



USAID
DARI RAKYAT AMERIKA

iuwash
Indonesia Urban Water, Sanitation, and Hygiene

USAID INDONESIA URBAN WATER SANITATION AND HYGIENE
BUNGA RAMPAI
KERENTANAN DAN RENCANA ADAPTASI
PENYEDIAAN AIR MINUM
PDAM KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG
LAPORAN RANGKUMAN



JULY 2015

This document was produced for review for USAID/Indonesia by the Indonesia Urban Water, Sanitation and Hygiene (IUWASH) project, implemented by DAI, in accordance with ADS Chapter 320.3.2.4 (e) 05/05/2009 Revision.

Danau Sidenreng, Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan

(Dokumentasi PT Reka Bumi)

USAID INDONESIA URBAN WATER SANITATION AND HYGIENE

**BUNGA RAMPAI
KERENTANAN DAN RENCANA ADAPTASI
PENYEDIAAN AIR MINUM
PDAM KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG
LAPORAN RANGKUMAN**

Project:	Indonesia Urban Water, Sanitation, and Hygiene (IUWASH)
DAI Project Number:	PO-Jakarta-0164
Assistance Objective (AO):	AO Improved Management of Natural Resources, under (IR) 3 – Increased Access to Water and Sanitation.
Sponsoring USAID Office and	USAID/Indonesia
Contract Number:	AID-497-C-11-00001
Contractor's Name:	Development Alternatives Inc.
Date of publication:	July 2015

This document was produced for review for USAID/Indonesia by the Indonesia Urban Water, Sanitation and Hygiene (IUWASH) project, implemented by DAI, in accordance with ADS Chapter 320.3.2.4 (e) 05/05/2009 Revision.

DAFTAR ISI

RINGKASAN EKSEKUTIF	V
I PENDAHULUAN.....	I
1.1 TUJUAN DAN STRUKTUR LAPORAN	1
1.2 KERANGKA KAJIAN KERENTANAN DAN PERENCANAAN ADAPTASI PENYEDIAAN AIR MINUM	2
2 KAJIAN KERENTANAN PENYEDIAAN AIR MINUM.....	5
2.1 PENYEDIAAN AIR MINUM	5
2.1.1 <i>Gambaran Umum PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang</i>	5
2.1.2 <i>Aset-aset Alami PDAM</i>	6
2.1.3 <i>Aset-aset Fisik/Terbangun PDAM</i>	7
2.1.4 <i>Sistem Pemantauan Aset</i>	8
2.2 KAJIAN KERENTANAN PENYEDIAAN AIR MINUM: SKENARIO DASAR (BASELINE SCENARIO)	9
2.2.1 <i>Skenario Dasar: Aset Alami</i>	9
2.2.2 <i>Skenario Dasar: Aset Fisik</i>	10
2.2.3 <i>Skenario Dasar: Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air (Supply and Demand)</i>	11
2.3 KAJIAN KERENTANAN PENYEDIAAN AIR MINUM: SKENARIO PERUBAHAN IKLIM (CLIMATE CHANGE DRIVEN)	14
2.3.1 <i>Perubahan Iklim di Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan</i>	14
2.3.2 <i>Skenario Perubahan Iklim: Aset Alami</i>	15
2.3.3 <i>Skenario Perubahan Iklim: Aset Fisik</i>	16
2.3.4 <i>Skenario Perubahan Iklim: Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air (Supply and Demand)</i>	17
3 PERENCANAAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM.....	19
3.1 PENDEKATAN DALAM PERENCANAAN ADAPTASI	19
3.2 TITIK-TITIK KERENTANAN	19
3.3 DAFTAR PANJANG PILIHAN ADAPTASI.....	20
3.4 DAFTAR PENDEK PILIHAN ADAPTASI DAN TITIK-TITIK KERENTANAN	21
4 RENCANA AKSI	24
4.1 LANGKAH KE DEPAN UNTUK IMPLEMENTASI RENCANA ADAPTASI	24
4.2 INTEGRASI KE DALAM PERENCANAAN JANGKA MENENGAH DAN JANGKA PANJANG	24
LAMPIRAN-LAMPIRAN	26
LAMPIRAN 1: KRONOLOGI PROSES VA & AP	26
LAMPIRAN 2: PETA DAERAH TANGKAPAN AIR DI KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG	27
LAMPIRAN 3: PETA TUTUPAN LAHAN KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG.....	28
LAMPIRAN 4: PETA KERAWANAN BANJIR DI LOKASI JARINGAN PDAM KAB. SIDENRENG RAPPANG.....	29
LAMPIRAN 5: PETA KERAWANAN LONGSOR DI LOKASI JARINGAN PDAM KAB. SIDENRENG RAPPANG.....	30
LAMPIRAN 6: DATA CURAH HUJAN KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG	31
LAMPIRAN 7: Matriks Risiko Aset per Substansi	32
LAMPIRAN 8: EVALUASI PILIHAN-PILIHAN ADAPTASI.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1: Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan.....	5
Gambar 2: Intake Tellu Limpoe.....	6
Gambar 3: Sumber Air Baku PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang.....	6
Gambar 4: Lokasi Stasiun Hujan.....	8
Gambar 5: Peta Sejarah Kebencanaan Kabupaten Sidrap.....	10
Gambar 6: Kebutuhan Domestik vs Kapasitas Produksi PDAM.....	12
Gambar 7: Perubahan Suhu Udara Bulanan di Kabupaten Sidenreng Rappang Akibat Perubahan Iklim.....	14
Gambar 8: Perubahan Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Sidenreng Rappang Akibat Perubahan Iklim.....	15
Gambar 9: Analisis Risiko Kekeringan pada IKK Lawawoi.....	16
Gambar 10: Analisis Risiko Longsor pada Aset Fisik PDAM Kab. Sidenreng Rappang.....	16
Gambar 11: Grafik Proyeksi Supply-Demand Kabupaten Sidenreng Rappang.....	18
Gambar 12: Titik-titik kerentanan aset PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang.....	20
Gambar 13: Kondisi WTP Tellu Limpoe yang rawan terhadap kerusakan konstruksi akibat lahan yang berisiko longsor.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1: Kerangka Kajian Kerentanan dan Perencanaan Adaptasi IUWASH.....	3
Tabel 2: Profil PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang.....	6
Tabel 3: Aset-aset Terbangun PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang.....	8
Tabel 4: Sistem Pemantauan Aset Alami.....	8
Tabel 5: Skor Risiko pada Skenario Dasar (Baseline) dan Skenario Perubahan Iklim.....	13
Tabel 6: Daftar Panjang Pilihan Adaptasi.....	21
Tabel 7: Prioritas Pilihan Adaptasi menggunakan Analisis Multi-kriteria.....	22

RINGKASAN EKSEKUTIF

Dengan mempertimbangkan akibat yang mungkin timbul karena adanya perubahan iklim, maka menjadi penting bagi PDAM dan pemerintah daerah mengkaji bagaimana fluktuasi temperatur dan pergeseran pola hujan akan mempengaruhi sistem penyediaan air minum, dan selanjutnya mengintegrasikan upaya-upaya adaptasi ke dalam mekanisme dan dokumen perencanaan untuk mengantisipasi risiko-risiko perubahan iklim di masa mendatang. Untuk itu, Program Indonesia Urban Water, Sanitation, and Hygiene (IUWASH) yang disponsori USAID mendukung PDAM dan Pemerintah Kabupaten Sidenreng Rappang mengembangkan proses **Kajian Kerentanan dan Perencanaan Adaptasi Penyediaan Air Minum**. Hasil-hasil dari proses ini terangkum dalam laporan berikut yang menguraikan: gambaran utama mengenai risiko-risiko yang dihadapi infrastruktur PDAM, baik yang alami maupun terbangun, bagaimana risiko-risiko tersebut dapat berubah terkait perubahan iklim, usulan aksi-aksi adaptasi untuk mengurangi risiko-risiko saat ini dan masa mendatang, dan identifikasi langkah-langkah selanjutnya untuk implementasi aksi-aksi tersebut.

Dokumen Kajian Kerentanan dan Rencana Adaptasi (KKRA) Penyediaan Air Minum ini disusun dengan dampingan IUWASH. Langkah-langkah utama dalam proses ini meliputi Kajian Kerentanan Penyediaan Air Minum yang disusun Universitas Brawijaya, serangkaian lokakarya dan diskusi dengan PDAM dan pemangku kepentingan lainnya, dan konsultasi dengan pengambil kebijakan Kabupaten Sidenreng Rappang. Proses penyusunan KKRA menggunakan analisis risiko aset (MRA-Matriks Risiko Aset), analisis geospasial, model perubahan iklim global dan regional, serta analisis multi-kriteria.

Titik-titik kerentanan utama PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang yang harus diperhatikan adalah **Intake Tellu Limpoe /Sungai Karajae** dan **IPA dan Reservoir Tellu Limpoe**. Sebagai sumber air baku, Sungai Karajae, merupakan sumber air baku terbesar bagi PDAM. Menurut informasi sejarah kebencanaan, tanggul Sungai Karajae di Kecamatan Wattangpulu jebol akibat banjir setelah hujan dengan intensitas yang tinggi. Banjir tersebut juga merendam area persawahan dengan luas genangan hingga mencapai 1.840 hektar. Banjir akan memberikan ancaman pada kualitas sumber air dengan meningkatnya kekeruhan air yang tentu akan menambah biaya pengolahan. Aset terbangun di lokasi Sungai Karajae juga mendapatkan ancaman serius akibat banjir dan longsor yang berpotensi terjadi. Berada pada daerah yang rawan longsor yang dicirikan dengan kemiringan lereng yang curam, minim vegetasi, dan terdapatnya material lepas berupa bongkahan batu, IPA dan Reservoir Tellu Limpoe sangat rawan terkena longsor. Indikasi longsor/gerakan tanah mulai terlihat dengan retaknya struktu bangunan dan dinding penahan serta adanya jatuhnya bongkah batuan. Diperlukan studi khusus untuk rekonstruksi infrastruktur sehingga diperoleh upaya yang tepat untuk mengurangi dampak bahaya longsor terhadap aset PDAM di lokasi ini.

Berdasarkan hasil-hasil tersebut, para pemangku kepentingan telah mengidentifikasi pilihan-pilihan aksi adaptasi untuk mengurangi risiko-risiko saat ini dan yang akan datang karena adanya perubahan iklim dalam jangka panjang. Di antara pilihan-pilihan adaptasi yang dikembangkan oleh PDAM dan pemangku kepentingan lainnya adalah: kajian geoteknologi kerentanan gerakan tanah dan jatuhnya batuan di lokasi intake, pembuatan sumur resapan/embung, dan sosialisasi kerentanan sumber daya air. Dengan mempertimbangkan pilihan-pilihan adaptasi yang dikembangkan PDAM dan pemangku kepentingan, IUWASH juga merekomendasikan untuk mempertimbangkan aksi-aksi adaptasi berikut: penguatan organisasi dan manajemen, pelaksanaan program penurunan tingkat kehilangan air, peningkatan pemahaman kondisi hidrogeologis, monitoring kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan keterjangkauan air baku maupun hasil produksi secara berkala, peningkatan kapasitas produksi, peningkatan kualitas sistem pengolahan air bersih, pengelolaan dan pemutakhiran basis data terkait operasional PDAM, dan peninjauan kembali kepada pemerintah daerah untuk investasi. Di sisi sebaliknya, pemerintah daerah harus memberikan respon dalam bentuk alokasi pendanaan bagi PDAM di dalam APBD secara berkelanjutan..

Dalam kaitan implementasi aksi-aksi adaptasi mendesak dan jangka pendek, adalah penting untuk mengintegrasikan hasil-hasil kajian kerentanan dan rencana adaptasi ini ke dalam mekanisme perencanaan pengembangan PDAM dan rencana pembangunan pemerintah kabupaten.

I PENDAHULUAN

I.1 TUJUAN DAN STRUKTUR LAPORAN

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Indonesia menghadapi berbagai jenis risiko saat mana PDAM menyediakan air bersih kepada pelanggannya. Risiko-risiko ini mencakup perubahan tata guna lahan, urbanisasi yang cepat dan tidak terencana, kompetisi untuk memperoleh sumber daya air yang terbatas, bencana alam, dan banyak lagi yang lainnya. Yang penting diperhatikan bahwa banyak risiko-risiko ini akan dan pada beberapa hal diperparah dengan dampak negatif perubahan iklim, yang merubah lama dan intensitas pola hujan di seluruh kepulauan Indonesia.

Dengan potensi beratnya permasalahan yang disebabkan perubahan pola hujan, penting bagi PDAM, pemerintah kabupaten selaku pemilik, dan pemangku kepentingan lainnya untuk mengkaji sejauh mana perubahan iklim akan memberikan dampak pada penyediaan air bersih, termasuk upaya-upaya adaptasi yang sesuai ke dalam mekanisme perencanaan daerah untuk mengurangi risiko-risiko di masa depan. **Kajian Kerentanan dan Rencana Adaptasi Penyediaan Air Minum PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang** menguraikan langkah-langkah penting untuk tujuan tersebut. Tujuan khusus dokumen ini adalah untuk:

1. Merangkum risiko-risiko saat ini yang dihadapi aset alami PDAM (misalnya: sumber air dan daerah tangkapan air di sekitarnya) dan aset fisik (seperti: instalasi penyediaan air bersih dan tendon air) dalam kondisi perubahan iklim (Bab 2);
2. Melihat sejauh mana risiko-risiko ini dapat meningkat terkait dengan perubahan iklim pada “pertengahan abad (*midcentury*)” (Bab 2);
3. Mengajukan bauran aksi-aksi adaptasi praktis yang dapat diambil PDAM untuk mengurangi risiko baik dalam kondisi iklim saat ini maupun kondisi perubahan iklim (Bab 3); dan
4. Menjajagi langkah-langkah untuk implementasi aksi-aksi adaptasi dan mengintegrasikannya ke dalam mekanisme dan dokumen perencanaan (Bab 4).

Kajian Kerentanan dan Rencana Adaptasi (KKRA) Penyediaan Air Minum ini disusun dalam waktu 18 bulan dengan dukungan USAID melalui Indonesia Projek *Urban Water, Sanitation, and Hygiene* (IUWASH). Langkah-langkah penting mencakup penyusunan Kajian Kerentanan Penyediaan Air Bersih melalui kerja sama dengan Universitas Brawijaya, serangkaian lokakarya dan diskusi dengan PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang dan pemangku kepentingan lainnya, serta paparan/audiensi dengan Bupati Sidenreng Rappang. Hasil-hasil dari langkah-langkah ini merupakan bahasan dalam dokumen ini termasuk dalam lampiran-lampirannya.

Penting untuk diperhatikan sejak awal bahwa dengan selesainya dokumen laporan ini tidak berarti bahwa proses identifikasi kerentanan terhadap perubahan iklim dan aksi-aksi adaptasi terkaitnya sudah selesai. Dengan keterbatasan waktu dan sumber daya lainnya, laporan ini (dan masukan-masukan terkait) menyajikan pandangan umum kerentanan atas perubahan iklim dan potensi aksi-aksi adaptasi. Dengan kata lain, dokumen ini merupakan langkah pertama untuk peningkatan daya tahan sistem penyediaan air minum di Kabupaten Sidenreng Rappang. Pada akhirnya, daya tahan hanya dapat dicapai melalui proses iteratif/berulang dari kegiatan kajian, perencanaan, aksi, dan pemantauan yang memadai atas dampak untuk memahami dengan lebih baik apa yang bermanfaat dan mana yang tidak.

1.2 KERANGKA KAJIAN KERENTANAN DAN PERENCANAAN ADAPTASI PENYEDIAAN AIR MINUM

Metodologi yang mendasari penyusunan **Kajian Kerentanan dan Rencana Adaptasi Penyediaan Air Minum PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang** adalah dokumen IUWASH yang berjudul Laporan Pendahuluan: Kajian Kerentanan Perubahan Iklim dan Perencanaan Adaptasi Penyediaan Air Bersih atau “*Climate Change Vulnerability Assessment and Adaptation Planning for Water Supply: Inception Report*” (dapat diunduh melalui <http://iuwash.or.id/category/download-publication/technical-report/>). Berdasarkan praktek-praktek terbaik (*best practices*) yang berkembang dalam adaptasi perubahan iklim bidang penyediaan air bersih, dokumen ini menyajikan kerangka kajian kerentanan dan perencanaan adaptasi dengan prinsip-prinsip sebagai berikut:

- a. Perubahan iklim bukan merupakan masalah dan bidang terpisah atau tersendiri, tetapi merupakan sumber risiko yang lekat terkait dengan bagaimana penyedia layanan (PDAM) dan pelanggannya menggunakan dan mengelola sumber daya air dan lahan. Oleh karenanya, sangat baik dilakukan secara **terpadu**, mengacu dan berkontribusi pada mekanisme dan upaya perencanaan yang lebih menyeluruh pada penyedia layanan (PDAM) dan pemerintah daerah;
- b. Model-model perubahan iklim “*top-down*” sering kali memerlukan biaya yang tinggi dan data yang banyak. Oleh karenanya, **pendekatan “bawah-atas” (*bottom-up*)** yang berfokus pada apa yang diketahui tentang lingkungan saat ini dan sejauh mana penyediaan air bersih terkait dengan perubahan iklim lebih cocok bagi bidang penyediaan air minum di Indonesia;
- c. Untuk mengarah pada kajian kerentanan dan proses perencanaan adaptasi, kerangka KKPA Penyediaan Air Minum IUWASH membedakan aset ke dalam **aset alami** (dalam bentuk sumber daya air seperti sungai, mata air, dan sumur dalam) dan **aset terbangun** (seperti bangunan sadap/*intake*, jaringan pipa transmisi, IPAM, dan tandon air). Kerangka ini juga melihat sejauh mana sistem penyediaan air bersih/minum (SPAM) bisa memenuhi kebutuhan pelanggannya baik pada kondisi saat ini maupun dalam kondisi perubahan iklim. Pemahaman tentang keseimbangan pasokan dan kebutuhan air (*supply and demand*) penting dikembangkan untuk menjamin ketersediaan air di masa yang akan datang;
- d. Kajian kerentanan dan proses perencanaan adaptasi merupakan upaya **pembelajaran, kolaborasi, dan peningkatan kapasitas**. Jadi, bukan hanya “membuat dokumen rencana”, tetapi merupakan pemikiran dan pembelajaran secara kolaboratif antara PDAM, pemerintah kabupaten, dan pemangku kepentingan lainnya untuk merencanakan lebih baik dalam menghadapi masa depan yang berubah secara signifikan; dan
- e. Kajian kerentanan dan proses perencanaan adaptasi dilakukan secara **berulang/iteratif**. Dengan melihat bahwa pengetahuan dan penelitian tentang perubahan iklim terus berkembang, PDAM harus melihat kajian kerentanan dan proses adaptasinya terkait dengan rencana lima tahunannya (*business/corporate plan*), untuk memastikan bahwa perencanaannya mempertimbangkan pedoman/temuan ilmiah dan kondisi lokal terkini.

Berdasarkan prinsip-prinsip di atas, Tabel 1 di bawah merangkum empat fase dan langkah-langkahnya yang merupakan kerangka yang digunakan dalam KKPA Kabupaten Sidenreng Rappang.

Tabel 1: Kerangka Kajian Kerentanan dan Perencanaan Adaptasi IUWASH

Fase	Langkah	Alat/Methodologi
1. Evaluasi situasi saat ini: Skenario Dasar (Baseline Scenario)	a. Pelibatan Pemangku Kepentingan: Menggali tujuan dan pandangan PDAM dan pemerintah daerah; b. Pengumpulan dan Analisis Data: Uraian tentang sistem, jenis sumber daya air (baku), data historis hidro-meteorologi, data pelanggan, dan proyeksi pasokan/kebutuhan (<i>supply/demand</i>); c. Kajian Kerentanan Skenario Dasar: identifikasi bahaya yang ada dan evaluasi risiko-risikonya.	<ul style="list-style-type: none"> • Rapat pendahuluan dengan pemangku kepentingan • Wawancara dengan nara sumber utama • Analisis Geospasial • Matriks Risiko Aset PDAM
2. Kajian Kerentanan Perubahan Iklim: Skenario Perubahan Iklim (Climate Change-driven Scenario)	a. Analisis dan sintesis data perubahan iklim setempat melalui hasil penelitian, wawancara, dan model-model yang ada; b. Pengembangan skenario perubahan iklim: menggunakan informasi kuantitatif dan kualitatif untuk melihat dampak di masa mendatang; c. Kajian kerentanan dengan skenario perubahan iklim: mempertimbangkan sejauh mana bahaya-bahaya dapat berubah, sehingga potensi risiko yang dihadapi PDAM pun berubah.	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Geospasial • General Circulation Models (GCM) • Matriks Risiko Aset PDAM • Lokakarya pemangku kepentingan
3. Perencanaan Adaptasi: Bauran prioritas aksi-aksi adaptasi	a. Menyusun daftar panjang (long list) opsi-opsi adaptasi untuk aset alami dan aset terbangun; b. Menyusun daftar pendek (short-list) opsi-opsi adaptasi; c. Prioritas bauran aksi-aksi adaptasi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Multi-kriteria • Analisis biaya-manfaat (cost-benefit) • Lokakarya pengambil kebijakan
4. Implementasi, Integrasi, dan pembelajaran	a. Implementasi yang seimbang di antara aksi-aksi adaptasi b. Integrasi aksi adaptasi prioritas ke dalam mekanisme dan dokumen perencanaan PDAM dan SKPD terkait; c. Implementasi aksi adaptasi, termasuk pemantauannya, secara berulang (iterative) untuk membangun pengetahuan dan pengalaman (pembelajaran).	<ul style="list-style-type: none"> • Business/Corporate Plan PDAM • Studi kelayakan • Sistem M&E (monitoring & evaluasi)

Dalam Fase 1 dan 2, aspek penting dalam kajian kerentanan dan proses perencanaan adaptasi (KKPA) adalah identifikasi jenis-jenis bahaya yang dihadapi aset alami dan aset terbangun PDAM. Untuk melihat hal ini, bahaya-bahaya ini digolongkan ke dalam empat kategori:

- **Kekeringan (Kelangkaan Air):** Sebagian besar penyedia air bersih menghadapi berbagai tingkat risiko terkait dengan kelangkaan air baku, baik itu karena panjangnya periode sedikit sampai tanpa presipitasi/hujan atau menurunnya imbuhan (*recharge*) karena perubahan tata guna lahan (daerah tangkapan air). Perubahan iklim diperkirakan dapat memperberat risiko dari bahaya ini, terutama karena musim kemarau diperkirakan akan lebih panjang dan lebih berat di masa mendatang, musim hujan yang lebih pendek akan menghasilkan imbuhan yang lebih rendah.

Terkait dengan aset terbangun, kekeringan (musim kemarau panjang) tidak akan menimbulkan kerusakan fisik. Walaupun instalasi tidak dapat beroperasi dengan penuh, dengan berkurangnya air baku, instalasi tersebut tidak akan rusak, sehingga dapat kembali beroperasi penuh ketika pasok air baku normal kembali. Namun demikian, jaringan pipa transmisi dapat mengalami kerusakan dengan adanya kekeringan yang berkepanjangan, karena penduduk sekitar yang menyambung ke/merusak jaringan pipa tersebut untuk memenuhi kebutuhan airnya. Ini terjadi biasanya pada perpipaan yang ada di permukaan tanah.

- **Banjir:** meningkatnya intensitas badai dengan adanya perubahan iklim diperkirakan dapat menyebabkan makin seringnya kejadian banjir. Kejadian ini menimbulkan risiko bagi aset fisik PDAM, khususnya pada bangunan sadap/intake, IPAM, dan tendon air, karena sering kali lokasinya berdekatan sungai atau sumber air lainnya. Banjir juga mempengaruhi kualitas air pada aset alami (sumber air baku), dengan meningkatnya kekeruhan, sehingga pengolahan air baku menjadi lebih sulit dan biaya yang diperlukannya meningkat.
- **Longsor:** Juga terkait dengan peningkatan intensitas dan durasi/lamanya hujan, bahaya longsor menimbulkan risiko terbesar pada infrastruktur, terutama di sumur bor dan mata air serta bangunan sadap air permukaan mengingat lokasinya biasanya terletak di lokasi yang curam, di ketinggian. Namun demikian, ancaman longsor relatif rendah terhadap kualitas dan kuantitas aset alami, terkecuali pada kejadian ekstrim, misalnya yang bisa mengubah arah aliran sungai.
- **Kenaikan Muka Air Laut:** Bahaya lainnya yang biasanya terkait dengan perubahan iklim adalah kenaikan muka air laut dengan adanya kenaikan temperatur air laut. Kenaikan muka air laut umumnya menimbulkan risiko terbesar bagi aset alami PDAM berupa adanya intrusi air payau, dimana hal ini umum terjadi di daerah-daerah pesisir Indonesia, karena pemompaan air tanah yang tidak terkendali. Kenaikan muka air laut akan memperberat masalah ini, dan dapat juga menjadi ancaman bagi aset terbangun yang berlokasi di pesisir, yaitu dengan adanya penggenangan air laut yang lebih sering di daerah pesisir pantai.

Implementasi kerangka ini dilengkapi dengan alat dan metodologi (lihat kolom paling kanan pada Tabel 1), termasuk Matriks Risiko Aset PDAM, analisis geospasial, *general circulation models*, dan analisis multi-kriteria. Masing-masing alat ini memiliki kegunaan penting dalam kajian kerentanan dan proses perencanaan adaptasi penyediaan air bersih Kabupaten Sidenreng Rappang, dimana hasilnya ditampilkan dalam bab-bab selanjutnya.

2 KAJIAN KERENTANAN PENYEDIAAN AIR MINUM

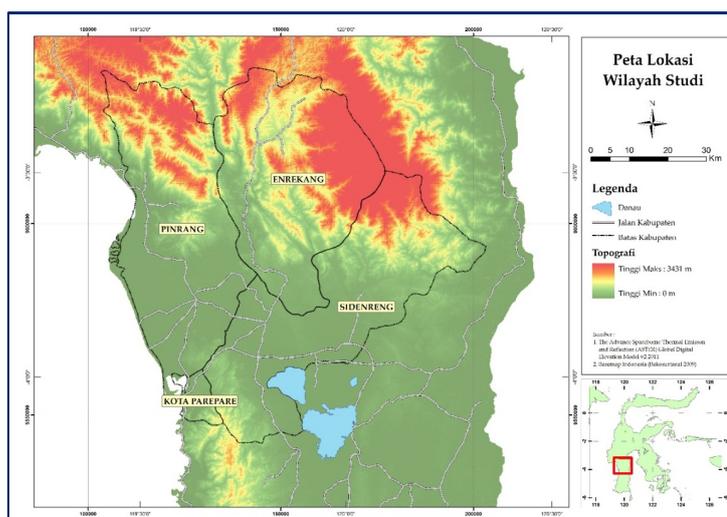
Bab 2 Dokumen KKPA Kabupaten Sidenreng Rappang menyajikan kondisi saat ini mengenai penyediaan air bersih perpipaan di Kabupaten Sidenreng Rappang (Sub-bab 2.1) dan identifikasi kerentanan spesifik dari sistem tersebut baik dalam kondisi iklim saat ini (Sub-bab 2.2) maupun dalam skenario perubahan iklim tengah abad (*mid-century*) 2045-2055 (Sub-bab 2.3).

2.1 PENYEDIAAN AIR MINUM

Sub-bab ini berisi penjelasan mengenai kondisi penyediaan air minum Kabupaten Sidenreng Rappang, termasuk gambaran umum tentang PDAM, aset alami yang diandalkan PDAM untuk air bakunya, dan aset terbangun dimana PDAM melakukan pengolahan, mengatur penyimpanan, dan mendistribusikan air olahannya kepada pelanggannya. Bahasan Sub-bab ini mengacu pada “Kajian Kerentanan Penyediaan Air Minum Kabupaten Sidenreng Rappang” yang disusun PT Reka Bumi dengan dukungan IUWASH dan juga mengakomodasi hasil-hasil konsultasi pemangku kepentingan serta sumber-sumber data sekunder.

2.1.1 Gambaran Umum PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang

Kabupaten Sidenreng Rappang berpenduduk 280 ribu jiwa yang tersebar di wilayah seluas sekitar 1,8 ribu km² dan terdiri dari 11 kecamatan. Wilayah Kabupaten Sidenreng Rappang mengelilingi Kota Sidenreng Rappang, berbatasan dengan Kabupaten Pinrang dan Kabupaten Sidrap di Utara dan Kabupaten Luwu dan Kabupaten Wajo di Selatan. Dalam sepuluh tahun terakhir populasi penduduk Kabupaten Sidenreng Rappang meningkat dengan rata-rata 1,2% per tahunnya dengan pertumbuhan tertinggi terkonsentrasi di sekitar Kecamatan Panca Rijang. Ekonomi daerah Kabupaten Sidenreng Rappang didominasi oleh pertanian, walaupun sektor industri meningkat dalam lima tahun terakhir seiring dengan ekonomi yang tumbuh secara gradual. Walaupun demikian, tingkat kemiskinan merupakan masalah sosial yang menjadi perhatian kabupaten.



Gambar 1: Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan.

PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang yang menyediakan pelayanan air bersih perpipaan bagi masyarakat Kabupaten Sidenreng Rappang dibangun pada tahun 1983. Jumlah penjualan air selama 2 tahun terakhir mengalami peningkatan yaitu 1.368.139 m³ pada tahun 2011 kemudian menjadi 1.406.063 m³ pada tahun 2012 dengan penjualan terbanyak adalah jenis pelayanan rumah tangga yaitu sebesar 83,7% dari jumlah air terjual. Cakupan pelayanan pada tahun 2012 adalah sebesar 13,7% dari jumlah penduduk Kabupaten Sidenreng Rappang. Tabel 2 di bawah memperlihatkan gambaran utama PDAM dan daerah pelayanannya dalam tiga tahun terakhir berdasarkan data audit.

Tabel 2: Profil PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang.

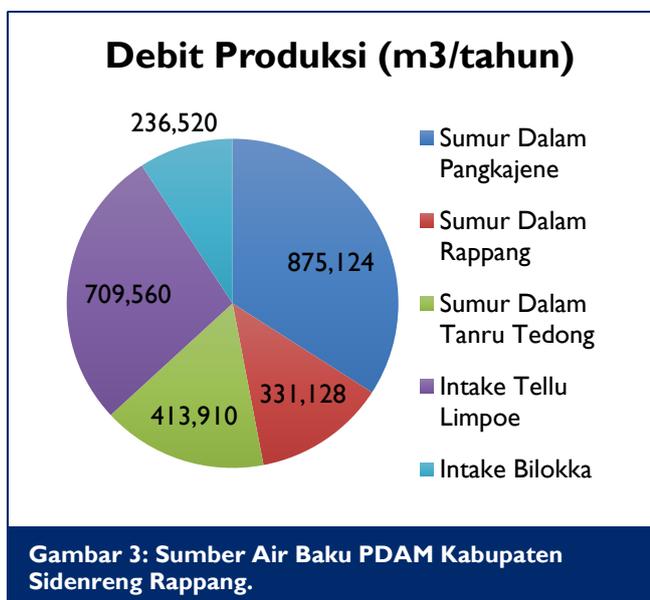
	Karakteristik	2012	2011
Pelanggan	Jumlah Pelanggan	5.968	5.822
	Cakupan di wilayah pelayanan	13,7%	na
Teknis	Total Produksi Air	2.111.184 m ³	1.727.271 m ³
	Total Air Terjual	1.406.063 m ³	1.368.139 m ³
	Tingkat Kehilangan Air (NRW)	400.421 m ³	353.782 m ³
	Jumlah staf	57	52
Keuangan	Tarif Rata-rata	Rp. 1.951/m ³	na
	% Cost Recovery	61%	na
	Tarif Cost recovery	Rp. 4.520.468	na
	Total Nilai Aset	14.914	na

2.1.2 Aset-aset Alami PDAM

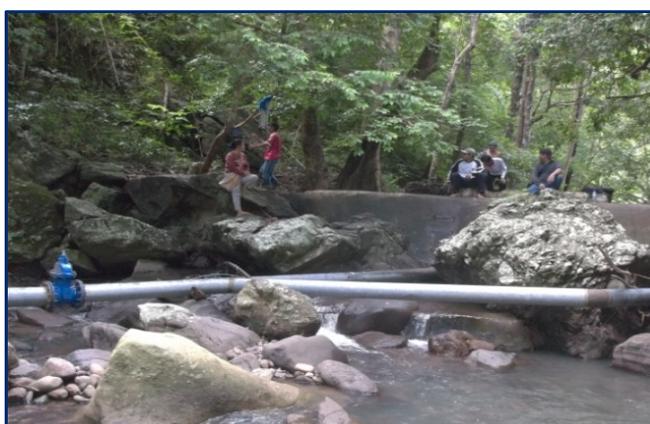
Aset alami PDAM mencakup semua sumber air baku, termasuk akuifer dan sistem air tanah yang menjadi sumur bor dalam serta air permukaan seperti sungai. Secara garis besar, semua daerah tangkapan air tempat semua sumber daya air berada dapat juga dilihat sebagai aset alami PDAM, mengingat bahwa kondisi daerah tangkapan air sangat mempengaruhi kondisi sumber air-sumber air tersebut.

Sumber air baku. PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang memanfaatkan air bakunya dari air permukaan dan sumur bor dalam. Gambar 2 memperlihatkan sumber air-sumber air baku utama yang digunakan PDAM. Semua sumber air-sumber air baku yang digunakan PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang berlokasi di wilayah Kabupaten Sidenreng Rappang, sehingga memudahkan dalam pengelolaannya.

Seperti terlihat dalam *diagram pie*, PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang menggunakan beberapa sungai dan dan sumur bor dalam untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduknya. Penting untuk dicatat bahwa diagram pie tersebut memperlihatkan kapasitas terpasang pada masing-masing jenis sumber. Kapasitas terpasang total dari sumber air-sumber air tersebut sekitar 99 lt/dt dengan kapasitas produksi total sebesar sekitar 67 lt/dt.



Gambar 3: Sumber Air Baku PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang.



Gambar 2: Intake Tellu Limpoe.

Karakteristik utama sumber air-sumber air alami tersebut adalah sebagai berikut:

- **Intake Tellu Limpoe.** Intake Tellu Limpoe sebagai sumber air baku utama PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang (Gambar 3) terletak di daerah hulu Sungai Karajae dan berjarak \pm 8 Km dari bangunan IPA. Bangunan intake diapit oleh tebing yang terjal dan pipa dipasang melintang sungai sehingga berpotensi mengalami kerusakan atau patah akibat banjir maupun akibat tumbukan dari batuan yang hujan lebat.
- **Intake Bilokka.** Intake ini terletak di kawasan hutan lindung, tepatnya di hulu Sungai Bilokka yang mengalir menuju Danau Tempe. Buruknya akses jalan menuju lokasi intake menyebabkan perawatan intake menjadi tidak maksimal dan makin diperburuk ketika air sungai meluap pada musim hujan yang berakibat lokasi intake tidak dapat terjangkau karena tidak tersedianya jembatan. Bangunan IPA Bilokka berada dekat dengan pemukiman dimana terdapat reservoir yang berfungsi sebagai tampungan air bersih sebelum didistribusikan ke pelanggan. Keseluruhan instalasi Bilokka ini memiliki kapasitas produksi 10 L/det.
- **Sumur Dalam.** Sumber air baku lain yang digunakan PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang adalah sumur dalam yang umumnya memiliki kualitas air yang baik. Contoh/sampel air sumur dalam menunjukkan kualitas air sumur dapat digolongkan sebagai “air minum” dengan parameter lebih baik daripada persyaratan yang ditetapkan Permenkes No. 416/1990.

Daerah tangkapan di sekitar sumber air. Wilayah Kabupaten Sidenreng Rappang berada pada sebuah DAS utama, yaitu DAS Cenranae. Hasil delinisasi DAS menunjukkan bahwa di Kabupaten Sidenreng Rappang terdapat tujuh Sub-DAS yang berpengaruh terhadap sumberdaya air permukaan daerah Kabupaten Sidenreng Rappang. Masing-masing Sub-DAS tersebut adalah Sub DAS Betao (1), Siwa (2), Awo (3), Masaka (4), Pitue (5), Bilokka (6) dan Pulu (7).

Berdasarkan data RTRW Kabupaten Sidenreng Rappang Tahun 2011, penggunaan lahan yang mendominasi wilayah Kabupaten Sidenreng Rappang adalah kawasan perkebunan dengan persentase sebesar 27,55%, dan sawah irigasi dengan persentase sebesar 24,52% dari total luas wilayah Kabupaten Sidenreng Rappang. Sedangkan penggunaan pemukiman pada wilayah Sidenreng Rappang, hanya mencakup 2,09% dari total luas wilayah Kabupaten Sidenreng Rappang. Penggunaan lahan perlu menjadi perhatian dalam kaitannya dengan tangkapan air karena setiap jenis penggunaan lahan akan memberikan kondisi berbeda sebagai daerah tangkapan. Hal ini juga berarti perubahan penggunaan lahan akan memberikan dampak terhadap kemampuan daerah menjadi daerah tangkapan air dan secara bersamaan berpengaruh terhadap air larian.

2.1.3 Aset-aset Fisik/Terbangun PDAM

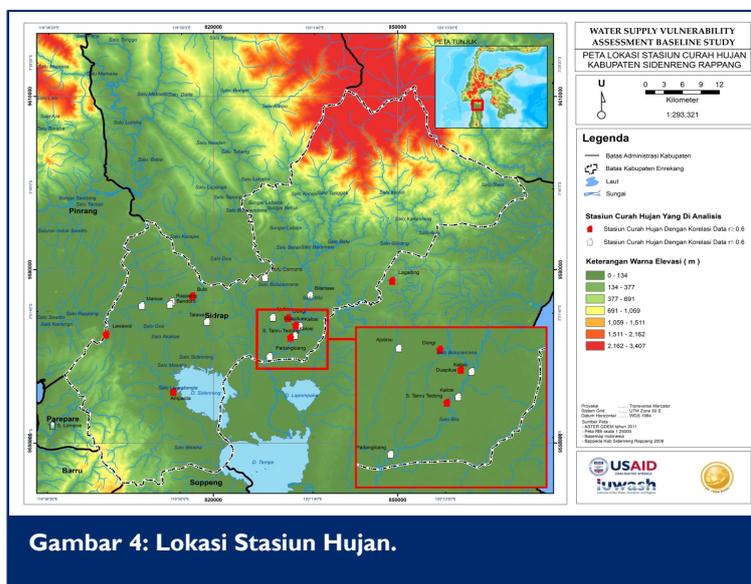
Aset-aset fisik atau terbangun PDAM mencakup bangunan sadap (intake), jaringan pipa transmisi, bak penampung/reservoir, dan jaringan pipa distribusi. Aset-aset terbangun ini berfungsi untuk memperoleh air baku dari aset-aset alami, kemudian mengolahnya dan menyalurkannya ke pelanggan PDAM. Tabel 3 di bawah ini menyajikan ringkasan aset-aset terbangun utama PDAM:

Tabel 3: Aset-aset Terbangun PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang.

No	Kategori Aset	Lokasi
I	Tanah	Kantor, lokasi intake, lokasi tandon,
II	Intake/ Bangunan Sadap	Tellu Limpoe, Bilokka, Watang Pulu
III	Pompa&rumah pompa	Pangkajene, Rappang, Tenru Tedong
IV	IPAM	Tellu Limpoe, Bilokka, Watang Pulu
V	Transmisi / distribusi	BNA Pangkajene, IKK Rappang, IKK Tenru Tedong, IKK Tellu Limpoe, IKK Panca Lautang, Unit BUaeu
VI	Sambungan Rumah	BNA Pangkajene, IKK Rappang, IKK Tenru Tedong, IKK Tellu Limpoe, IKK Panca Lautang, Unit BUaeu
VII	Aset-aset umum	na

2.1.4 Sistem Pemantauan Aset

Salah satu aspek penting dalam penyediaan air bersih adalah pemantauan berkala atas aset-aset alami dan aset terbangun PDAM. Untuk aset-aset alami, sangat penting diperhatikan untuk mengetahui kondisi sumber air baku dan karakteristik hidrologis wilayah daerah tangkapan sekitarnya. Untuk itu, PDAM perlu memiliki akses terhadap data-data hidrogeologis seperti data presipitasi (hujan), muka air tanah, debit mata air, debit air permukaan, dan data tentang pengguna air lainnya yang dapat mempengaruhi/mengurangi ketersediaan air (baku) yang diperlukan PDAM. Idealnya, data hidro-meteorologis (hidro-met) untuk lokasi-lokasi utama yang berkaitan dengan PDAM dicatat harian (tidak perlu data jam-jaman), sehingga akan membantu PDAM untuk memahami bagaimana daerah tangkapan air merespon kejadian/ perubahan cuaca.



Gambar 4: Lokasi Stasiun Hujan.

Tabel 4 di bawah ini merangkum data pemantauan aset alami utama, termasuk stasiun dan sistem yang ada di lapangan untuk mendapatkan data-data tersebut.

Tabel 4: Sistem Pemantauan Aset Alami.

Topik	Asal Data	Periode Data
Presipitasi	Stasiun Pos Hujan (Gambar 4)	2011-2012
Temperatur		1995-2012
Debit Air Permukaan	BBWS Jeneberang	2012, 2014
Debit Mata Air	na	na
Debit Sumur Bor (Akuifer)	na	na

Berdasarkan kondisi tersebut di atas, data hidrogeologi dan meteorologi yang ada di Kabupaten Sidenreng Rappang sangat terbatas, sehingga sangat sulit untuk mengembangkan model prediktif yang akurat tentang bagaimana debit air permukaan dan tingkat imbuhan dapat berubah di masa mendatang berdasarkan perubahan tata guna lahan. Dalam hal kualitas air, hasil kajian tidak memperlihatkan bahwa sumber air diperiksa secara berkala oleh PDAM atau pemerintah.

Demikian pula halnya dengan aset-aset terbangun; penting untuk mengetahui kondisi aset-aset tersebut, sisa umur teknisnya, dan perkiraan biaya penggantinya. Tidak adanya data-data ini dapat menjadi masalah dalam pengelolaannya dan PDAM akan kesulitan untuk merencanakan pembiayaan penggantian/peremajaan aset-aset tersebut.

Mengenai sistem pencatatan aset-aset terbangun, PDAM Kabupaten Rappang perlu lebih mengoptimalkan penggunaan sistem informasi geografis (SIG) untuk menggambarkan dan mencatat lokasi aset-asetnya termasuk karakteristik-karakteristik utama aset-aset tersebut (seperti data pemeliharaan, kerusakan, tahun dibangun, dan data lainnya). Terkait SIG, IUWASH telah memberikan pelatihan dan pendampingan terhadap PDAM untuk menyusun basis data spasial di PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang.

2.2 KAJIAN KERENTANAN PENYEDIAAN AIR MINUM: SKENARIO DASAR (BASELINE SCENARIO)

Dengan menggunakan data bahaya historis dan saat ini yang diperoleh selama pengumpulan data, tahapan akhir dalam kerangka VAAP adalah pengembangan kajian kerentanan untuk skenario dasar yang memperkirakan tingkat risiko atas aset-aset alami dan terbangun PDAM pada *iklim saat ini*. Aset-aset PDAM menghadapi ancaman dari bahaya yang ada saat ini, termasuk banjir, kekeringan, longsor, dan kenaikan muka air laut. Bahaya-bahaya ini merupakan rujukan penting untuk memahami bagaimana perubahan pada iklim dapat mengubah tingkat bahaya-bahaya tersebut di tahun-tahun mendatang.

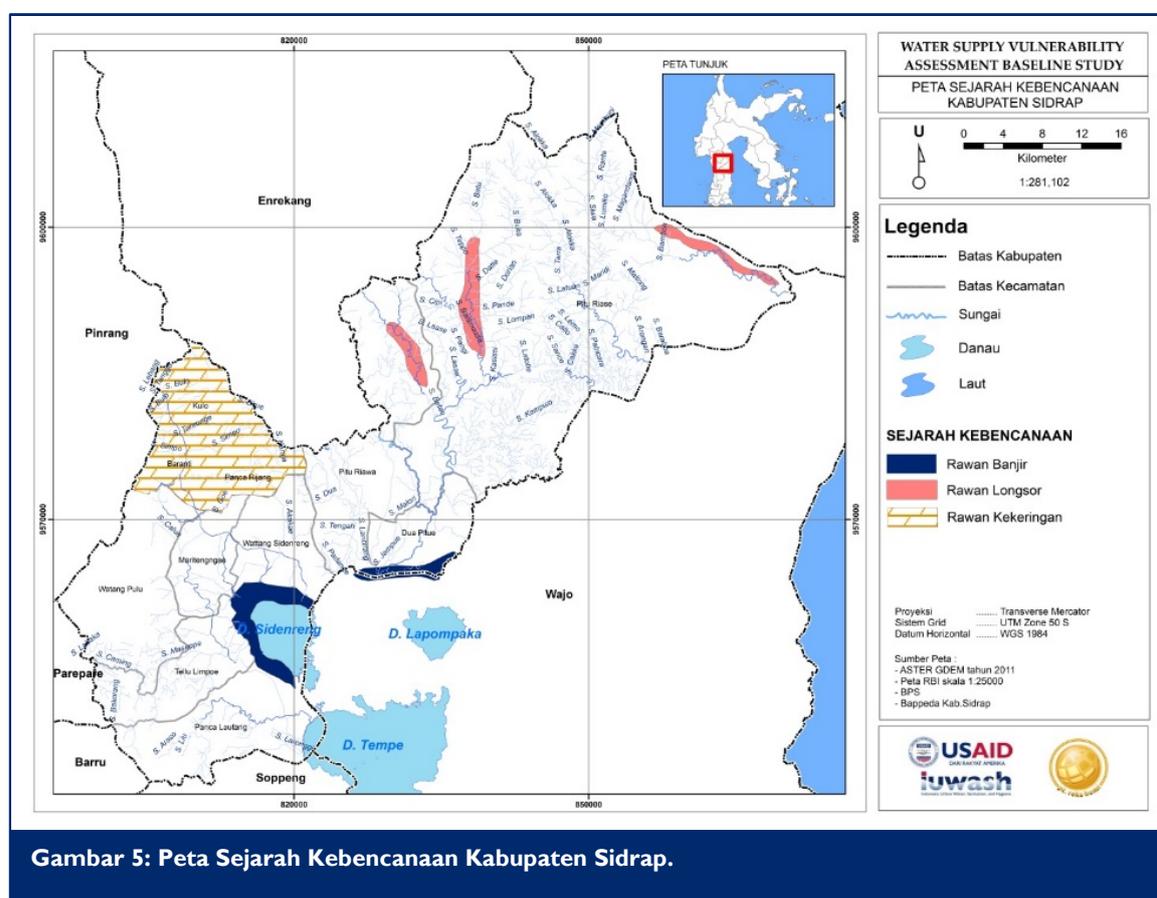
Rujukan penting dalam pengembangan skenario dasar meliputi: (1) Kajian Kerentanan Penyediaan Air Minum Kabupaten Sidenreng Rappang (juga disebut Kajian Dasar) yang disusun, (2) analisis Matriks Risiko Aset (MRA) yang dikembangkan bersama oleh para pihak dalam lokakarya di bulan Maret 2015, dan (3) diskusi-diskusi dengan PDAM dan SKPD terkait. Dalam menyusun MRA, selama dua hari peserta lokakarya mengkaji kerentanan tiga subsistem, yaitu: IKK Lawawoi, IKK Tellu Limpoe, dan BNA Pangkajene.

2.2.1 Skenario Dasar: Aset Alami

Terdapat dua risiko utama pada aset alami PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang: kuantitas dan kualitas. Untuk semua sumberdaya air baku, risiko yang ada adalah kurangnya kuantitas air dan/atau kualitas yang menurun karena pencemar dari luar. Selanjutnya, risiko-risiko spesifik ini dapat terjadi sebagai akibat dari satu atau lebih bahaya, termasuk kekeringan (kelangkaan air), banjir, dan longsor. Berdasarkan kajian kerentanan dan matriks risiko aset (MRA) yang disusun pemangku kepentingan, berikut ini adalah tingkat kerentanan yang teridentifikasi dalam konteks saat ini untuk sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kabupaten Sidenreng Rappang:

- **Kekeringan/Kelangkaan Air.** Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), kelangkaan air karena kekeringan memiliki risiko sedang terhadap Kabupaten Sidenreng Rappang, terutama terjadi di Kecamatan Pitu Riase bagian Utara yang merupakan daerah dengan topografi pegunungan. Menurut analisis MRA diketahui bahwa kekeringan umumnya memberikan risiko sedang terhadap sumber-sumber air baku baik itu air permukaan maupun sumur dalam, namun Sungai Allebong diidentifikasi memiliki risiko tinggi terhadap bencana kekeringan ini.

- **Banjir.** Berdasarkan data BNPB, Kabupaten Sidenreng Rappang berisiko rendah terkena bencana banjir, hal ini sejalan dengan hasil analisis MRA yang menunjukkan bahwa sumber air baku umumnya memiliki tingkat risiko sangat rendah hingga rendah terkena bencana banjir. Yang perlu menjadi perhatian adalah sumber air baku Sungai Karajae yang berdasarkan analisis MRA menunjukkan tingkat risiko yang tinggi. Banjir di Sungai Karajae ini berpotensi meningkatkan kekeruhan yang berdampak pada semakin sulitnya pengolahan air baku.
- **Longsor.** Bencana longsor tercatat pernah terjadi pada tahun 2008 di beberapa titik akses jalan menuju ke empat dusun di Desa Tana Toro, Kecamatan Pitu Riase, Kabupaten Sidenreng Rappang. Berdasarkan analisis MRA, tingkat risiko longsor tinggi akan mengancam aset-aset alami sumber air baku yang berasal dari air permukaan. Longsor yang terjadi meskipun bersifat lokal dapat mempengaruhi kualitas air sungai sebagai sumber air baku karena material longsor dapat meningkatkan tingkat kekeruhan air. Untuk sumber air baku yang berasal dari sumur dalam, tingkat risiko longsor tidak teridentifikasi dalam analisis MRA.



Gambar 5: Peta Sejarah Kebencanaan Kabupaten Sidrap.

- **Kenaikan Muka Air Laut.** Kenaikan muka air laut tidak akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas air baku di Kabupaten Sidenreng Rappang karena wilayah kabupaten ini jauh dari laut. Oleh karena itu maka bencana kenaikan muka air laut tidak akan dibahas lebih lanjut dalam dokumen ini.

2.2.2 Skenario Dasar: Aset Fisik

Risiko utama atas aset terbangun PDAM adalah kerusakan fisik atas aset/infrastruktur PDAM. Banjir, misalnya, dapat merusak bangunan pengolahan air atau bangunan sadap dapat tertimbun akibat longsor, sehingga akan memerlukan biaya yang besar untuk rehabilitasi dan perbaikan. Berdasarkan

kajian kerentanan dan MRA, berikut ini adalah kerentanan yang teridentifikasi berdasarkan konteks saat ini atas aset terbangun:

- **Kekeringan/Kelangkaan air:** Tingkat risiko akibat kekeringan atas infrastruktur PDAM tidak teridentifikasi dalam analisis MRA hal ini berarti bahwa PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang belum mengalami kerusakan infrastrukturnya pada saat menghadapi musim kemarau panjang/kekeringan.
- **Banjir:** Kerentanan infrastruktur PDAM terhadap bencana banjir yang mungkin terjadi secara umum merata berada pada tingkat rendah hanya Intake Karajae yang perlu mendapatkan perhatian khusus karena pada skenario dasar analisis MRA telah menunjukkan tingkat risiko yang tinggi. **Lampiran 4** menunjukkan daerah-daerah di Kabupaten Sidenreng Rappang yang berisiko terkena bencana banjir.
- **Longsor:** Kerentanan terbangun PDAM terhadap bencana longsor yang mungkin terjadi umumnya memiliki tingkat risiko yang rendah, namun untuk Intake Karajae, IPA dan Reservoar Tellu Limpoe memiliki tingkat risiko yang tinggi. Ketiga aset tersebut memang berada di lokasi yang rawan bencana longsor. Sebagai contoh, Tellu Limpoe berada di lereng bukit yang memiliki kelerengan yang curam dengan bongkah-bongkah batuan yang lepas dan mudah menggelincir mengenai infrastruktur yang ada. **Lampiran 5** menunjukkan daerah-daerah di Kabupaten Sidenreng Rappang yang berisiko terkena bencana longsor.
- **Kenaikan Muka Air Laut:** Kenaikan muka air laut tidak akan mempengaruhi aset-aset terbangun PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang karena wilayah kabupaten ini jauh dari laut. Oleh karena itu maka bencana kenaikan muka air laut tidak akan dibahas lebih lanjut dalam dokumen ini.

Sebagai ringkasan, tingkat bahaya atau risiko atas aset-aset PDAM berupa bangunan sadap, pengolahan, dan tandon untuk skenario dasar berbeda/bervariasi dimana hal ini terkait dengan lokasi masing-masing. Berdasarkan hasil kajian dan konsultasi pemangku kepentingan, teridentifikasi bahwa aset-aset Intake Karajae dan IPA serta Reservoar Tellu Limpoe perlu mendapat perhatian khusus. Lihat ringkasan lokakarya tentang bahasan MRA pada Tabel 5 dan hasil lengkapnya pada **Lampiran 7**.

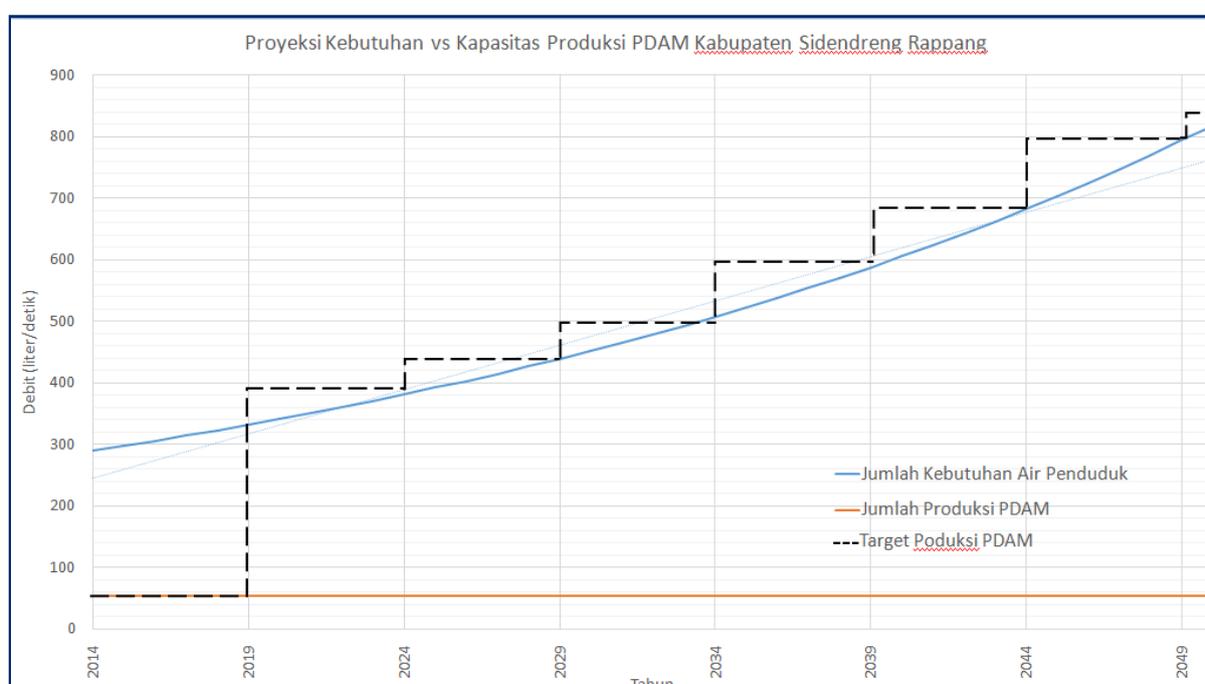
2.2.3 Skenario Dasar: Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air (*Supply and Demand*)

Untuk memahami dinamika kebutuhan dan pasokan (*supply* dan *demand*), telah disusun model/prediksi sampai tahun 2050 yang didasarkan pada data potensi sumber air sebagai pasokan dan pertumbuhan penduduk serta faktor lain sebagai dasar analisis kebutuhan. Sumber air baku PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang berasal dari air permukaan dan sumur dalam dengan total kapasitas terpasang 116,5 liter/detik pada tahun 2014. Kondisi ini menyebabkan PDAM belum dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat Kabupaten Sidenreng Rappang yang dihitung berdasarkan standar kebutuhan air bersih Departemen Pekerjaan Umum adalah sebesar 480,3 liter/detik (Tahun 2014) dengan proyeksi kebutuhan air yang meningkat hingga 801,7 liter/detik pada tahun 2050. Hal-hal penting dari analisis *supply* dan *demand* ini adalah:

- Hambatan utama saat ini dalam memenuhi kebutuhan masyarakat adalah kapasitas produksi PDAM. Peningkatan kebutuhan pelanggan PDAM sudah melampaui kapasitas produksi PDAM, baik saat ini maupun proyeksi hingga beberapa dekade mendatang. Gambar 6 memperlihatkan jumlah kapasitas produksi air PDAM relatif rendah jika dibandingkan dengan tingkat kebutuhan air bersih. Pasokan air yang disediakan PDAM belum bisa memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kabupaten Sidenreng Rappang saat ini. Untuk 5 tahun ke depan, PDAM perlu meningkatkan produksinya minimal sebesar 320 liter/detik dan peningkatan produksi sebesar 30-

50 liter/detik untuk setiap 5 tahun berikutnya diperlukan agar pasokan air bersih dapat mencukupi kebutuhan air penduduk. Penting juga diingat bahwa proyeksi kebutuhan air penduduk hanya berdasar pada peningkatan jumlah penduduk secara alamiah, belum memperhitungkan peningkatan kebutuhan dari faktor lain seperti pertumbuhan industri dan urbanisasi.

- Pendorong utama atas meningkatnya kebutuhan air untuk skenario ini adalah (1) pertumbuhan penduduk kabupaten dan (2) akses yang lebih luas terhadap air perpipaan. Berdasarkan pertumbuhan ekonomi masyarakat setempat, penting untuk mempertimbangkan bagaimana kebutuhan dari sektor lainnya juga tumbuh, seperti industri-industri yang membutuhkan pasokan air bersih.
- Tantangan-tantangan lain yang perlu dihadapi adalah terkait dengan pemantauan kuantitas dan kualitas aset-aset sumber air baku. Kondisi pemantauan aset saat ini menyulitkan menghitung pasokan keseluruhan potensi sumber air baku yang ada di wilayah Kabupaten Sidenreng Rappang. Kondisi ini juga menjadikan sulitnya membedakan jenis penggunaan potensi sumber air baku berdasarkan jenis kebutuhan baik itu kebutuhan domestik, industri, atau pertanian.



Gambar 6: Kebutuhan Domestik vs Kapasitas Produksi PDAM.

Tabel 5: Skor Risiko pada Skenario Dasar (Baseline) dan Skenario Perubahan Iklim.

ASET ALAMI (SDA)						
Skenario	Jenis Aset	Nama Aset	KEKERINGAN Nilai Risiko	BANJIR Nilai Risiko	LONGSOR Nilai Risiko	Risiko rata-2 tiap aset
	SKENARIO DASAR	Sungai (Saluran)	SDA S. Karajae	2,40	4,00	3,20
Sungai (Saluran)		SDA S. Allebong	3,20	0,80	3,20	2,40
Sumur dalam		SDA PKJ1	2,40	1,20	na	1,80
Sumur dalam		SDA PKJ2	2,40	2,40	na	2,40
Sumur dalam		SDA PKJ3	1,60	0,60	na	1,10
Risiko rata-2 berdasarkan jenis bahaya:			2,40	1,80	3,20	2,18
Skenario	Jenis Aset	Nama Aset	KEKERINGAN Nilai Risiko	BANJIR Nilai Risiko	LONGSOR Nilai Risiko	Risiko rata-2 tiap aset
	SKENARIO PERUBAHAN IKLIM	Sungai (Saluran)	SDA S. Karajae	4,00	5,00	5,00
Sungai (Saluran)		SDA S. Allebong	5,00	3,00	5,00	4,33
Sumur dalam		SDA PKJ1	4,00	2,40	na	3,20
Sumur dalam		SDA PKJ2	4,00	4,00	na	4,00
Sumur dalam		SDA PKJ3	3,00	2,40	na	2,70
Risiko rata-2 berdasarkan jenis bahaya:			4,00	3,36	5,00	3,78
ASET TERBANGUN						
Skenario	Jenis Aset	Nama Aset	KEKERINGAN Nilai Risiko	BANJIR Nilai Risiko	LONGSOR Nilai Risiko	Risiko rata-2 tiap aset
	BASELINE SCENARIO	Intake	Itk Karajae		4,00	3,20
Intake		Pompa SD2		1,20	na	1,20
Intake		It Allebong		0,80	0,80	0,80
Transmisi		Tr TeLim		na	2,40	2,40
Transmisi		Tr Lawawoi		na	0,80	0,80
Instalasi Pengolahan		IPA TeLim		na	3,20	3,20
Instalasi Pengolahan		IPA Lawawoi		na	0,80	0,80
Reservoir		Res TeLim		na	3,20	3,20
Reservoir		Res Lawawoi		na	0,80	0,80
Risiko rata-2 berdasarkan jenis bahaya:				2,00	1,90	1,87
Skenario	Jenis Aset	Nama Aset	KEKERINGAN Nilai Risiko	BANJIR Nilai Risiko	LONGSOR Nilai Risiko	Risiko rata-2 tiap aset
	CLIMATE CHANGE SCENARIO	Intake	Itk Karajae		5,00	5,00
Intake		Pompa SD2		2,40	na	2,40
Intake		It Allebong		2,00	3,00	2,50
Transmisi		Tr TeLim		na	4,00	4,00
Transmisi		Tr Lawawoi		na	3,00	3,00
Instalasi Pengolahan Air		IPA TeLim		na	5,00	5,00
Instalasi Pengolahan Air		IPA Lawawoi		na	3,00	3,00
Reservoir		Res TeLim		na	5,00	5,00
Reservoir		Res Lawawoi		na	3,00	3,00
Risiko rata-2 berdasarkan jenis bahaya:				3,13	3,88	3,66

2.3 KAJIAN KERENTANAN PENYEDIAAN AIR MINUM: SKENARIO PERUBAHAN IKLIM (CLIMATE CHANGE DRIVEN)

Dengan menggunakan hasil-hasil skenario dasar (*baseline*), bagian berikut menguraikan bagaimana risiko-risiko eksisting yang teridentifikasi berdasarkan skenario dasar dapat berubah yang berkaitan dengan risiko-risiko (baru) yang muncul karena perubahan iklim. Bagian pertama menjelaskan perubahan yang mungkin terjadi terkait dengan iklim Sulawesi Selatan dan Kabupaten Sidenreng Rappang dengan memfokuskan pada **kerangka waktu jangka menengah (tahun 2014 sampai 2050)** dengan hasil keluaran simulasi model global **MIROC 5**. Berdasarkan rujukan yang ada terkait dengan dampak perubahan iklim di wilayah kajian, dokumen ini juga menggunakan proyeksi dalam skala yang lebih lokal secara statistik (*downscaled*). *Downscaling* ini dilakukan pada keluaran salah satu dari model-model iklim global (*atmosphere-ocean global climate models, AOGCMs*) yang tergabung dalam *Coupled Model Intercomparison Project* fase ke-lima (CMIP5). Berdasarkan Sperber, K. R., dkk (2013) ada lima model yang disarankan untuk digunakan di wilayah tropis yaitu Nor-ESM1-M, MIROC5, IPSL-CM5a-LR, GFDL, dan ECHAM.

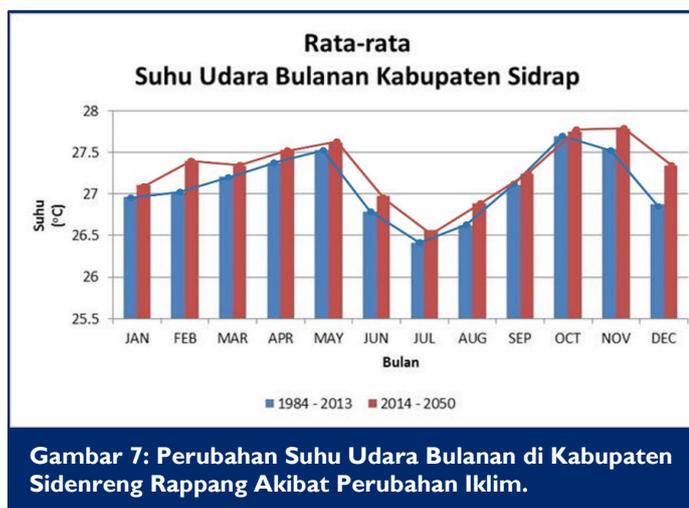
Keluaran model MIROC5 yang digunakan adalah dua variabel (Pr dan Te) dari *historical climate simulation (20th Century, 1850-2005)* sebagai *baseline* dan *future climate projection (2006-2050)* dengan skenario *Representative Concentration Pathway (RCP)*. RCP merupakan skenario iklim yang mungkin terjadi dan tergantung dari konsentrasi gas-gas rumah kaca yang dilepaskan di masa depan, mulai dari rendah (RCP2.6) hingga tinggi (RCP8.5) (vanVuuren dkk., 2011).

Bagian dua dan tiga skenario perubahan iklim mempertimbangkan bagaimana risiko-risiko yang teridentifikasi berdasarkan skenario dasar dapat juga berubah terkait dengan risiko-risiko baru (akibat perubahan iklim). Hal-hal penting sebagai rujukan untuk diskusi termasuk: (1) Kajian Kerentanan Penyediaan Air Minum PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan, (2) lokakarya pemangku kepentingan yang dilakukan pada Maret 2015, dan (3) wawancara informasi penting serta diskusi-diskusi kelompok dengan perwakilan PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang dan Pemerintah Kabupaten Sidenreng Rappang termasuk Bappeda.

2.3.1 Perubahan Iklim di Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan

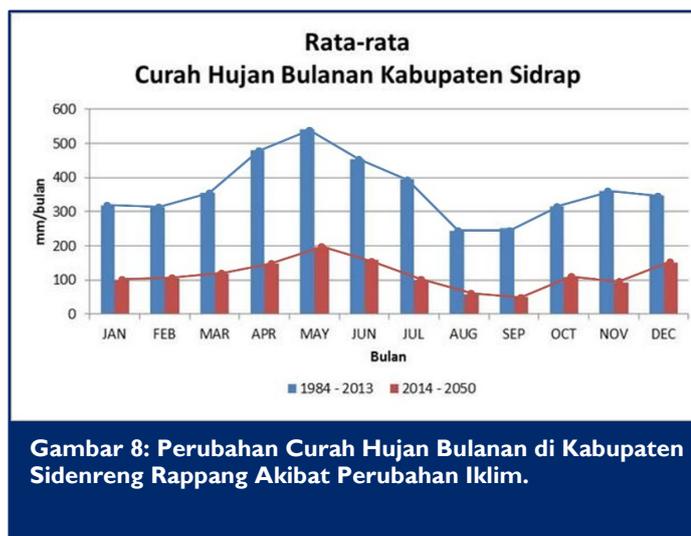
Kondisi Saat Ini. Data curah hujan yang diperoleh dari PSDA dan BPS Kabupaten Sidenreng Rappang merupakan data curah hujan dan hari hujan selama periode 11 tahun (1993-2013) yang berasal dari 17 stasiun pengukuran curah hujan, yaitu yang berada di hampir seluruh kecamatan di Kabupaten Sidenreng Rappang. Rerata curah hujan tahunan yang terjadi di Kabupaten Sidenreng Rappang dalam kurun waktu itu adalah 2.350 mm/tahun dengan jumlah hari hujan rerata 128 hari per tahunnya dan rerata curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan Mei dan Desember sedangkan terendah pada bulan Agustus. Curah hujan lokal Kabupaten Sidenreng Rappang menunjukkan puncak curah hujan terjadi di Bulan Mei. Kondisi ini dipengaruhi oleh *Australian Summer Monsoon* dan Pegunungan Bawakaraeng yang memisahkan wilayah bagian timur dan barat Pulau Sulawesi.

Perubahan Temperatur. Berdasarkan rangkaian model seperti dirujuk di atas, diketahui bahwa temperatur rata-rata di kedua periode *future climate* meningkat



Gambar 7: Perubahan Suhu Udara Bulanan di Kabupaten Sidenreng Rappang Akibat Perubahan Iklim.

dibandingkan rata-rata temperatur di periode *current climate*. Kenaikan temperatur lebih besar terjadi di skenario RCP8.5 yang merepresentasikan konsentrasi gas-gas rumah kaca yang lebih tinggi dibanding skenario lainnya. Kenaikan temperatur di periode 2020-an berkisar antara 0.7°C hingga 0.9°C. Sementara di periode 2040-an berkisar antara 0.9°C hingga 1.2°C. Dampak perubahan iklim terhadap suhu udara Kabupaten Sidenreng Rappang menunjukkan hasil yang cukup signifikan, yaitu peningkatan sekitar 0,5°C – 1°C. Perlu diingat bahwa peningkatan suhu udara merupakan salah satu faktor peningkatan evapotranspirasi.



Gambar 8: Perubahan Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Sidenreng Rappang Akibat Perubahan Iklim.

Perubahan Presipitasi. Variabel curah hujan menunjukkan pola penurunan yang tidak teratur. Pola curah hujan di wilayah kajian pada dasarnya menunjukkan pola puncak curah hujan terjadi sekali dalam setahun. Di periode *future* terlihat bahwa secara umum terjadi penurunan jumlah curah hujan di puncak-puncak musim hujan begitu pula dengan jumlah curah hujan di musim kering. Hasil proyeksi curah hujan menunjukkan terjadi penurunan curah hujan ekstrem basah (> 80%) yaitu sebesar 540 mm pada periode 2010-2030 dan 195 mm pada periode 2030-2050. Sedangkan curah hujan dengan probabilitas di bawah 50% cenderung meningkat (mengalami peningkatan yang signifikan).

Bulan Januari terlihat akan jauh lebih kering daripada normal biasanya, dengan penurunan sebesar 200 mm curah hujan. Pada rangkaian data memperlihatkan bahwa bulan-bulan kering Juli, Agustus, dan September akan menjadi jauh lebih kering di periode *future*. Secara keseluruhan, curah hujan bulanan di Kabupaten Sidenreng Rappang menunjukan pola penurunan yang signifikan di setiap bulan. Walaupun belum tentu pasti, prediksi-prediksi model tersebut sesuai dengan perkiraan bahwa perubahan iklim tampaknya akan mengubah *intensitas* curah hujan, dengan adanya penurunan curah hujan yang terjadi/diterima dalam waktu yang lebih pendek. Bersamaan dengan itu, masa-masa kering akan menjadi jauh lebih panjang dan mengancam ketersediaan air permukaan di Kabupaten Sidenreng Rappang. Gambar 8 memperlihatkan pola penurunan curah hujan pada periode *baseline* dan *future climate* ini.

Dengan menggabungkan hasil pemodelan dan pengamatan lapangan, terlihat bahwa tingkat presipitasi keseluruhan menurun drastis, juga variasi tengah-tahunan (variasi bulanan) tampaknya akan menjadi lebih ekstrim.

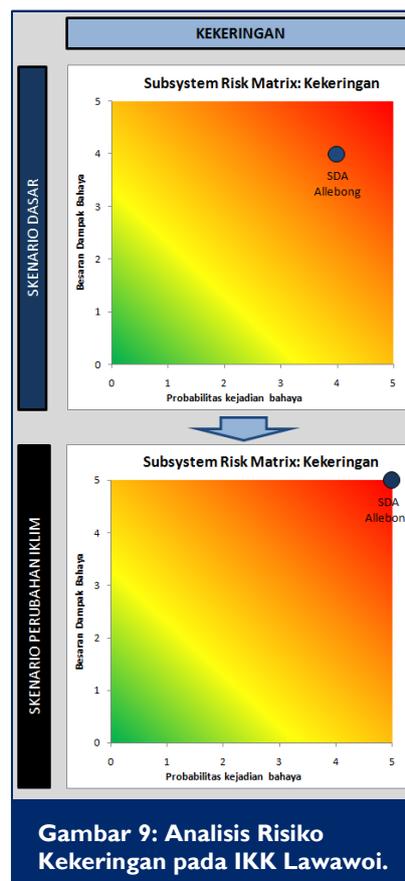
2.3.2 Skenario Perubahan Iklim: Aset Alami

Dengan menggunakan proyeksi di atas, catatan/data historis, dan diskusi pemangku kepentingan dalam lokakarya MRA, aset alami PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang-berdasarkan diskusi di atas mengandalkan sumber mata air menghadapi risiko-risiko di bawah dalam skenario perubahan iklim pertengahan abad:

- **Kekeringan/Kelangkaan Air:** Dengan mempertimbangkan perkiraan pergeseran intensitas curah hujan bulanan-termasuk musim kemarau yang lebih panjang dan musim hujan yang menurun drastis-skenario perubahan iklim mengindikasikan bahwa adanya risiko menengah/sedang sampai tinggi pada beberapa aset alami PDAM. Kemungkinan ini disadari oleh para pemangku kepentingan dalam lokakarya MRA, dimana tingkat risiko pada aset-aset alami

umumnya meningkat dari sedang-tinggi pada skenario dasar menjadi sangat tinggi pada skenario perubahan iklim seperti terlihat pada Gambar 9 di kanan. Sungai Allebong tampaknya menjadi aset alami yang paling rentan terhadap bencana kekeringan dalam skenario perubahan iklim ini.

- **Banjir.** Intensitas hujan meskipun memiliki kecenderungan mengalami penurunan akibat perubahan iklim namun diprediksi akan tetap memberikan risiko terhadap aset alami. Dalam analisis MRA, Sungai Karajae diprediksi akan memiliki tingkat risiko sangat tinggi dalam skenario perubahan iklim. Kondisi ini dimungkinkan adanya perbedaan tingkat curah hujan di daerah hulu sungai dan akan makin diperburuk dengan perubahan tata guna lahan yang mengganggu keseimbangan air.
- **Longsor.** Sejalan dengan kondisi pada skenario dasar yang menunjukkan tingkat risiko yang tinggi, risiko akibat longsor terhadap aset alami berupa sungai akan meningkat menjadi sangat tinggi pada skenario perubahan iklim. Risiko tersebut lebih kepada gangguan terhadap kualitas air dengan meningkatnya tingkat kekeruhan air sungai akibat masuknya material longsor ke dalam sungai. Kondisi ini akan menyebabkan upaya yang lebih besar dalam pengolahan air baku bahkan untuk bencana longsor yang lebih besar dapat menghentikan pengambilan air baku di lokasi longsor.

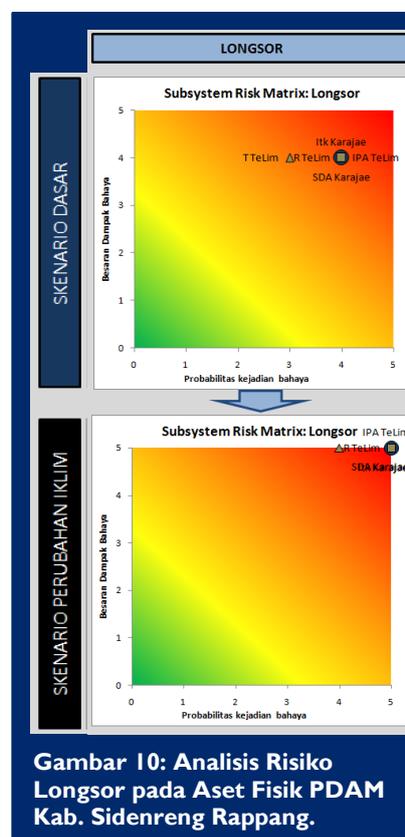


Gambar 9: Analisis Risiko Kekeringan pada IKK Lawawoi.

2.3.3 Skenario Perubahan Iklim: Aset Fisik

Berdasarkan kajian kerentanan dan lokakarya pengembangan Matriks Risiko Aset, teridentifikasi tingkat-tingkat kerentanan berikut berdasarkan skenario perubahan iklim atas aset-aset fisik/terbangun PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang:

- **Kekeringan/Kelangkaan Air:** Risiko kekeringan atas aset terbangun tidak teridentifikasi dalam analisis MRA yang berarti PDAM tidak/belum pernah mengalami kerusakan infrastrukturnya akibat bencana kekeringan.
- **Banjir:** Meskipun prediksi perubahan iklim menunjukkan menurunnya curah hujan namun seperti yang telah diuraikan dalam skenario dasar, risiko bencana banjir harus tetap menjadi perhatian. Intake Karajae yang memiliki tingkat risiko tinggi dalam skenario dasar meningkat menjadi sangat tinggi tingkat risikonya atas bencana banjir pada skenario perubahan iklim. Banjir secara umum tidak akan mengganggu infrastruktur PDAM lainnya baik pada skenario dasar maupun pada skenario perubahan iklim ini.
- **Longsor:** Longsor merupakan risiko yang serius bagi PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang dalam skenario perubahan iklim, hampir semua aset terbangun memiliki tingkat risiko tinggi sampai sangat tinggi yang berarti tingginya potensi kerusakan aset akibat longsor. Meskipun diprediksi terjadi



Gambar 10: Analisis Risiko Longsor pada Aset Fisik PDAM Kab. Sidenreng Rappang.

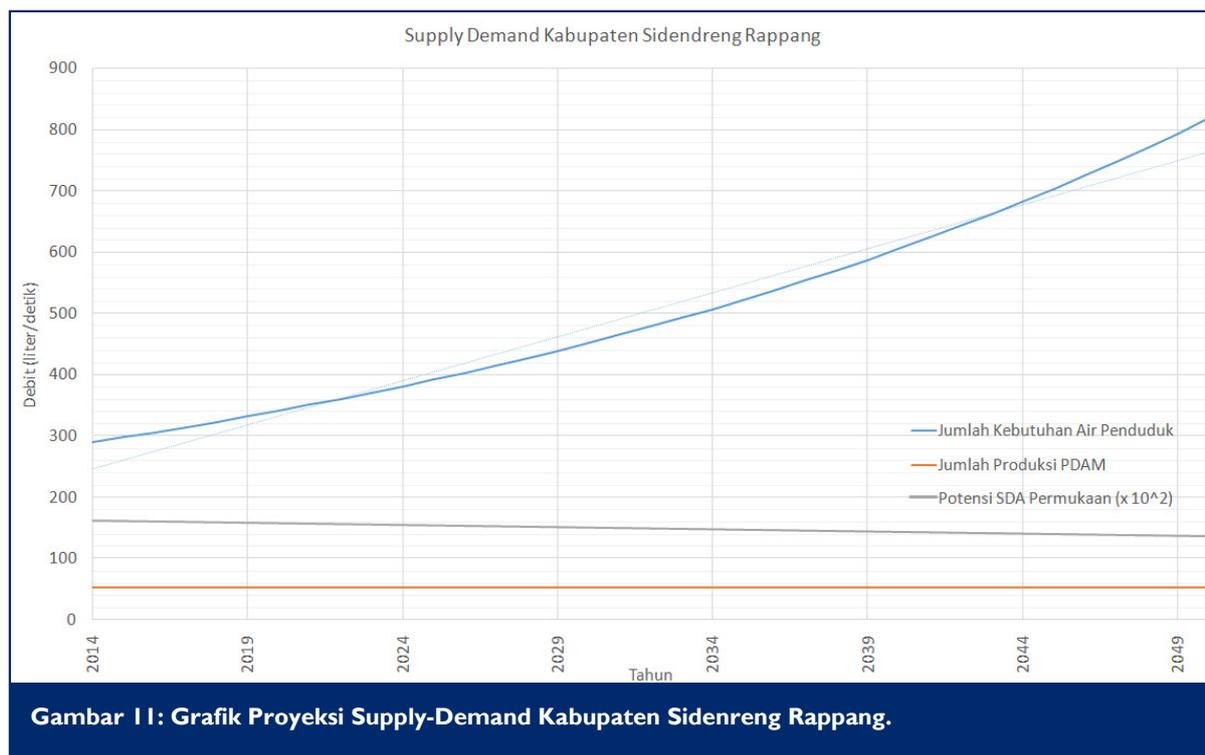
penurunan curah hujan, namun perubahan iklim akan meningkatkan temperatur yang berakibat mengurangi kelembaban tanah dan memunculkan banyak rekahan. Pada musim hujan rekahan-rekahan tersebut dapat terisi air yang akan menambah massa tanah. Kondisi tersebut akan makin memburuk pada daerah dengan kemiringan curam, kurang vegetasi, dan/atau terdapat material lepas berukuran besar di atas permukaan tanah, seperti yang ditemui pada aset Tellu Limpoe.

Sebagai ringkasan, perubahan iklim akan memperburuk ancaman-ancaman yang ada atas infrastruktur terbangun PDAM, terutama dengan adanya bahaya banjir dan bahaya longsor. Perubahan iklim memang diperkirakan akan mengurangi intensitas curah hujan di Kabupaten Sidenreng Rappang namun debit Sungai Karajae diprediksi tetap berpotensi banjir. Bencana Longsor akan mengancam hampir seluruh aset fisik penting PDAM dan Tellu Limpoe perlu menjadi perhatian serius mengingat lokasinya yang memang berada di daerah yang sangat rentan terkena longsor. Terkait dengan rencana PDAM untuk rencana pengembangan, khususnya konstruksi infrastruktur, sangat dianjurkan bahwa PDAM mempertimbangkan risiko-risiko ini dalam perencanaan infrastruktur baru. Ringkasan hasil-hasil lokakarya MRA terdapat pada Tabel 5 di atas dan hasil lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 8**.

2.3.4 Skenario Perubahan Iklim: Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air (Supply and Demand)

Dengan menggunakan hasil perubahan iklim lokal di Kabupaten Sidenreng Rappang, diketahui bagaimana proyeksi pasokan dan kebutuhan air bersih dapat berubah dalam beberapa dekade ke depan. Gambar 11 menunjukkan bagaimana kebutuhan air masyarakat saat ini berada jauh di atas kapasitas produksi air PDAM dan makin memburuk di masa yang akan datang seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Dalam gambar tersebut juga ditampilkan potensi sumber air permukaan yang dapat digunakan sebagai sumber air baku PDAM dengan jumlah sekitar 30% dari total jumlah air permukaan (asumsi air permukaan yang dapat digunakan PDAM). Sayangnya, potensi air permukaan berada di bawah jumlah kebutuhan dan akan makin menurun pada beberapa dekade ke depan akibat tekanan perubahan iklim. Hal ini berarti bahwa PDAM Kabupaten Sidenreng Rappang harus mencari sumber-sumber air baku baru dengan tetap mengutamakan penggunaan air permukaan sebagai sumber air baku dan berupaya menahan air permukaan selama mungkin di daratan misalnya dengan pembuatan embung. Hal lain yang dapat dilakukan adalah menambah angka asumsi jumlah air permukaan yang dapat digunakan PDAM dengan koordinasi dengan sektor pengguna air lain dengan mendasarkan pada kesamaan visi bahwa kebutuhan air bersih bagi masyarakat adalah yang utama.

Secara umum, terlihat bahwa diperlukan analisis yang lebih rinci mengenai pasokan dan kebutuhan air dengan mempertimbangkan risiko-risiko akibat perubahan iklim. Analisis tersebut harus melihat secara lebih menyeluruh kebutuhan air dari pengguna lainnya di daerah tangkapan air.



Gambar 11: Grafik Proyeksi Supply-Demand Kabupaten Sidenreng Rappang.

3 PERENCANAAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM

3.1 PENDEKATAN DALAM PERENCANAAN ADAPTASI

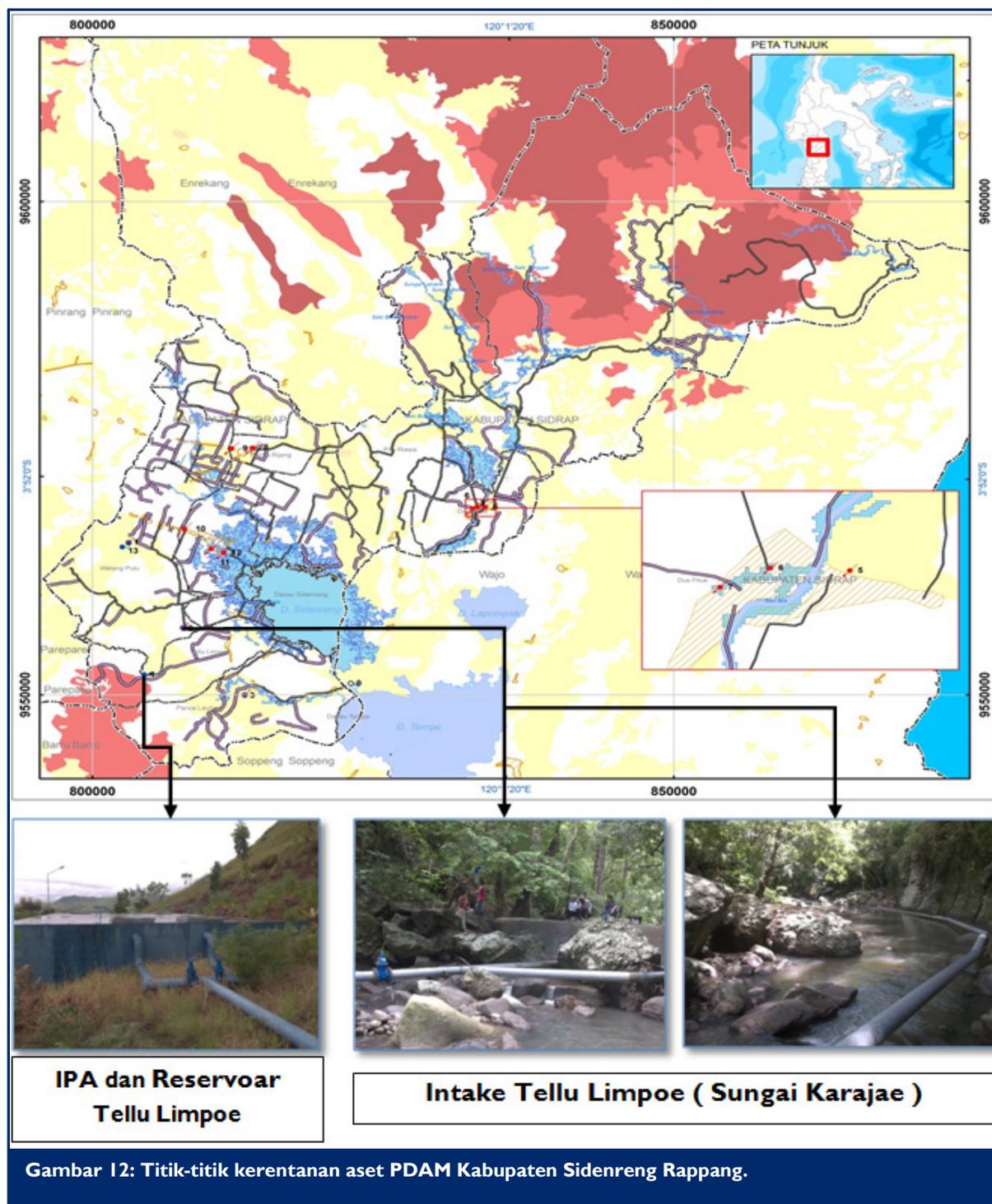
Berdasarkan IPCC (2012), adaptasi perubahan iklim adalah “proses penyesuaian pada iklim nyata/aktual atau diperkirakan dan dampak-dampaknya, untuk mengurangi bahaya atau mengambil manfaat dari kesempatan”. Aksi-aksi adaptasi dapat berupa beragam bentuk, termasuk modifikasi rencana yang ada (seperti memberi jarak yang lebih lebar antara bangunan pengolahan rencana dengan sungai yang berada di dekatnya), aksi adaptasi “ringan” (seperti rehabilitasi daerah tangkapan air melalui penanaman), atau aksi adaptasi “berat”. Bila memungkinkan, manajemen PDAM perlu memprioritaskan aksi adaptasi “tanpa penyesalan”, yaitu pilihan adaptasi yang memberikan manfaat sampai saat iklim masa yang akan datang beserta dampak-dampaknya (IPCC, 2012).

Proses identifikasi pilihan-pilihan adaptasi spesifik, dalam banyak hal, serupa dengan langkah pengambilan keputusan untuk investasi PDAM dan pemerintah daerah secara umum. Secara lebih khusus, setelah mengidentifikasi titik-titik rentan geografis, misalnya aset utama yang sangat rentan, pengambil keputusan menyusun daftar panjang menjadi daftar pendek pilihan aksi adaptasi. Selanjutnya, daftar pendek tersebut diberi prioritas untuk pelaksanaannya, baik jangka pendek, jangka menengah, maupun jangka panjang. Untuk memfasilitasi proses ini, IUWASH menyelenggarakan beberapa diskusi pemangku kepentingan untuk menyusun daftar panjang pilihan-pilihan aksi adaptasi sesuai dengan identifikasi titik-titik kerentanan yang dapat diambil untuk meningkatkan daya tahan aset-aset alami dan terbangun PDAM. Selanjutnya, PDAM dan pemerintah daerah membahas biaya dan manfaat dari masing-masing aksi potensial tersebut, dengan menggunakan beberapa kriteria untuk menearing mana yang akan menjadi daftar pendek berikut prioritasnya. Hasil dari proses ini dijelaskan sebagai berikut:

3.2 TITIK-TITIK KERENTANAN

Sebagai kelanjutan proses kajian kerentanan atas aset alami dan terbangun PDAM, termasuk laporan Kajian Kerentanan, serangkaian diskusi dan lokakarya pemangku kepentingan, dan sintesis oleh Tim IUWASH, titik-titik kerentanan seperti ditunjukkan dalam Gambar 12 berikut perlu mendapat penekanan untuk analisis lebih lanjut dan perencanaan adaptasi:

- **Intake Tellu Limpoe / Sungai Karajae:** Sebagai sumber air baku, Sungai Karajae, merupakan sumber air baku terbesar bagi PDAM. Menurut informasi sejarah kebencanaan, tanggul Sungai Karajae di Kecamatan Wattangpulu jebol akibat banjir setelah hujan dengan intensitas yang tinggi. Banjir tersebut juga merendam area persawahan dengan luas genangan hingga mencapai 1.840 hektar. Banjir akan memberikan ancaman pada kualitas sumber air dengan meningkatnya kekeruhan air yang tentu akan menambah biaya pengolahan. Aset terbangun di lokasi Sungai Karajae juga mendapatkan ancaman serius akibat banjir dan longsor yang berpotensi terjadi.
- **IPA dan Reservoir Tellu Limpoe:** Berada pada daerah yang rawan longsor yang dicirikan dengan kemiringan lereng yang curam, minim vegetasi, dan terdapatnya material lepas berupa bongkahan batu, aset terbangun di lokasi ini sangat rawan terkena longsor. Indikasi longsor/gerakan tanah mulai terlihat dengan retaknya struktu bangunan dan dinding penahan serta adanya jatuhnya bongkahan batuan. Diperlukan studi khusus untuk rekonstruksi infrastruktur sehingga diperoleh upaya yang tepat untuk mengurangi dampak bahaya longsor terhadap aset PDAM di lokasi ini.



3.3 DAFTAR PANJANG PILIHAN ADAPTASI

Pilihan-pilihan adaptasi yang cukup beragam dikembangkan untuk menjadi pilihan bagi PDAM dalam meningkatkan daya tahannya. Sebagai bagian dari proses perencanaan adaptasi, IUWASH mencermati berbagai pilihan adaptasi yang bisa dipertimbangkan oleh PDAM untuk titik-titik kerentanan yang telah teridentifikasi. Tabel 6 di bawah menjabarkan daftar panjang beberapa pilihan aksi adaptasi perubahan iklim.

Tabel 6: Daftar Panjang Pilihan Adaptasi.

Klasifikasi Adaptasi	Pilihan Adaptasi
Perlindungan Sumber Air (Aset Alami) Sumber Daya Air (Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas)	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoring kualitas SDA • Pembuatan sumur resapan, biopori, embung/DAM Pengendali/DAM Penahan • Penyusunan kebijakan pengelolaan kualitas sumber daya air • Pembangunan prasedimentasi atau reservoir & aksesorisnya • Pemeliharaan dan pembersihan sedimentasi di lokasi intake • Pengurangan pemompaan dan produksi • Pencarian alternatif sumberdaya air baru • Meng-koneksi jaringan DW 3 atau dengan jaringan lain (IKK Tellu Limpoe dan IKK Biloka) • Konservasi tanah dan air (sipil teknis dan revegetasi)
Catchment Area (Topografi, Penggunaan Lahan, vegetasi)	<ul style="list-style-type: none"> • Pemetaan dan deliniasi catchment area intake • Revegetasi dan konservasi kawasan resapan • Agroforestry (Wana Tani) • Konservasi tanah dan air (terasering)/ Alley cropping • Pembentukan forum pemakai dan pengelola SDA • RUTRW dan peraturan penggunaan lahan • Pembuatan sumur resapan, biopori, embung/DAM Pengendali/DAM Penahan, checkdam berseri
Pilihan Infrastruktur (Aset Buatan)	<ul style="list-style-type: none"> • Kajian geoteknologi kerentanan gerakan tanah dan jatuhan batuan di lokasi intake • Penguatan lereng dan dinding bangunan fasilitas PDAM • Rekonstruksi dan pemeliharaan intake • Pembangunan sistem SPAM baru atau interkoneksi dengan eksisiting • Pemeliharaan pompa & pipa produksi • Relokasi dan rekonstruksi pipa transmisi • Perlindungan bangunan reservoir, IPA dan fasilitas produksi lainnya dari jatuhan batu dan longsor tanah • Pembangunan prasedimentasi atau reservoir & aksesorisnya
Pengelolaan Kebutuhan Air (Efisiensi)	<ul style="list-style-type: none"> • Kampanye dan sosialisasi penggunaan air bersih (PDAM) • Optimalisasi kapasitas produksi dan penurunan tingkat kebocoran
Aspek Nonfisik: Perencanaan dan Pengelolaan Informasi	<ul style="list-style-type: none"> • Sosialisasi dan kampanye kerentanan SDA • Pembuatan peraturan pengelolaan, pemakaian dan perlindungan SDA
Pelimpahan Risiko (Koordinasi dan Tanggung Jawab)	<ul style="list-style-type: none"> • Tanggung jawab SKPD terkait

3.4 DAFTAR PENDEK PILIHAN ADAPTASI DAN TITIK-TITIK KERENTANAN

Berdasarkan identifikasi titik-titik kerentanan dan pertimbangan atas pilihan aksi-aksi adaptasi, PDAM kemudian menentukan kriteria utama untuk membandingkan aksi-aksi tersebut dan mengurutkan aksi-aksi yang potensial. Kriteria-kriteria ini adalah:

- Biaya usulan kegiatan adaptasi;
- Kompleksitas, termasuk kompleksitas teknis dan koordinasi di antara pemangku kepentingan;
- Dukungan politis (dan tingkat aksi politis yang diperlukan)
- Kecepatan pelaksanaan; dan
- Dampak/manfaat bagi pengurangan risiko atas aset-aset.

Tabel 7: Prioritas Pilihan Adaptasi menggunakan Analisis Multi-kriteria.

Aset	Pilihan Adaptasi Prioritas	Bencana/Bahaya		
		Kekeringan	Banjir	Tanah Longsor
IKK LAWAWOI	Monitoring kualitas SDA	*	*	
	Pemeliharaan dan pembersihan sedimentasi di lokasi intake	*	*	
	Pemetaan dan deliniasi <i>catchment area</i> intake	*	*	*
	Pembuatan sumur resapan, biopori, embung/DAM pengendali /DAM penahan, <i>checkdam</i> berseri	*	*	*
	Kajian geoteknologi kerentanan gerakan tanah dan jatuhnya batuan di lokasi intake			*
	Rekonstruksi dan pemeliharaan intake	*	*	
	Optimalisasi kapasitas produksi dan penurunan tingkat kebocoran	*	*	
	Sosialisasi dan kampanye kerentanan SDA	*	*	*
BNA PANGKAJENE	Monitoring kualitas SDA	*		
	Pemetaan penentuan lokasi daerah resapan	*		
	Pembuatan sumur resapan, embung di daerah resapan	*		
	Pemeliharaan pompa & pipa produksi	*		
	Sosialisasi kerentanan SDA dan kualitas air	*		
IKK TELLU LIMPOE	Monitoring kualitas SDA	*	*	
	Pemeliharaan dan pembersihan sedimentasi di lokasi intake	*	*	
	Pemetaan dan deliniasi <i>catchment area</i> intake	*	*	*
	Pembuatan sumur resapan, biopori, embung/DAM pengendali/DAM penahan, <i>checkdam</i> berseri	*	*	*
	Kajian geoteknologi kerentanan gerakan tanah dan jatuhnya batuan kompleks IPA			*
	Kampanye dan sosialisasi penggunaan air bersih (PDAM)	*	*	
	Sosialisasi dan kampanye kerentanan SDA	*	*	*

Tabel 7 di atas ini berisi ringkasan daftar pendek pilihan adaptasi yang dipertimbangkan untuk dua aset/sistem PDAM dan bahaya-bahaya yang akan ditanggulangnya. Daftar lengkap tentang pilihan-pilihan adaptasi disampaikan di **Lampiran 8**.

Dengan mendasarkan pada pilihan-pilihan adaptasi prioritas di atas yang dikembangkan PDAM dan pemangku kepentingan, IUWASH juga merekomendasikan untuk mempertimbangkan hal-hal berikut:

- PDAM perlu melakukan penguatan organisasi dan manajemen sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan menuju standar pelayanan prima. Standar operasional prosedur (SOP) yang melingkupi seluruh operasional PDAM perlu disusun sebagai kelengkapan organisasi dan manajemen dan kemudian dilaksanakan dengan konsisten.
- Tingkat kehilangan air yang masih cukup tinggi memerlukan upaya yang serius, konsisten, dan berkelanjutan dalam bentuk pelaksanaan program penurunan tingkat kehilangan air (NRW).

Program tersebut tentunya akan menuntut pengelolaan air mulai dari sumber air baku, IPA, pipa distribusi, dan berujung pada sambungan pelanggan harus dilakukan lebih efisien.

- Peningkatan pemahaman kondisi hidrogeologis dengan tujuan merubah paradigma saat ini yang menjadikan air tanah sebagai sumber air baku utama menuju paradigma masa depan yang hanya menjadikan air tanah sebagai sumber air alternatif pada saat kritis. Sumber air utama selanjutnya beralih ke penggunaan air permukaan sehingga mendorong terciptanya pengelolaan daerah aliran sungai yang berwawasan lingkungan mulai dari hulu hingga hilir dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan termasuk masyarakat.
- PDAM harus melakukan monitoring kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan keterjangkauan air baku maupun hasil produksi secara berkala. Data hasil monitoring tersebut dapat menjadi bahan evaluasi untuk selanjutnya dasar perencanaan program peningkatan pelayanan PDAM.
- PDAM harus meningkatkan kapasitas produksi sehingga dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat termasuk upaya intensif untuk mencari sumber-sumber air baru. Hal ini mutlak diperlukan dengan alasan kewajiban PDAM untuk dapat
- memenuhi kebutuhan air bersih seluruh masyarakat yang diproyeksikan akan terus meningkat. Kebutuhan air bersih dari sisi industri juga harus menjadi pertimbangan proyeksi peningkatan kebutuhan.
- PDAM harus meningkatkan kualitas sistem pengolahan air bersih agar menghasilkan kualitas air sesuai standar. Kebutuhan air bersih tidak saja berfokus pada kuantitas yang memang selalu bertumbuh namun juga dari sisi kualitas yang juga dituntut untuk selalu ditingkatkan. Perlu diingat bahwa perubahan iklim tidak saja berpotensi pada perubahan kuantitas air baku namun juga memungkinkan terjadinya gangguan terhadap kualitas air baku. Hal ini berarti adanya tuntutan terhadap pengolahan air baku untuk memenuhi standar air bersih.
- PDAM telah menggunakan SIG sebagai alat bantu pengelolaan basis data spasial. Konsekuensi dari penggunaan SIG adalah diperlukan adanya pengelolaan basis data yang telah disusun agar dapat terus digunakan secara optimal. Pemutakhiran data mutlak diperlukan terkait data operasional PDAM yang dinamis, berubah seiring waktu.
- Pembatalan UU SDA menuntut prioritas pengelolaan sumber daya air berada pada badan usaha milik negara (BUMN) maupun badan usaha milik daerah (BUMD). Kondisi ini harus disikapi sebagai momentum PDAM untuk semakin didukung dan dikembangkan. Di satu sisi, PDAM bisa melakukan peninjauan kembali kepada pemerintah daerah untuk lebih peduli terhadap air bersih melalui pemberian dana investasi. Di sisi sebaliknya, pemerintah daerah harus memberikan respon dalam bentuk alokasi pendanaan bagi PDAM di dalam APBD secara berkelanjutan.

4 RENCANA AKSI

4.1 LANGKAH KE DEPAN UNTUK IMPLEMENTASI RENCANA ADAPTASI

Berdasarkan hasil-hasil kajian kerentanan penyediaan air minum, identifikasi titik-titik kerentanan, analisis matriks risiko aset, serta diskusi dan prioritas pilihan-pilihan adaptasi, PDAM bersama-sama dengan pemerintah kabupaten menyepakati aksi-aksi jangka pendek yang akan dilaksanakan dalam waktu enam bulan ke depan.

Aksi-aksi spesifik akan mencakup seperti berikut:

- **Aksi #1:** Upaya-upaya telah dilakukan oleh IUWASH untuk penguatan pemahaman para pemangku kepentingan tentang kerentanan sumber daya air akibat perubahan iklim. Pemahaman pada tingkatan yang sama diharapkan akan menghasilkan kesamaan visi dalam mewujudkan perlindungan sumber daya air dari dampak perubahan iklim. Aksi ini berbentuk pelatihan, diskusi kelompok terfokus (*FGD*), dan *workshop*.
- **Aksi #2:** IUWASH memberikan dukungan teknis dan pembiayaan untuk dilakukannya studi geoteknik penguatan konstruksi fasilitas WTP Tellu Limpoe. Berdasarkan pada kondisi WTP Tellu Limpoe yang berada di wilayah yang cukup rawan dari geoteknik, studi ini bertujuan untuk memberikan keyakinan akan kelayakan lokasi dari sisi keteknikan dan akan menjadi dasar desain teknis penguatan konstruksi aset yang saat ini terlihat telah mengalami kerusakan.
- **Aksi #3:** Dirasakan perlu untuk disusun regulasi dalam bentuk Peraturan Bupati (Perbup) terkait pengelolaan dan perlindungan sumber daya air. Dengan dampingan IUWASH, peraturan tersebut disusun untuk memayungi dan sekaligus menjadi dasar dalam perencanaan, pelaksanaan, monitoring, dan evaluasi seluruh kegiatan termasuk menjamin pengalokasian anggaran program-program terkait pengelolaan dan perlindungan sumber daya air.



Gambar 13: Kondisi WTP Tellu Limpoe yang rawan terhadap kerusakan konstruksi akibat lahan yang berisiko longsor.

4.2 INTEGRASI KE DALAM PERENCANAAN JANGKA MENENGAH DAN JANGKA PANJANG

Berkaitan dengan implementasi aksi-aksi adaptasi jangka menengah dan jangka panjang, adalah penting bahwa hasil-hasil kajian kerentanan dan diskusi perencanaan adaptasi ini terintegrasi dengan rencana pengembangan PDAM dan pemerintah kabupaten secara lebih luas. Dengan kata lain, penyiapan “rencana adaptasi” spesifik adalah penting sebagai langkah awal bagi peningkatan perencanaan adaptasi perubahan iklim. Sementara itu, pendekatan yang lebih berkelanjutan dalam jangka panjang, yakni hasil-hasil kajian dan proses diskusi pemangku kepentingan perlu terintegrasi ke dalam mekanisme perencanaan yang ada, yaitu Rencana Pengembangan Usaha (*Business Plan*) dan/atau RKAP PDAM

serta rencana jangka pendek dan jangka panjang pemerintah kabupaten. Aksi-aksi spesifik ini termasuk:

- PDAM akan menyusun program untuk perencanaan dan pelaksanaan kegiatan-kegiatan adaptasi perubahan iklim terhadap aset alami dan aset terbangun PDAM
- PDAM akan mengintegrasikan hasil-hasil Kajian Kerentanan dan Rencana Adaptasi ke dalam revisi *Business Plan* untuk 5 tahun berikutnya; dan
- Pemerintah kabupaten akan menyusun program dan membahas untuk penganggarannya bagi peningkatan pengelolaan sumber daya air dalam rencana dan anggaran tahunan APBD yang akan datang.
- PDAM akan secara intens melakukan koordinasi pelaksanaan program regionalisasi air baku Wilayah Ajatappareng

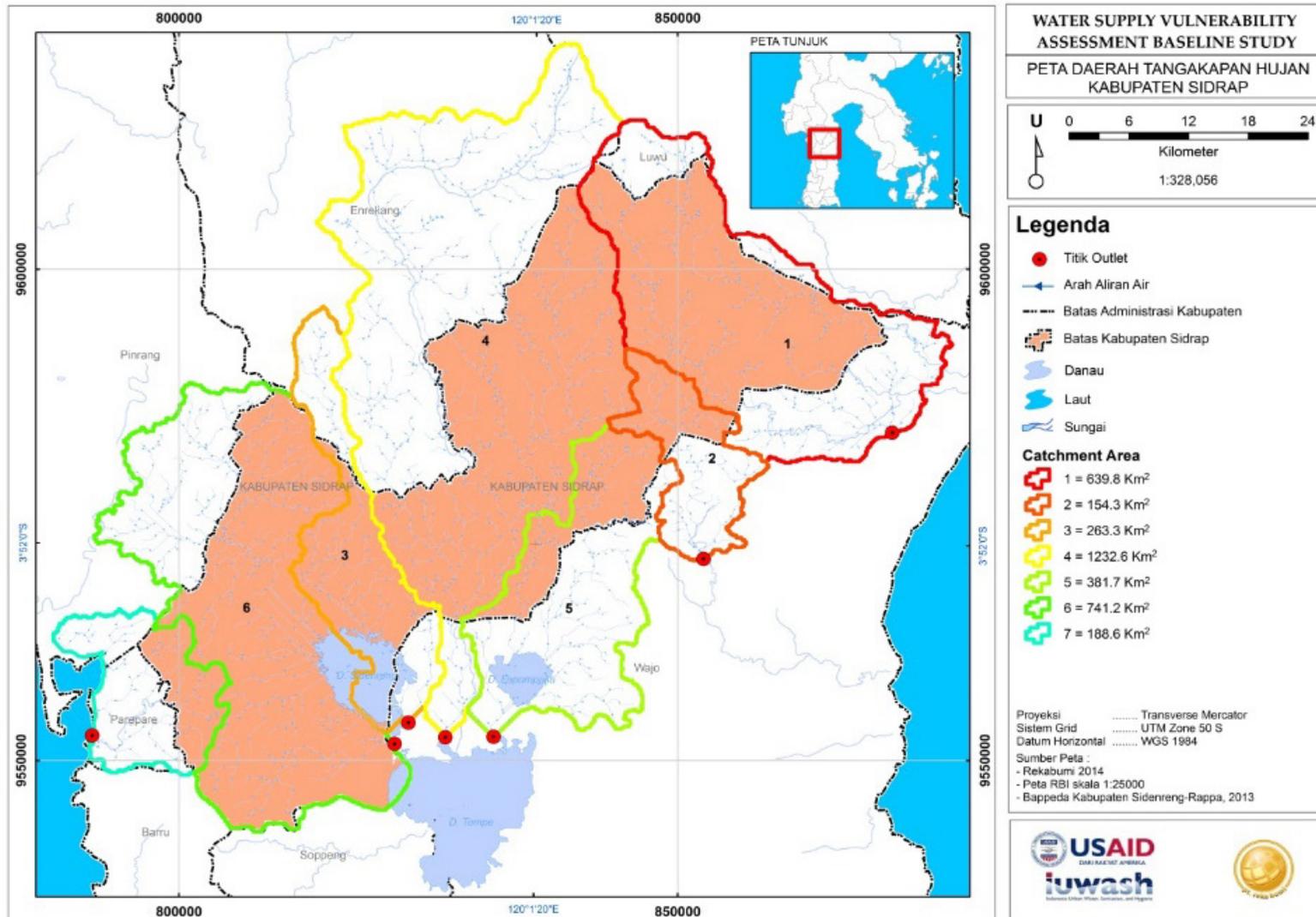
Integrasi Kajian Kerentanan dan Rencana Adaptasi ke dalam dokumen perencanaan pemerintah kabupaten dan PDAM akan mendorong pembelajaran yang terus-menerus dan dapat meningkatkan pendekatan adaptasi. Masih banyak yang belum diketahui tentang bagaimana perubahan iklim dapat berdampak pada lokasi tempat aset alami dan aset terbangun berada. Oleh karenanya, adaptasi perubahan iklim berdasarkan pada pendekatan yang iteratif/berkesinambungan dalam kerangka perencanaan pemerintah kabupaten/PDAM, sehingga perencanaan tersebut secara berkala diperbaharui berdasarkan pengetahuan ilmiah terkini, pengalaman-pengalaman yang terus bertambah, dan kebutuhan masyarakat.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

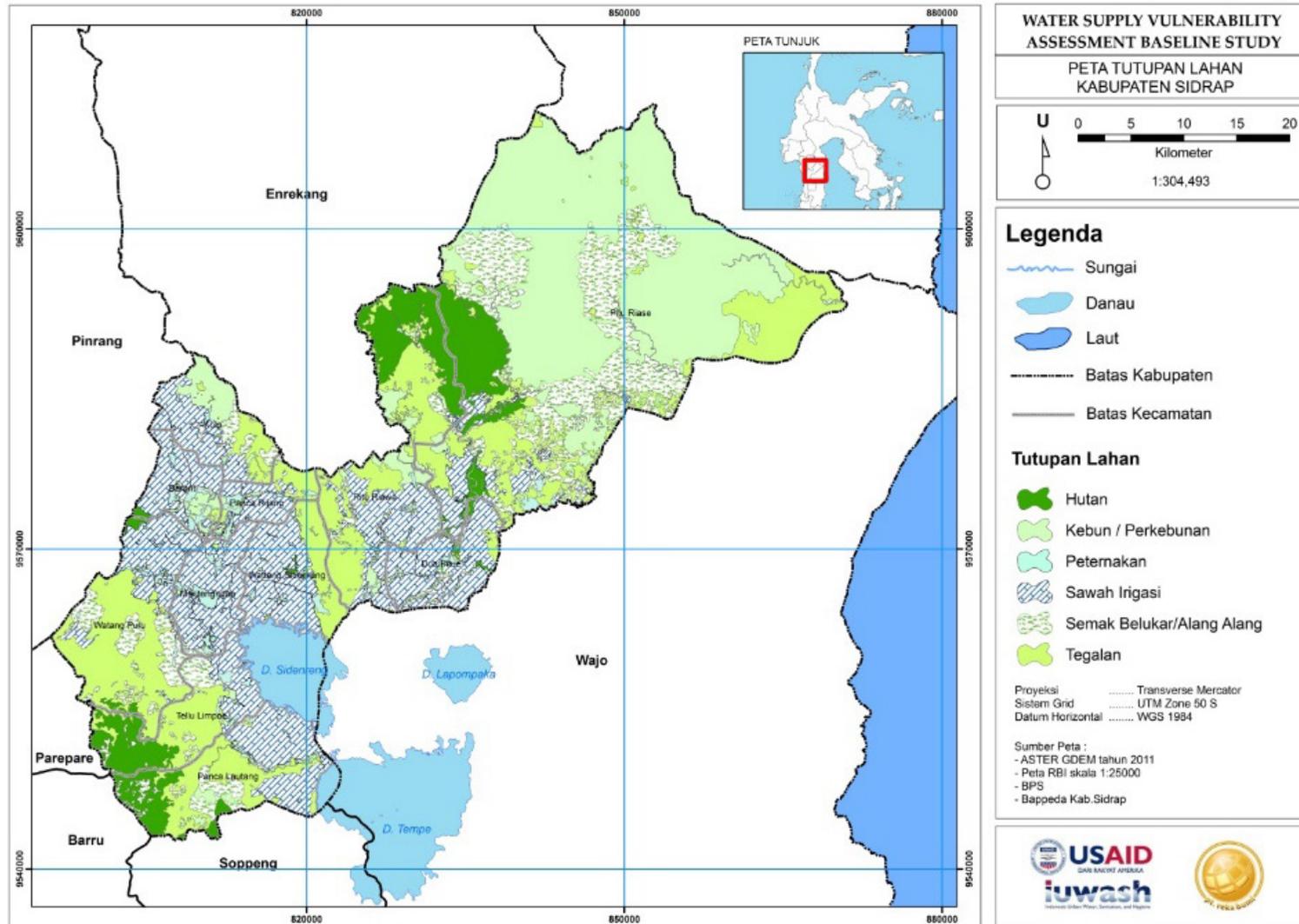
LAMPIRAN I: KRONOLOGI PROSES VA & AP

Date	Activity/Event	Major Output	Stakeholders
February 2014	Initial assessment: - Discussion with PDAM - Field survey of raw water sources used by PDAM	- Indication of drops of quantity in springs & deep well. PDAM recognized this fact. - Identified needs for CCVA study	PDAM, IUWASH
May 2014	Selection of institution to conduct CCVA through tendering process	PT Reka Bumi (PT RBI) qualified and was selected to conduct CCVA study	PT RBI, IUWASH
June 2014	Kick off meeting: Meeting and discussion among, Kab. Sidrap, IUWASH, and PT RBI	- Understanding of CCVA work activities to be undertaken - Agreement on schedule, data collection, and support of PDAM	PDAM, PT RBI, IUWASH
March 2015	Workshop on the CCVA study: Results of study was discussed with stakeholders	Completion of CCVA document that presented dynamics of water supply and demand, assets vulnerability, and recommended adaptation options	PDAM, local stakeholders, PT RBI, IUWASH
March 2015	Meeting with Bappeda Kab. Sidrap: Discussion on CCVA, planned workshop on ARM, and development of infiltration ponds as an adaptation action	- Understanding of CCVA as basis for adaptation planning - Agreed plan on workshop including: agenda, participants, time & venue, etc. - A request to IUWASH to support Kab. Sidrap in developing local regulation on water resources management	Bappeda, PDAM, IUWASH
March 2015	ARM/adaptation workshop: Stakeholders workshop on ARM & adaptation options development	- ARM and adaption options were developed by PDAM and other key local government agencies - Common understanding that Sidrap should address water resources issues	PDAM, local government agencies, PT RBI, IUWASH

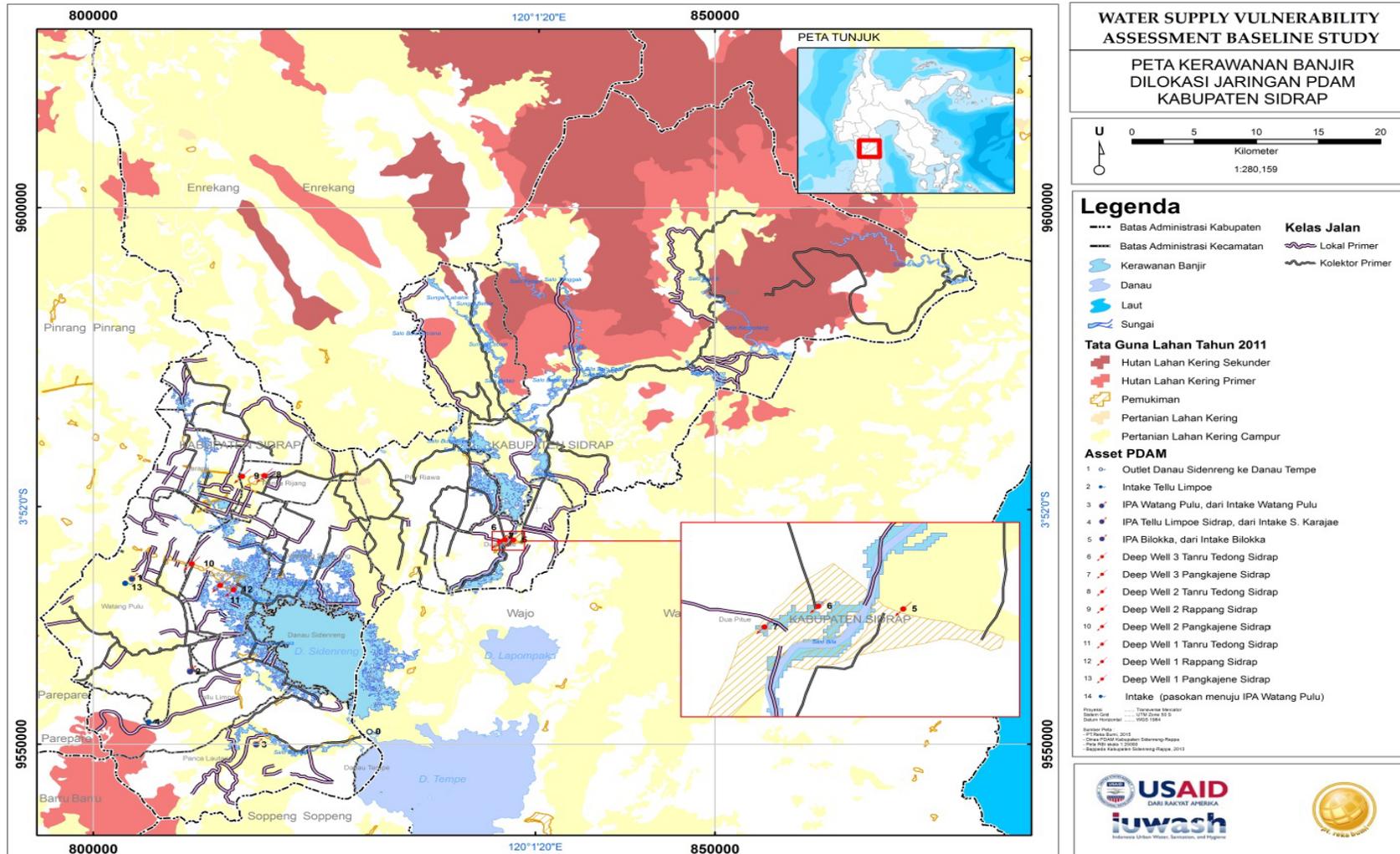
LAMPIRAN 2: PETA DAERAH TANGKAPAN HUJAN DI KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG



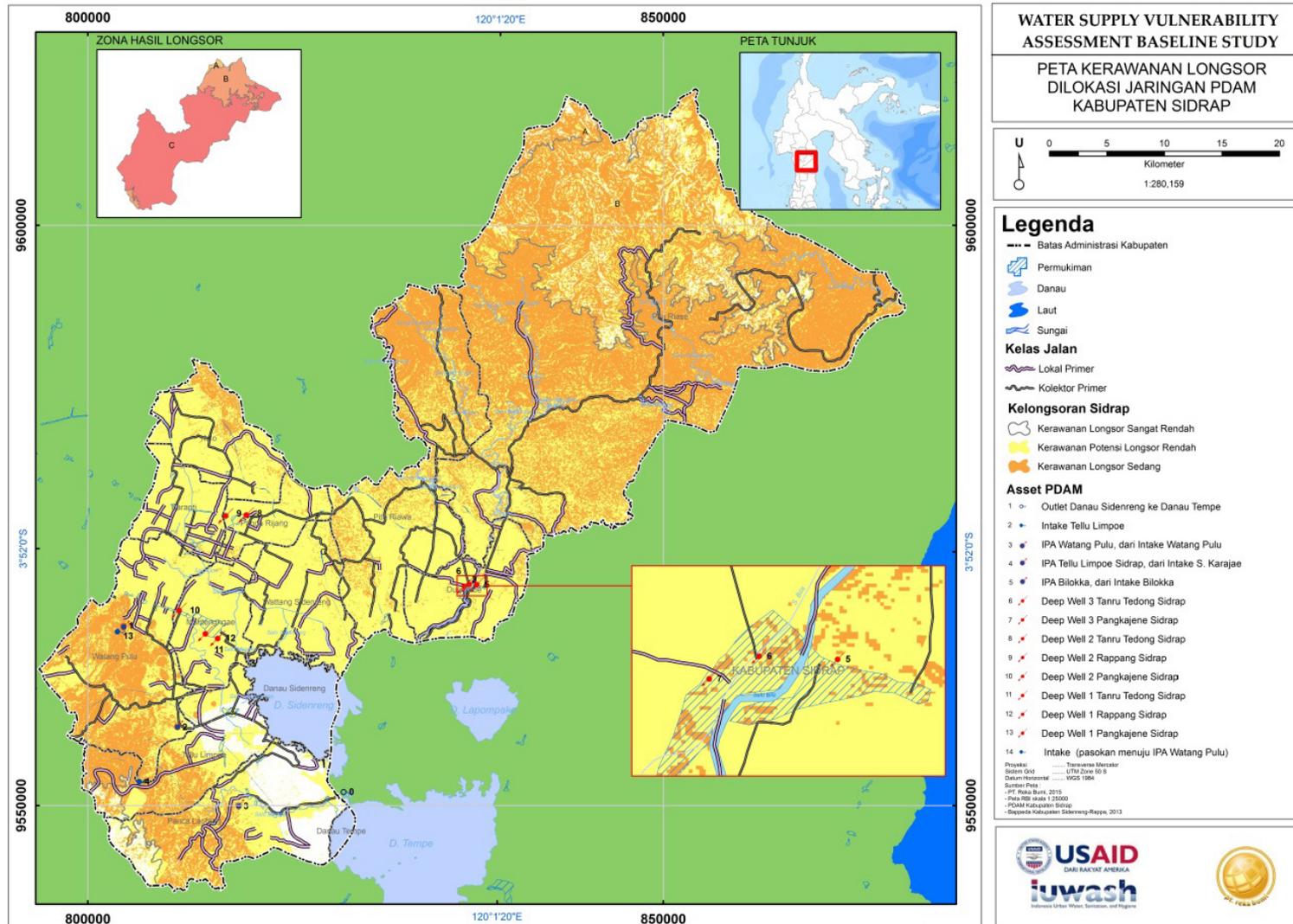
LAMPIRAN 3: PETA TUTUPAN LAHAN KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG



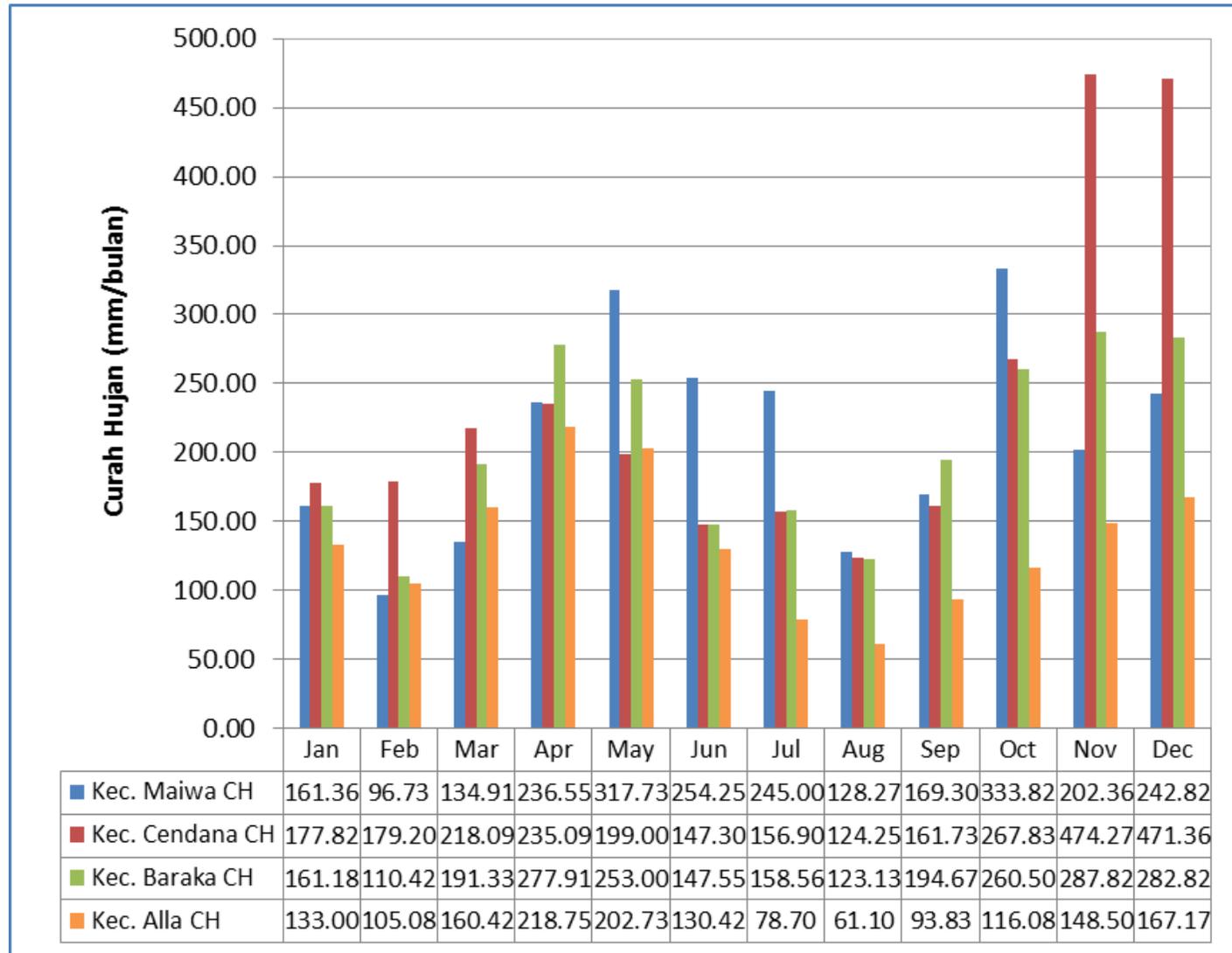
LAMPIRAN 4: PETA KERAWANAN BANJIR DI LOKASI JARINGAN PDAM KAB. SIDENRENG RAPPANG



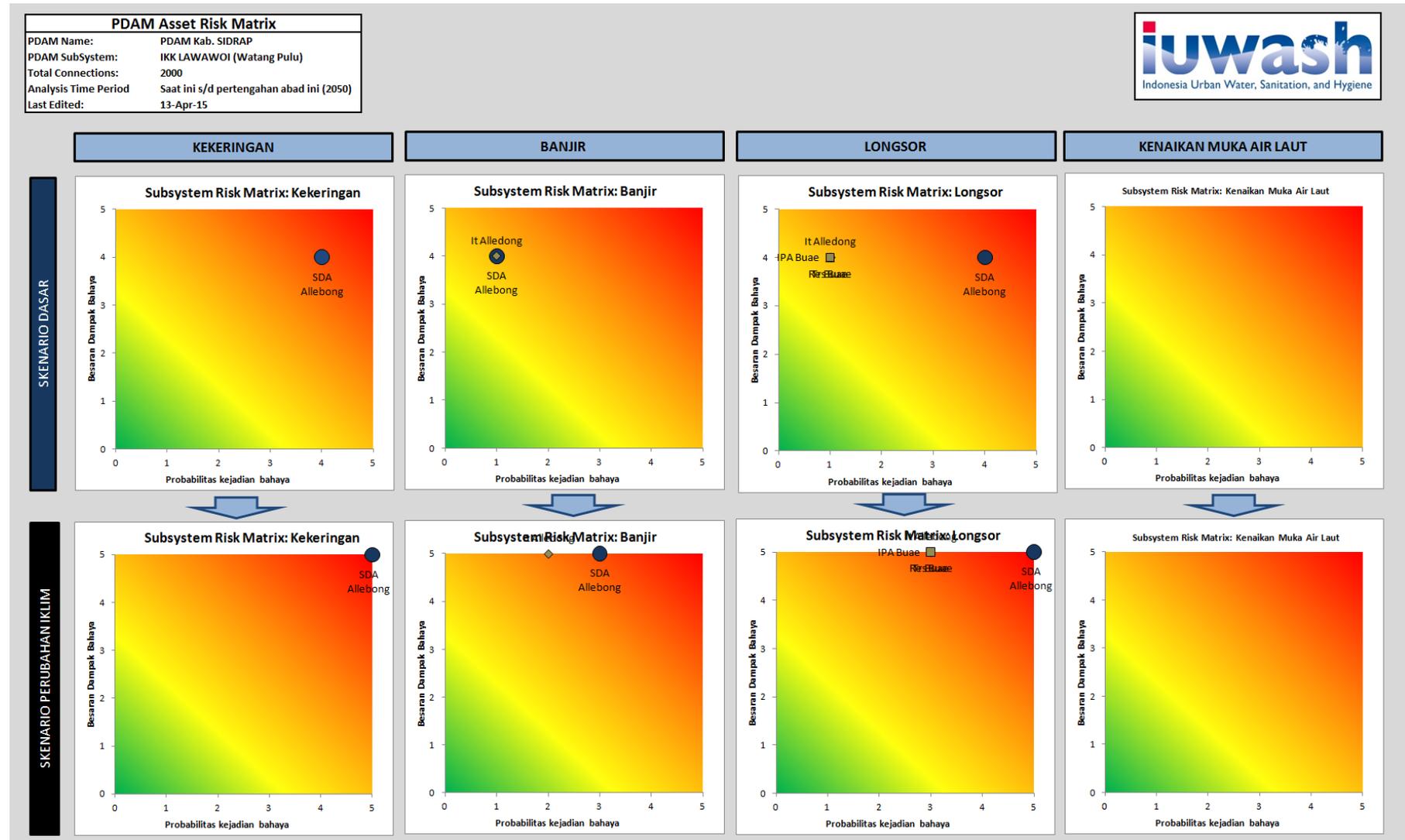
LAMPIRAN 5: PETA KERAWANAN LONGSOR DI LOKASI JARINGAN PDAM KAB. SIDENRENG RAPPANG

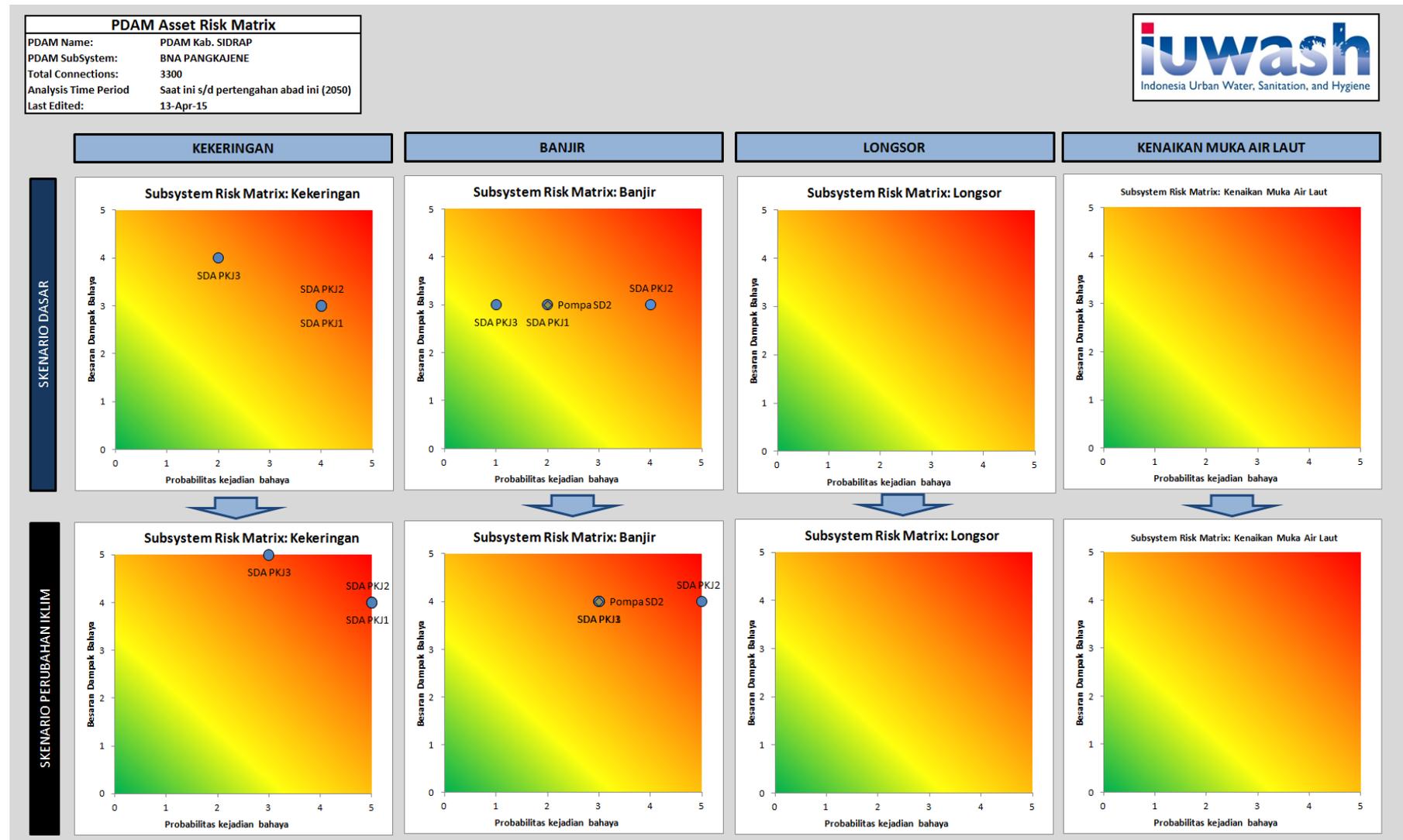


LAMPIRAN 6: DATA CURAH HUJAN KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG

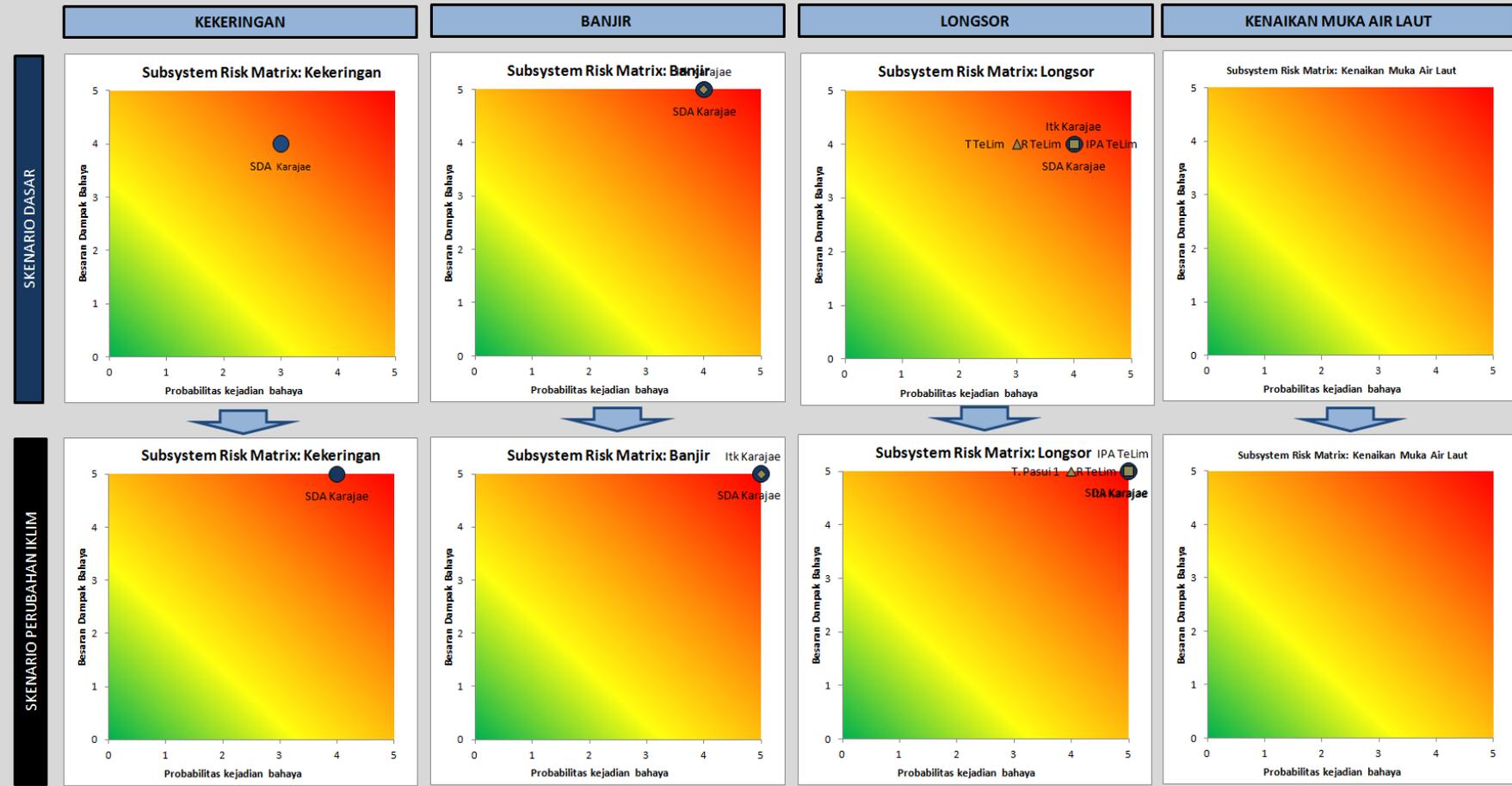


LAMPIRAN 7: MATRIKS RISIKO ASET PER SUBSISTEM





PDAM Asset Risk Matrix	
PDAM Name:	PDAM Kab. SIDRAP
PDAM SubSystem:	IKK TELLU LIMPOE
Total Connections:	1000
Analysis Time Period	Saat ini s/d pertengahan abad ini (2050)
Last Edited:	13-Apr-15



LAMPIRAN 8: EVALUASI PILIHAN-PILIHAN ADAPTASI

Pilihan Adaptasi Perubahan Iklim Penyediaan Air Bersih Kabupaten Sidrap Unit/ subsystem: IKK LAWAWOI

Klasifikasi Adaptasi	Pilihan Adaptasi	Bencana/Bahaya			Kriteria Pemilihan (KP)					Total Skor (KP)
		Kekeringan	Banjir	Tanah Longsor	Biaya	Kerumitan (teknis, koordinasi, dll.)	Penerimaan politis	Kecepatan Pelaksanaan	Besarnya manfaat	
Perlindungan Sumber Air (Aset Alami) Sumber Daya Air (Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas)	Monitoring kualitas SDA	*	*		3	3	3	3	3	15
	Pembuatan sumur resapan, biopori, embung/DAM pengendali/DAM penahan	*	*	*	2	3	3	3	3	14
	Penyusunan kebijakan pengelolaan kualitas sumber daya air	*	*	*	1	1	2	1	3	8
	Pembangunan prasedimentasi atau reservoir & aksesorisnya	*	*		2	2	2	2	3	11
	Pemeliharaan dan pembersihan sedimentasi di lokasi intake	*	*		3	3	3	3	3	15
Catchment Area (Topografi, Penggunaan Lahan, vegetasi)	Agroforestry (Wana Tani)	*	*	*	3	3	3	1	3	13
	Konservasi tanah dan air (tersaering) <i>Alley cropping</i>	*	*	*	2	3	3	2	3	13
	Pembentukan forum pemakai dan pengelola SDA	*	*	*	2	1	2	1	3	9
	Pemetaan dan deliniasi <i>catchment area</i> intake	*	*	*	3	3	3	3	3	15
	RUTRW dan peraturan penggunaan lahan	*	*	*	1	1	1	1	3	7
	Pembuatan sumur resapan, biopori, embung/DAM pengendali/DAM penahan, <i>checkdam</i> berseri	*	*	*	2	2	3	3	3	13
Pilihan Infrastruktur (Aset Buatan)	Kajian geoteknologi kerentanan gerakan tanah dan jatuhnya batuan di lokasi intake			*	2	3	3	3	3	14
	Penguatan lereng dan dinding intake PDAM			*	1	3	3	2	3	12
	Rekonstruksi dan pemeliharaan intake	*	*		2	3	3	3	3	14
Pengelolaan Kebutuhan Air (Efisiensi)	Kampanye dan sosialisasi penggunaan air bersih (PDAM)	*	*		2	3	2	2	3	12
	Optimalisasi kapasitas produksi & penurunan tingkat kebocoran	*	*		2	2	3	3	3	13
Perencanaan dan Pengelolaan Informasi	Sosialisasi dan kampanye kerentanan SDA	*	*	*	2	3	2	2	3	12
	Pembuatan peraturan pengelolaan, pemakaian dan perlindungan SDA	*	*	*	1	1	1	1	3	7
Pelimpahan Risiko	Tanggung jawab SKPD terkait	*			2	2	3	3	3	13

Pilihan Adaptasi Perubahan Iklim Penyediaan Air Bersih Kabupaten Sidrap Unit/ subsystem: BNA PANGKAJENE

Klasifikasi Adaptasi	Pilihan Adaptasi	Bencana/Bahaya	Kriteria Pemilihan (KP)					Total Skor (KP)
		Kekeringan	Biaya	Kerumitan (teknis, koordinasi, dll.)	Penerimaan politis	Kecepatan Pelaksanaan	Besarnya manfaat	
Perlindungan Sumber Air (Aset Alami) Sumber Daya Air (Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas)	Pengurangan pemompaan dan produksi	*	3	3	1	3	2	12
	Monitoring kualitas SDA	*	3	3	3	3	3	15
	Pencarian alternatif sumberdaya air baru	*	1	2	2	1	3	9
	Meng-koneksi jaringan DW 3 atau dengan jaringan lain (IKK Tellu Limpoe dan IKK Biloka)	*	1	2	2	2	1	8
Catchment Area (Topografi, Penggunaan Lahan, vegetasi)	Pemetaan penentuan lokasi daerah resapan	*	3	2	2	1	3	11
	Revegetasi dan konservasi kawasan resapan	*	2	3	3	1	3	12
	Pembuatan sumur resapan, embung di daerah resapan	*	2	3	3	3	3	14
Pilihan Infrastruktur (Aset Buatan)	Pembangunan sistem SPAM baru atau interkoneksi dengan eksisting	*	1	2	1	1	3	8
	Pemeliharaan pompa & pipa produksi	*	2	3	3	3	3	14
Pengelolaan Kebutuhan Air (Efisiensi)	Optimalisasi kapasitas produksi dan penurunan tingkat kebocoran	*	2	2	3	2	3	12
Perencanaan dan Pengelolaan Informasi	Sosialisasi kerentanan SDA dan kualitas air	*	2	3	3	3	3	14
	Pembuatan peraturan pengelolaan SDA	*	1	1	1	1	3	7
Pelimpahan Risiko	Tanggung jawab SKPD terkait	*	2	2	3	3	3	13

Pilihan Adaptasi Perubahan Iklim Penyediaan Air Bersih Kabupaten Sidrap Unit/ subsystem: IKK TELLU LIMPOE

Klasifikasi Adaptasi	Pilihan Adaptasi	Bencana/Bahaya			Kriteria Pemilihan (KP)					Total Skor (KP)
		Kekeringan	Banjir	Tanah Longsor	Biaya	Kerumitan (teknis, koordinasi, dll.)	Penerimaan politis	Kecepatan Pelaksanaan	Besarnya manfaat	
Perlindungan Sumber Air (Aset Alami) Sumber Daya Air (Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas)	Konservasi tanah dan air (sipil teknis dan revegetasi)	*	*	*	1	3	3	2	2	11
	Monitoring kualitas SDA	*	*		3	3	3	3	3	15
	Pembuatan sumur resapan, biopori, embung/DAM Pengendali/DAM Penahan	*	*	*	3	2	3	3	3	14
	Penyusunan kebijakan pengelolaan kualitas sumber daya air	*	*	*	1	1	2	1	3	8
	Pembangunan prasedimentasi atau reservoir & aksesorisnya	*	*		2	2	2	2	3	11
	Pemeliharaan dan pembersihan sedimentasi di lokasi intake	*	*		3	3	3	3	3	15
Catchment Area (Topografi, Penggunaan Lahan, vegetasi)	Konservasi tanah dan air (terasering) <i>Alley cropping</i>	*	*	*	2	3	3	2	3	13
	Pembentukan forum pemakai dan pengelola SDA	*	*	*	2	1	2	1	2	8
	Pemetaan dan deliniasi <i>catchment area</i> intake	*	*	*	3	3	3	3	3	15
	RUTRW dan peraturan penggunaan lahan	*	*	*	1	1	1	1	3	7
	Pembuatan sumur resapan, biopori, embung/DAM Pengendali/DAM Penahan, <i>checkdam</i> berseri	*	*	*	2	2	3	3	3	13
Pilihan Infrastruktur (Aset Buatan)	Relokasi dan rekonstruksi pipa transmisi	*	*		2	3	3	3	3	14
	Kajian geoteknologi kerentanan gerakan tanah dan jatuhnya batuan kompleks IPA			*	2	3	3	3	3	14
	Penguatan lereng dan dinding bangunan fasilitas PDAM			*	1	2	2	3	3	11
	Perlindungan bangunan reservoir, IPA dan fasilitas produksi lainnya dari jatuhnya batu dan longsoran tanah			*	1	2	2	2	3	10
	Pembangunan prasedimentasi atau reservoir & aksesorisnya	*	*		3	3	3	3	3	15
	Rekonstruksi dan pemeliharaan intake	*	*		2	2	2	2	3	11
Pengelolaan Kebutuhan Air (Efisiensi)	Kampanye dan sosialisasi penggunaan air bersih (PDAM)	*	*		3	3	3	3	2	14
	Optimalisasi kapasitas produksi dan penurunan tingkat kebocoran	*	*		2	2	2	2	3	11
Perencanaan dan Pengelolaan Informasi	Sosialisasi dan kampanye kerentanan SDA	*	*	*	2	2	2	1	2	9
	Pembuatan peraturan pengelolaan, pemakaian dan perlindungan SDA	*	*	*	2	1	1	1	3	8
Pelimpahan Risiko	Tanggung jawab SKPD terkait	*			2	2	3	3	3	13

INDONESIA URBAN WATER SANITATION AND HYGIENE

**Mayapada Tower 10th Fl
Jalan Jendral Sudirman Kav. 28
Jakarta 12920
Indonesia**

**Tel. +62-21 522 - 0540
Fax. +62-21 522 - 0539**

www.iuwash.or.id