hujan spasial*. Komponen AC kerentanan indikatif mencakup: parameter *kesejahteraan penduduk* dan *infrastruktur irigasi*.

1.4.3 Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Kekeringan

Kajian bahaya, kerentanan, dan risiko kekeringan meliputi :

- 1) Kekeringan adalah *kekeringan hidrologis* dengan pendekatan identifikasi analisis CDF atas data *total runoff* pada kondisi iklim di bawah normal (TRO_{min}) hasil analisis *water balance* (WB). dengan kisaran batas nilai $CDF < 15\%$. *Bahaya kekeringan adalah nilai CDF < 15% pada grafik CDF - TRO_{min} kondisi baseline*;

- 2) Komponen E kerentanan indikatif adalah: *tataguan lahan*, dan *kepadatan penduduk*. Komponen S kerentanan indikatif meliputi: *kebutuhan air spasial*, dan *curah hujan spasial*. Komponen AC kerentanan indikatif adalah *kesejahteraan penduduk* dan *infrastruktur irigasi*.

1.5 Manfaat

Kerentanan dan risiko perubahan iklim terhadap sektor air di wilayah kepulauan Indonesia perlu dipahami sejak dini dalam upaya pengelolaan, sumber daya air dan sektor pembangunan terkait sumber daya air yang lebih baik di wilayah-wilayah tersebut. Pengenalan bahaya dan kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim dalam berbagai periode yang ditinjau serta skenario perubahan iklim yang dilibatkan akan memberikan gambaran risiko dalam aspek ketersediaan air, bahaya banjir, dan kekeringan. Dengan itu, maka persoalan-persoalan berkaitan dengan dampak perubahan iklim dan upaya pengurangan risiko perubahan iklim dapat dikenali sejak awal.

Secara metodologis, kajian ini diharapkan dapat memperkaya metode kajian atau penelitian kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim di wilayah pulau dengan profil kondisi seperti Pulau Lombok. Metode kajian dan saran-saran hasil kajian diharapkan bermanfaat untuk pulau-pulau lainnya yang kondisinya tidak banyak berbeda dengan Pulau Lombok, baik situasi geografis, ketersediaan data, maupun kondisi dan situasi lainnya.

Secara aplikatif, kajian ini diharapkan dapat memperjelas persoalan mengenai dampak, kerentanan dan risiko akibat perubahan iklim terhadap ketersediaan air, bahaya banjir, dan kekeringan di Pulau Lombok dengan skala informasi yang dihasilkan berada pada tataran meso level. Dengan demikian, terdapat acuan awal untuk kajian kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim dalam skala yang lebih rinci, dan strategi adaptasi guna mengurangi risiko akibat perubahan iklim terhadap sektor air di Pulau Lombok pada periode waktu dan skenario yang dilibatkan dalam kajian.

BAB 2. GAMBARAN UMUM SEKTOR AIR PULAU LOMBOK

5.1 Rona Wilayah

Rona wilayah Pulau Lombok mengemukakan karakter fisik alami, kependudukan, administrasi pemerintahan, tata ruang, dan infrastruktur wilayah. Bagian ini memberi gambaran tentang kondisi sumber daya alam dan sumber daya buatan yang menjadi tempat kedudukan (*setting*) sumber daya air dan permasalahannya di Pulau Lombok.

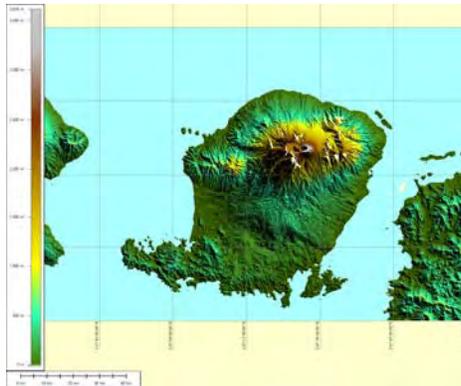
2.1.1. Karakter Fisik Alami

Karakter fisik alami (Lampiran 2) secara ringkas adalah:

- (1) *Letak dan Luas Wilayah*. Pulau Lombok merupakan pulau kedua terbesar setelah Pulau Sumbawa dari gugus pulau-pulau yang termasuk Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Luas wilayah daratannya adalah 4.738,70 km² atau 23,51% dari luas total daratan Provinsi NTB;
- (2) *Iklim* : Pulau Lombok termasuk ke dalam daerah dengan iklim *monsun* yang ditandai dengan pergantian arah angin dekat permukaan sekitar enam bulan sekali, musim hujan pada umumnya terjadi enam bulan sekali mulai dari Oktober hingga Maret dengan puncak hujan pada bulan Desember-Januari, selebihnya adalah musim kemarau;
- (3) *Fisiografi – Geomorfologi*. Secara fisiografi-geomorfologi, Pulau Lombok dibagi menjadi 3 (tiga) zona, yaitu (Gambar 2.1): pegunungan, perbukitan, dan dataran rendah. Ketiga zona tersebut untuk sebagian besar wilayah menyebar secara melingkar ke arah bawah dari ketinggian puncak Gunung Rinjani sebagai pusat berturut-turut berupa pegunungan, perbukitan sampai ke dataran rendah, kecuali untuk bagian selatan yang merupakan perbukitan tersendiri;

Sektor Sumber Daya Air

- (4) *Geologi* : Litologi atau batuan Pulau Lombok didominasi oleh produk gunung api berumur Tersier hingga Kuarter, kecuali sedikit di bagian tenggara yang ditempati oleh batu gamping. Secara umum batuan jenis produk gunung api, terutama gunung api Kuarter yang belum terpadatkan sangat baik dalam meresapkan dan menyimpan air.
- (5) *Sumber Daya Alam*: Sumberdaya alam seperti lahan, hutan, sumberdaya air, mineral, perikanan dan kelautan terdapat di Pulau Lombok. Sumber daya perikanan, kelautan, serta kehutanan merupakan sumber daya yang relatif terdapat cukup banyak.



Gambar 2.1. Peta Fisiografi-geomorfologi Pulau Lombok, menampilkan 3 zona yang jelas: puncak gunung/pegunungan (coklat-kuning), perbukitan (hijau muda), dan dataran (hijau tua)



Gambar 2.2. Peta Geologi Pulau Lombok (Mangga, et. al, 1994), menunjukkan dominasi batuan produk vulkanik (warna muda hingga coklat), dan sedikit batugamping (warna biru)

2.1.2 Administrasi Pemerintahan

Pulau Lombok terdiri dari empat kabupaten/kota dengan luas daratan 4.741,65 Km² dan perairan laut seluas 2.885,18 Km² (Tabel 2.1). Kabupaten Lombok Barat adalah wilayah terluas (35% total luas Pulau Lombok) yang meliputi 3 (tiga) wilayah SSWS, yaitu: sebagian SSWS Dodokan, SSWS

Putih, dan sebagian SSWS Jelateng. Sedangkan Kota Mataram merupakan wilayah administrasi luas terkecil (2% total Pulau Lombok).

Tabel 2.1 Luas wilayah Pulau Lombok menurut kabupaten/kota.

Kabupaten/Kota	Ibukota	Daratan (km ²)	Perairan Laut (km ²)	Jumlah (km ²)	Prosen- tase
Kota Mataram	Mataram	61.30	56.80	118.10	2%
Lombok Barat	Gerung	1,863.40	1,352.49	3,215.89	42%
Lombok Tengah	Praya	1,208.40	397.56	1,605.96	21%
Lombok Timur	Selong	1,605.55	1,074.33	2,679.88	35%
Jumlah		4,741.65	2,885.18	7,624.83	100%

Sumber: NTB dalam angka 2006/2007, BPS NTB.

2.1.3 Kependudukan

Jumlah penduduk Pulau Lombok pada Tahun 2007 ada sebanyak 3.015.245 jiwa tersebar secara tidak merata (Tabel 2.2). Wilayah administratif yang paling padat adalah Kota Mataram (5.761 jiwa/km²; dan paling jarang penduduknya adalah Kabupaten Lombok Barat (420 jiwa/km²).

Tabel 2.2 Jumlah penduduk dan kepadatannya di Pulau Lombok 2007

Kab/Kota	Jumlah (jiwa)	Luas (Km ²)	Kepadatan (jiwa/Km ²)
Lombok Barat	782,943	1,863.40	420.17
Lombok Tengah	825,772	1,208.40	683.36
Lombok Timur	1,053,347	1,605.55	656.07
Kota Mataram	353,183	61.30	5761.55
Jumlah Total P. Lombok	3,015,245	4,738.65	

Sumber: NTB dalam angka 2006/2007, BPS NTB.

2.1.4 Lahan, Tata Ruang dan Infrastruktur Wilayah

Satuan wilayah pengembangan (SWP) Pulau Lombok dibagi menjadi: 1) daerah pengembangan pertanian tanaman pangan, perkebunan, kelautan dan perikanan; 2) daerah pelestarian sumber daya alam; 3) simpul transportasi regional dan nasional; 4) pusat pengembangan kerajinan, industri, dan perdagangan; 5) pusat pengembangan pariwisata; 6) pusat pengembangan pendidikan tinggi; 7) pusat pemerintahan provinsi; dan 8) pusat pelayanan kesehatan. Adapun SWP Pulau Lombok meliputi i) Kota Orde I, yaitu: Mataram sebagai Pusat Kegiatan Nasional atau Pusat Pengembangan Skala Provinsi; ii) Kota Orde II adalah: Gerung, Praya, Selong sebagai Pusat Kegiatan Wilayah/ Pusat Pengembangan Skala Kabupaten; iii) Kota Orde III: Lembar, Narmada, Tanjung, Kopang, Sengkol, Mujur, Keruak, Aikmel, Masbagik sebagai Pusat Kegiatan Lokal; dan iv) Kota Orde IV, yaitu: Sekotong, Bayan, Kediri, Ubung, Mantang, Sikur, Sakra, Pringgabaya, dan Labuhan Lombok sebagai Pusat Pelayanan Lokal.

Sedangkan pusat-pusat kegiatan di Provinsi NTB meliputi: (1) Pusat Kegiatan Nasional di Kota Mataram; (2) Pusat Kegiatan Wilayah di Kota Gerung, Praya, Selong, Sumbawa Besar, Taliwang, Dompu, Woha, dan Raba; dan (3) Pusat Kegiatan Lokal di Kota Lembar, Narmada, Tanjung, Kopang, Sengkol, Mujur, Keruak, Aikmel, Masbagik, Alas, Seteluk, Jereweh, Lenangguar, Empang, Kempo, Soriutu, dan Sape.

2.1.5 Ekonomi dan Sosial Budaya

Pertumbuhan ekonomi makro di Provinsi NTB hingga tahun 2003 (3,2%) menunjukkan kinerja yang baik meski nilai pertumbuhannya masih di bawah tahun 2001 dan masa-masa sebelum krisis tahun 1998. Pertumbuhan tertinggi pada sektor angkutan dan komunikasi (6,54%). Pertumbuhan ekonomi yang lambat dikarenakan beberapa faktor, diantaranya karena tumpang-tindih berbagai kebijakan antar sektor dan infrastruktur yang kurang

Sektor Sumber Daya Air

memadai. Inflasi menurun sebesar 1,82%. Ekspor naik 7,41% dari total ekspor dengan produksi konsentrat tembaga mencapai 99 %.

Dalam program ke depan telah ditentukan strategi di bidang budaya berupa pengembangan nilai budaya, pengelolaan kekayaan budaya dan keragaman budaya. Kehidupan sosial budaya di Provinsi NTB pada umumnya masih memegang kuat adat istiadat, kecuali di perkotaan. Kearifan lokal dijumpai baik terkait pengelolaan hutan maupun pengelolaan sumber daya air.

2.2 Sumberdaya Air

2.2.1. Air Hujan

Air hujan merupakan salah satu sumber daya air yang penting di Pulau Lombok. Hal ini tampak dari banyak dijumpainya sawah tadah hujan dan embung sebagai sarana penampung air hujan. Pola umum hujan adalah: musim basah atau musim hujan antara November- Februari; musim kering hingga tanpa hujan dalam satu bulan antara Juni-September, dan musim transisi yang masih mungkin hujan pada Maret, April, Mei dan Oktober.

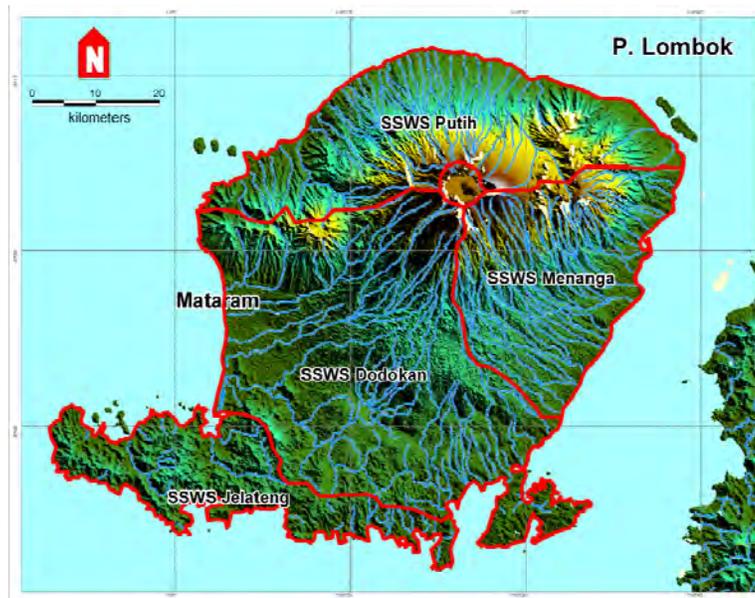
Pulau Lombok sangat terpengaruh oleh perubahan atau pergeseran pola iklim. Dari hasil kajian sektor iklim atas data curah hujan selama lebih dari 30 tahun (1961-1990) dan 10 tahun terakhir, diketahui adanya pergeseran pola curah hujan bulanan periode November-Desember-Januari-Februari (NDJF). Selama sepuluh tahun terakhir menunjukkan curah hujan bulan Januari cenderung turun, tetapi sebaliknya, curah hujan pada bulan November dan Februari cenderung naik dibanding periode 1961-1990

Hasil kajian sektor iklim juga menunjukkan bahwa topografi mempengaruhi distribusi hujan. Sampai dengan elevasi sekitar 1000 m pada umumnya curah hujan rata-rata meningkat seiring meningkatnya ketinggian. Di barat dan utara Gunung Rinjani cenderung lebih banyak dengan hujan maksimum

berkisar 400 mm/bulan, sedangkan hujan maksimum di dataran rendah di bagian selatan dan timur berkisar 150 mm/bulan; pada periode kering antara Juni-September, curah hujan rata-rata kurang dari 25 mm/bulan

2.2.2. Air Permukaan

Potensi air permukaan atau hidrologi (Gambar 2.3) akan sangat ditentukan oleh tiga kondisi, yaitu iklim, bentuk topografi, dan penutup lahan. Topografi berupa pegunungan dengan puncaknya yaitu G. Rinjani; perbukitan, dan dataran rendah dengan tutupan lahan yang masih baik, memungkinkan akumulasi curah hujan, air permukaan (sungai, mataair); dan air tanah.



Gambar 2.3

Peta Hidrologi Pulau Lombok, ditandai dengan pola aliran sungai (warna biru) umumnya radial, kecuali di bagian selatan. Terdapat 4 DAS utama atau sub satuan wilayah sungai (SSWS; warna merah: batas SSWS):

1. Dodokan
2. Jelateng
3. Menanga
4. Putih

Tampungan air permukaan dalam bentuk sungai dan embung tersebar di seluruh pulau, pada keempat SSWS (Dodokan, Jelateng, Menanga, dan Putih). Penampungan air dalam bentuk bendungan, hanya terdapat di dua lokasi pada SSWS Dodokan. Sedangkan danau yang besar hanyalah danau kawah di puncak G. Rinjani. Kondisi cadangan air permukaan akan sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim berupa curah hujan dan penguapan dengan potensi yang tercatat sebesar $3,04 \times 10^6 \text{ m}^3$

Air permukaan digunakan untuk semua jenis kebutuhan air, kecuali di perkotaan yang lebih banyak menggunakan air tanah untuk penggunaan sehari-hari penduduk dan industri. Penggunaan untuk sektor pertanian merupakan pemakaian yang paling dominan. Untuk itu pemerintah telah membangun dua buah bendungan dan sejumlah saluran irigasi. Selain itu, kearifan masyarakat yang didorong pula oleh kebijakan Pemerintah telah memanfaatkan air permukaan dengan membangun sarana penampung

2.2.3. Air Tanah

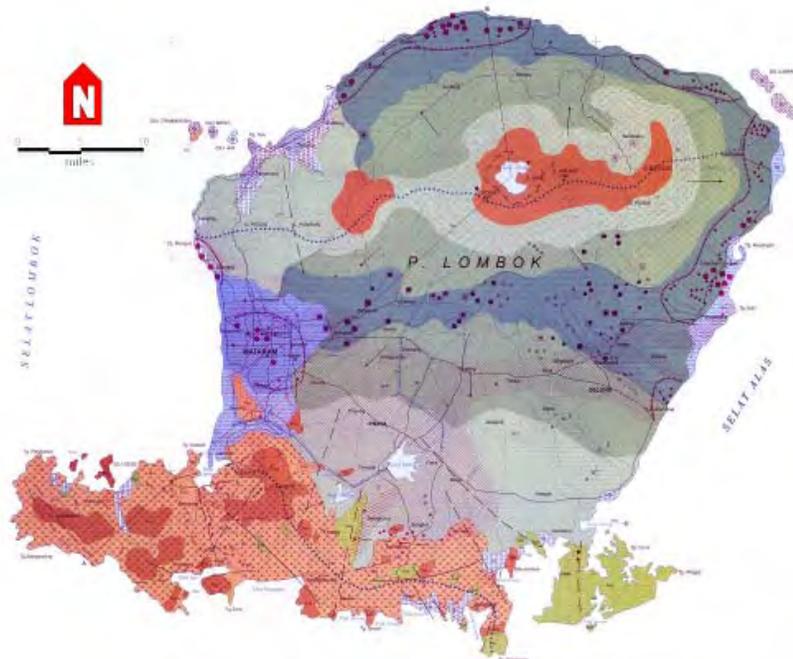
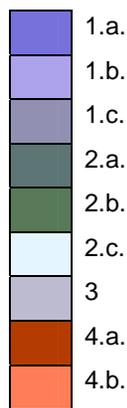
Berdasarkan keterdapatannya airtanah dan produktivitas akifer, hidrogeologi Pulau Lombok (Gambar 2.4) dibagi menjadi :

- 1) Akifer dengan aliran melalui ruang antar butir, terdiri atas: a) akifer produktif tinggi terdapat di Mataram dan sekitarnya di bagian barat, nilai keterusan (*transmissivity*, T) sedang sampai tinggi, muka airtanah (MAT) dekat muka tanah, debit sumur umumnya > 10 liter/detik; b) akifer produktif sedang terdapat di pantai bagian barat dekat Mataram dan pantai timur, nilai T sedang dan debit sumur umumnya berkisar 5-10 liter/detik; dan c) setempat akifer produktif sedang berada di bagian barat laut Pulau Lombok berupa akifer tidak menerus hingga akifer dengan T rendah dan debit sumur umumnya < 5 liter/detik.
- 2) Akifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir; terdiri atas: a) akifer produktif tinggi pada kaki Gunung Rinjani, T dan kedalaman MAT sangat beragam, debit sumur umumnya > 5 liter/detik; b) akifer produktif sedang pada lereng bagian atas sekeliling Gunung Rinjani dan lereng bagian bawah di selatannya, debit sumur < 5 liter/detik; dan c) setempat akifer produktif di lereng bagian atas membuka ke arah barat Gunung Rinjani dan di bagian tengah ke arah selatan, MAT cukup dalam dan debit sumur < 5 liter/detik.
- 3) Akifer dengan aliran melalui rekahan, celahan, dan saluran, produktif setempat di bagian Selatan dan Tenggara Pulau Lombok berupa aliran air tanah terbatas pada zona celahan, rekahan, dan saluran

pelarutan, T rendah-sedang dan MAT dalam. Debit mataair umumnya kecil;

- 4) Akifer dengan aliran melalui celah atau sarang dan produktivitas kecil hingga langka, terdiri atas: a) akifer produktif kecil dan setempat berarti di bagian selatan Pulau Lombok, T sangat rendah dan setempat air tanah dangkal dalam jumlah terbatas pada zona pelapukan dari batuan padu; dan b) daerah air tanah langka terdapat setempat-setempat pada zona air tanah dengan produktivitas kecil di selatan dan di puncak Gunung Rinjani.

Legenda:



Keterangan: nomor 1.a., 1.b, dan seterusnya sampai 4.b. merujuk kepada uraian tersebut diatas

Gambar 2.4 Peta hidrogeologi Pulau Lombok (Ridwan dan Sudadi, 2000)

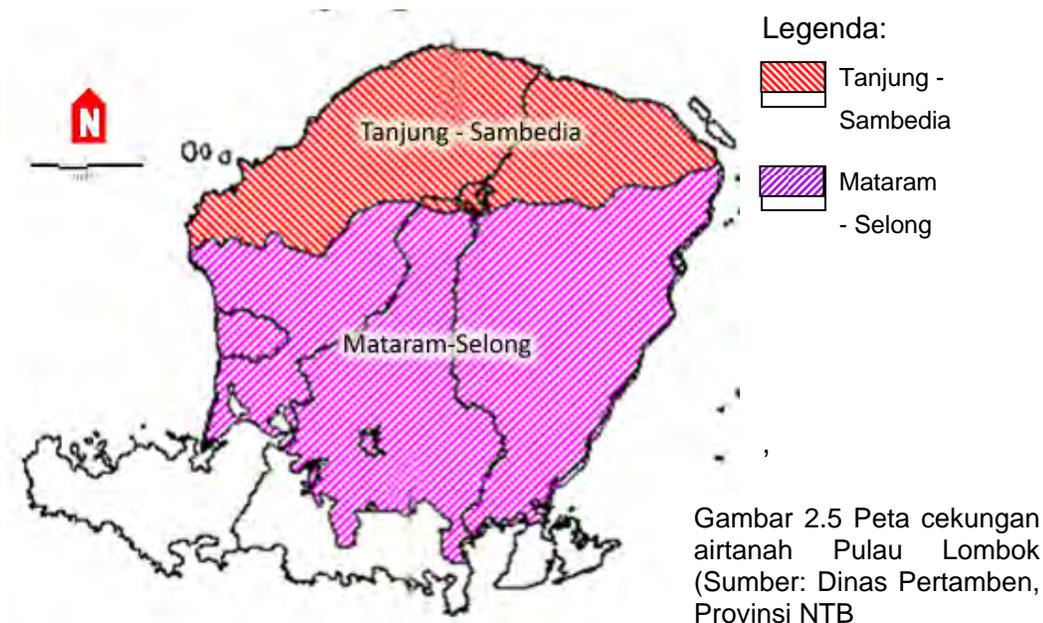
Potensi airt anah di Pulau Lombok tersebar dalam dua cekungan air tanah (CAT) (Gambar 2.5), yaitu: 1) CAT Tanjung-Sambedia yang terletak di bagian utara G. Rinjani dengan luas 1124 Km². Potensi airtanah tertekan sebesar 22 juta m³/tahun dan potensi airtanah bebas sebesar 224 juta

m³/tahun; dan 2) CAT Mataram-Selong yang terletak di bagian selatan G. Rinjani hingga tengah Pulau Lombok dengan luas 2366 Km². Potensi airtanah tertekan sebesar 8 juta m³/tahun dan potensi airtanah bebas sebesar 662 juta m³/tahun.

Tabel 2.3 Cekungan airtanah di Pulau Lombok

No	Cekungan Air Tanah (CAT)	Luas (km ²)	Air Tanah Bebas (juta m ³ /thn)	Air Tanah Tertekan (juta m ³ /thn)
1.	Mataram - Selong	2,366	662	8
2.	Tanjung - Sambelia	1,124	224	22

Sumber: Dinas Pertamben Provinsi NTB, 2007



2.2.4. Kualitas Air

Data untuk analisi kualitas air di Pulau Lombok sangat sedikit. Berdasarkan data yang diperoleh, telah terjadi pencemaran baik kimia maupun biologi; baik pada sumber air permukaan maupun air tanah, terutama pada SSWS Dodokan. Pencemaran tersebut diantaranya adalah:

- 1) Posfat, telah melebihi baku mutu kualitas air kelas II, yaitu konsentrasi 0,24 – 0,26 mg/L, dijumpai pada air Sungai Pagesangan, Kota Mataram; konsentrasi sebesar 0,32 mg/L Sungai Manhal, Kabupaten Lombok Tengah; dan konsentrasi 0,32 mg/L dijumpai pada air Sungai Meninting, Kabupaten Lombok Barat;
- 2) Detergen, telah melebihi baku mutu kualitas air kelas II, konsentrasi 0,04 – 0,82 mg/L, pada air Sungai Pagesangan, Kota Mataram; konsentrasi 0,08 – 0,12 pada air Sungai Meninting, Kabupaten Lombok Tengah; konsentrasi 0,05-0,11 mg/L pada Sungai Manhal, Kabupaten Lombok Tengah; dan konsentrasi 0,13-0,23 mg/L terdapat pada air Sungai Rutus, Kabupaten Lombok Timur;
- 3) Nitrit, telah melebihi baku mutu kualitas air kelas II, konsentrasi 0,1 mg/L pada Sungai Pagesangan, Kota Mataram;
- 4) BOD (*biological oxygen demand*) , telah melebihi baku mutu kualitas air kelas I dan kelas II, 3,1 – 5,6 mg/L, pada Sungai Pagesangan, Kota Mataram; konsentrasi 5,9 mg/L pada air Sungai Meninting, Kabupaten Lombok Tengah; dan konsentrasi 3.8-77,9 mg/L terdapat pada air Sungai Manhal, Kabupaten Lombok Tengah;
- 5) Bakteri *Eschericia coli* Sungai Meninting Kabupaten, Lombok Tengah;
- 6) Pencemaran oleh bakteri *Eschericia coli* dan kerusakan fisik air (bau, kekeruhan) terdapat pula pada air yang berasal dari airtanah dangkal yaitu sumur penduduk (Dinas Kesehatan Kota Mataram, 1990)

Penyebab utama pencemaran adalah sanitasi dan pengelolaan limbah dan sampah yang buruk serta kebiasaan mencuci di sungai. Kadar BOD, nitrit dan posfat yang tinggi berasal dari sampah yang dibuang langsung ke tubuh air (sungai) atau rembesan dari tempat pembuangan sampah yang berada di dekat sungai. Pencemaran detergen berasal dari aktivitas mencuci masyarakat dengan menggunakan detergen yang dilakukan di sungai serta dari saluran pembuangan air bekas ke sungai. Pencemaran oleh bakteri *Eschericia coli* berasal dari aktivitas peternakan, tangki septik yang tidak dikelola dengan baik atau dibuang langsung ke tubuh sungai.

2.2.5. Neraca Sumber Daya Air

Neraca sumber daya air memberikan gambaran kuantitatif tentang potensi, kebutuhan maupun pemanfaatan sumberdaya air pada tiap Sub Satuan Wilayah Sungai di Lombok maupun Sumbawa. Dalam neraca sumberdaya air terdapat empat jenis data yang terdiri dari: i) data potensi sumberdaya air (air hujan, air permukaan, dan air tanah); ii) data pemanfaatan air domestik (penduduk, sarana umum, sarana komersial); iii) data pemanfaatan air pertanian (sawah irigasi permukaan maupun air tanah, perikanan darat, perkebunan, dan peternakan); dan iv) data pemanfaatan air industri (industri ringan maupun berat dan pertambangan).

Ketersediaan sumber daya air dipenuhi dari air permukaan dan airtanah. Berdasarkan data Neraca Sumber daya Air tahun 2006, potensi sumber daya air di SSWS Lombok sebesar $3.59 \times 10^6 \text{ m}^3$. Pemanfaatan air yang menunjukkan kebutuhan air di SWS Pulau Lombok digunakan untuk sektor-sektor sebagai berikut: i) domestik atau rumah tangga sebesar $168,75 \times 10^6 \text{ m}^3$ (3,5%); ii) pertanian atau irigasi sebesar $1.616,97 \times 10^6 \text{ m}^3$ (48,5%); iii) industri sebesar $18,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ (18,2%); dan iv) kebutuhan lainnya sebesar $1.419,06 \times 10^6 \text{ m}^3$ (29,8%). Berdasarkan ketersediaan dan kebutuhan air, maka diperoleh nilai neraca sumber daya air di Pulau Lombok pada Tahun 2003 yang telah menunjukkan nilai defisit sebesar $1.178,45 \times 10^6 \text{ m}^3$.

2.3. Bahaya Terkait Air

2.3.1. Penurunan Ketersediaan Air

Bahaya penurunan ketersediaan air diindikasikan dengan kondisi neraca sumber daya air yang telah defisit. Fakta ini diperkuat dengan informasi lainnya, antara lain, berkurangnya jumlah mata air dalam kurun waktu selama 10 tahun terakhir di SSWS Dodokan; serta kondisi banyak embung

yang kering. Penurunan ketersediaan air akan diperbesar disebabkan oleh potensi penurunan kualitas air. Penurunan kualitas air berkorelasi dengan peningkatan jumlah penduduk, aktivitas pertanian dan industri.

2.3.2. Banjir

Banjir biasa terjadi di Pulau Lombok. Namun demikian, data lokasi, waktu dan luasan genangan banjir tidak tersedia secara rinci. Informasi tentang banjir yang dapat diakses sejauh ini adalah Peta Daerah Rawan Banjir (Dr. Surhadi, dkk., PPLH Universitas Mataram). Hasil penelitian tersebut membagi banjir yang terjadi di Pulau Lombok kedalam dua kategori, yaitu: banjir bah dan banjir bandang. Banjir bah adalah luapan air sungai karena volume air melebihi kapasitas sungai untuk menampungnya, biasanya terjadi di bagian hilir sungai atau pada dataran rendah. Sedangkan banjir bandang adalah luapan air sungai yang bercampur dengan lumpur dan material lainnya dan biasanya terjadi di daerah hulu sungai.

Dari hasil pengamatan terhadap peta daerah rawan bencana banjir yang ada, terdapat tidak kurang dari 20 sungai dengan 5 diantaranya adalah anak atau cabang sungai, merupakan daerah rawan banjir. Rinciannya adalah: 5 sungai rawan banjir bah, 5 sungai rawan banjir bandang, dan 13 sungai rawan banjir bandang di hulunya dan banjir bah di hilirnya. Daerah banjir bah umumnya terdapat di: SSWS Dodokan, 5 sungai, SSWS Jelateng, 1 sungai; SSWS Menanga, 5 sungai; dan SSWS Putih, 9 sungai.

Secara administratif, banjir terjadi di : (1) Kabupaten Lombok Barat (7 sungai, 35%) pada sungai-sungai yang bermuara ke Selat Lombok dan Laut Flores di sebelah utara, baik banjir bah (7 sungai), maupun banjir bandang (9 sungai); (2) Kota Mataram (2 sungai), berupa banjir bah; dan (3) Kabupaten Lombok Timur (8 sungai) pada sungai-sungai yang bermuara ke Selat Alas dan ke Laut Flores, baik berupa banjir bah (5 sungai), dan banjir bandang (6

sungai). Dari informasi tersebut diketahui bahwa di Kabupaten Lombok Tengah banjir relatif lebih jarang terjadi.

2.3.3. Kekeringan

Berdasarkan sumber yang sama dengan sumber informasi banjir, kekeringan terjadi di: i) SSWS Dodokan, Kabupaten (Kab.) Lombok Barat (Lobar), Lombok Tengah (Loteng), dan sedikit Kab. Lombok Timur (Lotim), yaitu sekitar 55% total luas kekeringan, ii) SSWS Menanga, di Kab. Lotim, yaitu sekitar 25% total luas wilayah kekeringan, terkonsentrasi di sebelah selatan SSWS (20%), dan di bagian timur-utara SSWS (5%); dan ii) SSWS Putih (20%), total luas wilayah kekeringan, tersebar di bagian barat (Kab. Lobar, 15%), dan timur (Kab. Lotim, 5%). Secara administratif, kekeringan terjadi di: 1) Kota Mataram, sekitar 5% seluruhnya di SSWS Dodokan; 2) Kab. Lobar, sekitar 45%, yaitu: 25% di SSWS Dodokan, 5% di SSWS Jelateng, dan 15% di SSWS Putih; 3) Kab. Loteng, sekitar 25%, yaitu:15% di SSWS Dodokan, dan 10% di SSWS Menanga; dan 4) Kab. Lotim, sekitar 25%, yaitu: 5% di SSWS Dodokan, 15% di SSWS Menanga, dan 5% di SSWS Putih.

Pada sekitar 50% wilayah Pulau Lombok, yaitu di wilayah Kota Mataram, Kabupaten Lombok Timur, dan bagian utara Kabupaten Lombok Barat, pola sebaran kekeringan menyerupai pola sebaran daerah rawan banjir. Kekeringan berkaitan dengan kondisi topografis, kemiringan lahan, posisi wilayah dalam cekungan hidrologi, daerah kritis, mata air dan sungai yang kurang, keadaan litologi, dan iklim. Frekuensi dan intensitas kekeringan diprediksi akan meningkat di masa depan sebagai dampak perubahan iklim.

2.3.4. Tanah Longsor

Faktor utama yang mempengaruhi tanah longsor adalah curah hujan ekstrim dan kondisi permukaan tanah. Kondisi permukaan tanah ditentukan oleh litologi atau batuan penyusunnya yang mengalami pelapukan menjadi tanah,

topografi kemiringan lereng, dan tutupan lahannya. Lahan yang berubah fungsi menjadi lahan terbuka sangat berpotensi menyebabkan tanah longsor. Dalam kajian ini, tanah longsor belum dilibatkan sebagai salah satu bahaya.

2.4. Pengelolaan Sumber Daya Air

2.4.1. Permasalahan Sumber Daya Air

Di Pulau Lombok telah mulai berlangsung tekanan terhadap air (*water stress*). Faktor-faktor yang menyebabkan tekanan air tersebut terutama adalah: pertumbuhan penduduk, peningkatan kesejahteraan, perluasan aktivitas usaha, dan percepatan urbanisasi. Di masa depan apabila tidak dilakukan pengelolaan sumber daya air dengan baik, tekanan terhadap air dapat bertambah disebabkan oleh: perubahan iklim, penipisan akuifer, pencemaran air, tidak terlindunginya air, dan konflik penggunaan air.

Tekanan terhadap air telah memunculkan permasalahan atau isu sumber daya air. Diantara permasalahan penting atau isu strategis sumber daya air di Pulau Lombok adalah: a) penurunan jumlah mata air yang sangat drastis; b) semakin meluasnya lahan kritis baik di dalam maupun di luar kawasan hutan; c) semakin meluasnya kawasan terbangun yang mengancam kelangsungan sumber mata air akibat peningkatan kegiatan pembangunan; d) ancaman terjadi krisis air akibat peningkatan kebutuhan akan air; e) lebih dominannya upaya pendayagunaan daripada konservasi; f) meningkatnya konflik antara pengguna air; g) pengusahaan sumber-sumber air oleh beberapa kelompok masyarakat dan swasta; dan h) belum terbentuknya perilaku masyarakat peduli air dan hemat air.

2.4.2. Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Air

Untuk mengatasi tekanan terhadap air yang memunculkan permasalahan penting atau isu strategis sumber daya air, Pemerintah Provinsi NTB telah menetapkan kebijakan dan strategi pengelolaan sumberdaya air yang meliputi kebijakan hulu dan hilir. Kebijakan pengelolaan sumber daya air tersebut meliputi: optimalisasi pengelolaan sumberdaya air; peningkatan konservasi lahan, daerah tangkapan air dan sumberdaya air; rehabilitasi dan peningkatan pemeliharaan jaringan pipa PDAM; penggalian sumber-sumber air di lahan kering; dan pengaturan pemanfaatan air bawah tanah. Kebijakan lainnya adalah: penyediaan sistem informasi sumberdaya air; pengembangan dan pengelolaan DPS; pengaturan perlindungan prasarana dan sarana pengairan; penanggulangan penambangan galian C; dan pengaturan kelembagaan pengelola sumberdaya air.

Sedangkan strategi pengelolaan sumberdaya air di Provinsi NTB adalah: 1) mengoptimalkan pembangunan dan pengoperasian waduk atau embung; 2) meningkatkan pengelolaan air menyangkut antar sektor, antar DPS; 3) meningkatkan pengawasan terhadap penggunaan air baku PDAM; 4) melakukan inventarisasi pemanfaatan air bawah tanah; 5) menyusun informasi sumberdaya air yang terpadu dan representatif; 6) meningkatkan konservasi hutan di lingkungan DPS; 7) membuat bangunan pelindung prasarana dan sarana pengairan; 8) menetapkan aturan penambangan galian C; 9) membuat peraturan tentang pembagian wewenang dan tanggungjawab dalam pemanfaatan dan alokasi air; dan 10) memberikan kewenangan penuh kepada P3A dalam pengelolaan air irigasi.

Dalam menghadapi isu perubahan iklim, Pemerintah Provinsi NTB pun telah cukup proaktif dengan menyusun kebijakan dan strategi terkait perubahan iklim. Kebijakan tersebut diantaranya meliputi pengelolaan sumber daya air menghadapi perubahan iklim sebagaimana pada Lampiran 2.

2.4.3. Potensi Kearifan Lokal

Kearifan lokal dapat berfungsi dalam konservasi dan penyelamatan sumber daya air. Di Pulau Lombok terdapat kearifan lokal tersebut, antara lain:

- Pembuatan embung dan “panen air” dari embung;
- Kompensasi untuk menjaga sumber daya air, seperti *eras geniut* atau *awig awig* di Lombok bagian utara yaitu masyarakat yang menebang pohon akan dikenakan denda; dan *Nyowok* di 13 desa yang termasuk Kecamatan Lombok Utara, yaitu ritual berupa hukuman atau denda bagi siapa saja yang merusak mata air
- Budaya minta hujan di Danau Segara Anak menjelang awal musim hujan dan pembuatan embung;
- Budaya “hutan larangan”, yaitu hutan yang tidak boleh diganggu karena didalamnya terdapat mata air yang berguna.

BAB 3. METODOLOGI KAJIAN BAHAYA, KERENTANAN, DAN RISIKO

3.1. Kerangka Pemikiran

3.1.1. Konteks Metodologi Kajian

Kajian ini dilakukan dengan pendekatan, kerangka kerja, dan metode umum dalam konteks identifikasi langkah adaptasi perubahan iklim. Adaptasi perubahan iklim secara sederhana didefinisikan sebagai upaya-upaya untuk mengurangi kerusakan dan atau meningkatkan peluang dari perubahan iklim. Jenis adaptasi dalam hal ini lebih condong pada adaptasi yang digerakan oleh kebijakan (*policy-driven adaptation*).

Dalam kajian ini juga dilibatkan dua tingkatan adaptasi, yaitu: 1) penguatan kapasitas yang meliputi penyediaan informasi tentang kerentanan dan risiko akibat perubahan iklim; dan 2) implementasi aksi adaptasi yang meliputi langkah aksi pengurangan kerentanan atau risiko terhadap perubahan iklim.

Untuk memperoleh strategi adaptasi, dalam kajian ini dilakukan kajian kerentanan dan risiko perubahan iklim. Pendekatan umum yang digunakan dalam hal ini adalah intergrasi kajian kedalam pembuatan kebijakan dimana para pembuat keputusan (*policy-makers*) dan para pemangku kepentingan (*stakeholders*) bersama-sama berpartisipasi di dalamnya atau bersama-sama menggerakkan kajian. Adapun tingkat studi yang digunakan adalah tingkat menengah (*meso level*). Ciri dari tingkat studi meso level ini antara lain adalah: 1) data dan analisis bersifat kombinasi antara kualitatif dan kuantitatif, 2) ukuran luas daerah studi adalah regional atau tingkat provinsi; 3) tingkat perencanaan adalah identifikasi strategi adaptasi, dan 4) ketepatan hasil kajian bersifat sedang.

Selanjutnya, kajian ini menggunakan kerangka umum kajian risiko, yaitu integrasi bahaya, kerentanan, dan risiko dalam suatu hubungan tertentu yang saling terkait dan saling mempengaruhi. **Risiko** perubahan iklim (R) dirumuskan sebagai perlapisan (*overlay*) atau perbesaran dari **Bahaya** perubahan iklim (*Hazards; H*) dan **Kerentanan** terhadap bahaya tersebut (*Vulnerability, V*). Bahaya perubahan iklim adalah fungsi dari karakter, besaran, dan kecepatan perubahan dan variasi iklim. Adapun **Kerentanan** perubahan iklim (*vulnerability, V*) adalah fungsi dari karakter, besaran, dan kecepatan dari bahaya perubahan iklim dan variasi dari keterpaparan (*exposure*), sensitivitas (*sensitivity*) dan kapasitas adaptasi (*adaptive capacity*) dari sistem terhadap bahaya tersebut.

Dengan data spasial yang tersedia, selanjutnya disusun peta atau informasi keruangan (spasial) dari bahaya, kerentanan dan resiko berupa peta bahaya, peta kerentanan, dan peta risiko. Peta-peta tersebut merupakan salah satu wujud dari aspek informasi kuantitatif untuk analisis tingkat menengah yang digunakan dalam kajian ini.

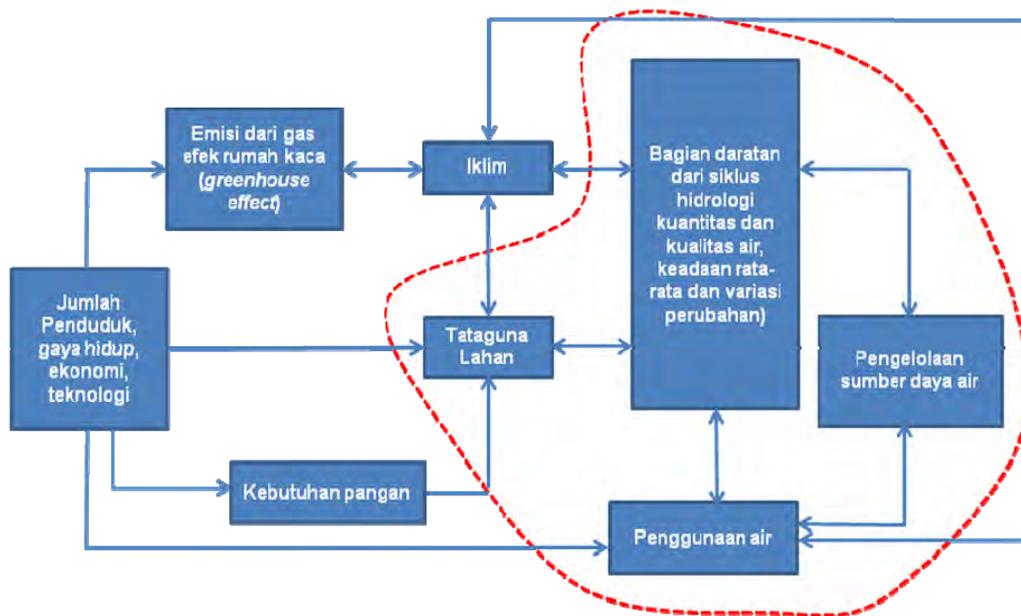
Berdasarkan kerangka umum kajian sebagaimana dipaparkan diatas, maka dapat dikemukakan metode umum kajian yang meliputi lima langkah. Kelima langkah tersebut adalah: 1) Perumusan masalah dan penetapan muatan (*context*), 2) Identifikasi bahaya iklim yang meliputi identifikasi potensi bahaya, dan identifikasi bahaya perubahan iklim itu sendiri terhadap sektor air; 3) Identifikasi kerentanan yang paling penting yang terkena dampak terkait sektor air; 4) analisa dan evaluasi risiko sektor air; dan 5) identifikasi strategi adaptasi perubahan iklim sektor air atas dasar risiko yang diperoleh untuk pengarusutamaan (*mainstreaming*) dalam kebijakan pembangunan.

Pembahasan tentang pendekatan, kerangka kerja, dan metode umum yang menjadi rujukan kajian dalam konteks langkah adaptasi dijelaskan secara rinci dalam Lampiran 3.1

3.1.2. Model Konsep dan Ketersediaan Data

Model konsep adalah konsep dasar yang memperlihatkan hubungan-hubungan antara sektor air dan komponen lingkungan yang terkait baik langsung maupun tidak langsung yang akan mengalami kerentanan terhadap perubahan iklim. Model konsep yang digunakan merupakan modifikasi dari model konsep rujukan sebagaimana pada Gambar 3.1 dan rinciannya diuraikan pada Lampiran 3.1

Modifikasi terhadap model konsep rujukan dilakukan berdasarkan batasan pendekatan umum dan tingkat kajian, ketersediaan data yang berhasil dikumpulkan dan memenuhi kriteria data terpilih setelah penilaian data. Berdasarkan Gambar 3.1, kajian ini membatasi permasalahan sektor air pada: *pengaruh perubahan iklim, tataguna lahan, bagian daratan dari siklus hidrologi (kuantitas dan kualitas air, keadaan rata-rata dan variasi perubahan ketersediaan air), penggunaan air, dan pengelolaan air*. Saling hubungan diantara aspek-aspek tersebut diperjelas lagi pada Gambar 3.2.



Keterangan:



: Bagian dari konsep model rujukan yang digunakan dalam kajian. Perubahan iklim dipertimbangkan hanya bagian yang berpengaruh terhadap kondisi bagian daratan dari siklus hidrologi dan tidak sebaliknya (pengaruh daratan pada iklim); sebagaimana kebutuhan pangan dipertimbangkan hanya searah (mis: pengaruh produksi pangan pada ketersediaan air) dan bukan sebaliknya (efek ketersediaan air pada produksi pangan).



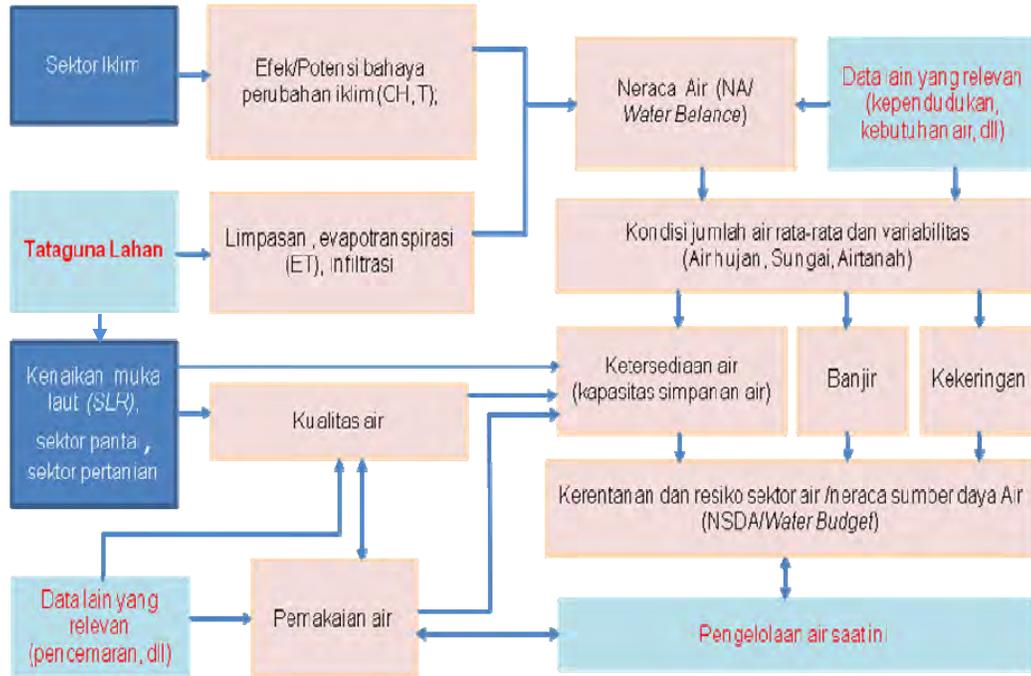
: Pengaruh dominan searah



: Pengaruh timbal balik (saling mempengaruhi secara signifikan)

Gambar 3.1 Modifikasi model konsep yang digunakan dalam kajian

Sektor Sumber Daya Air



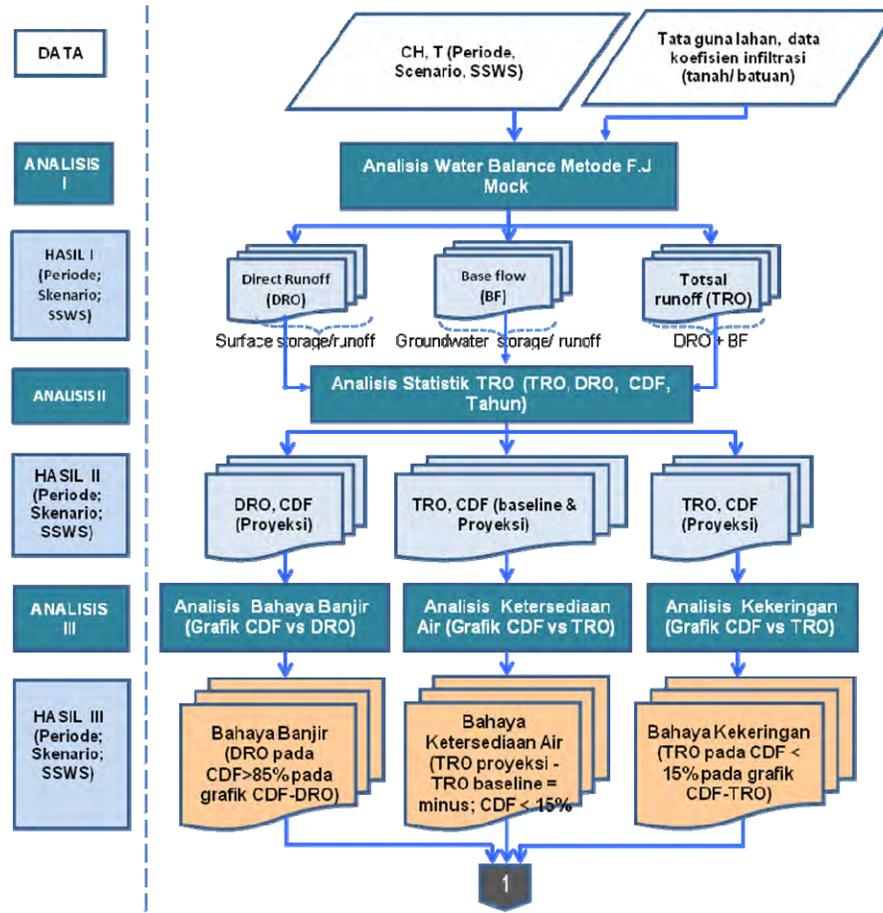
Gambar 3.2. Model konsep yang digunakan dalam kajian

Keterangan:

- : Data yang diperoleh langsung (*given data/fix data*) hasil kajian sektor lain (misal: kenaikan muka laut, rendaman air laut diatas pantai, produksi pangan)
- : Data yang beberapa diantaranya mungkin dapat digunakan langsung (*fix data/given data*), beberapa yang lain memerlukan asumsi, penafsiran dan pengolahan lebih lanjut (mis: data tataguna lahan, jumlah dan kepadatan penduduk, kebutuhan air, pencemaran air, kondisi infrasyktur irigasi, dll)
- : Hasil analisis sementara atau final melibatkan baik data langsung (*given data/fix data*) maupun data hasil asumsi, penafsiran, dan pengolahan lebih lanjut (mis: limpasan, evapotranspirasi, infiltrasi, bahaya pada ketersediaan air, banjir; kerentanan dan risiko ketersediaan air, banjir dan kekeringan, dll)
- : Hubungan mempengaruhi
- : Hubungan saling mempengaruhi
- Tingkat kajian : Analisis diusahakan sedapat mungkin bersifat analisis kuantitatif. Namun, analisis kualitatif masih tak terhindarkan seperti pada penafsiran kualitas air, pengelolaan air saat ini dan proyeksi ke depan. Hal ini sesuai dengan tataran kajian yang ada pada tingkat menengah dan ketersediaan data.

3.1.3. Alur Pikir dan Kerangka Kajian

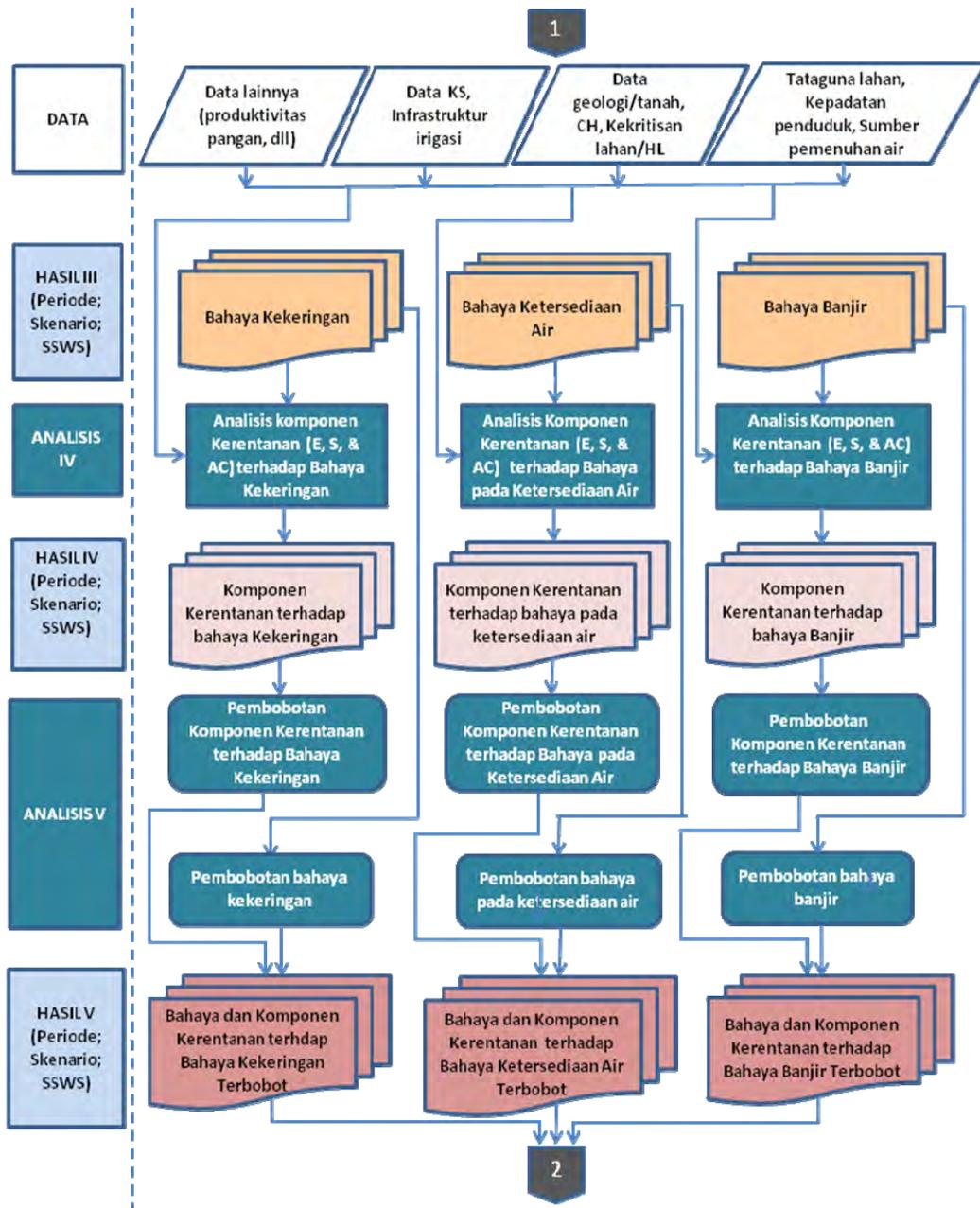
Alur pikir yang digunakan dalam kajian diturunkan berdasarkan model konsep dan ketersediaan data sebagaimana pada Gambar 3.3 a, b, dan c.



Gambar 3.3 a. Alur pikir yang digunakan dalam kajian

Keterangan:

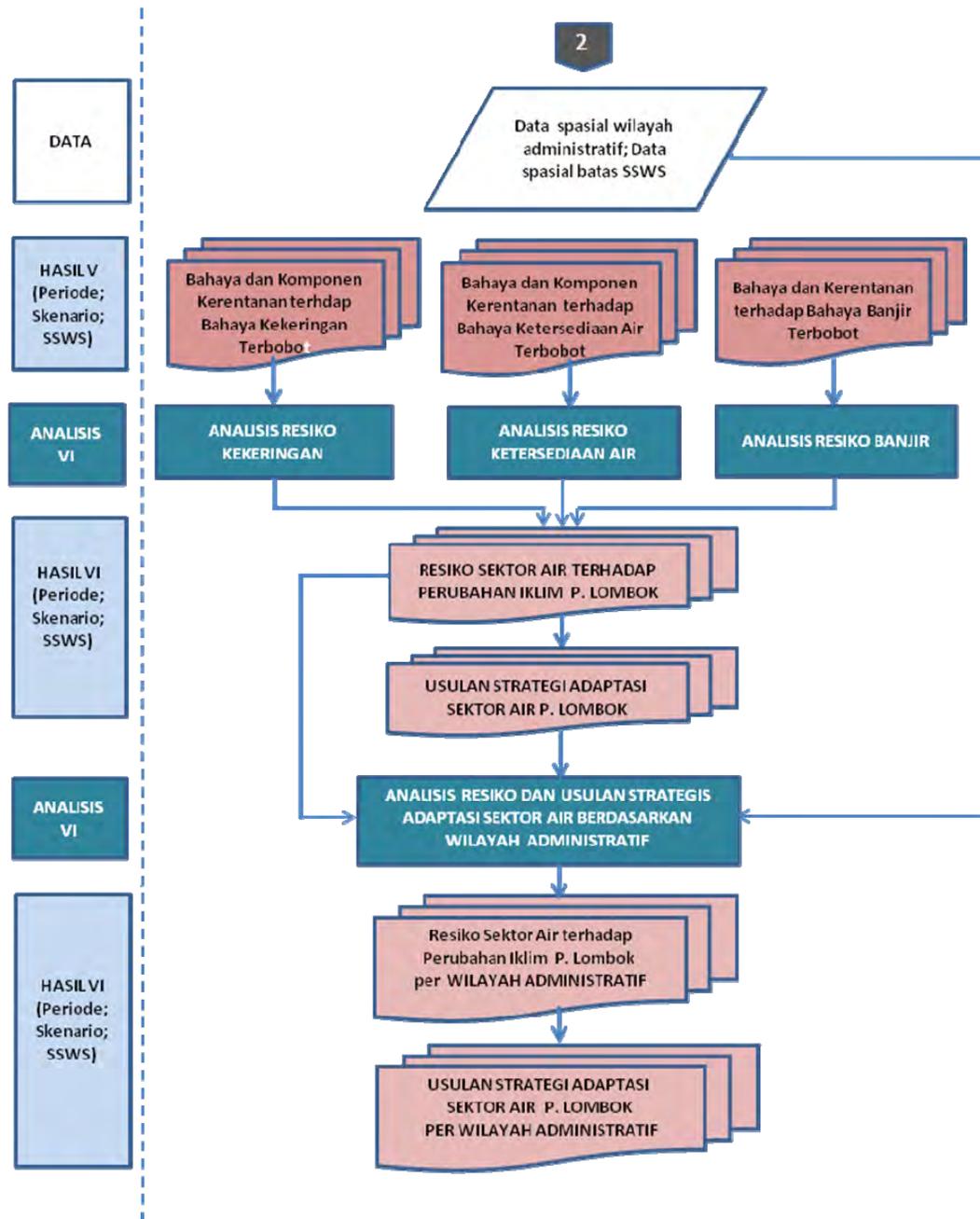
- CH, T : CH : curah hujan; T : temperatu; data 1961-2007 dan proyeksi sampai tahun 2100, diperoleh dari hasil kajian sektor iklim
- SSWS : Sub satuan wilayah sungai = daerah aliran sungai (DAS) utama di P. Lombok
- DRO : Direct runoff, diperoleh dari hasil analisis water balance
- BF : Base flow, diperoleh dari hasil analisis water balance
- TRO : Total runoff = DRO + BF, diperoleh dari hasil analisis water balance
- CDF : Cumulative distribution frequency, diperoleh dari hasil analisis statistik terhadap data DRO atau data TRO



Gambar 3.3.b. Alur pikir yang digunakan dalam kajian – *lanjutan-1*

Keterangan:

- CH : Curah hujan hasil analisis polygon Thiessen, data Dinas PU, Prov. NTB, 2007
- SSWS : Sub satuan wilayah sungai = daerah aliran sungai (DAS) utama di P. Lombok
- KS : Angka kesejahteraan penduduk
- HL : Hutan lindung (tingkat kekritisian hutan lindung)
- E, S, AC : Komponen kerentanan: E = Exposure, S = Sensitivity, AC = Adaptive capacity



Gambar 3.3.c. Alur pikir yang digunakan dalam kajian – lanjutan-2

Keterangan:

- : Kajian ini selesai pada outputs berupa risiko sektor air terhadap perubahan iklim yang sudah memuat informasi bahaya dan kerentanan terkait, dan outcomes berupa usulan strategi adaptasi berkaitan dengan masing-masing risiko tersebut disajikan dalam peta (map GIS), tabel dan narasi.

Kerangka kajian kerentanan dan risiko sektor air terhadap perubahan iklim di Pulau Lombok dijelaskan pada Gambar 3.4. Dalam Gambar 3.4, sektor air merupakan salah satu kajian dari seluruhnya sebanyak 5 (lima) kajian, yaitu: iklim, kenaikan muka laut (*sea level rise, SLR*), sektor kegiatan pesisir dan pantai, sektor air, dan sektor pertanian. Dalam hal ini, SLR dikelompokkan sebagai **potensi bahaya**. Potensi bahaya tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan metode terpilih (*meso level study*) dengan alur pikir sehingga menghasilkan indikasi **bahaya**.

Dalam kajian ini dianalisis 3 (tiga) jenis indikasi bahaya, yaitu: bahaya ketersediaan air, bahaya banjir, dan bahaya kekeringan. Selanjutnya, setiap bahaya tersebut dilihat pengaruhnya kepada komponen kerentanan terhadap masing-masing bahaya. Terdapat 3 (tiga) komponen kerentanan yaitu: *Exposure* atau keterpaparan (E), *Sensitivity* atau kesensitifan (S), dan *Adaptive Capacity* atau kapasitas adaptasi (AC). Mengingat ada 3 indikasi bahaya, maka terdapat tiga set komponen kerentanan yang dapat diberi simbol E_1, E_2, E_3 ; S_1, S_2, S_3 dan AC_1, AC_2, AC_3 . Dengan demikian tiga set komponen kerentanan itu adalah (E_1, S_1, AC_1) , adalah (E_2, S_2, AC_2) , dan adalah (E_3, S_3, AC_3) masing-masing untuk bahaya (B) ke-1, ke-2, dan ke-3 dengan akibat Risiko (R) yaitu: R_1, R_2, R_3 . Dengan demikian dan disandingkan dengan kajian sektor lainnya, akan diperoleh kerangka kajian yang digunakan sebagaimana pada tabel dalam Gambar 3.4 dibawah ini.

3.2. Pengumpulan Data dan Seleksi Data

Selain menemukan model konseptual, alur pikir dan kerangka kajian, kajian ini juga berusaha menemukan metode pengumpulan data serta seleksi data yang akan digunakan dalam analisis sebagai sebuah model dalam kajian tingkat *meso level*. Untuk telah dilakukan pengumpulan data dan analisis terhadap data yang diperoleh dengan metode analisis yang sesuai dengan pendekatan studi tingkat menengah (*meso level study*).

BAHAYA PERUBAHAN IKLIM		KERENTANAN SEKTOR YANG TERKENA	RISIKO PERUBAHAN IKLIM
Potensi Bahaya: <ul style="list-style-type: none"> • Kenaikan temperature • Perubahan pola hujan • Peningkatan frekuensi & intensitas kejadian iklim ekstrim • Kenaikan muka laut 		Kerentanan (V) dianalisis atas komponen-komponennya, yaitu: Exposure (E), Sensitivity (S), dan Adaptive capacity (AC), dimana: $V = (E \times S) / AC$	Risiko (R) dihitung sebagai perkalian besaran bahaya (H) dikalikan dengan besaran kerentanan (V) = $R = H \times V$
Bahaya pd sektor Pantai	1..... 2..... 3..... 4dst	1. E ₁ :...; S ₁ :...;AC ₁ :... 2. E ₂ :...; S ₂ :...;AC ₂ :... 3. E ₃ :...; S ₃ :...;AC ₃ :... 4. dst	1. R ₁ : 2. R ₂ : 3. R ₃ : 4. dst
Bahaya pd sektor Pertanian	1..... 2..... 3..... 4dst	1. E ₁ :...; S ₁ :...;AC ₁ :... 2. E ₂ :...; S ₂ :...;AC ₂ :... 3. E ₃ :...; S ₃ :...;AC ₃ :... 4. dst	1. R ₁ : 2. R ₂ : 3. R ₃ : 4. dst
Bahaya pd sektor AIR	1. Trend penurunan ketersediaan air 2. 3. 4.dst	1. E ₁ : Kepadatan penduduk; ..., dst; S ₁ : Kebutuhan air, ..., dst; AC ₁ : Kesejahteraan penduduk; ..., dst; 2. E ₂ , S ₂ , AC ₂ ..., dst	1. R ₁ : Risiko pada Keterseediaan Air 2. R ₂ : 3. R ₃ : 4. dst
Bahaya pd sektor lain	1..... 2..... 3..... 4dst	1. E ₁ :...; S ₁ :...;AC ₁ :... 2. E ₂ :...; S ₂ :...;AC ₂ :... 3. E ₃ :...; S ₃ :...;AC ₃ :... 4. dst	1. R ₁ : 2. R ₂ : 3. R ₃ : 4. dst

Gambar 3.4. Kerangka kajian kerentanan dan risiko sektor air diantara kajian sektor lainnya terhadap perubahan iklim di Pulau Lombok, 2008. E₁, S₁, AC₁ adalah komponen kerentanan terhadap bahaya 1; R₁ adalah risiko karena bahaya ke-1 dan kerentanan ke-1 ($V_1 = (E_1 \times S_1) / AC_1$) (Sumber. modifikasi dari Suroso, D.S., 2008).

3.2.1. Metode Pengumpulan Data

Data yang seharusnya dilibatkan dalam kajian ini semestinya adalah data yang berbasis keruangan (spasial data) untuk setiap data yang diperlukan. Hal itu mengingat hasil kajian berbasiskan keruangan atau dalam bentuk peta. Namun demikian, data kualitatif juga apabila tersedia tetap dilibatkan dalam kajian. Untuk itu telah dilakukan berbagai metode pengumpulan data untuk memperoleh data yang lengkap. Metode pengumpulan data yang telah ditempuh dijelaskan dalam Lampiran 3.2.

3.2.2. Metode Seleksi Data

Seleksi data dilakukan mengingat tidak semua data relevan untuk dilibatkan dalam kajian. Selain itu, berhubung analisis serta penampilan hasil kajian kerentanan ini disyaratkan dalam bentuk informasi spasial, maka kriteria format data dalam bentuk data spasial juga menjadi salah satu kriteria seleksi atas data yang terkumpul. Seleksi data yang digunakan dalam kajian ini, hasil pengumpulan dan seleksi data disampaikan pada Lampiran 3.2.

3.3. Metode Analisis

3.3.1. Batasan-batasan Kajian

Berdasarkan ketersediaan data dan tingkat studi yang digunakan, dalam kajian ini dipakai batasan-batasan. Batasan-batasan kajian meliputi ruang lingkup kajian dari segi waktu atau periode yang dilibatkan, aspek-aspek yang dikendalikan oleh iklim dan aspek-aspek yang tidak dikendalikan oleh perubahan iklim. Selain itu, dalam uraian tentang batasan-batasan kajian disampaikan pula faktor-faktor yang telah dilibatkan dan faktor-faktor yang belum dilibatkan, serta asumsi-asumsi yang digunakan dalam analisis bahaya, kerentanan, dan risiko.

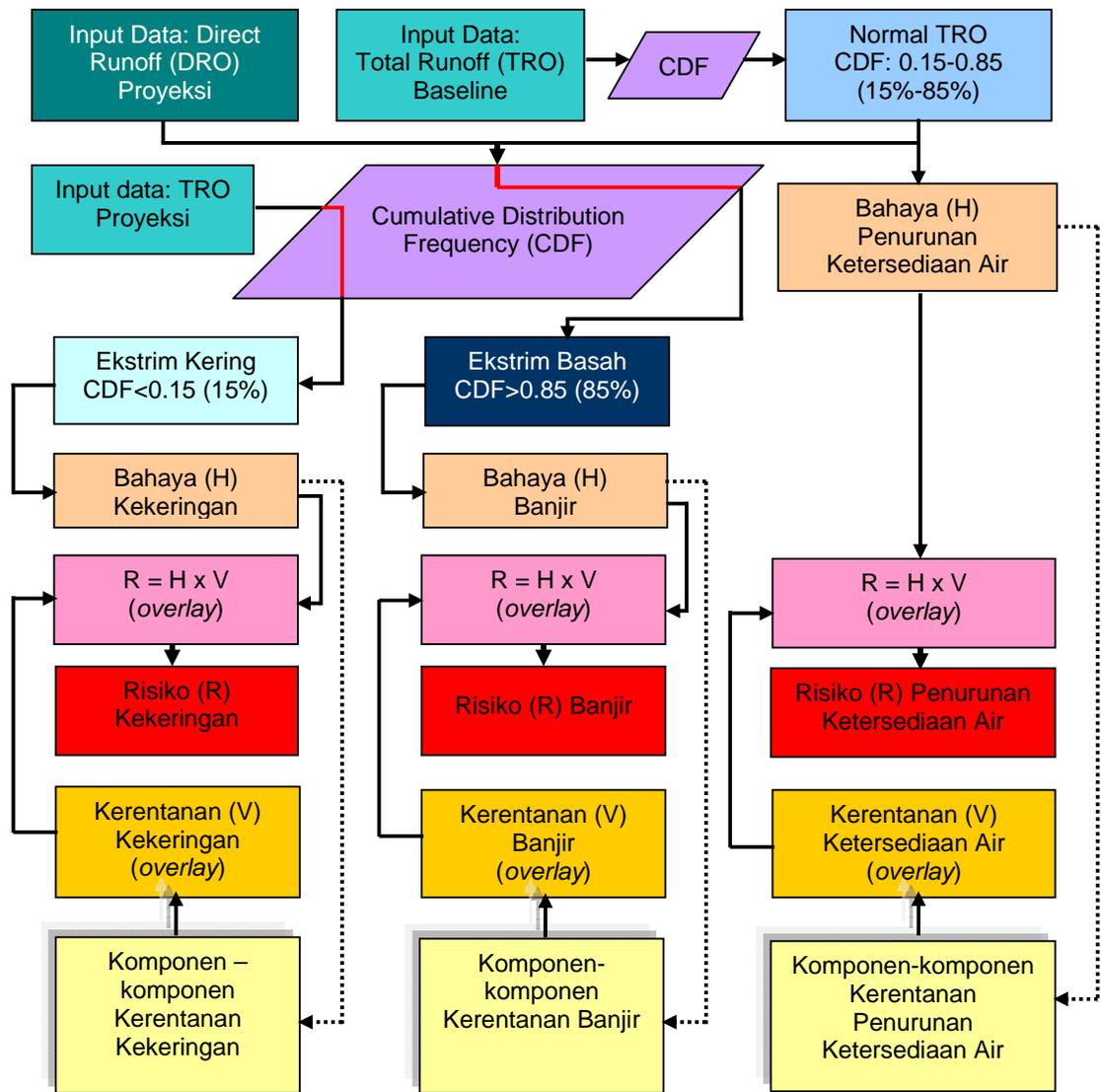
Aspek yang mempengaruhi sektor air yang dikendalikan oleh faktor iklim dan telah dilibatkan dalam penilaian risiko dalam kajian ini meliputi **curah hujan, temperatur, dan evapotranspirasi yang dihitung hanya berdasarkan temperatur dan jenis tutupan lahan (tataguna lahan)**. Adapun aspek yang dikendalikan oleh faktor bukan iklim yang belum dilibatkan dalam kajian diantaranya adalah: *jenis vegetasi, nilai kejenuhan tanah (soil moisture), kebutuhan air dirinci untuk tiap jenis tutupan tataguna lahan, cara pengambilan air, sumur bor dan karakteristiknya, geometri sungai, embung, dan sarana irigasi lainnya, pengaruh perubahan iklim pada pola penggunaan air dan pengelolaan air, dan kearifan lokal berkenaan dengan pengelolaan air.*

Batasan-batasan kajian lebih lanjut, termasuk asumsi-asumsi yang digunakan disajikan pada Lampiran 3.3.

3.3.2. Jenis-jenis Metode Analisis yang Digunakan

Berdasarkan alur pikir yang digunakan atas dasar ketersediaan data yang memenuhi kriteria dan tingkat kajian *meso level*, maka ditentukan metode analisis yang sesuai dan mencukupi untuk keperluan kajian. Dalam kajian ini digunakan 5 (lima) metode analisis penting, yaitu: (1) Analisis Neraca Air (*Water Balance Analysis*), (2) Analisis Statistik CDF, (3) Analisis *Water Budget* (Neraca Sumber Daya Air), (4) Pembobotan, dan (5) *Geographic Information System* (GIS).

Analisis neraca air dan analisis statistik CDF digunakan untuk identifikasi bahaya-bahaya perubahan iklim lebih lanjut terhadap sektor air. Analisis *water budget* digunakan sebagai tambahan analisis risiko. Adapun analisis pembobotan dan analisis GIS digunakan untuk memperoleh peta bahaya, kerentanan, dan risiko. Secara ringkas, bagan alir aplikasi analisis GIS tersebut disajikan pada Gambar 3.5. Adapun metode analisis secara lebih rinci disampaikan pada Lampiran 3.3.



Gambar 3.5 Skema dan bagan alir aplikasi GIS dalam kajian

BAB 4. ANALISIS BAHAYA, KERENTANAN DAN RISIKO PERUBAHAN IKLIM SEKTOR SUMBER DAYA AIR

4.1. Bahaya Perubahan Iklim Sektor Air

Bahaya perubahan iklim sektor air adalah akibat lebih lanjut dari perubahan iklim terhadap sektor air yang mungkin muncul, baik dalam periode *baseline* maupun proyeksi. Bahaya-bahaya ini bersumber dari potensi bahaya yang diperoleh dari hasil kajian sektor iklim berupa kenaikan temperatur, perubahan pola hujan, kenaikan muka laut, dan kejadian iklim ekstrim

4.1.1 Potensi Bahaya

Potensi bahaya berupa kenaikan temperatur dan perubahan pola hujan selanjutnya dianalisis secara kuantitatif untuk memperoleh jenis bahaya yang ditimbulkannya. Metode analisis yang digunakan adalah analisis *water balance* (WB) dan analisis statistik *cumulative distribution frequency* (CDF). Bahaya kenaikan muka air laut dan rendaman air laut dianalisis oleh sektor pesisir dan laut dalam kajian yang sama.

Informasi hasil kajian sektor iklim menunjukkan bahwa selama 10 tahun terakhir terdapat kecenderungan kenaikan temperatur permukaan rata-rata sekitar 0,5°C, yaitu rata-rata 1°C untuk 50 tahun ke depan dan 3°C untuk 100 tahun ke depan. Hasil kajian sektor iklim juga menunjukkan fluktuasi curah hujan (CH) untuk seluruh periode dan skenario dengan kecenderungan CH semakin terkonsentrasi di bulan Desember-Januarin. Data temperatur (T) dan CH untuk seluruh periode dan skenario disajikan pada Lampiran 4.1.1. Adapun Tabel 4.1 dan 4.2 serta Gambar 4.1 dan 4.2 adalah perbandingan rata-rata CH dan T antara *baseline* dan periode 2030 -2080, skenario SRB1.

Dari tabel-tabel dan gambar-gambar tersebut tampak bahwa temperatur pada kondisi proyeksi mengalami kenaikan secara konsisten dibanding kondisi *baseline* untuk berbagai skenario, sedangkan CH pada kondisi yang sama berfluktuasi. Berdasarkan hal itu dapat dikemukakan suatu hipotesa bahwa **kombinasi antara kenaikan temperatur permukaan dan perubahan pola curah hujan memberikan indikasi bahaya penurunan ketersediaan air, bahaya banjir, dan bahaya kekeringan.**

Tabel 4.1 Curah hujan rata-rata tahunan dalam mm periode *baseline* hingga proyeksi tahun 2099 (periode 2030 dan 2080) untuk berbagai skenario

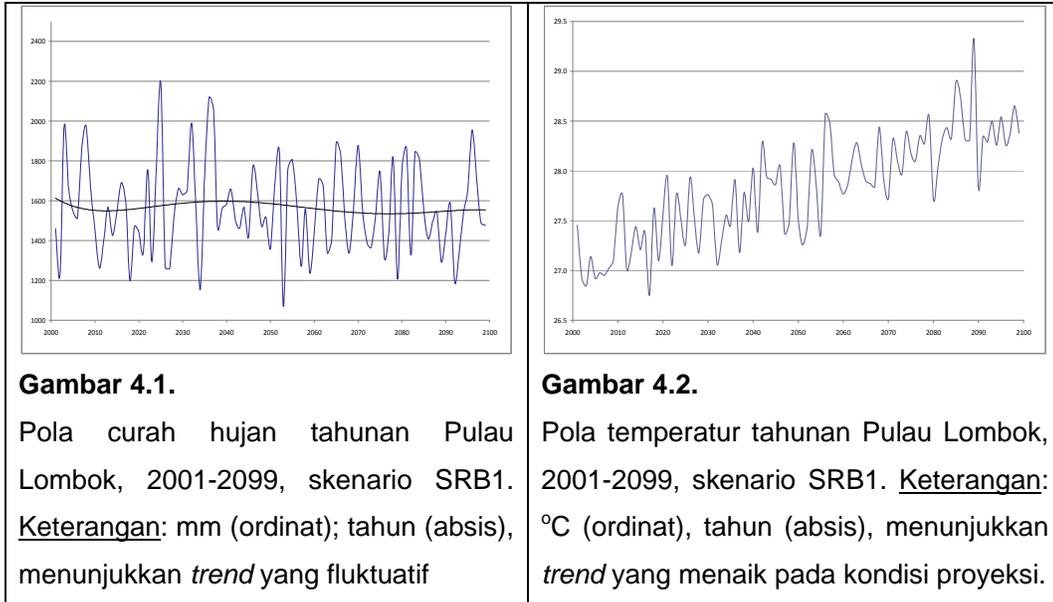
	Baseline 1961-2007	SRB1		SRA1B		SRA2	
		2030	2080	2030	2080	2030	2080
Ave	1571	1577.25	1551.22	1551.03	1509.31	1561.69	1583.00
Stdev	440	476.22	218.05	470.27	190.34	473.46	221.52
Max	2517	2190.51	1955.30	2241.41	1994.64	2408.80	2185.27
Min	786	1154.59	1069.17	1065.11	1097.15	1135.86	1234.12

Keterangan: Ave = rata-rata; Stdev = standar deviasi; Max = maksimum; min = minimum

Tabel 4.2. Temperatur (°C) rata-rata tahunan periode *baseline* hingga proyeksi tahun 2099 (periode 2030 dan 2080) untuk berbagai skenario

	Baseline 1961-2007	SRB1		SRA1B		SRA2	
		2030	2080	2030	2080	2030	2080
Ave	26.17	26.79	27.57	26.94	28.30	26.83	28.45
Stdev	0.29	0.27	0.24	0.42	0.38	0.36	0.63
Max	27.03	27.41	28.08	27.90	28.88	27.57	29.57
Min	25.67	26.27	27.03	26.22	27.42	26.21	27.41

Keterangan: Ave = rata-rata; Stdev = standar deviasi; Max = maksimum; min = minimum

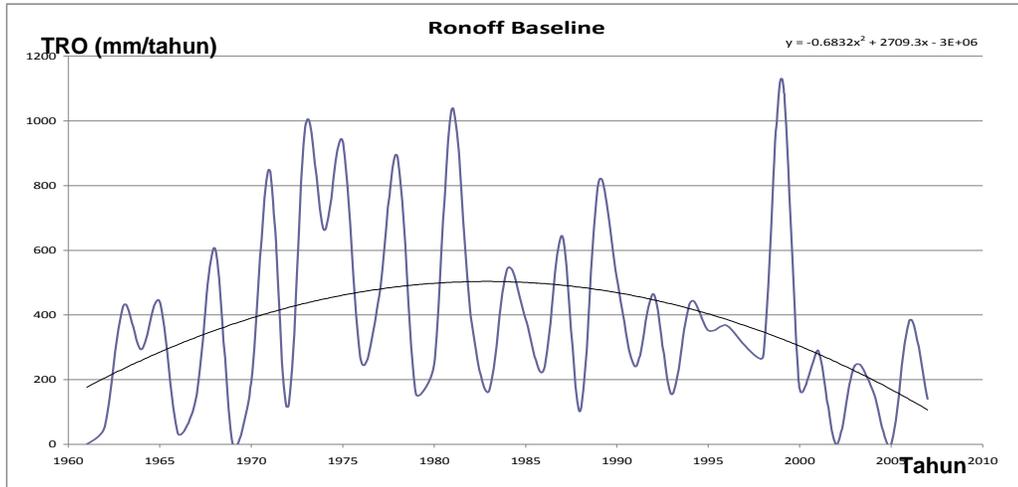


4.1.2 Bahaya Penurunan Ketersediaan Air

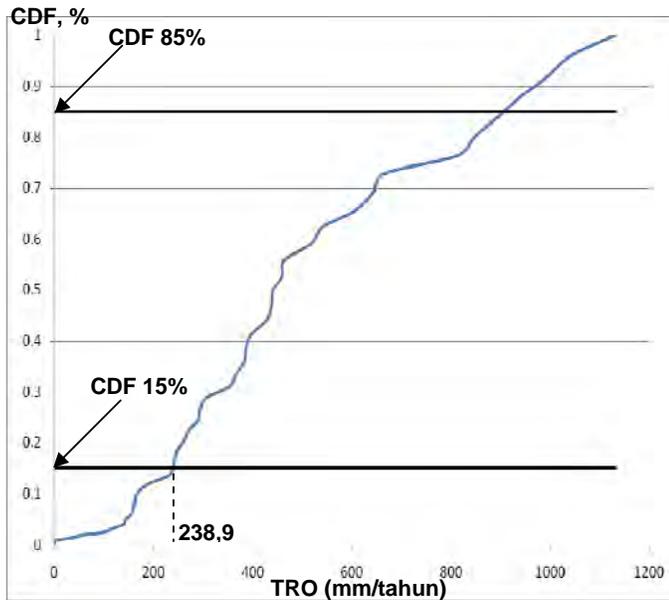
Bahaya penurunan ketersediaan air didekati dengan melihat penurunan *total runoff* kondisi normal (TRO_N) proyeksi 2030 dan 2080 terhadap kondisi *baseline*. TRO_N diperoleh dari hasil analisis *water balance* (WB) terhadap data curah hujan dan data temperatur pada semua periode dan analisis penurunan ketersediaan air diperoleh dari hasil analisis statistik CDF terhadap data TRO_N tersebut dan diperbandingkan antara kondisi proyeksi dengan kondisi *baseline*. Selanjutnya, bahaya tersebut diberi bobot untuk penentuan derajat bahaya pada masing-masing periode dan skenario.

Besaran bahaya ketersediaan air tidak dilihat dari besarnya ketersediaan air, tapi dari besarnya penurunan *runoff*. Hal ini karena ketersediaan air sangat dipengaruhi oleh luasan daerah, sehingga ketersediaan air dari ke 4 SSWS yang ada tidak dapat diperbandingkan. Berbeda dengan *runoff* (*total runoff*, TRO) yang memiliki satuan mm, yang berarti besarnya tidak dipengaruhi oleh luasan. Langkah-langkah penentuan besaran penurunan ketersediaan air disajikan pada Lampiran 4.1.2. Berdasarkan hasil analisis WB dan CDF

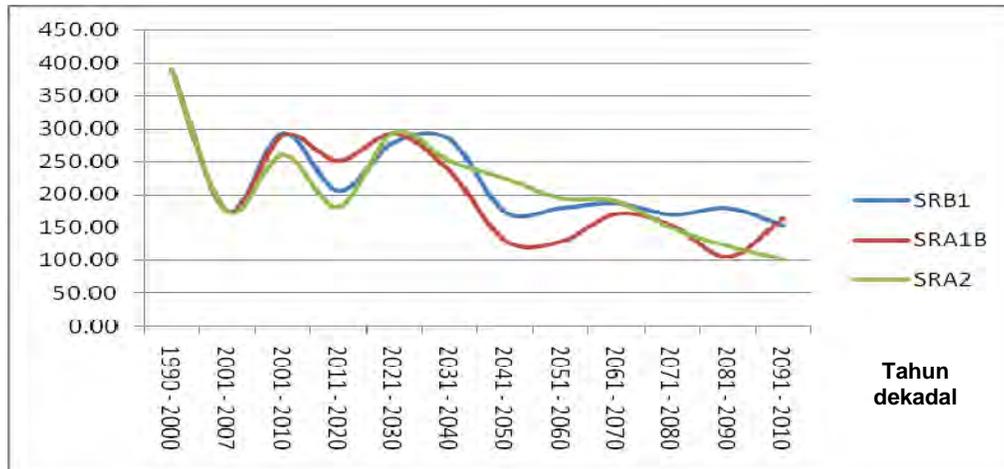
tersebut, maka dapat diidentifikasi **bahaya penurunan ketersediaan air** yaitu nilai $TRON$ yang lebih kecil dari 238,9 mm/tahun.



Gambar 4.3. $TRON$ rata-rata (Mean_ $TRON$) kondisi baseline (1961-2007).
Memperlihatkan fluktuasi dengan pola menaik di pertengahan periode



Gambar 4.4. Plot CDF $TRON$ terhadap $TRON$ pada kondisi baseline (1961-2007) dan CDF $TRON$ 15% untuk batas normal kondisi ketersediaan air. Pada CDF $TRON$, 15% tersebut nilai $TRON$ adalah 238,9 mm/tahun, maka, nilai $TRON \leq 238,9$ mm/tahun adalah bahaya penurunan ketersediaan air.



Gambar 4.5. Plot TRO_N terhadap periode dekadal baseline-proyeksi 2080, memperlihatkan *trend* menurun, disimpulkan sebagai penurunan ketersediaan air

Berdasarkan rumusan bahaya ketersediaan air, maka dapat dihitung besaran bahayanya, yaitu selisih nilai TRO_N pada kondisi proyeksi terhadap nilai TRO_N pada CDF 15% dari *baseline* ($TRO_{N, P} - TRO_{N, B, CDF\ 15\%}$ atau $TRO_{N, P} - 238,9$ mm/tahun; selanjutnya disebut sebagai: “penurunan TRO_N ”) dimana nilai minus dan besaran dari selisih tersebut menyatakan bahaya dan besaran bahayanya. Dengan demikian bahaya penurunan ketersediaan air dapat diidentifikasi, dikuantifikasi, dan diberi bobot.

Dengan metode ini, maka selisih penurunan TRO_N dapat dihitung per tahun untuk setiap periode proyeksi. Hasilnya disajikan pada Lampiran 4.1.2 Namun, untuk kehati-hatian mengingat keterbatasan data yang melibatkan, diantaranya data iklim yang digunakan hanya berasal dari 1 (satu) stasiun pengamatan, maka pembobotan besaran bahaya penurunan ketersediaan air dilakukan atas dasar penurunan TRO_N proyeksi dekadal (10 tahunan). Hasil perhitungan untuk TRO_N dekadal disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Bahaya penurunan ketersediaan air kondisi proyeksi dibanding kondisi *baseline* untuk ketiga skenario SRB1, SRA1B, dan SRA2

Tahun	Periode	SRB1		SRA1B		SRA2	
		TRO (mm/thn)	Tingkat Bahaya	TRO (mm/thn)	Tingkat Bahaya	TRO (mm/thn)	Tingkat Hazard
1990 – 2000	Baseline	389.48	0.00	389.48	0.00	389.48	0.00
2001 – 2007	Baseline	174.30		174.30		174.30	
2001 – 2010	Proyeksi	292.94	-96.55	289.24	-100.24	260.21	-129.27
2011 – 2020	Proyeksi	205.22	-184.26	251.07	-138.42	181.40	-208.08
2021 – 2030	Proyeksi	278.99	-110.49	292.13	-97.36	294.17	-95.32
2031 – 2040	Proyeksi	283.25	-106.23	235.09	-154.40	250.60	-138.88
2041 – 2050	Proyeksi	172.87	-216.61	129.52	-259.96	224.51	-164.98
2051 – 2060	Proyeksi	178.97	-210.52	128.16	-261.32	194.21	-195.28
2061 – 2070	Proyeksi	186.24	-203.25	170.53	-218.96	189.56	-199.92
2071 – 2080	Proyeksi	169.04	-220.44	152.31	-237.17	148.48	-241.00
2081 – 2090	Proyeksi	178.95	-210.53	105.23	-284.26	121.68	-267.80
2091 – 2100	Proyeksi	152.17	-237.32	163.90	-225.58	102.34	-287.15

Keterangan:

- Warna hitam: periode 2001-2007 dikecualikan atau tidak dijadikan sebagai acuan *baseline*, mengingat data dasarnya hanya 5 tahun (data iklim dari PU)
- Warna merah : menunjukkan dekade pemunculan bahaya penurunan ketersediaan air (penurunan TRO_N atau $TRO_{N, P_i} - TRO_{N, B, CDF \leq 15\%}$)

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dikemukakan hal-hal sebagai berikut:

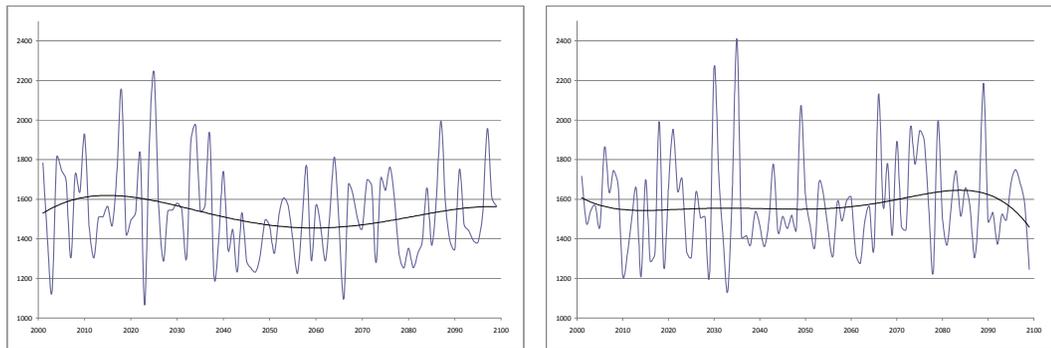
- 1) Pada kondisi **baseline periode 1990-2000** dianggap belum ada bahaya penurunan ketersediaan air atau bobot bahaya = 1;
- 2) Pada periode **proyeksi 2030** (2001-2050) dan **2080** (2051-2100) terdapat ancaman bahaya banjir dari tingkat rendah sampai sangat tinggi pada setiap periode untuk semua skenario dengan intensitas umumnya lebih rendah pada periode 2030 dan makin tinggi untuk periode 2080;
- 3) Skenario SR1B merupakan skenario yang memiliki ancaman bahaya peningkatan secara konsisten dari kondisi *baseline* hingga 2080;

- 4) Guna keperluan analisis lebih lanjut, diambil proyeksi pada skenario SRA2 sebagai skenario yang paling mungkin saat ini berdasarkan kecenderungan iklim akibat pemanasan global sebagai berikut:
 - 4.1) Pada periode **proyeksi 2030** (2001-2050) skenario **SRA2**, keseluruhan dekade berpotensi mengalami bahaya penurunan ketersediaan air, yaitu: i) pada 2001-2010 dengan tingkat bahaya sedang (penurunan $TRON = 129,27$ mm/tahun); ii) pada 2011-2020 dengan tingkat bahaya paling tinggi (penurunan $TRON = 208,08$ mm/tahun); iii) pada 2021-2030 dengan tingkat bahaya rendah (penurunan $TRON = 95,32$ mm/tahun); iv) pada 2031-2040 dengan tingkat bahaya sedang (penurunan $TRON = 138,88$ mm/tahun); dan v) pada 2041-2050 dengan tingkat bahaya tinggi (penurunan $TRON = 164,96$ mm/tahun);
 - 4.2) Pada periode **proyeksi 2080** skenario **SRA2** (2041-2050) bahaya penurunan ketersediaan air berpotensi pada seluruh periode dekade dengan pola sebagai berikut: i) pada dua dekade dari 2051 hingga 2070, dengan tingkat bahaya tinggi (penurunan $TRON$ masing-masing dekade sebesar 195,28 mm/tahun dan 199,92 mm.tahun); dan ii) pada tiga dekade dari 2071 hingga 2100 dengan tingkat bahaya paling tinggi ($TRON$ masing-masing berturut-turut adalah 241,00 mm/tahun, 267,80 mm/tahun, dan 287,15 mm/tahun), yang cenderung bertambah besar ke akhir periode (2100);
- 5) Bahaya sebagaimana tersebut diatas berlaku untuk seluruh wilayah SSWS di P. Lombok karena bahaya tersebut berdasarkan data dari 1 (satu) stasiun pengamatan.

Uraian selengkapnya mengenai frekuensi dan besaran bahaya penurunan ketersediaan air untuk setiap dekade dalam masing-masing periode dan skenario disajikan pada Lampiran 4.1.2.

4.1.3 Bahaya Banjir

Fluktuasi curah hujan berpotensi menimbulkan banjir. Potensi banjir dari sisi hidroklimatologi adalah curah hujan (CH) diatas normal, dalam hal ini > 400 mm/bulan yang dijumpai pada CH proyeksi hasil analisis sektor iklim (Gambar 4.6). Selanjutnya, penyebab banjir memperhitungkan juga kondisi lahan dan pengaliran air. Aspek kondisi lahan yang utama adalah tutupan lahan dan kemiringan lahan. Dalam kajian ini, kondisi tutupan lahan dan pengaliran air dimasukkan sebagai aspek kerentanan, sedangkan kemiringan lahan dilibatkan sebagai parameter bahaya banjir.



a. Pola curah hujan SRA1B

b. Pola curah hujan SRA2

Gambar 4.6. Pola curah hujan tahunan (mm, *ordinat*), proyeksi 2001-2100 (*absis*), skenario SRA1B (a) dan SRA2 (b), menunjukkan *trend* yang fluktuatif yang mengandung potensi banjir. Kurva warna hitam adalah *trend* rata-rata normal.

Identifikasi bahaya banjir juga dilakukan berdasarkan pendekatan hasil analisis *water balance* (WB), namun, parameter yang digunakan bukan TRO, melainkan nilai *direct runoff* (DRO) pada kondisi curah hujan diatas normal (DRO_{AN}). Hal ini dilandasi pemikiran bahwa untuk banjir, komponen limpasan langsung (DRO) itulah yang menyebabkan banjir, yaitu pengumpulan volume air dalam waktu singkat melebihi batas kemampuan penampungan air.

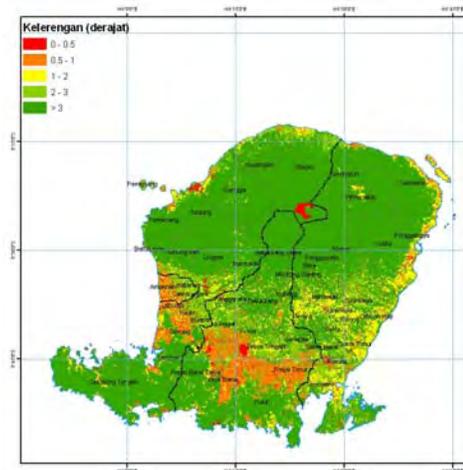
Selanjutnya, dalam analisis banjir, banjir pada proyeksi tidak dibandingkan terhadap banjir pada kondisi *baseline*, melainkan diperbandingkan diantara

kondisi proyeksi itu sendiri, disebabkan karena model proyeksi iklim yang digunakan belum mewakili kondisi ekstrim. Selain itu, analisis banjir selanjutnya ditapis (*overlayed*) dengan zona kemiringan lahan $\leq 3\%$. Ini berarti, hanya nilai DRO_{AN} indikasi bahaya banjir yang berada pada kemiringan lahan $\leq 3\%$ yang diperhitungkan sebagai bahaya banjir. Dengan demikian, bahaya banjir adalah satu zona, dan banjir yang dianalisis cenderung sebagai banjir genangan. Berdasarkan kriteria tersebut, dilakukan analisis bahaya banjir dengan metode CDF seperti pada analisis bahaya ketersediaan air dengan nilai DRO_{AN} , sebagai parameter (Lampiran 4.1.3).

Berdasarkan hasil analisis (Lampiran 4.1.3), maka dirumuskan *bahaya banjir sebagai kondisi curah hujan diatas normal pada periode proyeksi yang menghasilkan direct runoff (DRO_{AN}) $\geq 188,78$ mm/tahun yang melanda kemiringan lahan $< 3^\circ$. Bobot bahaya banjir ditentukan berdasarkan dua parameter, yaitu: 1) besaran potensi bahaya, dan 2) kemiringan lahan (Tabel 4.4 dan Gambar 4.7). Besaran potensi bahaya banjir dalam hal ini dirumuskan sebagai DRO_{AN} kondisi proyeksi ($DRO_{AN,P}$) dikurangi DRO kondisi proyeksi dengan CDF 85% ($DRO_{AN,P, CDF\ 85\%}$) atau $DRO_{AN,P} - 188,78$ mm/tahun ≥ 0 dimana nilai plus menunjukkan bahaya banjir. Dengan alasan yang sama sebagaimana pada bahaya penurunan ketersediaan air, pembobotan selanjutnya dilakukan dengan basis periode dekadal.*

Tabel 4.4 Pembobotan kemiringan untuk bahaya banjir

Kemiringan ($^\circ$)	Bobot Bahaya
0 – 0.5	1
0.5 – 1	0.8
1 – 2	0.6
2 – 3	0.4
> 3	0.2



Gambar 4.7. Zona bahaya banjir sangat tinggi setelah dikompilasi dengan kemiringan lahan $< 3\%$

Berdasarkan hasil perhitungan $DRO_{AN, P}$ sebagaimana pada Lampiran 4.1.3, bahaya banjir yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

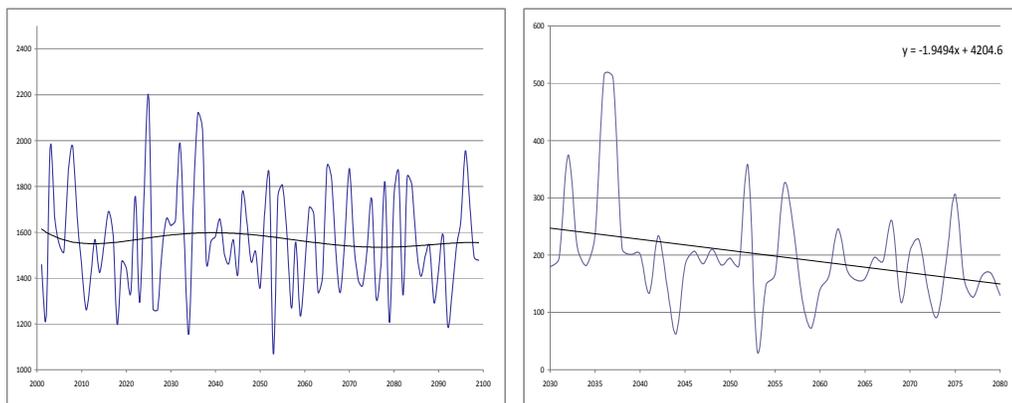
- 1) Pada kondisi **baseline**, dianggap **belum ada** ancaman bahaya banjir;
- 2) Bahaya banjir berpotensi muncul pada semua skenario dengan intensitas umumnya rendah sampai sedang; dan banjir terjadi hanya pada periode 2030 (2001-2050), kecuali pada skenario SRB1, terdapat bahaya banjir pada awal periode 2080;
- 3) Banjir paling tinggi untuk seluruh skenario pada dekade 2031-2040 (periode 2030), SRA2; dengan $DRO_{AN, P} - DRO_{AN, P, CDF 85\%} = 339,99$ mm/tahun dimana pada saat itu $DRO_{AN, P, rata-rata} = 135,34$ mm/tahun;
- 4) Pada skenario SRA2 pola bahaya banjir terjadi hanya pada periode 2030 (2001-2050) dengan tingkat banjir rendah di awal periode, dan sangat tinggi menjelang akhir periode. Rincian proyeksi bahaya banjir pada skenario SRA2 adalah:
 - 4.1) pada dekade 2001-2010, tingkat bahaya sangat rendah, nilai $DRO_{AN, P} - DRO_{AN, P, CDF85\%} = 68,50$ mm/tahun ($DRO_{AN, P, rata-rata} = 144,19$ mm/tahun);
 - 4.2) pada dekade 2011-2020, tingkat bahaya rendah, nilai $DRO_{AN, P} - DRO_{AN, P, CDF85\%} = 117,10$ mm/tahun ($DRO_{AN, P, rata-rata} = 98,14$ mm/tahun);
 - 4.3) pada dekade 2021-2030, tingkat bahaya sedang, nilai $DRO_{AN, P} - DRO_{AN, P, CDF 85\%} = 199,77$ mm/tahun ($DRO_{AN, P, rata-rata} = 165,50$ mm/tahun);
 - 4.4) pada dekade 2031-2040, tingkat bahaya sangat tinggi, nilai $DRO_{AN, P} - DRO_{AN, P, CDF 85\%} = 339,99$ mm/tahun ($DRO_{AN, P, rata-rata} = 135,34$ mm/tahun);
 - 4.5) pada dekade 2041-2050, tingkat bahaya sangat rendah, nilai $DRO_{AN, P} - DRO_{AN, P, CDF85\%} = 32,76$ ($DRO_{AN, P, rata-rata} = 117,93$ mm/tahun).

Berdasarkan kemiringan lereng $\leq 3\%$, zona bahaya banjir untuk proyeksi tersebut di atas adalah:

- i) **sangat tinggi** di bagian tengah berupa spot-spot, antara lain di Kota Mataram dan Kabupaten Lombok Barat (SSWS Dodokan) dan sedikit di bagian Barat Laut (SSWS Putih), dan Timur Laut (SSWS Menanga),
- ii) **tinggi**, terutama di bagian tengah menerus dari Barat hingga Timur (SSWS Dodokan);
- iii) **sedang**, terutama di bagian timurn (SSWS Menanga); dan
- iv) **rendah** sampai **sangat rendah** di sebagian besar wilayah.

4.1.4 Bahaya Kekeringan

Pola iklim dibawah normal, dalam hal ini adalah curah hujan dibawah rata-rata diidentifikasi terjadi di Pulau Lombok. Misalnya, pada periode proyeksi skenario SRB1 seperti pada Gambar 4.8 a. Hasil analisis *water balance* juga menunjukkan bahwa TRO curah hujan (CH) dibawah normal (TRO_{BN}) cenderung menurun pada periode proyeksi skenario SRB1 (Gambar 4.8 b). Demikian pula untuk skenario SRA1B dan SRA2. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi kekeringan hidrologis pada periode proyeksi.



a. Pola curah hujan proyeksi SRB1

b. Plot CDF terhadap TRO proyeksi SRB1

Gambar 4.8. a. Pola curah hujan tahunan (mm, ordinat) proyeksi Tahun 2001-

Sektor Sumber Daya Air

2099 (absis), skenario SRB1, menunjukkan *trend* fluktuatif dengan beberapa diantaranya dibawah normal (garis hitam rata-rata). **b.** Plot TRO (mm/tahun, ordinat y) proyeksi terhadap tahun proyeksi (absis x) skenario SRB1, menunjukkan *trend* menurun dengan bertambahnya waktu, karena faktor suhu yang meningkat. Garis hitam rata-rata dengan persamaan linier $y = 1,9494x + 4204,6$

Penyebab kekeringan bukan saja faktor hidroklimatologi, namun juga kondisi lahan dan pengaliran air. Aspek kondisi lahan yang utama adalah tutupan lahan dan kemiringan lahan. Dalam kajian ini, baik aspek kondisi tutupan lahan maupun kemiringan lahan dimasukkan sebagai aspek kerentanan (komponen eksposur). Adapun kondisi pengaliran (sungai, irigasi, dan sebagainya) yang dilibatkan hanya infrastruktur irigasi, yaitu bagian dari komponen kapasitas adaptasi. Sedangkan geometri sungai dan sarana pengaliran air lainnya belum dilibatkan dalam analisis mengingat datanya yang kurang dan lingkup studi yang bukan studi dengan pendekatan tingkat mikro.

Analisis kekeringan serupa dengan analisis ketersediaan air, yaitu melibatkan data TRO hasil analisis *water balance*, yaitu TRO_{BN} . Metode tersebut dipilih karena TRO mencerminkan ketersediaan air dan kekeringan sebenarnya juga berkaitan dengan kondisi ketersediaan air. Alasan lainnya adalah karena ketersediaan data. Untuk analisis kekeringan, kondisi bahaya diperbandingkan hanya diantara kondisi proyeksi itu sendiri karena model proyeksi iklim yang digunakan belum mewakili kondisi ekstrim. Kekeringan diasumsikan sebagai kondisi ekstrim kering pada periode tertentu terhadap kondisi *total runoff* (TRO) pada periode tersebut.

Berdasarkan kriteria tersebut, dilakukan analisis bahaya kekeringan dengan langkah dan analisis CDF menyerupai analisis bahaya ketersediaan air namun dengan parameter yang diperhitungkan adalah nilai TRO_{BN} dan nilai CDF yang digunakan sebagai batas kekeringan adalah 15% (Lampiran

4.1.4). Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka dirumuskan *bahaya kekeringan sebagai kondisi curah hujan dibawah normal pada periode proyeksi yang menghasilkan total runoff ($TRO_{BN, P}$) sama dengan atau lebih kecil dari 159,95 mm/tahun.*

Bobot bahaya kekeringan ditentukan berdasarkan parameter besaran potensi kekeringan (Lampiran 4.1.4), yaitu TRO_{BN} kondisi proyeksi ($TRO_{BN,P}$) dikurangi TRO kondisi proyeksi dengan CDF 15% ($TRO_{BN,P, CDF 15\%}$) atau $TRO_{BN,P} - 159,95 \text{ mm/tahun} \leq 0$ dimana nilai minus menunjukkan bahaya kekeringan. Dengan alasan yang sama seperti bahaya sebelumnya, pembobotan selanjutnya dilakukan dengan basis periode dekadal.

Berdasarkan hasil perhitungan $TRO_{BN, P}$ sebagaimana pada Lampiran 4.1.4, bahaya kekeringan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

- 1) Bahaya kekeringan berpotensi muncul pada semua skenario dan semua periode dengan intensitas umumnya sedang sampai tinggi; dan cenderung semakin besar pada periode 2080;
- 2) Kekeringan paling kuat untuk seluruh skenario diproksi pada dekade 2081-2090 (periode 2080), SRA1B; dengan $TRO_{BN,P} - DRO_{BN,P,CDF 15\%} = -159,91 \text{ mm/tahun}$ dengan $TRO_{BN,P,rata-rata} = 105,23 \text{ mm/tahun}$;
- 3) Pada skenario SRA2 bahaya kekeringan terjadi pada seluruh periode (2001-2100) dengan pola tingkat kekeringan : sedang di awal periode 2030, rendah di akhir periode 2030 hingga awal periode 2080 dan meninggi kembali pada tengah hingga akhir periode 2080. Rincian proyeksi bahaya kekeringan pada skenario SRA2 adalah:
 - i) pada dekade 2001-2010, tingkat bahaya tinggi, $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -110,56 \text{ mm/tahun}$ ($TRO_{AN,P,rata-rata} = 260,21 \text{ mm/tahun}$);
 - ii) pada dekade 2011-2020, tingkat bahaya sedang, $TRO_{BN, P} - TRO_{AN, P, CDF 15\%} = -74,54 \text{ mm/tahun}$ ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 181,40 \text{ mm/tahun}$);
 - iii) pada dekade 2021-2030, tingkat bahaya rendah dengan nilai $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -32,14 \text{ mm/tahun}$ ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 294,17 \text{ mm/tahun}$);

- iv) pada dekade 2031-2040, tingkat bahaya sedang, $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -70,43$ mm/tahun ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 250,60$ mm/tahun);
- v) pada dekade 2041-2050, tingkat bahaya rendah, $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -43,61$ mm/tahun ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 224,51$ mm/tahun);
- vi) pada dekade 2051-2060, tingkat bahaya rendah, $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -56,91$ mm/tahun ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 194,21$ mm/tahun);
- vii) pada dekade 2061-2070, tingkat bahaya tinggi, $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -97,64$ mm/tahun ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 189,56$ mm/tahun);
- viii) pada dekade 2071-2080, tingkat bahaya juga tinggi dengan nilai $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -114,64$ mm/tahun ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 148,48$ mm/tahun);
- ix) pada dekade 2081-2090 tingkat bahaya adalah sangat tinggi dengan nilai $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -141,28$ mm/tahun ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 121,68$ mm/tahun);
- x) pada dekade 2091-2100 tingkat bahaya adalah sangat tinggi dan paling tinggi untuk seluruh periode dalam skenario SRA2 dengan nilai $TRO_{BN, P} - TRO_{BN, P, CDF 15\%} = -159,91$ mm/tahun ($TRO_{BN, P, rata-rata} = 102,34$ mm/tahun);

Bahaya kekeringan diasumsikan berlaku untuk seluruh wilayah Pulau Lombok karena data iklim yang digunakan dalam analisis iklim juga diasumsikan berlaku untuk seluruh wilayah Pulau Lombok.

4.1.5 Bahaya Lainnya

Karena keterbatasan data, bahaya atau potensi bahaya lainnya dari perubahan iklim terhadap sektor air dianalisis secara kualitatif. Potensi bahaya tersebut yang dikemukakan antara lain *intrusi air laut*, *tanah longsor*, dan *pengangkutan sedimen*. Bahaya lainnya berupa *penurunan kualitas airtanah secara langsung di daerah pantai akibat rendaman air laut ke daratan* tidak dibahas dalam kajian ini mengingat hal itu sudah tercakup dalam kajian krentanan sektor pesisir dan pantai.

Potensi bahaya intrusi air laut atau penurunan kualitas air tanah di daerah pantai muncul sebagai dampak dari kenaikan muka air laut (*SLR: sea level rise*) dengan kondisi tingkat pengambilan air tanah tertentu dan rendaman air laut ke daratan akibat SLR. Adapun potensi bahaya tanah longsor atau gerakan tanah merupakan dampak kenaikan curah hujan yang melebihi standar tertentu di suatu wilayah dan berkaitan dengan faktor-faktor terjadinya tanah longsor pada suatu lokasi di wilayah tersebut.

4.2. Kerentanan Sektor Air Terhadap Perubahan Iklim

Pendekatan metodologi dalam kajian ini menyatakan bahwa kerentanan (*vulnerability, V*) adalah fungsi dari ketersingkapkan (*exposure, E*), sensitivitas (*sensitivity, S*), dan kapasitas adaptasi (*adaptive capacity, AC*) terhadap bahaya perubahan iklim dalam hubungan $V = (E \times S) / AC$. Sub bagian ini akan menjabarkan hubungan tersebut untuk sektor air.

4.2.1 Identifikasi Komponen Kerentanan

Identifikasi komponen kerentanan disajikan pada Lampiran 4.2 dan hasilnya setelah diseleksi disajikan pada Tabel 4.5. Skema pada Tabel 4.5 juga merupakan kerangka pendekatan penyelesaian kajian ini.

Tabel 4.5. Komponen kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim

POT H	BAHAYA (H)	KERENTANAN SEKTOR AIR (V)		
		Komp	Jenis	Kode
Perubahan pola CH, kenaikan T, SLR,	Penuruna KETER- SEDIAAN AIR	E	1. Kepadatan penduduk (spasial)	d
			2. Tataguna lahan (spasial)	tgl
		S	1. Kebutuhan air	ka
			2. Jenis tanah/batuan (spasial)	gl
			3. Pola sebaran curah hujan (spasial)	ch
		AC	1. Kesejahteraan penduduk (spasial)	ks
2. Infrastruktur irigasi	inf			

POT H	BAHAYA (H)	KERENTANAN SEKTOR AIR (V)		
		Komp	Jenis	Kode
	Zona BANJIR	E	1. Kepadatan penduduk (spasial)	d
			2. Tataguna lahan (spasial)	tgl
		S	1. Tingkat kekritisn lahan SSWS	kr_ssws
			2. Tingkat kekritisn kawasan hutan lindung	kr_hl
			3. Pola sebaran curah hujan (spasial)	Ch
		AC	1. Kesejahteraan penduduk (spasial)	ks
	2. Infrastruktur irigasi		inf	
	KEKE- RINGAN	E	1. Kepadatan penduduk (spasial)	d
			2. Tataguna lahan (spasial)	tgl
		S	1. Kebutuhan air	ka
			2. Pola sebaran urah hujan (spasial)	ch
			3. Tingkat kekritisn kawasan hutan lindung	kr_hl
			4. Kemiringan lahan (spasial)	kl
		AC	1. Kesejahteraan penduduk (spasial)	ks
2. linfrastruktur irigasi			inf	

Keterangan:

H : bahaya (hazrads), *Pot* : potensi, *T* : temperatur, *SLR* : kenaikan muka laut (sea level rise), *Komp* = komponen kerentanan; *E*: eksposur, *S* : sensitivitas, *AC* : kapasitas adaptasi. (spasial) : jenis informasi dengan tingkat ketelitian atau satuan ruang yang lebih rinci.

Identifikasi parameter kerentanan yang dilibatkan dalam kajian kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim sebagaimana pada Tabel 4.5 didasarkan pada 3 parameter kendali utama, yaitu: pendekatan studi tingkat menengah (*meso level*), kebutuhan penyampaian hasil kajian dalam bentuk informasi spasial, dan ketersediaan data. Selanjutnya, kerentanan tersebut diuraikan secara ringkas dalam ketiga parameternya (E, S, dan AC) berdasarkan masing-masing bahayanya.

4.2.2 Kerentanan terhadap Bahaya Penurunan Ketersediaan Air

Berdasarkan Tabel 4.5, ada 7 (tujuh) parameter komponen E, S, dan AC untuk bahaya penurunan ketersediaan air, yaitu: *tataguna lahan*, *kepadatan penduduk*, *kebutuhan air*, *jenis tanah atau batuan*, *curah hujan lokal*,

kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi. Berdasarkan hal itu, maka kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air dapat dirumuskan sebagai fungsi dari bahaya penurunan total runoff pada kondisi proyeksi ($TRO_{N,P}$) dibawah batas minimal TRO_N base line dan variasi dari exposure, sensitivitas dan kapasitas adaptasi terhadap bahaya tersebut berupa variasi tataguna lahan, kepadatan penduduk, kebutuhan air, jenis tanah atau batuan, curah hujan lokal, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi.

4.2.2.1. Eksposur terhadap bahaya penurunan ketersediaan air

Berdasarkan Tabel 4.5, terdapat 2 (dua) parameter keterpaparan atau eksposur (*exposure*, E) untuk kerentanan terhadap bahaya ketersediaan air, yaitu: **1) tataguna lahan** dan **2) kepadatan penduduk**. Data untuk kedua parameter tersebut adalah data spasial dengan tingkat ketelitian relatif lebih rinci berdasarkan sebarannya dalam ruang. Uraian ringkasnya adalah:

- (1) **Tataguna Lahan (tgl)** adalah komponen eksposur terhadap bahaya ketersediaan air. Artinya, **tgl** terpapar atau terekspos atau akan berhadapan langsung terhadap bahaya ketersediaan air. Hal ini berarti apabila bahaya penurunan ketersediaan air menimpa Pulau Lombok, maka variasi **tgl** yang ada akan menentukan variasi tingkat kerentanan dan risiko terhadap bahaya tersebut. Variasi **tgl** yang dilibatkan dalam penilaian kerentanan E ini adalah: *ekosistem perairan, kawasan hutan lindung, kawasan non budidaya, pertanian lahan kering, perkebunan, sawah, tambak, kawasan pemukiman, dan infrastruktur penting*. Variasi luas dan sebaran **tgl** ini akan menentukan bobot komponen parameter **tgl** untuk bahaya penurunan ketersediaan air;
- (2) **Kepadatan Penduduk (d)** juga terpapar atau terekspos atau akan berhadapan langsung terhadap bahaya ketersediaan air. Hal ini berarti apabila bahaya penurunan ketersediaan air menimpa Pulau Lombok, maka variasi **d** yang ada akan menentukan variasi tingkat kerentanan dan risiko terhadap bahaya tersebut. Variasi **d** sebagai E komponen

kerentanan dibagi berdasarkan kelas **d** dalam satuan jiwa/hektar (ha). Variasi kelas **d** dan luas sebarannya menentukan bobot komponen E.

4.2.2.2. Sensitivitas terhadap bahaya penurunan ketersediaan air

Berdasarkan Tabel 4.5, terdapat 3 (tiga) parameter kepekaan atau sensitivitas (*sensitivity*, S) untuk kerentanan terhadap bahaya ketersediaan air, yaitu: 1) *kebutuhan air*, 2) *jenis tanah atau batuan*, dan 3) *pola sebaran curah hujan*. Data untuk ketiga parameter tersebut adalah data spasial dengan tingkat ketelitian bervariasi, yaitu: data spasial kebutuhan air berdasarkan satuan SSWS, data spasial jenis tanah dan batuan serta pola sebaran curah hujan berdasarkan satuan ruang sebaran yang lebih rinci. Uraian ringkas dari kedua komponen S dari kerentanan tersebut adalah:

- (1) **Kebutuhan Air (ka)** adalah komponen sensitivitas terhadap bahaya ketersediaan air. Artinya, **ka** peka atau sensitif terhadap bahaya ketersediaan air. Yakni, bahaya penurunan ketersediaan air akan menyebabkan variasi pengaruh terhadap kebutuhan air bergantung variasi kebutuhan air yang ada. Jenis **ka** dibagi menjadi 4 (empat) kelas dalam unit luas SSWS, yaitu: *kebutuhan air penduduk*, *kebutuhan air pertanian*, *kebutuhan air industri*, dan *kebutuhan air lainnya*;
- (2) **Jenis Tanah atau Batuan (geologi: gl)** diposisikan sebagai sensitif terhadap bahaya penurunan ketersediaan air. Maksudnya bahwa variasi **gl** akan berpengaruh pada variasi penurunan ketersediaan air. Hal ini berarti tingkat kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air akan ditentukan pula oleh tingkat **gl**. Dalam hal ini, kapasitas peresapan air (*infiltration*) atau limpasan air (*run off*) air ditafsirkan dari nilai porositas berdasarkan jenis batuan atau litologi, yakni dari Peta Geologi Pulau Lombok skala 1:250.000. Variasi nilai porositas batuan menentukan nilai komponen kerentanan **gl** terhadap bahaya penurunan ketersediaan air;
- (3) **Pola Sebaran Curah Hujan (ch)** lokal dilibatkan guna memperoleh informasi **ch** yang lebih rinci dibanding **ch** umum yang hanya berdasarkan data dari satu stasiun pengamatan BMG di Ampenan, Mataram.

Informasi **ch** lokal adalah curah hasil analisis metode *Polygon Thiessen* atas data ch Dinas PU yang berasal dari 16 stasiun pengamatan. Parameter **ch** sensitif terhadap bahaya penurunan ketersediaan air dengan asumsi variasi yang ada dari **ch** ini akan menentukan pengaruh bahaya tersebut. Data **ch** dalam penilaian kerentanan komponen S ini dibagi atas dasar klasifikasi besaran dalam satuan mm/tahun dan luasan sebarannya dalam ruang. Variasi **ch** menentukan bobot dari komponen S **ch** bahaya penurunan ketersediaan air.

4.2.2.3. Kapasitas adaptasi terhadap bahaya penurunan ketersediaan air

Terdapat 2 (dua) parameter kapasitas adaptasi (*adaptive capacity*, AC) atau kemampuan penyesuaian untuk kerentanan terhadap bahaya ketersediaan air, yaitu: 1) *kesejahteraan penduduk*, dan 2) *infrastruktur irigasi*. Data kedua parameter tersebut adalah data spasial dengan tingkat ketelitian bervariasi. Data spasial kesejahteraan penduduk lebih rinci karena klasifikasi spasialnya atas dasar satuan luas. Data infrastruktur irigasi kurang teliti mengingat parameternya merupakan penjumlahan atas beberapa sub parameter dengan klasifikasi sebaran ruangnya acak dan dijumlahkan atas dasar satuan SSWS. Uraian ringkas kedua komponen AC tersebut adalah:

- (1) **Kesejahteraan Penduduk (ks)** diasumsikan adaptif terhadap bahaya ketersediaan air. Artinya, dengan adaptasi yang mungkin dilakukan oleh penduduk dengan modal **ks** yang dimilikinya di suatu wilayah yang ditinjau, maka hal itu akan menurunkan bahaya ketersediaan air pada wilayah tersebut. Asumsi ini belum dibuktikan mengingat belum ada rujukan penelitian tentang hal itu. Untuk itu dilakukan juga analisis kerentanan tanpa melibatkan komponen AC parameter **ks** (model 2). Variasi tingkat **ks** menentukan variasi kerentanan komponen **ks** dan diklasifikasikan atas dasar prosentasi tingkat kesejahteraan keluarga;
- (2) **Infrastruktur Irigasi (inf)**, merupakan komponen AC untuk bahaya penurunan ketersediaan air. Sebab, semakin baik infrastruktur irigasi, maka akan semakin menurun dampak bahaya penurunan ketersediaan

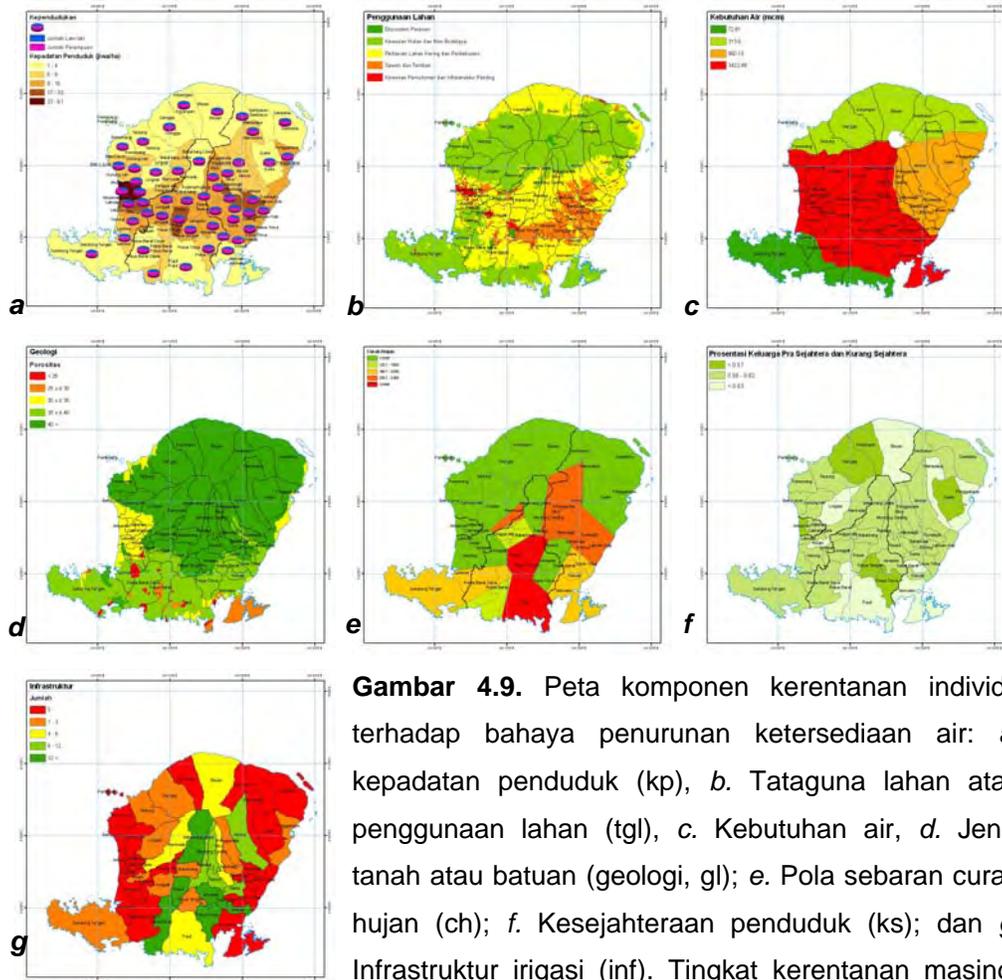
air; sebaliknya, jika infrastruktur irigasi yang buruk di suatu wilayah yang ditinjau, maka akan semakin tinggi acanaman akibat bahaya tersebut. Informasi **inf** dirumuskan sebagai penjumlahan dari 3 komponennya, yaitu: mataair, embung, dan bendungan. Variasi jumlah **inf** mempengaruhi pembobotan komponen kerentanan **inf** terhadap bahaya terkait. Data **inf** tingkat kepercayaan informasi **inf** rendah karena merupakan gabungan data koordinat dan luasan wilayah administratif.

4.2.2.4. Pembobotan dan peta kerentanan bahaya penurunan ketersediaan air

Pembobotan dilakukan atas seluruh parameter bahaya penurunan ketersediaan air. Metode pembobotan menggunakan 2 (dua) langkah, yaitu: i) pembobotan per individu komponen kerentanan, ii) pembobotan total kerentanan berdasarkan metode *pair wise comparison*. Pembobotan per individu komponen kerentanan dilakukan dengan membagi interval yang sama antara batas atas dan batas bawah. Adapun pembobotan kerentanan total metode *pair wise comparison* dilakukan dengan melibatkan bobot individu, ketelitian data, dan bobot kekuatan pengaruh terhadap bahaya yang ditinjau yang kemudian dibandingkan secara berpasangan.

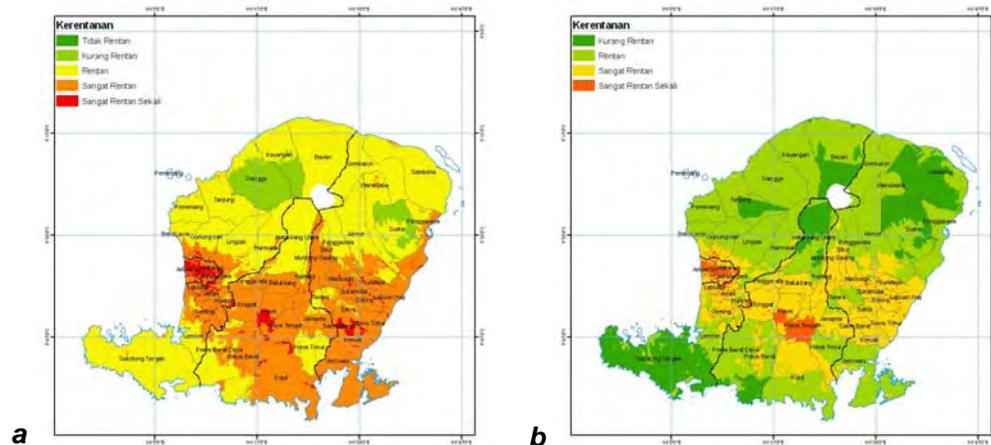
Untuk mendapatkan kerentanan total yang sesuai dilakukan 2 model, yaitu: (i) model 1, kerentanan (total) dengan melibatkan seluruh komponen adaptasi, dan (ii) model 2, kerentanan (total) tanpa melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk. Dengan demikian, untuk model 1 dilibatkan 7 komponen kerentanan, yaitu: *kepadatan penduduk (d)*, *tataguna lahan (tgl)*, *kebutuhan air (ka)*, *jenis tanah atau batuan (gl)*, *pola sebaran curah hujan (ch)*, *kesejahteraan penduduk (ks)*, dan *infrastruktur irigasi (inf)*. Adapun untuk model 2, dilibatkan komponen-komponen tersebut kecuali komponen *kesejahteraan penduduk*. Analisis pembobotan selengkapnya disajikan pada Lampiran 4.2.1. Peta-peta hasil pembobotan disajikan pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.9. Peta komponen kerentanan individu terhadap bahaya penurunan ketersediaan air: *a.* kepadatan penduduk (*kp*), *b.* Tataguna lahan atau penggunaan lahan (*tgl*), *c.* Kebutuhan air, *d.* Jenis tanah atau batuan (*geologi, gl*); *e.* Pola sebaran curah hujan (*ch*); *f.* Kesejahteraan penduduk (*ks*); dan *g.* Infrastruktur irigasi (*inf*). Tingkat kerentanan masing-masing dikelompokkan menjad 5 kelas, yaitu: *sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah*

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.10. Peta Kerentanan Penurunan Ketersediaan Air Pulau Lombok: a. model 1, melibatkan komponen kesejahteraan penduduk (ks); b. model 2, tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk (ks). Tingkat kerentanan dibagi menjadi 5 kelas, yaitu: *kurang rentan (rendah)*, *rentan (sedang)*, *sangat rentan (tinggi)*, *sangat rentan sekali (sangat tinggi)*.

4.2.2.5. Makna dan sebaran kerentanan bahaya penurunan ketersediaan air

Dari hasil analisis GIS peta kerentanan (total) Pulau Lombok dapat diidentifikasi informasi kerentanan setiap wilayah di pulau tersebut (Gambar 4.10). Untuk memperoleh makna dari peta kerentanan tersebut, maka kita kembali kepada bahaya penurunan ketersediaan air dan komponen kerentanan yang dilibatkan. Sebagai contoh, berikut ini disajikan pemaknaan peta kerentanan terhadap penurunan ketersediaan air model 2 (tanpa melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk), Gambar 4.10:

“Dari peta kerentanan yang dihasilkan dapat diidentifikasi beberapa kota/kabupaten yang secara umum sangat rentan (kerentanan sangat tinggi) terhadap bahaya penurunan ketersediaan air akibat perubahan iklim dalam periode 2030 hingga 2080, yaitu Kota Mataram dan sedikit wilayah di Kabupaten Lombok Tengah, Kabupaten Lombok Timur, dan Kabupaten Lombok Barat. Tingkat kerentanan yang sangat tinggi di Kota Martaram tersebut, mencakup 70% luas wilayah, disebabkan karena faktor kepadatan

penduduk paling tinggi (rata-rata > 32 jiwa/km); tataguna lahan yang dominan berupa pemukiman; kebutuhan air penduduk, industri dan lainnya paling tinggi (masing-masing rata-rata 108,22 m³/thn, 647,02 m³/thn, dan 1050,68 m³/thn); jenis tanah atau batuan tingkat sedang dalam kaitannya resapan air (porositas 30-35%); dan infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang relatif sangat kurang; walau pun curah hujan lokal yang umumnya sangat rendah (rata-rata > 2400 mm/tahun)”.

Tingkat kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air di Pulau Lombok berdasarkan peta pada Gambar 4.10 b. (model 2) adalah:

- 1) Kerentanan sangat tinggi, mencakup kawasan Kota Mataram (70%), setempat di bagian tengah Kabupaten (Kab.) Lombok Barat (5%), Kab. Lombok Tengah (10%), dan setempat di Kab. Lombok Timur (5%); atau sekitar 20% SSWS Dodokan, dan 5% SSWS Menanga;
- 2) kerentanan tinggi, meliputi Kota Mataram (30%), Lombok Barat (10%) disekitar kota Mataram, bagian tengah Kab. Lombok Tengah (40%); dan di bagian tengah Kab. Lombok Timur (5%); atau sekitar 50% SSWS Dodokan, 60% SSWS Menanga, dan 5% SSWS Putih;
- 3) kerentanan sedang, meliputi Kab. Lombok Barat bagian utara (60%), di bagian utara dan selatan (40%) Kab. Lombok Tengah; dan bagian utara serta sedikit di bagian selatan Kab. Lombok Timur (45%); atau sekitar 30% SSWS Dodokan, 20% SSWS Jelateng; 35% SSWS Menanga, dan 65% SSWS Putih;
- 4) kerentanan rendah, meliputi Kab. Lombok Barat (25%), sedikit di selatan Kab. Lombok Tengah (10%); dan utara Kab. Lombok Timur (20%); atau 80% wilayah SSWS Jelateng, dan 30% SSWS Putih.

Dalam analisis kerentanan ini digunakan asumsi umum bahwa komponen-komponen kerentanan yang dilibatkan, seperti kepadatan penduduk dan tataguna lahan, dianggap tetap. Asumsi ini tentu saja kurang tepat karena hampir seluruh komponen kerentanan yang dilibatkan secara alami maupun karena campur tangan manusia akan mengalami perubahan. Berdasarkan

hal itu, nilai atau tingkat kepercayaan terhadap hasil analisis kerentanan ini sedang-rendah, dan semakin rendah untuk dekade yang semakin ke depan.

4.2.3 Kerentanan terhadap Bahaya Banjir

Berdasarkan Tabel 4.5, parameter komponen E, S, dan AC untuk bahaya banjir terdiri atas 7 (tujuh) parameter, yaitu: *kepadatan penduduk, tataguna lahan, tingkat kekritisn lahan SSWS, tingkat kekritisn kawasan hutan lindung, pola sebaran curah hujan, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi*. Berdasarkan hal itu dengan mengacu kepada rumusan bahayanya, maka *kerentanan terhadap bahaya banjir adalah fungsi dari nilai total direct runoff pada kondisi proyeksi 2030 dan 2080 ($DRO_{AN,P}$) yang melebihi nilai sebesar 188,78 mm/tahun (CDF 85%) dan variasi dari exposure, sensitivitas dan kapasitas adaptasi terhadap bahaya banjir tersebut berupa kepadatan penduduk, tataguna lahan, tingkat kekritisn lahan, tingkat kekritisn kawasan hutan lindung, curah hujan lokal, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi*.

4.2.3.1. Eksposur terhadap bahaya banjir

Berdasarkan Tabel. 4.5, terdapat 2 (dua) parameter keterpaparan atau eksposur (*exposure*, E) untuk kerentanan terhadap bahaya banjir, yaitu: 1) *Tataguna Lahan* dan 2) *Kepadatan Penduduk*. Dalam hal ini, untuk kedua parameter tersebut digunakan data yang sama sebagaimana digunakan dalam kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air. Kedua komponen E dari kerentanan bahaya banjir diuraikan sebagai berikut:

- (1) **Kepadatan Penduduk (d)** tepapar, terekspos atau akan berhadapan langsung terhadap bahaya banjir. Variasi tutupan lahan akan menentukan variasi tingkat kerentanan dan risiko terhadap bahaya banjir;
- (2) **Tataguna Lahan (tgl)** adalah tepapar atau berhadapan langsung terhadap bahaya banjir. Hal ini berarti variasi **tgl** berpengaruh terhadap

karakter, besaran dan kecepatan banjir, sehingga variasi **tgl** akan menentukan variasi tingkat kerentanan dan risiko terhadap bahaya banjir.

4.2.3.2. Sensitivitas terhadap bahaya banjir

Sebagaimana pada Tabel 4.5, terdapat 3 (tiga) parameter sensitivitas (*sensitivity*, *S*) untuk kerentanan terhadap bahaya banjir, yaitu: 1) *Tingkat Kekritisan Lahan SSWS (kr_ssws)*, 2) *Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung (kr_hl)*, dan 3) *Pola Sebaran Curah Hujan (ch)*. Uraianya adalah:

- (1) **Tingkat Kekritisan Lahan SSWS (kr_ssws)** adalah sensitif terhadap bahaya banjir yakni bahwa variasi **kr_ssws** akan mempengaruhi bahaya banjir. Semakin tinggi tingkat **kr_ssws**, maka akan semakin rentan dan berisiko terhadap bahaya banjir. Hal ini mengingat salah satu pengontrol banjir adalah tutupan lahan yang hijau oleh tumbuhan. Sebaliknya, lahan kritis akan meningkatkan banjir akibat peningkatan sedimentasi sungai. Data **kr_ssws** diperoleh dari informasi sumber daya lahan dalam satuan luas wilayah per SSWS, sehingga tingkat akurasi informasinya rendah
- (2) **Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung (kr_hl)**, serupa dengan kekritisan lahan SSWS (*kr_ssws*). Kondisi **kr_hl** adalah sensitif terhadap bahaya banjir dengan asumsi kawasan hutan lindung yang masih berfungsi dengan baik dapat mencegah atau mengurangi intensitas dan dampak banjir di daerah hilirnya. Hal itu mengingat pada kawasan hutan lindung yang masih relatif baik, proses limpasan dapat ditekan oleh tumbuhan sebagai penahan dan media peresap air. Karena itu, semakin tinggi tingkat **kr_hl**, maka akan semakin besar kerentanan dan risiko wilayah yang berada dalam satu sistem dengan kawasan tersebut. Data **kr_hl** diperoleh dari data sumber daya lahan dengan satuan jumlah luas wilayah per SSWS, sehingga tingkat akurasi informasi spasialnya rendah;
- (3) **Pola Sebaran Curah Hujan (ch)** lokal. Data yang digunakan sama dengan data untuk kerentanan penurunan ketersediaan air yaitu peluang hujan yang lebih mungkin terjadi. Namun, pembobotannya berbanding terbalik dengan bobot pada bahaya penurunan ketersediaan air.

Parameter **ch** lokal sensitif terhadap bahaya banjir bermakna bahwa intensitas bahaya banjir akan dipengaruhi oleh **ch** lokal. Hal ini mengingat bahaya banjir dihitung dari data hujan yang lebih umum (ketelitian lebih rendah) karena berasal hanya dari 1 stasiun pengamatan.

4.2.3.3. Kapasitas adaptasi terhadap bahaya banjir

Sebagaimana dalam analisis komponen kerentanan sebelumnya, 2 (dua) parameter, yaitu: 1) *Kesejahteraan Penduduk*, dan 2) *Infrastruktur Irigasi* juga merupakan komponen kerentanan AC terhadap bahaya banjir. Dengan demikian jenis dan tingkat ketelitian data spasialnya telah dikemukakan. Secara ringkas kedua komponen AC tersebut untuk bahaya banjir adalah:

- (1) **Kesejahteraan Penduduk (ks)** diasumsikan adaptif terhadap bahaya banjir. Ini berarti dengan adaptasi yang mungkin dilakukan oleh penduduk bermodalkan **ks** yang dimilikinya di suatu wilayah berpotensi dapat menurunkan bahaya banjir pada wilayah tersebut. Asumsi tersebut belum terbukti mengingat belum ada rujukan penelitian rinci tentang hal itu. Oleh karena itu penilaian kerentanan total mengemukakan juga model 2 yang tanpa melibatkan komponen kerentanan **ks**. Data **ks** yang digunakan sama dengan data **ks** dalam penilaian kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air;
- (2) **Infrastruktur Irigasi (inf)** adalah komponen kapasitas adaptasi (AC) atas bahaya banjir. Hal ini dilandasi pemikiran bahwa semakin baik infrastruktur irigasi, maka akan semakin baik penyaluran air yang terjadi sehingga dapat mengurangi peluang atau intensitas banjir. Demikian pula sebaliknya. Informasi **inf** yang digunakan sama sebagaimana untuk bahaya penurunan ketersediaan air.

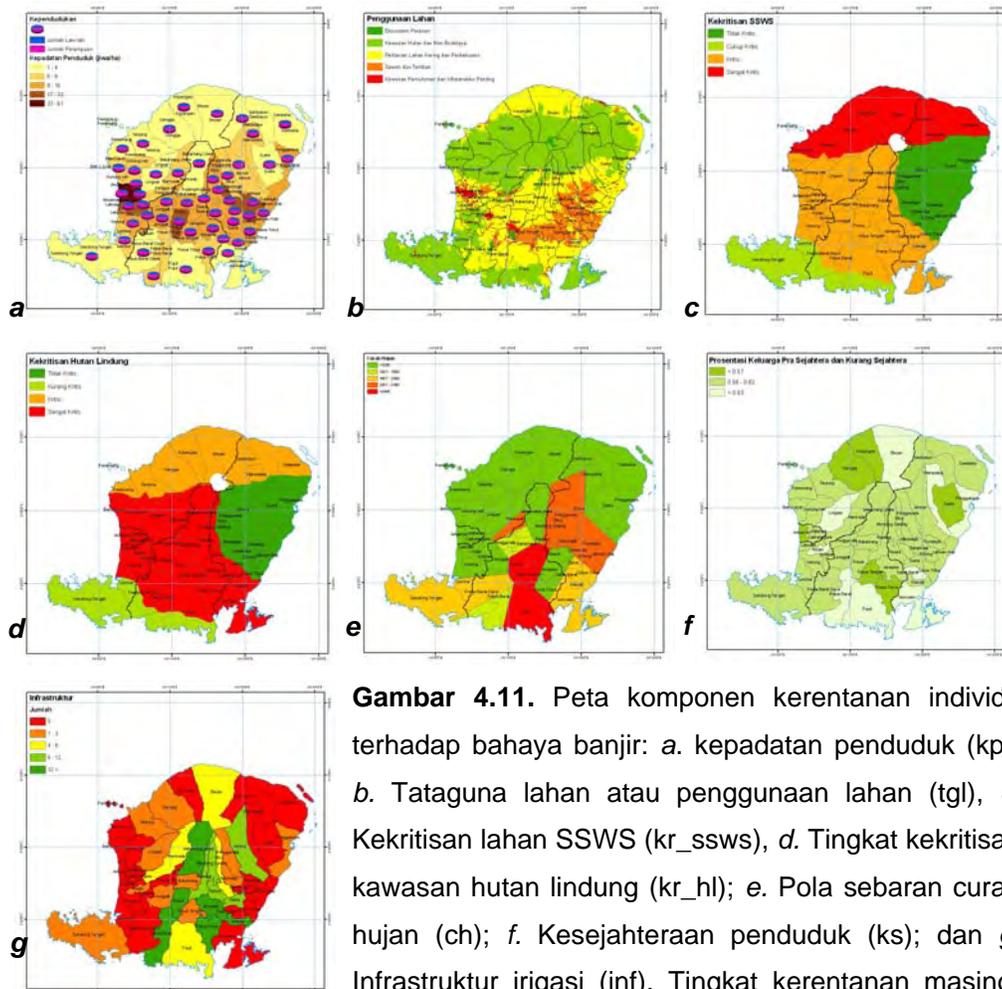
4.2.3.4. Pembobotan dan peta kerentanan bahaya banjir

Metode pembobotan sama dengan pembobotan pada kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air, yaitu dimulai dengan bobot per individu

Sektor Sumber Daya Air

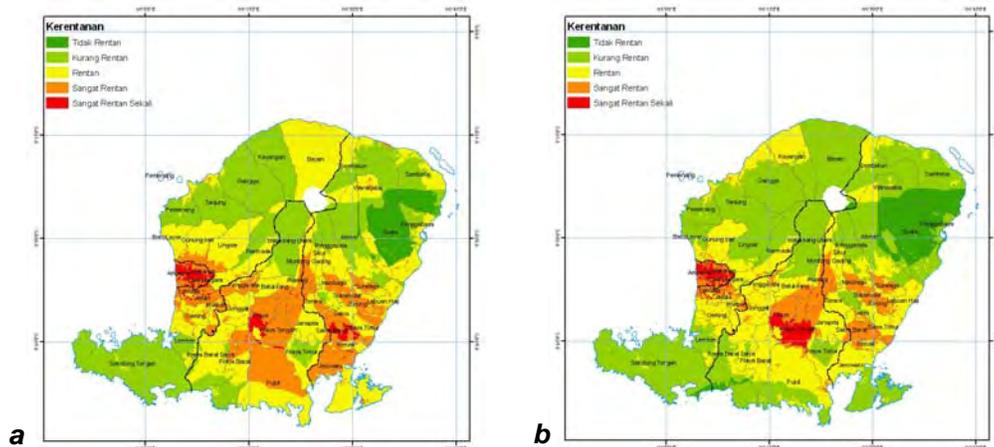
komponen kerentanan dan bobot kerentanan total berdasarkan metode *pair wise comparison* (Lampiran 4.2.2). Kerentanan total juga dianalisis dengan 2 model, yaitu model 1 yang melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk (**ks**), dan model 2 yang tidak melibatkan komponen kesejahteraan penduduk (**ks**).

Analisis pembobotan selengkapnya disajikan pada Lampiran 4.2.2. Peta-peta hasil pembobotan disajikan pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12.



Gambar 4.11. Peta komponen kerentanan individu terhadap bahaya banjir: a. kepadatan penduduk (kp), b. Tata guna lahan atau penggunaan lahan (tgl), c. Kekritisian lahan SSWS (kr_ssws), d. Tingkat kekritisian kawasan hutan lindung (kr_hl); e. Pola sebaran curah hujan (ch); f. Kesejahteraan penduduk (ks); dan g. Infrastruktur irigasi (inf). Tingkat kerentanan masing-masing dikelompokkan menjad 5 kelas, yaitu: *sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah*

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.12. Peta Kerentanan Banjir Pulau Lombok: a. model 1, melibatkan komponen kesejahteraan penduduk (ks); b. model 2, tanpa melibatkan komponen ks. Tingkat kerentanan dibagi 4 kelas, yaitu: *kurang rentan (rendah)*, *rentan (sedang)*, *sangat rentan (tinggi)*, *sangat rentan sekali (sangat tinggi)*.

4.2.3.5. Makna dan sebaran kerentanan terhadap bahaya banjir

Sebagaimana contoh sebelumnya, untuk kerentanan terhadap bahaya banjir mengacu kepada Gambar 4.12b dapat dikemukakan contoh makna berikut:

“Dari peta kerentanan banjir yang dihasilkan dapat diidentifikasi beberapa kota/kabupaten yang secara umum sangat rentan (kerentanan sangat tinggi) terhadap bahaya banjir akibat perubahan iklim pada periode 2030 hingga 2080, diantaranya Kota Mataram dan bagian tengah Kab. Lombok Tengah (Kec. Praya Tengah dan Praya Timur). Tingkat kerentanan sangat tinggi di Kota Mataram, mencakup 70% luas, disebabkan oleh faktor kepadatan penduduk tertinggi (rata-rata > 32 jiwa/km), tataguna lahan yang didominasi oleh kawasan pemukiman; lahan SSWS di hulunya yang kritis; tingkat kawasan lindung yang sudah sangat kritis, curah hujan lokal paling tinggi (rata-rata > 2400 mm/tahun); serta infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang relatif sangat kurang”.

Tingkat kerentanan terhadap bahaya banjir di Pulau Lombok berdasarkan peta pada Gambar 4.12 b. (model 2) adalah:

- 1) kerentanan sangat tinggi di Kota Mataram (70%), setempat sekitar Kota Mataram di Kab. Lombok Barat (Lobar, 2,5%), dan di tengah Kab. Lombok Tengah (Loteng, 10%); atau 20% SSWS Dodokan;
- 2) kerentanan tinggi, meliputi Kota Mataram (30%), sebagian Kab. Lobar (5%), sebagian Kab. Loteng (20%); dan bagian tengah Kab. Lombok Timur (Lotim, 15%); atau sekitar 30% SSWS Dodokan, 30% SSWS Menanga, dan 5% luas wilayah SSWS Putih;
- 3) kerentanan sedang, meliputi Kab. Lobar (40%), sebagian Kab. Loteng (40%), dan sebagian Kab. Lotim (25%); atau sekitar 40% luas wilayah SSWS Dodokan, 10% luas SSWS Jelateng; 40% luas SSWS Menanga, dan 20% luas SSWS Putih;
- 4) kerentanan rendah, meliputi Kab. Lobar (50%), Kab. Loteng (25%); dan Kab. Lotim (40%); atau sekitar 10% SSWS Dodokan, 85% SSWS Jelateng, 30% SSWS Menanga, dan 40% SSWS Putih;
- 5) kerentanan sangat rendah terdapat di Kab. Lobar (2,5%), Kab. Loteng (5%), dan Kab. Lotim (20%); atau 5% SSWS Jelateng, dan 25% SSWS Putih.

4.2.4 Kerentanan terhadap Bahaya Kekeringan

Sebagaimana Tabel 4.5, parameter E, S, dan AC terhadap bahaya kekeringan terdiri atas 8 (delapan) komponen, yaitu: *kepadatan penduduk, tataguna lahan, kebutuhan air, tingkat kekritisian kawasan hutan lindung, pola sebaran curah hujan, kemiringan lahan, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi*. Berdasarkan hal itu, maka dalam kajian ini *kerentanan terhadap bahaya kekeringan dapat dirumuskan sebagai fungsi bahaya penurunan total runoff (TRO) dan variasi kepadatan penduduk, tataguna lahan, kebutuhan air, tingkat kekritisian kawasan hutan lindung, pola sebaran curah hujan, kemiringan lahan, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi terhadap bahaya kekeringan tersebut*.

4.2.4.1. Eksposur terhadap bahaya kekeringan

Komponen keterpaparan atau eksposur (*exposure*, E) dari kerentanan terhadap bahaya kekeringan sebagaimana pada Tabel 4.19, terdiri atas 2 (dua) parameter, yaitu: 1) *Tataguna Lahan*, dan 2) *Kepadatan Penduduk*. Dalam hal ini, untuk kedua parameter tersebut digunakan data yang sama sebagaimana digunakan dalam kerentanan terhadap dua jenis bahaya sebelumnya. Kedua komponen E dari kerentanan terhadap bahaya kekeringan tersebut selanjutnya diuraikan sebagai berikut:

- (1) **Tataguna Lahan (tgl)** adalah terekspos terhadap bahaya kekeringan. Hal ini berarti variasi **tgl** berpengaruh terhadap karakter, besaran dan kecepatan kekeringan, sehingga variasi **tgl** akan menentukan variasi tingkat kerentanan dan risiko terhadap bahaya kekeringan. Variasi **tgl** yang dilibatkan sama dengan variasi **tgl** untuk bahaya sebelumnya;
- (2) **Kepadatan Penduduk (d)** juga terpapar atau terekspos atau akan berpengaruh terhadap bahaya kekeringan. Variasi **d** yang ada akan menentukan variasi tingkat kerentanan dan risiko terhadap bahaya tersebut. Satuan **d** parameter E komponen kerentanan ini sama dengan yang digunakan untuk dua jenis bahaya sebelumnya, yaitu jiwa/hektar.

4.2.4.2. Sensitivitas terhadap bahaya kekeringan

Terdapat 4 (empat) parameter untuk komponen kerentanan kepekaan atau sensitivitas (*sensitivity*, S) terhadap bahaya kekeringan. Keempat parameter tersebut adalah: 1) *Kebutuhan Air*, 2) *Pola Sebaran Curah Hujan*, 3) *Tingkat Kekritisian Kawasan Hutan Lindung*, dan 4) *Kemiringan Lahan*. Parameter yang baru disini adalah *kemiringan lahan* yang khusus digunakan hanya untuk kekeringan. Secara ringkas, uraian parameter S tersebut adalah:

- (1) **Kebutuhan Air (ka)** adalah komponen sensitivitas terhadap bahaya kekeringan. Artinya, bahaya kekeringan akan menyebabkan variasi pengaruh terhadap kebutuhan air bergantung variasi kebutuhan air yang

ada. Semakin tinggi kebutuhan air di suatu wilayah, maka akan semakin besar pengaruh kekeringan terhadap wilayah tersebut. Informasi **ka** yang dilibatkan disini sama dengan jenis **ka** untuk bahaya ketersediaan air;

- (2) **Pola Sebaran Curah Hujan (ch)** lokal disini sama dengan **ch** yang digunakan dalam sensitivitas untuk dua bahaya sebelumnya dengan pembobotan serupa dalam kerentanan penurunan ketersediaan air;
- (3) **Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung (kr_hl)** sensitif terhadap bahaya kekeringan. Artinya, variasi dari kondisi **kr_hl** akan menyebabkan variasi pengaruh bahaya kekeringan. Pada saat bahaya kekeringan terjadi, hutan lindung yang baik diasumsikan masih mampu menghasilkan mataair sebagai sumber air untuk sungai-sungai ataupun untuk penggunaan langsung. Hutan lindung dianggap mampu meredam intensitas kekeringan. Dengan demikian, semakin tinggi tingkat **kr_hl** di suatu wilayah, maka akan semakin besar kerentanan dan risiko terhadap bahaya kekeringan di wilayah tersebut. Dalam hal ini informasi tingkat kekritisan lahan SSWS (**kr_ssws**) tidak digunakan karena kondisi **kr_hl** relatif lebih memberikan respon positif terhadap bahaya kekeringan dibanding **kr_ssws**. Informasi **kr_hl** sama dengan informasi **kr_hl** yang digunakan dalam analisis sebelumnya;
- (4) **Kemiringan Lahan (kl)**, sensitif atau berpengaruh terhadap bahaya kekeringan. Semakin tinggi **kl**, maka semakin kecil ketersediaan air pada lahan tersebut sehingga mempertinggi bahaya kekeringan. Data **kl** berupa data spasial yang rinci, yaitu satuan luas dari kelas prosentasi kemiringan lahan dalam kaitannya terhadap bahaya kekeringan.

4.2.4.3. Kapasitas adaptasi terhadap bahaya kekeringan

Parameter komponen AC untuk bahaya kekeringan juga sama, yaitu: 1) *Kesejahteraan Penduduk*, dan 2) *Infrastruktur Irigasi*. Kedua parameter komponen adaptasi tersebut secara ringkas diuraikan sebagai berikut:

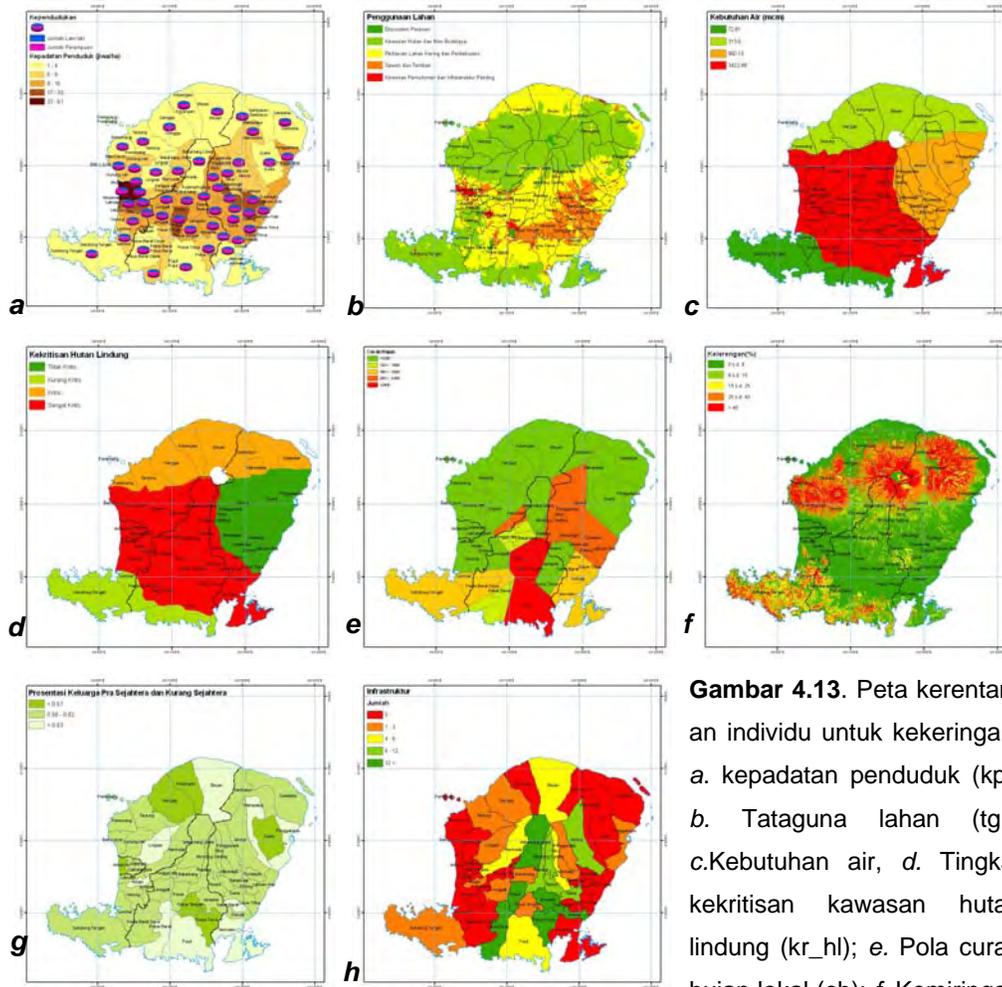
- (1) **Kesejahteraan Penduduk (ks)** diasumsikan adaptif terhadap bahaya kekeringan. Penjelasan lebih lanjut serupa dengan penjelasan ks untuk dua bahaya yang dibahas sebelumnya;
- (2) **Infrastruktur Irigasi (inf)**, adalah komponen kapasitas adaptasi (AC) atas bahaya kekeringan. Hal ini didasarkan pemikiran bahwa semakin baik **inf**, maka akan semakin baik pengaturan air, yaitu penampungan, penyaluran, dan pembuangan air; sehingga dapat mengurangi peluang dan intensitas kekeringan. Demikian juga sebaliknya. Informasi **inf** yang digunakan sama sebagaimana untuk kedua bahaya sebelumnya.

4.2.4.4. Pembobotan dan peta kerentanan kekeringan

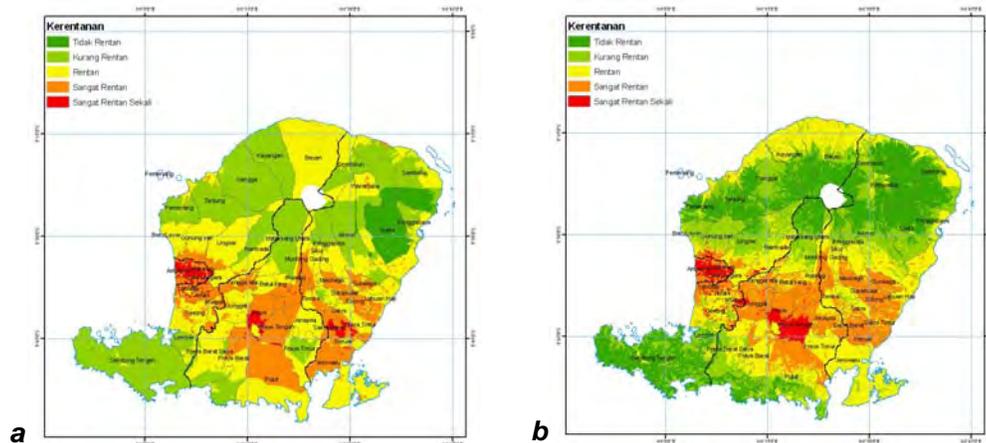
Metode pembobotan sama dengan pembobotan pada kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air dan bahaya banjir (Lampiran 4.2.3). Demikian juga penyajian kerentanan total menggunakan dua model. Model 1 melibatkan parameter *kepadatan penduduk (d)*, *tataguna lahan (tgl)*, *tingkat kekritisian lahan SSWS*, *tingkat kekritisian kawasan hutan lindung*, *pola sebaran curah hujan (ch)*, *kesejahteraan penduduk (ks)*, dan *infrastruktur irigasi (inf)*. Model 2 melibatkan komponen-komponen kerentanan sebagaimana model 1 tersebut minus komponen *kesejahteraan penduduk*.

Analisis pembobotan selengkapnya disajikan pada Lampiran 4.2.3. Peta-peta hasil pembobotan disajikan pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.13. Peta kerentanan individu untuk kekeringan: a. kepadatan penduduk (kp), b. Tata guna lahan (tgl), c. Kebutuhan air, d. Tingkat kekritisan kawasan hutan lindung (kr_hl); e. Pola curah hujan lokal (ch); f. Kemiringan lahan (kl); g. Kesejahteraan penduduk (ks); dan h. Infrastruktur irigasi (inf).



Gambar 4.14. Peta Kerentanan Kekeringan: a. model 1, melibatkan komponen ks; b. model 2, tanpa melibatkan komponen ks. Tingkat kerentanan dibagi 5 kelas, yaitu: *tidak rentan (sangat rendah)*, *kurang rentan (rendah)*, *rentan (sedang)*, *sangat rentan (tinggi)*, *sangat rentan sekali (sangat tinggi)*.

4.2.4.5. Makna dan sebaran kerentanan terhadap bahaya kekeringan

Sebagai contoh untuk kerentanan terhadap bahaya kekeringan dengan mengacu kepada Gambar 4.14b dapat dikemukakan makna peta berikut:

“Dari peta kerentanan kekeringan dapat diidentifikasi beberapa kota/kabupaten yang secara umum sangat rentan (kerentanan sangat tinggi) terhadap kekeringan akibat perubahan iklim pada periode 2030 hingga 2080, diantaranya Kota Mataram dan bagian tengah Kab. Lombok Tengah (Kec. Praya Tengah). Tingkat kerentanan sangat tinggi di Kota Mataram, mencakup 70% luas, disebabkan oleh faktor kepadatan penduduk tertinggi (rata-rata > 32 jiwa/km), tataguna lahan yang didominasi oleh kawasan pemukiman; kebutuhan air penduduk, industri, dan lainnya paling tinggi (masing-masing rata-rata 108,22 m³/thn, 647,02 m³/thn, dan 1050,68 m³/thn); tingkat kekritisn kawasan lindung yang sudah sangat kritis, dan infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang relatif sangat kuran; walaupun curah hujan lokal paling tinggi (rata-rata > 2400 mm/tahun)”.

Tingkat kerentanan terhadap kekeringan di Pulau Lombok berdasarkan peta pada Gambar 4.14 b. (model 2) adalah:

- 1) kerentanan sangat tinggi di Kota Mataram (70%), setempat sekitar Kota Mataram di Kab. Lobar (5%), dan di tengah Kab. Tengah (Loteng, 10%); atau 20% SSWS Dodokan;
- 2) kerentanan tinggi, meliputi Kota Mataram (30%), sebagian Kab. Lobar (10%), sebagian besar Kab. Loteng (30%); dan bagian tengah Kab. Lotim (25%); atau sekitar 35% SSWS Dodokan, 30% SSWS Menanga, dan 5% luas wilayah SSWS Putih;
- 3) kerentanan sedang, meliputi Kab. Lobar (40%), sebagian Kab. Loteng (30%), dan sebagian Kab. Lotim (40%); atau sekitar 40% luas wilayah SSWS Dodokan, 25% luas SSWS Jelateng; 25% luas SSWS Menanga, dan 25% luas SSWS Putih;
- 4) kerentanan rendah, meliputi Kab. Lobar (25%), Kab. Loteng (20%); dan Kab. Lotim (10%); atau sekitar 5% SSWS Dodokan, 30% SSWS Jelateng, 5% SSWS Menanga, dan 30% SSWS Putih;
- 5) kerentanan sangat rendah: Kab. Lobar (20%), Kab. Loteng (10%), dan Kab. Lotim (25%); atau 40% SSWS Jelateng, dan 40% SSWS Putih.

4.2.5 Kerentanan terhadap Bahaya Lainnya

Janis bahaya lainnya yang dikemukakan dalam kajian ini adalah: 1) **Intrusi air laut**, 2) **Tanah Longsor**, dan 3) **Pengangkutan Sedimen**, sebagaimana dipaparkan sebelumnya. Penilaian kuantitatif terhadap bahaya-bahaya tersebut belum dapat dilakukan dalam kajian ini karena keterbatasan data. Oleh karena itu, telaahan kerentanan terhadap bahaya lainnya tersebut dilakukan juga hanya secara kualitatif.

Langkah-langkah untuk analisis kualitatif kerentanan terhadap bahaya lainnya akibat perubahan iklim di Pulau Lombok disusun sebagai berikut:

- 1) Menganalisis fakta-fakta mengenai fenomena terkait intrusi air laut, tanah longsor, dan pengangkutan sedimen; serta keadaannya secara kualitatif pada saat ini (*present condition*);
- 2) Mengidentifikasi potensi kerentanan terhadap bahaya intrusi air laut, tanah longsor, dan pengangkutan sedimen. Yakni, mengenali sebanyak mungkin potensi kerentanan terhadap masing-masing bahaya lainnya tersebut berikut jenis komponen kerentannya (eksposur, sensitivitas, kapasitas adaptasi); ketersediaan data, dan potensi duplikasi penggunaan informasi terkait apabila informasi tersebut seluruhnya digunakan dalam analisis kerentanan;
- 3) Menentukan komponen kerentanan indikatif terpilih berikut perkiraan bobotnya berdasarkan masing-masing bahaya lainnya yang dikaji;

Berkaitan dengan prioritas dan signifikan jenis bahaya lainnya, pada analisis kualitatif ini hanya **dua jenis** bahaya lainnya yang akan dikaji, yaitu: **intrusi air laut** dan **tanah longsor**. Langkah pertama, analisis fakta dan kondisi saat ini tentang bahaya lainnya disajikan dalam Lampiran 4.2.4. Berdasarkan analisis kualitatif, Pulau Lombok memiliki kerentanan sedang terhadap bahaya tanah longsor, dan tingkat rendah terhadap bahaya intrusi air laut sebagai akibat perubahan iklim.

4.3. Risiko Perubahan Iklim Sektor Air

Penilaian risiko berkaitan dengan keadaan masa depan yang diproyeksikan dari kondisi saat ini (*baseline*). Sesuai dengan rumusan risiko sebagai perbesaran dari bahaya dan kerentanan, informasi risiko perubahan iklim sektor air diperoleh dari hasil penapisan masing-masing bahaya dan kerentanan terkait untuk setiap skenario dan periode perubahan iklim.

Berdasarkan jenis bahaya dan periode kejadian bahaya yang ditinjau dengan asumsi kerentanan tetap sebagaimana kondisi saat ini diperoleh gambaran tentang risiko untuk ketiga jenis bahaya yang telah teridentifikasi. Dengan demikian terdapat risiko penurunan ketersediaan air, risiko banjir, dan risiko kekeringan. Berkaitan dengan ketersediaan air, risiko juga dapat dilihat berdasarkan analisis neraca sumber daya air (*water budget analysis*). Selain itu, atas dasar analisis kualitatif, juga diperoleh informasi kualitatif tentang risiko lainnya, yaitu tanah longsor dan intrusi air laut.

Setiap risiko yang dapat diidentifikasi memiliki tingkat kepercayaan informasi tertentu yang bergantung pada tingkat kepercayaan informasi bahaya dan kerentanannya. Pengenalan risiko berguna untuk identifikasi strategi adaptasi yang diperlukan dalam menghadapi perubahan iklim sektor air.

4.3.1 Risiko Penurunan Ketersediaan Air

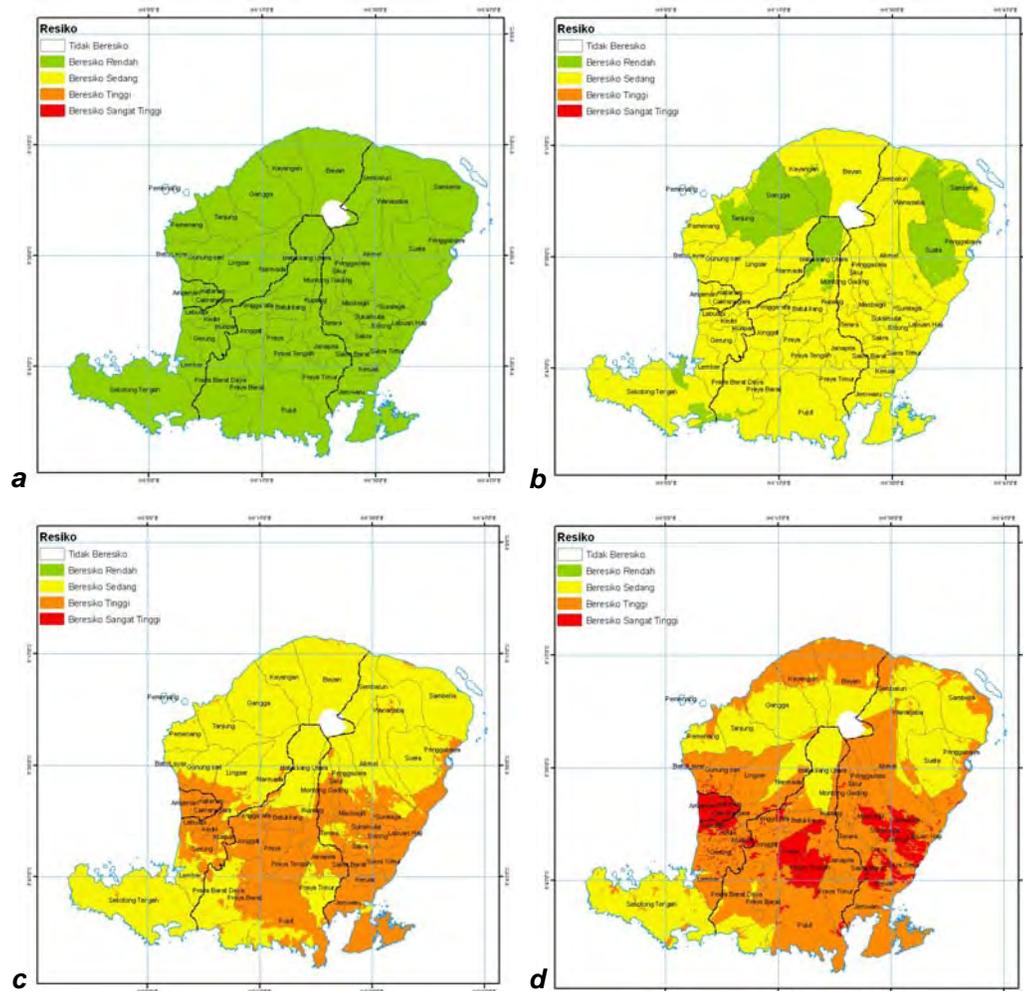
Risiko penurunan ketersediaan air adalah berpadunya bahaya penurunan ketersediaan air dan kerentanan yang berkaitan. Berdasarkan proyeksi, bahaya penurunan ketersediaan air muncul di setiap dekade pada masing-masing periode dengan intensitas yang berbeda-beda. Kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air telah diperoleh dari hasil analisis sebelumnya. Dengan demikian diperoleh variasi risiko penurunan ketersediaan air, baik dari segi waktu maupun ruang.

4.3.1.1 Pembobotan dan peta risiko penurunan ketersediaan air

Pembobotan untuk memperoleh peta risiko penurunan ketersediaan air merupakan kompilasi dari bobot bahaya dan kerentanan terkait (Lampiran 4.3.1). Dengan demikian bobot risiko akan bergantung kepada bobot bahaya dan kerentanannya masing-masing. Berdasarkan peta bahaya dan peta kerentanan, diperoleh 5 tingkatan risiko dengan setiap tingkat memiliki derajat atau bobot risikonya masing-masing. Gambar 4.15 adalah peta risiko

Sektor Sumber Daya Air

penurunan ketersediaan air untuk 4 (empat) tingkat bahaya (rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi) pada skenario SRA2 periode 2030 – 2080 model 2.



Gambar 4.15. Peta risiko penurunan ketersediaan air periode 2030-2080 skenario SRA2 model 2 (tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk): a. Rendah, b. Sedang, c. Tinggi, d. Sangat Tinggi. Keterangan dekade lihat Tabel 4.6.

Peta pada Gambar 4.15 adalah gambaran risiko untuk periode dengan tingkat bahaya rendah hingga sangat tinggi yang menurut proyeksi terjadi selama periode 2030-2080 (2010 - 2100, lihat sub bab 4.1.2) sebagaimana dijelaskan lebih lanjut pada Tabel 4.6. Untuk tingkat bahaya tersebut terdapat

5 (lima) jenis risiko, yaitu: tidak berisiko (risiko sangat rendah), rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi, menunjukkan sebaran kerentanannya.

Tabel 4.6. Dekade risiko penurunan ketersediaan air (Gambar 4.15)

No	Nomor Gambar	Tingkat Risiko berdasarkan bahaya	Dekade Proyeksi	Periode Proyeksi
1.	Gambar 4.14 a	Rendah	2021 – 2030	2030
2.	Gambar 4.14 b	Sedang	2031 – 2040	2030
			2001 – 2010	2030
3.	Gambar 4.14 c	Tinggi	2041 - 2050	2030
			2051 - 2060	2080
			2061 - 2070	2080
4.	Gambar 4.14 d	Sangat Tinggi	2011 - 2020	2030
			2071 - 2080	2080
			2080 - 2090	2080
			2091 - 2100	2080

4.3.1.2 Makna dan sebaran risiko penurunan ketersediaan air

Secara prinsip, makna atau bagaimana peta risiko dibaca adalah tidak jauh berbeda dengan makna peta kerentanan. Perbedaannya adalah bahwa untuk peta risiko disertakan pernyataan bahayanya dan periode proyeksinya. Dibawah ini contoh makna peta risiko, SRA2, model 2 (tanpa melibatkan kesejahteraan penduduk), yaitu Gambar 4.15 d (risiko sangat tinggi) untuk lokasi-lokasi yang secara spasial dalam peta tersebut memiliki tingkat risiko sangat tinggi (sangat tinggi dari yang sangat tinggi):

"Dari peta risiko yang dihasilkan ada beberapa kota/kabupaten yang berisiko sangat tinggi terhadap bahaya penurunan ketersediaan air disebabkan potensi bahaya berupa berkurangnya total runoff (TRO) > 208 mm/thn dibanding kondisi baseline pada periode 2030 (dekade 2011-2020) skenario SRA2, yaitu Kota Mataram, Kab. Lombok Tengah, Kab. Lombok Timur, dan

sedikit wilayah di Kab. Lombok Barat. Wilayah yang berisiko tertinggi diantaranya adalah Kota Mataram karena risiko sangat tinggi tersebut mencakup seluruh wilayah kecamatan. Risiko sangat tinggi tersebut juga disebabkan oleh kerentanan yang sangat tinggi, yaitu kepadatan penduduk rata-rata > 32 jiwa/kilometer, banyaknya kawasan pemukiman, kebutuhan air penduduk, industri dan lainnya paling tinggi (masing-masing rata-rata 108,22 m³/thn, 647,02 m³/thn, dan 1050,68 m³/thn); ditambah pasokan air yang tidak mencukupi karena kurang memadainya infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air; walaupun curah hujan lokal paling tinggi (rata-rata > 2400 mm/tahun)”.

Diantara risiko penurunan ketersediaan air adalah berkurangnya pasokan air bersih dan air baku untuk keperluan penduduk sehari-hari, pertanian, industri dan kebutuhan lainnya. Beberapa embung yang sangat bergantung kepada air hujan akan mengering. Demikian pula sungai, mata air dan air tanah tertekan dengan aliran air lokal yang sangat dipengaruhi hujan dan *runoff* akan mengalami penyusutan. Pasokan air bendungan juga akan berkurang.

Risiko lebih lanjut dihadapi sektor pertanian dan sektor lain yang sangat bergantung kepada kondisi air yang optimal. Tekanan pada air tanah dan sumber-sumber air lainnya seperti mataair dan air tanah akan semakin tinggi. Penurunan ketersediaan air gejala awal untuk kondisi air yang kritis.

Tingkat risiko penurunan ketersediaan air di Pulau Lombok dan sebaran lokasinya berdasarkan peta pada Gambar 4.15 d (model 2) adalah:

- 1) risiko sangat tinggi : seluruh wilayah Kota Mataram (100%), setempat di Kab. Lobar (5%), bagian tengah Kab. Loteng (10%), dan Kab. Lotim (15%); atau 20% SSWS Dodokan, dan 30% SSWS Menanga;
- 2) risiko tinggi, meliputi Kab. Lobar (50%) di tengah dan di utara, Kab. Loteng (60%); dan Kab. Lotim (60%); atau 75% SSWS Dodokan, 20% SSWS Jelateng, 60% SSWS Menanga, dan 40% SSWS Putih;

- 3) risiko sedang, meliputi utara dan selatan Kab. Lobar (45%) dan Kab. Loteng (30%); dan utara Kab. Lotim (25%); atau 5% SSWS Dodokan, 80% SSWS Jelateng; 10% SSWS Menanga, dan 60% SSWS Putih;
- 4) risiko rendah, tidak signifikan sehingga tidak tampak dalam peta;
- 5) risiko sangat rendah atau tidak berisiko terbatas hanya di sekitar puncak Gunung Rinjani.

4.3.1.3 Tingkat kepercayaan informasi risiko penurunan ketersediaan air

Tingkat kepercayaan informasi (TKI) atau *level of confidence* risiko ditentukan oleh TKI bahaya dan TKI kerentanan. TKI bahaya umumnya rendah, karena analisis bahaya menggunakan data iklim yang berasal hanya dari 1 (satu) stasiun pengamatan, yaitu Ampenan, Mataram.

TKI kerentanan dari sisi ruang bervariasi rendah hingga sedang. Adapun dari sisi waktu, TKI kerentanan bervariasi sesuai dekade dari tinggi (2001-2010), sedang (2011-2041), rendah (2041-2071) hingga sangat rendah (2071-2100) mengingat kondisi komponen kerentanan diasumsikan tetap hingga periode 2100. Secara umum TKI risiko penurunan ketersediaan air adalah sedang pada awal periode 2030 hingga sangat rendah pada periode 2080.

4.3.2 Risiko Banjir

Risiko banjir diperoleh melalui cara yang serupa dengan analisis risiko sebelumnya yaitu perlapisan bahaya banjir dan kerentanan terhadap bahaya banjir. Peta risiko banjir yang dihasilkan bervariasi baik dari segi waktu maupun ruang.

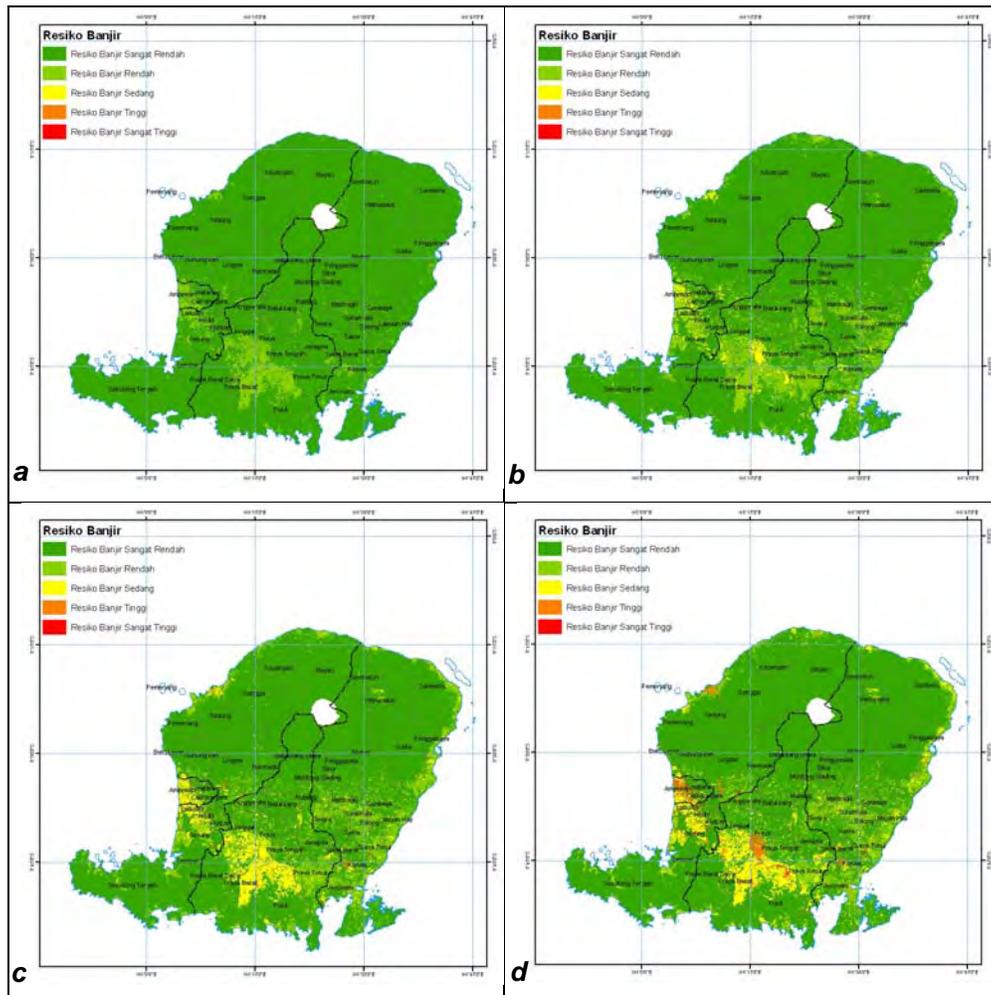
4.3.2.1 Pembobotan dan peta risiko banjir

Pembobotan untuk penyusunan peta risiko dilakukan dengan cara yang serupa dengan analisis risiko penurunan ketersediaan air. Gambar 4.16

Sektor Sumber Daya Air

adalah peta risiko banjir dengan empat tingkat bahaya (rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi, sub bab 4.1.3), SRA2, 2030–2080 model 2.

Penjelasan mengenai keterangan waktu untuk keempat peta risiko sebagaimana pada Gambar 4.16 adalah seperti penjelasan pada Tabel 4.7 dengan catatan bahaya banjir untuk skenario SRA2 hanya terjadi pada periode 2030 (2001-2050).



Gambar 4.16. Peta risiko banjir periode 2030-2080 skenario SRA2 model 2 (tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk): a. Rendah, b. Sedang, c. Tinggi, d. Sangat Tinggi. Keterangan dekade lihat Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Dekade risiko banjir (Gambar 4.16)

No	Nomor Gambar	Tingkat Risiko berdasarkan bahaya	Dekade Proyeksi	Periode Proyeksi
1.	Gambar 4.15 a	Rendah	2001 – 2010	2030
2.	Gambar 4.15 b	Sedang	2011 – 2020	2030
3.	Gambar 4.15 c	Tinggi	2021 - 2030	2030
4.	Gambar 4.15 d	Sangat Tinggi	2031 - 2040	2030

4.3.2.2 Makna dan sebaran risiko banjir

Dengan prinsip yang sama sebagaimana pada risiko sebelumnya, dibawah ini contoh makna atau pembacaan peta risiko skenario SRA2, model 2 (tanpa melibatkan kesejahteraan penduduk) sebagaimana pada aitu Gambar 4.16 d (risiko sangat tinggi) untuk lokasi-lokasi yang memiliki risiko sangat tinggi (sangat tinggi dari yang sangat tinggi):

"Dari peta risiko yang dihasilkan ada beberapa kota/kabupaten yang berisiko sangat tinggi terhadap banjir disebabkan potensi bahaya banjir berupa peningkatan direct runoff pada kondisi proyeksi ($DRO_{AN,P}$) sebesar 339,99 mm/tahun pada 2031-2040 (periode 2030) dimana kondisi $DRO_{AN,P,rata-rata}$ pada dekade tersebut adalah 135,34 mm tahun, diantaranya Kota Mataram dan bagian tengah Kab. Lombok Tengah (Kec. Praya Tengah dan Praya Timur). Tingkat risiko sangat tinggi di Kota Mataram, mencakup 10% luas wilayah, disebabkan oleh faktor kepadatan penduduk tertinggi (rata-rata > 32 jiwa/km), tataguna lahan yang didominasi oleh kawasan pemukiman; lahan SSWS di hulunya yang kritis; tingkat kawasan lindung yang sudah sangat kritis, curah hujan lokal paling tinggi (rata-rata > 2400 mm/tahun); serta infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang relatif sangat kurang"

Banjir bandang dapat menyebabkan kehilangan jiwa, harta benda serta mata pencaharian, meningkatkan biaya perbaikan atau pembangunan kembali infrastruktur yang rusak karena banjir, berkurangnya pasokan air bersih; gagal panen, dan penyakit seperti demam berdarah. Banjir juga dapat menambah kerusakan pada tubuh sungai dan infrastruktur pengairan lainnya

Banjir genangan yang merupakan prediksi dalam kajian ini dapat menimbulkan kerugian karena kerusakan infrastruktur, menurunnya kinerja penduduk, dan menurunnya kinerja kesehatan. Akibat genangan air dalam waktu cukup lama adalah berjangkitnya jenis penyakit yang berkaitan seperti demam berdarah dan penyakit lainnya seperti kolera. Kondisi ini akan diperparah sarana sanitasi yang minim atau kualitasnya buruk.

Tingkat risiko banjir dan sebaran lokasinya di Pulau Lombok berdasarkan peta pada Gambar 4.16 d (model 2) adalah:

- 1) risiko sangat tinggi Kota Mataram (10%), setempat sangat terbatas di tengah dan utara Kab. Lobar (2,5%), tengah Kab. Loteng (2,5%), Kab. Lotim (2,5%); atau 5% SSWS Dodokan, dan 2,5% SSWS Menanga;
- 2) risiko tinggi, meliputi 20% Kota Mataram, tersebar di bagian tengah Kab. Lobar (5%), Kab. Loteng (10%), dan Kab. Lotim (5%); atau 10% SSWS Dodokan, 2,5% SSWS Menanga, dan 10% SSWS Putih;
- 3) risiko sedang, meliputi Kab. Lobar (20%) tengah, Kab. Loteng (30%); dan Kab. Lotim (25%) terutama pesisir; atau 35% SSWS Dodokan, 20% SSWS Jelateng; 20% SSWS Menanga, dan 10% SSWS Putih;
- 4) risiko rendah dan sangat rendah (tidak berisiko) di sebagian besar wilayah Pulau Lombok, terutama di daerah dengan ketinggian besar.

4.3.2.3 Tingkat kepercayaan informasi risiko banjir

Berdasarkan prinsip analisis yang sama dengan analisis TKI pada risiko sebelumnya, TKI risiko banjir adalah sedang pada awal periode 2030 hingga rendah pada akhir periode 2030.

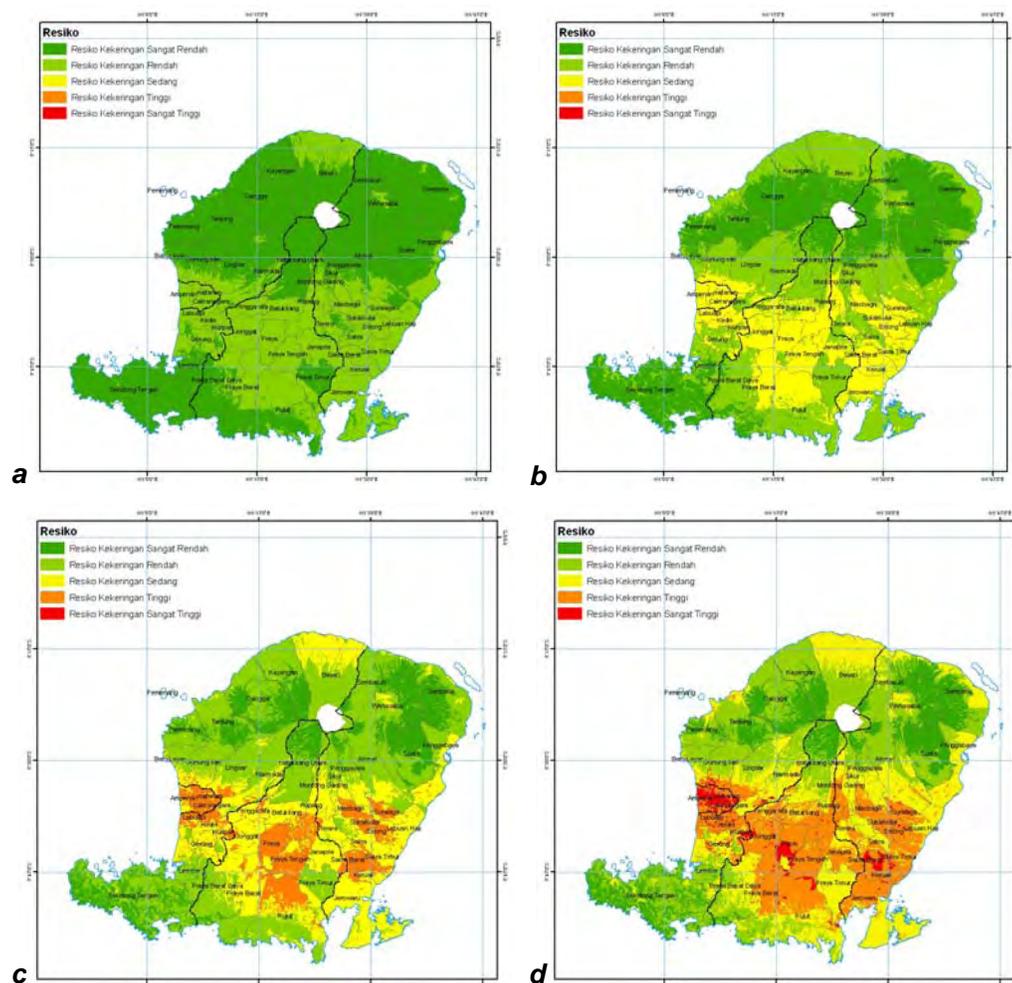
4.3.3 Risiko Kekeringan

Risiko kekeringan diperoleh melalui cara analog dengan analisis risiko dan kondisi bahaya yang dibahas sebelumnya (Lampiran 4.3.3). Peta risiko banjir yang dihasilkan bervariasi baik dari segi waktu maupun ruang.

4.3.3.1 Pembobotan dan peta risiko kekeringan

Gambar 4.17 adalah peta risiko banjir dengan empat tingkat bahaya, yaitu: rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi (lihat bahasan sub bab 4.1.4), skenario perubahan iklim SRA2, periode 2030–2080, model 2. Peta tersebut diperoleh dari kondisi masing-masing tingkatan bahaya ditapis (*overlayed*) dengan peta kerentanan kekeringan. Tingkat risiko dari masing-masing tingkat risiko kekeringan tersebut menunjukkan tingkatan risiko dari aspek sebaran dalam ruang.

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.17. Peta risiko kekeringan periode 2030-2080 skenario SRA2 model 2 (tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk): a. Rendah, b. Sedang, c. Tinggi, d. Sangat Tinggi. Keterangan dekade lihat Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Dekade risiko kekeringan (Gambar 4.17)

No	Nomor Gambar	Tingkat Risiko berdasarkan bahaya	Dekade Proyeksi	Periode Proyeksi
1.	Gambar 4.16 a	Rendah	2021 – 2030	2030
			2041 – 2050	2030
			2051 – 2060	2080
2.	Gambar 4.16 b	Sedang	2011 – 2020	2030
			2031 – 2040	2030

No	Nomor Gambar	Tingkat Risiko berdasarkan bahaya	Dekade Proyeksi	Periode Proyeksi
3.	Gambar 4.16 c	Tinggi	2001 – 2010	2030
			2061 – 2070	2080
			2071 – 2080	2080
4.	Gambar 4.16 d	Sangat Tinggi	2081 – 2090	2080
			2091 – 2100	2080

4.3.3.2 Makna dan sebaran risiko kekeringan

Contoh pemaknaan atau pembacaan peta risiko untuk peta risiko skenario SRA2, model 2 (Gambar 4.17 d) untuk lokasi-lokasi yang memiliki risiko sangat tinggi (sangat tinggi dari yang sangat tinggi) adalah:

"Dari peta risiko yang dihasilkan terdapat beberapa kota/kabupaten yang berisiko sangat tinggi terhadap kekeringan, antara lain Kota Mataram dan bagian tengah Kab. Lombok Tengah (Kec. Praya). Risiko yang sangat tinggi tersebut disebabkan potensi bahaya kekeringan berupa penurunan total runoff pada kondisi proyeksi ($TRO_{BN,P}$) sebesar 141,28 mm/tahun dan 159,91 mm/tahun masing-masing pada dekade 2081-2090 dan 2091-2100 (periode 2080) dimana $TRO_{BN,P,rata-rata}$ pada dekade tersebut berturut-turut adalah 121,68 mm tahun dan 102,34 mm/tahun dan kerentanan yang sangat tinggi. Untuk Kota Mataram, sebagai contoh, dengan luas wilayah yang berisiko kekeringan sangat tinggi sebesar 70% luas, kerentanan sangat tinggi disebabkan oleh faktor kepadatan penduduk tertinggi (rata-rata > 32 jiwa/km), tataguna lahan yang didominasi oleh kawasan pemukiman; kebutuhan air yang paling tinggi (penduduk, industri dan lainnya masing-masing rata-rata 108,22 m³/thn, 647,02 m³/thn, dan 1050,68 m³/thn); tingkat kekritisitas kawasan lindung yang sudah sangat kritis; dan infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang relatif sangat kurang; walau pun curah hujan lokal paling tinggi (rata-rata > 2400 mm/tahun)".

Risiko atau dampak kekeringan adalah risiko atau dampak lebih parah dari risiko penurunan ketersediaan air, baik intensitas maupun luasannya. Pasokan air untuk sumber-sumber air seperti embung, sungai-sungai, mataair, air tanah tak tertekan akan semakin merosot menyebabkan kondisi keseimbangan air kritis bahkan defisit. Air bersih untuk keperluan sehari-hari penduduk akan semakin berkurang, demikian pula air baku untuk pertanian, industri, dan kebutuhan lainnya.

Di Pulau Lombok khususnya, risiko kekeringan yang paling nyata akan dijumpai pada kondisi embung dan sunga-sungai, mata air, dan air tanah tak tertekan (dangkal). Sejumlah embung atau bahkan seluruhnya akan kekurangan air bahkan kering. Mata air akan berkurang baik jumlah maupun debitnya. Demikian pula sungai-sungai akan mengering.

Risiko lebih lanjut dari kekeringan akan dialami oleh sektor pertanian. Pada periode kering harus diwaspadai gagal tanam dan gagal panen akibat, khususnya sawah dan hortikultura akibat pergeseran musim atau berkurangnya pasokan air. Produksi pertanian akan sangat terancam.

Tingkat risiko kekeringan dan sebaran lokasinya di Pulau Lombok berdasarkan peta pada Gambar 4.17 d (model 2) adalah:

- 1) risiko sangat tinggi Kota Mataram (70%), setempat sangat terbatas di tengah Kab. Lobar (<2,5%), tengah Kab. Loteng (5%), Kab. Lotim (5%); atau meliputi kurang dari 10% wilayah SSWS Dodokan, dan 10% wilayah SSWS Menanga;
- 2) risiko tinggi: 30% Kota Mataram, bagian tengah Kab. Lobar (7.5%), Kab. Loteng (35%), dan Kab. Lotim (20%); atau 50% SSWS Dodokan, 10% SSWS Jelateng, 50% SSWS Menanga, dan 5 % SSWS Putih;
- 3) risiko sedang, meliputi Kab. Lobar (40%) tengah, Kab. Loteng (30%); dan Kab. Lotim (25%); atau > 20% SSWS Dodokan, 20% SSWS Jelateng; 20% SSWS Menanga, dan 25% SSWS Putih;

- 4) risiko rendah meliputi Kab. Lobar (40%) tengah, Kab. Loteng (20%); dan Kab. Lotim (20%); atau > 20% SSWS Dodokan, 40% SSWS Jelateng; 15% SSWS Menanga, dan >40% SSWS Putih;
- 5) risiko sangat rendah (tidak berisiko): Kab. Lobar (10%), Kab. Loteng (10%); dan Kab. Lotim (30%); atau sekitar 30% SSWS Jelateng; SSWS Menanga (5%), dan 30% SSWS Putih.

4.3.3.3 *Tingkat kepercayaan informasi risiko kekeringan*

Tingkat kepercayaan informasi (TKI) risiko kekeringan dianalisis dengan prinsip yang sama seperti pada analisis risiko sebelumnya. Berdasarkan analisis tersebut, TKI risiko kekeringan adalah sedang di awal periode 2030 (2001-2030), rendah pada akhir periode 2030-awal periode 2080 (2031-2050; 2051-2070), hingga sangat rendah di akhir periode 2080 (2071-2100).

4.3.4 Risiko Ketersediaan Air pendekatan *Water Budget*

Neraca sumber daya air (NSDA) *atau water budget* adalah perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air yang menyatakan 3 kondisi, yaitu: defisit, krisis, atau berlebih (surplus). *Water budget* (NSDA) adalah sebuah risiko berkenaan dengan ketersediaan air karena dalam analisis NSDA sudah dilibatkan aspek bahaya ketersediaan air, kerentanan terkait berupa ketersediaan air dan kebutuhan air.

4.3.4.1 *Kebutuhan air*

Kebutuhan air (*water demand*) seharusnya dihitung berdasarkan jenis dan jumlah jenis komponen atau aktivitas yang membutuhkan air serta indeks kebutuhan jenisnya. Indeks kebutuhan jenis adalah jumlah volume air yang dibutuhkan per satuan waktu per jenis aktivitas yang membutuhkan air. Namun, karena keterbatasan data, penghitungan kebutuhan air dalam kajian ini dibagi atas dasar kebutuhan air per SSWS. Dalam data tersebut,

kebutuhan air terdiri atas 4 (empat) jenis, yaitu: penduduk (*domestic*), pertanian (*agriculture*), industri (*industry*), dan kebutuhan lainnya (*others*). Tabel 4.9 dan Gambar 4.17 adalah informasi kebutuhan air kondisi *baseline* (1961-2007) yang dianggap sebagai kondisi *baseline*.

Tabel 4.9

Jenis dan Jumlah Kebutuhan Air, 2007 (*baseline*) dalam 10^6 m^3 /tahun

No	SSWS	Penduduk	Pertanian	Industri	Lainnya	Total
1.	Dodokan	108.22	1,616.97	647.02	1,050.68	3,422.89
2.	Jelateng	7.22	50.86	0	14.73	72.81
3.	Menanga	34.92	459.93	208.34	256.96	960.15
4.	Putih	18.39	184.9	13.62	96.69	313.60

Kebutuhan air untuk kondisi proyeksi ditentukan berdasarkan indeks peningkatan kebutuhan air dari Agenda 21 Indonesia (KLH, 1997) dengan asumsi tertentu. Berdasarkan Agenda 21 tersebut, peningkatan kebutuhan air pada kurun waktu 15 tahun untuk penduduk, pertanian, industri, dan lainnya berturut-turut 7%, 4%, 10%, dan 5%. Asumsi yang digunakan adalah bahwa peningkatan kebutuhan hingga periode 2080 berlangsung secara linier. Perhitungan kebutuhan air untuk kondisi proyeksi dihitung secara tunggal (bukan rata-rata) pada pertengahan tahun proyeksi, hasilnya disajikan pada Tabel 4.10 dan 4.11 serta Gambar 4.18.

Tabel 4.10

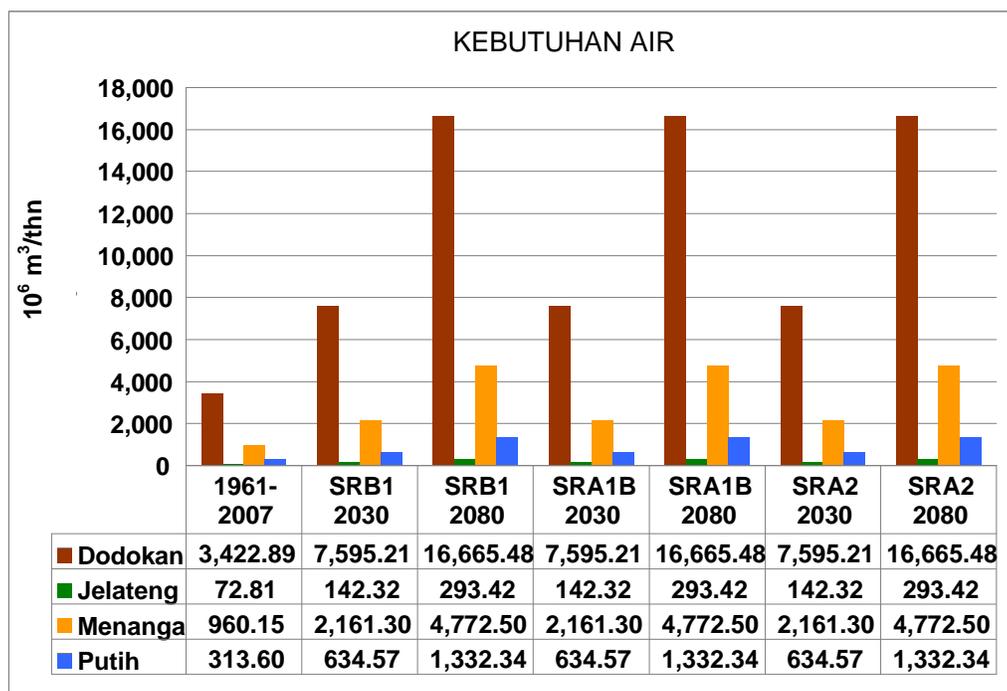
Jenis dan Jumlah Proyeksi Kebutuhan Air, Periode 2030 dalam 10^6 m^3 /tahun

No	SSWS	Penduduk	Pertanian	Industri	Lainnya	Total
1.	Dodokan	282.45	2,918.63	2,135.17	2,258.96	7,595.21
2.	Jelateng	18.84	91.80	0.00	31.67	142.32
3.	Menanga	91.14	830.17	687.52	552.46	2,161.30
4.	Putih	48.00	333.74	44.95	207.88	634.57

Tabel 4.11

Jenis dan Jumlah Proyeksi Kebutuhan Air, Periode 2080 dalam $10^6 \text{ m}^3/\text{tahun}$

No	SSWS	Penduduk	Pertanian	Industri	Lainnya	Total
1.	Dodokan	661.22	5,748.33	5,370.27	4,885.66	16,665.48
2.	Jelateng	44.11	180.81	0.00	68.49	293.42
3.	Menanga	213.36	1,635.05	1,729.22	1,194.86	4,772.50
4.	Putih	112.36	657.32	113.05	449.61	1,332.34



Gambar 4.18. Grafik kebutuhan air di Pulau Lombok per SSWS kondisi *baseline* (1961-2007) hingga proyeksi 2030 dan 2080. Kebutuhan air merupakan jumlah dari kebutuhan untuk penduduk, pertanian, industri, dan lainnya dengan masing-masing peningkatan berturut-turut 7%, 4%, 10%, dan 5% per 15 tahun; diasumsikan sama hingga tahun 2080.

4.3.4.2 Ketersediaan air

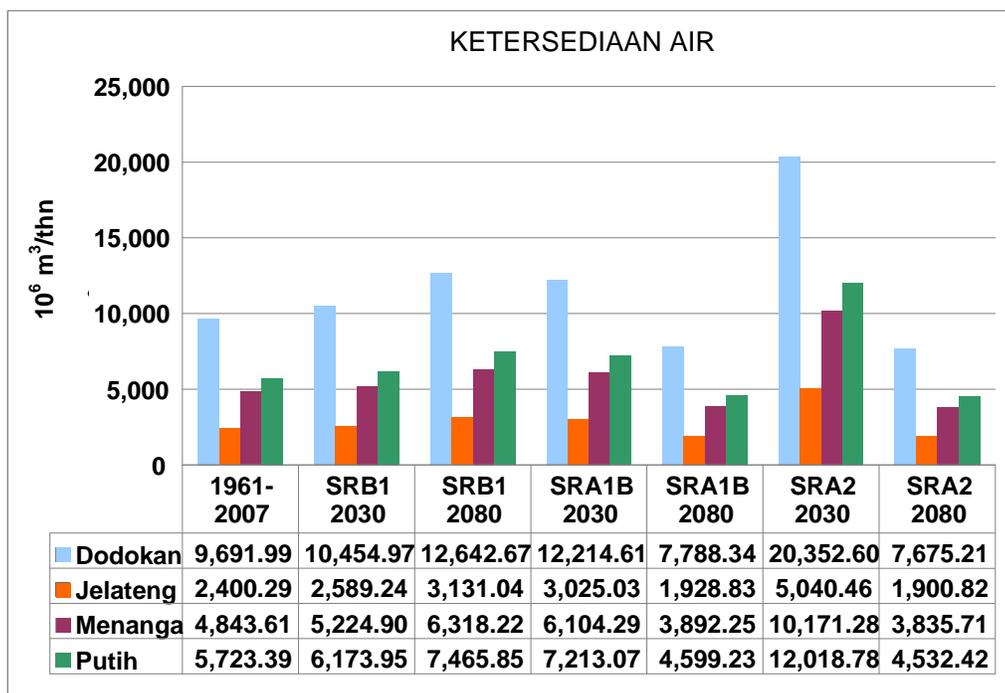
Ketersediaan air dihitung dengan analisis *water balance* metode F. J. Mock berdasarkan data curah hujan, temperatur, evapotranspirasi yang melibatkan data tataguna lahan, nilai porositas yang diinterpretasikan dari jenis batuan, dan luasan wilayah dengan satuan SSWS. Hasil perhitungan ketersediaan

air SRA2 disajikan pada Tabel 4.12 dan Gambar 4.19 untuk semua skenario. Kebutuhan air pada Tabel 4.12 merupakan kondisi optimal.

Tabel 4.12

Ketersediaan air kondisi *baseline* vs proyeksi 2030 dan 2080 skenario SRA2

No	SSWS	Ketersediaan Air ($10^6\text{m}^3/\text{tahun}$)		
		1961-2007	SRA2 2030	SRA2 2080
1.	Dodokan	9,691.99	20,352.60	7,675.21
2.	Jelateng	2,400.29	5,040.46	1,900.82
3.	Menanga	4,843.61	10,171.28	3,835.71
4.	Putih	5,723.39	12,018.78	4,532.42



Gambar 4.19. Grafik ketersediaan air (jumlah air permukaan optimal plus air tanah) Pulau Lombok per SSWS *baseline* (1961-2007) hingga proyeksi 2030 dan 2080. Asumsi tataguna lahan pada kondisi proyeksi sama dengan kondisi *baseline*

4.3.4.3 Neraca sumber daya air (water budget)

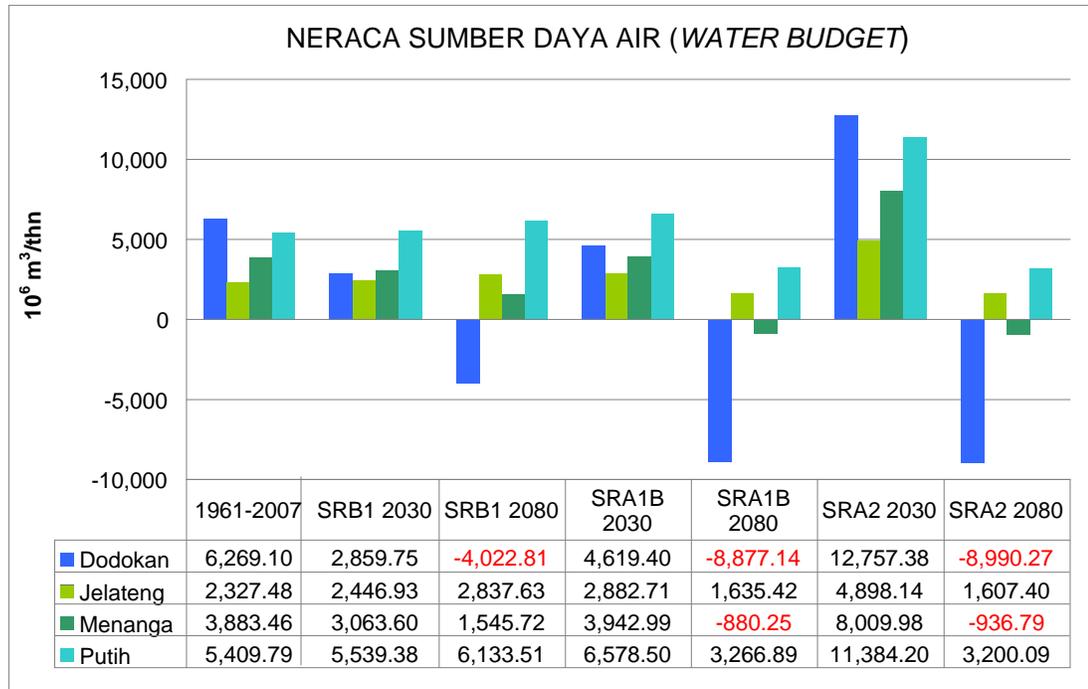
Pada Tabel 4.13 dan Gambar 4.20 disajikan neraca sumber daya air Pulau Lombok periode 2030 dan 2080, skenario SRA2. Berdasarkan neraca tersebut dapat diketahui keseimbangan air untuk setiap SSWS per periode.

Tabel 4.13.

Neraca sumber daya air (water budget) periode 2030 dan 2080, SRA2

No	SSWS	SRA2 2030, 10 ⁶ m ³ /tahun			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	20,352.60	7,595.21	12,757.38	Surplus
2.	Jelateng	5,040.46	142.32	4,898.14	Surplus
3.	Menanga	10,171.28	2,161.30	8,009.98	Surplus
4.	Putih	12,018.78	634.57	11,384.20	Surplus
No	SSWS	SRA2 2080, 10 ⁶ m ³ /tahun			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	7,675.21	16,665.48	-8,990.27	Defisit
2.	Jelateng	1,900.82	293.42	1,607.40	Surplus
3.	Menanga	3,835.71	4,772.50	-936.79	Defisit
4.	Putih	4,532.42	1,332.34	3,200.09	Surplus

Berdasarkan Tabel 4.13, kondisi keseimbangan air pada periode 2030 masih relatif aman, sedangkan keseimbangan air pada periode 2080, yaitu pada dekade 2070-2080 defisit pada SWSS Dodokan sebesar 8.990,27 x 10⁶ m³/tahun dan pada SSWS Menanga sebesar 936,79 x 10⁶ m³/tahun. Tabel 4.13 juga memberikan informasi bahwa kecenderungan keseimbangan air di seluruh SSWS menurun dari periode 2030 ke periode 2008. Hal ini sesuai dengan kondisi proyeksi iklim yang secara umum cenderung semakin kering atau curah hujan secara umum menurun dari 2030 ke 2080.



Gambar 4.20. Grafik ketersediaan air (jumlah air permukaan optimal plus air tanah) Pulau Lombok per SSWS baseline (1961-2007) hingga proyeksi 2030 dan 2080. Asumsi tataguna lahan pada kondisi proyeksi sama dengan kondisi baseline

4.3.4.4 Risiko neraca sumber daya air

Kesetimbangan air atau neraca sumber daya air (NSDA) akan menyebabkan serangkaian risiko atau dampak lebih lanjut terhadap sektor air. Diantaranya, gangguan pada pasokan beberapa sumber air dalam jangka waktu pendek terutama sumber-sumber air yang berhubungan langsung dengan curah hujan seperti embung, air sungai, mataair lokal, dan air tanah akifer bebas. Dampak lanjutannya dapat berupa penurunan pasokan air bersih keperluan penduduk sehari-hari; air baku untuk pertanian, industri, dan lainnya. NSDA yang defisit berkitab risiko penurunan ketersediaan air yang lebih parah. NSDA yang defisit dapat menimbulkan dampak sosial akibat kekurangan air yang tinggi, seperti rebutan sumber-sumber air; menurunnya kinerja penduduk, pertanian, dan industri; ekonomi, dan kesehatan penduduk.

SSWS Dodokan potensial mengalami defisit air, disusul oleh SSWS Menanga. Meskipun kondisi defisit air tersebut berdasarkan kajian ini terjadi pada periode 2080, namun indikasi awal kejadiannya dapat dimulai pada periode 2030. Bahkan, hasil perhitungan dinas terkait di Provinsi NTB menunjukkan defisit air di SSWS Dodokan sudah terjadi sejak kondisi ini. Perbedaan hasil perhitungan tersebut dimungkinkan oleh karena perbedaan data yang digunakan. Berdasarkan peta risiko (Gambar 4.15 dan 4.16), lokasi-lokasi yang potensial mengalami defisit air tersebut adalah: Kota Mataram dan beberapa wilayah di Kabupaten Lombok Tengah (Kecamatan Praya), Kabupaten Lombok Barat (Kecamatan Kuripan), dan Kabupaten Lombok Timur (Kecamatan Sukra Barat dan Kecamatan Keruak). Ketepatan prediksi lokasi defisit air ini masih memerlukan kajian lebih lanjut.

4.3.4.5 Tingkat keterpercayaan informasi risiko neraca sumber daya air

Tingkat kepercayaan informasi (TKI) neraca sumber daya air (NSDA) atau keseimbangan air ditentukan oleh TKI kebutuhan air dan ketersediaan air. TKI kebutuhan air adalah rendah dan TKI ketersediaan air adalah sedang. Berdasarkan periode proyeksi, yaitu periode 2080, TKI adalah sangat rendah. Dengan demikian, secara keseluruhan TKI NSDA adalah rendah.

4.3.5 Risiko Lainnya

Risiko lainnya berdasarkan bahaya dan kerentanan lainnya adalah risiko intrusi air laut dan risiko tanah longsor. Secara kualitatif dapat dikemukakan bahwa risiko intrusi air laut rendah berdasarkan kondisi muka air tanah dan tingkat pengambilan air tanah pada kawasan pantai saat ini. Gejala awal intrusi air laut mungkin terjadi di kawasan pantai Senggigi, Kota Mataram apabila tingkat pengambilan air tanah di kawasan tersebut tidak terkendali.

Risiko longsor berdasarkan kajian kualitatif adalah rendah hingga sedang untuk kawasan tertentu yang saat ini sudah mengalami kejadian longsor

Sektor Sumber Daya Air

(Lampiran 4.3.5). Risiko longsor bergantung kepada kepadatan penduduk dan tataguna lahan, serta kondisi resapan air pada kawasan potensial longsor. Risiko longsor dapat meningkat pada periode curah hujan diatas normal dan kondisi tataguna lahan kawasan longsor yang kritis.

Tingkat kepercayaan informasi risiko bahaya intrusi air laut dan risiko tanah longsor adalah sangat rendah hingga rendah.

BAB 5. IDENTIFIKASI STRATEGI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM SEKTOR AIR

5.1 Pengantar Umum Strategi Adaptasi

5.1.1. Konteks Adaptasi dan Pilihan-pilihan Langkah Adaptasi

Terdapat banyak pilihan-pilihan untuk strategi adaptasi. Mungkin tidak semua pilihan-pilihan tersebut tersedia potensinya atau tidak cocok untuk dilaksanakan di suatu wilayah. Namun, sebelum mengemukakan pilihan-pilihan adaptasi, perlu dipahami terlebih dahulu konteks adaptasi perubahan iklim sektor air yang akan dilakukan.

5.1.1.1. *Konteks adaptasi*

Adaptasi secara umum adalah segala upaya yang dapat menjamin terkelolanya sumber daya air dengan baik berdasarkan pengalaman masa lalu, maupun proyeksi ke depan. Pertimbangan implementasinya adalah: bahaya, kerentanan, dan dampak akibat perubahan iklim, waktu dan lokasi yang tepat. Untuk itu, sebaiknya asumsi-asumsi berkaitan dengan identifikasi bahaya dan kerentanan sektor air harus dinilai kembali keabsahannya.

Tujuan adaptasi secara keseluruhan adalah memperoleh kinerja yang tepat dari pengelolaan sumber daya air berhadapan dengan isu perubahan iklim. Untuk itu, terdapat dua jenis adaptasi, yaitu: 1) adaptasi mandiri (*autonomous*), dan 2) adaptasi yang direncanakan (*planned adaptation* atau *policy driven adaptation*). Adaptasi mandiri sebenarnya dapat berlangsung tanpa dikaitkan dengan perubahan iklim, yaitu sepanjang ada usaha-usaha mengubah keadaan dan kebiasaan pengelolaan air menjadi lebih baik, seperti menghindari krisis air, kekeringan, dan banjir. Namun, upaya-upaya

tersebut umumnya sering bersifat responsif dan tanpa didasarkan atas hasil kajian tentang proyeksi keadaan dan perilaku air.

Adaptasi yang direncanakan harus memperhitungkan perubahan iklim secara cermat. Dalam hal ini perlu disadari oleh para pengambil keputusan atau perencana pengelolaan air bahwa: (1) tidak mungkin kita dapat memecahkan semua faktor ketidak-menentuan dari isu perubahan iklim; (2) akan lebih baik jika keputusan diambil berdasarkan kepada lebih dari satu atau beberapa skenario mode iklim; dan (3) menggunakan penilaian berbagai kemungkinan perubahan hidrologi di masa depan akan memberikan pilihan-pilihan evaluasi respon dan resiko yang lebih baik.

Pengelolaan air yang terintegrasi (PAT) adalah upaya yang sangat sulit, namun perlu dilakukan. Dalam kaitan respon terhadap perubahan iklim, PAT menjadi salah satu alat untuk mengukur keberhasilan adaptasi. Beberapa indikator keberhasilan PAT adalah apabila strateginya sudah melibatkan: (1) aspirasi masyarakat luas; (2) proses penajaman perencanaan; (3) pengelolaan lahan dan air yang saling terkoordinasi; (4) keterkaitan antara kuantitas dan kualitas air; (5) penggunaan saling mendukung antara air permukaan dan air tanah; (6) perlindungan dan pemulihan secara sistem alami; dan (7) pertimbangan perubahan iklim.

Kesemua strategi tersebut sebenarnya ditujukan guna menghilangkan keterputusan arus informasi pengelolaan air. Pendekatan yang sepenuhnya terintegrasi mungkin tidak selalu diperlukan karena berbagai keterbatasan yang dihadapi. Untuk itu, ukuran pendekatan PAT yang memadai adalah bergantung kepada seberapa jauh upaya-upaya tersebut dapat memfasilitasi terjadinya peran aktif masyarakat dalam memberikan respon terhadap kebutuhan tertentu mereka berkenaan dengan air. Ukuran lainnya adalah pendekatan yang dapat membantu para pengguna air memecahkan konflik yang muncul diantara mereka akibat persaingan penggunaan air.

Dalam upaya menemukan pendekatan yang memadai, perlu dicoba suatu proses perencanaan bersama, yaitu keputusan pengelolaan air pada suatu kawasan tertentu, misal Daerah Aliran Sungai (DAS). Keputusan tersebut diperoleh berdasarkan kesepakatan bersama antara otoritas pembuat kebijakan dengan berbagai kelompok pemangku kepentingan (*stakeholders*) terhadap air di DAS tersebut. Indikator keberhasilan kegiatan tersebut antara: (1) terjadi negosiasi antara anggota kelompok *stakeholders* guna mencapai kepuasan bersama dalam pemecahan masalah air dengan mempertimbangkan banyak faktor; (2) terjadi dialog-dialog tentang air dan kaitannya dengan iklim; (3) munculnya kesadaran untuk adaptasi perubahan iklim sektor air; (4) memberikan peluang terjadinya perluasan wilayah dan jumlah anggota; dan (5) memberikan potensi mekanisme yang penting bagi pengembangan berbagai strategi adaptasi diantara *stakeholders*.

5.1.1.2. Pilihan-pilihan langkah adaptasi

Secara prinsip, berkaitan dengan bahaya penurunan ketersediaan dan kekeringan, ada dua pilihan adaptasi yang dapat diaplikasikan sebagaimana dilaporkan dalam *Fourth Assessment Report* dari Kelompok Kerja II, IPCC (IPCC, 2008), yaitu: 1) adaptasi dari sisi pasokan (*supply side*), dan 2) adaptasi dari sisi kebutuhan atau permintaan (*demand side*). Masing-masing adaptasi tersebut terdiri dari beberapa jenis kegiatan. Tabel 5.1 menyajikan pilihan-pilihan adaptasi dari IPCC, 2008 tersebut berikut prospeknya untuk diaplikasikan di Pulau Lombok. Prospek aplikasi untuk Pulau Lombok merupakan hasil pembelajaran dari kajian ini

Tabel 5.1. Beberapa pilihan adaptasi untuk pasokan dan kebutuhan air

SISI PASOKAN (<i>supply side</i>)	PROSPEK P. LOMBOK
1. Pencarian dan pengambilan air tanah	XXX
2. Peningkatan kapasitas penyimpanan air dengan membuat embung, waduk, atau bendungan	XXXX

SISI PASOKAN (<i>supply side</i>)	PROSPEK P. LOMBOK
3. Desalinisasi air laut	X
4. Perluasan penampungan air hujan	XXXX
5. Pemandahan vegetasi yang invasife (banyak menyerap air) dari daerah tepian sungai atau danau	XX
6. Transfer air	XX
7. Peningkatan efisiensi penggunaan air dengan daur ulang air	XXXX
8. Pengurangan kebutuhan air untuk irigasi dengan mengubah kalender tanam, campuran tanaman, metode irigasi dan luas lahan yang ditanami	XXXX
9. Pengurangan kebutuhan air untuk irigasi dengan mengimpor produk pertanian missal: <i>virtual water</i> (konsep air maya)	X
10. Mendorong praktek kearifan lokal untuk penggunaan air yang berkelanjutan	XXXX
11. Perluasan penggunaan pasar air untuk relokasi air ke penggunaan yang bernilai tinggi	X
12. Perluasan penggunaan insentif ekonomi termasuk penerapan meter dan harga air untuk mendorong konservasi	XX*)

Source: IPCC, 2008 dengan modifikasi.

Keterangan: Derajat kemungkinan atau prospek pelaksanaan di Pulau Lombok: XXXX : *paling prospek dan sangat direkomendasikan*; XXX : *prospek tinggi dan direkomendasikan*; XX : *cukup prospek, namun belum direkomendasikan*; X : *prospek rendah, tidak direkomendasikan*; *) : *untuk kawasan terbatas di perkotaan*

Untuk adaptasi terhadap banjir, beberapa pilihan pada Tabel 3.5 dapat pula digunakan, sehingga satu upaya langkah adaptasi dapat berfungsi ganda. Sebagai contoh: perluasan penampungan air. Selain itu, terdapat pilihan-pilihan lain untuk adaptasi banjir, baik aspek hulu seperti pengelolaan daerah tangkapan air atau daerah resapan air, maupun aspek hilir seperti perbaikan infrastruktur irigasi. Beberapa pilihan adaptasi terhadap risiko banjir adalah: (1) peningkatan kapasitas penyimpanan air dengan membuat embung, waduk, atau bendungan; (2) perluasan penampungan air hujan; (3) reboisasi atau rehabilitasi daerah resapan air, hutan atau lahan kritis; (4)

peningkatan kawasan hutan lindung; dan (5) rehabilitasi atau pembangunan infrastruktur irigasi.

5.1.2. Keterbatasan Adaptasi dan Kapasitas Adaptasi

Menurut IPCC, terdapat empat jenis batasan dalam adaptasi, baik adaptasi untuk mengubah karakter hidrologi sehingga sesuai dengan tuntutan kebutuhan manusia terhadap air, maupun langkah mengubah tuntutan kebutuhan manusia terhadap air sehingga terpenuhi oleh air yang tersedia. Keempat batasan tersebut adalah:

- 1) Keterbatasan fisik, yaitu kemustahilan untuk menghindarkan akibat terburuk melalui prosedur teknik atau kelembagaan. Sebagai contoh, tidak mungkin untuk mengurangi kebutuhan air tanpa terhindar dari ancaman kesehatan atau kesejahteraan hidup akibat kekurangan air;
- 2) Sementara secara fisik mungkin melakukan usaha-usaha adaptasi maka akan terdapat keterbatasan secara ekonomi terhadap apa yang dapat diusahakan tersebut;
- 3) Terdapat keterbatasan sosial maupun keterbatasan politis terhadap implementasi langkah-langkah adaptasi;
- 4) Kapasitas lembaga pengelola air dan sistem pengelolaan air secara keseluruhan dapat menjadi batasan terhadap langkah-langkah adaptasi yang dapat diimplementasikan. Sebagai contoh: prioritas rendah yang diberikan pada pengelolaan air, hambatan dalam koordinasi antara berbagai instansi, pengaturan air yang tidak efektif, benturan kepentingan antara nasional, regional dan lokal, ketidakmenentuan masa depan dampak perubahan iklim menjadi batasan terhadap kemampuan instansi untuk beradaptasi terhadap perubahan risiko pasokan air dan banjir;

Keterbatasan-keterbatasan diatas secara bersama-sama mempengaruhi kapasitas adaptasi terhadap sistem pengelolaan air. Demikian pula faktor penentu lainnya seperti kepekaan terhadap perubahan, karakter internal

sistem (misal: tingkat pendidikan dan akses terhadap pengetahuan) dan kondisi eksternal seperti peran regulasi dan pasar.

5.1.3. Implikasi terhadap Pembangunan Berkelanjutan

Pada masa sekarang dan beberapa dekade ke depan, langkah-langkah pembangunan berkelanjutan di seluruh dunia mengacu kepada *Millennium Development Goals* (MDGs) dari PBB. Tujuan-tujuan (*goal*) dari MDGs telah digunakan sebagai tolok ukur kemajuan setiap bangsa dalam pencapaian pembangunan berkelanjutan. Pada akhirnya, pencapaian MDGs ini merupakan indikator kemajuan atau kesejahteraan suatu bangsa. Sektor air sangat strategis dalam mencapai apa yang menjadi tujuan MDGs, baik di tingkat Nasional maupun regional atau Daerah.

Dari tujuh sasaran MDG's, enam diantaranya terkait langsung maupun tidak langsung dengan pengelolaan air dan perubahan iklim. Dengan mengesampingkan tujuan keenam, yang berkaitan dengan HIV/AIDS, dibawah ini disampaikan lima tujuan MDGs yang terkait dengan pengelolaan air berikut hubungannya masing-masing (modifikasi dari UNDP, 2006) :

- 1) Tujuan 1, *pemberantasan kemiskinan dan kelaparan*, mengandung hubungan langsung, yaitu: (1) air sebagai faktor dalam banyak aktivitas industri seperti pertanian, peternakan, dan industri perhotelan, dan (2) produksi yang berkelanjutan dari perikanan, perkebunan, dan sumber makanan lainnya berhubungan dengan penggunaan (air) sebagai sumber daya milik bersama. Tujuan 1 dalam kaitannya dengan pengelolaan air juga memberikan hubungan tak langsung, yaitu: (1) bahwa pengurangan kerusakan ekosistem akan meningkatkan pembangunan berkelanjutan pada tingkat lokal, dan (2) bahwa pengurangan kelaparan di perkotaan melalui makanan terjangkau diperoleh dari pasokan air yang handal;
- 2) Tujuan 2, *pencapaian pendidikan universal*, memberikan hubungan tak langsung dengan pengelolaan air, yaitu bahwa peningkatan

partisipasi sekolah melalui perbaikan kesehatan dan pengurangan beban pengambilan air terutama bagi perempuan;

- 3) Tujuan 3, *dukungan untuk kesetaraan gender dan pemberdayaan perempuan*, memberikan hubungan langsung yaitu pengembangan program pengelolaan air yang peka terhadap gender; dan hubungan tak langsung yaitu dalam pengurangan waktu yang terbuang dan beban kesehatan dengan cara perbaikan pelayanan air sehingga memberikan lebih banyak waktu untuk usaha yang menghasilkan dan peran gender yang lebih seimbang;
- 4) Tujuan 4, *pengurangan kematian anak-anak*, memiliki hubungan langsung antara lain perbaikan akses terhadap air minum yang lebih baik, baik kuantitas maupun kualitas; dan perbaikan sanitasi mengurangi faktor utama penyebab cacat dan kematian anak-anak.
- 5) Tujuan 7, *jaminan bagi keberlanjutan lingkungan*, memberikan hubungan langsung dengan pengelolaan air sebagaimana dalam: (1) perbaikan pengelolaan air menurunkan konsumsi air dan daur ulang gizi dan zat organik, (2) aksi untuk menjamin akses terhadap sanitasi lingkungan yang meningkat dan boleh jadi produktif untuk rumah tangga miskin, (3) aksi peningkatan pasokan air dan pelayanan sanitasi untuk masyarakat miskin; dan (4) aksi untuk mengurangi buangan air limbah dan peningkatan lingkungan sehat pada daerah kumuh. Tujuan 7 juga memberikan hubungan tak langsung dengan pengelolaan air yaitu sebagaimana dalam program atau kegiatan pengembangan operasi, pemeliharaan, dan biaya pemulihan sistem untuk menjamin keberlanjutan pemberian layanan.

MDGs sektor air ini akan dijadikan acuan dalam identifikasi strategi adaptasi perubahan iklim sektor air sebagai implikasi pembangunan berkelanjutan sektor air. Dengan cara itu, maka diharapkan strategi, program, dan kegiatan adaptasi perubahann iklim sektor air nantinya sudah sejalan dan mengarah pada optimalisasi pencapaian tujuan-tujuan dalam MDGs.

5.1.4. Isu-isu Strategis sektor Air dalam Konteks Perubahan Iklim

Hasil kajian ini memperoleh sejumlah isu strategis sektor air berkaitan dengan perubahan iklim di Pulau Lombok. Isu-isu strategis ini dapat dibagi dua, yaitu: (1) isu strategis yang lebih dominan sebagai isu strategis sektor air itu sendiri (isu strategis sektor air); dan (2) isu strategis lintas sektor.

5.1.4.1. *Isu strategis sektor air*

Terdapat tiga isu strategis yang lebih dominan berkenaan dengan sektor sumber daya air (SDA) itu sendiri di Pulau Lombok sebagai respon terhadap perubahan iklim. Ketiga isu strategis tersebut adalah:

- 1) Keseimbangan air antara ketersediaan dan kebutuhan air (neraca air), baik temporal maupun spasial dan distribusinya. Perubahan iklim memberikan ancaman terjadinya penurunan ketersediaan air, banjir, dan kekeringan, sehingga kerentanan dan risiko terkait perlu dikenali lebih rinci guna identifikasi langkah adaptasi yang diperlukan. Kebutuhan air penduduk harus menjadi prioritas utama. Sebagai contoh, air tanah dangkal dan mata air terutama di perkotaan, harus diprioritaskan untuk pemenuhan kebutuhan air penduduk;
- 2) Infrastruktur keairan yang memadai dan penyediaan sumber-sumber air alternatif pada kawasan khusus. Dampak perubahan iklim dapat dikurangi melalui penyediaan infrastruktur air yang baru dan pemeliharaan fungsi infrastruktur air yang sudah ada. Sebaliknya, ketiadaan infrastruktur air atau infrastruktur air yang kondisinya rusak akan meningkatkan risiko perubahan iklim sektor air. Aspek waktu atau musim sangat penting berkaitan dengan operasional infrastruktur air seperti embung dan saluran irigasi. Selain itu, kawasan khusus seperti sentra-sentra pertanian, kawasan dengan batuan jenis lava atau batuan beku lainnya, dan pulau-pulau kecil, memerlukan terobosan penyediaan SDA sesuai karakteristik potensinya masing-masing;

- 3) Database, teknologi, manajemen dan riset. Tiga isu yang pertama merupakan masalah nasional yang sudah muncul sejak era 1990-an. Khususnya database sehubungan dengan perubahan iklim menempati posisi yang sentral. Ketersediaan data akan menentukan hasil analisis, kerentanan dan risiko sektor air. Teknologi, dalam hal ini teknologi menengah, akan memberikan solusi permasalahan yang terjangkau sekaligus peluang dari perubahan iklim. Untuk semua itu, kegiatan riset masih sangat kurang sehingga perlu diprioritaskan.

5.1.4.2. Isu strategis lintas sektor

- 1) Air-pertanian-kehutanan dan kebencanaan. Banjir, kekeringan, dan tanah longsor akan mendatangkan bencana apabila menimpa masyarakat dan daerah yang memiliki kerentanan tinggi. Kerentanan dan risiko dari ketiga bahaya tersebut perlu dikenali lebih rinci, baik spasial maupun temporal, guna memperoleh langkah adaptasi yang lebih tepat. Pencadangan hutan konservasi yang memadai meningkatkan ketahanan SDA, memberikan pencegahan terhadap banjir, kekeringan, dan tanah longsor; serta sekaligus merupakan langkah mitigasi perubahan iklim;
- 2) Air dan sektor kesehatan. Kekurangan air bersih sehingga penduduk menggunakan air kualitas rendah untuk kebutuhan air minum dan kegiatan sehari-hari mereka dapat meningkatkan kerentanan terhadap penyakit serta menurunnya kesehatan. Banjir dapat memicu berjangkitnya penyakit diare dan demam berdarah. Fasilitas air bersih di pedesaan yang padat penduduk dan berbatasan dengan hutan dapat mengurangi kemungkinan berjangkitnya penyakit malaria. Kekeringan dapat menyebabkan rawan pangan;
- 3) Air dan energi. Dalam hubungan mutualis antara air dan energi pada kawasan yang sesuai terdapat peluang keuntungan melalui teknologi madya untuk penyediaan air dengan energi alternatif sekaligus merupakan upaya mitigasi perubahan iklim. Untuk itu diperlukan kebijakan dan strategi yang tepat;

- 4) Manajemen SDA terpadu, khususnya manajemen hulu pada sumber atau daerah tangkapan air (DAS atau SWS), dan manajemen hilir yaitu penggunaan air, meliputi penghematan air. Keterpaduan antar berbagai *stakeholder* dalam manajemen baik hulu maupun hilir sangat diperlukan;
- 5) Konservasi air berbasis inovasi, peran serta masyarakat dan revitalisasi kearifan lokal adalah potensi besar untuk pengelolaan SDA di Indonesia termasuk di Pulau Lombok. Pembuatan sumur resapan atau kolam resapan, budaya embung dan panen air dari air hujan sebagai salah satu alternatif penyediaan air, misalnya, sangat sesuai diaplikasikan melalui peran serta masyarakat. Sejumlah kearifan lokal telah terbukti mampu mempertahankan keberadaan sumber daya air, namun sistem pengetahuan tentang hal itu belum benar-benar dikembangkan.

5.1.5. Kerangka Kerja dan Metode Identifikasi Strategi Adaptasi

5.1.5.1. *Kerangka kerja dan langkah-langkah umum adaptasi*

Idealnya, langkah adaptasi dilakukan secara bersamaan dengan langkah mitigasi. Suatu langkah adaptasi yang, jika memungkinkan, sekaligus merupakan langkah mitigasi adalah pilihan langkah yang paling ideal. Adaptasi disertai dengan mitigasi merupakan langkah yang perlu diarusutamakan ke dalam perencanaan pembangunan. Sektor air dengan mempertimbangkan isu-isu lintas sektoral mungkin untuk melaksanakan adaptasi yang sekaligus merupakan langkah mitigasi

Adaptasi perubahan iklim merujuk pada upaya intervensi sebagai respon atas perubahan iklim yang sedang dan akan terjadi yang dirancang guna meringankan atau mengurangi risiko atau potensi dampak pada komunitas dan ekosistem, atau justru mengembangkan peluang yang dapat menguntungkan yang muncul akibat perubahan iklim. Upaya yang dilakukan dalam adaptasi perubahan iklim adalah tindakan penyesuaian individu atau kelompok manusia baik yang bersifat reaktif maupun antisipatif untuk

Sektor Sumber Daya Air

menghadapi potensi dampak dari perubahan iklim. Pada dasarnya upaya ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kerentanan melalui: (1) pengurangan keterpaparan dan sensitivitas sosial-ekonomi dan lingkungan; dan (2) penguatan daya tahan atau kelenturan dan kapasitas.

Adapun mitigasi perubahan iklim adalah upaya intervensi manusia (antropogenik) didalam sistem iklim yang didesain untuk mengurangi emisi gas-gas rumah kaca (GRK) dari sumbernya dan meningkatkan kemampuan alam dalam menyerap emisi (GRK) tersebut.

5.1.5.2. Batasan-batasan kerangka adaptasi sektor air

Dalam identifikasi langkah adaptasi perubahan iklim sektor air di Pulau Lombok sebagai muara dari kajian bahaya, kerentanan, dan risiko yang dilakukan sebelumnya, ditetapkan beberapa batasan. Penerapan batasan-batasan berguna agar ingkup pembahasan tidak terlalu panjang meliputi seluruh skenario, periode, dan tingkatan kerentanan, dan risiko.

Batasan-batasan yang digunakan tersebut adalah: 1) Skenario yang dipakai adalah SRA2; 2) periode dibatasi hanya sampai pada akhir periode 2030; dan 3) Tingkat kerentanan dan risiko dibatasi hanya tingkat sangat tinggi sampai tinggi untuk bahaya tingkat sangat tinggi untuk setiap jenis bahaya Skenario dibatasi hanya SRA2 dengan asumsi bahawa SRA2 merupakan kondisi pemanasan global akibat gas rumah kaca yang paling realistis. Batasan waktu hingga akhir periode 2030 digunakan dengan pemikiran bahwa periode 2080 masih lama, sehingga masih cukup waktu untuk mengembangkan strategi yang lebih baik lagi. Adapun tingkat kerentanan dan risiko yang digunakan hanya sampai tingkat tinggi mengingat kawasan dengan kerentanan dan risiko tingkat sedeng, rendah, hingga sangat rendah dinilai masih cukup memiliki kapasitas adaptasi terhadap dampak perubahan iklim serta langsung atau tidak langsung akan memperoleh pengaruh positif

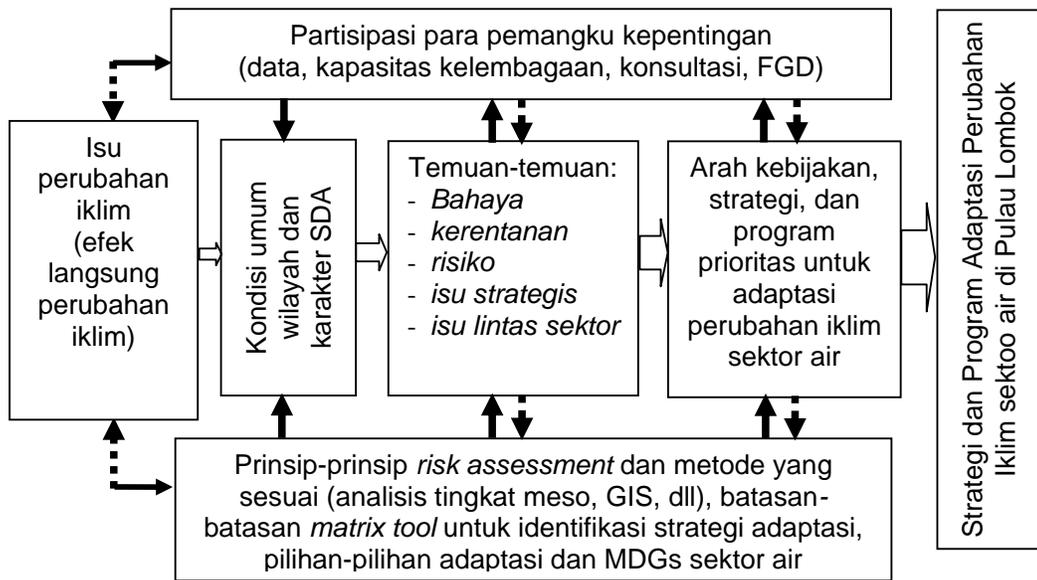
dari adaptasi yang dilakukan pada kawasan bahaya, kerentanan, dan risiko sangat tinggi hingga tinggi..

Batasan lainnya, analisis atau identifikasi yang dilakukan dalam kajian ini merupakan latihan (*exercise*) implementasi hasil kajian bahaya, kerentanan, dan risiko perubahan iklim sehingga masih memerlukan kajian dan penelaahan lebih lanjut. Hal ini mengingat sebagian data atau informasi yang dilibatkan masih rendah kualitasnya (sebagai contoh: data dan informasi infrastruktur air) dan masih belum seragam tingkat ketelitiannya (sebagai contoh, informasi kependudukan sudah rinci secara spasial per kecamatan, sedangkan informasi kebutuhan air masih berdasarkan satuan SSWS).

Dalam *exercise* analisis untuk identifikasi strategi adaptasi ini selain periode dibatasi hanya periode 2030, bahaya yang dilibatkan dalam analisis juga dibatasi hanya pada bahaya tingkat sangat tinggi untuk masing-masing jenis bahaya. Selain itu, analisis untuk strategi adaptasi terhadap kekeringan diinterpretasikan dari kondisi penurunan ketersediaan air. Hal tersebut mengingat kekeringan merupakan kondisi lebih lanjut dari penurunan ketersediaan air. Hal itu juga terbukti sebagaimana hasil kajian analisis GIS menunjukkan bahwa pola persebaran kekeringan serupa dengan pola sebaran penurunan ketersediaan air dengan luasan yang lebih kecil.

5.1.5.3. Skema dan metode identifikasi strategi adaptasi sektor air

Berdasarkan paparan-paparan sebelumnya dalam sub bagian pengantar strategi adaptasi ini berikut (Gambar 5.1) disajikan skema identifikasi strategi adaptasi yang digunakan dalam kajian ini.



Keterangan: → masukan/analisis, : umpan balik; : keluaran/hasil
 FGD : *focus group discussion*

Gambar 5.1. Skema identifikasi strategi dan program adaptasi perubahan iklim sektor air di Pulau Lombok yang digunakan dalam kajian

Sebagai salah satu cara identifikasi strategi dan program adaptasi, kajian ini menggunakan alat analisis berupa matriks sebagaimana pada Tabel 5.2.a dan Tabel 5.2.b dibawah ini. Berdasarkan tabel-tabel tersebut diharapkan strategi dan program adaptasi yang didapatkan lebih tajam, baik dari sisi kebijakan (strategi dan program) maupun lokasi implementasinya.

Tabel 5.2.a. Matriks alat identifikasi strategi adaptasi

Bahaya ¹⁾	Kerentanan ¹⁾	Potensi Dampak (Risiko) ¹⁾	Lokasi ¹⁾
1. Penurunan Ketersediaan Air akibat kenaikan temperatur, perubahan pola curah hujan, dan iklim ekstrim (klasifikasi tingkat paling tinggi)	Sangat Tinggi:	Sangat Tinggi:
	Tinggi:	Tinggi:

Bahaya ¹⁾	Kerentanan ¹⁾	Potensi Dampak (Risiko) ¹⁾	Lokasi ¹⁾
Banjir akibat perubahan pola hujan, dan iklim ekstrim(klasifikasi tingkat paling tinggi)	Sangat Tinggi:	Sangat Tinggi:
	Tinggi:	Tinggi:
2. Kekeringan akibat kenaikan temperatur, perubahan pola hujan, dan iklim ekstrim (klasifikasi tingkat paling tinggi)	Sangat Tinggi:	Sangat Tinggi:
	Tinggi:	Tinggi:

Tabel 5.2.b. Matriks alat identifikasi strategi adaptasi (*lanjutan*)

Bahaya, Kerentanan dan Risiko ²⁾	Strategi Adaptasi ²⁾	Program Adaptasi ³⁾	Dekade dan Lokasi Prioritas ⁵⁾
.....
.....
.....

Keterangan Tabel 5.2 a dan b:

- 1) Bahaya, Kerentanan, Risiko , : *Diperoleh dari analisis bahaya, kerentanan, dan Lokasi (Tabel 5.2.a) risiko pada Bab 4*
- 2) Bahaya, Kerentanan, Risiko : *Diperoleh dari Tabel 5.2.a pada lokasi butir 2) (Tabel 5.2.b) dengan urutan tingkat kerentanan dari sangat tinggi hingga tinggi*
- 3) Dekade dan Lokasi (Tabel : *Diperoleh dari Tabel 5.2.a 5.2.b)*
- 4) Strategi Adaptasi (Tabel 5.2.b) : *Diciptakan untuk kondisi pada kolom sebelumnya*
- 5) Program Adaptasi (Tabel 5.2.b) : *Diciptakan untuk kondisi pada kolom sebelumnya*

5.2. Strategi Adaptasi Sektor Air

5.2.1. Urgensi Adaptasi bidang Penyediaan Data dan Informasi

Tingkat akurasi atau keterpercayaan informasi hasil kajian sangat ditentukan oleh kuantitas dan kualitas data yang dilibatkan. Oleh karena itu, penyediaan data dan informasi yang memadai baik kuantitas maupun kualitasnya merupakan salah satu langkah strategi adaptasi, baik berkenaan dengan subtansi air maupun aspek-aspek terkait kerentanan sektor air.

Data dan informasi subtansi air meliputi kuantitas, kualitas, dan kebutuhan air berikut distribusi dan waktu atau musim masing-masing, baik untuk air hujan, air permukaan, maupun air tanah. Adapun data dan informasi berkaitan dengan kerentanan antara lain: jumlah dan kepadatan penduduk, tataguna lahan, kebutuhan air, nilai penguapan dan infiltrasi tutupan lahan, tingkat kekritisitas lahan atau kawasan hutan lindung, dan infrastruktur air. Untuk memperoleh hasil kajian yang memiliki tingkat kepercayaan tinggi, maka data dan informasi tersebut selain konsisten, lengkap, *time series* (menerus) juga harus memiliki bentuk spasial atau distribusinya dalam ruang dengan satuan ruang yang seragam. Untuk analisis sumber daya air, sangatlah penting untuk memperoleh data dan informasi tersebut dengan satuan terkecil dari daerah pengaliran sungai atau sub satuan wilayah sungai yaitu DAS atau daerah aliran sungai; dan proyeksi perubahan-perubahannya

Strategi adaptasi bergantung kepada tingkat ketelitian kajian bahaya, kerentanan, dan risiko yang digunakan. Untuk memperoleh strategi adaptasi yang lebih akurat maka diperlukan kajian bahaya, kerentanan, dan risiko sektor air pada tingkat mikro (secara administrative: tingkat kabupaten/kota; secara hidrologi: tingkat SSWS atau DAS). Oleh karena itu, kajian bahaya, kerentanan, dan risiko tingkat mikro merupakan salah satu bentuk strategi adaptasi perubahan iklim.

5.2.2. Arahana Strategi Adaptasi

Berdasarkan hasil-hasil kajian sebelumnya dan isu-isu strategis sektor air dalam konteks perubahan iklim, dibawah ini dikemukakan beberapa arahan strategi adaptasi. Arahan-arahan strategi adaptasi tersebut akan menjadi bahan alternatif strategi adaptasi berdasarkan potensi bahaya, kerentanan, dan risiko perubahan iklim sektor air hasil kajian pada sub bab 5.2.3.

5.2.2.1. Arahan strategi adaptasi terhadap risiko penurunan ketersediaan air dan kekeringan

Untuk adaptasi terhadap risiko atau potensi dampak penurunan ketersediaan air dan kekeringan dapat dilakukan beberapa strategi sebagai berikut:

- 1) Menjamin keseimbangan neraca air dan pemerataan akses air bersih dan air baku di pedesaan dengan: (1) stimulus Pemerintah pada daerah-daerah yang sangat kurang air, (2) partisipasi masyarakat; (3) teknologi tepat guna; dan (4) implementasi kearifan lokal;
- 2) Menjamin keseimbangan neraca air dan melakukan pemerataan akses pada air bersih di perkotaan dengan prinsip: (1) pembangunan oleh Pemerintah/ Pemda sebagai stimulan; (2) mendorong partisipasi swasta dan masyarakat dalam penyediaan dan konservasi air; (3) melakukan gerakan penghematan air; dan (4) penggunaan teknologi tepat guna dalam penyediaan dan konservasi air;
- 3) Meningkatkan kapasitas DAS dalam penyediaan dan konservasi air dengan: (1) mengelola daerah tangkapan air dan tampungan air; (2) mengembangkan teknologi dan inovasi irigasi baru yang mendukung intensifikasi pertanian dan penghematan air; (3) peyesuaian musim dan pola tanam pertanian; operasi PLTA, dan pemanfaatan air lainnya dengan prediksi iklim, dan (4) revitalisasi budaya dan kearifan lokal
- 4) Mengurangi risiko kekeringan pada sektor prioritas pertanian, energi listrik, dan industri melalui peningkatan koordinasi lintas sektor, kapasitas dan peran serta masyarakat dalam penyediaan air;

5.2.2.2. Arahannya strategi adaptasi terhadap risiko banjir

Adaptasi terhadap risiko atau potensi dampak banjir lebih menekankan pada penanganan infrastruktur, pengembangan manajemen risiko banjir, dan pengembangan dan pengendalian tata ruang. Untuk itu, adaptasi terhadap banjir dapat melakukan beberapa strategi sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan kapasitas infrastruktur pengendali banjir (pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur pengendali banjir) di perkotaan dan kawasan yang rentan terhadap bencana banjir;
- 2) Mengembangkan manajemen risiko bencana banjir seperti: (1) sistem peringatan dini, kontrol aliran dan tinggi muka sungai, (2) penyediaan air bersih untuk korban banjir, (3) koordinasi dalam prediksi banjir dan pemantauan banjir dengan sektor terkait;
- 3) Mengembangkan tata ruang, kepedulian, kapasitas dan peran serta masyarakat dalam antisipasi bencana banjir akibat perubahan iklim

5.2.2.3. Arahannya Strategi adaptasi terhadap risiko lainnya

Adaptasi terhadap risiko lainnya diperoleh dari analisis kualitatif. Untuk adaptasi terhadap potensi dampak atau risiko lainnya, yaitu tanah longsor dan intrusi air laut, dapat dilakukan beberapa strategi berikut:

- 1) Mengurangi korban jiwa maupun harta benda akibat bencana tanah longsor akibat perubahan iklim melalui efektivitas penataan ruang, peningkatan infrastruktur antisipasi bencana longsor dan implementasi teknologi pada kawasan sangat rawan bencana tanah longsor;
- 2) Mencegah intrusi air laut melalui pemantauan, pengawasan, pengendalian, dan pemulihan dengan implementasi identifikasi tatanan air tanah, penataan sumur pengambilan air, regulasi, insentif ekonomi, aplikasi alternatif sumber daya air, dan penataan ruang;
- 3) Mengurangi korban jiwa maupun harta benda akibat bencana tanah longsor melalui peningkatan kapasitas dan peran serta masyarakat dalam antisipasi bencana longsor .

5.2.2.4. Arahannya strategi adaptasi terintegrasi

Strategi adaptasi akan lebih baik apabila berupa langkah-langkah terintegrasi baik integrasi antar beberapa langkah adaptasi maupun integrasi antar adaptasi dengan mitigasi. Beberapa arahan strategi adaptasi yang terintegrasi adalah:

- 1) Meningkatkan kapasitas DAS dalam penyediaan air, konservasi air, pencegahan kekeringan, banjir, dan tanah longsor dengan penataan ruang, penghijauan, dan pengelolaan daerah tangkapan air;
- 2) Meningkatkan tampungan air untuk penyediaan air pertanian dan pencegahan banjir serta kekeringan melalui rehabilitasi embung lama dan pembangunan embung baru;
- 3) Meningkatkan kapasitas tampungan air dan pengaliran air melalui pengembangan teknologi panen air dan pembuatan sumur resapan;
- 4) Meningkatkan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim sektor air melalui penyediaan air dengan teknologi berbasis energi bersih;
- 5) Peningkatan dan perbaikan infrastruktur air untuk daerah sulit air dan penyakit bersumber dari kualitas air dengan pengembangan teknologi penyediaan air berbasis energi bersih.

5.2.3. Strategi Adaptasi berdasarkan Potensi Bahaya, Kerentanan dan Risiko Hasil Kajian

Sebagai sebuah contoh tentang penggunaan informasi hasil kajian ini untuk identifikasi strategi adaptasi, dalam bagian ini dikemukakan beberapa strategi adaptasi yang didasarkan atas potensi bahaya, kerentanan, dan risiko yang telah teridentifikasi sebelumnya. Untuk itu, sebelumnya dilakukan analisis potensi-potensi akibat perubahan iklim tersebut yang merupakan implementasi alat identifikasi sebagaimana pada Tabel 5.2.a dan 5.2.b. Hasilnya disajikan dalam Tabel 5.3. dan Tabel 5.4. Berdasarkan hasil-hasil tersebut selanjutnya diusulkan beberapa strategi adaptasi dan program untuk adaptasi di daerah kajian (Tabel 5.5).

Tabel 5.3.a. Bahaya, Kerentanan, Risiko (Potensi Dampak) Penurunan Ketersediaan Air tingkat Sangat Tinggi akibat Perubahan Iklim dan Distribusi Lokasinya di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030

Bahaya	Kerentanan	Potensi Dampak (Risiko)	Lokasi
(1)	(2)	(3)	(4)
<p>Penurunan Ketersediaan Air akibat kenaikan temperatur, perubahan pola hujan, peningkatan frekuensi dan intensitas iklim ekstrim; Sangat tinggi pada 2011-2020 (penurunan total runoff proyeksi atau $TRON,P$ dibanding baseline > 208 mm/thn)</p>	<p>Sangat Tinggi: <i>Kepadatan penduduk umumnya tinggi-sangat tinggi (rata-rata 16-32 jiwa/km sampai dengan > 32 jiwa/km); tataguna lahan yang dominan berupa pemukiman dan infrastruktur serta pertanian lahan kering dan perkebunan; kebutuhan air penduduk, industri dan lainnya paling tinggi total 3422,89 m³/thn (SSWS Dodokan) hingga total 960,15 m³/thn (SSWS Menanga); jenis tanah atau batuan rata-rata tingkat sedang dalam kaitannya dengan resapan air (porositas 30-35%); curah hujan lokal sangat rendah (rata-rata < 1200 mm/thn) sampai sangat tinggi (> 2400 mm/tahun); serta infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang sedang hingga sangat kurang</i></p>	<p>Sangat Tinggi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Periode 2011 - 2020 - Berpadunya potensi bahaya berupa berkurangnya total runoff proyeksi ($TRON,P$) > 208 mm/thn dibanding kondisi baseline pada periode 2030 (dekade 2011-2020) skenario SRA2 pada kawasan dengan tingkat kerentanan sangat tinggi terse-but pada kolom (2). - Potensi dampak: sangat berkurang-nya pasokan air bersih dan air baku, penurunan kualitas air mulai meluas; embung-embung mengering ; mataair, sungai, dan air tanah dengan aliran lokal yang sangat dipengaruhi hujan mengalami penyusutan cukup tajam; air bendungan menyusut drastis - Dampak lebih lanjut: penurunan produksi pertanian cukup tajam akibat gagal tanam atau gagal bunting; tekanan pada air tanah tak tertekan (<i>dangkal</i>) dan mataair semakin tinggi, gejala awal kondisi air yang kritis - Penilaian risiko lebih lanjut: memerlukan perhitungan cost and benefit analysis 	<ul style="list-style-type: none"> • SSWS Dodokan (kl 20% luas SSWS): <ul style="list-style-type: none"> - Kota Mataram, 100% luas wilayah, meliputi seluruh kecamatan (Mataram, Ampenan, dan Cakranegara) - Kabupaten Lombok Barat, kl. 5% luas wilayah di sekitar Kota Mataram, meliputi kecamatan Labuan (100%), Kediri dan Kuripan (@ kl 50%), dan setempat-setempat di kecamatan Batu Layar, Gunungsari, Lingsar, Gerung, dan Lembar - Kabupaten Lombok Tengah, kl 10% luas wilayah, meliputi kecamatan Praya dan Praya Tengah (@100%); Batuk Liang (70%) dan setempat-setempat di kecamatan Pring-garata, Jonggat, Praya Barat Daya, Praya Barat, Pujut, Para Timur, Jana-pria, dan Kupang • SSWS Menanga (kl. 30% luas SSWS): <ul style="list-style-type: none"> - Kabupaten Lombok Timur, kl. 15% luas wilayah, meliputi kecamatan Suralaga, Masbagik, Sukamulya, Selong, Labuhan Haji, Sukra Barat, Sukra Timur, Keruak ((50% hingga 100%).

Tabel 5.3.b Bahaya, Kerentanan, Risiko (Potensi Dampak) **Penurunan Ketersediaan Air tingkat Tinggi** akibat Perubahan Iklim dan Distribusi Lokasinya di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030

Bahaya	Kerentanan	Potensi Dampak (Risiko)	Lokasi
(1)	(2)	(3)	(4)
<p>Penurunan Ketersediaan Air akibat kenaikan temperatur, perubahan pola hujan, peningkatan frekuensi dan intensitas iklim ekstrim; Sangat tinggi pada 2011-2020 (penurunan total runoff proyeksi atau $TRO_{N,P}$ dibanding baseline > 208 mm/thn)</p>	<p>Tinggi: <i>Kepadatan penduduk umumnya sedang-tinggi (rata-rata 9-16 jiwa/km hingga 16-32 jiwa/km); tataguna lahan yang dominan berupa lahan kering dan perkebunan, serta sawah dan tambak; kebutuhan air penduduk, industri dan lainnya sedang hingga sangat tinggi yaitu total total 3422,89 m³/thn (SSWS Dodokan), total 960,15 m³/thn (SSWS Menanga) hingga total 313,60 m³/thn (SSWS Putih); jenis tanah atau batuan rata-rata tinggi hingga sangat tinggi dalam kaitannya resapan air (porositas > 35%); curah hujan lokal sangat rendah (rata-rata < 1200 mm/tahun) sampai sangat tinggi (> 2400 mm/tahun); serta infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang sedang hingga tinggi</i></p>	<p>Tinggi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Periode 2011 - 2020 - Berpadunya potensi bahaya berupa berkurangnya total runoff proyeksi ($TRO_{N,P}$) > 208 mm/thn dibanding kondisi baseline pada periode 2030 (dekade 2011-2020) skenario SRA2 pada kawasan dengan tingkat kerentanan tinggi tersebut pada kolom (2). - Potensi dampak: berkurangnya pasokan air bersih dan air baku, kualitas air menurun; embung-embung mengering; mataair, sungai, dan air tanah dengan aliran lokal yang sangat dipengaruhi hujan mengalami penyusutan; air bendungan menyusut - Dampak lebih lanjut: penurunan produksi pertanian akibat gagal tanam atau gagal bunting; tekanan pada air tanah tak tertekan (dangkal) dan mataair tinggi, - Penilaian risiko lebih lanjut: memerlukan perhitungan cost and benefit analysis 	<ul style="list-style-type: none"> • SSWS Dodokan (kl 75% luas SSWS); SSWS Jelateng (20%); SSWS Menanga (60%) dan SSWS Putih (40%): - Kabupaten Lombok Barat, kl. 50% luas wilayah, meliputi kecamatan Batu Layar, Gunungsari, Lingsar, Gerung, dan Lembar (hampir 100%); Kayangan dan Bayan (kl 50%), Gangga, Tanjung, Pemenang, Labuhan, dan Kediri (25%-10%), dan beberapa tempat sempit di kecamatan Sekotong Tengah - Kabupaten Lombok Tengah, kl 60% luas wilayah, meliputi seluruh kecamatan kecuali Praya dan Praya Tengah dengan luasan antara 80% - 100% - Kabupaten Lombok Timur, kl. 60% luas wilayah, meliputi kecamatan Jerowaru, Terara, Montong Gading, Sikur, Pringgasela, Aikmel (80-100%), Masbagik, Labuhan Haji, Sukra Barat, Sukra Timur, Keruak, Sembalun, Wanasab, Sambelia, Pringgabaya, Suela (25% hingga 50%).

Tabel 5.4.a. Bahaya, Kerentanan, Risiko (Potensi Dampak) Banjir tingkat Sangat Tinggi akibat Perubahan Iklim dan Distribusi Lokasinya di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030

Bahaya	Kerentanan	Potensi Dampak (Risiko)	Lokasi
(1)	(2)	(3)	(4)
<p>Banjir akibat perubahan pola hujan, serta peningkatan frekuensi dan intensitas iklim ekstrim</p> <p>Sangat Tinggi pada 2031-2040 (peningkatan direct runoff proyeksi atau $DRO_{AN, P}$ sebesar 339,99 mm/thn)</p>	<p>Sangat Tinggi:</p> <p><i>Kepadatan penduduk umumnya tinggi-sangat tinggi (rata-rata 16-32 jiwa/km sampai dengan > 32 jiwa/km); tataguna lahan yang dominan berupa pemukiman dan infrastruktur serta pertanian lahan kering dan perkebunan; kekritisan lahan SSWS total antara 10.000 ha-16.000 (SSWS Dodokan) dan > 16.000 ha (SSWS Putih); kekritisan hutan lindung antara 9.000 ha-11.000 ha (SSWS Putih) dan > 11.000 ha (SSWS Dodokan; curah hujan lokal sangat rendah (rata-rata < 1200 mm/thn) sampai sangat tinggi (> 2400 mm/tahun); serta infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang sedang hingga sangat kurang</i></p>	<p>Sangat Tinggi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Periode 2011 - 2020 - Berpadunya potensi bahaya berupa peningkatan direct runoff proyeksi atau $DRO_{AN, P}$ sebesar 339,99 mm/thn pada kemiringan lahan < 3° dibanding periode seluruh tahun proyeksi pada periode 2030 (dekade 2031-2040) skenario SRA2 pada kawasan dengan tingkat kerentanan sangat tinggi terse-but pada kolom (2). - Potensi dampak: terhentinya aktivitas usaha hingga hilangnya tempat berusaha, kerusakan infrastruktur, harta benda dan lingkungan hingga kehilangan jiwa; menurunnya kualitas air, berkurangnya pasokan air bersih selama banjir, gagal panen; berjangkit-nya penyakit - Dampak lebih lanjut: menurunnya produktivitas pertanian, wabah penyakit, beban biaya perbaikan infrastruktur dan kesehatan - Penilaian risiko lebih lanjut: memerlukan perhitungan cost and benefit analysis 	<ul style="list-style-type: none"> • SSWS Dodokan (kl 5% luas SSWS) dan SSWS Putih (<1%): <ul style="list-style-type: none"> - Kota Mataram, 10% luas wilayah, meliputi Mataram (kl 50%), Ampenan, dan Cakranegara (@ kl 25%) - Kabupaten Lombok Barat, kl. 2,5% luas wilayah di beberapa titik di sekitar Kota Mataram meliputi kecamatan Labuan, Kuripan, Kediri, Lembar, Gerung, Lingsar dan Narmad (@ < 2,5% wilayah); dan sangat sedikit di kecamatan Tanjung - Kabupaten Lombok Tengah, kl 2,5% luas wilayah, meliputi kecamatan Pring-garata, Praya, Praya Tengah, dan Praya Timur (@ < 2,5%) • SSWS Menanga (kl. 2,5% luas SSWS): <ul style="list-style-type: none"> - Kabupaten Lombok Timur, kl. < 2,5% luas wilayah, tersebar di hampir setiap kecamatan yang berbatasan dengan pantai (@ , 2,5% wilayah), antara lain kecamatan Sukra Timur dan Suela dan beberapa titik (spot) di daerah hulu dengan luasan sangat sempit

Tabel 5.4.b. Bahaya, Kerentanan, Risiko (Potensi Dampak) Banjir tingkat Sangat Tinggi akibat Perubahan Iklim dan Distribusi Lokasinya di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030

Bahaya	Kerentanan	Potensi Dampak (Risiko)	Lokasi
(1)	(2)	(3)	(4)
<p>Banjir akibat perubahan pola hujan, serta peningkatan frekuensi dan intensitas iklim ekstrim Sangat Tinggi pada 2031-2040 (peningkatan direct runoff proyeksi atau $DRO_{AN, P}$ sebesar 339,99 mm/thn)</p>	<p>Tinggi: <i>Kepadatan penduduk umumnya sedang-tinggi (rata-rata 9-16 jiwa/km hingga 16-32 jiwa/km); tataguna lahan yang dominan berupa lahan kering dan perkebunan, serta sawah dan tambak; kekritisan lahan SSWS total antara > 10.000 ha (SSWS Dodokan) dan 5000-10,000 ha (SSWS Menanga); kekritisan hutan lindung antara 4.000 ha - <9.000 ha (SSWS Jelateng) dan > 11.000 ha (SSWS Dodokan); curah hujan lokal sangat rendah (rata-rata < 1200 mm/thn) sampai sangat tinggi (> 2400 mm/tahun); serta infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang sedang hingga tinggi</i></p>	<p>Tinggi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Periode 2011 - 2020 - Berpadunya potensi bahaya berupa peningkatan direct runoff proyeksi atau $DRO_{AN, P}$ sebesar 339,99 mm/thn pada kemiringan lahan < 3° dibanding periode seluruh tahun proyeksi pada periode 2030 (dekade 2031-2040) skenario SRA2 pada kawasan dengan tingkat kerentanan sangat tinggi terse-but pada kolom (2). - Potensi dampak: gangguan pada aktivitas usaha hingga hilangnya tempat berusaha, kerusakan infrastruktur, harta benda dan lingkungan; kualitas air mulai menurun,, berkurangnya pasokan air bersih selama banjir, gangguan pada saat panen; berjangkit-nya penyakit - Dampak lebih lanjut: menurunnya produktivitas pertanian, wabah penyakit, beban biaya perbaikan infrastruktur dan kesehatan - Penilaian risiko lebih lanjut: memerlukan perhitungan cost and benefit analysis 	<ul style="list-style-type: none"> • SSWS Dodokan (kl 10% luas dan SSWS Putih (<10%): - Kota Mataram, 20% luas wilayah, meliputi Mataram (kl 50%), Ampenan, dan Cakranegara (@ kl 40%) - Kabupaten Lombok Barat, kl.5% luas wilayah di beberapa titik di sekitar Kota Mataram meliputi kecamatan Labuan, Kuripan, Kediri, Lembar, Gerung, Lingsar dan Narmad (@ 2,5% wilayah); dan sangat sedikit di kecamatan Tanjung, dan Bayan - Kabupaten Lombok Tengah, kl 10% luas wilayah, meliputi kecamatan Pring-garata, Praya, Praya Tengah, dan Praya Timur (@ 2,5%) • SSWS Menanga (kl. 2,5% luas SSWS); SSWS Putih (kl 10% luas wilayah): - Kabupaten Lombok Timur, kl. < 5% luas wilayah, tersebar di hampir setiap kecamatan yang berbatasan dengan pantai (@ 2,5% wilayah), antara lain kecamatan Kruak, Sukra Timur dan Suela dan beberapa titik (spot) di daerah hulu dengan luasan sangat sempit

Tabel 5.5. Contoh Identifikasi Strategi, Program dan Kegiatan Adaptasi berikut Lokasi berdasarkan Potensi Bahaya, Kerentanan, dan Risiko (Dampak) Penurunan Ketersediaan Air dan Kekeringan di Pulau Lombok, SRA2, Periode 2030

Bahaya, Kerentanan, dan Risiko	Strategi Adaptasi	Program dan Kegiatan	Dekade dan Lokasi Prioritas Implementasi
(1)	(2)	(3)	(4)
<p><i>Sebagai-mana pada Tabel 5.3 kolom 1, 2, dan 3</i></p>	<p>1. Meningkatkan kapasitas data dan informasi, kelembagaan, sumber daya manusia, dan regulasi untuk efektivitas pengelolaan sumber daya air dalam menghadapi perubahan iklim</p>	<p>1.1. Peningkatan kapasitas data dan informasi serta riset dampak perubahan iklim sektor air tingkat daerah dan lokasi strategis</p> <p>(1) Verifikasi data dan informasi serta peng-hitungan kembali neraca sumber daya air melibatkan variabilitas dan proyeksi iklim</p> <p>(2) Kajian kerentanan dan risiko perubahan iklim sektor air di tingkat mikro kabupaten/ kota</p> <p>(3) Kajian kerentanan dan risiko perubahan iklim sektor air pada lokasi sangat rentan dan atau lokasi strategis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Dekade</u>: 2011-2020 • <u>Lokasi SSWS Prioritas 1</u>: Dodokan dan Menanga • <u>Lokasi SSWS Prioritas 2</u>: Putih dan Jelateng <p>- Lokasi administratif Prioritas 1: 1) Kota Mataram dan 2) Kab. Lombok Tengah; 3) Lokasi bendungan, dan embung-embung yang sudah kritis air</p> <p>- Lokasi administratif Prioritas 2: 1) Kab. Lombok Barat, 2) Kab. Lombok Timur</p> <p>- Lokasi administratif Prioritas 1: 1) Kota Mataram dan 2) Kab. Lombok Tengah</p> <p>- Lokasi administratif Prioritas 2: 1) Kab. Lombok Barat, 2) Kab. Lombok Timur</p> <p>- Lokasi : sentra-sentra pertanian dan kawasan andalan lainnya, bendungan, embung-ambung, DAS, dan mataair-mataair yang sudah kritis air atau mengalami kekeringan dan atau memiliki tingkat kerentanan paling tinggi</p>

Tabel 5.5 dan tabel-tabel lainnya tentang identifikasi strategi dan program adaptasi , diturunkan dari tabel analisis sebelumnya (Tabel 5.3 dan Tabel 5.4) dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Bahaya, kerentanan, dan risiko diperoleh langsung dari tabel sebelumnya (Tabel 5.3 dan Tabel 5.4);
- 2) Strategi adaptasi dimulai dari aspek data, informasi, sumber daya manusia, dan regulasi, dan dilanjutkan ke aspek implementasi;
- 3) Program dan kegiatan adaptasi disusun dengan mengacu kepada strategi adaptasinya masing-masing;
- 4) Waktu (dekade) implementasi adaptasi diperoleh dari hasil analisis potensi bahaya, kerentanan, dan risiko (Tabel 5.3 dan Tabel 5.4);
- 5) Lokasi, ditentukan dengan kriteria sebagai berikut: i) Lokasi prioritas 1: diperoleh dari lokasi kerentanan dan risiko tingkat sangat tinggi; ii) Lokasi prioritas 2 : diperoleh dari lokasi yang memiliki kerentanan dan risiko tingkat tinggi pada tabel-tabel tersebut; dan iii) Lokasi-lokasi khusus: sesuai dengan karakter dari kegiatan-kegiatan tersebut dan berdasarkan informasi gambaran umum kondisi air saat ini.

Catatan lainnya perlu disertakan sebagai berikut: 1) Strategi merupakan pilihan dan pengolahan dari arahan strategi sebelumnya, disesuaikan dengan kondisi dan proyeksi keberadaan air di Pulau Lombok hasil kajian; 2) Strategi, program dan kegiatan adaptasi penurunan ketersediaan air disatukan dengan hal yang sama untuk kekeringan mengingat kekeringan sebenarnya adalah bentuk ekstrim dari penurunan ketersediaan air; dan 3) Beberapa program dan kegiatan adaptasi mungkin sudah merupakan langkah program dan kegiatan adaptasi yang terintegrasi. Pilihan selanjutnya diserahkan kepada para pemangku kepentingan di pemerintahan setempat.

5.2.3.1. Strategi adaptasi bidang penyediaan data dan informasi

Sektor Sumber Daya Air

Berkenaan dengan data dan informasi diusulkan strategi adaptasi berikut: *“meningkatkan kapasitas data dan informasi, kelembagaan, sumber daya manusia, dan regulasi untuk efektivitas pengelolaan sumber daya air dalam menghadapi perubahan iklim”*. Tujuannya adalah guna memperoleh data, informasi, kapasitas kelembagaan, sumber daya manusia, dan regulasi yang memadai untuk kajian bahaya, kerentanan, dan risiko yang lebih rinci, serta adaptasi terhadap potensi dampak perubahan iklim sektor air.

Waktu pelaksanaan strategi adaptasi tersebut adalah sejak saat ini dan ke depan secara kontinyu. Hal tersebut mengingat ketersediaan data yang memadai merupakan prasyarat untuk dapat memperoleh hasil kajian kerentanan dan risiko dengan tingkat keterpercayaan informasi hasil sangat tinggi atau minimal tinggi. Daris sisi lokasi pelaksanaan strategi bidang data dan informasi ini sebaiknya adalah seluruh wilayah Pulau Lombok. Apabila sumber daya tidak memungkinkan, maka SSWS Dodokan dan SSWS Menanga menjadi lokasi prioritas.

5.2.3.2. Strategi adaptasi terhadap penurunan ketersediaan air dan kekeringan

Dalam tatanan implementasi, terdapat dua strategi untuk adaptasi terhadap penurunan ketersediaan air dan kekeringan. Kedua strategi tersebut adalah:

- 1) Menjamin keseimbangan neraca air dan pemerataan akses air bersih dan air baku di pedesaan dan perkotaan melalui rehabilitasi dan pembangunan infrastruktur air dan teknologi tepat guna untuk pengembangan sumber-sumber air;*
- 2) Meningkatkan kapasitas DAS dan penghematan air dengan fokus pada ketersediaan air untuk keberlanjutan pertanian dan operasional infrastruktur berbasis air melalui pengelolaan daerah tangkapan air, penyesuaian terhadap musim, aplikasi inovasi atau teknologi baru, peran serta masyarakat, dan revitalisasi budaya dan kearifan lokal.*

Strategi pertama ditujukan guna menjaga keseimbangan neraca air dan pemerataan akses terhadap air bersih dan air baku di pedesaan dan perkotaan. Dengan demikian terdapat jaminan pasokan air dan distribusinya yang merata serta proporsional sesuai kebutuhan masing-masing. Cara yang ditempuh adalah dengan mendahulukan pada rehabilitasi infrastruktur air dan pembangunan infrastruktur air jika diperlukan dengan mengedepankan teknologi tepat guna dan, tentu saja, potensi-potensi sumber air setempat.

Strategi kedua ditujukan guna menjaga ketersediaan air dari sisi hulu dan hilir dengan perhatian utama menjamin ketersediaan air untuk pertanian dan infrastruktur berbasis air. Sisi hulu didekati dengan langkah peningkatan kapasitas DAS melalui pengelolaan daerah resapan air dan revitalisasi budaya lokal. Sedangkan sisi hilir didekati dengan langkah penyediaan air untuk pertanian melalui penyesuaian musim tanam terhadap musim hujan dan variabilitas iklim dan penghematan air melalui pendekatan teknologi.

5.2.3.3. Strategi adaptasi terhadap banjir

Strategi adaptasi untuk banjir lebih ditekankan pada penataan ruang yang mempertimbangkan potensi banjir dan perubahan iklim serta pengelolaan daerah hulu. Dalam kajian ini diusulkan hanya satu strategi untuk adaptasi terhadap banjir mengingat kerentanan terhadap banjir banyak beririsan dengan kerentanan terhadap kekeringan, sehingga strategi, program, dan kegiatan adaptasi kekeringan pada prinsipnya berlaku juga untuk banjir.

Strategi adaptasi yang diusulkan diantaranya adalah: *Meningkatkan pencegahan banjir dan respon terhadap banjir melalui penataan ruang, pengelolaan DAS dan aliran sungai, penataan pemukiman, dan peran serta masyarakat.* Strategi tersebut difokuskan pada penataan ruang, baik di perkotaan maupun di daerah resapan air dan DAS. Untuk perkotaan, strategi tersebut mengandung rekomendasi kegiatan untuk penataan pemukiman dengan asumsi banjir genangan banyak disebabkan oleh kurang

berfungsinya drainase di kawasan pemukiman. Strategi tersebut juga memuat arahan program atau kegiatan yang berkaitan dengan antisipasi dampak banjir pada saat banjir, serta keterlibatan peran serta masyarakat.

5.2.3.4. Strategi adaptasi terhadap risiko lainnya

Kajian ini belum merekomendasikan strategi adaptasi terhadap risiko lainnya mengingat kerentanan dan risiko lainnya merupakan hasil kajian kualitatif. Selain itu, strategi terhadap risiko kekeringan dan banjir sebenarnya telah meliputi pula strategi untuk risiko lainnya seperti risiko tanah longsor.

5.2.3.5. Strategi adaptasi yang terintegrasi

Strategi adaptasi terintegrasi adalah strategi adaptasi yang paling baik. Strategi adaptasi yang terintegrasi dapat dirumuskan kemudian dengan pengkajian strategi adaptasi yang telah diidentifikasi sebelumnya.

5.2.4. Program dan Kegiatan Adaptasi

Program dan kegiatan adaptasi dikembangkan dari strategi adaptasi yang telah diidentifikasi pada Tabel 5.5.

5.2.4.1. Program dan kegiatan adaptasi bidang data dan informasi

Program dan kegiatan bidang data dan informasi adalah:

- 1) Strategi 1: *Meningkatkan kapasitas data dan informasi, kelembagaan, sumber daya manusia, dan regulasi untuk efektivitas pengelolaan sumber daya air dalam menghadapi perubahan iklim melalui verifikasi, kajian, regulasi, dan sosialisasi*
 - 1.1) Program 1: *Peningkatan kapasitas data dan informasi serta riset dampak perubahan iklim sektor air tingkat mikro*

Sektor Sumber Daya Air

- 1.1.1) Kegiatan 1: *Verifikasi data dan informasi serta penghitungan kembali neraca sumber daya air melibatkan variabilitas dan proyeksi iklim;*
- 1.1.2) Kegiatan 2: *Kajian kerentanan dan risiko perubahan iklim sektor air di tingkat mikro kabupaten/kota;*
- 1.1.3) Kegiatan 3: *Kajian kerentanan dan risiko perubahan iklim sektor air pada lokasi sangat rentan dan atau lokasi strategis;*
- 1.2) Program 2: *Penetapan kebijakan regulasi pengelolaan sumber daya air dan dampak perubahan iklim*
 - 1.2.1) Kegiatan 1: *Pengembangan regulasi tentang pengelolaan DAS, sumber daya air, dan respon perubahan iklim sektor air;*
 - 1.2.2) Kegiatan 2: *Pengembangan regulasi tentang adaptasi perubahan iklim sektor air;*
 - 1.2.3) Kegiatan 3: *Pengembangan regulasi lainnya tentang sektor air dan perubahan iklim;*
- 1.3) Program 3: *Sosialisasi, pelatihan, dan kampanye tentang dampak perubahan iklim pada sektor air, dan peningkatan peran masyarakat*
 - 1.3.1) Kegiatan 1: *Sosialisasi dan kampanye adaptasi perubahan iklim sektor air*
 - 1.3.2) Kegiatan 2; *Pelatihan perubahan iklim dan pengelolaan sumber daya air*

5.2.4.2. Program dan kegiatan adaptasi terhadap penurunan ketersediaan air dan kekeringan

Program dan kegiatan adaptasi terhadap penurunan ketersediaan air dan kekeringan adalah sebagai berikut:

- 1) Strategi 1: *Menjamin keseimbangan neraca air dan pemerataan akses air bersih dan air baku di pedesaan dan perkotaan melalui rehabilitasi dan pembangunan infrastruktur air dan teknologi tepat guna untuk pengembangan sumber-sumber air.*
 - 1.1) Program 1: *Pemantapan neraca sumber daya air, pencegahan risiko perubahan iklim sektor air, dan kapasitas infrastruktur air;*
 - 1.1.1) Kegiatan 1: *Rehabilitasi dan pembangunan chek dam, embung, dan reservoir air lain guna adaptasi perubahan iklim*
 - 1.1.2) Kegiatan 2: *Rehabilitasi dan pembangunan infrastruktur irigasi untuk menghadapi dampak perubahan iklim;*
 - 1.1.3) Kegiatan 3: *Gerakan pembuatan sumur resapan untukantisipasi dampak perubahan iklim sektor air.*
 - 1.2) Program 2: *Peningkatan ketersediaan air pada kawasan sangat rentan melalui teknologi tepat guna dan pengembangan sumber-sumber air setempat.*
 - 1.2.1) Kegiatan 1: *Pemanfaatan air tanah untuk penyediaan air bersih dan pencegahan dampak perubahan iklim di daerah sulit air*
 - 1.2.2) Kegiatan 2: *Penyediaan air dan pencegahan dampak perubahan iklim di daerah kering dengan aplikasi teknologi panen air hujan*
 - 1.2.3) Kegiatan 3: *Penyediaan air bersih dan air baku di perkotaan melalui teknologi madya penjernihan air atau daur ulang air.*
- 2) Strategi 2: *Meningkatkan kapasitas DAS dan penghematan air dengan fokus pada ketersediaan air untuk keberlanjutan pertanian dan infrastruktur berbasis air melalui pengelolaan daerah tangkapan air, peyesuaian terhadap musim, aplikasi inovasi atau teknologi baru, peran serta masyarakat, dan revitalisasi budaya dan kearifan lokal*
 - 2.1) Program 1: *Peningkatan kapasitas DAS, konservasi sumber daya air, peran serta masyarakat, dan kearifan lokal dalamantisipasi kekeringan akibat perubahan iklim.*

Sektor Sumber Daya Air

- 2.1.1) Kegiatan 1: *Gerakan penghijauan daerah tangkapan air dan pengkayaan sumber-sumber air;*
- 2.1.2) Kegiatan 2: *Model perlindungan sumber air dan daerah resapan air dengan pendekatan budaya, kearifan lokal dan peran serta masyarakat.*
- 2.2) Program 2: *Peningkatan ketersediaan air pertanian dan air untuk operasionalisasi infrastruktur berbasis air*
 - 2.2.1) Kegiatan 1: *Koordinasi implementasi penyesuaian kalender tanam dengan ketersediaan air, musim dan variabilitas iklim;*
 - 2.2.2) Kegiatan 2: *Inovasi baru penghematan air, intensifikasi pertanian danantisipasi dampak perubahan iklim.*

5.2.4.3. Program dan kegiatan adaptasi terhadap banjir

Program dan kegiatan adaptasi terhadap banjir berikut strateginya adalah:

- 1) Strategi 1: *Meningkatkan pencegahan banjir dan respon terhadap banjir melalui penataan ruang, pengelolaan DAS dan aliran sungai, penataan pemukiman, manajemen risiko banjir, dan peran serta masyarakat.*
 - 1.1) Program 1: *Peningkatan penataan ruang dan pengelolaan alur sungai dan DAS kawasan rawan banjir ;*
 - 1.1.1) Kegiatan 1: *Penyusunan model implementasi konsep integrated river management system, one river one manegement;*
 - 1.1.2) Kegiatan 2: *Evaluasi dan penataan kembali tata ruang dengan pertimbangan potensi dampak perubahan iklim;*
 - 1.1.3) Kegiatan 2: *Penataan hulu DAS dan rehabilitasi alur sungai pada kawasan DAS rawan banjir melibatkan masyarakat;*
 - 1.2) Program 2: *Peningkatan drainase pemukiman, infrastruktur kota dan kapasitas pencegahan banjir;*
 - 1.2.1) Kegiatan 1: *Rehabilitasi dan peningkatan kapasitas drainase pemukiman untuk pencegahan banjir;*

- 1.2.2) Kegiatan 2: *Rehabilitasi drainase infrastruktur jalan raya dan pembangunan infrastruktur pengelak banjir teknologi madya;*
- 1.2.3) Kegiatan 3: *Pengembangan model peran serta masyarakat perkotaan dalam pencegahan banjir.*

5.2.4.4. Program dan kegiatan adaptasi terhadap risiko lainnya

Program dan kegiatan yang telah diusulkan sebelumnya sudah mengandung langkah-langkah untuk adaptasi terhadap risiko lainnya. Program dan kegiatan khusus untuk adaptasi risiko lainnya memerlukan kajian kerentanan dan risiko secara kuantitatif.

5.2.4.5. Program dan kegiatan adaptasi yang terintegrasi

Program dan kegiatan adaptasi yang terintegrasi dapat dirumuskan dengan menela kembali usulan program dan kegiatan adaptasi yang sudah diidentifikasi. Program dan kegiatan terintegrasi akan lebih lagi jika melibatkan langkah-langkah mitigasi.

5.2.5. Langkah Integrasi kedalam Kebijakan Pembangunan

Untuk memperoleh langkah strategi, program, dan kegiatan adaptasi yang mendekati permasalahan sebenarnya serta efektivitas hasilnya, perlu dilakukan langkah tindak lanjut. Diantara langkah tindak lanjut yang seharusnya ditempuh adalah:

- 1) Penajaman kembali strategi, program dan kegiatan berikut waktu dan lokasi pelaksanaannya;
- 2) Penetapan indikator keberhasilan untuk setiap program dan kegiatan yang akan ditetapkan sebagai keputusan kebijakan;
- 3) Pentahapan Implementasi, Pemantauan, dan Evaluasi
- 4) Integraris Kebijakan Adaptasi kedalam Kebijakan Pembangunan

DAFTAR PUSTAKA

Australian Greenhouse Office, Department of the Environment and Heritage
(March 2005) Climate Change Risk and Vulnerability, Promoting

Sektor Sumber Daya Air

an efficient adaptation response in Australia, Final Report, reported by the Allen Consulting Group

Bappeda Provinsi NTB, 2007, *Sumberdaya Alam Spasial Daerah 2007*

-----, 2007, *Identifikasi Konservasi Sumber Mata Air Provinsi NTB*

-----, 2007, *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi NTB, Oktober 2006 – Oktober 2007*

-----, 2007, *Profil Daerah NTB 2006*

-----, 2007, *Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi NTB 2006-2020*

Bappeda Provinsi NTB, 2006, *Keputusan Gubernur Nusa Tenggara Barat No. 393 Tahun 2006 tentang Penetapan Kondisi Sub Satuan Wilayah Sungai (SSWS)/ Daerah Aliran Sungai (DAS) Provinsi Nusa Tenggara Barat*

Bappeda Provinsi NTB kerjasama dengan BPS Provinsi NTB, 2006, *Indeks Pembangunan Manusia Provinsi NTB*

-----, 2007, *Profil Sosial Ekonomi Provinsi NTB 2006*

BPS NTB, 2007, *NTB dalam Angka (NTB in Figures) 2006/2007*

Bogataj, L.K, (2007), [IPCC Fourth Assessment Report - Climate Change is Real and Here!](#), tersedia pada <http://www.ipcc.ch/graphics/presentations.htm>. Diakses pada 24 Desember 2008

CCSP (2008). Abrupt Climate Change. Final Report: Synthesis and Assessment Product (SAP) 3.4 by U.S. Climate Change Science Program and the Sub-committee on Global Change Research [Clark, PULAUU., A.J. Weaver (coordinating lead authors), E. Brook, E.R. Cook, T.L. Delworth, K. Steffen (chapter lead authors)]. U.S. Geological Survey, Reston, VA, 459 p

Corbitt, R. A. (2004), *The Standard Handbook of Environmental Engineering*, The McGraw-Hill Companies, New York.

Sektor Sumber Daya Air

- Danaryanto, H. et al. (2005), *Airtanah di Indonesia dan Pengelolaannya*, Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta
- Handoko. 1995. *Klimatologi Dasar*. Pustaka Jaya. Jakarta
- IPCC (-), *SRES Final Data, Juli 2002*, tersedia pada http://sres.ciesin.org/final_data.html
- IPCC (2008), *IPCC Special Report on Emissions Scenarios, Appendix VII, Data Tables*, tersedia pada http://www.grida.no/publications/other/ipcc_sr/?src=/climate/ipcc/mission/ Diakses pada 24 Desember 2008
- IPCC, Working Group II (2008), *IPCC Fourth Assessment Report, Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability", Chapter 3, Freshwater Resources and their Management*, tersedia pada <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm> . Diakses pada 28 Desember 2008
- KLH, 1997, *Agenda 21 Indonesia tentang Lingkungan Hidup*
- Mock FJ. 1973. *Land Capability Appraisal Indonesia, Water Availability Appraisal*. Bogor. UNDP-FAO
- NCDC (2008), *The Standardized Precipitation Index dalam Climate of 2008 – November U.S. Standardized Precipitation Index*, tersedia pada <http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html> Diakses pada 30 Desember 2008
- NOAA (2008), *SPI Information dalam National Weather Service Forecast Office, Honolulu, HI*, tersedia pada http://www.prh.noaa.gov/hnl/hydro/pages/spi_info.htm Diakses pada 30 Desember 2008
- Pemerintah Provinsi NTB, *Peraturan Daerah Provinsi NTB Nomor 11 Tahun 2006 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi NTB*

- Ritter, Michael E., (2006), *The Physical Environment: an Introduction to Physical Geography*, tersedia pada http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/title_page.html .Diakses pada 26 Desember 2008
- The IPCC Distribution Data Centre, IPCC (2008), *Environmental Data and Scenarios*, 2008, tersedia pada http://www.ipcc-data.org/ddc_envdata.html. Diakses pada 24 Desember 2008
- Thornthwaite CW, Mather JR. 1957. Instruction and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and Water Balance. *Climatology*. 10(3).
- UNFCCC (-), *Current Evidence on Climate Change*, tersedia pada http://unfccc.int/essential_background/feeling_the_heat/items/2904.php .Diakses pada 24 Desember 2008
- Wikipedia, (2008), *Water Balance*, tersedia pada http://en.wikipedia.org/wiki/Water_balance .Diakses pada 25 Desember 2008
- Wurjanto, A., Sudirman, D. (2008), Modul Perhitungan Debit Andalan Sungai, Penerbit ITB, Bandung.

LAMPIRAN 1

LOKASI DAN RUANG LINGKUP KAJIAN

1.1. LOKASI KAJIAN

Lokasi kajian kerentanan dan strategi adaptasi perubahan iklim sektor air di Pulau Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia.



Gambar 1. Lokasi kajian, Pulau Lombok
Sumber: Wikipedia

Pulau Lombok secara administratif terbagi menjadi 4 (empat) kabupaten dan 50 (lima puluh) kecamatan (Gambar 2), yaitu :

1. Kota Mataram, terdiri atas 3 (tiga) kecamatan
2. Kabupaten Lombok Barat (Kab. Lobar), terdiri atas 15 kecamatan
3. Kabupaten Lombok Tengah (Kab. Loteng), terdiri atas 12 kecamatan
4. Kecamatan Lombok Timur (Kab. Lotim), terdiri atas 20 kecamatan

Sektor Sumber Daya Air

Rincian jumlah dan nama kecamatan per kota/kabupaten disajikan pada Tabel 1.

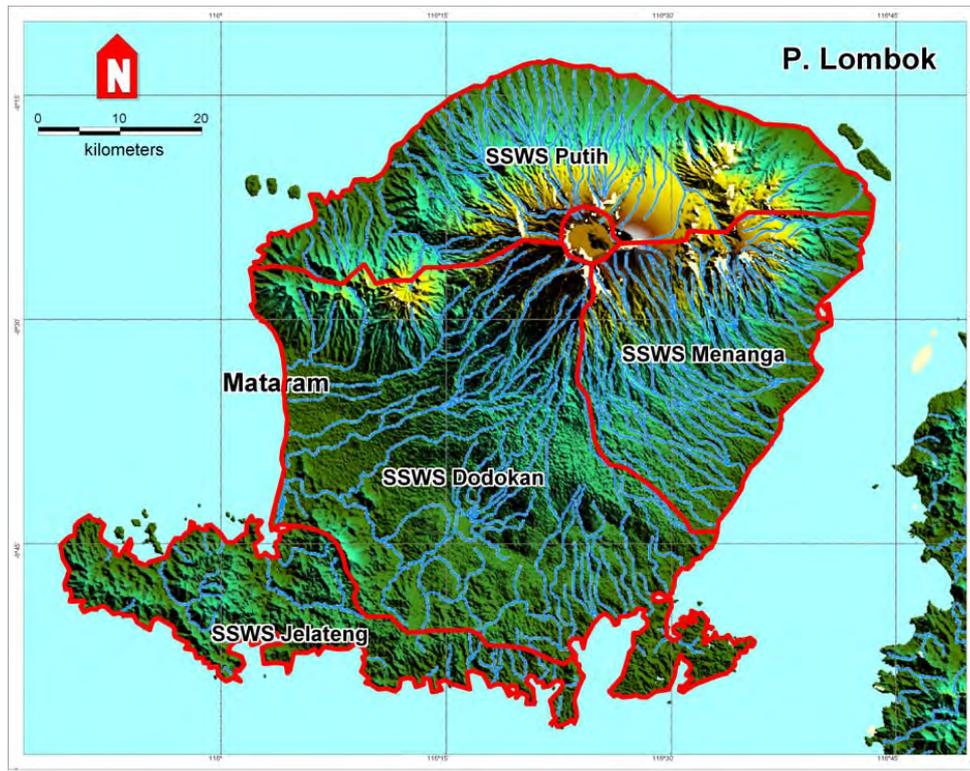


Gambar 2. Pembagian wilayah administratif Pulau Lombok. Dalam kajian ini terdiri atas 4 kabupaten/kota dan 50 kecamatan sebagai berikut::

1. Kota Mataram : 1. Ampanan, 2. Mataram, dan 3. Cakranegara
2. Kabupaten Lombok Barat : 1. Batu Layar, 2. Gunungsari, 3. Lingsar, 4. Narmada, 5. Kediri, 6. Kuripan, 7. Gerung, 8. Lembar, 9. Labuapi, 10. Pemalang, 11. Tanjung, 12. Gangga, 13. Kayangan, 14. Bayan, dan 15. Sekotong Tengah
3. Kabupaten Lombok Tengah : 1. Batukliang Utara, 2. Kupang, 3. Janapria, 4. Praya Timur, 5. Pujut, 6. Praya Barat, 7. Praya Barat Daya, 8. Jonggat, 9. Pringgareta, 10. Batukliang, 11. Praya, dan 12. Praya Tengah
4. Kabupaten Lombok Timur : 1. Montong Gading, 2. Sukamulia, 3. Sakra, 4. Sakra Timur, 5. Keruak, 6. Jerowaru, 7. Sakra Barat, 8. Terara, 9. Pringgabaya, 10. Labuan Haji, 11. Selong, 12. Masbagik, 13. Sikur, 14. Pringgasea, 15. Suela, 16. Suralaga, 17. Aikmel, 18. Sembalun, 19. Sambelia, dan 20. Wanasaba

Sektor Sumber Daya Air

Lokasi kajian, Pulau Lombok, secara hidrologi meliputi 4 (empat) DAS (daerah aliran sungai) utama atau SSWS (sub satuan wilayah sungai) yang ada di Pulau Lombok, yaitu (Gambar 3) : 1. SSWS Dodokan, 2. SSWS Jelateng, 3. SSWS Menanga, dan 4. SSWS Putih. Cakupan kabupaten/kota dan kecamatan untuk setiap SSWS disajikan pada Tabel 1.



Gambar 3. Pembagian DAS Utama atau SSWS Pulau Lombok, terdiri atas 4 SSWS, yaitu: I. DODOKAN, meliputi kecamatan: 1. Ampenan, 2. Mataram, 3. Cakranegara (Kota Mataram), 4. Batu Layar, 5. Gunungsari, 6. Lingsar, 7 Narmada, 8. Kediri, 9. Kuripan, 10. Gerung, 11. sebagian Lembar, dan 12. Labuapi (Kabupaten Lombok Barat); 13. Batukliang Utara, 14. Kupang, 15. Janapria, 16. Praya Timur, 17. sebagian Pujut, 18. sebagian Praya Barat, 19. sebagian Praya Barat Daya, 20. Jonggat, 21. Pringgarata, 22. Batukliang, 23. Praya, dan 24. Praya Tengah (Kabupaten Lombok Tengah); 25. Montong Gading, 26. Sukamulia, 27. Sakra, 28. Sakra Timur, 29. Keruak, 30. Jerowaru, 31. Sakra Barat, dan 32. Terara (Kabupaten Lombok Timur); II. JELATENG, meliputi kecamatan: 1. sebagian Lembar, 2. Sekotong Tengah (Kabupaten Lombok Barat); 3. sebagian Pujut, 4. sebagian Praya Barat, dan 5. sebagian Praya Barat Daya (Kabupaten Lombok Tengah); III. MENANGA, meliputi kecamatan: 1. Pringgabaya, 2. Labuan Haji, 3. Selong, 4. Masbagik, 5. Sikur, 6. Pringgasela, 7. Suela, 8. Suralaga, dan 9. Aikmel (Kabupaten Lombok Timur); dan IV. PUTIH, meliputi kecamatan: 1. Pemenang, 2. Tanjung, 3. Gangga, 4. Kayangan, 5. Bayan (Kabupaten Lombok Barat); 6. Sembalun, 7. Sambelia, dan 8. Wanasaba (Kabupaten Lombok Timur)

Sektor Sumber Daya Air

No	KABUPATEN/KOTA	KECAMATAN	NO URUT KEC.	SSWS
1.	KOTA MATARAM	1.1. Ampenan	(1)	D
		1.2. Mataram	(2)	D
		1.3. Cakranegara	(3)	D
2.	KAB. LOMBO BARAT	2.1. Batu Layar	(4)	D
		2.2. Gunungsari	(5)	D
		2.3. Lingsar	(6)	D
		2.4. Narmada	(7)	D
		2.5. Kediri	(8)	D
		2.6. Kuripan	(9)	D
		2.7. Gerung	(10)	D
		2.8. Lembar	(11)	D dan J
		2.9. Labuapi	(12)	D
		2.10. Pemenang	(13)	P
		2.11. Tanjung	(14)	P
		2.12. Gangga	(15)	P
		2.13. Kayangan	(16)	P
		2.14. Bayan	(17)	P
		2.15. Sekotong Tengah	(18)	J
3.	KAB. LOMBOK TENGAH	3.1. Batukliang Utara	(19)	D
		3.2. Kupang	(20)	D
		3.3. Janapria	(21)	D
		3.4. Praya Timur	(22)	D
		3.5. Pujut	(23)	D dan J
		3.6. Praya Barat	(24)	D dan J
		3.7. Praya Barat Daya	(25)	D dan J
		3.8. Jonggat	(26)	D
		3.9. Pringgarata	(27)	D
		3.10. Batukliang	(28)	D
		3.11. Praya	(29)	D
		3.12. Praya Tengah	(30)	D
4.	KAB. LOMBOK TIMUR	4.1. Montong Gading	(31)	D
		4.2. Sukamulia	(32)	D
		4.3. Sakra	(33)	D
		4.4. Sakra Timur	(34)	D
		4.5. Keruak	(35)	D
		4.6. Jerowaru	(36)	D
		4.7. Sakra Barat	(37)	D
		4.8. Terara	(38)	D
		4.9. Pringgabaya	(39)	M
		4.10. Labuan Haji	(40)	M
		4.11. Selong	(41)	M
		4.12. Masbagik	(42)	M
		4.13. Sikur	(43)	M
		4.14. Pringgasela	(44)	M
		4.15. Suela	(45)	M
		4.16. Suralaga	(46)	M
		4.17. Aikmel	(47)	M
		4.18. Sembalun	(48)	P
		4.19. Sambelia	(49)	P
		4.20. Wanasaba	(50)	P

Keterangan: D = Dodokan, J = Jelateng, M = Menanga, P = Putih

1.2. RUANG LINGKUP KAJIAN

Kajian ini meliputi identifikasi bahaya, kerentanan dan risiko pada ketersediaan air (*water availability*), banjir, dan kekeringan terhadap atau akibat perubahan iklim. Ringkasan lingkup kajian sebagai berikut:

1.2.1. Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Penurunan Ketersediaan Air

Kajian bahaya, kerentanan, dan risiko terhadap ketersediaan air akibat perubahan iklim melingkupi :

- 1) Rumusan dan pembobotan **bahaya penurunan ketersediaan air**. Penetapan bahaya penurunan ketersediaan air berdasarkan pendekatan analisis CDF atas data *total runoff* pada kondisi iklim normal () hasil analisis *water balance* (WB). Data yang digunakan dalam analisis WB adalah data curah hujan, temperatur, evapotranspirasi dan infiltrasi. Penggunaan analisis TRO digunakan mengingat luasan SSWS yang ada tidak dapat dibandingkan, sedangkan TRO memiliki satuan panjang kolom (mm) yang tidak bergantung kepada luasan daerah. Dengan metode TRO juga akan terlihat secara nyata pengaruh kenaikan suhu terhadap ketersediaan air. Hal ini mengingat prediksi kenaikan suhu adalah satu hal yang sudah jelas terjadi dalam dua periode waktu yang ditinjau berdasarkan hasil kajian iklim, berbeda dengan curah hujan yang mengalami fluktuasi dalam dua periode waktu yang ditinjau tersebut. ***Bahaya penurunan ketersediaan air adalah penurunan proyeksi terhadap nilai kepercayaan (threshold value) yang diperoleh dari analisis grafik CDF untuk pada kondisi baseline. Nilai kepercayaan tersebut memiliki nilai 15%, sehingga $CDF < 15\%$ mengindikasikan terjadinya krisis ketersediaan air.*** Nilai pada CDF 15 % merupakan nilai minimal tidak terjadinya krisis ketersediaan air. Nilai 15% umum digunakan dalam analisis statistik kaitannya dengan hidroklimatologi. Pembobotan bahaya pada ketersediaan air diperoleh dengan cara membandingkan batas bawah dan batas atas kondisi kecenderungan menurunnya TRO. Penentuan nilai evapotranspirasi berdasarkan pendekatan sesuai yang disarankan oleh metode WB yang digunakan. Nilai infiltrasi diperoleh berdasarkan interpretasi nilai porositas batuan yang terdapat pada daerah yang ditinjau.

- 2) Rumusan dan pembobotan **kerentanan** ketersediaan air. Kerentanan (V) diperoleh melalui identifikasi komponen kerentanan, yaitu *eksposure* (E), *sensitivity* (S), dan *adaptive capacity* (AC) untuk bahaya ketersediaan air dalam hubungan $V = (E \times S)/AC$. Komponen E , S , dan AC diperoleh melalui analisis hubungan pengaruh bahaya pada komponen E , S dan AC dari bahaya tersebut. **Komponen E** indikatif untuk bahaya pada ketersediaan air meliputi: *kepadatan penduduk* dan *tataguna lahan*. **Komponen S** indikatif untuk bahaya pada ketersediaan air meliputi: *kebutuhan air*, *jenis tanah/batuan*, dan *curah hujan*. **Komponen AC** indikatif untuk bahaya pada ketersediaan air mencakup: *kesejahteraan penduduk* dan *infrastruktur irigasi*. Pembobotan kerentanan diperoleh berdasarkan batas bawah dan batas atas nilai kerentanan yang ada serta metode pembobotan *pair wise comparison*.
- 3) Penetapan dan pembobotan **risiko** ketersediaan air. *Risiko ketersediaan air* (R) diperoleh dari hasil perkalian besaran (bobot) bahaya (H) dengan besaran (bobot) kerentanan (V) dalam hubungan $R = H \times V$. Pembobotan risiko dilakukan berdasarkan batas bawah dan batas atas nilai risiko yang diperoleh.

1.2.2. Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Banjir

Kajian bahaya, kerentanan, dan risiko banjir akibat perubahan iklim meliputi:

- 1) Penetapan dan pembobotan **bahaya banjir** Dasar penetapan bahaya banjir adalah pendekatan analisis CDF atas data *direct runoff* pada kondisi iklim diatas normal () hasil analisis *water balance* (WB) dengan kisaran nilai CDF > 85%. **Bahaya banjir** adalah nilai CDF > 85% pada grafik CDF-. Pembobotan bahaya banjir diperoleh dengan cara membandingkan batas bawah dan batas atas kondisi banjir. Parameter sengaja dipilih untuk analisis bahaya banjir mengingat parameter tersebutlah yang signifikan menggambarkan ancaman bahaya banjir.
- 2) Penetapan dan pembobotan **kerentanan** pada bahaya banjir. Penetapan kerentanan (V) diperoleh melalui identifikasi komponen kerentanan, yaitu *eksposure* (E), *sensitivity* (S), dan *adaptive capacity* (AC) terhadap bahaya banjir dalam hubungan $V = (E \times S)/AC$. Penetapan komponen E , S , dan AC

diperoleh melalui analisis hubungan antara bahaya banjir dengan komponen E, S dan AC bahaya banjir. **Komponen E** indikatif untuk bahaya banjir meliputi: *kepadatan penduduk*, dan *tataguna lahan*. **Komponen S** indikatif untuk bahaya banjir meliputi: *produktivitas pangan*, *tingkat kekritisian lahan*, *tingkat kekritisian kawasan hutan lindung*, dan *curah hujan spasial*. **Komponen AC** indikatif untuk bahaya banjir mencakup: parameter *kesejahteraan penduduk dan infrastruktur irigasi*. Pembobotan kerentanan diperoleh berdasarkan batas bawah dan batas atas nilai kerentanan terhadap bahaya banjir dan metode *pair wise comparison*.

- 3) Penetapan dan pembobotan **risiko** banjir. *Risiko banjir (R) diperoleh dari hasil perkalian besaran (bobot) bahaya (H) banjir dengan besaran (bobot) kerentanan (V) banjir dalam hubungan $R = H \times V$* . Pembobotan risiko banjir dilakukan berdasarkan batas bawah dan batas atas nilai risiko banjir yang diperoleh.

1.2.3. Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Kekeringan

Kajian bahaya, kerentanan, dan risiko kekeringan meliputi :

- 1) Penetapan dan pembobotan **bahaya kekeringan** dengan jenis kekeringan adalah **kekeringan hidrologis**. Dasar identifikasi yang digunakan adalah pendekatan analisis CDF atas data *total runoff* pada kondisi iklim dibawah normal () hasil analisis *water balance* (WB). dengan kisaran batas nilai CDF < 15%. **Bahaya kekeringan** adalah nilai CDF < 15% pada grafik CDF - *kondisi baseline*. Pembobotan diperoleh dengan cara membandingkan batas bawah dan batas atas kerentanannya dan metode *pair wise comparison*
- 2) Penetapan dan pembobotan **kerentanan** sektor air terhadap bahaya kekeringan. Penetapan kerentanan (**V**) diperoleh melalui identifikasi komponen kerentanan *eksposure (E)*, *sensitivity (S)*, dan *adaptive capacity (AC)* terhadap bahaya kekeringan dalam hubungan $V = (E \times S)/AC$. Komponen E, S, dan AC diperoleh melalui analisis hubungan pengaruh antara bahaya kekeringan dengan komponen E, S dan AC atas bahaya tersebut. **Komponen E** indikatif bahaya kekeringan meliputi: *tataguna lahan*, dan *kepadatan penduduk*. **Komponen S** indikatif untuk bahaya

Sektor Sumber Daya Air

kekeringan meliputi: *kebutuhan air spasial*, dan *curah hujan spasial*. **Komponen AC** indikatif untuk bahaya ini adalah *kesejahteraan penduduk* dan *infrastruktur irigasi*. Pembobotan diperoleh berdasarkan batas bawah dan batas atas nilai kerentanannya dan metode *pair wise comparison*.

- 3) Penetapan dan pembobotan **risiko** kekeringan. *Risiko kekeringan (R) diperoleh dari hasil perkalian besaran (bobot) bahaya (H) kekeringan dengan besaran (bobot) kerentanan (V) kekeringan dalam hubungan $R = H \times V$* . Pembobotan risiko kekeringan berdasarkan batas bawah dan batas atas nilai risiko kekeringan yang diperoleh.

LAMPIRAN 2

KONDISI UMUM DAERAH KAJIAN

2.1. RONA WILAYAH

Karakter fisik alami, kependudukan, administrasi pemerintahan, tata ruang, dan infrastruktur wilayah dipilih sebagai gambaran umum rona wilayah P. Lombok. Dengan melihat gambaran umum tersebut, maka diharapkan dapat terformasikan kondisi sumber daya alam dan sumber daya buatan yang menjadi tempat kedudukan (*setting*) sumber daya air dan permasalahannya di P. Lombok.

2.1.1. Karakter Fisik Alami

Kondisi fisik alami adalah faktor yang penting di dalam pengelolaan sumber daya air selain faktor manusia. Aspek karakter fisik alami yang akan dikemukakan sebagai gambaran umum meliputi: letak dan luas wilayah, iklim, fisiografi-geomorfologi, geologi, dan sumber daya alam.

(1) *Letak dan Luas Wilayah*

P. Lombok merupakan pulau kedua terbesar setelah P. Sumbawa dari gugus pulau-pulau yang termasuk Provinsi Nusatenggara Barat (NTB). Letak provinsi NTB secara geografis berada pada posisi antara 115^o46 Bujur Timur (BT) - 119^o5 BT dan antara 8^o10 Lintang Selatan (LS) - 9^o5 LS (Gambar 1.1). Adapun luas wilayah daratan P. Lombok adalah 4.738,70 km² atau sebesar 23,51% dari luas keseluruhan wilayah daratan Provinsi NTB.

P. Lombok dan Provinsi NTB adalah salah satu Kawasan Timur Indonesia. Letaknya cukup strategis, berbatasan langsung di bagian barat dengan Selat Lombok, Provinsi Bali, bagian utara dengan Laut Jawa dan Laut Flores, bagian timur dengan Selat Sape, Provinsi NTT; dan bagian selatan dengan Samudra Indonesia. Letak dan luas wilayah serta posisinya diantara pulau-pulau lainnya di KTI memberikan karakteristik iklim, fisiografi, geologi, dan sumber daya alam.

Sektor Sumber Daya Air

(2) Iklim

Berdasarkan hasil kajian sektor iklim dalam kajian yang dilakukan bersama-sama kajian sektor air, P. Lombok secara klimatologis termasuk ke dalam daerah monsun yang ditandai dengan pergantian arah angin dekat permukaan sekitar enam bulan sekali. Hasil kajian yang sama juga menyimpulkan bahwa:

- 1) musim hujan utama berlangsung antara November sampai dengan Februari sebagai hasil angin baratan yang bersifat basah;
- 2) musim kering terjadi pada Juni hingga September sebagai akibat dari angin timuran yang bersifat kering;
- 3) bulan Maret, April, Mei, dan Oktober adalah bulan-bulan transisi yang masih memungkinkan terjadinya hujan yang sangat bervariasi. Hasil kajian sektor iklim lebih lanjut dipaparkan dibawah ini.

Sebagai daerah tropis, curah hujan merupakan unsur iklim yang paling penting di P. Lombok. Selain angin monsun, topografi mempengaruhi distribusi hujan. Terdapat perbedaan curah hujan yang cukup besar antara sebelah Barat dan Utara G. Rinjani dengan dataran rendah di Selatan dan Timur P. Lombok. P. Lombok sangat terpengaruh oleh perubahan atau pergeseran pola iklim. Terdapat pola curah hujan bulanan selama periode November-Desember-Januari-Februari (NDJF). Pola curah hujan dalam sepuluh tahun terakhir (Tabel 2.1) menunjukkan bahwa curah hujan bulan Januari cenderung turun, sedangkan curah hujan pada bulan November dan Februari cenderung naik.

Kondisi suhu udara di P. Lombok tidak banyak bervariasi secara temporal, sedangkan variasi keruangan (spasial) suhu udara lebih ditentukan oleh faktor

LAMPIRAN 3

METODOLOGI DAN DATA YANG DIGUNAKAN DALAM KAJIAN

3.1. KERANGKA PEMIKIRAN

3.1.1. Konteks Metodologi Kajian

Kajian kerentanan perubahan iklim sektor air ini dilakukan dalam konteks adaptasi. Sub bagian ini mengemukakan secara singkat tentang pendekatan, kerangka kerja, dan metode umum yang menjadi rujukan kajian dalam konteks langkah adaptasi.

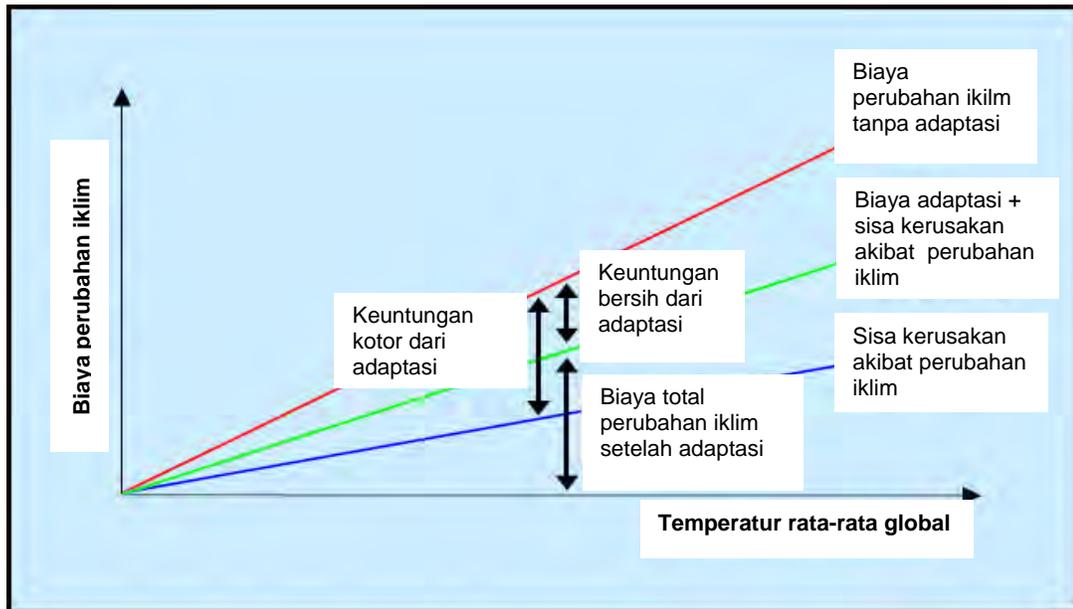
(1) Prinsip Adaptasi terhadap Dampak Perubahan Iklim

Adaptasi adalah pendekatan strategi respon yang penting dalam upaya meminimalkan bahaya akibat perubahan iklim. Adaptasi memiliki beberapa kelebihan dibanding mitigasi. Namun, adaptasi tidak dapat menggantikan peran mitigasi dalam agenda kebijakan tindakan menghadapi dampak perubahan iklim. Adaptasi berperan dalam mengurangi dampak perubahan iklim yang segera muncul yang tidak dapat dilakukan oleh mitigasi. Namun, tanpa komitmen mitigasi yang kuat, biaya adaptasi akan meningkat dan kapasitas baik individu maupun pemerintah akan berkurang.

Istilah adaptasi dalam arti luas adalah setiap modifikasi dalam sistem alami atau kehidupan manusia dalam bereaksi terhadap stimulus atau efek iklim saat ini atau iklim yang diprediksikan ke depan yang dapat mengurangi kerusakan atau meningkatkan peluang keuntungan akibat perubahan iklim (Stern, 2008). Adaptasi adalah langkah yang penting dalam mengurangi dampak yang tak terhindarkan akibat perubahan iklim saat ini. Keuntungan bersih (*net benefit*) dari adaptasi dapat diperoleh lebih cepat dibanding keuntungan yang diperoleh dari langkah mitigasi (Berkhout, 2005 dalam Suroso, D.S, 2008) (Gambar 3.1) serta dapat dirasakan langsung oleh masyarakat setempat.

Kajian ini mempertimbangkan dua jenis adaptasi, yaitu: adaptasi dengan sendirinya (*autonomus adaptation*) dan adaptasi yang digerakan oleh kebijakan (*policy-driven adaptation*) dengan bobot lebih besar pada adaptasi yang digerakan oleh kebijakan. Kajian ini juga melibatkan dua tingkat adaptasi, yaitu: penguatan kapasitas adaptasi dan implementasi aksi adaptasi. Tingkat yang pertama meliputi penyediaan

informasi tentang kerentanan dan risiko akibat perubahan iklim. Sedangkan implementasi adaptasi meliputi langkah aksi pengurangan kerentanan atau risiko terhadap perubahan iklim, misalnya, berkaitan dengan sektor air: pembuatan sumur resapan atau penampungan air hujan.



Gambar 3.1. Keuntungan adaptasi perubahan iklim (Sumber: Suroso, D.S, 2008)

(2) Pendekatan, Kerangka, dan Metode Umum Kajian

a. Pendekatan Umum Kajian

Pendekatan kajian dipilih berdasarkan pilihan-pilihan pendekatan kajian Perubahan Iklim, Dampak, Adaptasi dan Kerentanan (PIDAK atau *Climate Change Impact, Adaptation and Vulnerability/CCIAV*) yang tersedia. Ada 5 (lima) pilihan pendekatan (Tabel 3.1). Empat diantaranya dikelompokkan sebagai pendekatan riset model lama, yaitu: kajian dampak, kajian kerentanan, kajian adaptasi, dan kajian terintegrasi. Adapun pendekatan kelima diturunkan dari kerangka kajian risiko yang merupakan perkembangan baru dalam studi PIDAK. Pendekatan berbasis risiko ini telah mulai diaplikasikan dalam pengarus-utamaan pilihan-pilihan adaptasi kedalam pembuatan kebijakan (IPCC, 2007 dalam Suroso, D.S., 2008).

Terdapat suatu kecenderungan lain yang penting dalam pendekatan kajian yaitu pergeseran dari pendekatan yang digerakan oleh riset (*research-driven approaches*) ke integrasi kajian kedalam pembuatan kebijakan dimana para pembuat keputusan

Sektor Sumber Daya Air

(*policy-makers*) dan para pemangku kepentingan (*stakeholders*) bersama-sama berpartisipasi di dalamnya atau bersama-sama menggerakkan kajian (UNDP, 2005). Berbagai studi kerentanan yang cukup efektif dalam membangkitkan kesadaran terhadap dampak yang mungkin muncul dari perubahan iklim mengalami keterbatasan efektivitas dalam menyediakan pedoman adaptasi pada tingkatan lokal. Berbagai pilihan metode dan alat studi kerentanan untuk mendukung proses pembangunan tersedia dengan perbedaan masing-masing berkenaan dengan tingkatan data dan analisis, luas wilayah, perencanaan, dan biaya sesuai tingkatan wilayah dan perencanaan terkait mulai dari tingkat kepentingan nasional, regional, hingga lokal (Tabel 3.2).

Tabel 3.1
Lima Pendekatan dalam Kajian Perubahan Iklim dimodifikasi dari IPCC, 2007

Pendekatan					
	Dampak	Kerentanan	Adaptasi	Integrasi	Risiko
Sasaran Ilmiah	Dampak dan risiko iklim ke depan	Proses yang mempengaruhi pada Kerentanan terhadap perubahan iklim	Proses yang mempengaruhi adaptasi dan kapasitas adaptasi	Interaksi dan umpan balik antara banyak penggerak dan dampak-dampak	Kajian risiko dan respon kebijakan
Tujuan praktis	Aksi untuk pengurangan risiko	Aksi untuk pengurangan kerentanan	Aksi untuk peningkatan adaptasi	Pilihan kebijakan global dan biaya-biaya	Pengarus-utamaan pada pembuatan kebijakan
Metode Kajian	Pendekatan standar untuk PIDAK; metoda DPSIR (<i>Driver-pressure-state-impact-response</i> atau respon dampak-kondisi-tekanan sebagai penggerak); Kajian risiko yang digerakan oleh bencana (<i>Hazard-driven risk assessment</i>)	Indikator dan gambaran kerentanan; Risiko iklim masa lalu dan saat ini; Analisis matapencaharian; Metode berbasis agen; Metode naratif Persepsi terhadap resiko termasuk ambang batas kritis Kinerja kebijakan berkelanjutan/pembangunan Hubungan kapasitas adaptasi dan pembangunan berkelanjutan		Pemodelan kajian terintegrasi Interaksi lintas sektor Integrasi iklim dengan penggerak lainnya Model diskusi pemangku kepentingan (stakeholder) terkait lintas jenis dan skala Penggabungan berbagai pendekatan atau model kajian	Prosedur Kajian Risiko Risiko yang tersusun atas Bahaya dan Kerentanan
Motivasi	Digerakan oleh Penelitian (<i>Research Driven</i>)	<i>Research Driven</i>		<i>Research Driven</i>	Digerakan oleh Kebijakan (<i>Policy Driven</i>)

Sumber: Suroso, D.S (2008)

Tabel 3.2
Berbagai Tingkatan Studi Kerentanan

Skala Tingkatan	Kebutuhan Data/Analisis	Ukuran Daerah Studi	Tingkatan Perencanaan	Ketepatan	Biaya studi per Luasan
Makro	Kualitatif	Nasional	Kebijakan Adaptasi	Rendah	Rendah
Meso	Kombinasi Kualitatif dan Kuantitatif	Regional (Provinsi hingga Kabupaten/Kota)	Strategi Adaptasi	Sedang	Sedang
Mikro	Kuantitatif	Lokal	Pengukuran Adaptasi	Tinggi	Tinggi

Sumber: Modifikasi dari Messner (2005) dalam Suroso, D.S. (2008)

Kajian ini menggunakan pendekatan studi tingkat menengah (*meso level study*) yang merupakan bagian dari kajian keseluruhan dengan pendekatan menengah pada banyak sektor (*meso level-multi sectoral approach*) untuk tingkat provinsi hingga kabupaten kota di P. Lombok. Pendekatan tersebut berarti mengkaji kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim pada tingkatan menengah dengan mempertimbangkan dampak perubahan iklim terhadap banyak sektor di P. Lombok dan kedalaman analisis dan hasil pada tingkatan wilayah kabupaten/kota yang ada di P. Lombok. Dalam aplikasinya, khusus sektor air, kajian tingkatan menengah ini pertama-tama melibatkan sub satuan wilayah sungai (SSWS) atau daerah aliran sungai (DAS) utama di P. Lombok sebagai satuan wilayah analisis. Pada tahapan berikutnya, satuan wilayah SSWS/DAS utama ini kemudian ditranformasikan ke masing-masing satuan administratif tingkat kabupaten/kota.

b. Kerangka Umum Kajian

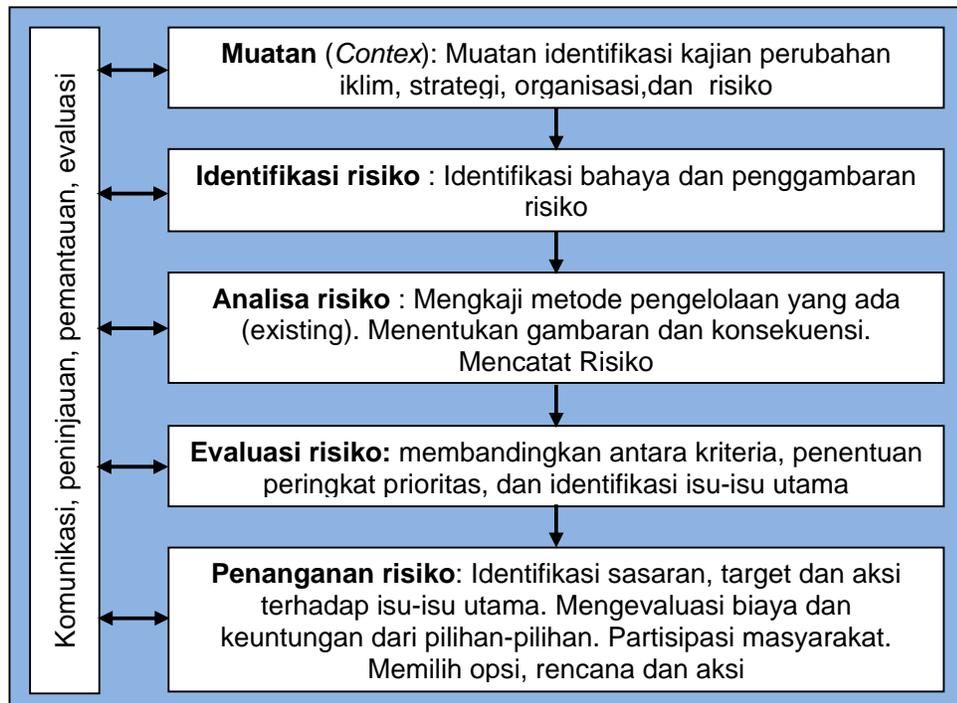
Kajian kerentanan dan risiko perubahan iklim yang dilakukan di P. Lombok dalam konteks adaptasi dengan pendekatan dan tingkat kedalaman kajian *meso level study* ini adalah suatu kajian yang relatif baru di Indonesia. Pendekatan tersebut dilengkapi dengan kerangka kajian yang juga relatif baru. Dibawah ini adalah butir-butir kerangka kajian yang menjadi rujukan dalam dampak perubahan iklim sektor air disarikan dari proposal kajian keseluruhan sektor (Suroso, D.S., 2008):

- 1) Kerangka kajian berada dalam kerangka kajian risiko yang mengintegrasikan antara bahaya, kerentanan, dan risiko dalam suatu hubungan tertentu yang saling terkait dan saling mempengaruhi dengan model proses kajian sebagaimana pada Gambar 3.2.

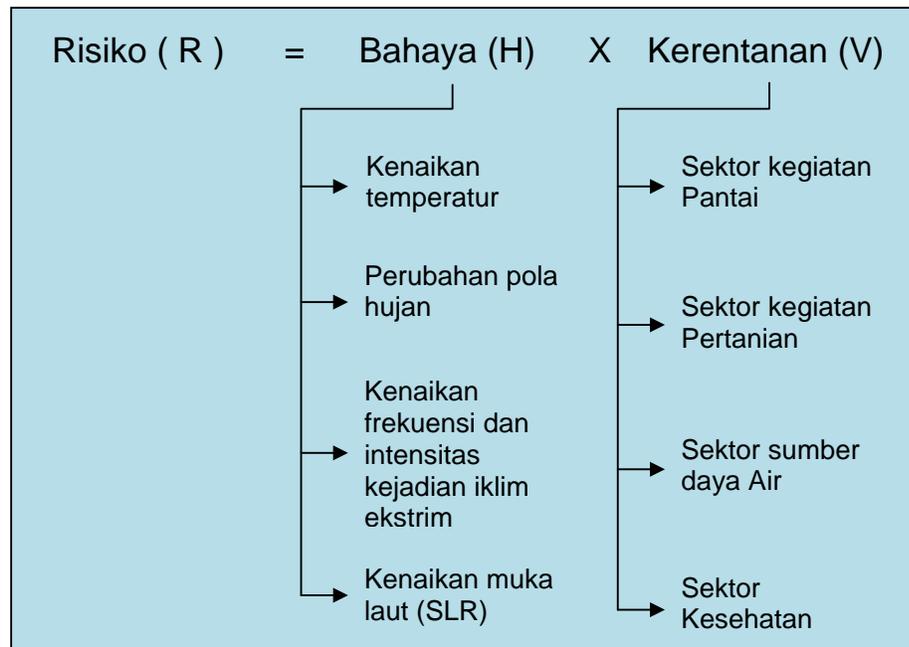
- 2) **Risiko** (*Risk, R*) adalah pelapisan (*overlay*) atau perkalian antara **Bahaya** (*Hazards; H*) dan **Kerentanan** (*Vulnerability, V*) dalam notasi sebagaimana diberikan oleh Affeltranger, et al., 2006 (Gambar 3.3);
- 3) **Bahaya** (perubahan) iklim dirumuskan sebagai fungsi dari karakter, besaran, dan kecepatan perubahan dan variasi iklim.
- 4) **Kerentanan** (*vulnerability, V*) adalah fungsi dari karakter (*character*), besaran (*magnitude*), dan kecepatan (*rate*) dari bahaya perubahan iklim dan variasi dari keterpaparan (*exposure*), sensitivitas (*sensitivity*) dan kapasitas adaptasi (*adaptive capacity*) dari sistem terhadap karakter, besaran, dan kecepatan perubahan iklim tersebut. Secara singkat, kerentanan didefinisikan sebagai fungsi dari ketersingkapan (*exposure, E*), sensitivitas (*sensitivity, S*), dan kapasitas adaptasi (*adaptive capacity, AC*) terhadap bahaya perubahan iklim dalam suatu hubungan berikut:

$$V = (E \times S) / AC$$

- 5) Dengan ketersediaan data spasial dari masing-masing data yang dilibatkan, maka selanjutnya dapat digambarkan peta atau informasi keruangan dari bahaya, kerentanan dan risiko (peta bahaya, peta kerentanan, peta risiko).



Gambar 3.2. Model proses kajian risiko . Sumber: New Zealand Climate Change Office, 2004



Gambar 3.3. Bagan notasi risiko. Sumber: Affeltranger, et al., 2006 dalam Suroso, D.S., 2008

c. Metode Umum Kajian

Langkah-langkah metode umum kajian (Gambar 2.2) dengan penafsiran untuk sektor air adalah sebagai berikut:

- 1) Perumusan masalah dan penetapan muatan (*context*). Langkah ini adalah langkah dasar, meliputi curah pendapat, publik konsultasi, dan diskusi kelompok terarah, penentuan sektor kunci yang rentan terhadap perubahan iklim. Pelaksanaan langkah dasar ini dilakukan bersama dengan sektor lain. Sebagian diantara langkah ini merupakan sesuatu yang diberikan (*given*), misalnya: pendekatan umum kajian dan hasil diskusi kelompok terarah.
- 2) Identifikasi bahaya iklim. Dalam langkah kedua ini, sektor air setelah berdiskusi bersama dengan tim sektor lainnya melakukan modifikasi, yaitu pemisahan dua hal yang berkaitan: **i) potensi bahaya**, dan **ii) bahaya** itu sendiri. Potensi bahaya adalah apa yang dalam notasi risiko dari Affeltranger, et al., 2006 (dalam Suroso, D.S., 2008) dikenali sebagai bahaya iklim, yaitu: *kenaikan temperatur, perubahan pola hujan, kenaikan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim, kenaikan muka laut (SLR)*. Adapun bahaya perubahan iklim terhadap sektor air dirumuskan kemudian berdasarkan sensitivitas potensi bahaya pada aspek-aspek penting sektor

Sektor Sumber Daya Air

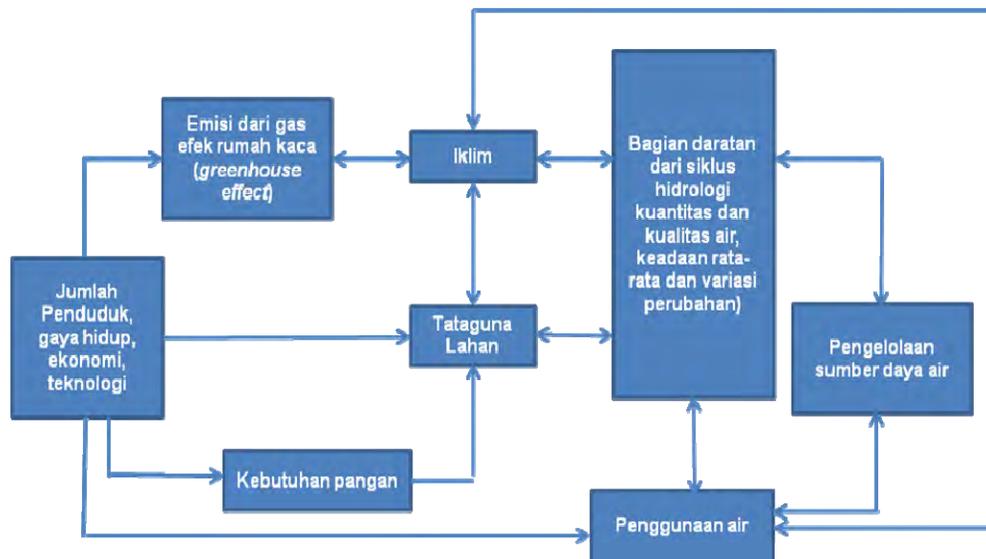
air. Potensi bahaya diperoleh dari hasil kajian sektor iklim dan sektor SLR atau sesuatu nilai yang *given*. Dasar pemikiran pembagian tersebut adalah bahwa berdasarkan definisi bahaya, gejala perubahan iklim belum tentu menjadi bahaya aktual pada sektor air. Dengan kata lain, suatu uji awal terhadap potensi bahaya perubahan iklim terhadap sektor air yang penting perlu dilakukan guna memperoleh bahaya yang lebih mewakili;

- 3) Identifikasi kerentanan dari sektor utama yang terkena dampak. Penerapan langkah ini untuk sektor air adalah **identifikasi aspek utama sektor air yang terkena dampak**. Implementasinya adalah mengenali berbagai komponen kerentanan, yaitu *exposure* (E), *sensitivity* (S), dan kapasitas adaptasi (AC) mengikuti hubungan kerentanan (V) sebagai fungsi dari E, S dan AC dalam rumusan $V = (ExS)/AC$. Tiga pertimbangan penting disini adalah: (i) *implikasi lebih lanjut dari bahaya yang telah diidentifikasi*, (ii) *alat analisis yang digunakan, diantaranya aplikasi geographic information system (GIS)*, dan (iii) *ketersediaan data*. Hasilnya disajikan pada bagian 3.1.3;
- 4) Analisa dan evaluasi risiko. Sebagaimana rumusan pada Gambar 2.3, risiko dianalisa berdasarkan rumusan risiko (R) tersusun dari bahaya (H) dikalikan kerentanan (V). Dalam langkah ini masing-masing risiko itu diberi bobot dengan metode analisis pembobotan tertentu. Hasil pembobotan dan analisis GIS terhadap risiko kemudian dievaluasi.
- 5) Penemuan strategi adaptasi yang memadai berdasarkan risiko yang diperoleh. Langkah ini merupakan tindak lanjut dari empat langkah sebelumnya guna mencapai sasaran dan tujuan kajian. Langkah ini adalah bagian untuk menjawab pertanyaan tentang bagaimana risiko-risiko yang telah diidentifikasi itu direspon dan ditangani.
- 6) Pengarus-utamaan (*mainstreaming*) dalam kebijakan pembangunan. Langkah terakhir ini dilakukan bersama-sama hasil kajian sektor lainnya. Sasarannya adalah agar pertimbangan berdasarkan apa yang terbaik yang diketahui dari hasil kajian tentang perubahan iklim (*the best known*) ini dapat dilibatkan dalam kebijakan pembangunan pemerintah setempat. Tujuannya adalah agar *the best known* tersebut bersama-sama dengan penggunaan pedoman analisis risiko berguna bagi pemerintahan lokal untuk membantu masyarakat setempat beradaptasi terhadap perubahan iklim yang diketahui.

3.1.2. Model Konsep Rujukan dan Ketersediaan Data

Model konsep rujukan sebagaimana pada Gambar 3.4, didefinisikan sebagai konsep rujukan dalam studi kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim dari sisi substansi keberadaan sumber daya atau sektor air. Di dalam model konsep ini diperlihatkan hubungan-hubungan antara sektor air dan komponen lingkungan yang terkait baik langsung maupun tidak langsung.

Model konsep (Gambar 3.4) mengasumsikan telah diketahuinya berbagai informasi yang lengkap tentang hubungan-hubungan parameter sektor air dengan dampak perubahan iklim. Informasi tersebut meliputi: jumlah penduduk, gaya hidup terkait, ekonomi, teknologi, kebutuhan pangan, tata guna lahan, emisi dari gas efek rumah kaca, iklim, bagian daratan dari siklus hidrologi, kuantitas dan kualitas air, keadaan rata-rata dan variasi perubahan, penggunaan dan pengelolaan air.



Keterangan:

- : Pengaruh dominan searah
- ↔ : Pengaruh timbal balik (saling mempengaruhi secara signifikan)

Gambar 3.4. Model konsep rujukan: dampak aktivitas manusia terhadap sumber air bersih dan pengelolaannya oleh manusia dengan perubahan iklim sebagai salah satu tekanan terhadap air bersih. Sumber: IPCC, Working Group II, 2008.

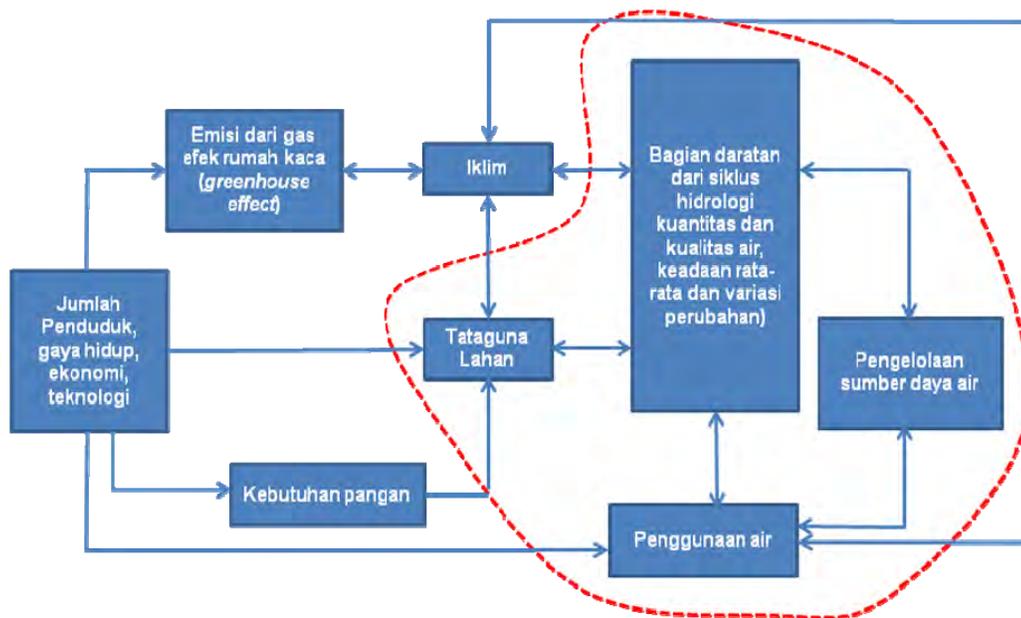
Pada kenyataannya, khususnya di negara berkembang, dan lebih khusus lagi di P. Lombok, data dan informasi yang diperlukan guna mengkaji kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim sebagaimana dalam model konsep tersebut, tidak tersedia dengan cukup lengkap. Bahkan, informasi spasial paling dasar sekalipun

sangatlah terbatas. Berdasarkan hal itu, model konsep tersebut perlu dimodifikasi guna aplikasinya didalam kajian ini sebagaimana diuraikan dibawah ini.

3.1.3. Model Konsep, Alur Pikir, dan Kerangka Kajian yang Digunakan

(1) Model Konsep dan Alur Pikir yang Digunakan

Dalam upaya identifikasi kerentanan dan risiko sektor air terhadap perubahan iklim di daerah kajian digunakan model konsep hasil modifikasi (Gambar 3.5 dan Gambar 3.6). Model konsep yang digunakan ini diturunkan berdasarkan batasan pendekatan umum dan tingkat kajian, ketersediaan data yang berhasil dikumpulkan dan memenuhi kriteria data terpilih setelah penilaian data.



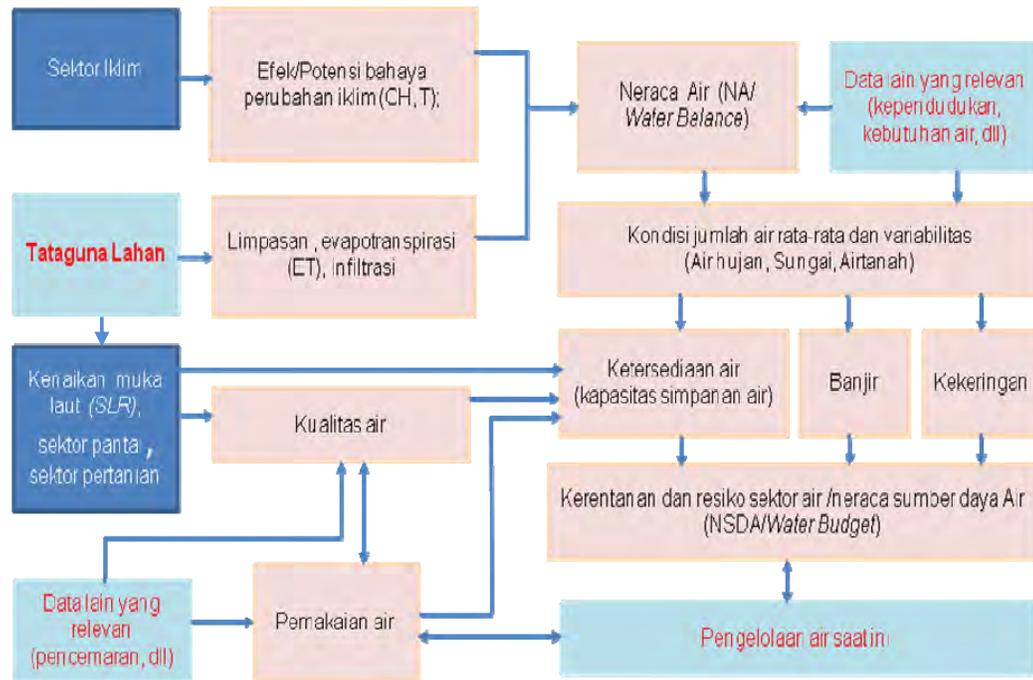
Keterangan:

-  : Bagian dari konsep model rujukan yang digunakan dalam kajian. Perubahan iklim dipertimbangkan hanya bagian yang berpengaruh terhadap kondisi bagian daratan dari siklus hidrologi dan tidak sebaliknya (pengaruh daratan pada iklim); sebagaimana kebutuhan pangan dipertimbangkan hanya searah (mis: pengaruh produksi pangan pada ketersediaan air) dan bukan sebaliknya (efek ketersediaan air pada produksi pangan).
-  : Pengaruh dominan searah
-  : Pengaruh timbal balik (saling mempengaruhi secara signifikan)

Gambar 3.5. Modifikasi model konsep yang digunakan dalam kajian

Sektor Sumber Daya Air

Berdasarkan Gambar 3.5, kajian ini membatasi permasalahannya pada aspek-aspek sektor air berupa: *pengaruh perubahan iklim, tataguna lahan, bagian daratan dari siklus hidrologi (kuantitas dan kualitas air, keadaan rata-rata dan variasi perubahan ketersediaan air), penggunaan air, dan pengelolaan air*. Aspek-aspek tersebut dan hubungan yang ditinjau dalam kajian diperjelas lagi pada Gambar 3.6.



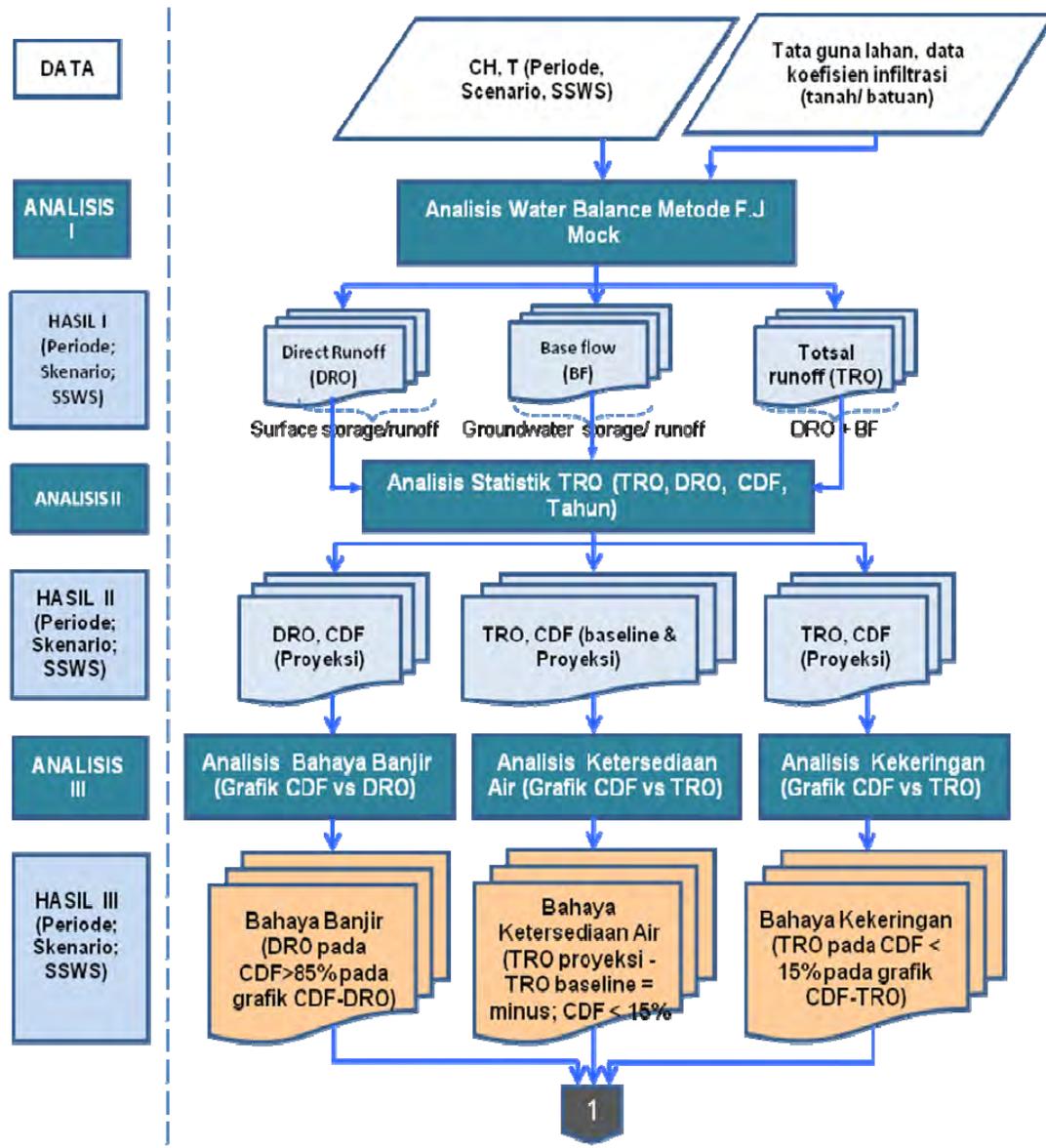
Keterangan:

- : Data yang diperoleh langsung (given data/fix data) hasil kajian sektor lain (misal: kenaikan muka laut, rendaman air laut diatas pantai, produksi pangan)
- : Data yang beberapa diantaranya mungkin dapat digunakan langsung (fix data/given data), beberapa yang lain memerlukan asumsi, penafsiran dan pengolahan lebih lanjut (mis: data tataguna lahan, jumlah dan kepadatan penduduk, kebutuhan air, pencemaran air, kondisi infrasyktur irigasi, dll)
- : Hasil analisis sementara atau final melibatkan baik data langsung (given data/fix data) maupun data hasil asumsi, penafsiran, dan pengolahan lebih lanjut (mis: limpasan, evapotranspirasi, infiltrasi, bahaya pada ketersediaan air, banjir; kerentanan dan risiko ketersediaan air, banjir dan kekeringan, dll)
- : Hubungan mempengaruhi
- : Hubungan saling mempengaruhi
- Tingkat kajian : Analisis diusahakan sedapat mungkin bersifat analisis kuantitatif. Namun, analisis kualitatif masih tak terhindarkan seperti pada penafsiran kualitas air, pengelolaan air saat ini dan proyeksi ke depan. Hal ini sesuai dengan tataran kajian yang ada pada tingkat menengah dan ketersediaan data.

Gambar 3.6. Modifikasi model konsep lebih lanjut yang digunakan dalam kajian berdasarkan ketersediaan data

Sektor Sumber Daya Air

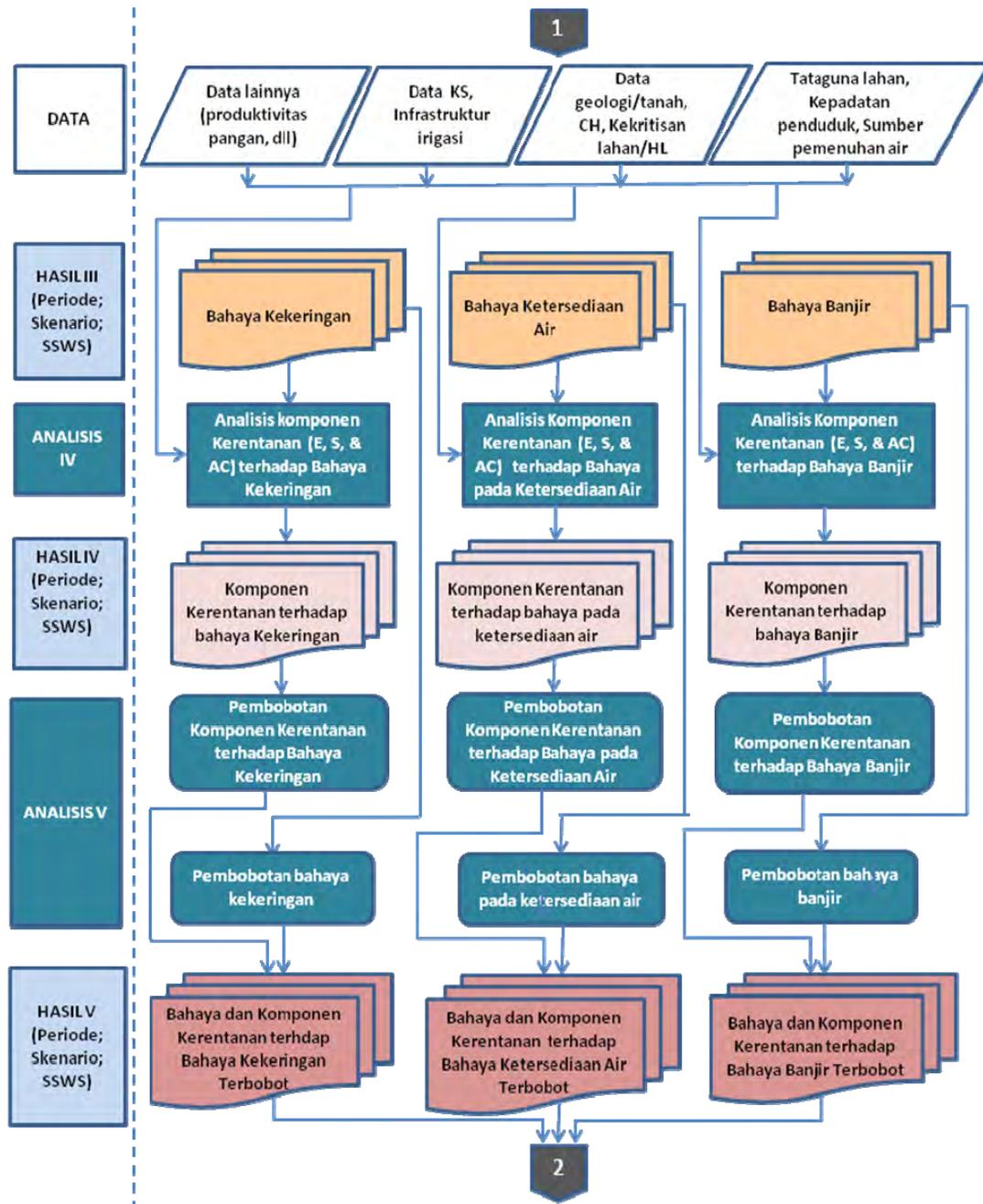
Adapun alur pikir yang digunakan berdasarkan model konsep dan ketersediaan data disajikan dalam Gambar 3.7 a, b, dan c dibawah ini.



Gambar 3.7 a. Alur pikir yang digunakan dalam kajian

Keterangan:

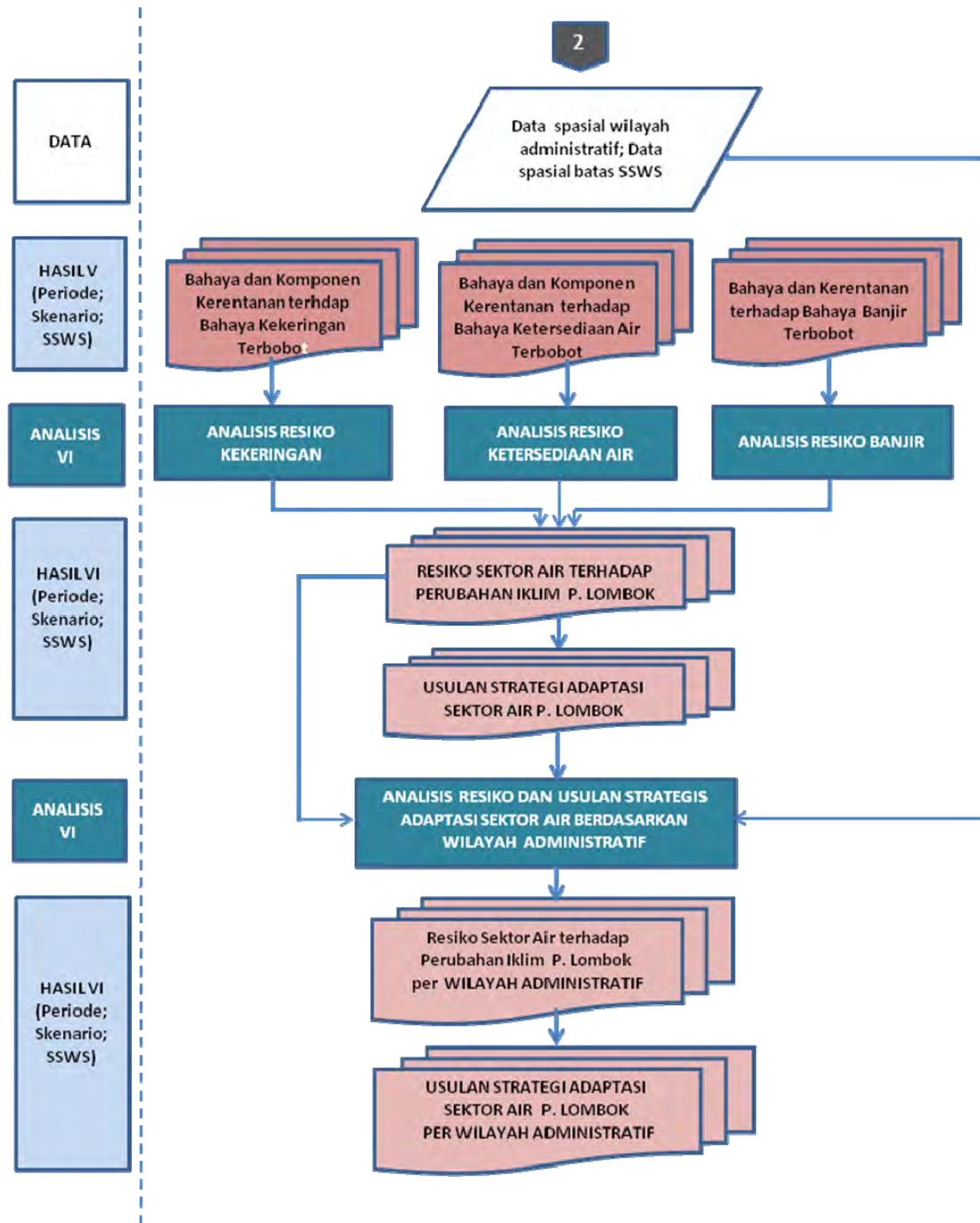
- CH, T : CH : curah hujan; T : temperatu; data 1961-2007 dan proyeksi sampai tahun 2100, diperoleh dari hasil kajian sektor iklim
- SSWS : Sub satuan wilayah sungai = daerah aliran sungai (DAS) utama di P. Lombok
- DRO : Direct runoff, diperoleh dari hasil analisis water balance
- BF : Base flow, diperoleh dari hasil analisis water balance
- TRO : Total runoff = DRO + BF, diperoleh dari hasil analisis water balance
- CDF : Cumulative distribution frequency, diperoleh dari hasil analisis statistik terhadap data DRO atau data TRO



Gambar 3.7.b. Alur pikir yang digunakan dalam kajian – lanjutan-1

Keterangan:

- CH : Curah hujan hasil analisis polygon Thiessen, data Dinas PU, Prov. NTB, 2007
- SSWS : Sub satuan wilayah sungai = daerah aliran sungai (DAS) utama di P. Lombok
- KS : Angka kesejahteraan penduduk
- HL : Hutan lindung (tingkat kekritisian hutan lindung)
- E, S, AC : Komponen kerentanan: E = Exposure, S = Sensitivity, AC = Adaptive capacity



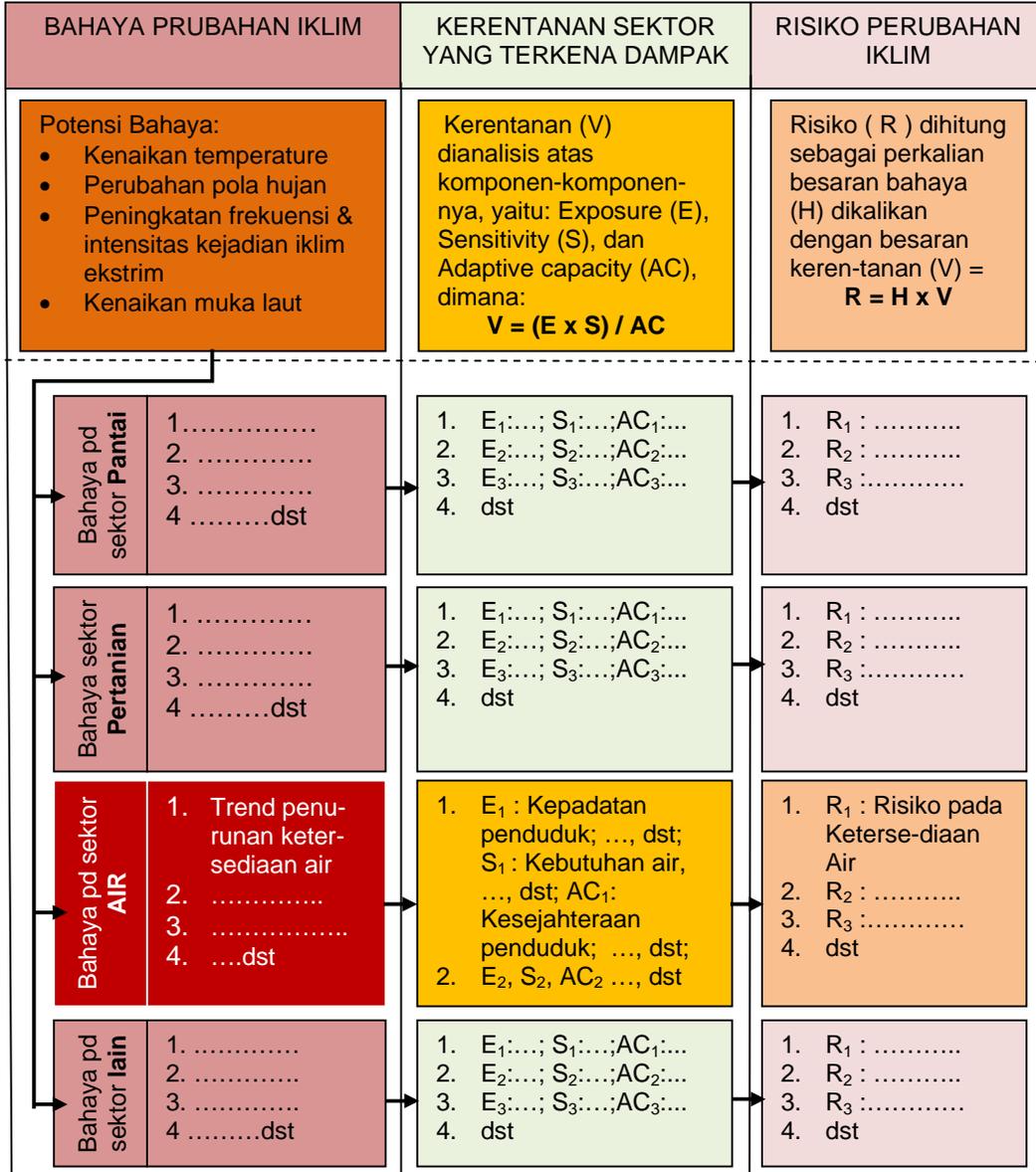
Gambar 3.7.c. Alur pikir yang digunakan dalam kajian – lanjutan-2

Keterangan:

- : Kajian ini selesai pada outputs berupa risiko sektor air terhadap perubahan iklim yang sudah memuat informasi bahaya dan kerentanan terkait, dan outcomes berupa usulan strategi adaptasi berkaitan dengan masing-masing risiko tersebut disajikan dalam peta (map GIS), tabel dan narasi.

(2) Kerangka Kajian yang Digunakan

Mengikuti butir 1) sampai 4) langkah-langkah metode umum kajian tersebut diatas, dalam kajian sektor air diusulkan kerangka kajian kerentanan dan risiko sektor air terhadap perubahan iklim di P. Lombok (Gambar 3.8).



Gambar 3.8.

Kerangka kajian kerentanan dan risiko sektor air diantara kajian sektor lainnya terhadap perubahan iklim di P. Lombok, 2008. E₁, S₁, AC₁ adalah komponen kerentanan terhadap bahaya 1; R₁ adalah risiko karena bahaya ke-1 dan kerentanan ke-1 ($V_1 = (E_1 \times S_1) / AC_1$) (Sumber: modifikasi dari Suroso, D.S., 2008).

Sektor Sumber Daya Air

Dalam Gambar 3.8, sektor air merupakan salah satu kajian dari seluruhnya sebanyak 5 (lima) kajian, yaitu: iklim, kenaikan muka laut (*sea level rise, SLR*), sektor kegiatan pesisir dan pantai, sektor air, dan sektor pertanian. Dalam hal ini, dibedakan antara **potensi bahaya** dan **bahaya** dimana bahaya merupakan hasil analisis lebih lanjut dari potensi bahaya dengan menggunakan metode terpilih pada tingkat studi yang digunakan (*meso level study*) dengan alur pikir sebagaimana pada Gambar 3.7. Terdapat 3 (tiga) jenis indikasi bahaya, yaitu: bahaya ketersediaan air, bahaya banjir, dan bahaya kekeringan.

Selanjutnya, setiap bahaya tersebut dilihat pengaruhnya terhadap komponen kerentanan untuk masing-masing bahaya. Sebagaimana dalam rumusan kerentanan (V) yang dikemukakan sebelumnya, terdapat 3 (tiga) komponen kerentanan yaitu: *Exposure* atau keterpaparan (E), *Sensitivity* atau kesensitifan (S), dan *Adaptive Capacity* atau kapasitas adaptasi (AC). Mengingat ada 3 indikasi bahaya, maka terdapat tiga set komponen kerentanan yang dapat diberi simbol E_1, E_2, E_3 ; S_1, S_2, S_3 dan AC_1, AC_2, AC_3 . Dengan demikian tiga set komponen kerentanan itu adalah (E_1, S_1, AC_1) , (E_2, S_2, AC_2) , dan (E_3, S_3, AC_3) masing-masing untuk bahaya (B) ke-1, ke-2, dan ke-3 dengan akibat Risiko (R) yaitu: R_1, R_2 , dan R_3 .

3.2. DATA YANG DIGUNAKAN

Untuk memperoleh hasil yang dapat dipercaya, maka diperlukan data sesuai kebutuhan masing-masing analisis. Untuk telah dilakukan pengumpulan data dan analisis terhadap data yang diperoleh dengan metode analisis yang sesuai dengan pendekatan studi tingkat menengah (*meso level study*). Sub bab ini membahas metode pengumpulan data dan metode seleksi data yang dilakukan dalam kajian.

3.2.1. Metode Pengumpulan Data

Data yang seharusnya dilibatkan dalam kajian ini semestinya adalah data yang berbasis keruangan (spasial data) untuk setiap item data yang diperlukan. Hal itu mengingat hasil kajian berbasiskan keruangan atau dalam bentuk peta. Untuk itu telah dilakukan berbagai metode pengumpulan data untuk memperoleh data sebanyak mungkin dan selengkap mungkin. Metode pengumpulan data yang telah ditempuh diantaranya :

Sektor Sumber Daya Air

1. Survei, studi pustaka, *surfing* melalui internet dan pengumpulan data atau informasi lain yang relevan.
2. Konsultasi publik dengan *stake holders* terkait pada awal kegiatan
3. Diskusi dan pelaksanaan *focus group discussion* (FGD) dengan pihak-pihak lain yang terkait.

Survei dan studi pustaka dilakukan terhadap berbagai lembaga atau instansi yang memiliki otoritas dalam pengelolaan sumber daya air, baik di Pusat maupun di Daerah. Survei juga dilakukan terhadap instansi swasta yang diperkirakan memiliki data yang relevan. *Surfing* melalui internet dilakukan terutama guna berkenaan dengan aspek metodologi atau konseptual model dalam rangka pengembangan alur pemikiran dalam kajian.

Konsultasi publik merupakan langkah penting dalam kajian ini. Kegiatan dirancang selain untuk menampung aspirasi otoritas Pemerintahan Provinsi NTB di P. Lombok, juga dirancang untuk mengetahui peta keberadaan data yang diperlukan serta untuk mendapatkan akses terhadap data tersebut.

3.2.2. Metode Seleksi Data

Seleksi data dilakukan mengingat tidak semua data relevan untuk dilibatkan dalam kajian. Format data dalam bentuk data spasial menjadi salah alat penyeleksi data. Secara ringkas seleksi data yang digunakan dalam kajian ini adalah:

- 1) Data dan informasi yang benar-benar relevan dengan kebutuhan kajian, jelas sumbernya, dan berupa data terkini;
- 2) Data dan informasi yang lengkap untuk seluruh P. Lombok dan konsisten dalam bagian-bagiannya, serta lengkap berurutan (*time series*) untuk keperluan analisis yang memerlukan data *time series*;
- 3) Diupayakan mendapatkan data yang masih berupa data mentah atau data tingkat pertama;
- 4) Jika terpaksa harus menggunakan data yang sudah mengalami pengolahan atau analisis, maka diupayakan memahami jenis dan tingkat analisis yang telah dilakukan;
- 5) Diprioritaskan data atau informasi dalam format spasial atau dapat diolah menjadi data atau informasi spasial.

3.2.3. Profil Data yang Digunakan

Berdasarkan metode pengumpulan data dan seleksi data sebagaimana tersebut di atas, dibawah ini disampaikan beberapa data yang digunakan dalam kajian, meliputi data kebutuhan air per SSWS, tingkat kekritisn lahan SSWS, tingkat kekritisn hutan lindung, dan infrastruktur irigasi (mataair, embung, dan bendungan atau dam). Adapun data lainnya seperti curah hujan, temperatur, kepadatan penduduk, curah hujan lokal, dan kesejahteraan penduduk diberikan langsung pada pembahasan kerentanan (Lampiran IV).

Tabel 3.3. Kebutuhan air P. Lombok dalam 10m³/tahun

SSWS	Domestik	Pertanian	Industri	Lainnya
Dodokan	108.22	1616.97	647.02	1050.68
Jelateng	7.22	50.86	0.00	14.73
Menanga	34.92	459.93	208.34	256.96
Putih	18.39	184.90	13.62	96.69

Tabel 3.4. Kekritisn lahan SSWS dan kawasan hutan lindung per SSWS (km²)

SSWS	Luas Lahan SSWS yang Kritis (km ²)	Luas Kawasan Hutan Lindung yang Kritis (km ²)
Dodokan	10,698.03	11,754.20
Jelateng	10,199.27	4,265.63
Menanga	5,599.92	500.00
Putih	16,566.84	9,000.00

Tabel 3.5. Infrastruktur irigasi/air: Mataair

No	LS		BT		Debit (liter/detik)
1.	8.00	0.57	116.00	0.18	276.4
2.	8.00	0.58	116.00	0.18	30.1
3.	8.00	0.58	116.00	0.18	24
4.	8.00	0.57	116.00	0.23	174
5.	8.00	0.57	116.00	0.23	396.8
6.	8.00	0.57	116.00	0.24	123.8
7.	8.00	0.55	116.00	0.24	958.6
8.	8.00	0.58	116.00	0.23	83
9.	8.00	0.54	116.00	0.24	682.9
10.	8.00	0.59	116.00	0.29	22
11.	8.00	0.58	116.00	0.29	4.8
12.	8.00	0.57	116.00	0.35	70

Sektor Sumber Daya Air

Tabel 3.5. Infrastruktur irigasi/air: Mataair (lanjutan 1)

No	LS		BT		Debit (liter/detik)
13.	8.00	0.57	116.00	0.35	34.9
14.	8.00	0.57	116.00	0.35	16.7
15.	8.00	0.58	116.00	0.34	34.3
16.	8.00	0.58	116.00	0.35	10
17.	8.00	0.57	116.00	0.34	40
18.	8.00	0.57	116.00	0.35	9
19.	8.00	0.56	116.00	0.33	4.9
20.	8.00	0.56	116.00	0.33	18.1
21.	8.00	0.56	116.00	0.33	5.9
22.	8.00	0.56	116.00	0.34	103
23.	8.00	0.74	116.00	0.34	12.6
24.	8.00	0.56	116.00	0.34	13.5
25.	8.00	0.56	116.00	0.34	41.6
26.	8.00	0.56	116.00	0.34	17
27.	8.00	0.55	116.00	0.34	28.1
28.	8.00	0.55	116.00	0.34	26.2
29.	8.00	0.55	116.00	0.34	40.5
30.	8.00	0.55	116.00	0.34	67.7
31.	8.00	0.54	116.00	0.34	39.3
32.	8.00	0.54	116.00	0.34	99.3
33.	8.00	0.54	116.00	0.34	93.1
34.	8.00	0.54	116.00	0.35	25.1
35.	8.00	0.57	116.00	0.36	50.8
36.	8.00	0.56	116.00	0.38	39.4
37.	8.00	0.56	116.00	0.38	15.3
38.	8.00	0.56	116.00	0.37	15
39.	8.00	0.58	116.00	0.37	28.5
40.	8.00	0.54	116.00	0.40	4.1
41.	8.00	0.54	116.00	0.40	10.2
42.	8.00	0.65	116.00	0.13	10
43.	8.00	0.39	116.00	0.16	25.4
44.	8.00	0.35	116.00	0.23	15
45.	8.00	0.55	116.00	0.41	73.1
46.	8.00	0.55	116.00	0.41	21.3
47.	8.00	0.55	116.00	0.41	198.3
48.	8.00	0.54	116.00	0.41	39.8
49.	8.00	0.54	116.00	0.41	30.1
50.	8.00	0.55	116.00	0.41	113.8
51.	8.00	0.54	116.00	0.41	24.3

Sektor Sumber Daya Air

Tabel 3.5. Infrastruktur irigasi/air: Mataair (*lanjutan 2*)

No	LS		BT		Debit (liter/detik)
52.	8.00	0.54	116.00	0.40	10.3
53.	8.00	0.53	116.00	0.40	19.3
54.	8.00	0.54	116.00	0.40	9.8
55.	8.00	0.53	116.00	0.47	1233.4
56.	8.00	0.59	116.00	0.45	817.6
57.	8.00	0.58	116.00	0.53	150
58.	8.00	0.57	116.00	0.53	108.4
59.	8.00	0.57	116.00	0.53	107.8
60.	8.00	0.53	116.00	0.54	43.3
61.	8.00	0.55	116.00	0.55	81.6
62.	8.00	0.55	116.00	0.54	117.3
63.	8.00	0.54	116.00	0.54	24.1
64.	8.00	0.54	116.00	0.54	84.7
65.	8.00	0.54	116.00	0.52	109.6
66.	8.00	0.55	116.00	0.52	195.7
67.	8.00	0.55	116.00	0.52	430.3
68.	8.00	0.54	116.00	0.52	47.5

Tabel 3.5. Infrastruktur irigasi/air: Embung

No	Kecamatan	Kabupaten	Jumlah Embung
1	Batu Layar	Lombok Barat	0
2	Bayan	Lombok Barat	4
3	Gangga	Lombok Barat	0
4	Gerung	Lombok Barat	0
5	Gunung sari	Lombok Barat	0
6	Kayangan	Lombok Barat	0
7	Kediri	Lombok Barat	0
8	Kuripan	Lombok Barat	0
9	Labuapi	Lombok Barat	0
10	Lembar	Lombok Barat	0
11	Lingsar	Lombok Barat	0
12	Narmada	Lombok Barat	0
13	Pemenang	Lombok Barat	0
14	Sekotong Tengah	Lombok Barat	2
15	Tanjung	Lombok Barat	0
16	Batukliang	Lombok Tengah	1
17	Batukliang Utara	Lombok Tengah	0
18	Janapria	Lombok Tengah	63
19	Jonggat	Lombok Tengah	2

Sektor Sumber Daya Air

Tabel 3.6. Infrastruktur irigasi/air: Embung (*lanjutan*)

No	Kecamatan	Kabupaten	Jumlah Embung
20	Kupang	Lombok Tengah	7
21	Praya	Lombok Tengah	31
22	Praya Barat	Lombok Tengah	12
23	Praya Barat Daya	Lombok Tengah	0
24	Praya Tengah	Lombok Tengah	0
25	Praya Timur	Lombok Tengah	64
26	Pringgarata	Lombok Tengah	0
27	Pujut	Lombok Tengah	6
28	Aikmel	Lombok Timur	0
29	Jerowaru	Lombok Timur	0
30	Keruak	Lombok Timur	106
31	Labuan Haji	Lombok Timur	0
32	Masbagik	Lombok Timur	1
33	Montong Gading	Lombok Timur	0
34	Pringgabaya	Lombok Timur	2
35	Pringgasela	Lombok Timur	0
36	Sakra	Lombok Timur	11
37	Sakra Barat	Lombok Timur	0
38	Sakra Timur	Lombok Timur	0
39	Sambelia	Lombok Timur	0
40	Selong	Lombok Timur	0
41	Sembalun	Lombok Timur	0
42	Sikur	Lombok Timur	0
43	Suela	Lombok Timur	0
44	Sukamulia	Lombok Timur	0
45	Suralaga	Lombok Timur	0
46	Terara	Lombok Timur	10
47	Wanasaba	Lombok Timur	0
48	Ampenan	Mataram	0
49	Cakranegara	Mataram	0
50	Mataram	Mataram	0

Tabel 3.7. Infrastruktur irigasi/air: Bendungan (*dam*)

No	Kecamatan	Kabupaten	Jumlah Embung
1	Praya Barat	Lombok Tengah	2
2	Kecamatan lainnya	Kota Mataram, Lombok Barat, Lombok Tengah, dan Lombok Timur	0

3.3. METODE ANALISIS

Berdasarkan alur pikir yang digunakan atas dasar ketersediaan data yang memenuhi kriteria dan tingkat kajian meso level, maka ditentukan metode analisis yang sesuai dan mencukupi untuk keperluan kajian. Terdapat 5 (lima) metode analisis penting yang digunakan dalam kajian, yaitu: (1) Analisis Neraca Air (*Water Balance Analysis*), (2) Analisis Statistik CDF, (3) Analisis *Water Budget* (Neraca Sumber Daya Air), (4) Pembobotan, dan (5) *Geographic Information System* (GIS).

Analisis neraca air terutama ditujukan guna mengetahui nilai limpasan langsung atau *direct runoff* (DRO) dan nilai total limpasan atau total *runoff* (TRO) air hujan yang akan digunakan dalam analisis bahaya dan analisis *water budget*. Analisis statistik menggunakan metode *cumulative distribution frequency* (CDF), diaplikasikan terhadap data DRO dan TRO guna identifikasi bahaya sektor air. Analisis *water budget* digunakan untuk mengetahui ketersediaan sumber air yang diperbandingkan dengan kebutuhan terhadap air. Metode pembobotan digunakan untuk memberikan peringkat, baik bahaya, kerentanan, maupun risiko. Adapun metode GIS digunakan untuk penyajian informasi hasil kajian dalam bentuk spasial.

3.3.1. Metode Analisis Neraca Air (*Water Balance Analysis*)

Metode analisis neraca air (NA) atau *water balance* (WB) digunakan terhadap seluruh data curah hujan dan temperatur P. Lombok yang diperoleh (*given*) dari hasil kajian sektor iklim. Data asli yang digunakan oleh sektor iklim adalah data hasil pengamatan BMG dari 1 (satu) stasiun, yaitu Stasiun Selaparang, Mataram, P. Lombok, periode Tahun 1961-2007. Data Curah hujan (CH) dan temperatur (T) pada periode proyeksi hingga 2100 dihitung berdasarkan pemodelan (*top down*) dan analisis trend hasil observasi (*bottom up*) oleh kajian sektor iklim.

Tujuan dari analisis neraca air adalah guna memperoleh informasi tentang adanya indikasi bahaya pada sektor air, khususnya bahaya ketersediaan air, bahaya banjir, dan bahaya kekeringan di P. Lombok. Sasaran dari analisis WB adalah memperoleh informasi tentang *direct runoff* (DRO), *base flow* (BF) dan total *runoff* (TRO) dari suatu wilayah yang ditinjau. Dalam hal ini satuan wilayah yang ditinjau itu adalah SSWS (Sub Satuan Wilayah Sungai) atau 4 DAS utama di P. Lombok, yaitu SSWS Dodokan, SSWS Jelateng, SSWS Menanga, dan SSWS Putih.

Sektor Sumber Daya Air

Neraca air secara prinsip adalah perhitungan air yang masuk (*water input*) ke suatu sistem dan air yang keluar (*ouput water*) dari sistem tersebut. Neraca air dari suatu wilayah, apakah itu lahan pertanian, daerah aliran sungai (DAS atau *watershed*) dan benua, dapat ditentukan dengan menghitung masukan, keluaran dan perubahan simpanan air di permukaan bumi (*Ritter, Michael E., 2006*). Masukan utama air diperoleh dari hujan (*precipitation, P*) dan keluaran utama adalah evapotranspirasi (*ET*), yaitu penguapan kembali air baik oleh tanaman, lahan, tubuh air maupun agen penguapan lainnya yang terdapat pada satu sistem

Persamaan umum neraca air adalah¹ :

$$P = Q + E + \Delta S$$

Dimana:

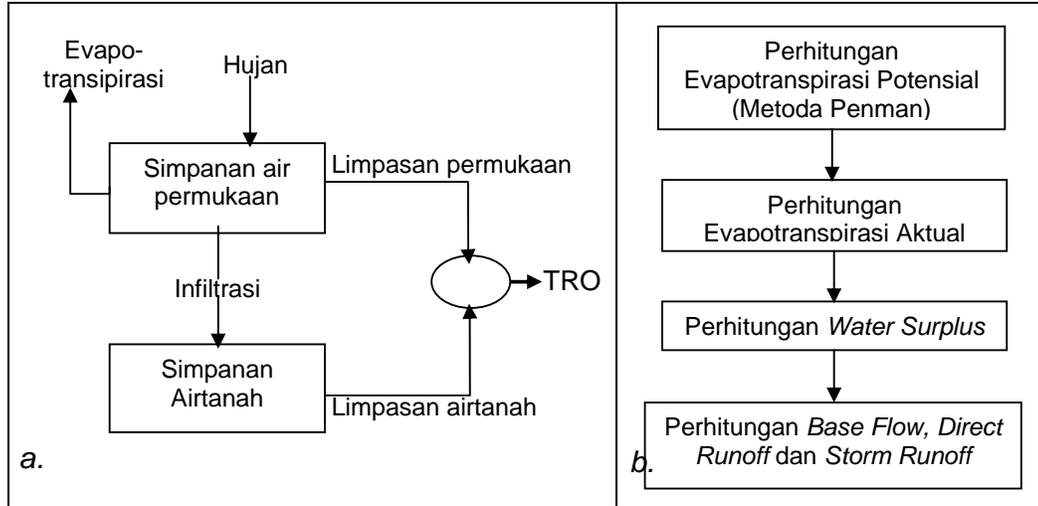
- P* : Curah hujan (*precipitation*)
- Q* : Limpasan (*runoff*)
- E* : Evapotranspirasi (*evapotranspiration*)
- Δ : Perubahan dalam simpaian (*storage*) dalam tanah atau
- S* : batuan dasar

Dalam paparan berikutnya dibawah ini tentang analisis water balance akan dikemukakan salah satu metode perhitungan water balance, yaitu metode F.J. Mock yang digunakan dalam kajian serta metode poligon Thiessen yang juga digunakan dalam kajian ketika menghitung distribus curah hujan berdasarkan data lain dari periode 2003-2007 yang bersumber dari hasil pengamatan Dinas Pekerjaan Umum (PU), Provinsi Nusatenggara Barat.

(1) Metode Water Balance F.J. Mock

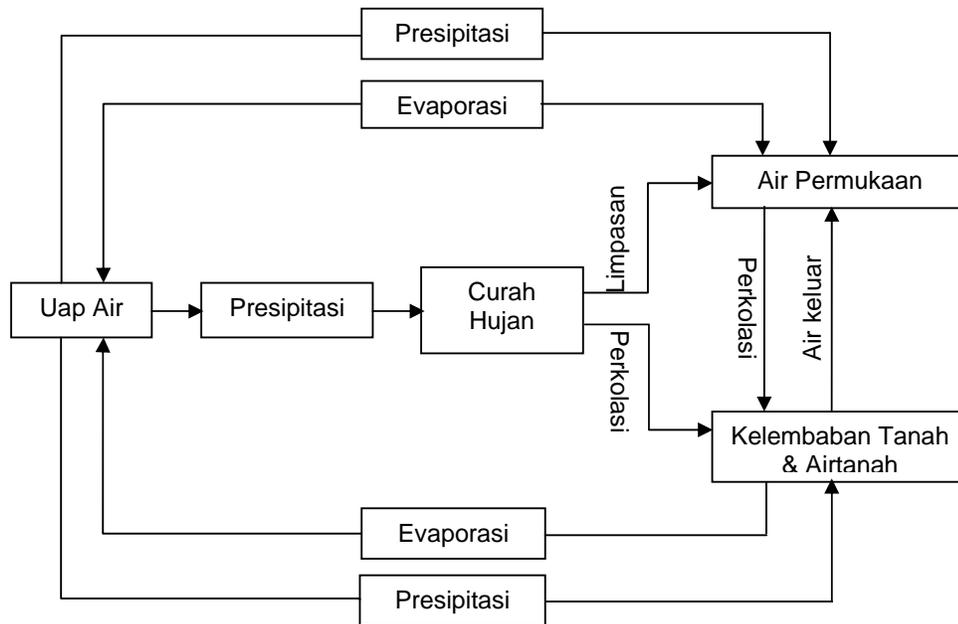
Variasi dalam penggunaan rumus umum neraca air tersebut dimungkinkan sesuai dengan tujuan dan fokus kajian serta daerah tempat kajian neraca air tersebut dilakukan dan ketersediaan data. Salah satu metode neraca air yang banyak digunakan di Indonesia adalah neraca air metode F.J. Mock yang disusun berdasarkan hasil kajian penyusunnya yang dilakukan di daerah Bogor, Jawa Barat, Indonesia (Mock, F.J., 1973 dalam Wuryanto, A., dan Sudirman, D., tanpa tahun). Kajian ini menggunakan metode neraca air dari F.J. Mock mengingat asumsi lokasi kajian adalah P. Lombok di daerah tropis yang memenuhi kriteria analisis neraca air (*water balance*) metode tersebut.

¹ Wikipedia, (2008), *Water Balance*, tersedia pada http://en.wikipedia.org/wiki/Water_balance . Diakses pada tanggal 25 Desember 2008



Gambar 3.9: Bagan alir dalam metode F.J. Mock: a. model *rainfall-runoff*, b. perhitungan debit. Sumber : Wuryanto, A dan Sudirman, D., tanpa tahun.

Dalam siklus hidrologi, penjelasan mengenai hubungan antara aliran ke dalam (*inflow*) dan aliran keluar (*outflow*) di suatu daerah untuk suatu perioda tertentu disebut neraca air atau keseimbangan air (*water balance*). Hubungan-hubungan ini lebih jelas ditunjukkan oleh Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Siklus Air dalam Metode Water Balance F.J. Mock. Sumber: Wuryanto, A dan Sudirman, D., tanpa tahun

Sektor Sumber Daya Air

Rumusan neraca air dari F.J. Mock adalah: $P = E_a + \Delta GS + TRO$ dengan

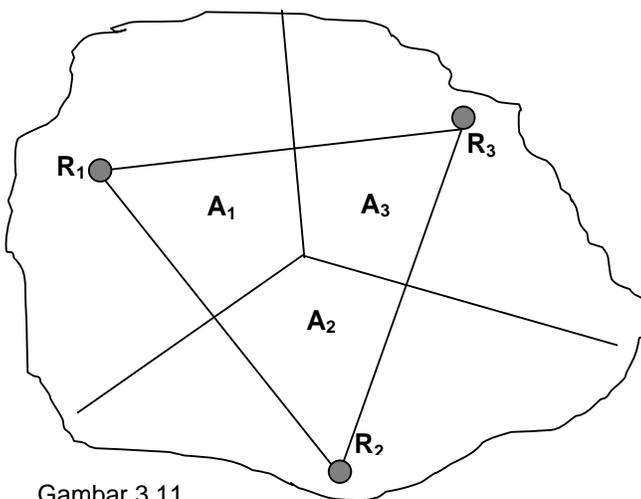
P = presipitasi,
 E_a = evapotranspirasi
 ΔGS = perubahan *groundwater storage*, dan
 TRO = *total run off*

Water balance merupakan siklus tertutup yang terjadi untuk suatu kurun waktu pengamatan tahunan tertentu, dimana tidak terjadi perubahan *groundwater storage* atau $\Delta GS = 0$. Artinya awal penentuan *groundwater storage* adalah berdasarkan bulan terakhir dalam tinjauan kurun waktu tahunan tersebut, sehingga persamaan *water balance* menjadi: $P = E_a + TRO$

Beberapa hal yang dijadikan acuan dalam prediksi debit dengan metoda *Mock* sehubungan dengan *water balance* untuk kurun waktu (misalnya 1 tahun) adalah: (1) Dalam satu tahun, perubahan *groundwater storage* (ΔGS) harus sama dengan nol; dan (2) Jumlah total evapotranspirasi dan *total run off* selama satu tahun harus sama dengan total presipitasi yang terjadi pada tahun itu. Dengan tetap memperhatikan kondisi-kondisi batas *water balance* di atas, maka prediksi debit dengan metoda *Mock* akan cukup akurat.

(2) Metoda Poligon Thiessen

Metoda ini berusaha untuk mengimbangi sebaran distribusi alat ukur yang tidak merata dengan menyediakan suatu faktor pembobot (*weighing factor*) bagi masing-masing stasiun.



Stasiun pengamatan diplot pada suatu peta, dan ditarik garis yang menghubungkan stasiun-stasiun tersebut. Garis-garis bagi tegak lurus dari garis penghubung ini membentuk poligon-poligon di sekitar masing-masing stasiun (Gambar 3.11).

Gambar 3.11.
Penentuan curah hujan representatif cara poligon Thiessen. *Sumber:* Wuryanto, A., dan Sudirman, D., tanpa tahun

Sektor Sumber Daya Air

Sisi-sisi setiap poligon merupakan batas luar aktif yang diasumsikan untuk stasiun yang bersangkutan. Luas masing-masing poligon dinyatakan sebagai persentase dari luas total. Curah hujan rata-rata untuk seluruh luas dihitung dengan mengalikan hujan pada masing-masing stasiun dengan persentase luasnya dan menjumlahkannya. Metoda ini menganggap variasi hujan yang ada adalah linear atau mengabaikan pengaruh-pengaruh orografis.

Gambar 3.11. menggambarkan 3 (tiga) titik stasiun pengamatan iklim dengan data pengamatannya, terutama curah hujan, R_1 , R_2 , dan R_3 dan luasan pengaruh titik-titik stasiun tersebut berdasarkan cara poligon Thiessen masing-masing berturut-turut A_1 , A_2 dan A_3 . Berdasarkan metode poligon Thiessen, curah hujan pada luasan diantara R_1 , R_2 , dan R_3 adalah R_A yang besarnya dihitung sebagai berikut:

$$R_A = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

3.3.2. Metode Analisis Statistik CDF

Metode analisis statistik diaplikasikan terhadap hasil analisis *waterbalance*, khususnya nilai total *runoff* (TRO) dan *direct runoff* (DRO). Tujuannya adalah mendapatkan **nilai batas kondisi ekstrim** sebagai indikasi adanya bahaya ketersediaan air, banjir, dan kekeringan beserta nilainya. Berdasarkan variasi data curah hujan dan temperatur yang diperoleh pada kondisi baseline dan proyeksi, maka ***cumulative distribution frequency*** (CDF) adalah alat analisis statistik yang cocok digunakan dalam kajian ini.

Analisis CDF dimulai dengan mengurutkan nilai parameter **TRO kondisi baseline**. Selanjutnya dilakukan pejumlahan nilai frekuensi pemunculan parameter TRO tahun yang ditinjau dengan tahun sebelumnya berurutan secara kumulatif dengan acuan nilai pertama dari frekuensi parameter tersebut adalah 0. Kemudian hasilnya diprosentasikan dan diplot terhadap parameter tersebut. Maka, akan diperoleh grafik yang berordinat nilai prosentasi CDF dari 0 hingga 1, dan berabsis nilai parameter TRO dari nilai minimum hingga nilai maksimum untuk semua kondisi tahunan dari baseline. Proses ini dilakukan untuk mengetahui kondisi ekstrim ketersediaan air (*water availability*). Adapun penentuan kondisi ekstrim untuk bahaya banjir dan kekeringan menggunakan data hasil proyeksi untuk semua skenario.

Sektor Sumber Daya Air

Berdasarkan cara tersebut akan diperoleh suatu grafik yang apabila pada grafik tersebut ditetapkan nilai atas dan bawah untuk kondisi normal, maka akan diperoleh 3 (tiga) keadaan, yaitu: 1) diatas normal atau diatas batas atas CDF yang dipilih, berhubungan dengan indikasi bahaya banjir, 2) nilai normal, yaitu diantara batas atas dan batas bawah CDF yang dipilih, berhubungan dengan keadaan normal; dan 3) dibawah normal, yaitu nilai CDF dibawah batas yang ditetapkan, berhubungan dengan indikasi bahaya kekeringan. Batas yang dipilih adalah CDF 15 % untuk batas bawah, dan CDF 15% untuk batas atas, dengan catatan, untuk indikasi banjir, analisis CDF yang digunakan adalah grafik CDF terhadap nilai DRO (*direct runoff*).

3.3.3. Metode Analisis *Water Budget*

Analisis *water budget* atau neraca sumber daya air adalah mencari nilai keseimbangan air antara ketersediaan dan kebutuhan air. Nilai keseimbangan air diperoleh melalui pengurangan nilai ketersediaan air dengan nilai kebutuhan atau konsumsi air untuk kondisi baseline dan proyeksi 2030 dan 2080 pada skenario yang dilibatkan. Nilai ketersediaan air dihitung melalui analisis neraca keseimbangan air (*water balance*) air dan merupakan potensi air permukaan dan air tanah. Untuk air permukaan diperhitungkan air permukaan dalam kondisi stabil yang menggunakan 75% dari ketersediaan air permukaan hasil perhitungan *water balance*.

Aspek yang dipertimbangkan lebih lanjut dalam penentuan kebutuhan air adalah jenis kebutuhan air dan indeks jenis kebutuhan air rata-rata dalam satuan volume per satuan jenis kebutuhan per satuan waktu, serta proyeksi kebutuhan. Berdasarkan ketersediaan data, ditentukan 4 jenis konsumsi, yaitu: 1) domestik, 2) pertanian, 3) industri, dan 4) lainnya. Hasil analisis *water budget* yang positif menunjukkan air tercukupi, sebaliknya nilai negatif menunjukkan kekurangan air.

Penggunaan hasil analisis *water budget* adalah berkaitan dengan kerentanan atau risiko ketersediaan air. Dengan kata lain, hasil analisis neraca sumber daya air (*water budget*) adalah salah satu gambaran tentang risiko ketersediaan air. Hal ini mengingat dalam analisis *water budget* telah terlibat komponen-komponen kerentanan dengan parameternya seperti tercermin dalam aspek ketersediaan (jumlah pasokan air dan kualitas air secara serta distribusinya) dan kebutuhan air (penduduk, pertanian, industri, dan lainnya berikut distribusinya).

3.3.4. Metode Pembobotan

Metode pembobotan merupakan metode yang cukup rumit dan melibatkan banyak asumsi. Pembobotan digunakan untuk nilai kondisi bahaya sektor air yang teridentifikasi, kerentanan terhadap bahaya tersebut yang dilibatkan dalam kajian, dan risiko karena bahaya dan kerentanan tersebut beserta hubungan pengaruh diantara parameter yang dilibatkan.

Asumsi digunakan dalam pemilihan dan penentuan nilai pada parameter kerentanan, seperti parameter kebutuhan air untuk komponen sensitivitas yang dianggap sama antara kondisi baseline dan kondisi proyeksi (belum melibatkan proyeksi kebutuhan air). Asumsi seperti itu akan menentukan derajat keterpercayaan hasil identifikasi dan penilaian kerentanan.

(1) *Pembobotan per individu*

Berdasarkan variasi yang ada pada aspek bahaya dan kerentanan, maka *digunakan dua tahap pembobotan* yang diantara keduanya tidak terpisahkan. *Tahap pertama*, penentuan klasifikasi nilai terhadap selisih nilai paling bawah dan nilai paling atas dari suatu nilai parameter yang hendak diberi bobot, kemudian klasifikasi tersebut diberi bobot. Bobot untuk masing-masing nilai kelas ini ditentukan berdasarkan hubungan atau pengaruh antara parameter kerentanan tersebut dengan bahaya.

Berdasarkan faktor hubungan atau pengaruh ini maka **dimungkinkan satu parameter yang sama akan berkebalikan bobot nilainya antara penggunaannya untuk bahaya yang satu dengan bahaya yang lain**. Sebagai contoh, parameter curah hujan akan memiliki bobot yang berkebalikan antara penggunaannya sebagai komponen kerentanan terhadap bahaya kekeringan dibandingkan dengan penggunaannya sebagai komponen kerentanan terhadap bahaya banjir. *Pembobotan tahap pertama ini dapat disebut sebagai pembobotan per individu* dan diaplikasikan untuk aspek bahaya, kerentanan, maupun risiko.

Sebagai ilustrasi pembobotan per individu dan nilai bobotnya yang ditentukan oleh hubungan dengan faktor (bahaya) yang mempengaruhinya diberikan pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 dibawah ini berkenaan dengan komponen kerentanan parameter curah hujan.

Tabel 3.3. Contoh bobot nilai **curah hujan** sebagai parameter komponen kerentanan terhadap bahaya banjir

No	Curah Hujan (mm/tahun)	Rangking	Bobot
1	2400 <	1	0.33
2	2000 s.d 2400	2	0.27
3	1600 s.d 2000	3	0.2
4	1200 s.d. 1600	4	0.13
5	< 1200	5	0.07

Tabel 3.4. Contoh bobot nilai **curah hujan** sebagai parameter komponen kerentanan terhadap bahaya penurunan kekeringan

No	Curah Hujan (mm/tahun)	Rangking	Bobot
1	2400 <	1	0.07
2	2000 s.d 2400	2	0.13
3	1600 s.d 2000	3	0.20
4	1200 s.d. 1600	4	0.27
5	< 1200	5	0.33

Pada Tabel 3.3, terdapat 5 klasifikasi curah hujan dengan nilai tertinggi adalah > 2.400 mm/tahun, hingga nilai terkecil adalah < 1.200 mm per tahun. Apabila data curah hujan tersebut akan dilibatkan sebagai komponen kerentanan terhadap bahaya banjir, maka bobot tertinggi hingga terendah sebanding dengan curah hujan terbesar (> 2.400 mm/tahun) hingga terkecil (< 1.200 mm/tahun). Sebaliknya, apabila data curah hujan tersebut akan digunakan sebagai komponen kerentanan terhadap bahaya kekeringan, maka bobot tertinggi hingga terendah sebanding dengan nilai curah hujan terendah (< 1.200 mm/tahun) hingga tertinggi (> 2.400 mm/tahun).

(2) *Pembobotan metode pair wise comparison*

Pembobotan metode **pair wise comparison (PWC)** merupakan pembobotan tahap kedua. Pembobotan ini adalah pembobotan keseluruhan parameter kerentanan yang terlibat dan diaplikasikan hanya untuk komponen kerentanan. Namun, secara implisit artinya juga berlaku untuk pembobotan aspek risiko, karena perhitungan risiko melibatkan kerentanan.

Sektor Sumber Daya Air

Dalam tahap kedua telah dilibatkan **faktor ketelitian data** dan **urutan hubungan atau pengaruh** diantara parameter komponen kerentanan secara tepat (bijak). Metode tersebut apabila dirumuskan secara matematis akan berbentuk sebagai berikut: $V = (\alpha E \times \beta S) / \gamma AC$ dengan V adalah bobot kerentana; E, S, dan AC adalah komponen-komponen kerentanan eksposur, sensitivitas dan kapasitas adaptasi; dan α , β , dan γ adalah koefisien pengaruh dari parameter komponen kerentanan yang terlibat. "Perbandingan antar pasangan secara bijak" sebagaimana yang dikandung dalam metode PWS digunakan untuk menentukan nilai koefisien dan α , β , dan γ tersebut, setelah sebelumnya ditentukan bobot masing-masing parameter komponen kerentanan terhadap bahaya yang sedang ditinjau berdasarkan ketelitian data dan hubungan atau pengaruh terhadap bahaya tersebut.

Sebagai ilustrasi pembobotan metode pair wise comparison (PWC) disajikan pada Tabel 3.5 dan Tabel 3.6 dengan pelibatan dua faktor, yaitu ketelitian data dan pengaruh data. Pada Tabel 3.5, terdapat 7 parameter komponen kerentanan, yaitu Aa, Bb, Cc, Dd, Ee, Ff, dan Gg dengan kode masing-masing berturut-turut A, B, C, D, E, F, dan G. Ada 3 nilai ketelitian data, yaitu dari paling tinggi ke paling rendah adalah 3, 2, dan 1. Demikian pula, ada 3 peringkat pengaruh parameter tersebut terhadap bahaya yang ditinjau, yaitu dari yang paling tinggi ke paling rendah pengaruhnya adalah 3, 2, dan 1. Nilai ketelitian data dan pengaruh masing-masing parameter terhadap bahaya disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5.

Ilustrasi pembobotan parameter kerentanan masing-masing Aa, Bb, Cc, Dd, Ee, Ff, dan Gg berdasarkan ketelitian data dan pengaruh parameter terhadap suatu bahaya

	Parameter Komponen V	Kode	Ketelitian Data	Pengaruh Data	Bobot data
1.	Aa	A	3	3	5
2.	Bb	B	2	3	4
3.	Cc	C	2	2	3
4.	Dd	D	2	2	3
5.	Ee	E	1	2	2
6.	Ff	F	1	2	2
7.	Gg	G	1	1	1

Berdasarkan Tabel 3.5. dapat dibuat pembobotan *pair wise comparison* seperti pada Tabel 3.6 dengan bobot seperti pada kolom kedua paling kiri. Normalisasi dibuat atas nilai bobot tersebut guna menghasilkan nilai koefisien yang akan digunakan dalam penentuan nilai akhir dari kerentanan V mengacu kepada rumusan : $V = (\alpha E \times \beta S) / \gamma AC$ dimana pada rumusan tersebut bobot yang

Sektor Sumber Daya Air

digunakan adalah bobot individu berdasarkan klasifikasi didalam individu parameter (pembobotan tahap pertama).

Tabel 3.6
Ilustrasi pembobotan kerentanan total dari 7 parameter (Aa, BB Bb, Cc, Dd, Ee, Ff, dan Gg) terhadap suatu bahaya berdasarkan metode PWC

	A	B	C	D	E	F	G	Bobot	Norma- lisasi
A	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00	22.00	1.00
B	0.50	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	15.50	0.50
C	0.33	0.50	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	9.83	0.33
D	0.33	0.50	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	9.83	0.33
E	0.25	0.33	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	5.58	0.25
F	0.25	0.33	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	5.58	0.25
G	0.20	0.25	0.33	0.50	0.50	0.50	1.00	3.28	0.20

3.3.5. Metode *Geographic Information System* (GIS)

Pembobotan sebenarnya adalah bagian dari metode *geographic information system* (GIS) yang digunakan dalam kajian ini. Dengan demikian, sebagian alat penting untuk aplikasi metode GIS di dalam kajian ini, yaitu pembobotan parameter untuk analisis GIS telah dibahas pada paparan sebelumnya.

Sebagaimana fungsi analisis GIS, penggunaan metode GIS disini adalah guna menangkap (*capture*), menyimpan, menganalisa, mengelola, dan mempresentasikan atau menampilkan data yang berkaitan dengan lokasi. Perangkat penting dari analisa GIS ini adalah pembobotan sebagaimana telah dibahas sebelumnya.

Selanjutnya, metode GIS digunakan untuk aspek yang lebih teknis dari analisa informasi spasial, termasuk pengeditan data dan peta-peta, *overlay*, serta menampilkan hasil-hasilnya. Cara kerjanya mengikuti standar umum aplikasi GIS. Gambar 3.7 menampilkan skema penggunaan aplikasi GIS dalam kajian ini untuk analisis kerentanan.

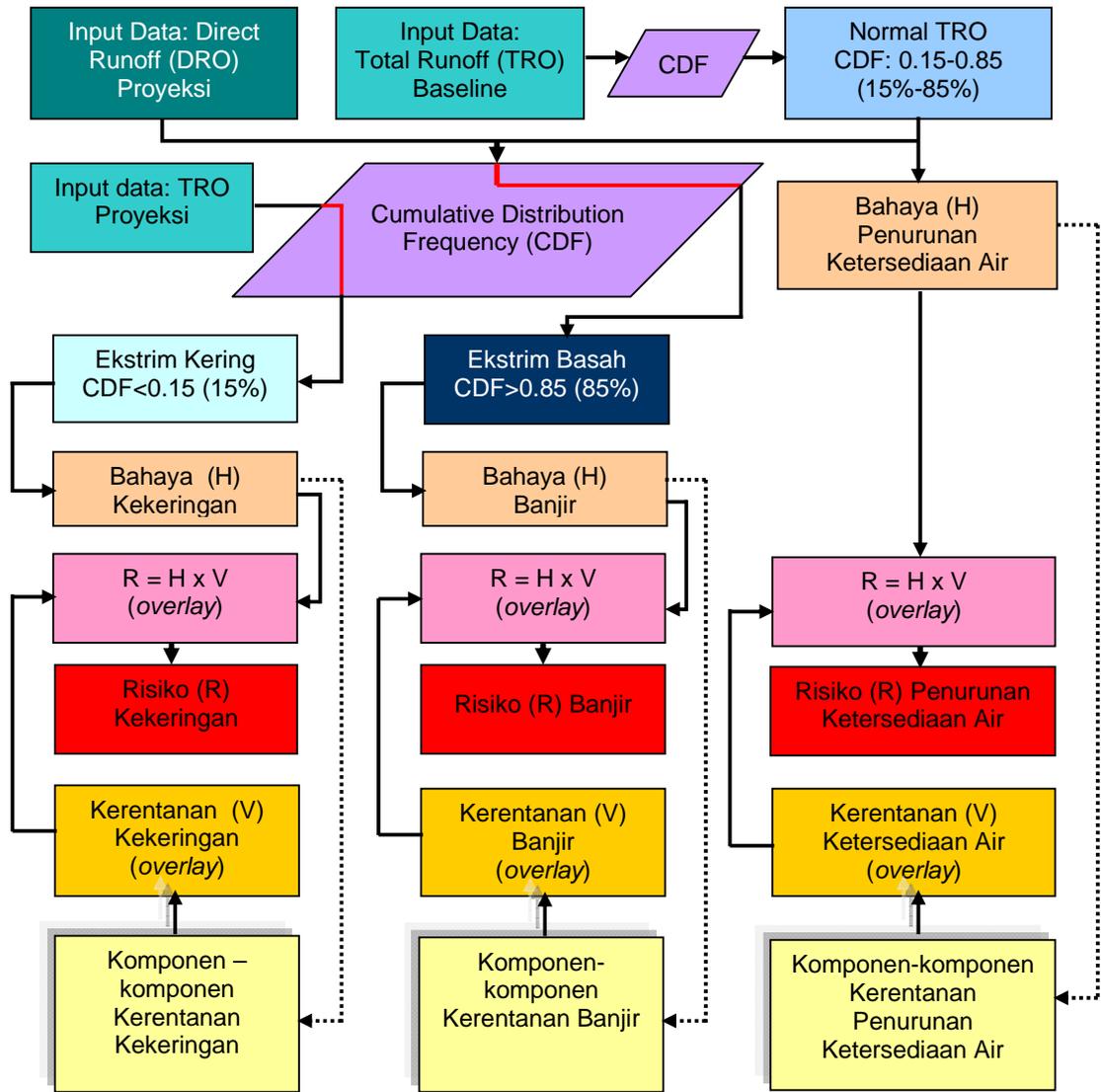
Bagan alur pada Gambar 3.12 menjelaskan langkah-langkah aplikasi GIS yang digunakan dalam kajian sebagai berikut:

- 1) Input data hasil analisis *water balance* (WB) berupa *direct runoff* (DRO) pada kondisi proyeksi dianalisis dengan metode analisis statistik *cumulative*

Sektor Sumber Daya Air

distribution frequency (CDF) menghasilkan kondisi ekstrim basah (CDF > 0.85 (85%)). Hasilnya merupakan bahaya banjir;

- 2) Input data hasil analisis WB berupa total *runoff* (TRO) pada kondisi baseline dan proyeksi dianalisis dengan metode analisis statistik CDF menghasilkan kondisi normal (0.15-0.85 atau 15% - 85% CDF). Hasilnya dibandingkan antara kondisi proyeksi dengan kondisi baseline, dan bila terjadi penurunan, maka penurunan itu merupakan bahaya, yaitu bahaya penurunan ketersediaan air;
- 3) Input data WB berupa TRO pada kondisi proyeksi dianalisis dengan metode analisis statistik CDF menghasilkan ekstrem kering (CDF <0.15 (15%)). Hasilnya merupakan bahaya kekeringan;
- 4) Bahaya banjir diperbandingkan diantara sesamanya, menghasilkan bobot bahaya banjir yang berbeda-beda. Langkah yang sama dilakukan untuk bahaya penurunan ketersediaan air dan bahaya kekeringan.
- 5) Terhadap masing-masing bahaya tersebut kemudian diidentifikasi komponen-komponen kerentanan masing-masing, yaitu dengan mengidentifikasi pengaruh, hubungan atau fungsi dari bahaya-bahaya tersebut pada sejumlah potensi komponen kerentanan (dinyatakan dengan garis putus-putus pada gambar). Masing-masing komponen kerentanan yang telah teridentifikasi diberi bobot diantara individu komponen kerentanan tersebut;
- 6) Hasil pada butir 5) masing-masing kemudian di-*overlay* dan menghasilkan kerentanan untuk masing-masing bahaya. Pada langkah ini dilakukan pembobotan metode *pair wise comparison* yang menghasilkan koefisien pembobotan untuk penilaian risiko;
- 7) Kerentanan hasil *overlay* komponen-komponennya untuk masing-masing jenis bahaya kemudian di-*overlay* dengan masing-masing bahaya yang bersesuaian menghasilkan risiko. Disini telah dilibatkan dua jenis hasil pembobotan yaitu pembobotan individu dan pembobotan penilaian risiko dengan menggunakan koefisien hasil dari langkah sebelumnya;
- 8) Hasil akhir kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan peta. Terutama kerentanan, hasil akhirnya disajikan dalam bentuk peta.



Gambar 3.12. Skema dan bagan alir aplikasi GIS dalam kajian

LAMPIRAN 4

ANALISIS BAHAYA, KERENTANAN, DAN RISIKO SEKTOR AIR

4.1. ANALISIS BAHAYA PERUBAHAN IKLIM SEKTOR AIR

4.1.1. Potensi Bahaya dan Metode Analisis Bahaya

Potensi bahaya perubahan iklim untuk sektor air adalah perubahan pola curah hujan (CH) dan peningkatan temperatur (T) sebagaimana pada Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.6 dan Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.3. Data potensi bahaya tersebut diperoleh dari hasil kajian sektor iklim. Data CH dan T tersebut berasal dari stasiun pengamatan, yaitu stasiun klimatologi Selaparang, di Ampenan, Kota Mataram. Dengan demikian disini digunakan asumsi bahwa data dari satu stasiun pengamatan iklim tersebut berlaku untuk seluruh Pulau Lombok.

Data perubahan pola CH dan kenaikan T yang merupakan potensi bahaya perubahan iklim sektor air dalam hal ini sudah memuat data akibat langsung perubahan iklim berupa peningkatan intensitas dan frekuensi kejadian iklim ekstrim. Adapun efek langsung perubahan iklim berupa kenaikan muka laut (*sea level rise*, *SLR*) dikaji lebih lanjut oleh oleh sektor pesisir dan pantai.

Selain itu, terdapat data CH dan T dari 16 stasiun pengamatan milik Dinas PU setempat dengan tahun pengamatan yang kurang panjang (kurang dari 30 tahun), sehingga kurang sesuai untuk dijadikan data masukan untuk analisis iklim. Namun, data iklim yang terakhir ini dalam kajian ini dicoba digunakan untuk analisis kerentanan, yaitu guna memperoleh data iklim yang lebih lokal (CH lokal) yang – dalam hal ini – dilibatkan sebagai komponen kerentanan untuk bahaya tertentu.

Potensi bahaya berupa CH dan peningkatan T selanjutnya dianalisis secara kuantitatif untuk memperoleh jenis bahaya yang ditimbulkannya. Metode analisis yang digunakan adalah analisis *water balance* (WB) dan analisis statistik *cumulative distribution frequency* (CDF) terhadap data hasil analisis WB tersebut. Dalam hal ini digunakan: 1) analisis CDF terhadap data TRO (*total runoff*) hasil analisis WB atas data CH dan T pada keadaan iklim normal untuk identifikasi bahaya PKA; 2) analisis CDF terhadap data DRO (*direct runoff*) hasil analisis WB atas data CH dan T pada keadaan iklim diatas normal untuk analisis bahaya banjir; dan 3) analisis CDF

Sektor Sumber Daya Air

terhadap data TRO (*total runoff*) hasil analisis WB atas data CH dan T pada keadaan iklim dibawah normal untuk analisis bahaya kekeringan.

Tabel 4.1. Curah hujan bulanan dalam mm periode proyeksi 2030 (2001-2050) skenario SRB1 hasil analisis sektor iklim

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Rata2
2001	311	146	146	126	57	46	33	53	43	109	196	193	1459
2002	263	168	146	29	30	14	2	29	58	121	110	255	1226
2003	315	209	223	103	113	36	100	75	80	155	210	354	1974
2004	245	260	190	110	88	68	27	48	60	110	168	286	1662
2005	317	89	142	123	138	48	31	36	72	134	146	270	1547
2006	231	226	152	93	83	37	37	43	50	130	204	229	1515
2007	244	232	220	128	110	54	54	52	115	190	208	267	1873
2008	326	274	177	104	94	83	96	52	76	186	177	330	1975
2009	282	179	154	157	111	50	41	35	51	177	123	307	1669
2010	263	201	193	119	74	26	28	16	49	121	177	185	1452
2011	348	277	76	82	51	6	0	7	29	109	67	208	1261
2012	123	291	128	60	53	1	31	20	64	172	244	218	1405
2013	201	237	221	112	111	49	60	19	59	144	115	240	1569
2014	152	284	163	65	102	26	16	42	45	129	156	245	1424
2015	198	253	175	56	81	39	9	23	69	208	200	234	1546
2016	312	238	166	41	87	41	34	43	72	203	219	235	1691
2017	232	235	143	60	57	62	52	49	64	140	229	270	1593
2018	295	190	123	39	34	4	0	11	47	117	119	219	1198
2019	216	187	126	47	150	44	26	9	56	124	169	315	1470
2020	292	190	197	113	52	37	0	15	39	121	149	237	1442
2021	288	204	150	63	54	0	23	7	34	134	147	235	1339
2022	363	218	168	60	60	101	36	46	63	188	185	268	1756
2023	196	217	153	41	43	11	38	20	62	143	132	238	1294
2024	267	160	230	134	135	24	18	53	75	164	230	279	1769
2025	367	249	190	188	101	92	93	67	153	258	219	213	2191
2026	228	208	199	44	84	36	24	12	46	127	114	143	1265
2027	247	268	121	35	33	29	31	27	59	114	81	215	1261
2028	355	163	160	142	38	0	12	10	50	114	189	277	1510
2029	213	256	261	132	91	51	8	35	53	118	147	294	1659
2030	246	201	180	69	92	41	27	52	92	176	207	249	1630
2031	282	199	137	156	78	56	49	57	56	155	143	284	1652
2032	275	269	176	92	154	53	46	58	96	226	258	286	1989
2033	195	256	182	75	147	40	23	19	46	87	233	279	1582
2034	242	204	197	55	13	0	0	7	39	110	108	178	1155
2035	256	213	212	84	82	40	23	38	96	175	174	321	1715
2036	264	229	263	89	160	86	146	56	87	209	227	302	2118
2037	299	276	193	116	105	131	134	52	93	183	227	247	2057
2038	230	225	172	86	46	84	45	35	77	169	122	173	1463
2039	299	168	152	88	80	45	28	59	89	167	147	238	1561
2040	264	135	252	122	77	30	24	22	43	128	166	318	1582
2041	235	185	169	143	161	67	13	19	93	141	187	243	1657
2042	240	209	190	172	56	43	39	26	64	98	105	258	1500
2043	266	175	157	96	88	15	44	37	54	125	148	258	1462
2044	210	181	149	52	133	55	41	24	86	192	197	247	1567
2045	214	246	167	45	43	50	44	22	57	141	138	249	1415
2046	291	185	155	159	75	82	23	29	52	236	225	259	1772
2047	289	209	144	117	81	53	52	38	97	185	237	145	1646
2048	290	210	153	140	74	16	20	18	54	163	167	169	1472
2049	292	197	146	149	107	10	44	16	52	113	142	247	1516
2050	328	97	175	48	78	14	0	8	55	122	189	244	1357

Keterangan:

- Angka-angka dibulatkan

Sektor Sumber Daya Air

- Data untuk skenario perubahan iklim lainnya (SRA1B dan SRA2) tidak ditampilkan dan langsung dilibatkan dalam analisis. Data untuk skenario lainnya tersebut dapat dilihat pada laporan hasil kajian sektor iklim

Tabel 4.2 Curah hujan bulanan dalam mm periode proyeksi 2080 (2051-2099)
skenario SRB1 hasil analisis sektor iklim

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Rata2
2051	287	154	187	72	88	129	53	46	76	153	173	267	1685
2052	248	314	256	128	116	50	124	53	46	101	191	221	1848
2053	204	150	124	29	22	0	14	37	45	113	96	237	1069
2054	255	245	136	118	66	41	26	56	90	236	247	240	1758
2055	255	106	180	210	79	51	46	76	70	158	275	301	1807
2056	267	262	229	100	146	74	33	55	46	101	79	197	1588
2057	341	153	196	67	51	0	0	9	45	100	96	214	1270
2058	282	136	164	137	121	0	12	43	114	134	168	245	1557
2059	213	184	125	59	55	18	13	8	43	116	156	245	1236
2060	211	266	141	89	61	49	23	26	71	108	165	236	1444
2061	226	207	216	109	103	15	16	36	67	120	281	313	1708
2062	259	298	143	112	110	80	38	31	57	116	151	281	1676
2063	262	211	167	46	55	4	11	27	51	120	79	307	1339
2064	236	247	141	94	40	10	11	12	38	176	133	275	1413
2065	222	197	152	153	135	59	76	53	89	155	341	255	1888
2066	314	162	201	129	96	64	62	67	96	172	244	225	1832
2067	329	172	154	51	60	15	18	17	57	106	202	316	1496
2068	327	194	188	59	131	10	0	7	28	78	136	178	1337
2069	235	241	103	170	53	27	20	23	71	184	215	233	1575
2070	235	227	199	157	49	89	84	104	126	111	257	239	1877
2071	267	218	202	73	51	48	25	22	51	81	196	319	1553
2072	299	156	162	69	80	28	26	45	152	115	115	142	1389
2073	218	223	99	73	18	3	16	31	69	128	208	280	1367
2074	275	222	178	112	83	52	20	14	61	196	156	159	1528
2075	338	285	173	50	180	73	43	36	40	104	210	212	1745
2076	311	151	107	133	53	7	5	24	59	111	127	223	1311
2077	259	226	130	83	66	11	13	13	72	176	133	264	1446
2078	251	248	171	80	103	42	42	39	82	193	191	375	1818
2079	288	209	140	108	39	10	16	10	37	85	100	165	1207
2080	253	219	199	108	51	33	34	42	93	257	231	234	1754
2081	280	225	169	90	52	46	53	57	105	231	263	295	1865
2082	256	216	116	62	55	18	23	44	63	99	154	220	1326
2083	274	258	146	133	90	41	45	29	76	180	205	365	1842
2084	356	169	231	143	122	61	83	49	54	153	165	224	1809
2085	390	266	127	137	52	37	14	14	55	123	146	185	1547
2086	265	209	191	93	64	15	60	13	32	75	109	282	1409
2087	172	211	182	138	68	33	9	17	36	147	155	329	1498
2088	195	295	211	48	59	56	26	34	61	191	161	204	1541
2089	252	284	139	30	19	0	21	29	44	108	103	263	1292
2090	256	261	176	51	68	17	1	6	53	108	151	286	1437
2091	299	221	203	122	110	46	49	18	47	95	159	218	1586
2092	169	210	142	65	83	15	20	48	49	96	91	205	1193
2093	299	170	142	57	72	9	25	29	55	116	155	196	1324
2094	222	156	213	119	76	64	46	26	44	130	172	265	1534
2095	259	269	152	96	71	37	32	27	56	142	188	324	1655
2096	237	205	235	139	140	40	49	60	132	278	231	210	1955
2097	284	186	192	71	122	69	80	46	82	156	110	313	1710
2098	284	145	160	156	46	22	17	20	54	170	123	296	1491
2099	317	235	146	46	104	5	2	19	45	130	196	231	1477

Keterangan:

- Angka-angka dibulatkan
- Data untuk skenario perubahan iklim lainnya (SRA1B dan SRA2) tidak ditampilkan dan langsung dilibatkan dalam analisis. Data untuk skenario lainnya tersebut dapat dilihat pada laporan hasil kajian sektor iklim

Sektor Sumber Daya Air

Tabel 4.3 Temperatur (°C) bulanan dalam mm periode proyeksi 2030 (2001-2050) skenario SRB1 hasil analisis sektor iklim

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Rata2
2001	26.8	26.8	26.1	26.1	26.0	25.7	25.2	25.2	26.2	26.9	26.7	27.5	26.3
2002	27.4	27.3	26.5	26.4	26.5	25.9	25.6	25.3	25.5	26.2	26.8	26.9	26.4
2003	27.1	27.2	26.6	26.3	26.1	25.8	25.4	25.5	26.1	27.2	27.0	26.8	26.4
2004	27.2	27.3	26.3	26.2	26.2	25.8	25.4	25.8	26.5	26.7	26.7	27.1	26.4
2005	26.8	26.8	26.4	26.8	26.4	25.7	25.4	25.6	26.0	26.4	27.1	26.9	26.4
2006	27.1	26.8	26.5	26.2	26.5	26.0	25.5	25.6	26.4	26.8	26.9	27.0	26.4
2007	27.4	27.3	26.3	26.3	26.4	26.1	25.6	25.9	26.1	26.6	27.2	27.0	26.5
2008	27.2	27.1	26.6	26.4	26.4	25.8	25.4	25.6	26.3	27.0	26.9	27.0	26.5
2009	27.2	27.1	26.5	26.3	26.0	25.6	25.4	25.7	26.3	26.2	26.7	27.1	26.3
2010	27.1	27.4	26.4	26.2	26.1	25.4	25.1	25.6	26.4	26.8	27.2	27.6	26.4
2011	27.5	27.1	26.4	26.9	26.6	26.3	25.6	25.8	26.4	26.7	27.8	27.8	26.7
2012	27.6	27.4	26.6	27.0	27.0	26.5	25.9	26.1	26.6	27.0	27.0	27.0	26.8
2013	27.6	27.0	26.2	26.1	25.8	25.8	25.3	25.9	26.4	26.9	27.4	27.2	26.5
2014	27.2	27.1	26.1	26.2	26.3	25.8	25.5	25.7	26.2	26.9	27.3	27.4	26.5
2015	27.5	27.6	26.4	26.6	26.7	25.9	26.0	26.1	26.5	26.5	26.6	27.2	26.6
2016	27.7	27.4	26.7	26.6	26.5	25.6	25.6	25.8	26.7	27.1	27.4	27.4	26.7
2017	27.7	27.3	26.5	26.7	26.8	26.1	25.6	25.6	26.3	27.1	27.1	26.8	26.6
2018	26.9	27.1	26.9	27.0	27.1	26.4	25.9	25.7	26.3	26.8	27.6	27.6	26.8
2019	27.7	27.4	26.7	27.0	26.9	26.4	25.8	26.3	26.5	27.0	27.4	27.1	26.8
2020	27.7	27.5	26.7	26.8	26.5	26.1	26.0	26.1	26.7	27.1	27.4	27.5	26.8
2021	27.5	27.2	26.9	26.6	26.6	26.4	25.7	25.8	26.7	27.3	28.1	27.9	26.9
2022	27.8	27.4	26.4	26.6	26.8	26.0	25.3	25.8	26.4	26.9	27.2	27.0	26.6
2023	27.4	27.3	26.6	26.8	26.7	25.9	25.6	25.9	26.3	26.9	27.5	27.8	26.7
2024	27.8	27.7	27.2	27.6	27.0	26.8	26.0	26.1	26.6	27.1	27.4	27.5	27.1
2025	27.5	27.0	26.7	26.5	26.0	25.9	25.7	25.5	26.3	26.7	27.2	27.3	26.5
2026	27.7	27.2	26.6	26.5	26.1	26.1	25.9	26.1	26.7	27.0	27.8	27.9	26.8
2027	27.9	27.7	27.0	27.3	27.1	26.5	25.8	25.7	26.0	26.8	27.9	27.5	26.9
2028	27.3	27.5	26.9	26.5	26.4	26.4	25.9	26.2	26.6	27.2	27.1	27.2	26.8
2029	27.0	27.2	26.4	26.2	26.6	25.8	25.8	25.8	26.7	27.2	27.5	27.7	26.7
2030	27.8	27.4	26.8	26.9	27.1	26.6	26.1	26.1	26.6	26.9	27.4	27.8	26.9
2031	27.5	27.7	27.3	26.9	26.7	26.3	25.7	25.8	26.3	26.9	27.3	27.7	26.8
2032	27.9	27.9	26.9	27.3	27.2	26.6	26.2	26.5	27.0	27.2	27.3	27.1	27.1
2033	27.1	27.3	26.8	26.6	26.4	25.7	25.6	26.2	26.7	27.6	27.9	27.3	26.8
2034	27.8	27.6	27.2	27.2	27.4	26.6	25.6	25.9	26.7	27.1	27.6	27.6	27.0
2035	27.6	27.7	26.9	27.0	26.9	26.0	26.2	26.3	26.7	27.0	27.4	27.5	26.9
2036	27.4	27.7	26.9	26.7	26.9	26.3	25.8	26.0	26.6	27.5	27.6	27.9	26.9
2037	28.1	27.9	27.0	27.5	26.8	26.3	26.0	26.0	26.6	26.7	26.7	27.2	26.9
2038	27.4	27.4	26.7	26.7	26.5	26.0	25.7	25.7	26.4	26.5	27.6	27.8	26.7
2039	27.5	27.4	26.7	26.8	26.9	26.2	25.8	25.8	26.3	26.7	27.4	27.5	26.8
2040	27.5	27.8	27.2	27.0	27.2	26.8	26.5	26.4	27.0	27.7	28.5	28.0	27.3
2041	27.8	28.4	27.4	27.3	26.8	26.4	26.7	26.8	27.2	27.3	27.6	27.4	27.3
2042	27.5	27.6	26.9	26.7	26.8	26.6	26.0	26.1	26.8	27.2	28.1	28.3	27.0
2043	27.8	27.5	27.1	27.5	26.9	26.5	26.3	26.1	26.5	27.1	27.9	27.9	27.1
2044	27.7	28.3	27.1	27.5	27.2	26.6	26.2	26.2	26.7	26.9	27.5	27.9	27.2
2045	27.6	27.3	26.6	26.6	26.7	26.4	25.3	25.5	26.6	27.1	27.7	27.9	26.8
2046	27.8	27.5	27.2	27.2	26.9	26.6	26.2	26.4	27.2	27.3	27.2	28.0	27.1
2047	28.1	28.0	27.3	27.2	27.2	26.5	26.0	26.0	26.4	26.8	27.2	27.4	27.0
2048	27.7	27.5	27.7	27.4	27.2	26.6	26.2	26.2	26.8	27.0	27.6	27.5	27.1
2049	28.1	27.8	27.1	27.7	27.3	26.6	26.2	26.2	27.1	27.5	28.2	28.3	27.3
2050	28.0	27.7	27.5	27.6	27.7	26.9	26.8	26.8	26.8	27.8	27.9	27.5	27.4

Keterangan:

- Angka-angka dibulatkan
- Data untuk skenario perubahan iklim lainnya (SRA1B dan SRA2) tidak ditampilkan dan langsung dilibatkan dalam analisis. Data untuk skenario lainnya tersebut dapat dilihat pada laporan hasil kajian sektor iklim

Sektor Sumber Daya Air

Tabel 4.4 Temperatur (°C) bulanan dalam mm periode proyeksi 2080 (2051-2099) skenario SRB1 hasil analisis sektor iklim

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Rata2
2051	27.9	27.4	27.1	27.3	27.1	26.6	25.9	26.3	27.0	27.4	27.5	27.3	27.1
2052	27.8	27.8	27.0	26.7	26.9	26.3	25.9	26.2	27.2	27.5	27.5	27.4	27.0
2053	27.9	27.8	27.3	27.7	27.4	27.1	26.0	25.5	26.1	27.3	28.1	28.2	27.2
2054	28.5	28.6	27.7	28.0	27.7	27.2	26.8	26.6	27.2	27.3	27.9	27.9	27.6
2055	28.1	28.1	27.3	27.3	27.0	26.4	26.5	26.7	26.9	27.6	27.9	27.4	27.3
2056	27.7	27.5	26.9	26.7	27.0	26.4	25.9	26.1	26.8	27.6	28.6	28.6	27.2
2057	27.9	27.7	27.4	27.3	27.1	26.9	26.2	26.4	26.8	27.5	28.1	28.5	27.3
2058	28.3	28.1	27.7	27.6	27.2	26.4	26.0	26.3	27.1	27.7	27.8	28.0	27.3
2059	27.9	27.9	27.3	27.8	27.5	26.8	26.6	26.6	26.9	27.4	28.0	27.9	27.4
2060	28.1	27.9	27.3	27.3	27.4	26.9	26.2	26.3	26.8	27.2	27.8	27.8	27.3
2061	28.0	27.8	27.5	27.3	27.2	26.6	26.3	26.7	27.2	27.6	27.6	27.9	27.3
2062	28.0	27.7	27.3	27.5	27.1	26.7	26.1	26.8	27.2	27.8	28.3	28.1	27.4
2063	28.0	27.9	27.1	27.5	27.5	26.8	26.6	26.4	26.7	27.1	28.1	28.3	27.3
2064	28.1	27.9	27.3	27.8	27.5	26.9	26.6	26.7	27.2	27.3	28.4	28.1	27.5
2065	28.4	28.2	27.9	27.8	27.5	26.8	26.4	26.6	27.0	27.4	28.1	27.9	27.5
2066	28.6	28.7	27.5	27.7	27.4	26.8	26.2	26.7	27.4	27.6	27.7	27.9	27.5
2067	28.4	28.0	27.7	27.7	27.7	27.2	26.8	26.8	27.3	28.1	28.4	27.8	27.7
2068	28.0	27.9	27.4	27.4	27.4	27.1	26.7	26.5	27.3	27.9	28.4	28.4	27.5
2069	28.6	28.5	28.1	27.9	27.8	27.0	26.6	26.5	27.1	27.4	27.9	27.9	27.6
2070	28.5	28.0	27.7	27.5	27.1	26.7	26.3	26.6	27.0	27.5	27.4	27.7	27.3
2071	28.0	28.0	27.3	27.5	27.3	27.0	26.2	26.8	27.4	28.2	28.6	28.3	27.6
2072	28.4	28.0	27.4	27.9	27.6	27.4	27.0	26.6	26.7	27.3	27.9	28.1	27.5
2073	28.5	28.0	27.5	28.1	27.7	27.4	26.7	26.5	27.0	27.8	27.8	28.0	27.6
2074	28.4	28.0	27.6	27.9	27.6	27.1	26.9	27.1	27.7	28.2	28.7	28.4	27.8
2075	28.6	28.6	27.6	27.7	27.8	26.9	26.4	26.8	27.4	27.8	28.2	28.2	27.7
2076	28.3	28.2	27.7	27.8	27.3	27.0	26.7	26.9	27.5	27.8	28.4	28.1	27.6
2077	28.6	28.7	27.7	27.8	27.4	26.6	26.4	26.7	27.3	27.8	28.2	28.4	27.6
2078	28.5	28.6	27.3	27.4	27.3	27.0	26.3	26.5	27.4	27.8	28.3	28.3	27.5
2079	28.3	28.3	27.4	27.8	27.5	26.7	26.5	26.3	27.3	27.7	28.0	28.6	27.5
2080	28.8	28.7	28.2	28.0	28.1	27.5	27.1	27.0	27.7	27.2	28.0	27.7	27.8
2081	28.0	28.0	27.4	28.0	27.6	27.1	26.5	26.8	27.2	27.7	27.4	28.0	27.5
2082	28.5	28.5	27.3	27.5	27.6	26.7	26.7	26.4	27.2	27.8	28.2	28.3	27.5
2083	28.3	28.3	27.9	28.1	27.8	26.9	26.7	27.1	27.2	27.8	28.5	28.4	27.7
2084	28.0	28.4	27.5	27.4	27.3	26.8	26.2	27.0	27.9	27.9	28.4	28.3	27.6
2085	28.7	27.9	27.6	27.9	27.5	27.5	27.1	27.2	27.5	27.7	28.5	28.9	27.8
2086	28.7	28.8	28.0	27.9	27.9	27.3	26.6	26.7	27.7	28.7	29.2	28.7	28.0
2087	28.9	28.9	28.0	28.2	28.0	27.4	27.2	27.2	27.9	28.1	28.8	28.3	28.1
2088	28.9	28.7	28.4	28.4	28.0	27.2	26.8	26.8	27.1	27.8	28.0	28.3	27.9
2089	28.5	28.4	27.6	27.9	28.1	27.5	26.8	26.5	27.2	28.2	29.0	29.3	27.9
2090	28.8	28.9	28.0	28.4	28.2	27.4	27.1	27.0	27.5	27.9	28.4	27.8	27.9
2091	28.1	28.1	27.5	27.3	27.2	26.7	26.3	26.5	27.2	28.1	28.7	28.3	27.5
2092	28.7	28.1	27.7	27.7	27.8	27.4	26.4	26.2	27.1	27.6	28.6	28.3	27.6
2093	28.7	28.5	27.8	28.0	28.0	27.3	26.6	26.5	27.3	27.8	28.1	28.5	27.7
2094	28.6	28.9	27.7	27.3	27.3	27.0	26.7	27.1	27.8	28.3	29.0	28.3	27.8
2095	28.4	27.9	27.6	28.0	27.9	27.3	26.7	27.1	27.6	27.8	28.4	28.5	27.8
2096	28.4	28.5	27.7	27.8	27.8	27.5	27.1	27.2	27.1	27.7	27.6	28.3	27.7
2097	28.7	28.5	27.8	27.5	27.5	27.0	26.4	26.6	26.9	27.5	28.2	28.4	27.6
2098	28.5	28.4	28.0	28.0	28.1	27.7	27.2	27.1	27.4	27.7	28.1	28.7	27.9
2099	28.5	28.0	27.6	28.0	27.9	27.3	26.7	26.6	27.5	28.1	28.3	28.4	27.7

Keterangan:

- Angka-angka dibulatkan
- Data untuk skenario perubahan iklim lainnya (SRA1B dan SRA2) tidak ditampilkan dan langsung dilibatkan dalam analisis. Data untuk skenario lainnya tersebut dapat dilihat pada laporan hasil kajian sektor iklim

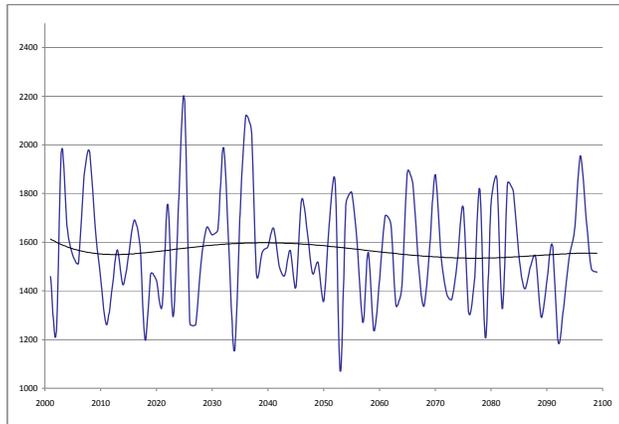
Sektor Sumber Daya Air

Tabel 4.5 Curah hujan rata-rata tahunan dalam mm periode baseline hingga proyeksi tahun 2099 (periode 2030 dan 2080) untuk berbagai skenario

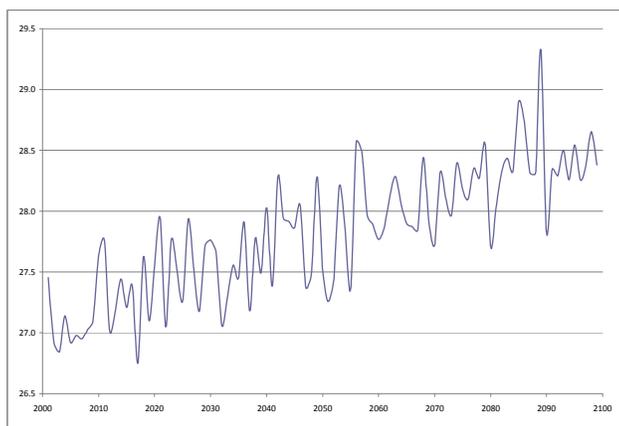
	Baseline	SRB1		SRA1B		SRA2	
	1961-2007	2030	2080	2030	2080	2030	2080
Rata-rata	1571	1577.25	1551.22	1551.03	1509.31	1561.69	1583.00
Sandar deviasi	440	476.22	218.05	470.27	190.34	473.46	221.52
Max	2517	2190.51	1955.30	2241.41	1994.64	2408.80	2185.27
Min	786	1154.59	1069.17	1065.11	1097.15	1135.86	1234.12

Tabel 4.6 Temperatur (°C) rata-rata tahunan periode baseline hingga proyeksi tahun 2099 (periode 2030 dan 2080) untuk berbagai skenario

	Baseline	SRB1		SRA1B		SRA2	
	1961-2007	2030	2080	2030	2080	2030	2080
Rata-rata	26.17	26.79	27.57	26.94	28.30	26.83	28.45
Sandar deviasi	0.29	0.27	0.24	0.42	0.38	0.36	0.63
Max	27.03	27.41	28.08	27.90	28.88	27.57	29.57
Min	25.67	26.27	27.03	26.22	27.42	26.21	27.41

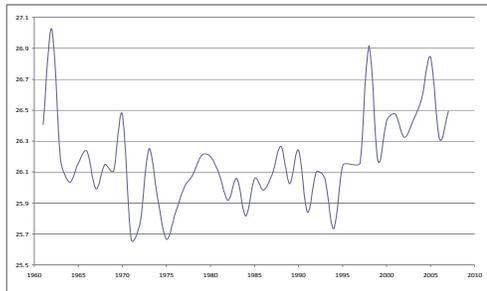


Gambar 4.1. Pola curah hujan tahunan (mm, ordinat) antara Tahun 2001 sampai dengan Tahun 2099 (absis), skenario SRB1, menunjukkan *trend* yang fluktuatif dimana curah hujan menaik pada periode 2030 (2001-2050) dan menurun kembali pada periode 2080 (2051-2099) dibanding baseline.

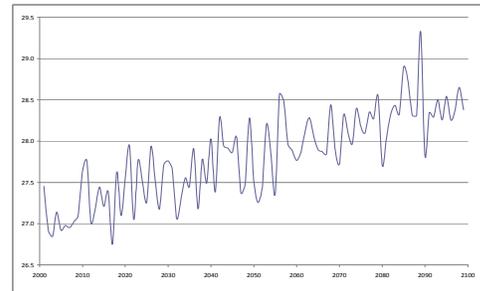


Gambar 4.2. Pola temperatur (T) tahunan (°C, ordinat) antara Tahun 2001 sampai dengan Tahun 2099 (absis), skenario SRB1, menunjukkan *trend* yang menaik dimana T pada periode 2080 (2051-2099) naik dari pada periode 2030 (2001-2050) dan periode 2030 naik dibanding baseline.

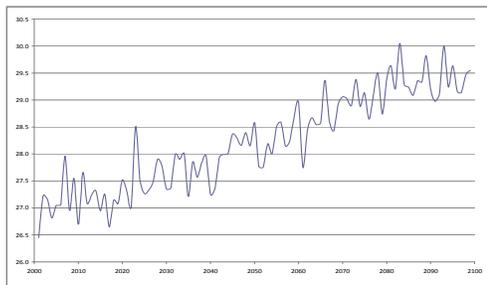
Sektor Sumber Daya Air



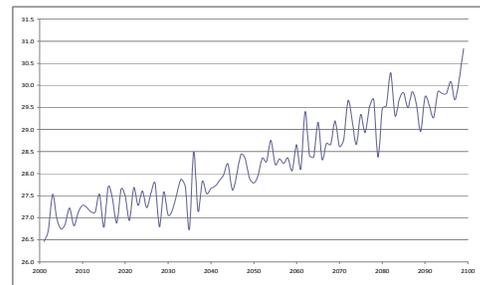
A. Baseline



b. SRB1, 2001-2099 (periode 2030 dan 2080)



c. SRA1B, 2001-2099 (periode 2030 & 2080)



d. SRA2, 2001-2099 (periode 2030 dan 2080)

Gambar 4.3 Temperatur di P.Lombok, kondisi base line (a), dan hasil proyeksi 2030 dan 2080 (2001-2099) pada ketiga skenario SRB1 (b), SRA1B (c) dan SRA2 (d) , menunjukkan *trend* kenaikan suhu secara konsisten dibanding baseline.

4.1.2. Analisis Bahaya Penurunan Ketersediaan Air

Berdasarkan analisis terhadap potensi bahaya perubahan pola CH dan peningkatan T, diperoleh bahaya perubahan iklim sektor air yang pertama adalah **penurunan ketersediaan air**. Bahaya penurunan ketersediaan air didekati dengan melihat penurunan *total runoff* (TRO) kondisi proyeksi (2030 dan 2080) terhadap kondisi baseline (diasumsikan periode 2000). Selanjutnya, bahaya tersebut diberi bobot untuk penentuan derajat bahaya pada masing-masing periode dan skenario.

4.2.1.1. Perumusan bahaya penurunan ketersediaan air

Bahaya penurunan ketersediaan air (PKA) tidak dilihat dari besarnya ketersediaan air, tapi dari besarnya penurunan *total runoff* (TRO). Hal ini karena ketersediaan air sangat dipengaruhi oleh luasan daerah, sehingga ketersediaan air dari ke 4 SSWS yang ada di Pulau Lombok tidak dapat diperbandingkan. Berbeda dengan *runoff* (*total runoff* atau TRO) yang memiliki satuan mm, yang berarti besarnya tidak dipengaruhi oleh luasan.

Sektor Sumber Daya Air

Selanjutnya, bahaya penurunan ketersediaan air dilihat dari besarnya penurunan TRO kondisi iklim normal (TRO_N) periode proyeksi terhadap baseline. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1) Pertama-tama, dihitung TRO_N kondisi baseline (1961-2007) dengan analisis WB untuk seluruh SSWS, yaitu SSWS Dodokan (D), SSWS Jelateng (J), SSWS Menanga (M), dan SSWS Putih (P) dan rata-ratanya. Hasilnya berturut-turut adalah TRO_{N_D} , TRO_{N_J} , TRO_{N_M} , TRO_{N_P} dan $Mean_TRO_N$ sebagaimana pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.4 ;
- 2) Selanjutnya, menghitung CDF dari nilai TRO_N rata-rata ($Mean_TRO_N$) kondisi baseline. Caranya: i) memberi nilai 0 pada frekuensi (f) tahun 1961, ii) mengurutkan nilai $Mean_TRO_N$ dari terkecil hingga terbesar, iii) mencari nilai frekuensi kumulatif (f) dengan cara menjumlahkan nilai $Mean_TRO_N$ berikutnya dengan jumlah $Mean_TRO_N$ sebelumnya secara berurutan, iv) mengisi CDF dengan cara memprosentasikan nilai f tahunan dengan nilai f terbesar, sehingga diperoleh rentang CDF dari 0 hingga 1 (Tabel 4.8 dan Gambar 4.5);
- 3) Menetapkan nilai kondisi normal sebagai nilai CDF 15% berikut nilai TRO_N nya pada grafik CDF - TRO_N , dimana TRO_N dibawah CDF 15% adalah kondisi bahaya PKA. Hasilnya diperoleh TRO_N pada nilai CDF 15% adalah 238.9 mm/tahun (Gambar 4.5). Angka 15% ditetapkan berdasarkan rujukan banyak analisis yang digunakan dalam hidrologi, misal BKMG;
- 4) Menghitung TRO_N dan CDF pada kondisi proyeksi (TRO_{N_P}) untuk ketiga skenario tersebut guna mengidentifikasi adanya penurunan TRO_N antara kondisi proyeksi tersebut dengan nilai TRO_N pada kondisi baseline (TRO_N pada 15% CDF baseline atau $TRO_{N_B, CDF 15\%} = 238.9$ mm/tahun). Nilai TRO_{N_P} yang lebih kecil dari $TRO_{N_B, CDF 15\%}$ adalah penurunan ketersediaan air. Hasilnya disajikan pada Tabel 4.9 dan Gambar 4.6;
- 5) Berdasarkan Tabel 4.9 dan Gambar 4.6 serta diperbandingkan dengan kondisi baseline, maka penurunan ketersediaan air tercermin dari penurunan TRO_N kondisi proyeksi dibanding kondisi baseline .

Berdasarkan hasil analisis WB dan CDF tersebut, maka dapat dirumuskan **bahaya penurunan ketersediaan air yaitu bahaya penurunan ketersediaan air dalam kajian ini adalah TRO_N pada kondisi proyeksi dengan CDF 15% ($TRO_{N_P, CDF 15\%}$) yang lebih kecil dari 238,9 mm/tahun.**

Sektor Sumber Daya Air

Tabel 4.7 Total runoff iklim normal (TRO_N) untuk masing-masing SSWS dan rata-rata

Tahun	TRO _N _D	TRO _N _J	TRO _N _M	TRO _N _P	Mean_ TRO _N
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1962	53.90	53.51	54.87	55.02	54.32
1963	424.60	421.57	432.29	433.42	427.97
1964	294.21	294.88	292.50	292.25	293.46
1965	437.91	435.56	443.90	444.78	440.54
1966	35.61	35.61	35.62	35.62	35.61
1967	143.66	142.87	145.67	145.96	144.54
1968	603.32	600.01	611.75	612.98	607.01
1969	0.12	0.11	0.12	0.13	0.12
1970	192.28	192.28	192.27	192.27	192.27
1971	845.53	842.87	852.30	853.30	848.50
1972	115.20	114.62	116.67	116.89	115.85
1973	994.35	995.77	990.72	990.19	992.76
1974	659.87	657.76	665.23	666.01	662.22
1975	938.29	939.83	934.36	933.78	936.56
1976	259.23	256.50	266.15	267.17	262.26
1977	457.57	456.16	461.15	461.68	459.14
1978	891.73	891.48	892.35	892.44	892.00
1979	157.89	156.84	160.58	160.97	159.07
1980	246.32	244.75	250.31	250.89	248.07
1981	1039.15	1040.00	1037.00	1036.68	1038.21
1982	392.65	388.70	402.69	404.16	397.05
1983	162.87	163.22	161.97	161.84	162.48
1984	542.22	542.79	540.75	540.54	541.57
1985	385.69	384.92	387.64	387.92	386.54
1986	228.00	226.60	231.56	232.08	229.56
1987	639.73	636.19	648.75	650.07	643.69
1988	101.76	101.34	102.81	102.96	102.22
1989	808.49	806.09	814.58	815.48	811.16
1990	513.63	510.75	520.95	522.02	516.84
1991	238.37	236.96	241.95	242.48	239.94
1992	463.23	462.63	464.76	464.99	463.90
1993	153.99	154.00	153.96	153.95	153.97
1994	437.13	436.67	438.32	438.49	437.65
1995	353.87	354.97	351.04	350.63	352.63
1996	366.29	365.61	368.02	368.28	367.05
1997	305.40	304.88	306.73	306.92	305.98
1998	271.47	272.02	270.07	269.87	270.86
1999	1129.00	1127.43	1132.97	1133.55	1130.74
2000	170.75	169.53	173.86	174.31	172.11
2001	288.84	287.92	291.19	291.53	289.87
2002	0.52	0.50	0.56	0.57	0.54
2003	241.31	240.21	244.10	244.51	242.53
2004	163.34	163.16	163.80	163.87	163.54
2005	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05
2006	383.37	383.39	383.34	383.33	383.36
2007	139.70	139.23	140.91	141.09	140.23

Keterangan:

TRO_N = total runoff pada kondisi iklim normal, D = SSWS Dodokan; J = SSWS Jelatang, M = SSWS Menanga, dan P = SSWS Putih; Mean_ TRO_N = rata-rata total runoff iklim normal.

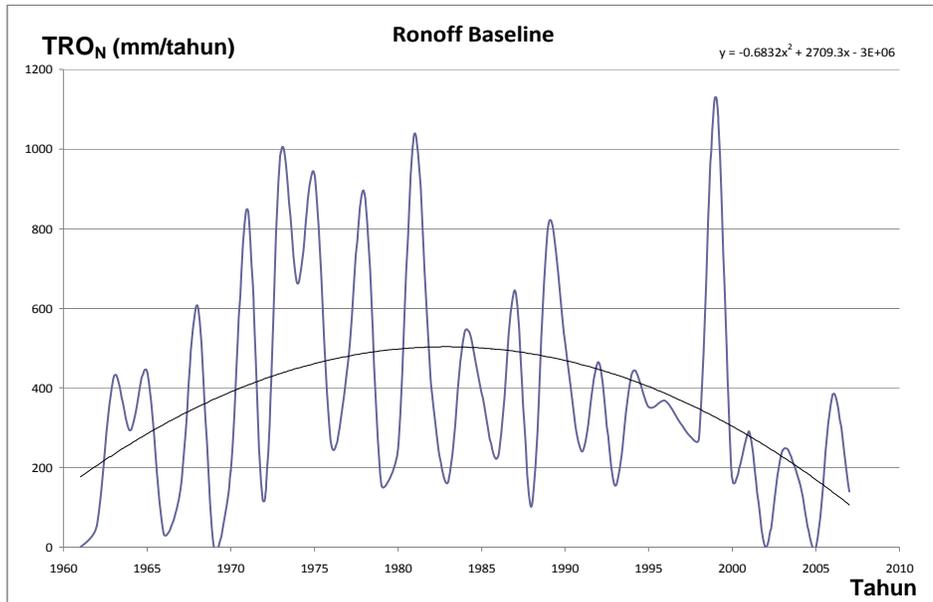
Tabel 4.8
Rata-rata $TRON$, iklim normal, frekuensi kumulatif dan CDF seluruh SSWS

Tahun	Mean $TRON$	f	CDF
1961	0.0000000	0.0000000	0.0000000
2005	0.0533818	0.0533818	0.0000030
1969	0.1189203	0.1723020	0.0000097
2002	0.5375565	0.7098585	0.0000401
1966	35.6134728	36.3233313	0.0020502
1962	54.3235030	90.6468343	0.0051165
1988	102.2164135	192.8632478	0.0108860
1972	115.8452665	308.7085143	0.0174249
2007	140.2331490	448.9416633	0.0253402
1967	144.5405190	593.4821823	0.0334987
1993	153.9721340	747.4543163	0.0421896
1979	159.0713275	906.5256438	0.0511683
1983	162.4753925	1069.0010363	0.0603391
2004	163.5443798	1232.5454160	0.0695702
2000	172.1115138	1404.6569298	0.0792850
1970	192.2718648	1596.9287945	0.0901376
1986	229.5626783	1826.4914728	0.1030952
1991	239.9408163	2066.4322890	0.1166385
2003	242.5333805	2308.9656695	0.1303281
1980	248.0675028	2557.0331723	0.1443301
1976	262.2619120	2819.2950843	0.1591333
1998	270.8594670	3090.1545513	0.1744218
2001	289.8711335	3380.0256848	0.1907834
1964	293.4618888	3673.4875735	0.2073477
1997	305.9812100	3979.4687835	0.2246186
1995	352.6275460	4332.0963295	0.2445224
1996	367.0502280	4699.1465575	0.2652404
2006	383.3571778	5082.5037353	0.2868787
1985	386.5412980	5469.0450333	0.3086968
1982	397.0520100	5866.0970433	0.3311081
1963	427.9692058	6294.0662490	0.3552646
1994	437.6525085	6731.7187575	0.3799676
1965	440.5376085	7172.2563660	0.4048335
1977	459.1382285	7631.3945945	0.4307492
1992	463.9035215	8095.2981160	0.4569340
1990	516.8386605	8612.1367765	0.4861066
1984	541.5746420	9153.7114185	0.5166755
1968	607.0125830	9760.7240015	0.5509379
1987	643.6857928	10404.4097943	0.5872703
1974	662.2190045	11066.6287988	0.6246489
1989	811.1604130	11877.7892118	0.6704343
1971	848.4999998	12726.2892115	0.7183274
1978	892.0017915	13618.2910030	0.7686758
1975	936.5644845	14554.8554875	0.8215396
1973	992.7579520	15547.6134395	0.8775752
1981	1038.2100713	16585.8235108	0.9361763
1999	1130.7357690	17716.5592798	1.0000000

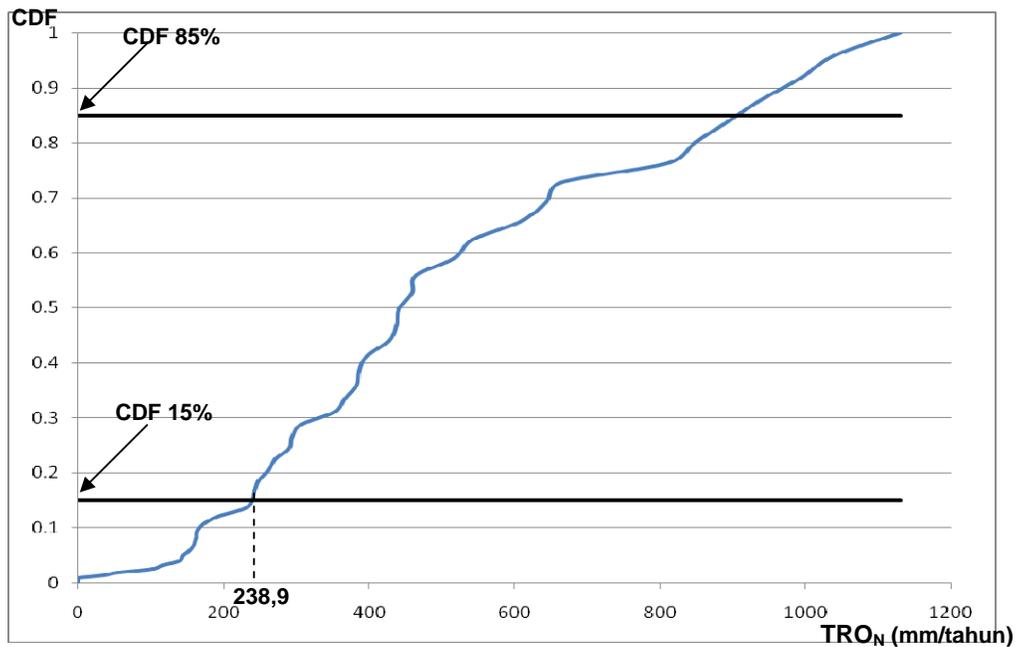
Keterangan:

Mean_ $TRON$ = rata-rata *total runoff* iklim normal; f = frekuensi kumulatif, CDF = cumulatif distribution frequency. Nilai-nilai telah diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar.

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.4. TRO_N rata-rata (Mean_ TRO_N) kondisi baseline (1961-2007). Memerlihatkan fluktuasi dengan pola menaik di pertengahan periode



Gambar 4.5. Plot CDF terhadap TRO_N pada kondisi baseline (1961-2007) dan patokan CDF 15% untuk batas normal kondisi ketersediaan air. Pada CDF 15% tersebut nilai TRO_N adalah 238,9 mm/tahun. Maka, nilai TRO_N 238,9 mm/tahun adalah kondisi normal dan nilai dibawah TRO_N 238,9 mm/tahun adalah bahaya penurunan ketersediaan air.

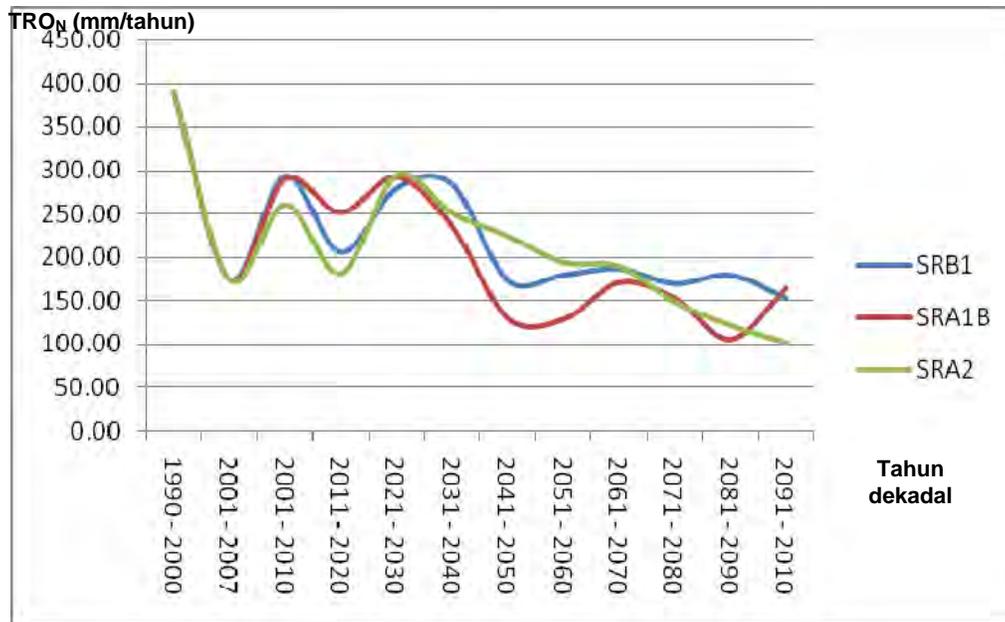
Sektor Sumber Daya Air

Tabel 4. 9.
 Hasil perhitungan TRO_N dekadal periode proyeksi 2030 dan 2080 (2001-2100) untuk skenario SRB1, SRA1B, dan SRA2 untuk indikasi bahaya ketersediaan air

Tahun Dekadal	Periode	SRB1		SRA1B		SRA2	
		TRO_N	Indikasi Bahaya	TRO_N	Indikasi Bahaya	TRO_N	Indikasi Bahaya
1990 - 2000	Baseline	389.48	0.00	389.48	0.00	389.48	0.00
2001 - 2007	Baseline	174.30		174.30		174.30	
2001 - 2010	Proyeksi	292.94	-96.55	289.24	-100.24	260.21	-129.27
2011 - 2020	Proyeksi	205.22	-87.71	251.07	-38.18	181.40	-78.81
2021 - 2030	Proyeksi	278.99	-13.94	292.13	2.88	294.17	33.95
2031 - 2040	Proyeksi	283.25	4.26	235.09	-57.04	250.60	-43.57
2041 - 2050	Proyeksi	172.87	-106.12	129.52	-162.61	224.51	-69.66
2051 - 2060	Proyeksi	178.97	6.09	128.16	-1.36	194.21	-30.30
2061 - 2070	Proyeksi	186.24	13.36	170.53	41.00	189.56	-34.95
2071 - 2080	Proyeksi	169.04	-17.20	152.31	-18.21	148.48	-41.08
2081 - 2090	Proyeksi	178.95	-7.28	105.23	-65.30	121.68	-67.88
2091 - 2100	Proyeksi	152.17	-26.79	163.90	58.67	102.34	-19.34

Keterangan:

- TRO_N : Total runoff iklim normal rata-rata 10 tahunan
- Indikasi Bahaya : Selisih TRO_N proyeksi dikurangi TRO_N Baseline penurunan $TRO_{N,P}$
- : Bahaya penurunan ketersediaan air (penurunan $TRO_{N,P} > 0$)
- : Dikecualikan atau tidak dijadikan sebagai acuan baseline, mengingat data dasarnya hanya 5 tahun (data iklim dari PU)



Gambar 4.6. Plot TRO_N terhadap tahun (periode) baseline hingga proyeksi 2080 (Tahun 2010), memperlihatkan kecenderungan penurunan TRO_N yang dapat disimpulkan sebagai penurunan ketersediaan air

4.2.1.2. Besaran dan pembobotan bahaya penurunan ketersediaan air

Berdasarkan rumusan bahaya ketersediaan air, maka dapat dihitung besaran bahayanya, yaitu selisih nilai TRO_N pada kondisi proyeksi ($TRO_{N,P}$) terhadap nilai TRO_N pada CDF 15% dari kondisi baseline ($TRO_{N,P} - TRO_{N,B, CDF 15\%}$) atau penurunan $TRO_{N,P}$ dimana nilai minus menyatakan bahaya dan angka menyatakan besaran bahayanya. Dengan demikian bahaya penu PKA dapat diidentifikasi, dikuantifikasi, dan diberi bobot.

Dengan metode ini, maka penurunan $TRO_{N,P}$ dapat dihitung per tahun, sejak tahun 2001 hingga tahun 2100. Namun, untuk kehati-hatian mengingat keterbatasan data, diantaranya data iklim yang digunakan hanya berasal dari satu stasiun pengamatan, maka pembobotan besaran bahaya penurunan ketersediaan air dilakukan atas dasar TRO_N proyeksi dekadal. Hasil perhitungan untuk TRO dekadal disajikan pada Tabel 4.10.

Tabek 4.10. Bahaya penurunan ketersediaan air proyeksi dibanding baseline

Tahun	Periode	SRB1		SRA1B		SRA2	
		TRO_N (mm/thn)	Tingkat Bahaya	TRO_N (mm/thn)	Tingkat Bahaya	TRO_N (mm/thn)	Tingkat Hazard
1990 – 2000	Baseline	389.48	0.00	389.48	0.00	389.48	0.00
2001 – 2007	Baseline	174.30		174.30		174.30	
2001 – 2010	Proyeksi	292.94	-96.55	289.24	-100.24	260.21	-129.27
2011 – 2020	Proyeksi	205.22	-184.26	251.07	-138.42	181.40	-208.08
2021 – 2030	Proyeksi	278.99	-110.49	292.13	-97.36	294.17	-95.32
2031 – 2040	Proyeksi	283.25	-106.23	235.09	-154.40	250.60	-138.88
2041 – 2050	Proyeksi	172.87	-216.61	129.52	-259.96	224.51	-164.98
2051 – 2060	Proyeksi	178.97	-210.52	128.16	-261.32	194.21	-195.28
2061 – 2070	Proyeksi	186.24	-203.25	170.53	-218.96	189.56	-199.92
2071 – 2080	Proyeksi	169.04	-220.44	152.31	-237.17	148.48	-241.00
2081 – 2090	Proyeksi	178.95	-210.53	105.23	-284.26	121.68	-267.80
2091 – 2100	Proyeksi	152.17	-237.32	163.90	-225.58	102.34	-287.15

Keterangan:

- Warnah hitam: periode 2001-2007 dikecualikan atau tidak dijadikan sebagai acuan baseline, mengingat data dasarnya hanya 5 tahun (data iklim dari PU)
- Warna merah : menunjukkan dekade pemunculan bahaya PKA (penurunan $TRO_{N,P} > 0$)

Berdasarkan hasil perhitungan bahaya penurunan ketersediaan air (pka) sebagaimana pada Tabel 4.10 dengan klasifikasi pka sebesar 50 mm/tahun, maka dapat diperoleh 5 bobot bahaya pka sebagaimana pada Tabel 4.11. Tabel 4.11 dibuat dengan asumsi: baseline adalah 1990-2000 (2001-2010 dianggap periode proyeksi dan bahaya pada baseline dianggap berbobot 1.

Tabel 4.11. Bobot bahaya penurunan ketersediaan air .

Dekade	Periode	SRB1		SRA1B		SRA2	
		Besaran Bahaya	Bobot	Besaran Bahaya	Bobot	Besaran Bahaya	Bobot
1990 - 2000	Baseline	0.00	1	0.00	1	0.00	1
2001 - 2010	Proyeksi	-96.55	2	-100.24	3	-129.27	3
2011 - 2020	Proyeksi	-184.26	4	-138.42	3	-208.08	5
2021 - 2030	Proyeksi	-110.49	3	-97.36	2	-95.32	2
2031 - 2040	Proyeksi	-106.23	3	-154.40	4	-138.88	3
2041 - 2050	Proyeksi	-216.61	5	-259.96	5	-164.98	4
2051 - 2060	Proyeksi	-210.52	5	-261.32	5	-195.28	4
2061 - 2070	Proyeksi	-203.25	5	-218.96	5	-199.92	4
2071 - 2080	Proyeksi	-220.44	5	-237.17	5	-241.00	5
2081 - 2090	Proyeksi	-210.53	5	-284.26	5	-267.80	5
2091 - 2100	Proyeksi	-237.32	5	-225.58	5	-287.15	5

Keterangan: Bobot bahaya penurunan ketersediaan air (bahaya pka):

- : Bobot 1, tidak ada bahaya pka, ($0 \leq \text{penurunan } TRO_{N,P} < 50 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 2, bahaya pka rendah, ($50 \text{ mm/thn} \leq \text{penurunan } TRO_{N,P} < 100 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 3, bahaya pka sedang, ($100 \text{ mm/thn} \leq \text{penurunan } TRO_{N,P} < 150 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 4, bahaya pka tinggi, ($150 \text{ mm/thn} \leq \text{penurunan } TRO_{N,P} < 200 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 5, bahaya pka sangat tinggi, ($\text{penurunan } TRO_{N,P} \geq 200 \text{ mm/thn}$)

Berdasarkan Tabel 4.11, dapat dikemukakan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Pada kondisi **baseline periode 1990-2000** dianggap belum ada bahaya penurunan ketersediaan air, berlaku sebagai baseline untuk semua skenario. Bobot bahaya disini diberi nilai 1;
- 2) Pada periode **proyeksi 2030** (2001-2050) skenario **SRB1**, terdapat 4 bobot bahaya, yaitu bobot 2 (warna hijau) dengan besaran penurunan $TRO_{N,P}$ sebesar 96,55 mm/tahun (2001-2010), bobot 3 (warna kuning) dengan besaran penurunan $TRO_{N,P}$ sebesar 110,49 mm/tahun (2021-2030) dan 106,23 mm/tahun (2031-2040), bobot 4 (warna orange) dengan besaran penurunan $TRO_{N,P}$ 184,26 mm/tahun (2011-2020); dan bobot 5, besaran penurunan $TRO_{N,P}$ 216,61 mm/tahun (2041-2050);
- 3) Pada periode **proyeksi 2080** (2051-2100) skenario **SRB1**, terdapat 1 bobot bahaya, yaitu bobot 5 (warna merah) dengan besaran penurunan $TRO_{N,P}$ berkisar antar 203,25 mm/tahun hingga 237,32 mm/tahun dan penurunannya cenderung naik menjelang tahun 2100;
- 4) Pada periode **proyeksi 2030** (2001-2050) skenario **SRA1B**, terdapat 4 bobot bahaya, yaitu bobot 2 (warna hijau) dengan besaran penurunan $TRO_{N,P}$ 97,36 mm/tahun (2021-2030), bobot 3 (warna kuning) dengan besaran penurunan $TRO_{N,P}$ 110,49 mm/tahun (2001-2010) dan 138,42 mm/tahun (2011-2020), bobot 4 (warna orange) dengan besaran penurunan

- TRO_{N,P} 154,40 mm/tahun (2031-2040); dan bobot 5 dengan besaran penurunan TRO_{N,P} 259,96 mm/tahun (2041-2050);
- 5) Pada periode **proyeksi 2080** (2051-2100) skenario **SRA1B**, terdapat 1 bobot bahaya, yaitu bobot 5 (warna merah) dengan besaran penurunan TRO_{N,P} berkisar antar 218,96 mm/tahun hingga 284,26 mm/tahun dan penurunannya cenderung fluktuatif;
 - 6) Pada periode **proyeksi 2030** (2001-2050) skenario **SRA2**, terdapat 4 bobot bahaya, yaitu bobot 2 (warna hijau) dengan besaran penurunan TRO_{N,P} sebesar 95,32 mm/tahun (2021-2030), bobot 3 (warna kuning) dengan besaran penurunan TRO_{N,P} 129,27 mm/tahun (2001-2010) dan 138,88 mm/tahun (2031-2040), bobot 4 (warna orange) dengan besaran penurunan TRO_{N,P} 164,96 mm/tahun (2041-2050); dan bobot 5 dengan besaran penurunan TRO_{N,P} 208,08 mm/tahun (2011-2020);
 - 7) Pada periode **proyeksi 2080** (2051-2100) skenario **SRA2**, terdapat 2 bobot bahaya, yaitu bobot 4 (warna oranye) dengan besaran penurunan TRO_{N,P} berkisar antara 195,28 mm/tahun hingga 199,92 mm/tahun (2051-2070) dan bobot 5 (warna merah) dengan penurunan TRO_{N,P} 241,00 mm/tahun hingga 287,15 mm/tahun pada 2071-2100 dan penurunannya cenderung bertambah besar menjelang tahun 2100;
 - 8) Bahaya sebagaimana tersebut diatas berlaku untuk seluruh SSWS karena bahaya tersebut berdasarkan data dari satu stasiun pengamatan.

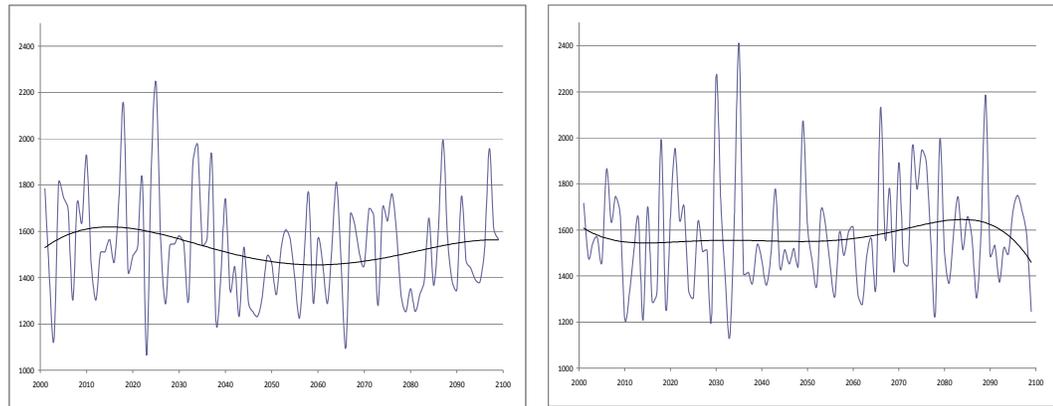
4.1.3. Analisis Bahaya Banjir

Fluktuasi pola curah hujan berpotensi menimbulkan banjir. Potensi banjir dari sisi hidroklimatologi adalah curah hujan (CH) diatas nilai normal, misalnya diatas 400 mm/bulan atau mendekati angka tersebut. Hasil analisis iklim di P. Lombok pada periode proyeksi mendapatkan fluktuasi CH seperti itu (Gambar 4.7). Dalam analisis banjir, aliran air langsung berasal dari CH yang menjadi perhatian.

Selanjutnya, penyebab banjir bukan saja faktor hidroklimatologi, namun juga kondisi lahan dan pengaliran air. Aspek kondisi lahan yang utama adalah tutupan lahan dan kemiringan lahan. Dalam kajian ini, kondisi tutupan lahan dimasukkan sebagai aspek kerentanan (eksposur), sedangkan kemiringan lahan dilibatkan sebagai parameter bahaya banjir. Adapun kondisi pengaliran (sungai, bendungan, dsb) yang dilibatkan hanya infrastruktur irigasi, yaitu bagian dari komponen kapasitas adaptasi

Sektor Sumber Daya Air

dengan asumsi tertentu. Sedangkan geometri sungai dan sarana pengaliran air lainnya belum dilibatkan dalam analisis mengingat keterbatasan data. Selain itu, aspek-aspek tersebut sudah merupakan komponen studi mikro yang bukan pendekatan dalam kajian ini.



a. Pola curah hujan SRA1B

b. Pola curah hujan SRA2

Gambar 4.7. Pola curah hujan tahunan (mm, ordinat), proyeksi Tahun 2001-2099 (absis), skenario SRA1B (a) dan SRA2 (b), menunjukkan *trend* yang fluktuatif dan mengandung potensi banjir pada curah hujan diatas normal. Kurva warna hitam adalah trend rata-rata atau asumsi normal.

4.1.3.1. Perumusan bahaya banjir

Identifikasi bahaya banjir dilakukan berdasarkan pendekatan analisis CDF terhadap data *direct runoff* (DRO) hasil analisis WB. Hal ini dilandasi pemikiran bahwa untuk banjir, komponen limpasan langsung (DRO) itulah yang dapat menyebabkan banjir pengumpulan volume air dalam waktu singkat melebihi batas kemampuan penampungan. Dalam perhitungan WB, DRO adalah limpasan langsung diatas permukaan tanah. Adapun TRO adalah penjumlahan DRO dan aliran baseline.

Selanjutnya, analisis banjir tidak diperbandingkan dengan kondisi baseline, melainkan antar kondisi proyeksi itu sendiri. Hal ini disebabkan oleh karena model proyeksi iklim yang digunakan belum mewakili kondisi ekstrim. Dengan demikian, **bahaya banjir adalah kondisi ekstrim basah CH pada periode proyeksi tertentu terhadap kondisi total *direct runoff* ($DRO_{AN, P}$) pada periode tersebut.**

Selain itu, analisis banjir disini selanjutnya hanya melibatkan kemiringan lahan tertentu, yaitu 3%. Ini berarti, nilai $DRO_{AN, P}$ yang diatas nilai $DRO_{AN, P}$ batas kondisi

Sektor Sumber Daya Air

normal – kondisi banjir kemudian diseleksi dengan kemiringan lahan sebesar $< 3\%$. Wilayah dengan $DRO_{AN,P}$ pada kemiringan lahan $< 3\%$ adalah zona banjir.

Berdasarkan kerangka pikir seperti tersebut diatas, maka langkah-langkah penentuan kondisi atau zona banjir adalah sebagai berikut:

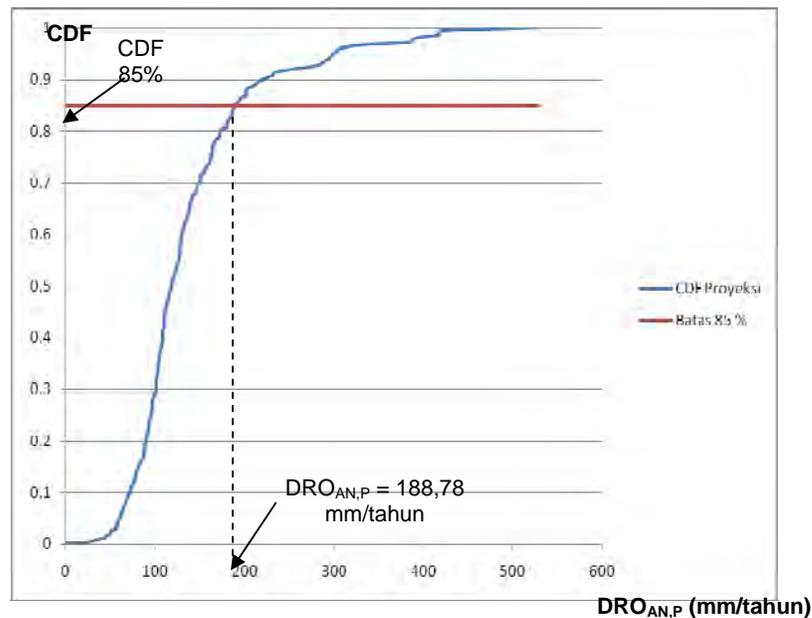
- 1) Pertama-tama, dihitung $DRO_{AN,P}$ untuk semua periode dengan menggunakan analisis WB untuk seluruh SSWS (Dodokan, Jelateng, Menanga, dan Putih) dan rata-ratanya. Hasilnya berturut-turut adalah: DRO_{AN,P_D} , DRO_{AN,P_J} , DRO_{AN,P_M} , DRO_{AN,P_P} dan $Mean_DRO_{max,P}$;
- 2) Dengan cara yang sama ketika menghitung TRO pada analisis ketersediaan air, selanjutnya dihitung CDF dari nilai $DRO_{AN,P}$ tersebut total untuk seluruh skenario, kemudian digambarkan plot CDF tersebut terhadap nilai $DRO_{AN,P}$ tahun yang bersesuaian.
- 3) Menetapkan nilai CDF 85% berikut nilai $DRO_{AN,P}$ -nya pada grafik CDF terhadap $DRO_{AN,P}$, dimana $DRO_{AN,P}$ dibawah CDF 85% merupakan kondisi normal atau tidak ada ancaman bahaya banjir, sedangkan kondisi 85% keatas adalah keadaan berpotensi terjadi bahaya ketersediaan air. Hasilnya diperoleh $DRO_{AN,P}$ pada nilai CDF 85% ($DRO_{AN,P, CDF 85\%}$) adalah 188,78 mm/tahun (Gambar 4.8);
- 4) Menganalisis CDF dan $DRO_{AN,P}$ yang bersesuaian pada nilai CDF 85% keatas atau nilai $DRO_{AN,P} \geq 188,78$ mm/tahun. Nilai $DRO_{AN,P} < 188,78$ mm/tahun adalah “potensi” banjir, yaitu potensi banjir sebelum ditapis dengan kemiringan lahan. Hasilnya disajikan pada Tabel 4.12;
- 5) Menganalisis nilai $DRO_{AN,P} \geq 188,78$ mm/tahun dengan dengan kemiringan lahan lebih kecil dari 3% untuk mendapatkan zona bahaya banjir.

Berdasarkan analisis tersebut diatas, maka dapat dirumuskan dalam kajian ini bahwa **bahaya banjir adalah kondisi curah hujan pada periode proyeksi kondisi iklim diatas normal yang menghasilkan *direct runoff* ($DRO_{AN,P}$) sama dengan atau lebih besar dari 188,78 mm/tahun yang melanda kemiringan lahan $< 3^\circ$** Dalam hal ini, periode proyeksi meliputi periode 2001-2010. Informasi spasial kemiringan lahan $< 3^\circ$ disampaikan pada bahasan bahaya banjir spasial.

4.1.3.2. Besaran dan pembobotan bahaya banjir

Bobot bahaya banjir ditentukan berdasarkan 2 (dua) komponen, yaitu: 1) besaran potensi bahaya banjir, dan 2) kemiringan lahan. Hasil akhir pembobotan merupakan

informasi spasial yang rinci karena telah melibatkan data spasial kemiringan lahan, yaitu kemiringan $\leq 3^\circ$. Berdasarkan hasil perhitungan *WB* dihasilkan grafik CDF terhadap $DRO_{AN,P}$ atas data proyeksi meliputi tiga skenario (SRB1, SRA1B, dan SRA2). Untuk mengetahui ancaman bahaya banjir, maka pada grafik tersebut ditarik garis batas CDF 85%. Hasilnya disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Plot CDF terhadap DRO proyeksi (2001-2099) dan patokan CDF 85% untuk batas kondisi banjir. Pada CDF 15% tersebut nilai DRO = 188,78 mm/tahun.

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa kondisi banjir akan terjadi jika nilai *direct runoff* ($DRO_{AN,P}$) > 188,78 mm/tahun. Hasil ini digunakan untuk identifikasi besaran bahaya banjir dan pembobotannya. Dengan metode tersebut diatas, maka $DRO_{AN,P}$ yang menunjukkan indikasi bahaya banjir dapat dihitung per tahun, sejak tahun 2001 hingga tahun 2099 (akhir periode proyeksi 2080). Namun, sebagai kehati-hatian mengingat keterbatasan data iklim yang melibatkan, maka identifikasi dan pembobotan besaran bahaya bahaya banjir dilakukan atas dasar perhitungan $DRO_{AN,P}$ 10 tahunan (dekadal). Hasilnya menunjukkan kondisi banjir sebagaimana pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Bahaya banjir diperbandingkan diantara kondisi proyeksi

Tahun	SRB1			SRA1B			SRA2		
	DRO Rata2	DRO Max,P	Besaran Bahaya	Rata- Rata	DRO Max,P	Besaran Bahaya	Rata- Rata	DRO Max,P	Besaran Bahaya
2001 - 2010	161.97	301.48	112.69	160.06	281.23	92.45	144.19	257.28	68.50
2011 - 2020	110.27	188.66	-0.13	134.17	385.84	197.06	98.14	305.89	117.10
2021 - 2030	149.89	418.75	229.97	157.65	419.52	230.74	165.50	388.56	199.77
2031 - 2040	158.30	325.33	136.55	127.23	201.03	12.25	135.34	528.77	339.99
2041 - 2050	87.87	127.60	-61.18	64.63	118.81	-69.97	117.93	221.55	32.76
2051 - 2060	94.78	201.42	12.63	66.29	110.85	-77.93	96.27	164.81	-23.97
2061 - 2070	100.37	133.42	-55.37	87.01	141.50	-47.29	97.12	214.51	25.72
2071 - 2080	86.10	157.92	-30.87	75.12	128.86	-59.93	74.74	159.76	-29.03
2081 - 2090	93.51	179.72	-9.07	52.86	127.66	-61.13	61.36	161.86	-26.92
2091 - 2010	78.98	131.18	-57.60	80.26	164.13	-24.65	51.29	123.61	-65.18

Keterangan:

- Periode 2001-2010 dianggap sebagai periode proyeksi.
- Data iklim periode 2001-2007 yang berasal dari PU tidak dilibatkan dalam perhitungan.
- Warna merah : menunjukkan pemunculan bahaya banjir (peningkatan $DRO_{AN,P} > 0$)
- Nilai negatif/warna putih : menunjukkan tidak/kecil kemungkinan terdapat bahaya banjir sebagaimana dirumuskan dalam kajian ini

Berdasarkan hasil perhitungan bahaya banjir sebagaimana pada Tabel 4.13, maka diketahui tahun dekadal kejadian banjir, yaitu banjir terjadi pada periode 2030 (dekade 2001-2010 hingga 2041-2050) dan 2080 (dekade 2051-2060). Secara umum, banjir hanya terjadi pada periode 2030. Dari Tabel 4.13 tersebut, bahaya banjir diproyeksikan akan muncul pada:

- 1) Skenario SRB1, pada 4 dekade (2001-2010, 2021-2030, 2031-2040, dan 2051-2060) dengan kecenderungan bahaya banjir makin tidak ada ke arah akhir periode 2080;
- 2) Skenario SRA1B, pada 4 dekade, seluruhnya pada periode 2030, yaitu tpada 2001-2010 hingga 2031-2040;
- 3) Skenario SRA2, pada 5 dekade, seluruhnya pada periode 2030, yaitu pada 2001-2010 hingga 2041-2050.

Pembobotan terhadap bahaya banjir tersebut dilakukan dengan membuat klasifikasi bahaya banjir setiap selisih nilai $DRO_{AN,P}$ terhadap $DRO_{AN,P,CDF85\%}$ (**peningkatan $DRO_{AN,P}$**) sama dengan 75 mm/tahun ($DRO_{AN,P} - DRO_{AN,P,CDF85\%} = 75$ mm/tahun). Maka, dari Tabel 4.13 dapat diklasifikasikan 5 bobot bahaya banjir seperti pada Tabel 4.14. Nilai bobot yang diberlakukan adalah sbb:

- bobot 5, warna merah, adalah bobot tertinggi (bahaya sangat tinggi), nilai peningkatan $DRO_{AN,P} > 300$ mm/tahun sampai 500 mm/tahun;

Sektor Sumber Daya Air

- bobot 4, warna jingga (orange), adalah bahaya banjir tinggi, nilai peningkatan $DRO_{AN,P}$ antara 225 mm/tahun hingga 300 mm/tahun;
- bobot 3, warna kuning, adalah bahaya banjir sedang nilai peningkatan $DRO_{AN,P}$ antara 150 mm/tahun hingga 225 mm/tahun;
- bobot 2, warna hijau muda, adalah bahaya banjir rendah, nilai peningkatan $DRO_{AN,P}$ antara 75 mm/tahun hingga 150 mm/tahun;
- bobot 1, warna hijau, adalah bahaya banjir sangat rendah, peningkatan $DRO_{AN,P} < 75$ mm/tahun;

Bahaya sebagaimana tersebut diatas berlaku untuk seluruh wilayah SSWS di P. Lombok karena bahaya tersebut berdasarkan perhitungan dari data yang berasal dari 1 (satu) stasiun pengamatan, yaitu stasiun pengamatan iklim milik BKMKG di Selaparang, Ampenan, Kota Mataram. Bahaya banjir yang terjadi juga dibatasi pada bahaya banjir akibat limpasan langsung di seluruh wilayah P. Lombok.

Tabel 4.14. Bobot bahaya banjir

Dekade	Periode	SRB1		SRA1B		SRA2	
		Besaran Bahaya	Bobot	Besaran Bahaya	Bobot	Besaran Bahaya	Bobot
2001 – 2010	Proyeksi	112.69	2	92.45	2	68.50	1
2011 – 2020	Proyeksi	-0.13	-	197.06	3	117.10	2
2021 – 2030	Proyeksi	229.97	4	230.74	4	199.77	3
2031 – 2040	Proyeksi	136.55	2	12.25	1	339.99	5
2041 – 2050	Proyeksi	-61.18	-	-69.97	-	32.76	1
2051 – 2060	Proyeksi	12.63	1	-77.93	-	-23.97	-
2061 – 2070	Proyeksi	-55.37	-	-47.29	-	25.72	-
2071 – 2080	Proyeksi	-30.87	-	-59.93	-	-29.03	-
2081 – 2090	Proyeksi	-9.07	-	-61.13	-	-26.92	-
2091 – 2100	Proyeksi	-57.60	-	-24.65	-	-65.18	-

Keterangan: Bobot bahaya banjir:

- : Bobot 1, bahaya banjir sangat rendah, ($0 < \text{peningkatan } DRO_{AN,P} < 75 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 2, bahaya banjir rendah, ($75 \text{ mm/thn} \leq \text{peningkatan } DRO_{AN,P} < 150 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 3, bahaya banjir sedang, ($150 \text{ mm/thn} \leq \text{peningkatan } DRO_{AN,P} < 225 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 4, bahaya banjir tinggi, ($225 \text{ mm/thn} \leq \text{peningkatan } DRO_{AN,P} < 300 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 5, bahaya banjir sangat tinggi, ($\text{peningkatan } DRO_{AN,P} \geq 300 \text{ mm/tahun}$)

Berdasarkan Tabel 4.14, maka berkenaan dengan bobot bahaya banjir dapat dikemukakan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Secara umum, berdasarkan semua skenario, intensitas banjir umumnya rendah sampai sedang dan banjir terjadi hanya pada periode 2030 (dekade 2001-2010 hingga dekade 2041-2050), kecuali pada skenario SRB1, teradapat banjir pada awal periode 2080;

Sektor Sumber Daya Air

- 2) Banjir paling tinggi diantara seluruh periode dan skenario terjadi pada dekade 2031-2040 (periode 2030), skenario SRA2; dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 339,99$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 528,77$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 135,34$ mm/tahun), termasuk bahaya sangat tinggi (bobot 5);
- 3) Pada skenario SRB1 pola bahaya banjir adalah sebagai berikut:
 - i) bahaya banjir lebih banyak terjadi pada periode 2030 (2001-2050) dengan tingkat banjir rendah hingga sangat rendah;
 - ii) bahaya banjir paling tinggi untuk seluruh periode pada periode 2030 (dekade 2021-2030) dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 360,78$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 229,97$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 418,75$ mm/tahun), termasuk bobot banjir 4 (bahaya banjir tinggi);
 - iii) bahaya banjir rendah (bobot 2) dua kali, yaitu: 2001-2010 dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 112,69$ mm/tahun ($DRO_{max,P} = 301,48$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 161,97$ mm/tahun); dan 2041-2050 dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 136,55$ mm/tahun ($DRO_{max,P} = 325,33$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 158,30$ mm/tahun);
 - iv) bahaya banjir sangat rendah (bobot 1) dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 12,63$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 201,42$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 94,78$ mm/tahun), pada awal periode 2080 (dekade 2051-2060);
 - v) diproyeksikan tidak terjadi banjir (dengan $DRO_{AN,P}$ banjir = 188,78 mm/tahun) setelah dekade 2051-2060 sampai akhir periode 2080.
- 4) Pada skenario SRA1B pola bahaya banjir adalah sebagai berikut:
 - i) bahaya banjir hanya terjadi pada periode 2030 (2001-2050) dengan tingkat banjir umumnya rendah di awal periode, sedang ke tinggi di tengah periode, dan menurun lagi di akhir periode;
 - ii) bahaya banjir paling tinggi untuk seluruh periode adalah peningkatan $DRO_{AN,P} = 230,74$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 419,52$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 157,55$ mm/tahun), termasuk bobot 4 atau bahaya banjir tinggi, pada 2021-2030;
 - iii) bahaya banjir sedang (bobot 3) dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 197,06$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 385,84$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 160,06$ mm/tahun), pada dekade 2011-2020;
 - iv) bahaya banjir rendah (bobot 2) dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 92,45$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 281,23$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 160,06$ mm/tahun), terjadi pada awal periode 2030 (2001-2010);

Sektor Sumber Daya Air

- v) bahaya banjir sangat rendah (bobot 1); peningkatan $DRO_{AN,P} = 12,25$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 201,03$ dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 127,23$ mm/tahun), pada akhir periode 2030 (dekade 2041-2050).
- 5) Pada skenario SRA2 pola bahaya banjir adalah sebagai berikut:
- i) bahaya banjir terjadi hanya pada periode 2030 (2001-2050) dengan tingkat banjir rendah di awal periode, sangat tinggi menjelang akhir periode, dan menurun lagi pada akhir periode ;
 - ii) bahaya banjir paling tinggi untuk seluruh periode bahkan untuk seluruh skenario; peningkatan $DRO_{AN,P} = 339,99$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 528,77$ mm/tahun; $DRO_{AN,P,rata-rata} = 135,34$ mm/tahun), bobot 5 (bahaya sangat tinggi), terjadi pada 2031-2040;
 - iii) bahaya banjir sedang (bobot 3) dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 199,77$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 388,56$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 165,50$ mm/tahun), pada dekade 2021-2030;
 - iv) bahaya banjir rendah (bobot 2) dengan peningkatan $DRO_{AN,P} = 117,10$ mm/tahun ($DRO_{AN,P} = 305,89$ mm/tahun dan $DRO_{AN,P,rata-rata} = 98,14$ mm/tahun), pada dekade 2011-2020;
 - v) bahaya banjir sangat rendah (bobot 1) terjadi 2 kali, yaitu: di awal periode (2001-2010) dan di akhir periode (2041-2050); peningkatan $DRO_{AN,P}$ masing-masing 68,50 dan 32,76 mm/tahun ($DRO_{AN,P}$ masing-masing 257,28 dan 221,55 mm/tahun; dan $DRO_{AN,P,rata-rata}$ masing-masing 144,19 dan 117,93 mm/tahun).

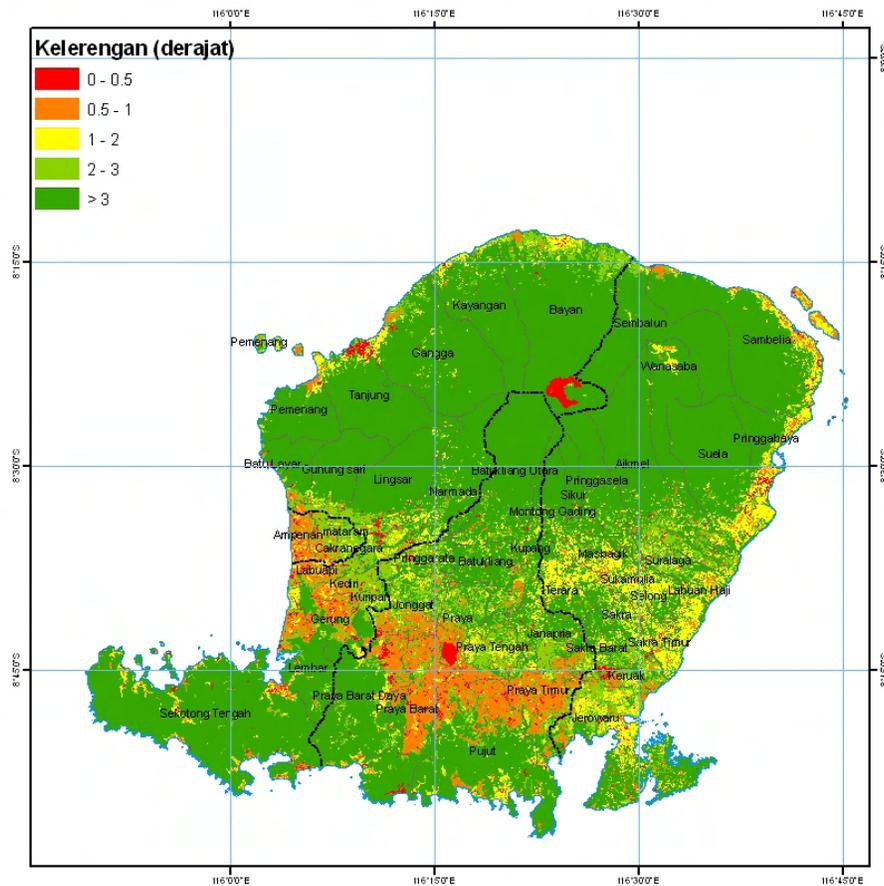
Bahaya banjir sebagaimana tersebut diatas berlaku untuk seluruh wilayah SSWS di P. Lombok karena bahaya tersebut dianalisis berdasarkan data dari 1 (satu) stasiun pengamatan iklim (stasiun Selaparang, Ampenan, Kota Lombok). Selanjutnya, bahaya banjir tersebut dibobot kembali berdasarkan kemiringan lahan untuk memperoleh gambaran spasialnya. Kemiringan lahan yang jadi acuan adalah < 3%. Artinya, hanya bahaya banjir yang berada pada wilayah dengan kemiringan lahan < 3% yang selanjutnya diperhitungkan, sebagaimana diuraikan dibawah ini.

4.1.3.3. Peta bahaya banjir berdasarkan acuan kemiringan lahan

Pembagian kemiringan lahan (kelerengan) < 3% atas dasar kemungkinan dan besaran bahaya banjir yang mungkin terjadi disajikan pada Tabel 4.15. Peta hasil pembobotan kemiringan lahan disajikan pada Gambar 4.9.

Tabel 4.15. Pembagian lereng dan bobotnya untuk bahaya banjir

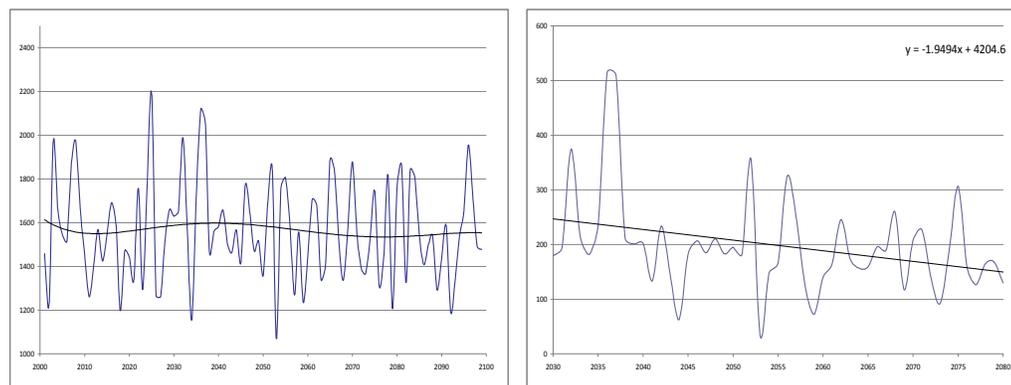
No	Kelerengan(°)	Bobot Bahaya Banjir
1	0 – 0.5	1
2	0.5 – 1	0.8
3	1 – 2	0.6
4	2 – 3	0.4
5	> 3	0.2



Gambar 4.9.
Zona banjir di P. Lombok berdasarkan bobot kemiringan lahan < 3%

4.1.4. Analisis Bahaya Kekeringan

Pola iklim dibawah normal, dalam hal ini adalah curah hujan dibawah rata-rata dapat diidentifikasi terjadi di P. Lombok, misalnya pada periode proyeksi skenario SRB1 seperti pada Gambar 4.10 a. *Trend* TRO hasil analisis *water balance* juga menurun pada periode proyeksi SRB1 (Gambar 4.10 b). Demikian pula untuk skenario SRA1B dan SRA2. Kondisi ini menunjukkan potensi kekeringan hidrologis di P. Lombok pada periode proyeksi.



a. Pola curah hujan proyeksi SRB1

b. Plot CDF terhadap TRO proyeksi SRB1

Gambar 4.10. a. Pola curah hujan tahunan (mm, ordinat) proyeksi Tahun 2001-2099 (absis), skenario SRB1, menunjukkan *trend* fluktuatif dengan beberapa diantaranya dibawah normal (garis hitam rata-rata). b. Plot TRO (mm/tahun, ordinat y) proyeksi terhadap tahun proyeksi (absis x) skenario SRB1, menunjukkan *trend* menurun dengan bertambahnya waktu, karena faktor suhu yang menaik. Garis hitam rata-rata dengan persamaan linier $y = 1,9494x + 4204,6$

Selanjutnya, penyebab kekeringan bukan saja faktor hidroklimatologi, namun juga kondisi lahan dan pengaliran air. Aspek kondisi lahan yang utama adalah tutupan lahan dan kemiringan lahan. Dalam kajian ini, baik aspek kondisi tutupan lahan maupun kemiringan lahan dimasukkan sebagai aspek kerentanan (komponen eksposur).

Adapun kondisi pengaliran (sungai, bendungan, dsb) yang dilibatkan hanya infrastruktur irigasi, yaitu bagian dari komponen kapasitas adaptasi dengan asumsi tertentu. Sedangkan geometri sungai dan sarana pengaliran air lainnya belum dilibatkan dalam analisis mengingat ketersediaan datanya dan aspek tersebut sudah merupakan komponen studi mikro yang bukan pendekatan dalam kajian ini.

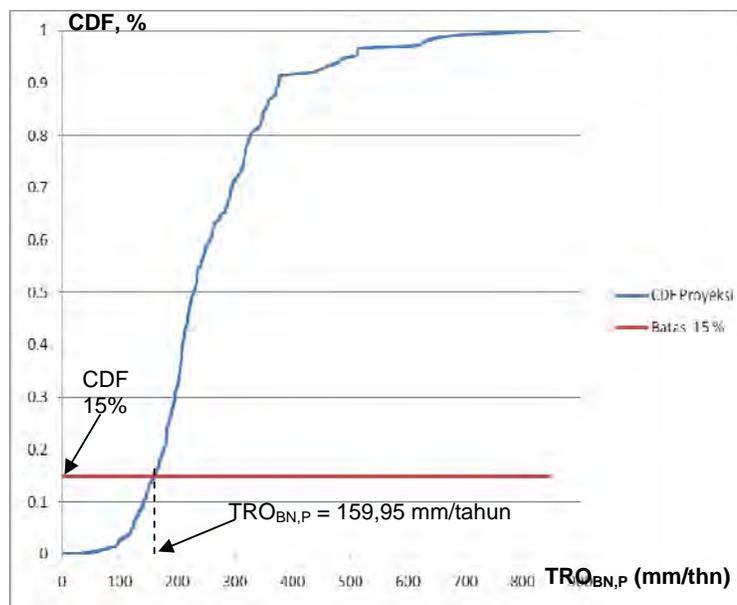
4.1.4.1. Perumusan bahaya kekeringan

Analisis kekeringan mirip dengan analisis ketersediaan air, yaitu melibatkan data TRO hasil analisis *water balance*. Hal ini, sejauh data yang tersedia, dianggap tepat, sebab TRO mencerminkan ketersediaan air dimana kekeringan juga sebenarnya berkaitan dengan kondisi ketersediaan air. Namun, untuk kekeringan, kondisi bahaya diperbandingkan hanya diantara kondisi proyeksi itu sendiri.

Analisis kekeringan serupa dengan analisis banjir, yaitu hanya memperbandingkan bahaya diantara kondisi proyeksi. Hal ini mengingat model proyeksi iklim yang digunakan belum mewakili kondisi ekstrim. Oleh karena itu **diasumsikan bahwa kekeringan adalah kondisi ekstrim kering pada periode proyeksi terhadap kondisi total runoff (TRO) pada periode tersebut.**

Langkah-langkah penentuan kondisi kekeringan adalah serupa dengan langkah-langkah penentuan kondisi banjir dengan catatan sebagai berikut:

- 1) Parameter hasil analisis *water balance* yang dilibatkan adalah *total runoff* dari proyeksi kondisi iklim rata-rata tahunan dibawah normal ($TRO_{min,P}$);
- 2) Berdasarkan analisis dapat dirumuskan dalam kajian ini bahwa **bahaya kekeringan adalah kondisi curah hujan iklim dibawah normal periode proyeksi yang menghasilkan total runoff ($TRO_{BN,P} \leq 159,95$ mm/tahun.**



Gambar 4.11. Plot CDF terhadap TRO proyeksi (2001-2099) dan batas CDF 15% untuk batas kondisi kekeringan. Pada CDF 15% tersebut nilai TRO ($TRO_{BN,P}$) adalah 159,95 mm/tahun.

4.1.4.2. Besaran dan pembobotan bahaya kekeringan

Dari grafik pada Gambar 4.11 dapat diketahui bahwa kondisi kekeringan akan terjadi jika nilai *total runoff* ($TRO_{BN,P}$) lebih kecil dari 159,95 mm/tahun. Hasil ini digunakan untuk identifikasi besaran dan pembobotan bahaya kekeringan. Untuk kehati-hatian mengingat keterbatasan data iklim yang dilibatkan, maka identifikasi dan pembobotan besaran bahaya kekeringan dilakukan atas dasar perhitungan $TRO_{min,P}$ untuk 10 tahunan (dekadal). Hasilnya sebagaimana pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Bahaya kekeringan diperbandingkan diantara kondisi proyeksi

Tahun	SRB1		Besaran Bahaya	SRA1B		Besaran Bahaya	SRA2		Besaran Bahaya
	Rata-rata	TRO _{BN,P}		Rata-rata	TRO _{BN,P}		Rata-rata	TRO _{BN,P}	
2001 - 2010	292.94	152.04	-7.91	289.24	138.67	-21.28	260.21	49.39	-110.56
2011 - 2020	205.22	94.43	-65.52	251.07	119.52	-40.43	181.40	85.41	-74.54
2021 - 2030	278.99	120.03	-39.92	292.13	166.20	6.25	294.17	127.81	-32.14
2031 - 2040	283.25	180.74	20.79	235.09	145.25	-14.70	250.60	89.52	-70.43
2041 - 2050	172.87	62.24	-97.71	129.52	1.78	-158.17	224.51	116.34	-43.61
2051 - 2060	178.97	34.31	-125.64	128.16	39.95	-120.00	194.21	103.04	-56.91
2061 - 2070	186.24	117.25	-42.70	170.53	77.40	-82.55	189.56	62.31	-97.64
2071 - 2080	169.04	91.82	-68.13	152.31	49.43	-110.52	148.48	45.31	-114.64
2081 - 2090	178.95	2.98	-156.97	105.23	0.03	-159.92	121.68	18.67	-141.28
2091 - 2010	152.17	17.78	-142.17	163.90	67.83	-92.12	102.34	0.04	-159.91

Keterangan:

- Periode 2001-2010 dianggap sebagai periode proyeksi.
- Data iklim periode 2001-2007 yang berasal dari PU tidak dilibatkan dalam perhitungan.
- $TRO_{BN,P, DF15\%} = 159,95$ mm/tahun
- Warna merah : menunjukkan pemunculan bahaya kekeringan ($TRO_{BN,P} - TRO_{BN,P, DF15\%} < 0$ atau penurunan $TRO_{BN,P} > 0$)
- Nilai positif/warna putih : menunjukkan tidak terdapat bahaya kekeringan

Berdasarkan Tabel 4.16, bahaya kekeringan yang paling besar diproyeksikan terjadi pada SRA2, dengan *trend* pada awal dekade 2030-an kekeringan sedang, kemudian menurun di akhir periode 2030 dan awal periode 2080 (2041-2050 dan 2051-2060) dan naik kembali intensitasnya pada pertengahan sampai akhir periode 2080. Pembobotan dilakukan dengan mengklasifikasikan setiap nilai -30 mm/tahun untuk $TRO_{BN,P} - TRO_{BN,P, DF15\%}$ (penurunan $TRO_{BN,P} = 30$ mm/tahun). Maka, dari Tabel 4.16 didapat 5 bobot bahaya kekeringan (Tabel 4.17), sebagai berikut:

- bobot 5, warna merah, adalah bobot tertinggi (bahaya kekeringan sangat tinggi), penurunan $TRO_{BN,P} < 120$ mm/tahun;
- bobot 4, warna jingga, adalah bahaya kekeringan tinggi, penurunan $TRO_{BN,P}$ antara 200 mm/tahun hingga 90 mm/tahun;

Sektor Sumber Daya Air

- bobot 3, warna kuning, adalah bahaya kekeringan sedang, penurunan $TRO_{BN,P}$ antara 90 mm/tahun hingga 60 mm/tahun;
- bobot 2, warna hijau muda, adalah bahaya kekeringan rendah, nilai penurunan $TRO_{BN,P}$ antara 60 mm/tahun 30 mm/tahun;
- bobot 1, warna hijau, adalah bahaya kekeringan sangat rendah, nilai penurunan $TRO_{BN,P}$ antara 30 mm/tahun hingga 0.

Tabel 4.17. Bobot bahaya kekeringan

Dekade	Periode	SRB1		SRA1B		SRA2	
		Besaran Bahaya	Bobot	Besaran Bahaya	Bobot	Besaran Bahaya	Bobot
2001 – 2010	Proyeksi	-7.91	2	-21.28	2	-110.56	1
2011 – 2020	Proyeksi	-65.52	1	-40.43	3	-74.54	2
2021 – 2030	Proyeksi	-39.92	4	6.25	4	-32.14	3
2031 – 2040	Proyeksi	20.79	2	-14.70	1	-70.43	5
2041 – 2050	Proyeksi	-97.71	-	-158.17	-	-43.61	-
2051 – 2060	Proyeksi	-125.64	1	-120.00	-	-56.91	-
2061 – 2070	Proyeksi	-42.70	-	-82.55	-	-97.64	1
2071 – 2080	Proyeksi	-68.13	-	-110.52	-	-114.64	-
2081 – 2090	Proyeksi	-156.97	1	-159.92	-	-141.28	-
2091 – 2100	Proyeksi	-142.17	-	-92.12	-	-159.91	-

Keterangan: Bobot bahaya banjir:

- : Bobot 1, bahaya kekeringan sangat rendah, ($0 > \text{penurunan } TRO_{BN,P} < 30 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 2, bahaya kekeringan rendah, ($30 \text{ mm/thn} \leq \text{penurunan } TRO_{BN,P} < 60 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 3, bahaya kekeringan sedang, ($60 \text{ mm/thn} \leq \text{penurunan } TRO_{BN,P} < 90 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 4, bahaya kekeringan tinggi, ($90 \text{ mm/thn} \leq \text{penurunan } TRO_{BN,P} < 120 \text{ mm/thn}$)
- : Bobot 5, bahaya kekeringan sangat tinggi, ($\text{penurunan } TRO_{BN,P} \geq 120 \text{ mm/thn}$)

Berdasarkan Tabel 4.17, dapat dikemukakan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Secara umum, untuk semua skenario, intensitas kekeringan umumnya sedang-tinggi dan cenderung semakin besar pada periode 2080;
- 2) Kekeringan paling tinggi diantara seluruh periode dan skenario tercemin dari $TRO_{BN,P} - TRO_{BN,P, CDF15\%}$ (penurunan $TRO_{BN,P}$) paling kecil, yaitu $-159,91$ mm/tahun ($TRO_{BN,P} = 0,03$ mm/tahun dan $TRO_{BN,P, rata-rata} = 105,23$ mm/tahun), atau bahaya kekeringan sangat tinggi (bobot 5), terjadi pada dekade 2081-2090 (periode 2080), skenario SRA1B;
- 3) Pada skenario SRB1 pola bahaya kekeringan adalah sebagai berikut:
 - i) bahaya kekeringan lebih banyak terjadi pada periode 2080 dengan tingkat kekeringan umumnya sedang - sangat tinggi;
 - ii) bahaya kekeringan paling tinggi untuk seluruh periode adalah penurunan $TRO_{BN,P} = -156,97$ mm/tahun ($TRO_{BN,P} = 2,98$ mm/tahun

Sektor Sumber Daya Air

- dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 178,95$ mm/tahun), bahaya kekeringan sangat tinggi (bobot 5), terjadi pada periode 2080 dekade 2081-2090;
- iii) bahaya kekeringan sangat tinggi (bobot 5) lainnya: periode 2080 yaitu penurunan $TRO_{BN, P} = 125,64$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 34,31$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 178,79$ mm/tahun) dekade 2051-2060 dan penurunan $TRO_{BN, P} = 142,17$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 17,78$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 152,17$ mm/tahun) pada 2090-2100);
 - iv) bahaya kekeringan tinggi (bobot 4), penurunan $TRO_{BN, P} = 97,71$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 62,24$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 172,87$ mm/tahun), pada periode 2030 dekade 2041-2050;
 - v) bahaya kekeringan sedang (bobot 3), penurunan $TRO_{BN, P} = 65,52$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 94,43$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 205,22$ mm/tahun) periode 2030 (2011-2020) dan penurunan $TRO_{BN, P} = 68,13$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 91,82$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 169,04$ mm/tahun) pada periode 2080 (2071-2080);
 - vi) bahaya kekeringan rendah (bobot 2) dengan penurunan $TRO_{BN, P} = 39,92$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 120,03$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 278,99$ mm/tahun) pada periode 2030 (dekade 2021-2030) dan penurunan $TRO_{BN, P} = 42,70$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 117,25$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 186,24$ mm/tahun) periode 2080 (2061-2070);
 - vii) bahaya kekeringan sangat rendah (bobot 1); penurunan $TRO_{BN, P} = 7,91$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 152,04$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 292,94$ mm/tahun) pada awal periode 2030 (dekade 2001-2010).
- 4) Pada skenario SRA1B pola bahaya kekeringan adalah:
- i) Bahaya kekeringan terjadi pada periode 2030 dan 2080 dengan tingkat kekeringan umumnya sangat rendah pada periode 2030 dan sedang hingga sangat tinggi pada periode 2080;
 - ii) bahaya kekeringan paling tinggi untuk seluruh periode terjadi pada periode 2080 (dekade 2081-2090) dengan penurunan $TRO_{BN, P} = 159,92$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 0,03$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 105,23$ mm/tahun), bobot bahaya kekeringan 5 (sangat tinggi), terjadi pada periode 2080 dekade 2081-2090;
 - iii) bahaya kekeringan sangat tinggi (bobot 5) lainnya terjadi pada periode 2080 yaitu penurunan $TRO_{BN, P} = 158,17$ mm/tahun ($TRO_{BN, P}$

Sektor Sumber Daya Air

- = 1,78 mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 129,52$ mm/tahun) pada periode 2080 dekade 2051-2060;
- iv) bahaya kekeringan tinggi (bobot 4) terjadi tiga kali pada periode 2080 yaitu masing-masing penurunan $TRO_{BN, P} = 120,00, 110,52,$ dan $92,12$ mm/tahun ($TRO_{BN, P}$ berturut-turut = $39,95, 49,43,$ dan $67,83$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata}$ berturut-turut = $128,17, 152,31,$ dan $163,90$ mm/tahun) dekade 2051-2060; 2071-2080 dan 2091-2100;
 - v) bahaya kekeringan sedang (bobot 3) terjadi pada periode 2080, (2061-2070) dengan penurunan $TRO_{BN, P} = 82,55$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 77,40$ mm/tahun, $TRO_{BN, P, rata-rata} = 170,53$ mm/tahun);
 - vi) bahaya kekeringan rendah (bobot 2) pada periode 2030 (2011-2020) dengan penurunan $TRO_{BN, P} = 40,43$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 119,52$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 251,07$ mm/tahun);
 - vii) bahaya kekeringan sangat rendah (bobot 1) terjadi 2 kali yaitu dekade 2001-2010 dan 2021-2030 (periode 2030); penurunan $TRO_{BN, P}$ masing-masing $21,28$ dan $14,70$ mm/tahun ($TRO_{BN, P}$ berturut-turut = $138,67$ dan $145,25$ mm/tahun; $TRO_{BN, P, rata-rata}$ berturut-turut = $289,24$ dan $235,09$ mm/tahun).
- 5) Pada skenario SRA2 pola bahaya kekeringan adalah sebagai berikut:
- i) bahaya kekeringan terjadi di seluruh periode dengan *trend* tingkat bahaya sedang di awal periode 2030; rendah di akhir periode 2030-awal periode 2080 dan naik kembali pada tengah-akhir periode 2080;
 - ii) bahaya kekeringan paling tinggi untuk seluruh periode terjadi pada periode 2080, dekade 2091-2100) dengan penurunan $TRO_{BN, P} = 159,91$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 0,04$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 102,34$ mm/tahun), bobot 5, sangat tinggi;
 - iii) bahaya kekeringan sangat tinggi (bobot 5) lainnya pada periode 2080 (2081-2090), penurunan $TRO_{BN, P} = 141,28$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 18,67$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 121,68$ mm/tahun);
 - iv) bahaya kekeringan tinggi (bobot 4) terjadi 1 kali pada periode 2030 dan 2 kali pada periode 2080. Periode 2030 dengan penurunan $TRO_{BN, P} = 110,56$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 49,39$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 260,21$ mm/tahun) terjadi pada periode 2001-2010. Sedangkan pada periode 2080 masing-masing penurunan $TRO_{BN, P} = 97,64$ dan $114,64$ mm/tahun ($TRO_{BN, P}$ berturut-turut = $62,31$ dan

Sektor Sumber Daya Air

- 45,31 mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata}$ berturut-turut = 189,56 dan 148,48 mm/tahun) di dekade 2061-2070 dan 2071-2080);
- v) bahaya kekeringan sedang (bobot 3) terjadi dua kali seluruhnya pada periode 2030: penurunan $TRO_{BN, P} = 74,54$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 85,41$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 181,40$ mm/tahun) pada 2021-2030 dan penurunan $TRO_{BN, P} = 70,43$ mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 89,52$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 250,60$ mm/tahun) pada 2031-2040;
- vi) bahaya kekeringan rendah (bobot 2) terjadi 2 kali pada periode 2030 dan 1 kali pada periode 2080. Pada periode 2030 masing-masing pada penurunan $TRO_{BN, P} = 32,14$ dan $43,61$ mm/tahun ($TRO_{BN, P}$ berturut-turut = 127,81 dan 116,52 mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata}$ berturut-turut = 294,17 dan 224,51 mm/tahun) masing-masing pada dekade 2021-2030 dan 2041-2050). Sedangkan pada periode 2080 dekade 2051-2060, penurunan $TRO_{BN, P} = 56,91$, mm/tahun ($TRO_{BN, P} = 103,04$ mm/tahun dan $TRO_{BN, P, rata-rata} = 194,21$ mm/tahun).

Kekeringan diasumsikan berlaku untuk seluruh wilayah P. Lombok oleh karena data iklim yang digunakan juga diasumsikan berlaku untuk seluruh P. Lombok.

4.1.5. Bahaya Lainnya

Karena keterbatasan data, bahaya lainnya dari perubahan iklim terhadap sektor air dianalisis secara kualitatif. Bahaya tersebut antara lain **intrusi air laut**, **tanah longsor**, dan **pengangkutan sedimen**. Bahaya lainnya berupa **penurunan kualitas airtanah secara langsung di daerah pantai akibat rendaman air laut ke daratan** dibahas dalam kajian sektor pesisir dan pantai.

Potensi bahaya intrusi air laut atau penurunan kualitas airtanah di daerah pantai muncul sebagai dampak dari kenaikan muka air laut (*SLR: sea level rise*) dan rendaman air laut ke daratan akibat SLR. Adapun potensi bahaya tanah longsor atau gerakan tanah merupakan dampak kenaikan curah hujan yang melebihi standar tertentu di suatu wilayah dan berkaitan dengan faktor-faktor terjadinya tanah longsor pada suatu lokasi di wilayah tersebut.

4.1.5.1. Intrusi air laut

Intrusi air laut dimungkinkan dengan telah teridentifikasinya kenaikan muka air laut pada kedua periode proyeksi dalam ketiga skenario yang dilibatkan. Dampak intrusi air laut adalah bergesernya batas pertemuan air laut dan air tanah di bawah tanah ke arah permukaan tanah. Dengan kata lain, kolom air tanah yang berisi air segar (*fresh water*) menjadi lebih pendek karena terdesak oleh air tanah yang berisi air asin, sehingga persediaan air segar (air tanah) di daerah pantai menjadi berkurang.

Intensitas terjadinya bahaya intrusi air laut sangat bergantung kepada kenaikan muka laut dan seberapa besar pengambilan air tanah di daerah pantai. Untuk itu, diperlukan data tentang lokasi berupa koordinat atau data spasial titik, debit pengambilan air tanah, muka airtanah saat ini, dan jarak titik ke bibir pantai dari masing-masing sumur bor yang ada di daerah pantai. Mengingat data spasial tentang sumur bor yang berada di daerah pantai hingga saat ini belum dapat diperoleh, maka potensi bahaya intrusi air laut belum dapat dirumuskan serta disajikan dalam bentuk informasi spasial.

4.1.5.2. Tanah longsor

Tanah longsor adalah fenomena geologi yang meliputi jatuhan batuan (*rockfall*), keruntuhan lereng (*deep failure of slope*), dan gerakan tanah (*debris flow*). Penyebab utamanya adalah gaya gravitasi dan faktor lain yang mempengaruhi kestabilan lereng. Tanah longsor terjadi ketika kestabilan suatu lereng berubah dari keadaan stabil menjadi tidak stabil. Perubahan kestabilan lereng ini disebabkan oleh penyebab alami, perbuatan manusia, atau gabungan keduanya. Penyebab alami tanah longsor adalah air tanah atau air pori, kehilangan vegetasi, gangguan pada struktur tanah, erosi, gempabumi, dan letusan gunungapi. Dalam hal ini tanah longsor yang dibicarakan disini adalah tanah longsor yang terjadi di daratan dengan penyebab terpenting adalah kandungan air dalam tanah (air tanah atau air pori).

Potensi tanah longsor akibat perubahan iklim mungkin terjadi mengingat sedikitnya dua hal. *Pertama*, dalam sejarah, tercatat beberapa kejadian tanah longsor di P. Lombok (lihat Bab II). *Kedua*, salah satu hasil analisis sektor iklim memberikan informasi adanya kenaikan curah hujan di P. Lombok pada periode proyeksi, sehingga curah hujan standar yang berpotensi menyebabkan tanah longsor dapat

Sektor Sumber Daya Air

tercapai. Curah hujan standar yang berpotensi menyebabkan tanah longsor tersebut diantaranya sebagaimana diberikan oleh BKMKG adalah 400 mm/bulan

Lokasi, besaran, dan frekuensi kejadian tanah longsor belum dapat diidentifikasi dalam kajian ini mengingat ketersediaan data dan alat analisis yang sudah merupakan cakupan pendekatan studi rinci di luar pendekatan meso level yang dilakukan dalam kajian. Apa yang dapat disampaikan disini dalam hal ini adalah perkiraan yang bersifat kualitatif sebagai berikut:

- 1) Bahaya tanah longsor mungkin terjadi pada wilayah-wilayah yang secara historis pernah mengalami kejadian tanah longsor;
- 2) Waktu (bulan atau tahun) kemungkinan terjadinya tanah longsor adalah bulan atau tahun dengan intensitas curah hujan ≥ 400 mm/bulan dan iklim ekstrim dengan curah hujan ekstrim.

Beberapa kejadian tanah longsor telah dipetakan oleh peneliti dari Universitas Mataram (Bab II). Namun, informasi yang ada tersebut tidak disertai dengan data mentah tentang lokasi, dimensi, waktu kejadian, serta faktor penyebab lainnya, terutama aspek yang berkaitan dengan air dari kejadian tanah longsor.

4.1.5.3. Pengangkutan sedimen

Intensitas curah hujan yang tinggi serta kondisi lahan yang kritis sehingga tingkat erosi yang terjadi juga tinggi merupakan penyebab utama potensi bahaya pengangkutan sedimen. Potensi bahaya ini selanjutnya dapat menyebabkan dampak pada pendangkalan sungai, sehingga dapat memicu banjir serta gangguan pada sistem irigasi; pendangkalan waduk, embung atau sarana penampungan air sungai lainnya, serta menyebabkan degradasi pada lingkungan fisik sungai.

Mengingat tidak dijumpainya sungai besar, potensi bahaya pengangkutan sedimen di P. Lombok mungkin dapat dikategorikan kecil. Namun, apabila tingkat kekritisian lahan di daerah aliran sungai cukup tinggi, potensi bahaya pengangkutan sedimen dapat memberikan dampak lebih lanjut pada sistem tatanan air di P. Lombok. Dalam kajian ini belum dapat dikemukakan informasi lebih lanjut tentang potensi bahaya pengangkutan sedimen mengingat ketersediaan data dan tingkat kajian yang diperlukannya berada pada tataran studi rinci.

4.2. KERENTANAN PERUBAHAN IKLIM SEKTOR AIR

Sub bagian ini akan menjabarkan kerentanan perubahan iklim sektor air dengan dua faktor utama sebagai penentu. *Pertama*, rumusan bahaya perubahan iklim ektor air sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya. *Kedua*, ketersediaan data dan informasi spasial sebagai penyeleksi akhir komponen kerentanan yang akan dilibatkan yang bersifat kuantitatif sehingga dapat dituangkan dalam peta.

4.2.1. Identifikasi Komponen Kerentanan

4.2.1.1. Komponen Potensi Kerentanan

Per batasan yang digunakan dalam kajian ini, kerentanan (V) terhadap perubahan iklim adalah fungsi dari karakter, besaran, dan kecepatan dari perubahan iklim dan variasi dari keterpaparan (*exposure*, E), sensitivitas (*sensitivity*, S) dan kapasitas adaptasi (*adaptive capacity*, AC) dari sistem terhadap karakter, besaran, dan kecepatan perubahan iklim tersebut. Dengan kata lain, $V = (E \times S) / AC$. Rumusan tersebut menyatakan bahwa semakin besar atau semakin banyak komponen E dan komponen S , maka akan semakin besar kerentanan (V) yang dihadapi. Sebaliknya, semakin besar atau semakin banyak komponen AC , maka akan semakin kecil kerentanan (V) yang dihadapi. Pengenalan komponen V selanjutnya dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) mempertimbangkan berbagai komponen yang mungkin merupakan E , S , atau AC dalam hubungannya terhadap bahaya yang ditinjau;
- 2) melihat ketersediaan data atau informasi spasial dari masing-masing komponen E , S , dan AC tersebut;
- 3) menghindarkan perulangan (*redundan*) dalam pelibatan unsur komponen tersebut dalam semua komponen risiko;
- 4) mempertimbangkan agar tidak terlalu banyak komponen kerentanan; karena terlalu banyak juga menjadikan sulit untuk interpretasi.

Hasil identifikasi komponen kerentanan sebagaimana pada Tabel 4.18.

Berdasarkan tabel identifikasi komponen kerentanan diatas, terdapat 36 unsur komponen kerentanan dengan 19 diantaranya digunakan untuk dua atau tiga jenis bahaya yang telah diidentifikasi

Tabel 4.18. Identifikasi komponen kerentanan

Jenis Bahaya (H)	Kerentanan yang Mungkin	Jenis Komp V	Status Data Spasial	Duplikasi Pemakaian Informasi
1. Penurunan Ketersediaan Air	1. Tataguna lahan	E	V	X
	2. Kepadatan penduduk	E	V	X
	3. Kebutuhan air	S	V	X
	4. Jenis tanah/batuan	S	V	X
	5. Pola sebaran curah hujan	S	V	X
	6. Kesejahteraan penduduk	AC	V	X
	7. Infrastruktur irigasi	AC	V	X
	8. Kapasitas simpanan air	S	V	V
	9. Kualitas air	S	X	X
	10. Kearifan lokal	AC	X	V
	11. Pengelolaan air	AC	X	V
	12. Pola penggunaan air	AC	X	V
2. Zonasi Banjir	1. Kepadatan penduduk	E	V	X
	2. Tataguna lahan	E	V	X
	3. Produktivitas pangan	S	V	X
	4. Tingkat kekritisn lahan	S	V	X
	5. Tingkat kekritisn kawasan hutan lindung	S	V	X
	6. Pola sebaran curah hujan	S	V	X
	7. Kesejahteraan penduduk	AC	V	X
	8. Infrastruktur irigasi	AC	V	X
	9. Kearifan lokal	AC	X	X
	10. Pengelolaan air	AC	X	V
	11. Kemiringan lahan	E	V	V
	12. Kapasitas saluran air	E	X	X
3. Kekeringan	1. Kepadatan penduduk	E	V	X
	2. Tataguna lahan	E	V	X
	3. Produktivitas pangan	S	V	X
	4. Kebutuhan air	S	V	X
	5. Tingkat kekritisn kawasan hutan lindung	S	V	X
	6. Pola sebaran curah hujan	S	V	X
	7. Kesejahteraan penduduk	AC	V	X
	8. Infrastruktur irigasi	AC	V	X
	9. Kearifan lokal	AC	X	X
	10. Kapasitas simpanan air	AC	X	X
	11. Kemiringan lahan	E	V	X
	12. Pola penggunaan air	E	X	X

Keterangan:

*E = Eksposur, S = Sensitivitas, AC = kapasitas adaptasi
X = tidak tersedia/tidak adadata; V = tersedia/ada*

4.2.1.2. *Komponen Kerentanan Terpilih*

Berdasarkan pada Tabel 4.18 , maka diajukan komponen kerentanan dan bahaya terkait dengannya akibat perubahan iklim yang digunakan dalam kajian ini sebagaimana pada Tabel 4.19. Skema pada Tabel 4.19 juga merupakan kerangka pendekatan penyelesaian kajian ini.

Tabel 4.19. Komponen kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim

POT. H	BAHAYA (H)	KERENTANAN SEKTOR AIR (V)		
		Komp.	Jenis	Kode
Perubahan pola CH, kenaikan T, SLR, rendaman	Penurunan KETERSEDIAAN AIR	E	1. Kepadatan penduduk (spasial)	d
			2. Tataguna lahan (spasial)	tgl
		S	1. Kebutuhan air	ka
			2. Jenis tanah/batuan (spasial)	gl
			3. Pola sebaran curah hujan (spasial)	ch
		AC	1. Kesejahteraan penduduk (spasial)	ks
	2. Infrastruktur irigasi		inf	
	Zona BANJIR	E	1. Kepadatan penduduk (spasial)	d
			2. Tataguna lahan (spasial)	tgl
		S	1. Tingkat kekritisian lahan SSWS	kr_ssws
			2. Tingkat kekritisian kawasan hutan lindung	kr_hl
			3. Pola sebaran curah hujan (spasial)	ch
		AC	1. Kesejahteraan penduduk (spasial)	ks
	2. Infrastruktur irigasi		inf	
	KEKERINGAN	E	1. Kepadatan penduduk (spasial)	d
2. Tataguna lahan (spasial)			tgl	
S		1. Kebutuhan air	ka	
		2. Pola sebaran urah hujan (spasial)	ch	
		3. Tingkat kekritisian kawasan hutan lindung	kr_hl	
AC		4. Kemiringan lahan (spasial)	kl	
	1. Kesejahteraan penduduk (spasial)	ks		
		2. linfrastruktur irigasi	inf	

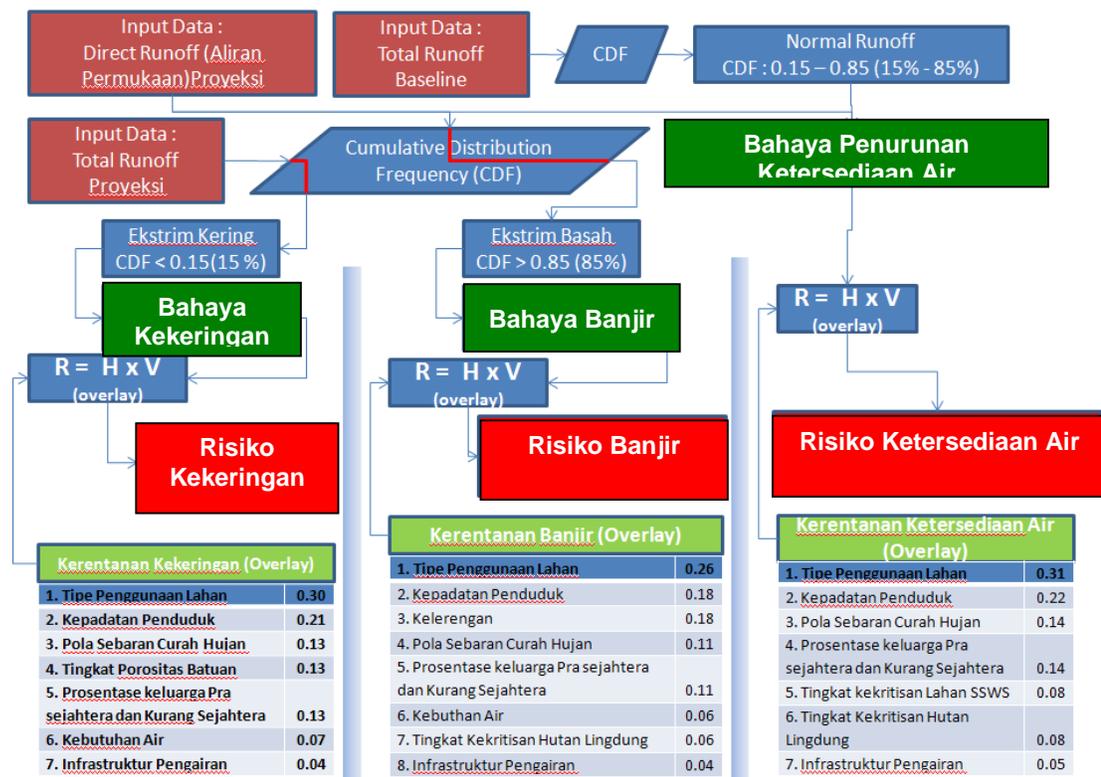
Keterangan:

H : bahaya (*hazrads*), Pot : potensi, T : temperatur, SLR : kenaikan muka laut (*sea level rise*), E: eksposur, S : sensitivitas, AC : kapasitas adaptasi. (*spasial*) : jenis informasi dengan tingkat ketelitian atau satuan ruang yang lebih rinci.

Berdasarkan Tabel 4.19 telah diidentifikasi parameter kerentanan yang akan dilibatkan dalam kajian kerentanan sektor air terhadap perubahan iklim di P. Lombok. Pemilihan komponen kerentanan seperti pada Tabel. 4.9 didasarkan pada 3 parameter kendali utama, yaitu: pendekatan studi tingkat menengah (*meso level*), kebutuhan penyampaian hasil kajian dalam bentuk informasi spasial, dan ketersediaan data. Selanjutnya, kerentanan tersebut diuraikan secara ringkas dalam ketiga parameternya (E, S, dan AC) menurut masing-masing bahayanya.

4.2.1.3. Skema Aplikasi GIS

Proses penyelesaian kajian ini, terutama yang bersifat kuantitatif berupa informasi spasial dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi GIS (*geographic information system*). Gambar 12 dibawah ini memperlihatkan skema penyelesaian bagian utama dari kajian dengan aplikasi GIS. Skema tersebut dikembangkan dari skema yang serupa pada Bab III tentang metodologi dengan tambahan informasi yang diturunkan dari *framework* dalam kajian.



Gambar 4.12. Skema aplikasi GIS yang digunakan dalam kajian yang telah dilengkapi informasi yang diturunkan berdasarkan kerangka kerja komponen kerentanan sektor air (Tabel 4.19)

4.2.2. Kerentanan terhadap Bahaya Penurunan Ketersediaan Air

Pada bahasan sebelumnya telah dirumuskan bahwa bahaya penurunan ketersediaan air (PKA) dalam kajian ini adalah nilai *total runoff* dari kondisi iklim normal pada kondisi proyeksi ($TRO_{N,P}$) yang lebih kecil dari 238,9 mm/tahun. Dengan catatan, berdasarkan hasil kajian *water balance*, tidak semua proyeksi dan skenario mengalami penurunan ketersediaan air.

Sektor Sumber Daya Air

Pada bahasan lainnya, telah diidentifikasi kerentanan sektor air terhadap bahaya PKA tersebut dalam ketiga komponennya, yaitu: exposure, sensitivitas, dan kapasitas adaptasi. Sub bagian ini menguraikan secara ringkas ketiga komponen kerentanan tersebut, perumusan dan pembobotan kerentanan totalnya.

4.2.2.1. Perumusan kerentanan terhadap bahaya PKA

Dari tabel 4.19, ada 7 (tujuh) parameter untuk komponen E, S, dan AC untuk bahaya PKA, yaitu: **tataguna lahan, kepadatan penduduk, kebutuhan air, jenis tanah atau batuan, curah hujan lokal, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi**. Berdasarkan hal itu, maka *kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air dapat dirumuskan sebagai fungsi dari bahaya penurunan total runoff kondisi iklim normal pada periode proyeksi ($TRO_{N,P}$) dibawah batas minimal TRO kondisi iklim normal pada baseline yang nilai CDF nya $< 15\%$ ($TRO_{N,P} < TRO_{N,B \text{ CDF } 15\%}$) dan variasi dari tataguna lahan, kepadatan penduduk, kebutuhan air, jenis tanah atau batuan, curah hujan lokal, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi terhadap bahaya tersebut.*

4.2.2.1.a. Eksposur terhadap bahaya PKA

Berdasarkan Tabel 4.19, terdapat 2 (dua) parameter keterpaparan atau eksposur (*exposure*, E) untuk kerentanan terhadap bahaya PKA, yaitu: **1) tataguna lahan** dan **2) kepadatan penduduk**. Data untuk kedua parameter tersebut adalah data spasial dengan tingkat ketelitian relatif lebih rinci berdasarkan sebarannya dalam ruang. Uraian ringkas dari kedua komponen E tersebut adalah:

- (1) **Tataguna Lahan (tgl)** adalah komponen eksposur terhadap bahaya ketersediaan air. Artinya, **tgl** tepapar atau terekspos atau akan berhadapan langsung terhadap bahaya ketersediaan air. Hal ini berarti apabila bahaya PKA menimpa P. Lombok, maka variasi tataguna lahan yang ada akan menentukan variasi tingkat kerentanan dan risiko terhadap bahaya tersebut. Variasi **tgl** di P. Lombok yang dilibatkan dalam penilaian kerentanan komponen E ini meliputi: *ekosistem perairan, kawasan hutan lindung, kawasan non budidaya, pertanian lahan kering, perkebunan, sawah, tambak, kawasan pemukiman, dan infrastruktur penting*. Variasi luas dan sebaran **tgl** ini akan menentukan bobot komponen parameter **tgl** untuk bahaya PKA;

- (2) **Kepadatan Penduduk (d)** juga terekspos atau berhadapan langsung terhadap bahaya PKA. Hal ini berarti apabila bahaya penurunan ketersediaan air menimpa P. Lombok, maka variasi **d** yang ada akan menentukan variasi tingkat kerentanan dan risiko terhadap bahaya tersebut. Variasi **d** sebagai E komponen kerentanan dikelompokkan berdasarkan kelas **d** dalam satuan jiwa/hektar (ha). Variasi kelas **d** dan luas sebarannya akan menentukan bobot dari komponen E parameter **d**.

Catatan:

Kedua komponen kerentanan parameter ekposur (E) tersebut diatas sekaligus merupakan komponen kerentanan parameter E untuk kedua bahaya lainnya, yaitu bahaya banjir dan bahaya kekeringan dengan hubungan yang analog sebagaimana hubungan keduanya terhadap bahaya PKA.

4.2.2.1.b. Sensitivitas terhadap bahaya PKA

Berdasarkan Tabel 4.19, terdapat 3 (tiga) parameter sensitivitas (*sensitivity*, S) untuk kerentanan terhadap bahaya PKA, yaitu: **1) kebutuhan air, 2) jenis tanah atau batuan (geologi), dan 3) pola sebaran curah hujan**. Data untuk ketiga parameter tersebut adalah data spasial dengan tingkat ketelitian bervariasi, yaitu: data spasial kebutuhan air berdasarkan satuan SSWS, data spasial jenis tanah dan batuan serta data spasial pola sebaran curah hujan berdasarkan satuan ruang sebaran yang lebih rinci dibanding luas SSWS atau batas administratif. Uraian ringkas dari kedua komponen S dari kerentanan tersebut adalah:

- (1) **Kebutuhan Air (ka)** adalah komponen sensitivitas terhadap bahaya ketersediaan air. Artinya, **ka** peka atau sensitif terhadap bahaya ketersediaan air. Yakni, bahaya PKA akan menyebabkan variasi pengaruh terhadap kebutuhan air bergantung variasi kebutuhan air yang ada. Jenis **ka** yang dilibatkan dalam penilaian kerentanan dikelompokkan menjadi 4 (empat) kelas dalam unit luas SSWS, yaitu: *kebutuhan air sehari-hari penduduk, kebutuhan air pertanian, kebutuhan air industri, dan kebutuhan air lainnya*. Dalam penilaian bobot **ka** yang dimunculkan sebagai parameter variasi adalah nama SSWS;
- (2) **Jenis Tanah atau Batuan (geologi: gl)** diposisikan sebagai sensitif terhadap bahaya penurunan ketersediaan air. Maksudnya bahwa variasi **gl** akan berpengaruh pada variasi PKA. Hal ini berarti tingkat kerentanan terhadap bahaya PKA akan ditentukan pula oleh tingkat **gl**. Dalam hal ini, kapasitas peresapan air (*infiltration*) atau pelolosan air (*run off*) air yang ditafsirkan atas dasar nilai porositas batuan diinterpretasikan dari data

batuan atau litologi. Variasi **gl** di P. Lombok diperoleh dari peta geologi. Idealnya, variasi **gl** tersebut diperoleh dari peta geologi dan peta jenis tanah P. Lombok, namun, mengingat data seperti itu tidak tersedia atau belum dapat diakses hingga saat ini, maka dalam kajian ini data **gl** ditafsirkan dari data litologi berdasarkan peta geologi P. Lombok skala 1:250.000. Karena itu, terdapat variasi nilai porositas batuan berdasarkan variasi jenis litologi yang ada yang akan menentukan nilai komponen kerentanan parameter JTB terhadap bahaya penurunan ketersediaan air.

- (3) **Pola Sebaran Curah Hujan (ch)** yang dimaksud adalah curah hujan berdasarkan analisis metode *Polygon Thiessen* atas data curah hujan pengamatan Dinas PU yang berasal dari 16 stasiun pengamatan. Parameter **ch** sensitif terhadap bahaya PKA dengan asumsi variasi yang ada dari **ch** ini akan menentukan pengaruh akibat PKA. Data **ch** dalam penilaian kerentanan komponen S ini dikelompokkan atas dasar klasifikasi besaran dalam satuan mm/tahun dan luasan sebarannya dalam ruang wilayah P. Lombok. Variasi **ch** akan menentukan bobot dari komponen S parameter **ch** untuk bahaya PKA.

Catatan:

Komponen kerentanan parameter sensitivitas (E) kebutuhan air (ka) digunakan juga untuk komponen E terhadap bahaya banjir. Sedangkan komponen E pola curah hujan lokal (ch) digunakan untuk parameter E terhadap kedua bahaya lainnya, yaitu bahaya banjir dan bahaya kekeringan dengan catatan: hubungan pengaruh (bobot) ka untuk bahaya kekeringan sebanding dengan bobot ka untuk bahaya kekeringan; sedangkan hubungan pengaruh (bobot) ch untuk bahaya PKA dan kekeringan berbanding terbalik dengan bobot ch untuk bahaya banjir

4.2.2.1.c. Kapasitas adaptasi terhadap bahaya PKA

Terdapat 2 (dua) parameter kapasitas adaptasi (*adaptive capacity*, AC) atau kemampuan penyesuaian untuk kerentanan terhadap bahaya PKA, yaitu: **1) kesejahteraan penduduk, dan 2) infrastruktur irigasi**. Data untuk kedua parameter tersebut adalah data spasial dengan tingkat ketelitian bervariasi, yaitu: data spasial kesejahteraan penduduk lebih rinci, karena dapat klasifikasi spasialnya atas dasar satuan luas yang lebih rinci, dan data infrastruktur irigasi kurang teliti mengingat parameternya merupakan penjumlahan atas beberapa sub parameter dengan klasifikasi sebaran ruangnya acak dan dijumlahkan atas dasar satuan SSWS. Dibawah ini uraian ringkas kedua komponen S tersebut:

- (1) **Kesejahteraan Penduduk (ks)** diasumsikan adaptif terhadap bahaya PKA. Artinya, dengan modal **ks** yang dimilikinya penduduk di suatu

wilayah akan mampu menurunkan bahaya PAKA di wilayah tersebut. Asumsi ini belum dapat dibuktikan mengingat belum ada rujukan penelitian tentang hal itu, sehingga penilaian kerentanan total juga akan mengemukakan skenario kerentanan tanpa melibatkan komponen AC parameter **ks**. Variasi tingkat **ks** dengan demikian akan menentukan variasi kerentanan komponen **ks** terhadap bahaya PKA. Variasi **ks** diklasifikasikan atas dasar prosentasi tingkat kesejahteraan keluarga

- (2) **Infrastruktur Irigasi (inf)**, merupakan komponen kapasitas adaptasi (AC) untuk bahaya PKA. Hal ini didasarkan pemikiran bahwa semakin baik infrastruktur irigasi, maka akan semakin menurun dampak bahaya PKA; sebaliknya, jika infrastruktur irigasi yang buruk di suatu wilayah, maka akan semakin tinggi acanaman akibat bahaya PKA di wilayah tersebut. Informasi **inf** dalam kajian ini diformulasikan sebagai penjumlahan dari 3 komponennya, yaitu: mataair, dam, embung. Data **inf** tingkatannya rendah karena merupakan: (i) data koordinat untuk mataair dan belum melibatkan debit, kondisi penurapan mataair, peruntukan serta luas pengaruh; dan (ii) data jumlah dan lokasi administratif kecamatan untuk embung dan bendungan dan belum melibatkan data volume, kondisi, penggunaan dan luas pengaruh dari embung dan bendungan. Variasi yang ada dari **inf** ini akan mempengaruhi pembobotannya. Variasi **inf** diklasifikasikan atas dasar jumlah dan lokasi **inf**, yaitu: mataair, embung, dan dam.

Catatan:

Kedua komponen kerentanan parameter eksposur (E) tersebut diatas sekaligus merupakan komponen kerentanan parameter E untuk kedua bahaya lainnya, yaitu bahaya banjir dan bahaya kekeringan dengan hubungan yang analog sebagaimana hubungan keduanya terhadap bahaya PKA.

4.2.2.2. Pembobotan dan peta kerentanan terhadap bahaya PKA

Pembobotan dilakukan atas seluruh parameter bahaya penurunan ketersediaan air, yaitu: **i) tataguna lahan (tgl)**, dan **ii) kepadatan penduduk (d)** sebagai komponen eksposur (**E**); **iii) kebutuhan air (ka)**, **iv) jenis tanah atau batuan (gl)**, **v) pola sebaran curah hujan (ch)**, sebagai komponen sensitivitas (**S**); dan **vi) tingkat kesejahteraan penduduk (ks)**, dan **vii) infrastruktur irigasi (inf)** sebagai komponen kapasitas adaptasi (**AC**).

Dalam kajian ini dilakukan 2 (dua) langkah pembobotan, yaitu: i) pembobotan per individu parameter komponen kerentanan, ii) pembobotan total kerentanan berdasarkan metode *pair wise comparison* dengan melihat bobot ketelitian data,

Sektor Sumber Daya Air

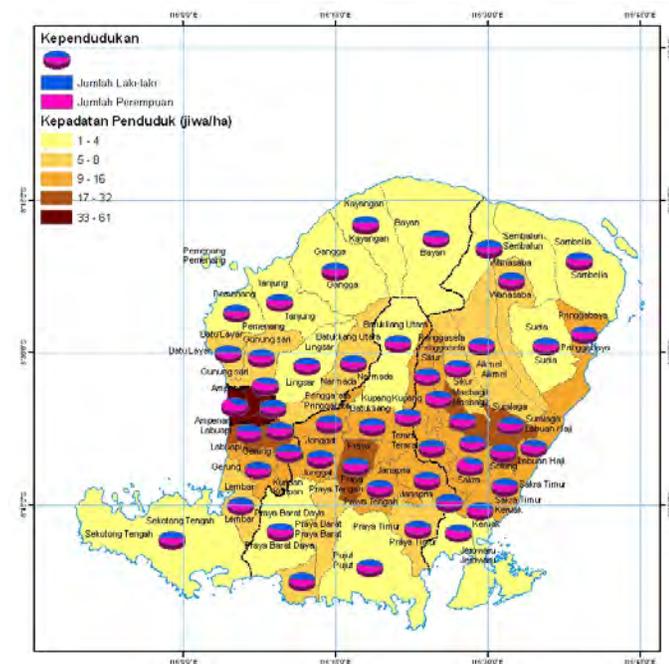
bobot kekuatan pengaruh terhadap bahaya, dan perbandingan secara berpasangan. Data yang digunakan meliputi baik data tingkat pertama, dan data yang sudah diolah dengan tingkat ketelitian data spasial yang berbeda-beda.

4.2.2.2.a. Pembobotan dan peta kerentanan kepadatan penduduk terhadap bahaya PKA

Data penduduk berasal dari hasil survei Tahun 2006. Dari data yang tersedia, kepadatan penduduk di P. Lombok memiliki rentang antara 0 - > 32 jiwa/hektar. Berdasarkan hal itu, dapat disusun 5 ranking pembobotan dengan masing-masing bobotnya sebagaimana pada Tabel 4.20 dan peta (Gambar 4.13).

Tabel 4.20. Bobot individu Kepadatan Penduduk (d)

No	Kepadatan penduduk (d) (jiwa/ha)	Rank	Bobot
1	< 4	1	0.07
2	5 – 8	2	0.13
3	9 – 16	3	0.20
4	16 – 32	4	0.27
5	> 32	5	0.33



Gambar 4.13. Peta komponen kerentanan parameter kepadatan penduduk (d)

4.2.2.2.b. Pembobotan dan peta kerentanan tataguna lahan terhadap bahaya PKA

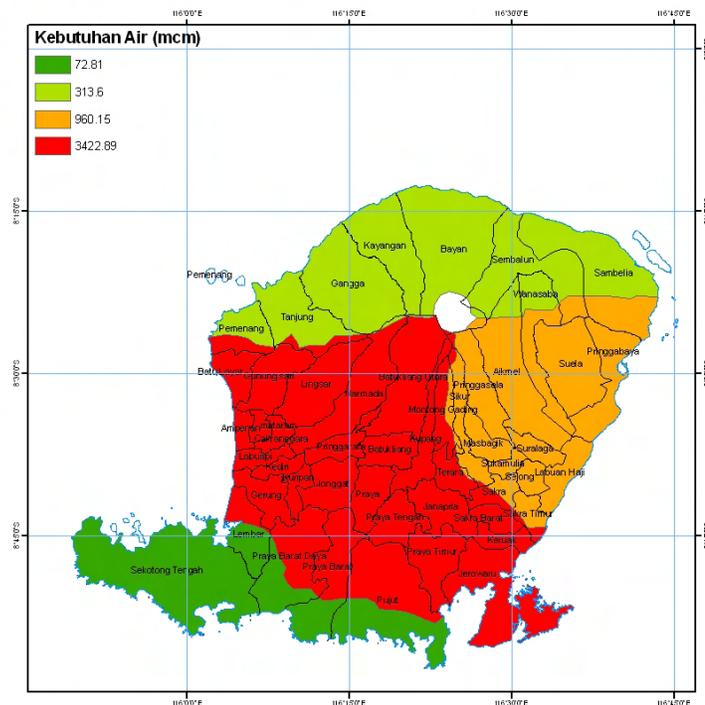
Tataguna lahan yang dilibatkan terdiri atas : ekosistem perairan, hutan, non budidaya, pertanian lahan kering, perkebunan, sawah, tambak, kawasan

Sektor Sumber Daya Air

SSWS, yaitu: i) *kebutuhan air sehari-hari penduduk*, ii) *kebutuhan air pertanian*, iii) *kebutuhan air industri*, dan iv) *kebutuhan air lainnya dalam m³/tahun*. Data spasial **ka** diperoleh dari sebaran total **ka** tersebut per SSWS. Pembobotan dimungkinkan dengan terdapatnya variasi jumlah **ka** per SSWS (Tabel 4.21 dan Gambar 4.15)

Tabel 4.21. Bobot individu parameter Kebutuhan Air (ka)

No	SSWS	Total Kebutuhan air (m ³ /tahun)	Rank	Bobot
1	Dodokan	3422.89	1	0.4
2	Menanga	960.15	2	0.3
3	Putih	313.60	3	0.2
4	Jelateng	72.81	4	0.1



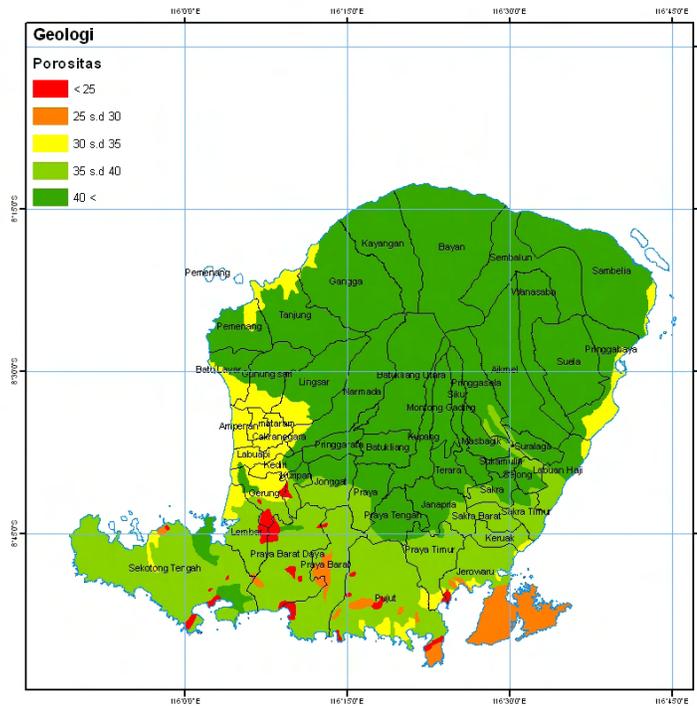
Gambar 4.15. Peta variasi komponen kerentanan parameter kebutuhan air (**ka**) hasil pembobotan. Terdapat 4 kelas kebutuhan air.

4.2.2.2.d. Pembobotan dan peta kerentanan jenis tanah atau batuan terhadap bahaya PKA

Parameter **jenis tanah** atau **batuan (gl)** bedakan berdasarkan variasi nilai porositas batuan yang diperoleh dari keragaman batuan atau geologi P. Lombok. Nilai porositas merujuk kepada nilai standar porositas berbagai jenis batuan, sehingga jenis batuan adalah representasi dari nilai porositas batuan. Karena jenis batuan dapat diperoleh dari peta geologi yang merupakan informasi spasial, maka dapat disusun rangking dan bobot jenis tanah dan batuan sebagaimana pada Tabel 4.22 dan petanya (Gambar 4.16)

Tabel 4.22. Bobot individu parameter Jenis Tanah atau Batuan (gl)

No	Porositas (%)	Rank	Bobot
1	40 <	1	0.07
2	35 s.d 40	2	0.13
3	30 s.d 35	3	0.20
4	25 s.d 30	4	0.27
5	< 25	5	0.33



Gambar 4.16. Peta variasi komponen kerentanan parameter jenis tanah dan batuan (gl) yang dicerminkan oleh nilai porositas batuan hasil pembobotan. Terdapat 4 kelas tanah dan atau 4 kelas porositas tanah/ batuan.

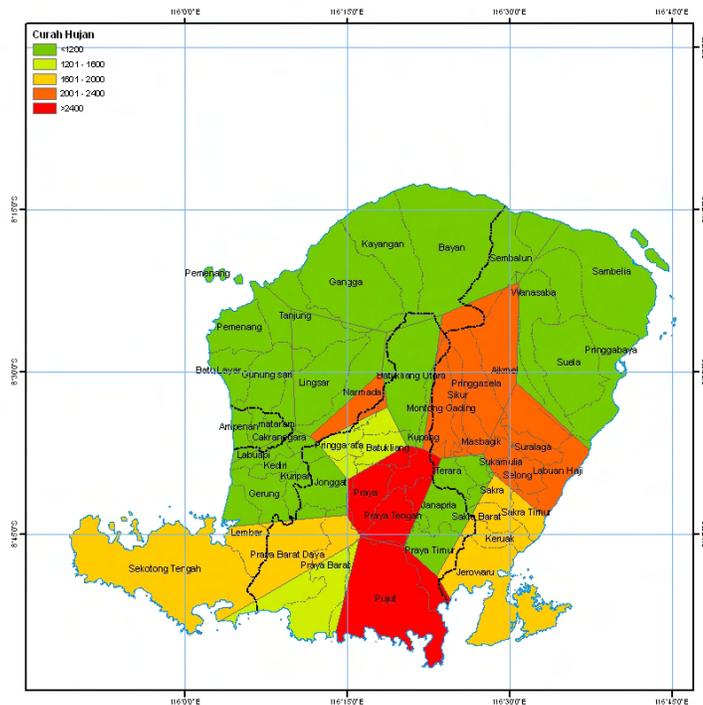
4.2.2.2.e. Pembobotan dan peta kerentanan pola sebaran curah hujan terhadap bahaya PKA

Pola sebaran curah hujan (ch) diperoleh dari poligon Thiessen sehingga informasinya merupakan informasi spasial sesuai dengan luasan masing-masing poligon. Karena setiap poligon mengandung satu nilai tertentu dari **ch**, maka dapat disusun ranking dan pembobotannya (Tabel 4.23) dan petanya (Gambar 4.17) terhadap bahaya penurunan ketersediaan air.

Tabel 4.22. Bobot individu parameter Pola Sebaran Curah Hujan (ch)

No	Curah Hujan (mm/tahun)	Rank	Bobot
1	2400 <	1	0.07
2	2000 s.d 2400	2	0.13
3	1600 s.d 2000	3	0.20
4	1200 s.d. 1600	4	0.27
5	< 1200	5	0.33

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.17. Peta variasi komponen kerentanan parameter pola sebaran curah hujan (**ch**). Terdapat 5 kelas sebaran curah hujan dan nilainya

4.2.2.2.f. Pembobotan dan peta kerentanan kesejahteraan penduduk terhadap bahaya PKA

Kesejahteraan penduduk (ks) dikelompokkan menjadi 5 (lima) kelas berdasarkan data prosentasi kesejahteraan keluarga yang didapatkan dari data Potensi Desa tahun 2006 hasil survey BPS. Data kesejahteraan penduduk tersebut memiliki statistik sebagai berikut : Minimum = 39,36 %; maksimum = 90,41 %; rata – rata = 69,49 %, dan standar deviasi = 12,54 %.

Berdasarkan statistik data tersebut dan asumsi adanya adaptasi dari tingkat **ks** terhadap ancaman bahaya, maka ditentukan 3 kelas kerentanan **ks** (Tabel 4.23 dan Gambar 4.18).

Tabel 4.23. Bobot individu parameter kesejahteraan penduduk (**ks**)

No	Tingkat kesejahteraan (%)	Rank	Bobot
1	< 56,94	1	0.167
2	56,94 – 82,02	2	0.333
3	> 82,02	3	0.500

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.18. Peta variasi komponen kerentanan kesejahteraan penduduk (**ks**) yang dicerminkan oleh bobot perbandingan keluarga pra sejahtera vs keluarga kurang sejahtera. Terdapat 3 kelas kesejahteraan penduduk

4.2.2.2.g. Pembobotan dan peta kerentanan infrastruktur irigasi terhadap bahaya PKA

Infrastruktur yang dilibatkan dalam kajian adalah jumlah mataair, embung, dan bendungan. Data mataair berupa koordinat, data embung dan bendungan berupa jumlah embung dan bendungan per wilayah administratif (kecamatan dan kabupaten). Dari data yang ada, dapat diklasifikasikan jumlah infrastruktur sehingga dapat diberi bobot (Tabel 4.24) dan gambaran spasialnya (Gambar 4.19).

Tabel 4.24. Bobot individu parameter infrastruktur irigasi (Inf)

No	Jumlah Infrastruktur	Rank	Bobot
1	> 12	1	0.07
2	7 – 12	2	0.13
3	4 – 6	3	0.20
4	1 – 3	4	0.27
5	0	5	0.33

Sektor Sumber Daya Air

Untuk mendapatkan kerentanan total yang sesuai dilakukan 2 model, yaitu:

- (i) model 1, kerentanan dengan melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk dan infrastruktur irigasi, dan
- (ii) model 2, kerentanan tanpa melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk. Skenario yang kedua perlu dibuat mengingat fungsi adaptasi dari kedua komponen adaptasi tersebut masih belum dapat dibuktikan.

Hasil pembobotan kerentanan total disajikan pada Tabel 4.25 dan Tabel 4.26 untuk skenario 1 (kerentanan dengan melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk dan infrastruktur irigasi) serta Tabel 4.27 dan Tabel 4.28 untuk skenario 2 (kerentanan tanpa melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk). Urutan parameter kerentanan disusun berdasarkan tingkat pengaruh yang paling tinggi ke yang paling rendah dalam kaitannya dengan bahaya penurunan ketersediaan air dan kualitas data spasialnya.

Tabel 4.25.
Pembobotan parameter kerentanan berdasarkan ketelitian data dan pengaruh parameter terhadap bahaya penurunan ketersediaan air model 1

Parameter Komponen V	Kode	Ketelitian Data	Pengaruh Data	Bobot data
Tipe Penggunaan Lahan	tgl	3	3	5
Kepadatan Penduduk	d	2	3	4
Pola Sebaran Curah Hujan	ch	2	2	3
Jenis tanah atau batuan	gl	2	2	3
Kesejahteraan Penduduk	ks	2	2	3
Kebutuhan Air	ka	1	2	2
Infrastruktur Irigasi	nf	1	1	1

Tabel 4.26.
Pembobotan kerentanan total terhadap bahaya penurunan ketersediaan air berdasarkan metode *pair wise comparison* model 1

	tgl	d	ch	gl	ks	ka	inf	Bobot	Normalisasi
tgl	1	2	3	3	3	4	5	21.00	0.30
d	0.50	1	2	2	2	3	4	14.50	0.21
ch	0.33	0.50	1	1	1	2	3	8.83	0.13
gl	0.33	0.50	1	1	1	2	3	8.83	0.13
ks	0.33	0.50	1	1	1	2	3	8.83	0.13
ka	0.25	0.33	0.50	0.50	0.50	1	2	5.08	0.07
nf	0.20	0.25	0.33	0.33	0.33	0.5	1	2.95	0.04

Tabel 4.27.

Sektor Sumber Daya Air

Pembobotan parameter kerentanan berdasarkan ketelitian data dan pengaruh parameter terhadap bahaya penurunan ketersediaan air model 2

Parameter Komponen V	Kode	Ketelitian Data	Pengaruh Data	Bobot data
Tipe Penggunaan Lahan	tgl	3	3	5
Kepadatan Penduduk	d	2	3	4
Pola Sebaran Curah Hujan	ch	2	2	3
Jenis tanah atau batuan	gl	2	2	3
Kebutuhan Air	ka	1	2	2
Infrastruktur Irigasi	nf	1	1	1

Tabel 4.28.

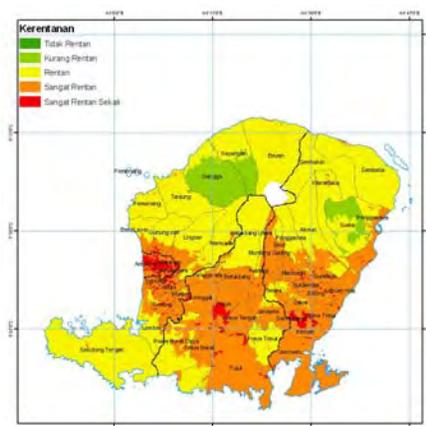
Pembobotan kerentanan total terhadap bahaya penurunan ketersediaan air berdasarkan metode *pair wise comparison* model 2

	tgl	d	ch	gl	ka	inf	Bobot	Normalisasi
tgl	1	2	3	3	4	5	18.00	0.35
d	0.50	1	2	2	3	4	12.50	0.24
ch	0.33	0.50	1	1	2	3	7.83	0.15
gl	0.33	0.50	1	1	1	2	5.83	0.11
ka	0.25	0.33	0.50	1	1	2	5.08	0.10
inf	0.20	0.25	0.33	0.5	0.5	1	2.78	0.05

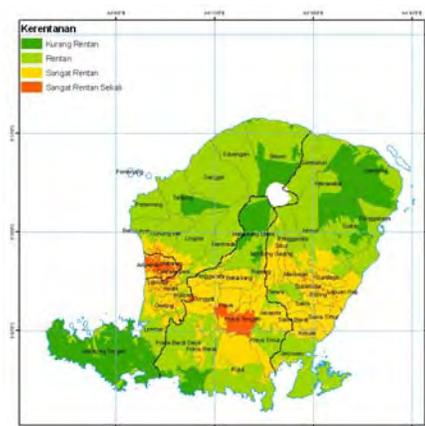
Penjelasan dari tabel-tabel tersebut diatas adalah sebagai berikut:

- 1) Ketelitian data didasarkan pada satuan data spasial, dimana tataguna lahan (**tgl**) adalah yang paling tinggi (nilai 3). Ketelitian data kepadatan penduduk (**d**) ditentukan 2 atau lebih rendah dari **tgl** mengingat data kepadatan penduduk dalam satuan jiwa/hektar. Berdasarkan pertimbangan sifat data spasial, selanjutnya dapat ditentukan nilai ketelitian data untuk pola sebaran curah hujan (**ch**), jenis tanah atau batuan (**gl**), dan tingkat kesejahteraan (**ks**), yaitu masing-masing 2. Adapun kebutuhan air (**ka**) dan infrastruktur irigasi (**inf**) nilainya 1 mengingat ketelitian data spasial keduanya;
- 2) Pengaruh parameter adalah hubungan menurunkan atau menambah karakter, besaran, dan kecepatan dampak dari bahaya terhadap sistem. Berdasarkan hubungan masing-masing parameter terhadap bahaya penurunan ketersediaan air, maka ditentukan tiga tingkat pengaruh, yaitu: 3 = paling berpengaruh, 2 = sedang, dan 1 = kurang berpengaruh atau pengaruh paling rendah. Parameter yang memiliki nilai pengaruh 3 adalah tataguna lahan (**tgl**) dan kepadatan penduduk (**d**). Adapun pola sebaran curah hujan (**ch**), jenis tanah atau batuan (**gl**), tingkat kesejahteraan (**ks**),

- (untuk model 1) dan kebutuhan air (**ka**), masing-masing dianggap memiliki pengaruh yang sama, yaitu nilai 2. Sedangkan pengaruh dengan nilai 1 adalah infrastruktur irigasi (**inf**) mengingat karakter data spasialnya;
- 3) Bobot ketelitian data dan pengaruh parameter (Tabel 4.25 untuk model 1 dan Tabel 4.27 untuk model 2), dihitung berdasarkan perkalian ketelitian data dan nilai pengaruh parameter. Kemudian atas dasar itu ditentukan bobot masing-masing parameter. Hasilnya adalah bobot mulai dari tertinggi ke terendah bernilai 5 ke 1;
 - 4) Bobot akhir adalah hasil pembobotan metode *pair wise comparison* atas dasar ketelitian dan pengaruh parameter melalui matriks seperti pada Tabel 4.26 (model 1) dan Tabel 4.28 (model 2). Bobot paling tinggi (5) untuk nilai perkalian matriks paling tinggi dan seterusnya. Normalisasi dari matriks dihitung untuk menentukan koefisien α , β , dan γ ;
 - 5) Atas dasar normalisasi tersebut, dihasilkan 5 kelas kerentanan hasil pengkalian normalisasi (α , β , dan γ) masing-masing parameter dalam rumusan $V = (\alpha E \times \beta S) / \gamma AC$ dimana E, S, dan AC adalah bobot individu parameter komponen kerentanan. Lima kelas kerentanan tersebut adalah : *tidak rentan, kurang rentan, rentan, sangat rentan, dan sangat rentan sekali*. Selanjutnya, dapat dibuat peta kerentanan total sebagaimana pada Gambar 4.20 (model 1) dan Gambar 2.21 (model 2).



Gambar 4.20. Peta Kerentanan (kerentanan total) P. Lombok terhadap bahaya PKA dengan melibatkan parameter kesejahteraan penduduk (model 1), diasumsikan sama untuk berbagai periode dan skenario proyeksi.



Gambar 4.21. Peta Kerentanan (kerentanan total) P. Lombok terhadap bahaya PKA tanpa melibatkan parameter kesejahteraan penduduk (model 2), diasumsikan sama untuk berbagai periode dan skenario proyeksi.

4.2.3. Kerentanan terhadap Bahaya Banjir

Pada bahasan sebelumnya telah dirumuskan bahwa bahaya banjir dalam kajian ini adalah nilai *direct runoff* dari kondisi iklim diatas normal pada kondisi proyeksi ($DRO_{max,P}$) yang lebih besar dari 188,78 mm/tahun. Dengan catatan, berdasarkan hasil kajian *water balance*, tidak semua proyeksi dan skenario mengalami banjir. Sub bagian ini menguraikan secara ringkas kerentanan terhadap bahaya banjir.

4.2.3.1. Perumusan kerentanan terhadap bahaya banjir

Kerentanan terhadap bahaya banjir didefinisikan sebagai fungsi dari bahaya banjir dan variasi dari keterpaparan atau eksposur (E), sensitivitas (S), dan kapasitas adaptasi (AC) terhadap bahaya banjir tersebut. Dalam hal ini, bahaya banjir telah melibatkan fungsi dari karakter, besaran, dan kecepatan perubahan iklim terhadap sektor air terkait banjir. Adapun Variasi E, S, dan AC terhadap bahaya banjir dibatasi oleh hasil identifikasi sebagaimana pada Tabel 4.19.

Berdasarkan Tabel 4.19, komponen E, S, dan AC untuk bahaya banjir terdiri atas 7 (tujuh) parameter, yaitu: **kepadatan penduduk, tataguna lahan, tingkat kekritisian lahan SSWS, tingkat kekritisian kawasan hutan lindung, pola sebaran curah hujan, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi**. Berdasarkan hal itu, maka *kerentanan terhadap bahaya banjir dapat dirumuskan sebagai fungsi dari nilai total direct runoff ($DRO_{max,P}$) yang melebihi 188,78 mm/tahun pada kondisi proyeksi dan variasi dari kepadatan penduduk, tataguna lahan, tingkat kekritisian lahan, tingkat kekritisian kawasan hutan lindung, curah hujan lokal, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi terhadap bahaya tersebut*. Untuk memperjelas variasi dari komponen kerentanan tersebut, berikut diuraikan secara singkat.

4.2.3.1.a. Eksposur terhadap bahaya banjir

Berdasarkan Tabel. 4.19, terdapat 2 (dua) parameter keterpaparan atau eksposur (*exposure*, E) untuk kerentanan terhadap bahaya banjir, yaitu: **1) Tataguna Lahan** dan **2) Kepadatan Penduduk**. Dalam hal ini, untuk kedua parameter tersebut digunakan data yang sama sebagaimana digunakan dalam kerentanan terhadap bahaya PKA dengan penjelasan yang relatif senada. Karena itu, kedua komponen E dari kerentanan terhadap bahaya banjir tersebut tidak akan diulas lebih lanjut.

4.2.3.1.b. Sensitivitas terhadap bahaya banjir

Sebagaimana hasil identifikasi pada Tabel 4.19, terdapat 3 (tiga) parameter kepekaan atau sensitivitas (*sensitivity*, S) untuk kerentanan terhadap bahaya banjir, yaitu: **1) Tingkat Kekritisan Lahan SSWS (kr_ssws)**, **2) Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung (kr_hl)**, dan **3) Pola Sebaran Curah Hujan (ch)**. Ketiga parameter tersebut diuraikan lebih jauh sebagai berikut:

- (1) **Tingkat Kekritisan Lahan SSWS (kr_ssws)** adalah sensitif terhadap bahaya banjir. Maksudnya, bahwa tingkat kerentanan terhadap bahaya banjir akan ditentukan oleh tingkat **kr_ssws**. Semakin tinggi tingkat **kr_ssws**, maka akan semakin besar risiko akibat bahaya banjir yang ada. Hal ini mudah dipahami mengingat salah satu pengontrol banjir adalah tutupan lahan atau kondisi lahan yang hijau oleh tumbuhan atau tanaman. Demikian pula, lahan yang kritis akan merespon banjir dalam bentuk peningkatan sedimen yang terbawa air sehingga dapat memperparah akibat banjir yang terjadi. Variasi tingkat **kr_ssws** diperoleh dari informasi sumber daya lahan dalam satuan jumlah luas wilayah per SSWS, sehingga tingkat akurasinya rendah karena satuan luasannya relatif besar;
- (2) **Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung (kr_hl)**, serupa dengan kekritisan lahan SSWS (**kr_ssws**). Parameter **kr_hl** adalah sensitif terhadap bahaya banjir karena keberadaan kawasan hutan lindung yang masih berfungsi dengan baik dapat mencegah atau mengurangi intensitas banjir dan dampak banjir di daerah hilirnya, termasuk lahan-lahan kritis. Hal itu dapat dipahami mengingat pada kawasan hutan lindung yang masih relatif baik, proses limpasan dapat ditekan oleh karena masih berfungsinya pepohonan dan tumbuhan sebagai penahan dan media peresap air. Karena itu, semakin tinggi tingkat **kr_hl**, maka akan semakin besar kerentanan dan risiko suatu wilayah yang secara sistem berhubungan dengan kawasan hutan lindung tersebut. Variasi parameter **kr_hl** diperoleh dari informasi sumber daya lahan dalam bentuk informasi satuan jumlah luas wilayah per SSWS. Dengan demikian tingkat akurasi data spasialnya rendah karena satuan luas **kr_hl** relatif kurang rinci;
- (3) **Pola Sebaran Curah Hujan (ch)** dalam komponen kerentanan sensitivitas ini sama dengan data yang digunakan dalam komponen kerentanan sensitivitas terhadap bahaya penurunan ketersediaan air.

4.2.3.1.c. Kapasitas adaptasi terhadap bahaya banjir

Sebagaimana dalam analisis komponen kerentanan kapasitas adaptasi (AC) terhadap bahaya PKA, 2 (dua) parameter yang sama, yaitu: **1) Kesejahteraan Penduduk**, dan **2) Infrastruktur Irigasi** juga merupakan parameter untuk komponen kerentanan AC terhadap bahaya banjir. Dengan demikian jenis dan tingkat ketelitian data spasialnya telah dikemukakan pada uraian sebelumnya. Secara ringkas kedua komponen AC dari terhadap bahaya banjir tersebut adalah:

- (1) **Kesejahteraan Penduduk (ks)** diasumsikan adaptif terhadap bahaya banjir yang berarti dengan adaptasi yang mungkin dilakukan oleh penduduk dengan modal **ks** yang dimilikinya di suatu wilayah, maka hal itu akan menurunkan bahaya banjir pada wilayah tersebut. Asumsi ini belum sepenuhnya terbukti mengingat belum ada rujukan penelitian rinci tentang hal itu. Karena itu, dalam penilaian kerentanan total terhadap bahaya banjir akan diperlihatkan kerentanan total tanpa melibatkan komponen kerentanan AC parameter **ks**. (skenario 2). Data **ks** sama dengan data yang digunakan dalam penilaian kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air;
- (2) **Infrastruktur Irigasi (inf)** adalah komponen kapasitas adaptasi (AC) atas bahaya banjir. Hal ini didasarkan pemikiran bahwa semakin baik infrastruktur irigasi, maka akan semakin baik penyaluran air yang terjadi sehingga dapat mengurangi peluang atau intensitas banjir yang ada. Sebaliknya, jika infrastruktur irigasi buruk, maka peluang banjir dan intensitasnya akan semakin tinggi. Karena informasi **inf** yang digunakan sama sebagaimana untuk bahaya PKA, maka formulasi dan tingkat keakuratan data spasialnya juga sama sebagaimana telah dipaparkan sebelumnya.

4.2.3.2. Pembobotan dan peta kerentanan terhadap bahaya banjir

Pembobotan kerentanan terhadap bahaya banjir dilakukan atas seluruh parameter bahaya banjir, yaitu: **i) tataguna lahan (tgl)**, dan **ii) kepadatan penduduk (d)** sebagai komponen eksposur (**E**); **iii) tingkat kekritisian lahan SSWS (kr_ssWS)**, **iv) tingkat kekritisian kawasan hutan lindung (kr_hl)**, dan **v) pola sebaran curah hujan (ch)**, sebagai komponen sensitivitas (**S**); dan **vi) tingkat kesejahteraan penduduk (ks)**, dan **vii) infrastruktur irigasi (inf)** sebagai komponen kapasitas adaptasi (**AC**).

Sektor Sumber Daya Air

Prinsip pembobotan sama dengan pembobotan yang telah dilakukan pada bahasan tentang kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air. Demikian pula, data yang digunakan juga sama, kecuali tambahan data baru, yaitu data untuk **kr_ssws** dan **kr_hl**. Parameter **kr_hl** baru digunakan dalam analisis kerentanan terhadap bahaya banjir. Kedua parameter tersebut juga akan digunakan dalam analisis kerentanan terhadap bahaya kekeringan.

4.2.3.2.a. Pembobotan dan peta kerentanan kepadatan penduduk terhadap banjir

Komponen kerentanan parameter kepadatan penduduk (**d**) sama dengan komponen kerentanan **d** untuk bahaya PKA, baik klasifikasinya maupun pembobotannya. Karena itu, hasil pembobotannya dan peta spasialnya sebagaimana pada Tabel 4.20 dan Gambar 4.13.

4.2.3.2.b. Pembobotan dan peta kerentanan tataguna lahan untuk bahaya banjir

Komponen kerentanan parameter tataguna lahan (**tgl**) juga sama dengan komponen kerentanan parameter **tgl** untuk bahaya PKA, baik klasifikasinya maupun pembobotannya. Karena itu, hasil pembobotannya dan peta spasialnya sebagaimana pada Tabel 4.21 dan Gambar 4.14.

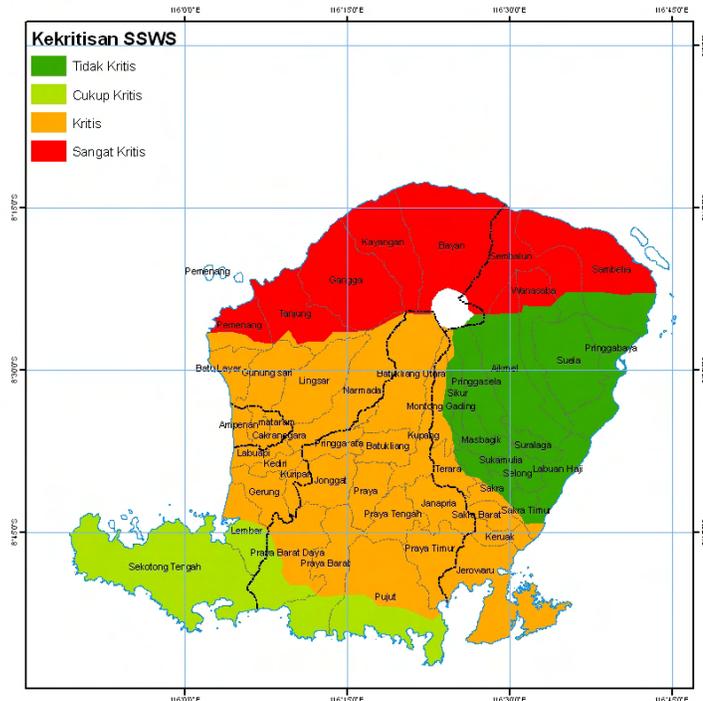
4.2.3.2.c. Pembobotan dan peta kerentanan tingkat kekritisian lahan SSWS terhadap bahaya banjir

Tingkat kekritisian lahan sub satuan wilayah sungai (SSWS) atau DAS merupakan sensitivitas untuk bahaya banjir. Artinya, semakin kritis lahan SSWS, maka akan semakin besar ancaman bahaya banjir pada lahan tersebut. Data kekritisian lahan SSWS (**kr_ssws**) merupakan data luas lahan yang kritis di dalam setiap SSWS. Tingkat akurasi data rendah-sedang. Pembobotan dan peta komponen kerentanan **kr_ssws** sebagaimana pada Tabel 4.29 dan Gambar 4.22.

Tabel 4.29. Bobot individu parameter tingkat kekritisian lahan SSWS (**kr_ssws**)

No	SSWS	Luas lahan kritis (Ha)	Rank	Bobot
1	Putih	16,566.84	1	0.4
2	Dodokan	10,698.03	2	0.3
3	Jelateng	10,199.27	3	0.2
4	Menanga	5,599.92	4	0.1

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.22. Peta variasi komponen kerentanan parameter tingkat kekritisan lahan SSWS (kr_{ssw}) hasil pembobotan. Terdapat 4 kelas kr_{ssws} .

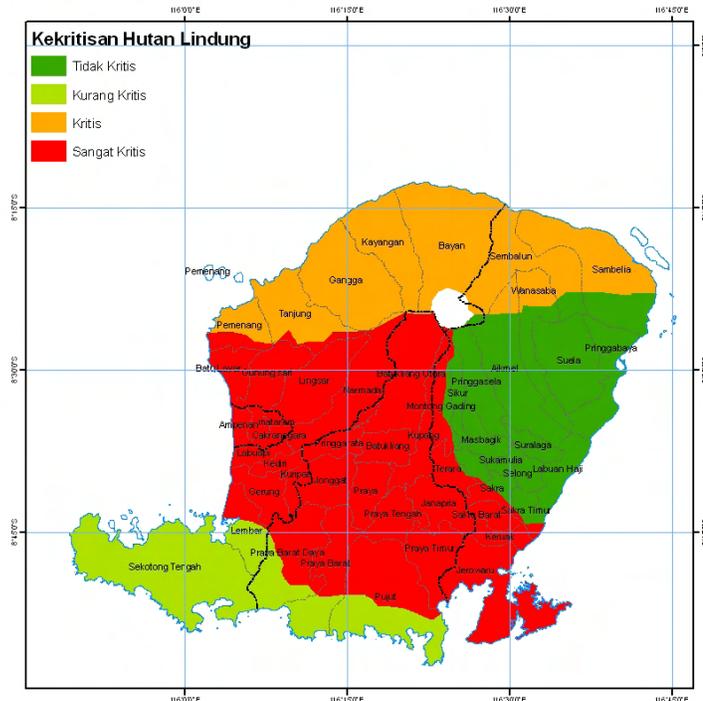
4.2.3.2.d. Pembobotan dan peta kerentanan tingkat kekritisan kawasan hutan lindung terhadap bahaya banjir

Tingkat kekritisan kawasan hutan lindung (kr_{hl}) dilibatkan dalam penilaian kerentanan terhadap bahaya banjir dengan asumsi atau penjelasan sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya. Data kr_{hl} adalah jumlah luas kawasan hutan lindung yang kritis per SSWS. Akurasi data rendah sampai sedang, karena tidak terdapat koordinat untuk setiap luasan tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh, maka dapat dibuat klasifikasi luas lahan kritis untuk setiap SSWS yang ternyata berbeda-beda. Dengan demikian dapat dilakukan pembobotan sebagaimana pada Tabel 4.30 dan penggambaran dengan asumsi luas lahan kritis tersebut merata untuk masing-masing SSWS (Gambar 4.23).

Tabel 4.30 Bobot individu parameter tingkat kekritisan kawasan hutan lindung (kr_{hl})

No	SSWS	Luas kawasan hutan lindung yang kritis (Ha)	Rank	Bobot
1	Dodokan	11,754.20	1	0.4
2	Putih	9,000.00	2	0.3
3	Jelateng	4,265.63	3	0.2
4	Menanga	500.00	4	0.1

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.23. Peta variasi komponen kerentanan parameter tingkat kekritisian kawasan hutan lindung (**kr_hl**) per SSWS hasil pembobotan. erdapat 4 kelas **kr_hl**.

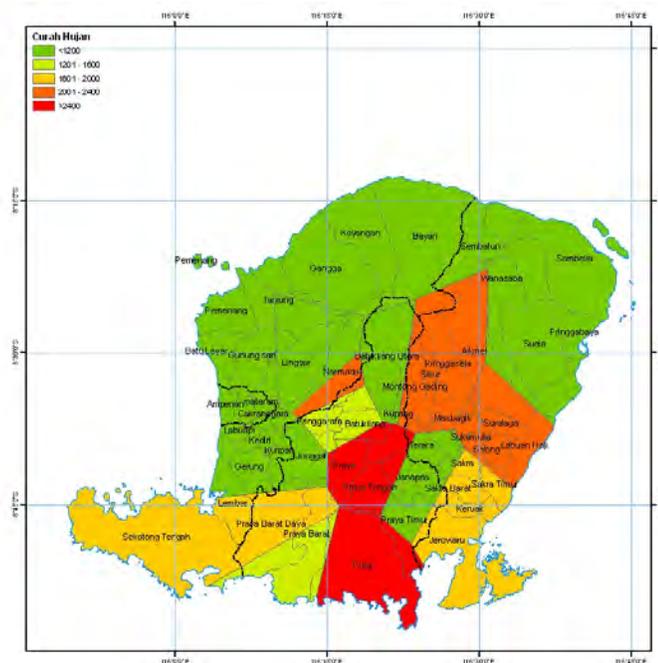
4.2.3.2.e. Pembobotan dan peta kerentanan pola sebaran curah hujan terhadap bahaya banjir

Data komponen kerentanan parameter pola sebaran curah hujan (**ch**) sama dengan data yang digunakan dalam kerentanan untuk bahaya PKA. Namun, dalam hal bobotnya memiliki bobot yang berbanding terbalik dengan bobot **ch** pada kerentanan PKA. Jika untuk bahaya PKA **ch** yang paling besar memiliki bobot paling kecil, maka untuk bahaya banjir **ch** yang paling besar mendapatkan bobot yang paling besar. Hal ini dapat dipahami, karena dalam kondisi banjir, curah hujan yang besar menjadi rentan (sensitif). Maka, bobot **ch** terhadap bahaya banjir adalah seperti pada Tabel 4.31 dan petanya seperti pada Gambar 4.24.

Tabel 4.32. Bobot individu parameter pola sebaran curah hujan (**ch**)

No	Curah Hujan (mm/tahun)	Rank	Bobot
1	2400 <	1	0.33
2	2000 s.d 2400	2	0.27
3	1600 s.d 2000	3	0.20
4	1200 s.d. 1600	4	0.13
5	< 1200	5	0.07

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.24. Peta variasi komponen kerentanan parameter pola sebaran curah hujan (**ch**) per SSWS hasil pembobotan. Terdapat 5 kelas **ch**.

4.2.3.2.f. Pembobotan dan peta kerentanan kesejahteraan penduduk terhadap bahaya banjir

Komponen kerentanan parameter kesejahteraan (**ks**) menggunakan data dan pembobotan yang sama dengan komponen kerentanan **ks** untuk bahaya PKA. Bobot dan peta spasialnya pada Tabel 4.23 dan Gambar 4.18.

4.2.3.2.g. Pembobotan dan peta kerentanan infrastruktur irigasi terhadap bahaya banjir

Komponen kerentanan parameter infrastruktur irigasi (**inf**) menggunakan data dan pembobotan yang sama dengan komponen kerentanan **inf** untuk kerentanan terhadap bahaya PKA. Dengan demikian bobot dan peta spasialnya sebagaimana pada Tabel 4.24 dan Gambar 4.19.

4.2.3.2.h. Pembobotan dan peta kerentanan total terhadap bahaya banjir

Identifikasi kerentanan total terhadap bahaya banjir serupa dengan identifikasi kerentanan total terhadap bahaya PKA. Data yang digunakan adalah parameter komponen kerentanan: i) Kepadatan Penduduk, ii) Tataguna Lahan, iii) Tingkat Kekritisan Lahan SSWS iv) Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung, v) Pola Sebaran Curah Hujan, vi) Kesejahteraan Penduduk, dan vii) Infrastruktur Irigasi.

Untuk bahaya banjir juga dilakukan 2 skenario yaitu: i) skenario 1, kerentanan dengan melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk, dan ii) skenario 2, kerentanan tanpa melibatkan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk. Hasil pembobotan kerentanan total disajikan pada Tabel 4.33 dan Tabel 4.34 untuk model 1 (kerentanan dengan komponen adaptasi kesejahteraan penduduk) serta Tabel 4.35 dan Tabel 4.38 untuk model 2 (kerentanan tanpa komponen adaptasi kesejahteraan penduduk). Urutan parameter kerentanan disusun berdasarkan tingkat pengaruh yang paling tinggi ke yang paling rendah dalam kaitannya dengan bahaya banjir dan kualitas data spasialnya. Penjelasan tabel-tabel analog dengan penjelasan pada kerentanan total terhadap bahaya PKA. Peta kerentanan total terhadap bahaya banjir disajikan pada Gambar 4.25 dan Gambar 4.26.

Tabel 4.33.
Pembobotan parameter kerentanan berdasarkan ketelitian data dan pengaruh parameter terhadap bahaya banjir model 1

Parameter Komponen V	Kode	Ketelitian Data	Pengaruh Data	Bobot data
1. Tipe Penggunaan Lahan	tgl	3	3	5
2. Kepadatan Penduduk	d	2	3	4
3. Pola Sebaran Curah Hujan	ch	2	2	3
4. Kesejahteraan Penduduk	ks	2	2	3
5. Tingkat Kekritisn Lahan SSWS	kr_ssws	1	2	2
6. Tingkat Kekritisn Hutan Lindung	kr_hl	1	2	2
7. Infrastruktur Irigasi	inf	1	1	1

Tabel 4.34
Pembobotan kerentanan total terhadap bahaya banjir berdasarkan metode *pair wise comparison*, model 1

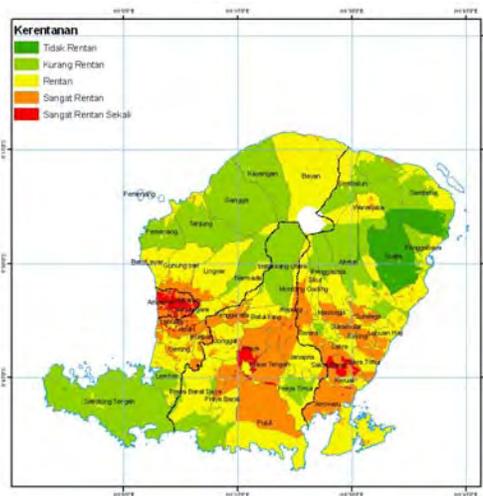
	tgl	d	ch	ks	kr_ssws	kr_hl	inf	Bobot	Normalisasi
tgl	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00	22.00	0.31
d	0.50	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	15.50	0.22
ch	0.33	0.50	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	9.83	0.14
ks	0.33	0.50	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	9.83	0.14
kr_SSWS	0.25	0.33	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	5.58	0.08
kr_HL	0.25	0.33	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	5.58	0.08
inf	0.20	0.25	0.33	0.50	0.50	0.50	1.00	3.28	0.05

Tabel 4.35.
Pembobotan parameter kerentanan berdasarkan ketelitian data dan pengaruh parameter terhadap bahaya banjir model 2

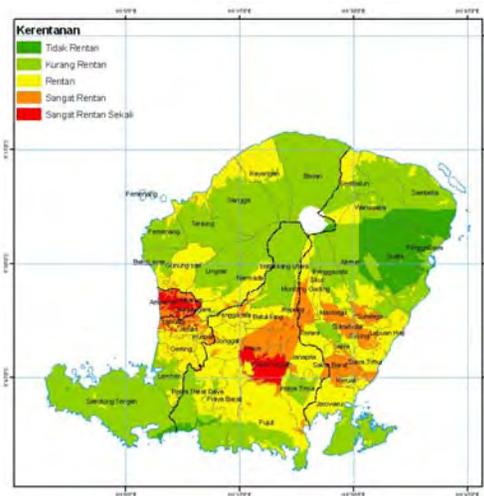
Parameter Komponen V	Kode	Ketelitian Data	Pengaruh Data	Bobot data
Tipe Penggunaan Lahan	tgl	3	3	5
Kepadatan Penduduk	d	2	3	4
Pola Sebaran Curah Hujan	ch	2	2	3
Tingkat Kekritisan Lahan SSWS	kr_ssws	1	2	2
Tingkat Kekritisan Hutan Lindung	kr_hl	1	2	2
Infrastruktur Irigasi	inf	1	1	1

Tabel 4.36
Pembobotan kerentanan total terhadap bahaya banjir berdasarkan metode *pair wise comparison*, model 1

	tgl	d	ch	ks	kr_ssws	kr_hl	inf	Bobot	Normalisasi
tgl	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00	19.00	0.35
d	0.50	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	13.50	0.25
ch	0.33	0.50	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	8.83	0.16
kr_ssws	0.25	0.33	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	5.08	0.09
kr_hl	0.25	0.33	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	5.08	0.09
inf	0.20	0.25	0.33	0.50	0.50	0.50	1.00	2.78	0.05



Gambar 4.25. Peta Kerentanan (kerentanan total) P. Lombok terhadap bahaya banjir dengan melibatkan parameter kesejahteraan penduduk (model 1), diasumsikan sama untuk berbagai periode dan skenario proyeksi.



Gambar 4.26. Peta Kerentanan (kerentanan total) P. Lombok terhadap bahaya banjir tanpa melibatkan parameter kesejahteraan penduduk (model 2), diasumsikan sama untuk berbagai periode dan skenario proyeksi.

4.2.4. Kerentanan terhadap Bahaya Kekeringan

Pada bahasan sebelumnya telah dirumuskan bahwa bahaya kekeringan dalam kajian ini adalah nilai *Total runoff* pada kondisi iklim dibawah normal periode proyeksi ($TRO_{min,P}$) yang lebih kecil dari 159,95 mm/tahun. Dengan catatan, berdasarkan hasil kajian *water balance*, tidak semua proyeksi dan skenario mengalami kekeringan. Sub bagian ini menguraikan secara ringkas kerentanan terhadap bahaya kekeringan.

4.2.4.1. Perumusan kerentanan terhadap bahaya kekeringan

Sebagaimana pada Tabel 4.19, terdapat 8 (delapan) parameter untuk komponen E, S, dan AC bahaya kekeringan, yaitu: **kepadatan penduduk, tataguna lahan, kebutuhan air, tingkat kekritisn kawasan hutan lindung, pola sebaran curah hujan, kemiringan lahan, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi.** Berdasarkan hal itu, maka dalam kajian ini *kerentanan terhadap bahaya kekeringan dirumuskan sebagai fungsi dari bahaya penurunan total runoff iklim dibawah normal periode proyeksi (TRO) yang lebih kecil dari 159,95 mm/tahun dan variasi kepadatan penduduk, tataguna lahan, kebutuhan air, tingkat kekritisn kawasan hutan lindung, pola sebaran curah hujan, kemiringan lahan, kesejahteraan penduduk, dan infrastruktur irigasi terhadap bahaya kekeringan tersebut.*

4.2.4.1.a. Eksposur terhadap bahaya kekeringan

Komponen eksposur (*exposure*, E) dari kerentanan terhadap bahaya kekeringan sebagaimana pada Tabel 4.19, terdiri atas 2 (dua) parameter, yaitu: **1) Tataguna Lahan, dan 2) Kepadatan Penduduk.** Dalam hal ini, pada sebagian komponen kerentanan untuk kedua parameter tersebut digunakan data yang sama sebagaimana dalam kerentanan terhadap dua jenis bahaya sebelumnya. Penjelasan analog dengan penjelasan kedua parameter tersebut untuk kerentanan terhadap dua jenis bahaya yang telah dibahas sebelumnya.

4.2.4.1.b. Sensitivitas terhadap bahaya kekeringan

Identifikasi komponen kerentanan sebagaimana pada Tabel 4.19 menghasilkan 4 (empat) parameter untuk komponen kerentanan sensitivitas (*sensitivity*, S) terhadap bahaya kekeringan. Keempat parameter terserbut adalah: **1) Kebutuhan Air, 2) Pola Sebaran Curah Hujan, 3) Tingkat Kekritisn Kawasan Hutan Lindung, dan**

4) Kemiringan Lahan. Tiga parameter, yaitu *kebutuhan air, pola sebaran curah hujan, dan tingkat kekritisan kawasan hutan lindung* adalah parameter yang sama dengan parameter terhadap dua bahaya sebelumnya, sehingga tidak akan dibahas lagi disini. Adapun parameter yang keempat, yaitu *kemiringan lahan* adalah parameter khusus yang digunakan hanya untuk komponen kerentanan terhadap bahaya kekeringan. Secara ringkas uraian dari keempat parameter komponen kerentanan S terhadap bahaya kekeringan adalah:

- (1) **Kebutuhan Air (ka)** sebangun dengan penjelasan pada kerentanan **ka** terhadap bahaya PKA:
- (2) **Pola Sebaran Curah Hujan (ch)**. Penjelasan, data yang digunakan dan pembobotan sebangun dengan penjelasan, data yang digunakan dan pembobotan komponen **ch** kerentanan untuk bahaya PKA;
- (3) **Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung (kr_hl)** sensitif terhadap bahaya kekeringan. Pada saat ancaman bahaya kekeringan datang, hutan lindung yang cukup terpelihara dengan baik diasumsikan masih mampu menghasilkan mataair sebagai sumber air untuk sungai-sungai ataupun untuk penggunaan langsung. Hutan lindung pun dianggap akan mampu meredam intensitas kekeringan yang terjadi. Dengan demikian, semakin tinggi tingkat **kr_hl** di suatu wilayah, maka akan semakin besar ancaman, kerentanan, dan risiko terhadap bahaya kekeringan di wilayah tersebut;
- (4) **Kemiringan Lahan (kl)**, sensitif terhadap bahaya kekeringan. Dasar pemikirannya adalah bahwa **kl** akan berpengaruh pada bahaya kekeringan, yakni semakin tinggi **kl**, maka akan semakin kecil ketersediaan air pada lahan tersebut sehingga mempertinggi tingkat risiko kekeringan. Data **kl** tersedia dalam bentuk data spasial yang rinci, yaitu satuan luas dari kelas prosentasi kemiringan lahan yang dilakukan dalam kaitannya terhadap bahaya kekeringan.

4.2.4.1.c. Kapasitas adaptasi terhadap bahaya kekeringan

Kapasitas adaptasi **1) Kesejahteraan Penduduk**, dan **2) Infrastruktur Irigasi** digunakan kerentanan terhadap bahaya kekeringan dengan penjelasan analog sebagaimana pada kerentanan terhadap dua jenis bahaya sebelumnya.

4.2.4.2. Pembobotan dan peta kerentanan terhadap bahaya kekeringan

Pembobotan kerentanan terhadap bahaya kekeringan dilakukan atas seluruh parameter bahaya kekeringan, yaitu: **i) tataguna lahan (tgl)**, dan **ii) kepadatan penduduk (d)** sebagai komponen eksposur (**E**); **iii) kebutuhan air (ka)**, **iv) pola sebaran curah hujan (ch)**, **v) tingkat kekritisn kawasan hutan lindung (kr_hl)**, dan **vi) kemiringan lahan (kl)**, sebagai komponen sensitivitas (**S**); dan **vii) tingkat kesejahteraan penduduk (ks)**, dan **ix) infrastruktur irigasi (inf)** sebagai komponen kapasitas adaptasi (**AC**). Prinsip pembobotan sama dengan apa yang telah dilakukan pada kerentanan terhadap bahaya PKA. Demikian pula, data yang digunakan juga sama dengan tambahan data untuk parameter **tingkat kekritisn kawasan hutan lindung (kr_hl)**, dan **kemiringan lahan (kl)**.

4.2.4.2.a. Pembobotan dan peta kerentanan kepadatan penduduk terhadap bahaya kekeringan

Komponen kerentanan parameter kepadatan penduduk (**d**) dalam hal ini sama dengan **d** untuk bahaya PKA, baik klasifikasi maupun pembobotan. Karena itu, hasil pembobotan dan peta spasialnya adalah seperti pada Tabel 4.20 dan Gambar 4.13.

4.2.4.2.b. Pembobotan dan peta kerentanan tataguna lahan terhadap bahaya kekeringan

Komponen kerentanan parameter tataguna lahan (**tgl**) juga sama dengan komponen kerentanan parameter **tgl** untuk bahaya PKA, baik klasifikasinya maupun pembobotannya. Karena itu, hasil pembobotan dan peta spasialnya adalah sebagaimana pada Tabel 4.21 dan Gambar 4.14..

4.2.4.2.c. Pembobotan dan peta kerentanan kebutuhan air terhadap bahaya kekeringan

Kebutuhan air (**ka**) untuk bahaya kekeringan adalah komponen S. Data kebutuhan air dan pembobotannya sama dengan data **ka** yang digunakan dalam penilaian kerentanan terhadap bahaya PKA. Dengan demikian pembobotan dan peta kerentanannya seperti pada penilaian bobot dan peta kerentanan terhadap bahaya PKA (Tabel 4.21 dan Gambar 4.15).

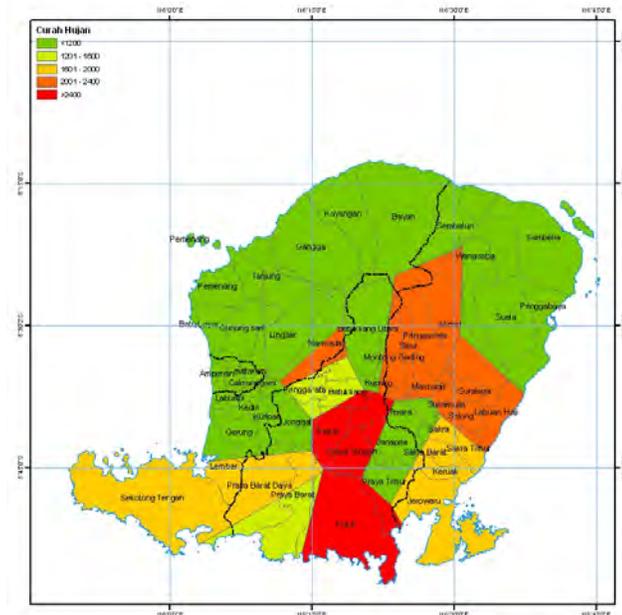
Sektor Sumber Daya Air

4.2.4.2.d. Pembobotan dan peta kerentanan pola sebaran curah hujan terhadap bahaya kekeringan

Data yang digunakan dan pembobotan pola sebaran curah hujan (**ch**) sebagai komponen kerentanan bahaya kekeringan adalah sama dengan data dan pembobotan untuk bahaya PKA, yaitu sebagaimana Tabel 4.35 dan Gambar 4.27.

Tabel 4.35. Bobot individu parameter Pola Sebaran Curah Hujan (**ch**)

No	Curah Hujan (mm/tahun)	Rank	Bobot
1	2400 <	1	0.07
2	2000 s.d 2400	2	0.13
3	1600 s.d 2000	3	0.20
4	1200 s.d. 1600	4	0.27
5	< 1200	5	0.33



Gambar 4.27. Peta variasi komponen kerentanan parameter pola sebaran curah hujan (**ch**) untuk bahaya kekeringan. Terdapat 5 kelas sebaran curah hujan dan nilainya.

4.2.4.2.e. Pembobotan dan peta kerentanan tingkat kekritisan kawasan hutan lindung terhadap bahaya kekeringan

Tingkat kekritisan kawasan hutan lindung (**kr_hl**) sebagai kerentanan terhadap bahaya kekeringan dilibatkan dengan asumsi atau penjelasan sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya pada kerentanan terhadap bahaya banjir. Pembobotan dan peta kerentanan **kr_hl** sebagaimana pada Tabel 4.30 dan Gambar 4.23.

Sektor Sumber Daya Air

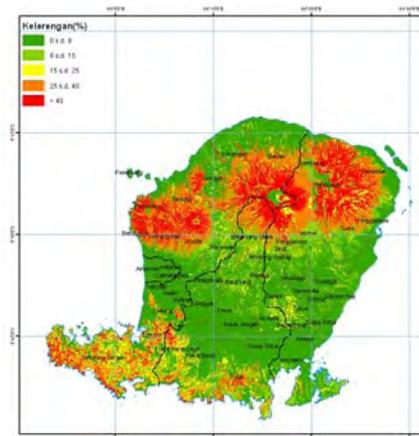
4.2.4.2.f. Pembobotan dan peta kerentanan kemiringan lahan terhadap bahaya kekeringan

Pengaruh kekeringan akan berbeda-beda dari satu wilayah ke wilayah lainnya disebabkan perbedaan tingkat kemiringan lahannya. Hal ini dengan asumsi bahwa kemiringan lahan berkaitan dengan keadaan air, yaitu, semakin miring kondisi suatu lahan, maka akan semakin kecil ketersediaan air didalam lahan tersebut. Pembobotan dan peta kemiringan lahan pada Tabel 4.36 dan Gambar 4.28

Tabel 4.36. Bobot individu parameter Kemiringan lahan (**kl**)

No	Kemiringan (%)	Rank	Bobot
1	< 0 - 8	1	0.07
2	8 – 15	2	0.13
3	15 – 25	3	0.20
4	25 – 40	4	0.27
5	40 <	5	0.33

Gambar 4.28 (kanan) Peta variasi komponen kerentanan parameter kemiringan lahan (**kl**) untuk bahaya kekeringan. Terdapat 5 kelas kemiringan lahan



4.2.4.2.g. Pembobotan dan peta kerentanan kesejahteraan penduduk terhadap bahaya kekeringan

bot dan peta spasialnya sebagaimana pada Tabel 4.23 dan peta sebarannya seperti pada Gambar 4.18.

4.2.4.2.h. Pembobotan dan peta kerentanan infrastruktur irigasi terhadap bahaya kekeringan

Komponen kerentanan parameter infrastruktu irigasi (**inf**), sebgaimana dalam kerentanan untuk kedua jenis bahaya terdahulu, adalah komponen kapasitas adaptasi. Analisis parameter **inf** menggunakan data dan pembobotan yang sama dengan komponen kerentanan **inf** untuk bahaya penurunan ketersediaan air dan bahaya banjir. Dengan demikian bobot dan peta spasialnya sebagaimana pada Tabel 4.24 dan Gambar 4.19.

Sektor Sumber Daya Air

4.2.4.2.i. Pembobotan dan peta kerentanan total terhadap bahaya kekeringan

Penilaian kerentanan total terhadap bahaya kekeringan sebangun dengan penilaian kerentanan total terhadap bahaya PKA. Dalam kekeringan, digunakan komponen kerentanan sebagai berikut i) Kepadatan Penduduk (d), ii) Tataguna Lahan (tgl), iii) Kebutuhan Air (ka), iv) Pola Sebaran Curah Hujan (ch), v) Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung (kr_hl), vi) Kemiringan Lahan (kl), vi) Kesejahteraan Penduduk, dan vii) Infrastruktur Irigasi. Dalam penilaia kerentanan total terhadap bahaya kekeringan juga dilakukan 2 model, yaitu: i) model 1 dan ii) model 2 sebagaimana dilakukan pada dua bahaya sebelumnya. Pembobotan dan peta kerentanan total terhadap bahaya kekeringan disajikan pada Tabel 4.37 dan Tabel 4.38 serta Gambar 4.26 untuk model 1; dan Tabel 4.39 dan Tabel 4.40 serta Gambar 4.27 untuk model 2.

Tabel 4.37.
Pembobotan parameter kerentanan berdasarkan ketelitian data dan pengaruh parameter terhadap bahaya kekeringan model 1

Parameter Komponen V	Kode	Ketelitian Data	Pengaruh Data	Bobot data
Tataguna Lahan	tgl	3	3	5
Kepadatan Penduduk	d	2	3	4
Kemiringan lahan	kl	3	2	4
Pola Sebaran Curah Hujan	ch	2	2	3
Kesejahteraan Penduduk	ks	2	2	3
Kebuthan Air	ka	1	2	2
Tingkat Kekritisan Kawasan Hutan Lindung	kr_hl	1	2	2
Infrastruktur Irigasi	inf	1	1	1

Tabel 4.38
Pembobotan kerentanan total terhadap bahaya kekeringan berdasarkan metode *pair wise comparison*, model 1

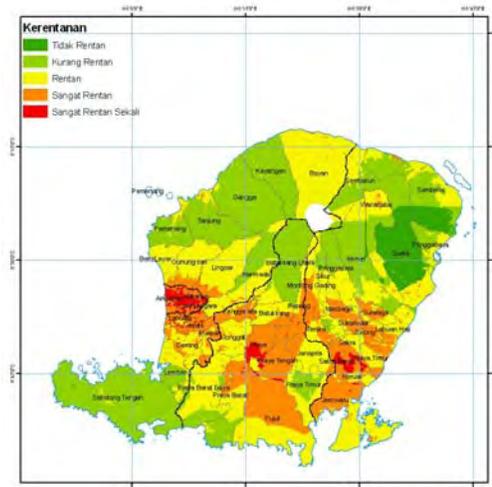
	tgl	d	kl	ch	ks	ka	kr_hl	inf	Bobot	Normalisasi
tgl	1	2	2	3	3	4	4	5	24.00	0.26
d	0.50	1	1	2	2	3	3	4	16.50	0.18
kl	0.50	1	1	2	2	3	3	4	16.50	0.18
ch	0.33	0.5	0.5	1	1	2	2	3	10.33	0.11
ks	0.33	0.5	0.5	1	1	2	2	3	10.33	0.11
ka	0.25	0.33	0.33	0.5	0.5	1	1	2	5.92	0.06
kr_hl	0.25	0.33	0.33	0.5	0.5	1	1	2	5.92	0.06
inf	0.20	0.25	0.25	0.33	0.33	0.5	0.5	1	3.37	0.04

Tabel 4.39.
Pembobotan parameter kerentanan berdasarkan ketelitian data dan pengaruh parameter terhadap bahaya kekeringan model 2

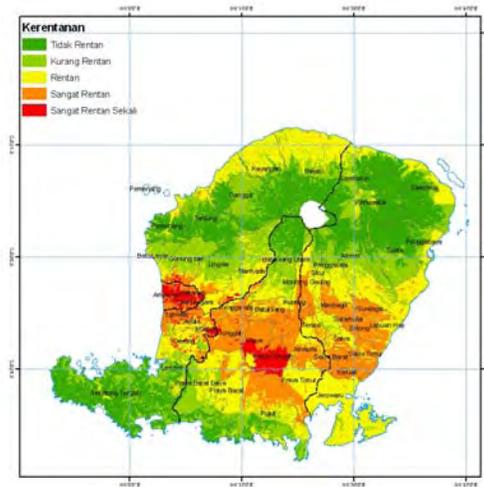
Parameter Komponen V	Kode	Ketelitian Data	Pengaruh Data	Bobot data
Tataguna Lahan	tgl	3	3	5
Kepadatan Penduduk	d	2	3	4
Kemiringan lahan	kl	3	2	4
Pola Sebaran Curah Hujan	ch	2	2	3
Kebutuhan Air	ka	1	2	2
Tingkat Kekritisitas Kawasan Hutan Lindung	kr_hl	1	2	2
Infrastruktur Irigasi	inf	1	1	1

Tabel 4.40
Pembobotan kerentanan total terhadap bahaya kekeringan berdasarkan metode *pair wise comparison*, model 2

	tgl	d	kl	ch	Ka	kr_hl	inf	Bobot	Normalisasi
tgl	1	2	2	3	4	4	5	21.00	0.29
d	0.50	1	1	2	3	3	4	14.50	0.20
kl	0.50	1	1	2	3	3	4	14.50	0.20
ch	0.33	0.5	0.5	1	2	2	3	9.33	0.13
ka	0.25	0.33	0.33	0.5	1	1	2	5.42	0.07
kr_hl	0.25	0.33	0.33	0.5	1	1	2	5.42	0.07
inf	0.20	0.25	0.25	0.33	0.5	0.5	1	3.03	0.04



Gambar 4.26. Peta Kerentanan (total) P. Lombok terhadap bahaya kekeringan melibatkan parameter kesejahteraan penduduk (model 1), diasumsikan sama untuk berbagai periode dan skenario proyeksi.



Gambar 4.27. Peta Kerentanan total P. Lombok terhadap bahaya kekeringan tanpa melibatkan parameter kesejahteraan penduduk (model 2), diasumsikan sama untuk berbagai periode dan skenario proyeksi.

4.2.5. Kerentanan terhadap Bahaya Lainnya

Janis bahaya lainnya yang dikemukakan dalam kajian ini adalah: 1) **Intrusi air laut**, 2) **Tanah Longsor**, dan 3) **Pengangkutan Sedimen**, sebagaimana dipaparkan dalam sub bab 1.3.5. Bahaya-bahaya tersebut selanjutnya dikaji secara kualitatif karena keterbatasan data. Oleh karena itu, telaahan kerentanan terhadap bahaya lainnya tersebut dilakukan juga hanya secara kualitatif.

Langkah-langkah untuk analisis kualitatif kerentanan terhadap bahaya lainnya akibat perubahan iklim di P. Lombok disusun sebagai berikut:

- 1) Menganalisis fakta-fakta mengenai fenomena terkait intrusi air laut, tanah longsor, dan pengangkutan sedimen; serta keadaannya secara kualitatif pada saat ini (*present condition*);
- 2) Mengidentifikasi potensi kerentanan terhadap bahaya intrusi air laut, tanah longsor, dan pengangkutan sedimen. Yakni, mengenali potensi kerentanan terhadap masing-masing bahaya lainnya tersebut berikut jenis komponen kerentannya (eksposur, sensitivitas, kapasitas adaptasi); ketersediaan data, dan potensi duplikasi penggunaan informasi terkait apabila informasi tersebut seluruhnya digunakan dalam analisis kerentanan;
- 3) Menentukan komponen kerentanan indikatif terpilih berikut perkiraan bobotnya berdasarkan masing-masing bahaya lainnya yang dikaji;

Dalam analiais kualitatif ini hanya **dua jenis** bahaya lainnya yang akan dikaji, yaitu: **inturis air laut** dan **tanah longsor**. Langkah pertama, analisis fakta dan kondisi saat ini tentang bahaya lainnya disajikan dalam Tabel 4.41a dan b.

Tabel 4.41. a
Fakta terkait dan Kondisi saat ini tentang INTRUSI AIR LAUT di P. Lombok

No	Jenis Bahaya Lainnya	Fakta terkait dan Kondisi saat Ini
		<p>- Fakta :</p> <ul style="list-style-type: none">• Intrusi air laut adalah masuknya air laut ke arah daratan didalam tanah sehingga menyebabkan airtanah berubah kualitasnya menjadi tidak segar dan tidak dapat digunakan lagi sebagai sumber pemenuhan kebutuhan air. Dalam bahasa yang lebih tehnis, intrusi air laut adalah pendangkalan zona <i>interface</i> (pertemuan) air laut-air tawar di daerah pesisir atau pantai sehingga kolom air tawar yang biasa digunakan terdesak ke atas atau semakin dangkal yang berakibat air tawar yang biasa diambil penduduk berubah menjadi air asin;

Tabel 4.41.a
Fakta terkait dan Kondisi saat ini tentang INSTRUSI AIR LAUT di P. Lombok
(lanjutan)

No	Jenis Bahaya Lainnya	Fakta terkait dan Kondisi saat Ini
1.	Intrusi Air Laut (lanjutan)	<p>- Fakta :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berkaitan dengan airtanah dan penggunaannya (penduduk dan pengusaha) di kawasan pesisir dan pantai; • Di dalam tanah (sumur sebagai sarana pengambilan airtanah) berkaitan dengan batas pertemuan (<i>interface</i>) air laut (asin atau air dengan salinitas tinggi) vs airtanah (tawar atau air segar). • <i>Interface</i> bersifat miring (<i>gradient</i>) dari bibir pantai ke arah daratan didalam tanah atau batuan; • <i>Interface</i> yang normal dan aman adalah jauh dari muka airtanah tempat airtanah diambil atau digunakan; • Berkaitan dengan kualitas airtanah. Airtanah akan menjadi asin (salinitas menjadi tinggi) sehingga tidak dapat digunakana lagi oleh penduduk apabila intrusi air laut telah sampai ke muka airtanah yang biasa dimanfaatkan penduduk; • Airtanah apabila sudah rusak (misal: rusak karena kualitasnya memburuk atau salinitas menjadi tinggi sehingga tidak dapat digunakan lagi untuk keperluan sehari-hari) akan sulit untuk dikembalikan (direhabilitasi); • Ancaman bahaya semakin tinggi apabila pengambilan airtanah di kawasan pesisir dan pantai tidak terkendali selain karena peningakatan muka air laut atau landaan (rendaman) air laut langsung ke daratan; • Apabila terjadi intrusi air laut sehingga airtanah tidak dapat digunakan lagi, maka kelompok yang paling menderita adalah masyarakat yang tidak punya alternatif lain dalam pemenuhan kebutuhannya terhadap air kecuali dari airtanah; • Airtanah merupakan sumber air yang paling banyak dan pertama digunakan oleh penduduk karena kelebihan-kelebihannya dibanding sumber air lainnya, termasuk di kawasan pesisir dan pantai. <p>- Kondisi saat ini :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belum ada laporan tentang adanya kejadian intrusi air laut yang menyebabkan airtanah di kawasan pesisir atau pantai tidak dapat digunakan lagi; • Pembangunan yang pesat pada kawasan pantai di sekitar kota Mataram (misal: pantai Senggigi) yang banyak memanfaatkan airtanah melalui pemanfaatan sumur bor; • Airtanah merupaka andalan pemenuhan kebutuhan air sehari-hari penduduk di kawasan pesisir dan pantai; • Di beberapa kawasan pantai, seperti di bagian utara Kabupaten Lombok Barat dan Lombok Timur, airtanah juga banyak digunakan untuk pertanian; • Tidak tersedia data tentang koordinat, kedalaman, muka airtanah, dan parameter akuifer lainnya dari sumur-sumur yang berada di kawasan pesisir dan pantai.

Tabel 4.41. b
Fakta terkait dan Kondisi saat ini tentang TANAH LONGSOR di P. Lombok

No	Jenis Bahaya Lainnya	Fakta terkait dan Kondisi saat Ini
2.	Tanah Longsor	<p>- Fakta :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanah lonsor (<i>landslide</i>) atau gerakan tanah adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran bahan-bahan tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng; • Proses terjadinya tanah longsor dapat diterangkan sbb: air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai ke tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah akan menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng; • Prinsip penyebab gerakan tanah: terjadi apabila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban, serta berat jenis tanah atau batuan. Sedangkan gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. • Faktor penyebab tanah longsor: 1) hujan (<i>kandungan air dalam tanah menjadi jenuh dalam waktu singkat</i>); umumnya 400 mm/bulan berpoetensi menimbulkan tanah longsor; 2) lereng yang terjal, 3) tanah yang kurang padat dan tebal, 4) batuan yang kurang kuat, 5) jenis tata lahan atau tutupan lahan, 6) getaran, 7) susut muka air danau atau bendungan, 8) adanya beban tambahan, 9) pengikisan atau erosi, 10) adanya material timbunan pada tebing, 11) bekas longsoran lama, 12) adanya bidang ketidak-menerusan (<i>discontinuity</i>), 13) penggundulan hutan, dan 14) daerah pembuangan sampah. • Tanah longsor dapat dihindari, antara lain dengan tindakan-tindakan sbb: i) tidak mencetak sawah dan membuat kolam pada lereng bagian atas di dekat pemukiman, ii) tidak menebang pohon di lereng, iii) tidak melakukan penggalian dibawah lereng terjal, tidak membangun rumah dibawah lereng, iv) tidak mendirikan pemukiman di tepi lereng yang terjal atau dibawah tebing yang terjal, v) tidak memotong tebing jalan sehingga menjadi tegak, vi) tidak mendirikan rumah di tepi sungai, vii) membuat terasering (<i>sengkedan</i>) pada lereng yang terjal apabila akan dibangun atau dikembangkan, viii) segera menutup retakan tanah dan memadatkannya agar air tidak masuk kedalam tanah melalui retakan. • P. Lombok termasuk wilayah yang pernah mengalami kejadian tanah longsor. <p>- Kondisi saat ini :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sudah ada perhatian dari kalangan peneliti terhadap fenomena tanah longsor; • P. Lombok telah memiliki peta kejadian tanah longsor, namun tanpa data koordinat; • P. Lombok termasuk daerah yang pernah dan dapat mengalami kembali kejadian tanah longsor. Secara geologi dan morfologi, P. Lombok adalah daerah yang berpotensi mengalami kejadian tanah longsor;

Tabel 4.41. b
Fakta terkait dan Kondisi saat ini tentang TANAH LONGSOR di P. Lombok
(lanjutan)

No	Jenis Bahaya Lainnya	Fakta terkait dan Kondisi saat Ini
	Tanah Longsor (lanjutan)	<p>- Kondisi saat ini (lanjutan):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hingga tahun 2005 di P. Lombok belum ada laporan tentang kejadian tanah longsor yang menelan korban jiwa; • P. Lombok telah mengalami tingkat kekritisn lahan yang cukup tinggi, baik di SSWS maupun kawasan hutan lindung; • Secara iklim, di P. Lombok telah pernah terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi akibat La Nina; • Banyak pemanfaatan lahan atau aktivitas pembangunan pada daerah yang potensial mengalami kejadian tanah longsor; • Proses alih fungsi hutan masih berlangsung.

Langkah kedua, identifikasi potensi kerentanan terhadap bahaya lainnya berikut ketersediaan data dan potensi duplikasi penggunaan informasi tersebut apabila seluruhnya digunakan dalam analisis. Langkah kedua ini tidak dilakukan dalam kajian ini, mengingat data kuantitatifnya tidak tersedia.

Langkah ketiga, menentukan komponen kerentanan indikatif terpilih berikut perkiraan bobotnya berdasarkan masing-masing bahaya lainnya. Langkah ketiga dalam kajian ini dianalisis secara kualitatif. Hasilnya disajikan pada Tabel 4.42 dibawah ini.

Tabel 4.42. Komponen kerentanan terhadap bahaya lainnya (kualitatif, indikatif) sektor air

Jenis Bahaya Lainnya (H)	Data & Informasi yang Diperlukan Lebih Lanjut ¹⁾	Kerentanan Indikatif ²⁾	Bobot Kualitatif ³⁾
1. Intrusi Air Laut	<ul style="list-style-type: none"> - Posisi/ koordinat sumur-sumur - Parameter akuifer - Jumlah sumur - Pemanfaatan sumber air lainnya 	Kepadatan penduduk (E)	***
		Jumlah sumur (E)	***
		Tingkat pengambilan air tanah (S)	****
		Posisi atau jarak sumur pengambilan air tanah ke pantai (S)	****
		Jenis tanah/batuan (S)	**
		Kesejahteraan penduduk (AC)	**
2. Tanah Longsor	<ul style="list-style-type: none"> - Posisi kejadian tanah longsor masa lalu - Nilai kejenuhan tanah (<i>soil-water characteristic curve</i>) 	Pemanfaatan mataair dan sumber air lainnya selain air tanah (AC)	***
		Kepadatan penduduk (E)	****
		Tataguna lahan (E)	***
		Tingkat kekritisn lahan SSWS (S)	****
		Jenis tanah dan batuan (S)	***
		Pola sebaran curah hujan (S)	****
Kesejahteraan penduduk (AC)	**		

Keterangan:

- ¹⁾ : Kebutuhan data baik untuk formulasi bahaya maupun kerentanan di daerah pantai
²⁾ : Untuk bahaya intrusi air laut khusus daerah pesisir atau pantai
³⁾ : Bobot indikatif dalam kaitannya dengan bahaya, belum memperhitungkan ketelitian data
E, S, AC : E = eksposur, S = sensitivitas, AC = kapasitas adaptasi

4.3. ANALISIS RISIKO PERUBAHAN IKLIM SEKTOR AIR

Risiko atau potensi dampak adalah masa depan kondisi sektor air sebagai akibat bahaya dan kerentanan perubahan iklim terkait hasil prediksi. Sesuai dengan rumusan risiko yang digunakan, informasi risiko perubahan iklim sektor air diperoleh dari hasil penapisan masing-masing bahaya dan kerentanan untuk setiap skenario dan periode perubahan iklim. Untuk analisis selanjutnya, berdasarkan prediksi iklim yang paling mungkin saat ini dan kedepan, hanya diambil skenario SRA2.

Berdasarkan jenis bahaya dan periode kejadian bahaya dan kerentanan yang dilibatkan, terdapat 3 (tiga) jenis risiko, yaitu: risiko penurunan ketersediaan air, risiko banjir, dan risiko kekeringan. yang ditinjau dengan asumsi kerentanan tetap sebagaimana kondisi saat ini. Untuk kerentanan, asumsi yang digunakan adalah kondisi kerentanan yang statis. Artinya, kerentanan belum melibatkan perubahan-perubahan dinamis pada komponen kerentanan ke depan.

Peta risiko untuk masing-masing bahaya diperoleh melalui penapisan antara peta bahaya dan peta kerentanan masing-masing yang telah dihasilkan dari analisis sebelumnya dengan mengikuti pendekatan rumusan $R \text{ (Risiko)} = H \text{ (bahaya)} \times V \text{ (kerentanan)}$. Dalam kajian ini hasil analisis GIS peta risiko yang digunakan selanjutnya untuk analisis hanyalah hasil skenario SRA2 dan kerentanan model 2 (peta kerentanan tanpa melibatkan komponen kerentanan kesejahteraan penduduk), dengan tingkat bahaya yang diambil adalah bahaya yang paling tinggi.

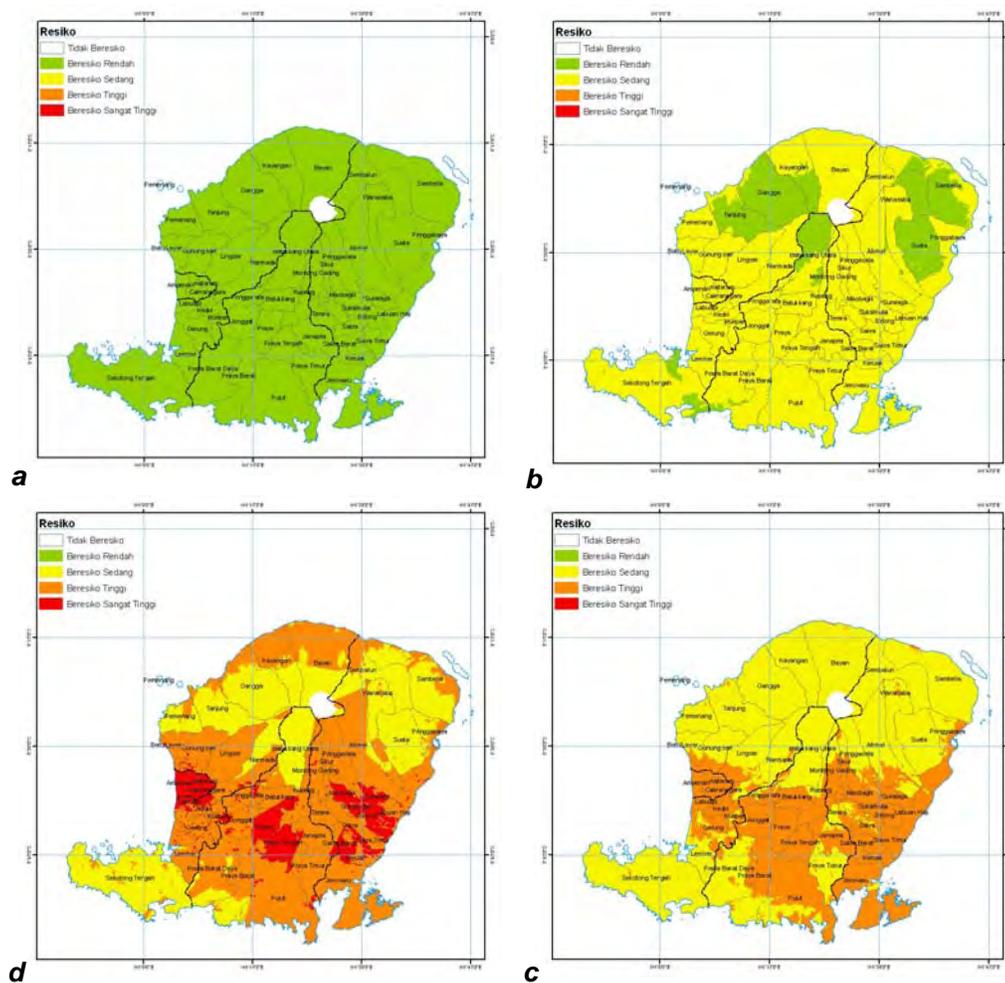
Untuk setiap bahaya, terdapat 5 tingkatan bahaya berkaitan dengan dekade tertentu dengan derajat dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, hingga sangat tinggi. Berdasarkan hasil penapisan dengan peta kerentanan (model 2), untuk setiap derajat bahaya tersebut diperoleh 5 tingkatan risiko dari tidak berisiko (risiko sangat rendah), risiko rendah, risiko sedang, risiko tinggi, dan risiko sangat tinggi. Analisis selanjutnya untuk peta risiko ini menggunakan peta risiko dengan derajat sangat tinggi dari bahaya derajat sangat tinggi pada skenario SRA2. Potensi dampak merupakan hasil analisis kualitatif.

Berkaitan dengan ketersediaan air, risiko juga dapat dilihat berdasarkan analisis neraca sumber daya air (*water budget analysis*). Risiko lainnya, yaitu tanah longsor dan intrusi air laut, dianalisis secara kualitatif.

4.3.1. Analisis Risiko Penurunan Ketersediaan Air

Peta risiko penurunan Ketersediaan air

Berdasarkan metode yang digunakan dan pilihan yang ditetapkan sebagaimana disebutkan sebelumnya, untuk risiko penurunan ketersediaan air (PKA) terdapat 5 peta risiko yang menunjukkan 5 derajat risiko berdasarkan 5 derajat bahayanya. Gambar 4.27 adalah 4 dari 5 peta risiko penurunan ketersediaan air (peta risiko sangat rendah tidak disertakan mengingat dalam risiko derajat sangat rendah tersebut tidak ada bahaya PKA).



Gambar 4.27. Peta risiko bahaya penurunan ketersediaan air (PKA) SRA 2 model 2 (tanpa melibatkan kerentanan kesejahteraan penduduk): a. risiko rendah, b. risiko sedang, c. risiko tinggi, dan d. risiko sangat tinggi; bersesuaian masing-masing berturut-turut dengan bahaya PKA tingkat *rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi*.

Sektor Sumber Daya Air

Berdasarkan Tabel 4.11, pembobotan risiko PKA dilakukan dengan klasifikasi mengikuti pembobotan bahayanya, yaitu untuk setiap nilai penurunan ketersediaan air yang dicerminkan oleh penurunan TRO kondisi proyeksi pada kondisi iklim normal ($TRO_{N,P}$) sebesar 50 mm/tahun dari nilai $TRO_{N,P}$ CDF 15% kondisi baseline (1990-200) atau setiap peningkatan penurunan $TRO_{N,P}$ sebesar 50 mm/tahun dari nilai $TRO_{N,B}$ sebesar 238,9 mm/tahun. Bobot atau derajat risiko dan dekade tahun proyeksi kejadiannya (Gambar 4.27) adalah sebagaimana pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42. Dekade risiko penurunan ketersediaan air skenario SRA2 (Gambar 4.27)

Penurunan $TRO_{N,P}$ (mm/tahun) ¹⁾	Tingkat Risiko berdasarkan tingkat bahaya	Dekade Proyeksi	Periode Proyeksi
95,32	Rendah	2021 – 2030	2030
129,27	Sedang	2001 – 2010	2030
138,88	Sedang	2031 – 2040	2030
164,98	Tinggi	2041 - 2050	2030
195,28	Tinggi	2051 - 2060	2080
199,92	Tinggi	2061 - 2070	2080
208,08	Sangat Tinggi	2011 - 2020	2030
241,00	Sangat Tinggi	2071 - 2080	2080
267,80	Sangat Tinggi	2080 - 2090	2080
287,15	Sangat Tinggi	2091 - 2100	2080

Keterangan:

¹⁾ : penurunan $TRO_{N,P}$ terhadap nilai $TRO_{N,B}$ CDF 15% kondisi baseline atau $TRO_{N,B}$ 238,9 mm/tahun.

Makna peta dan sebaran risiko penurunan ketersediaan air

Untuk setiap peta risiko yang dipilih untuk dianalisis yakni dalam kajian ini adalah Gambar 4.27 d atau peta risiko penurunan ketersediaan air sangat tinggi pada skenario SRA2, dilakukan pemaknaan atau pembacaan peta sehingga dapat mudah dipahami informasi apa yang terkandung dalam peta tersebut. Contoh pemaknaan atau pembacaan peta risiko PKA skenario SRA2, model 2 (Gambar 4.27 d) untuk lokasi-lokasi yang memiliki risiko sangat tinggi (sangat tinggi dari yang sangat tinggi) adalah: "Dari peta risiko yang dihasilkan ada beberapa kota/kabupaten yang berisiko sangat tinggi terhadap bahaya penurunan ketersediaan air disebabkan potensi bahaya berupa berkurangnya total runoff (TRO) > 208 mm/thn dibanding kondisi baseline pada periode 2030 (dekade 2011-2020) skenario SRA2, yaitu Kota Mataram, Kab. Lombok Tengah, Kab. Lombok Timur, dan sedikit wilayah di Kab. Lombok Barat. Wilayah yang berisiko tertinggi diantaranya adalah Kota Mataram karena risiko sangat tinggi tersebut mencakup seluruh wilayah kecamatan. Risiko sangat tinggi tersebut juga disebabkan oleh kerentanan yang sangat tinggi, yaitu

Sektor Sumber Daya Air

kepadatan penduduk rata-rata > 32 jiwa/kilometer, banyaknya kawasan pemukiman, kebutuhan air penduduk, industri dan lainnya paling tinggi (masing-masing rata-rata 108,22 m³/thn, 647,02 m³/thn, dan 1050,68 m³/thn); ditambah pasokan air yang tidak mencukupi karena kurang memadainya infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air; walaupun curah hujan lokal paling tinggi (rata-rata > 2400 mm/tahun)".

Dengan latihan seperti diatas, pemaknaan peta risiko derajat lainnya (tinggi, sedang, hingga sangat rendah) dapat dilakukan apabila diperlukan. Sabaran atau distribusi tingkat risiko PKA dapat ditelusuri dengan mengikuti peta risiko tersebut.

Potensi dampak penurunan ketersediaan air

Identifikasi potensi dampak dilakukan secara kualitatif berdasarkan suatu pemikiran yang logis. Dalam hal penurunan ketersediaan air (PKA), potensi dampak yang mungkin terjadi adalah dampak langsung dan dampak lebih lanjut dari kondisi PKA. Diantara potensi dampak PKA untuk Pulau Lombok adalah: berkurangnya pasokan air bersih dan air baku untuk keperluan penduduk sehari-hari, pertanian, industri dan kebutuhan lainnya; beberapa embung yang sangat bergantung kepada air hujan akan mengering; demikian pula sungai, mataair dan air tanah tertekan dengan aliran air lokal yang sangat dipengaruhi hujan dan *runoff* akan mengalami penyusutan; dan pasokan air bendungan juga akan berkurang.

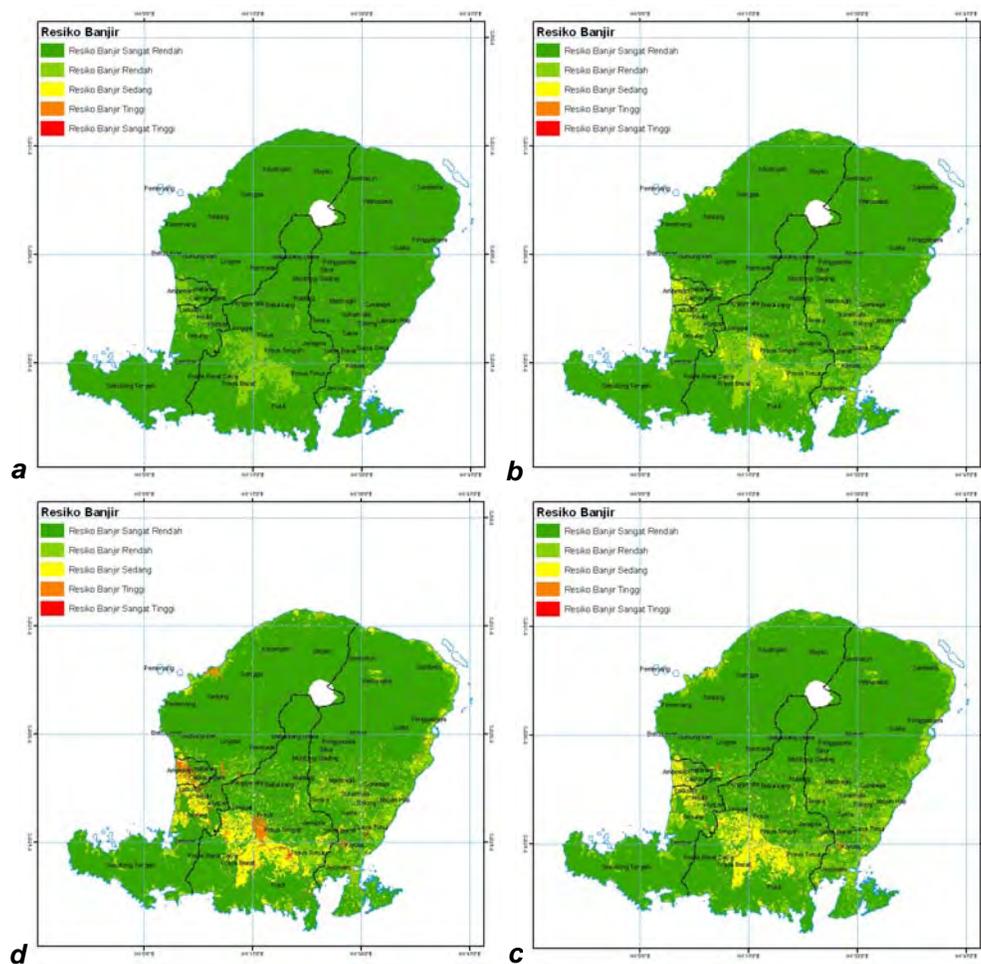
Risiko lebih lanjut dihadapi sektor pertanian dan sektor lain yang sangat bergantung kepada kondisi air yang optimal; tekanan pada air tanah dan sumber-sumber air lainnya seperti mataair dan air tanah akan semakin tinggi; dan penurunan ketersediaan air gejala awal untuk kondisi air yang kritis. Potensi dampak lainnya dari risiko PKA dapat ditelusuri dengan kembali kepada kondisi daerah dan tingkat risikonya berdasarkan peta GIS risiko PKA.

Potensi dampak atau risiko PKA tersebut kemungkinan terjadinya adalah dimulai pada daerah-daerah yang berdasarkan peta risiko hasil analisis GIS memiliki derajat risiko PKA sangat tinggi hingga tinggi dengan periode atau dekade yang bersesuaian sebagaimana pada Gambar 4.27 dan Tabel 4.42.

4.3.2. Analisis Risiko Banjir

4.3.2.1. Peta risiko banjir

Analog dengan analisis bahaya penurunan ketersediaan air, untuk risiko banjir terdapat 5 peta risiko yang menunjukkan 5 derajat risiko banjir berdasarkan 5 derajat bahaya banjir yang telah melibatkan penapisan oleh peta kemiringan lahan sebesar $\leq 3\%$. Gambar 4.28 adalah 4 dari 5 peta risiko banjir (peta risiko banjir sangat rendah tidak disertakan mengingat kurang signifikannya risiko pada peta risiko banjir derajat sangat rendah tersebut).



Gambar 4.28. Peta risiko bahaya banjir skenario SRA2 model 2 (tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk): a. Risiko rendah, b. Risiko sedang, c. risiko tinggi, d. risiko sangat tinggi; bersesuaian masing-masing berturut-turut dengan bahaya banjir tingkat: rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Sektor Sumber Daya Air

Berdasarkan Tabel 4.14, pembobotan risiko banjir dilakukan dengan klasifikasi mengikuti pembobotan bahayanya, yaitu untuk setiap peningkatan potensi banjir yang dicerminkan oleh peningkatan nilai DRO kondisi proyeksi pada kondisi iklim diatas normal ($DRO_{AN,P}$) sebesar 75 mm/tahun dari nilai $DRO_{AN,P}$ CDF 85% kondisi proyeksi atau setiap peningkatan $DRO_{AN,P}$ sebesar 75 mm/tahun dari nilai $DRO_{AN,P}$ sebesar 188,78 mm/tahun. Bobot atau derajat risiko dan dekade tahun proyeksi kejadian banjir (Gambar 4.28) adalah sebagaimana pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43. Dekade risiko banjir skenario SRA2 (Gambar 4.28)

Peningkatan $DRO_{AN,P}$ (mm/tahun) ¹⁾	Tingkat Risiko berdasarkan tingkat bahaya	Dekade Proyeksi	Periode Proyeksi
68,50	Sangat Rendah	2001 – 2010	2030
32,76	Sangat Rendah	2051 – 2060	2080
117,10	Rendah	2011 – 2020	2030
199,77	Sedang	2021 – 2030	2030
339,99	Sangat Tinggi	2031 – 2040	2030

Keterangan:

¹⁾ : peningkatan $DRO_{AN,P}$ kondisi proyeksi terhadap angka $DRO_{AN,P}$ CDF 85% (188,78 mm/tahun).

4.3.2.2. Makna peta dan sebaran risiko banjir

Untuk setiap peta risiko yang dipilih untuk dianalisis yakni dalam kajian ini adalah Gambar 4.28 d atau peta risiko banjir sangat tinggi pada skenario SRA2, model 2n (tanpa kerentanan kesejahteraan penduduk) dilakukan pemaknaan atau pembacaan peta sehingga dapat mudah dipahami informasi apa yang terkandung dalam peta tersebut. Contoh untuk peta risiko banjir skenario SRA2, model 2 (Gambar 4.28 d) untuk lokasi-lokasi yang memiliki risiko sangat tinggi (sangat tinggi dari yang sangat tinggi) adalah: "Dari peta risiko yang dihasilkan ada beberapa kota/kabupaten yang berisiko sangat tinggi terhadap banjir disebabkan potensi bahaya banjir berupa peningkatan direct runoff pada kondisi proyeksi ($DRO_{AN,P}$) sebesar 339,99 mm/tahun pada 2031-2040 (periode 2030) dimana kondisi $DRO_{AN,P,rata-rata}$ pada dekade tersebut adalah 135,34 mm tahun, diantaranya Kota Mataram dan bagian tengah Kab. Lombok Tengah (Kec. Praya Tengah dan Praya Timur). Tingkat risiko sangat tinggi di Kota Mataram, mencakup 10% luas wilayah, disebabkan oleh faktor kepadatan penduduk tertinggi (rata-rata > 32 jiwa/km), tataguna lahan yang didominasi oleh kawasan pemukiman; lahan SSWS di hulunya yang kritis; tingkat kawasan lindung yang sudah sangat kritis, curah hujan lokal paling tinggi (rata-rata > 2400 mm/tahun); serta infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang relatif sangat kurang"

Sektor Sumber Daya Air

Dengan latihan seperti diatas, pemaknaan peta risiko derajat lainnya (tinggi, sedang, hingga sangat rendah) dapat dilakukan apabila diperlukan. Sabaran atau distribusi tingkat risiko banjir dapat ditelusuri dengan mengikuti peta risiko tersebut.

4.3.2.3. Potensi dampak banjir

Analog dengan potensi dampak penurunan ketersediaan air (PKA), potensi dampak banjir yang mungkin terjadi adalah dampak langsung dan dampak lebih lanjut dari kondisi banjir. Diantara potensi dampak banjir untuk Pulau Lombok adalah: banjir bandang dapat menyebabkan kehilangan jiwa, harta benda serta mata pencaharian, meningkatkan biaya perbaikan atau pembangunan kembali infrastruktur yang rusak karena banjir, berkurangnya pasokan air bersih; gagal panen, dan penyakit seperti demam berdarah. Sementara itu, banjir juga dapat menambah kerusakan pada tubuh sungai dan infrastruktur pengairan lainnya; kerugian karena kerusakan infrastruktur, menurunnya kinerja penduduk, dan menurunnya kinerja kesehatan; berjangkitnya jenis penyakit yang berkaitan seperti demam berdarah dan penyakit lainnya seperti kolera. Kondisi tersebut akan diperparah sarana sanitasi yang minim atau kualitasnya buruk. Potensi dampak lainnya dapat ditelusuri dengan kembali pada kondisi daerah dan tingkat risikonya berdasarkan peta GIS untuk risiko banjir.

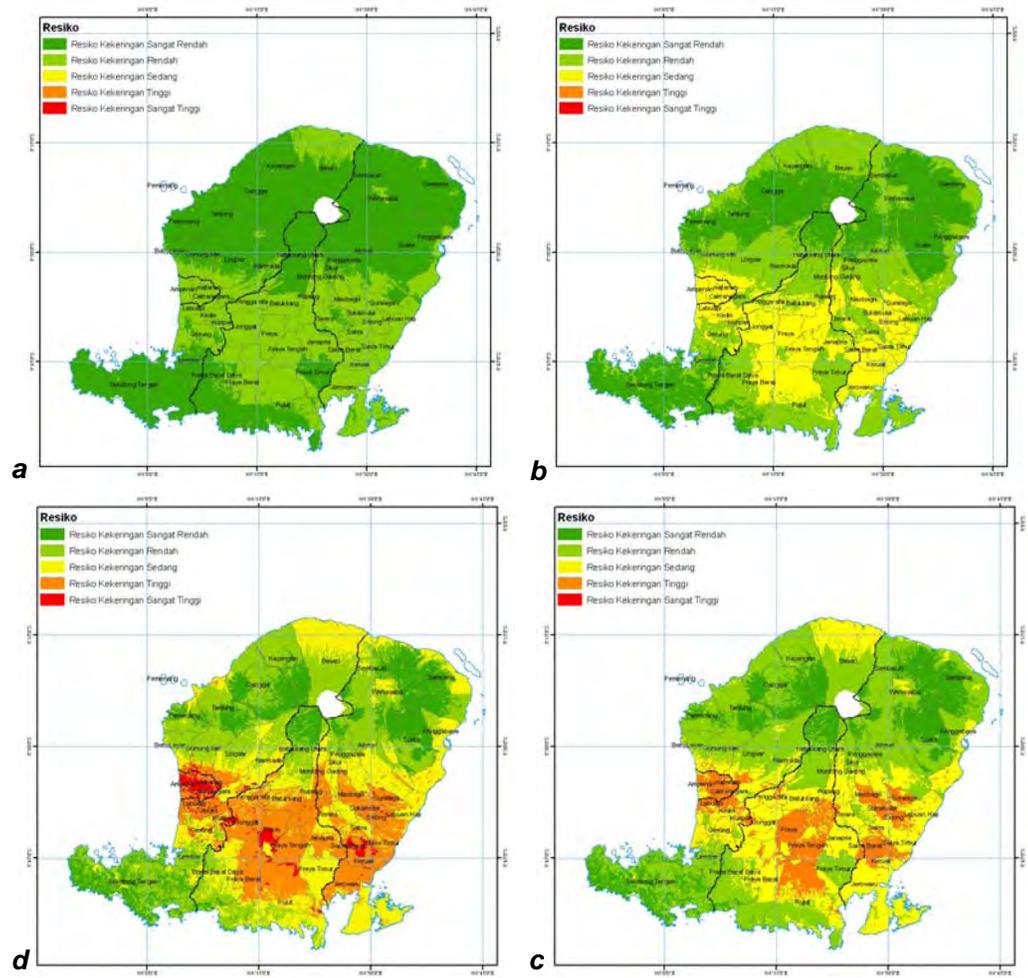
Potensi dampak atau risiko banjir tersebut kemungkinan terjadinya adalah dimulai pada daerah-daerah yang berdasarkan peta risiko hasil analisis GIS memiliki derajat risiko banjirsangat tinggi hingga tinggi dengan periode atau dekade yang bersesuaian sebagaimana pada Gambar 4.28 dan Tabel 4.43.

4.3.3. Analisi Risiko Kekeringan

4.3.3.1. Peta risiko kekeringan

Berdasarkan ketentuan dan cara yang sama sebagaimana dalam penyusunan peta bahaya PKA dan bahaya banjri, untuk risiko kekeringan terdapat 5 peta risiko yang menunjukkan 5 derajat risiko kekeringan berdasarkan 5 derajat bahaya kekeringan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Gambar 4.29 adalah 4 dari 5 peta risiko kekeringan (peta risiko kekeringan sangat rendah tidak disertakan mengingat dalam risiko derajat sangat rendah tersebut risiko kekeringan kurang signifikan).

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.29. Peta risiko kekeringan skenario SRA2 model 2 (tanpa melibatkan komponen kesejahteraan penduduk): a. risiko rendah, b. risiko sedang, c. risiko tinggi, dan d. risiko sangat tinggi; bersesuaian masing-masing berturut-turut dengan bahaya kekeringan tingkat: rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Berdasarkan Tabel 4.17, pembobotan risiko kekeringan dilakukan dengan klasifikasi mengikuti pembobotan bahayanya, yaitu untuk setiap nilai penurunan ketersediaan air yang dicerminkan oleh penurunan TRO kondisi proyeksi pada kondisi iklim dibawahnormal ($TRO_{BN,P}$) sebesar 30 mm/tahun dari nilai $TRO_{BN,P}$ CDF 15% kondisi proyeksi atau setiap peningkatan penurunan $TRO_{BN,P}$ sebesar 30 mm/tahun dari nilai $TRO_{BN,P}$ sebesar 159,95 mm/tahun pada kondisi proyeksi. Bobot atau derajat risiko dan dekade tahun proyeksi kejadian kekeringan (Gambar 4.29) adalah sebagaimana pada Tabel 4.44.

Tabel 4.43. Dekade risiko kekeringan skenario SRA2 (Gambar 4.29)

Penurunan $TRO_{BN,P}$ (mm/tahun) ¹⁾	Tingkat Risiko berdasarkan tingkat bahaya	Dekade Proyeksi	Periode Proyeksi
32,14	Rendah	2021 – 2030	2030
43,61	Rendah	2041 – 2050	2030
56,91	Rendah	2051 – 2060	2080
70,43	Sedang	2031 - 2040	2030
74,43	Sedang	2011 - 2020	2030
97,64	Tinggi	2061 - 2070	2080
110,56	Tinggi	2001 - 2010	2030
114,64	Tinggi	2071 - 2080	2080
141,28	Sangat Tinggi	2081 - 2090	2080
159,91	Sangat Tinggi	2091 - 2100	2080

Keterangan:

¹⁾ : penurunan $TRO_{BN,P}$ terhadap nilai $TRO_{BN,P}$ CDF 15% proyeksi atau $TRO_{BN,P}$ 159,95 mm/tahun.

4.3.3.2. Makna peta dan sebaran risiko kekeringan

Untuk setiap peta risiko yang dipilih untuk dianalisis yakni dalam kajian ini adalah Gambar 4.29 d atau peta risiko kekeringan sangat tinggi pada skenario SRA2, dilakukan pemaknaan atau pembacaan peta sehingga mudah dipahami informasi apa yang terkandung dalam peta tersebut. Contoh untuk peta risiko kekeringan skenario SRA2, model 2 (Gambar 4.29 d) untuk lokasi-lokasi yang memiliki risiko sangat tinggi adalah: "Dari peta risiko yang dihasilkan terdapat beberapa kota/kabupaten yang berisiko sangat tinggi terhadap kekeringan, antara lain Kota Mataram dan bagian tengah Kab. Lombok Tengah (Kec. Praya). Risiko yang sangat tinggi tersebut disebabkan potensi bahaya kekeringan berupa penurunan total runoff pada kondisi proyeksi ($TRO_{BN,P}$) sebesar 141,28 mm/tahun dan 159,91 mm/tahun masing-masing pada dekade 2081-2090 dan 2091-2100 (periode 2080) dimana $TRO_{BN,P,rata-rata}$ pada dekade tersebut berturut-turut adalah 121,68 mm tahun dan 102,34 mm/tahun dan kerentanan yang sangat tinggi. Untuk Kota Mataram, sebagai contoh, dengan luas wilayah yang berisiko kekeringan sangat tinggi sebesar 70% luas, kerentanan sangat tinggi disebabkan oleh faktor kepadatan penduduk tertinggi (rata-rata > 32 jiwa/km), tataguna lahan yang didominasi oleh kawasan pemukiman; kebutuhan air yang paling tinggi (penduduk, industri dan lainnya masing-masing rata-rata 108,22 m³/thn, 647,02 m³/thn, dan 1050,68 m³/thn); tingkat kekritisan kawasan lindung yang sudah sangat kritis; dan infrastruktur irigasi atau sarana pasokan air seperti embung dan mata air yang relatif sangat kurang; walau pun curah hujan lokal paling tinggi (rata-rata > 2400 mm/tahun)".

Sektor Sumber Daya Air

Dengan cara yang sama seperti diatas, pemaknaan peta risiko derajat lainnya (tinggi, sedang, hingga sangat rendah) untuk peta risiko kekeringan dapat dilakukan apabila diperlukan. Sabaran atau distribusi tingkat risiko kekeringan dapat ditelusuri dengan mengikuti peta risiko tersebut.

4.3.3.3. Potensi dampak kekeringan

Identifikasi potensi dampak dilakukan dengan cara sebagaimana pada analisis potensi dampak PKA dan potensi dampak banjir. Risiko atau dampak kekeringan adalah risiko atau dampak yang lebih parah dari risiko PKA, baik intensitas maupun luasannya. Diantara potensi dampak kekeringan adalah: pasokan air untuk sumber-sumber air seperti embung, sungai-sungai, mataair, air tanah tak tertekan akan semakin merosot menyebabkan kondisi keseimbangan air kritis bahkan defisit; air bersih untuk keperluan sehari-hari penduduk akan semakin berkurang, demikian pula air baku untuk pertanian, industri, dan kebutuhan lainnya.

Potensi dampak kekeringan lainnya adalah: di Pulau Lombok khususnya, risiko kekeringan yang paling nyata akan dijumpai pada kondisi embung dan sungai-sungai, mataair, dan air tanah tak tertekan (dangkal); sejumlah embung atau bahkan seluruhnya akan kekurangan air bahkan kering; mataair akan berkurang baik jumlah maupun debitnya; juga beberapa sungai mungkin akan mengering.

Risiko lebih lanjut dari kekeringan akan dialami oleh sektor pertanian. Pada periode kering harus diwaspadai gagal tanam dan gagal panen akibat, khususnya sawah dan hortikultura akibat pergeseran musim atau berkurangnya pasokan air. Produksi pertanian akan sangat terancam. Potensi dampak lainnya dari risiko PKA dapat ditelusuri dengan kembali kepada kondisi daerah dan tingkat risikonya berdasarkan peta GIS risiko kekeringan. Potensi dampak kekeringan di wilayah Pulau Lombok lebih berpeluang terjadi mengingat wilayah Pulau Lombok merupakan kawasan transisi dari daerah iklim basah ke iklim kering.

Potensi dampak atau risiko kekeringan tersebut kemungkinan terjadinya adalah dimulai pada daerah-daerah yang berdasarkan peta risiko hasil analisis GIS memiliki derajat risiko kekeringan sangat tinggi hingga tinggi dengan periode atau dekade yang bersesuaian sebagaimana pada Gambar 4.29 dan Tabel 4.43.

4.3.4. Analisis Risiko Ketersediaan Air pendekatan *Water Budget*

Neraca sumber daya air (NSDA) atau *water budget* adalah perbandingan antara ketersediaan air (*water availability; wa*) dan kebutuhan air (*water demand, wd*) di wilayah tersebut. Apabila ketersediaan dikurangi kebutuhan hasilnya minus ($wa-wd = \text{minus}$), maka dikatakan defisit air; apabila hasil pengurangan tersebut adalah nol ($wa-wd = 0$) maka disebut krisis air, dan apabila pengurangan tersebut hasilnya positif ($wa-wd = \text{plus}$) maka dikatakan bahwa wilayah tersebut berlebih (surplus) air.

Berdasarkan batasan-batasan dari bahaya, kerentanan, dan risiko, dan rumusan NSDA, maka NSDA adalah sebuah risiko ketersediaan air. Dikatakan risiko karena dalam NSDA (*water budget*) sudah dilibatkan aspek bahaya ketersediaan air, kerentanan berkaitan dengan bahaya tersebut dalam bentuk ketersediaan air dan kebutuhan air, dan hubungan diantara bahaya dan kerentanan tersebut. Dengan demikian, analisis NSDA dalam konteks dampak perubahan iklim merupakan sebuah bahasan lainnya tentang risiko ketersediaan air akibat perubahan iklim.

4.3.4.1. Kebutuhan air

Kebutuhan air (*water consumption*) seharusnya dihitung berdasarkan jenis dan jumlah jenis komponen atau aktivitas yang membutuhkan air serta indeks kebutuhan jenisnya berikut peningkatannya per tahun. Indeks kebutuhan jenis adalah jumlah volume air yang dibutuhkan per satuan waktu per jenis komponen atau aktivitas yang membutuhkan air tersebut. Namun, karena keterbatasan data, penghitungan kebutuhan air dalam kajian ini menggunakan data utama dari laporan neraca sumber daya air, Pemerintah Provinsi NTB untuk P. Lombok yang membagi kebutuhan air per SSWS. Dalam laporan tersebut, kebutuhan air terdiri atas 4 (empat) jenis, yaitu: penduduk (*domestic*), pertanian (*agriculture*), industri (*industry*), dan kebutuhan lainnya (*others*) dengan besaran masing-masing dan total untuk setiap SSWS sebagaimana pada Tabel 4.44 dan Gambar 4.30 (1961-2007).

Tabel 4.44.
Jenis dan Jumlah Kebutuhan Air, 2007 (baseline) dalam 10^6 m^3 /tahun

No	SSWS	Penduduk	Pertanian	Industri	Lainnya	Total
1.	Dodokan	108.22	1,616.97	647.02	1,050.68	3,422.89
2.	Jelateng	7.22	50.86	0	14.73	72.81
3.	Menanga	34.92	459.93	208.34	256.96	960.15
4.	Putih	18.39	184.9	13.62	96.69	313.60

Sektor Sumber Daya Air

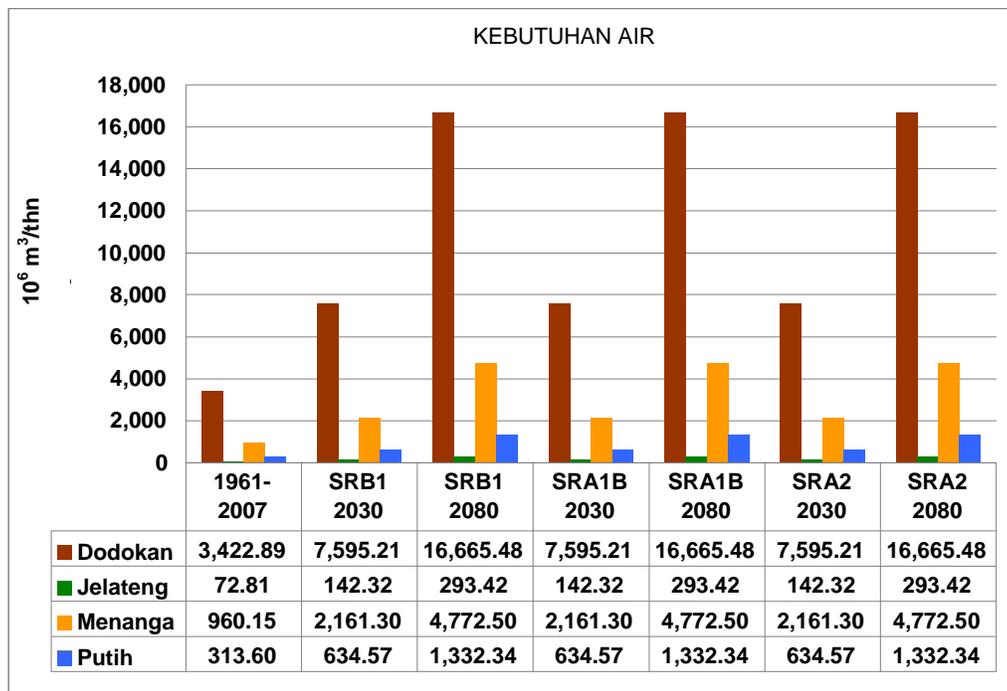
Kebutuhan air untuk kondisi proyeksi ditentukan berdasarkan indeks peningkatan Agenda 21 Indonesia (KLH, 1997) dengan asumsi tertentu. Berdasarkan rujukan tersebut, peningkatan kebutuhan air selama 15 tahun diproyeksikan naik 7% (kebutuhan penduduk), 4% (kebutuhan pertanian), 10% (kebutuhan industri), dan 5% (kebutuhan lainnya). Indeks peningkatan kebutuhan air ini digunakan dengan asumsi peningkatan berlangsung secara linier. Hasil perhitungan kebutuhan air untuk kondisi proyeksi dihitung secara tunggal atau bukan rata-rata pada pertengahan tahun proyeksi (Tabel 4.45 dan Tabel 4.46 serta Gambar 4.31).

Tabel 4.45 Jenis dan Jumlah Proyeksi Kebutuhan Air, Tahun 2030 dalam $10^6 \text{ m}^3/\text{tahun}$

No	SSWS	Penduduk	Pertanian	Industri	Lainnya	Total
1.	Dodokan	282.45	2,918.63	2,135.17	2,258.96	7,595.21
2.	Jelateng	18.84	91.80	0.00	31.67	142.32
3.	Menanga	91.14	830.17	687.52	552.46	2,161.30
4.	Putih	48.00	333.74	44.95	207.88	634.57

Tabel 4.46. Jenis dan Jumlah Proyeksi Kebutuhan Air, Tahun 2080 dalam $10^6 \text{ m}^3/\text{tahun}$

No	SSWS	Penduduk	Pertanian	Industri	Lainnya	Total
1.	Dodokan	661.22	5,748.33	5,370.27	4,885.66	16,665.48
2.	Jelateng	44.11	180.81	0.00	68.49	293.42
3.	Menanga	213.36	1,635.05	1,729.22	1,194.86	4,772.50
4.	Putih	112.36	657.32	113.05	449.61	1,332.34



Gambar 4.30. Grafik kebutuhan air di P. Lombok per SSWS kondisi baseline (1961-2007) hingga proyeksi 2030's dan 2080's. Kebutuhan air adalah jumlah dari kebutuhan penduduk sehari-hari (*domestic*), pertanian (*agriculture*), industri (*industry*), dan lainnya (*others*).

Sektor Sumber Daya Air

4.3.4.2. Ketersediaan air

Ketersediaan air dihitung dengan analisis *water balance* metode F. J. Mock berdasarkan data curah hujan dan temperatur, data evapotranspirasi yang dihitung dari data tataguna lahan, nilai porositas batuan yang diperoleh dari kondisi geologi, dan luasan wilayah. Satuan yang digunakan adalah wilayah SSWS, baik untuk kondisi baseline maupun proyeksi sesuai dengan luasan perhitungan kebutuhan air. Hasil perhitungan ketersediaan air disajikan pada Tabel 4.47 hingga 4.49 dan Gambar 4.31 yang merupakan ketersediaan air pada kondisi optimal.

Tabel 4.47.
Ketersediaan air kondisi baseline vs proyeksi 2030 dan 2080 skenario SRB1

No	SSWS	Ketersediaan Air ($10^6\text{m}^3/\text{tahun}$)		
		1961-2007	SRB1 2030	SRB1 2080
1.	Dodokan	9,691.99	10,454.97	12,642.67
2.	Jelateng	2,400.29	2,589.24	3,131.04
3.	Menanga	4,843.61	5,224.90	6,318.22
4.	Putih	5,723.39	6,173.95	7,465.85

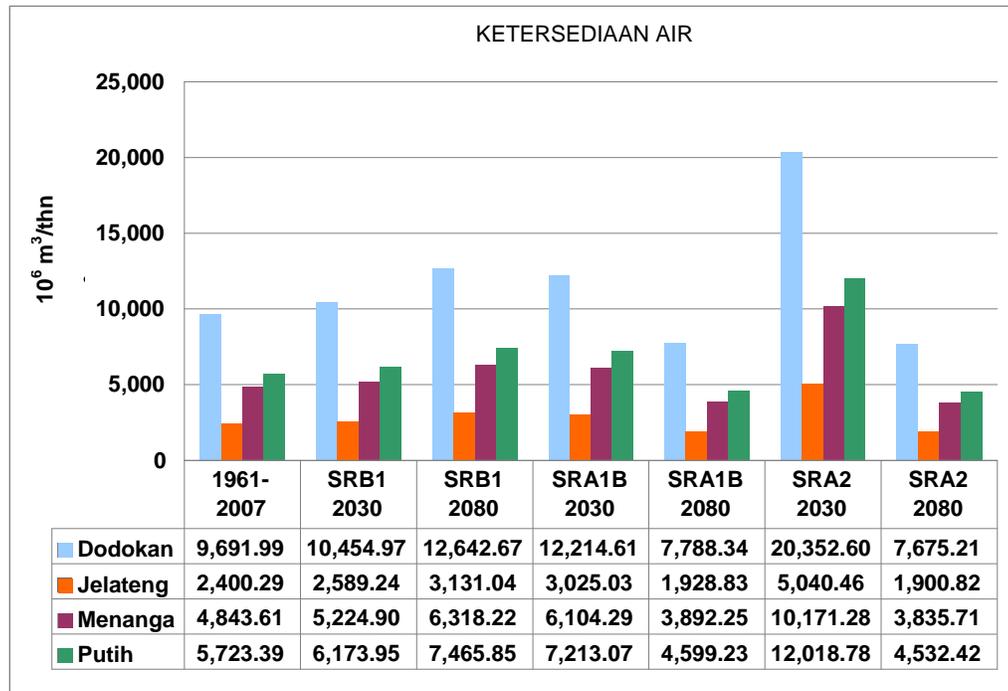
Tabel 4.48.
Ketersediaan air kondisi baseline vs proyeksi 2030 & 2080 skenario SRA1B

No	SSWS	Ketersediaan Air ($10^6\text{m}^3/\text{tahun}$)		
		1961-2007	SRA1B 2030	SRA1B 2080
1.	Dodokan	9,691.99	12,214.61	7,788.34
2.	Jelateng	2,400.29	3,025.03	1,928.83
3.	Menanga	4,843.61	6,104.29	3,892.25
4.	Putih	5,723.39	7,213.07	4,599.23

Tabel 4.49
Ketersediaan air kondisi baseline vs proyeksi 2030 & 2080 skenario SRA2

No	SSWS	Ketersediaan Air ($10^6\text{m}^3/\text{tahun}$)		
		1961-2007	SRA2 2030	SRA2 2080
1.	Dodokan	9,691.99	20,352.60	7,675.21
2.	Jelateng	2,400.29	5,040.46	1,900.82
3.	Menanga	4,843.61	10,171.28	3,835.71
4.	Putih	5,723.39	12,018.78	4,532.42

Sektor Sumber Daya Air



Gambar 4.32. Grafik Ketersediaan air di P. Lombok per SSWS kondisi baseline (1961-2007) hingga proyeksi 2030's dan 2080's. Ketersediaan air dihitung dengan metode *water balance*, merupakan jumlah air permukaan optimal ditambah air tanah. Perhitungan pada kondisi proyeksi dengan asumsi tataguna lahan (nilai evapotranspirasi dan infiltrasi) sama dengan kondisi baseline (belum memperhitungkan proyeksi perubahan tataguna lahan).

4.3.4.3. Neraca sumber daya air (*water budget*)

Dengan telah diketahuinya kebutuhan air dan ketersediaan air, maka dapat disusun neraca sumber daya air. Pada Tabel 4.50 hingga 4.56 dan Gambar 4.33 disajikan neraca sumber daya air Pulau Lombok periode 2030 dan 2080, SRA2. Berdasarkan neraca tersebut dapat diketahui keseimbangan air untuk setiap SSWS per periode.

Tabel 4.50. Neraca sumber daya air (*water budget*) periode baseline (1961-2007)

No	SSWS	1961-2007 (Baseline) $10^6 \text{ m}^3/\text{tahun}$			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	9,691.99	3,422.89	6,269.10	Surplus
2.	Jelateng	2,400.29	72.81	2,327.48	Surplus
3.	Menanga	4,843.61	960.15	3,883.46	Surplus
4.	Putih	5,723.39	313.60	5,409.79	Surplus

Sektor Sumber Daya Air

Tabel 4.51. Neraca sumber daya air (*water budget*) periode baseline (1961-2007)

No	SSWS	SRB1 2030, 10 ⁶ m ³ /tahun			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	8,786.15	7,595.21	7,032.08	Surplus
2.	Jelateng	2,175.95	142.32	2,516.43	Surplus
3.	Menanga	4,390.91	2,161.30	4,264.75	Surplus
4.	Putih	5,188.47	634.57	5,860.35	Surplus

Tabel 4.52. Neraca sumber daya air (*water budget*) periode baseline (1961-2007)

No	SSWS	SRB1 2080, 10 ⁶ m ³ /tahun			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	12,642.67	16,665.48	-4,022.81	Defisit
2.	Jelateng	3,131.04	293.42	2,837.63	Surplus
3.	Menanga	6,318.22	4,772.50	1,545.72	Surplus
4.	Putih	7,465.85	1,332.34	6,133.51	Surplus

Tabel 4.53. Neraca sumber daya air (*water budget*) periode baseline (1961-2007)

No	SSWS	SRA1B 2030, 10 ⁶ m ³ /tahun			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	12,214.61	7,595.21	4,619.40	Surplus
2.	Jelateng	3,025.03	142.32	2,882.71	Surplus
3.	Menanga	6,104.29	2,161.30	3,942.99	Surplus
4.	Putih	7,213.07	634.57	6,578.50	Surplus

Tabel 4.54. Neraca sumber daya air (*water budget*) periode baseline (1961-2007)

No	SSWS	SRA1B 2080, 10 ⁶ m ³ /tahun			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	7,788.34	16,665.48	-8,877.14	Defisit
2.	Jelateng	1,928.83	293.42	1,635.42	Surplus
3.	Menanga	3,892.25	4,772.50	-880.25	Defisit
4.	Putih	4,599.23	1,332.34	3,266.89	Surplus

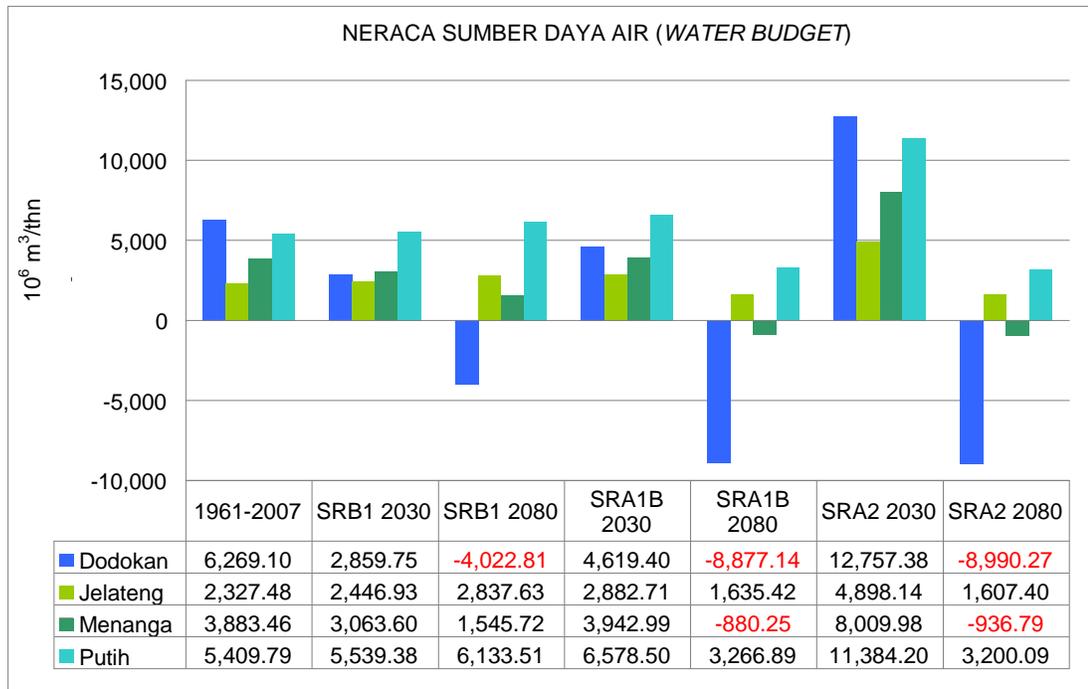
Tabel 4.55. Neraca sumber daya air (*water budget*) periode baseline (1961-2007)

No	SSWS	SRA2 2030, 10 ⁶ m ³ /tahun			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	20,352.60	7,595.21	12,757.38	Surplus
2.	Jelateng	5,040.46	142.32	4,898.14	Surplus
3.	Menanga	10,171.28	2,161.30	8,009.98	Surplus
4.	Putih	12,018.78	634.57	11,384.20	Surplus

Sektor Sumber Daya Air

Tabel 4.56. Neraca sumber daya air (*water budget*) periode baseline (1961-2007)

No	SSWS	SRA2 2080, 10 ⁶ m ³ /tahun			
		Ketersediaan	Kebutuhan	Neraca	Kondisi
1.	Dodokan	7,675.21	16,665.48	-8,990.27	Defisit
2.	Jelateng	1,900.82	293.42	1,607.40	Surplus
3.	Menanga	3,835.71	4,772.50	-936.79	Defisit
4.	Putih	4,532.42	1,332.34	3,200.09	Surplus



Gambar 4.33. Grafik Neraca sumber daya air P. Lombok per SSWS kondisi baseline (1961-2007) hingga proyeksi 2030's dan 2080's untuk ketiga skenario. Ketersediaan air dihitung dengan metode *water balance*, merupakan jumlah air permukaan optimal ditambah air tanah. Perhitungan pada kondisi proyeksi dengan asumsi tataguna lahan (nilai evapotranspirasi dan infiltrasi) sama dengan kondisi baseline (belum memperhitungkan proyeksi perubahan tataguna lahan).

Untuk analisis selanjutnya dipilih risiko neraca sumber daya air skenario SRA2.

4.3.4.4. Risiko ketersediaan air

Gangguan terhadap kesetimbangan air atau neraca sumber daya air (NSDA) akan menyebabkan serangkaian risiko atau dampak lebih lanjut terhadap sektor air. Diantaranya adalah gangguan pada pasokan beberapa sumber air dalam jangka waktu pendek terutama sumber-sumber air yang berhubungan langsung dengan curah hujan seperti embung, air sungai, mataair lokal, dan air tanah akifer bebas. Dampak lanjutannya dapat berupa penurunan pasokan air bersih keperluan

Sektor Sumber Daya Air

penduduk sehari-hari; air baku untuk pertanian, industri, dan lainnya. NSDA yang defisit berakibat pada risiko penurunan ketersediaan air yang lebih parah. NSDA yang defisit dapat menimbulkan dampak sosial akibat kekurangan air yang tinggi, seperti rebutan sumber-sumber air; menurunnya kinerja penduduk, pertanian, dan industri; ekonomi, dan kesehatan penduduk; serta tekanan terhadap air tanah.

SSWS Dodokan potensial mengalami defisit air, disusul oleh SSWS Menanga. Meskipun kondisi defisit air tersebut berdasarkan kajian ini terjadi pada periode 2080, namun indikasi awal kejadiannya dapat dimulai pada periode 2030. Bahkan, hasil perhitungan dinas terkait di Provinsi NTB menunjukkan defisit air di SSWS Dodokan sudah terjadi sejak kondisi ini. Perbedaan hasil perhitungan tersebut dimungkinkan oleh karena perbedaan data yang digunakan. \

Berdasarkan peta risiko penurunan ketersediaan air dan peta risiko kekeringan, lokasi-lokasi yang potensial mengalami defisit air tersebut adalah: Kota Mataram dan beberapa wilayah di Kabupaten Lombok Tengah (Kecamatan Praya), Kabupaten Lombok Barat (Kecamatan Kuripan), dan Kabupaten Lombok Timur (Kecamatan Sukra Barat dan Kecamatan Keruak). Ketepatan prediksi lokasi defisit air ini masih memerlukan kajian lebih lanjut.

4.3.5. Risiko Bahaya Lainnya

Sejumlah risiko akibat bahaya tanah longsor perlu dipertimbangkan. Dasar untuk analisis risiko akibat tanah longsor adalah peta sebaran tanah longsor dan kondisi kependudukan serta tata ruang pada kawasan tanah longsor. Berdasarkan peta bahaya tanah longsor yang ada, potensi risiko bahaya tanah longsor hampir merata tersebar diseluruh SSWS. Diantara risiko tanah longsor adalah: kehilangan jiwa dan harta benda serta rusaknya pemukiman dan infrastruktur akibat terkena longsor. Selain itu, tanah longsor yang menimpa jalan raya dapat menyebabkan hambatan transportasi dan distribusi barang kebutuhan penduduk.

Risiko akibat intrusi air laut diperkirakan masih kecil, kecuali di pantai kawasan Kota Mataram (Senggigi). Risiko atau potensi dampak akibat intrusi air laut antara lain: gangguan pada kualitas air dan ketersediaan air, rusaknya fondasi bangunan, serta menurunnya kualitas tanaman di kawasan pantai.