

**MANAJEMEN ALOKASI SUMBER DAYA AIR UNTUK
KABUPATEN ACEH BESAR MENGGUNAKAN PEMODELAN
*WATER EVALUATION AND PLANNING (WEAP)***

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

**YUNAL MABRUR
NIM. 180702047
Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**MANAJEMEN ALOKASI SUMBER DAYA AIR UNTUK
KABUPATEN ACEH BESAR MENGGUNAKAN PEMODELAN
WATER EVALUATION AND PLANNING (WEAP)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Prodi Teknik Lingkungan

Oleh:

**Yunal Mabrur
NIM. 180702047**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I.

Pembimbing II.


**M. Faisi Ikhsyali, M.Eng.
NIDN. 2008109101**


**Aulia Rohendi, M.Sc.
NIDN. 2010048202**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh**


**Husnawati Yahya, M.Sc.
NIP. 198311092014032002**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

MANAJEMEN ALOKASI SUMBER DAYA AIR UNTUK KABUPATEN ACEH BESAR MENGGUNAKAN PEMODELAN *WATER EVALUATION AND PLANNING (WEAP)*

TUGAS AKHIR

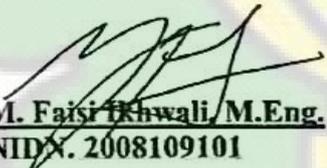
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Prodi Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 25 Juli 2023
7 Muharram 1445 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris

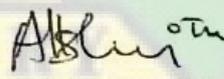

M. Faisi Khwaly, M.Eng.
NIDN. 2008109101


Aulia Rohendi, M.Sc.
NIDN. 2010048202

Penguji I,

Penguji II,

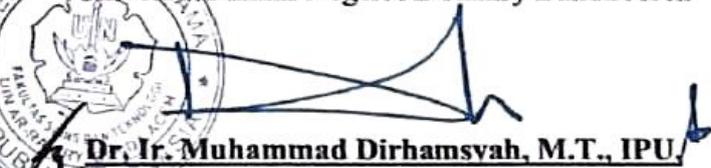

Ir. Yeggi Darnas, M.T.
NIDN. 2020067905


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh




Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yunal Mabrrur
NIM : 180702047
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul : Manajemen Alokasi Sumber Daya Air Untuk Kabupaten Aceh Besar Menggunakan Pemodelan *Water Evaluation and Planning (WEAP)*

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 15 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Yunal Mabrrur
Yunal Mabrrur

NIM. 180702047

ABSTRAK

Nama : Yunal Mabror
NIM : 180702047
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Manajemen Alokasi Sumber Daya Air untuk Kabupaten Aceh Besar Menggunakan Pemodelan *Water Evaluation and Planning* (WEAP)
Tanggal Sidang : 25 Juli 2023
Jumlah Halaman : 95
Pembimbing I : M. Faisi Ikhwal, M. Eng.
Pembimbing II : Aulia Rohendi, M.Sc.
Kata Kunci : Pertumbuhan penduduk, *water demand*, *supply delivered*, *coverage*, pemodelan *water evaluation and planning* (WEAP).

Kebutuhan akan sumber daya air, terus mengalami peningkatan setiap tahunnya seiring bertambah laju pertumbuhan penduduk. Jumlah penduduk Kabupaten Aceh Besar mengalami peningkatan dari tahun 2012–2021 sebesar 371.412–409.527 jiwa, sehingga menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan dalam memenuhi kebutuhan air di sektor pertanian dan kebutuhan air baku. Salah satu sumber daya air utama yang digunakan oleh penduduk dan wilayah pertanian di Kabupaten Aceh Besar adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh. Oleh karena itu diperlukan pemodelan *water evaluation and planning* (WEAP) dalam memprediksi jumlah penggunaan debit DAS Krueng Aceh yang digunakan untuk wilayah 12 kecamatan di Kabupaten Aceh Besar yang dilayani oleh PDAM Tirta Mountala dan wilayah pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prediksi *water demand* (kebutuhan air), *supply delivered* (pasokan air yang dikirimkan) oleh PDAM Tirta Mountala dan *coverage* (cakupan kebutuhan air) periode 2021-2045. Pemodelan WEAP mampu memprediksi dua skenario yaitu (*scenario water demand*) dan (*supply delivered*) dengan menggunakan data jumlah penduduk dan jumlah pelanggan. Hasil *running* yang diperoleh untuk total debit *water demand* selama 25 tahun mendatang adalah, sebesar 295.150.356 m³. Kebutuhan air terbanyak terdapat di Kec. Ingin Jaya sebesar 44.226.233 m³, dan kebutuhan air terendah di Kec. Kuta Malaka sebesar 6.483.489 m³. Kebutuhan air di wilayah pertanian selama 25 tahun mendatang sebesar 23.875.900 m³. Sedangkan Total debit *supply delivered* untuk 25 tahun mendatang sebesar 187.270.859 m³. Total debit terbanyak berada di Kec. Ingin Jaya sebesar 46.669.732 m³, dan *supply* terendah terdapat di Kec. Masjid Raya sebesar 522.487 m³. Debit yang ada pada DAS Krueng Aceh masih dapat memenuhi *water demand* jumlah penduduk dan pertanian serta *supply delivered* oleh PDAM Tirta Mountala untuk jumlah pelanggan selama 25 tahun mendatang dari tahun 2021 sampai tahun 2045 dengan nilai *coverage* 100%.

ABSTRACT

Name : Yunal Mabror
NIM : 180702047
Departement : Environmental Engineering
Title : Management of Water Resources Allocation for Aceh Besar District Using Water Evaluation and Planning (WEAP) Modeling
Date of Session : July 23, 2023
Number of Pages : 95
Advisor I : M. Faisi Ikhwal, M. Eng.
Advisor II : Aulia Rohendi, M.Sc.
Keywords : Population growth, water demand, supply delivered, coverage, water evaluation and planning (WEAP) modeling.

The need for water resources, continues to increase every year as the rate of population growth increases. The population of Aceh Besar Regency has increased from 2012–2021 to 371,412–409,527 people, causing an imbalance in meeting water needs in the agricultural sector and raw water needs. One of the main water resources used by residents and agricultural areas in Aceh Besar Regency is the Krueng Aceh Watershed. Therefore, water evaluation and planning (WEAP) modeling is needed in predicting the amount of Krueng Aceh watershed discharge usage used for 12 sub-districts in Aceh Besar Regency served by PDAM Tirta Mountala and agricultural areas. This study aims to determine the prediction of water demand, supply delivered by PDAM Tirta Mountala and coverage for the period 2021-2045. WEAP modeling is able to predict two scenarios namely (water demand scenario) and (supply delivered) using population and customer data. The running results obtained for the total water demand discharge for the next 25 years are, amounting to 295,150,356 m³. The highest water demand is found in Kec. ingin Jaya of 44,226,233 m³, and the lowest water demand in Kuta Malacca District of 6,483,489 m³. Water demand in agricultural areas over the next 25 years amounted to 23,875,900 m³. Meanwhile, the total supply delivered discharge for the next 25 years is 187,270,859 m³. The highest total discharge is in Kec. ingin Jaya of 46,669,732 m³, and the lowest supply is in Kec. Mesjid Raya of 522,487 m³. The existing discharge in the Krueng Aceh watershed can still meet the water demand for population and agriculture as well as supply delivered by PDAM Tirta Mountala for the number of customers for the next 25 years from 2021 to 2045 with a coverage value of 100%.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT Sang Maha pemberi Rahmat dan Hidayah-Nya. Dia-lah yang Maha Memberi Petunjuk kepada seluruh umat manusia. *Shalawat* besertakan *salam* tidak bosan-bosannya tercurahkan kepada Baginda Nabi besar Muhammad SAW sang penyandang gelar al-amin, suci teladan akhlaknya dan utusan Rasul terakhir bagi umat manusia.

Dengan rasa syukur kepada-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Manajemen Alokasi Sumber Daya Air untuk Kabupaten Aceh Besar menggunakan Pemodelan *Water Evaluation and Planning (WEAP)*”. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk mengikuti sidang tugas akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banyaknya halangan dan cobaan dalam penyelesaian pembuatan tugas akhir ini, tidak mengurangi semangat penulis dalam proses pembuatan tugas akhir ini. Hal itu dikarenakan adanya dukungan dari Orang Tua saya tercinta Bapak Al Munawar Khalil M.Si dan Ibu Yunda Lisa S.Pd beserta Keluarga dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah mendukung penulis dalam proses pembuatan proposal ini. Kemudian, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada bimbingan dan orang yang saya hormati sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Maka penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan dan dosen pembimbing II tugas akhir.

4. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku dosen pembimbing akademik penulis.
5. Bapak M. Faisi Ikhwal, M.Eng, selaku dosen pembimbing I yang telah berkenan membimbing, mengarahkan dan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
6. Seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pelaksanaan dan pembuatan proposal penelitian yang tidak dapat disebutkan satu per-satu.

Penulis berharap Allah SWT membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis juga masih banyak menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan penulisan proposal ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 3 Agustus 2023

Penulis,

Yunal Maburr

DAFTAR ISI

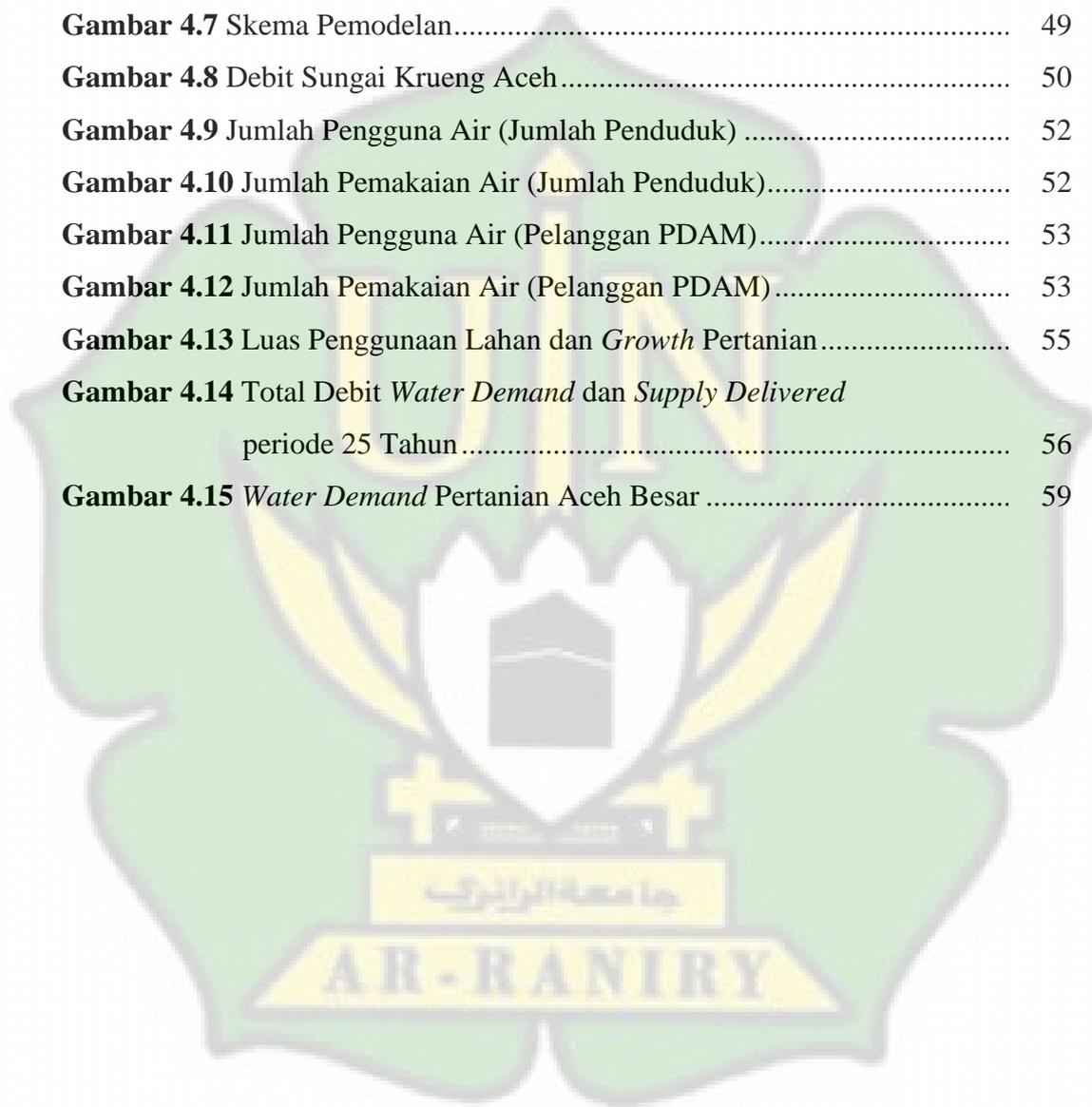
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sumber Daya Air.....	5
2.1.1 Air Tanah	6
2.1.2 Hujan.....	6
2.1.3 Sungai	7
2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	9
2.3 Kondisi Hidrologi DAS Krueng Aceh	10
2.4 Kebutuhan Air	12
2.4.1 Kebutuhan Air Domestik.....	12
2.4.2 Kebutuhan Air Pertanian	14
2.5 Ketersediaan Air.....	15
2.6 Proyeksi Penduduk	15
2.7 Lahan Pertanian	17

2.8 WEAP Model	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Lokasi Penelitian	21
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.3 Pengumpulan Data Penelitian.....	24
3.4 Tahapan (<i>Running WEAP</i>).....	25
3.5 Waktu Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Data Observasi.....	40
4.1.1 Debit DAS Krueng Aceh Tahun 2014-2021.....	40
4.1.2 Debit Pemakaian Air Domestik dari DAS Krueng Aceh	41
4.1.3 Debit Irigasi	45
4.2 <i>Input Data</i> dan Penentuan <i>Growth</i> dalam Pemodelan WEAP.....	48
4.3 Prediksi <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Periode 2021-2045..	55
4.4 <i>Coverage</i> (Cakupan Kebutuhan Air).....	60
BAB V PENUTUP	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.3 Diagram Alir WEAP.....	23
Gambar 3.4 <i>Create Area</i>	25
Gambar 3.5 <i>New Area</i>	26
Gambar 3.6 <i>Set Area</i>	26
Gambar 3.7 <i>Add Vector Layer</i>	27
Gambar 3.8 Memasukkan File	27
Gambar 3.9 <i>General “Year and Time Steps”</i>	28
Gambar 3.10 Menggambar Daerah Aliran Sungai	29
Gambar 3.11 <i>Supply and Resources</i>	29
Gambar 3.12 <i>Monthly Data Sungai</i>	30
Gambar 3.13 <i>Demand Site Domestik</i>	30
Gambar 3.14 Edit Data <i>Demand Site</i>	31
Gambar 3.15 Memasukkan Data <i>Annual Activity Level</i>	31
Gambar 3.16 <i>Annual Water Use Rate</i>	32
Gambar 3.17 <i>Consumption Domestik</i>	32
Gambar 3.18 <i>Demand Site Pertanian</i>	33
Gambar 3.19 Memasukkan Data <i>Annual Activity Level Pertanian</i>	33
Gambar 3.20 Tingkat Penggunaan Air untuk Variasi Bulanan	34
Gambar 3.21 <i>Consumption Pertanian</i>	34
Gambar 3.22 <i>Transmission Link</i>	35
Gambar 3.23 <i>Return Flow</i>	36
Gambar 3.24 Tampilan Skenario Pertama.....	37
Gambar 3.25 Tampilan Skenario Kedua	37
Gambar 3.26 <i>Running Model</i>	38
Gambar 3.27 Hasil <i>Running</i> dalam Bentuk Grafik.....	38
Gambar 4.1 Grafik Total Debit Rata-rata 8 Tahun Terakhir	40
Gambar 4.2 Grafik Debit Rata-rata Bulanan 8 Tahun Terakhir	41

Gambar 4.3 Debit Produksi dan Distribusi PDAM	43
Gambar 4.4 Penggunaan Debit Irigasi pada Lahan Pertanian	45
Gambar 4.5 Persentase Penggunaan Debit Irigasi pada Lahan Pertanian	46
Gambar 4.6 Peta Lahan Pertanian Kabupaten Aceh Besar	48
Gambar 4.7 Skema Pemodelan.....	49
Gambar 4.8 Debit Sungai Krueng Aceh.....	50
Gambar 4.9 Jumlah Pengguna Air (Jumlah Penduduk)	52
Gambar 4.10 Jumlah Pemakaian Air (Jumlah Penduduk).....	52
Gambar 4.11 Jumlah Pengguna Air (Pelanggan PDAM).....	53
Gambar 4.12 Jumlah Pemakaian Air (Pelanggan PDAM).....	53
Gambar 4.13 Luas Penggunaan Lahan dan <i>Growth</i> Pertanian.....	55
Gambar 4.14 Total Debit <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> periode 25 Tahun.....	56
Gambar 4.15 <i>Water Demand</i> Pertanian Aceh Besar	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Luas Sub DAS di DAS Krueng Aceh	11
Tabel 2.2 Kebutuhan Air Domestik	13
Tabel 2.3 Standar Kebutuhan Air Bersih	14
Tabel 3.1 Data Sekunder Penelitian	24
Tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	39
Tabel 4.1 Debit Bulanan DAS Krueng Aceh Tahun 2014-2021	40
Tabel 4.2 Debit Produksi PDAM Bulanan Tahun 2021	42
Tabel 4.3 Debit Distribusi PDAM Bulanan Tahun 2021	42
Tabel 4.4 Pemakaian Air Domestik Tahun 2021	44
Tabel 4.5 Persenan dan Penggunaan Debit Irigasi Tahun 2021	45
Tabel 4.6 Jenis dan Luas Lahan Pertanian Tahun 2021 di Kab. Aceh Besar	47
Tabel 4.7 Jumlah Penduduk dan Pemakaian Air	51
Tabel 4.8 Perubahan Lahan di Kabupaten Aceh Besar	54
Tabel 4.9 Hasil <i>Coverage</i> Tahun 2021-2045	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Baitussalam Periode 2021-2045	70
Lampiran 2	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Darussalam Periode 2021-2045.....	71
Lampiran 3	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Indrapuri Periode 2021-2045.....	72
Lampiran 4	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Ingin Jaya Periode 2021-2045	73
Lampiran 5	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Jantho Periode 2021-2045	74
Lampiran 6	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Krueng Barona Jaya Periode 2021-2045	75
Lampiran 7	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Kuta Baro Periode 2021-2045	76
Lampiran 8	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Kuta Malaka Periode 2021-2045.....	77
Lampiran 9	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Mesjid Raya Periode 2021-2045	78
Lampiran 10	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Montasik Periode 2021-2045	79
Lampiran 11	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Selimuem Periode 2021-2045	80
Lampiran 12	Grafik <i>Water Demand</i> dan <i>Supply Delivered</i> Kecamatan Suka Makmur Periode 2021-2045.....	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang berlimpah di muka bumi dan sangat dibutuhkan dalam keberlangsungan kehidupan manusia. Badan air terbesar yang terdapat dipermukaan bumi adalah air laut sebesar 97,2 %, sedangkan sisanya adalah air yang membeku sebesar 2,15% dan air tawar yang dapat dikonsumsi oleh manusia sebesar 1% dari jumlah air yang ada di bumi. Air tawar tersebut terdapat pada sungai, danau, telaga dan air bawah tanah (Usmany dkk., 2021). Selain digunakan untuk keperluan minum dan rumah tangga, air juga dimanfaatkan dalam bidang kehidupan lainnya yaitu di bidang pertanian, perkebunan, perumahan, industri, pariwisata (Admadhani dkk., 2014). Kekurangan suplai air bersih akan sangat berpengaruh pada berbagai faktor kehidupan manusia, baik kesehatan, ekonomi, dan lain sebagainya (Pahude, 2022).

Kebutuhan akan sumber daya air terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya laju pertumbuhan penduduk, yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan dalam memenuhi kebutuhan air di sektor pertanian dan kebutuhan air baku (Sitompul dan Efrida, 2018). Adanya persebaran potensi sumberdaya air yang tidak merata, mengakibatkan hasil pertanian yang tidak maksimal pada lahan yang ketersediaan airnya tidak mencukupi (Faishal, 2013). Menurut Undang-undang RI No.17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air, air merupakan kebutuhan yang mendasar bagi kehidupan manusia. Berdasarkan Undang-undang tentang sumber daya air, untuk menangani ketidakseimbangan air antara ketersediaan air dan kebutuhan air, maka harus dikelola dengan baik dengan mempertimbangkan fungsi lingkungan sosial dan ekonomi (Santoso, 2015). Ketersediaan air yang tidak tercukupi untuk kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya dapat mengakibatkan terjadinya konflik (Lubis dkk., 2022). Faktor yang mempengaruhi ketersediaan air adalah cara pemberian air dan pengolahan air secara teratur (Kundimang dkk., 2015). Pentingnya peranan air bagi kehidupan

mahluk di permukaan bumi, sangat diperlukan adanya sumber air yang dapat menyediakan air baik dari segi kuantitas dan kualitasnya (Millah, 2019).

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2002), tentang penyusunan neraca sumber daya – bagian 1: sumber daya air spasial didalam SNI 19-6728.1-2002, kebutuhan air bersih untuk penduduk perkotaan diperlukan 120 liter/orang/hari, sedangkan untuk penduduk pedesaan memerlukan 60 liter/orang/hari. Air bersih harus memenuhi persyaratan yang telah tertera di dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua*, dan pemandian umum sebagai berikut: jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, ph netral dan bebas mikroorganisme. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum membagi lagi standar kebutuhan air bersih tersebut berdasarkan lokasi wilayah. Penggunaan air untuk pertanian di Indonesia sebesar 60%. Luas pertanian dari tahun 2010–2020 mengalami penurunan lahan pertanian dari 232.046– 190.309 ha di wilayah Kabupaten Aceh Besar. Kebutuhan air pertanian juga mengalami peningkatan seiring laju pertumbuhan penduduk. Meningkatnya jumlah penduduk perlu diimbangi dengan peningkatan kebutuhan bahan pangan (Fajri, 2018).

Sumber air utama yang dimanfaatkan oleh masyarakat penduduk Kabupaten Aceh Besar berasal dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh. Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh memiliki luas sekitar 176.552,45 ha, yang merupakan salah satu dari 153 DAS dan Krueng Aceh juga termasuk dalam 3,06% dari total luas Provinsi Aceh (5.765.798,45) ha (Helmi dan Sriwulandari, 2022). Pengaruh jumlah kebutuhan air pada DAS Krueng Aceh juga saling berkaitan dengan tingkat laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Aceh Besar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Aceh Besar, jumlah penduduk Kabupaten Aceh Besar mengalami peningkatan dari 10 tahun terakhir yaitu tahun 2012 – 2021 sebesar 371.412– 409.527 jiwa. Peningkatan penduduk dan perubahan lahan pertanian merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi permintaan air bersih, sehingga tidak menutup kemungkinan kebutuhan air pada wilayah Kabupaten Aceh Besar mengalami kekurangan air bersih terlebih lagi dipengaruhi oleh faktor lain seperti

perubahan iklim dan dapat mendorong ke arah krisis sosial dan krisis ekonomi dimasa yang akan datang.

Berdasarkan penjabaran diatas maka penulis perlu melakukan kajian tentang manajemen alokasi air bersih yang diawali dengan analisis penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah Kabupaten Aceh Besar dengan menggunakan bantuan aplikasi WEAP. WEAP merupakan perangkat lunak (software) yang dibuat oleh *Stockholm Environment Institute* untuk perencanaan integrasi sumber daya air dan sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan/ *decision support system (DSS)*, yang ditujukan sebagai sistem pendukung perencanaan dengan membandingkan pasokan air yang dihasilkan dari air permukaan dan air tanah dari skala Daerah Aliran Sungai (DAS) atau skala Kota, dan memiliki bermacam-macam kebutuhan air serta persyaratan lingkungan yang dicirikan oleh prioritas alokasi serta preferensi pasokan (Irfan dan Suprpto, 2022). Aplikasi *Water Evaluation and Planning (WEAP)* dapat membuat sebuah model yang berguna untuk memperkirakan kebutuhan air masa mendatang pada wilayah Kabupaten Aceh Besar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Berapa kebutuhan air (*water demand*) untuk Kabupaten Aceh Besar yang disalurkan dari DAS Krueng Aceh?
2. Berapa pasokan disampaikan (*supply delivered*) yang terkirim oleh PDAM untuk Kabupaten Aceh Besar yang bersumber dari DAS Krueng Aceh?
3. Apakah debit DAS Krueng Aceh dapat memenuhi kebutuhan air domestik dan pertanian untuk 25 tahun ke depan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan air (*water demand*) untuk Kabupaten Aceh Besar yang disalurkan dari DAS Krueng Aceh.
2. Mengetahui persediaan air (*supply delivered*) yang terkirim oleh PDAM untuk Kabupaten Aceh Besar yang bersumber dari DAS Krueng Aceh.
3. Untuk mengetahui Apakah debit DAS Krueng Aceh dapat memenuhi kebutuhan air domestik dan pertanian untuk 25 tahun ke depan

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan mampu melakukan pemodelan kebutuhan air menggunakan aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) model dan menambah wawasan tentang besarnya debit yang diprediksikan selama 25 tahun mendatang, terkait kebutuhan air domestik dan pertanian untuk Kabupaten Aceh Besar sehingga dapat merencanakan pengelolaan sumber daya air agar sumber daya air tersebut dapat berkelanjutan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan pada penelitian ini hanya menggunakan dua skenario dengan perhitungan yang ada di dalam aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) model. Perhitungan *water demand* hanya menggunakan data jumlah penduduk dengan asumsi *growth* 1% yang diinput pada skenario pertama (*scenario water demand*). Sedangkan perhitungan *supply delivered* yang disalurkan oleh PDAM Tirta Mountala menggunakan jumlah pelanggan dengan asumsi *growth* 1% yang diinput pada skenario kedua (*scenario supply delivered*). Wilayah pertanian hanya menggunakan data luas lahan pertanian dan penggunaan debit yang dialiri air Daerah Irigasi (DI) Krueng Aceh dan Krueng Jreu yang ada di dalam Bagian DAS Krueng Aceh dengan asumsi *growth* -1% pada skenario pertama (*scenario water demand*). Sumber daya air yang digunakan hanya berasal dari DAS Krueng Aceh. Manajemen alokasi sumber daya air tidak untuk 23 kecamatan di Kabupaten Aceh Besar. Manajemen alokasi sumber daya air hanya untuk memprediksi *water demand* dan *supply delivered* untuk 25 tahun mendatang dari tahun 2021-2045 pada 12 Kecamatan Kabupaten Aceh Besar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Daya Air

Air merupakan sumber kehidupan terutama bagi kehidupan manusia. Sekitar 71% wilayah Bumi merupakan air (Rahman dkk., 2022). Air dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat dan perlu dipelihara kualitasnya agar tetap bermanfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya serta tetap dilakukan pengendalian air (Nurdin dkk., 2022). Ketergantungan manusia pada air sangat tinggi. Air dibutuhkan untuk keperluan hidup sehari-hari seperti untuk minum, memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya (Husin, 2020)

Air mempunyai peran dan fungsi biologis, ekologis, sosial ekonomi dan sumberdaya untuk keberlangsungan kehidupan, dan mempunyai peran seperti fungsi lain yaitu estetika, energi bahkan peran dan fungsi spiritual (Mawardi, 2014). Sifat air sangat berbeda dibandingkan dengan sumber daya lainnya, sebab air merupakan sumber daya yang mengalir (*flowing resources*), tidak mengenal batas administrasi, dan kebutuhannya sangat bergantung pada waktu, ruang, jumlah dan mutu (Ariyanto, 2022). Menurut PP No. 121 Tahun 2015 Tentang Pengusahaan Sumber Daya Air, Sumber Daya Air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya. Sumber Daya Air merupakan salah satu sumber daya alam yang harus dijaga kelestariannya (Manullang dkk., 2022).

Sumberdaya air merupakan sumber daya alam yang tidak hidup (abiotik) namun dapat diperbaharui (*renewable resources*) (Sallata, 2015). Penggunaan sumber daya air ditunjukkan untuk pemanfaatan sumber daya air dan prasarannya sebagai media dan materi. Penggunaan sebagai media misalnya pemanfaatan sungai untuk transportasi dan arung jeram yang dimaksud dengan penggunaan sebagai materi misalnya pemanfaatan air untuk minum, rumah tangga, dan industri. Penggunaan air dari sumber air untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari, sosial, dan pertanian rakyat, dilarang menimbulkan kerusakan pada sumber air dan lingkungannya atau prasarana umum yang bersangkutan (Lisdiana dkk., 2022).

2.1.1 Air Tanah

Air tanah merupakan air yang tersimpan di dalam lapisan tanah atau lapisan batuan di bawah permukaan tanah. Kondisi air tanah dipengaruhi oleh kondisi material tanah, kecuraman lereng serta banyaknya vegetasi dan curah hujan. Air tanah berada pada suatu akuifer yang merupakan formasi batuan yang dapat menyimpan air (Wibowo, 2015). Air tanah menyumbang sekitar 0,6% dari total air di bumi. Air tanah lebih banyak dari pada air sungai dan danau apabila digabungkan maupun air yang terdapat di atmosfer (Saputro dkk., 2022). Air tanah yang dimanfaatkan dalam bentuk sumur, mata air, dan dapat memenuhi kebutuhan air bersih (Fajriati dkk., 2022).

2.1.2 Hujan

Hujan adalah suatu kejadian dari presipitasi yang berbentuk air. hujan merupakan butiran air yang turun ke daratan melalui proses kondensasi di atmosfer. Proses pendinginan udara dan peningkatan uap ke udara terjadi sekalian serta dapat mendorong udara semakin jenuh ketika mau hujan (Prawaka dkk., 2016). Hujan dikategorikan kedalam air angkasa, Komposisi air yang terdapat di lapisan udara berkisar 0,001% dari total air yang ada di bumi (Saputro dkk., 2022).

Air hujan di Indonesia memiliki kualitas relatif bagus, belum menunjukkan hujan asam, meskipun sudah masuk ambang batas asam. Air hujan di pedesaan dan di daerah pinggiran perkotaan masih memungkinkan untuk dijadikan kebutuhan air minum. Air hujan sendiri juga masih sangat aman untuk memenuhi kebutuhan selain air minum, masak, dan mandi (Maryono, 2020). Permasalahan umum yang dialami terkait daerah aliran sungai meliputi hujan lebat dengan intensitas tinggi sehingga terjadi genangan dan melampaui kapasitas daya tampung saluran (Astarini dkk., 2022). Alternatif yang digunakan untuk menampung kelebihan air di musim hujan dapat dilakukan pembangunan embung atau tandon air. Embung merupakan waduk berukuran mikro berfungsi sebagai bangunan penangkap air hujan dan menyimpan air disaat musim kemarau (Anwar dan Fanani, 2020).

2.1.3 Sungai

Sungai merupakan salah satu wadah tempat berkumpulnya air dari suatu kawasan. Air permukaan atau air limpasan mengalir secara gravitasi menuju tempat yang lebih rendah. Kualitas air sungai di suatu daerah sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, khususnya yang berada di sekitar sungai. Jika aktivitas tersebut diimbangi oleh kesadaran masyarakat yang tinggi dalam melestarikan lingkungan sungai, maka kualitas air sungai akan relatif baik (Yogafanny, 2015).

Gani dkk (2021), menyatakan bahwa sifat dari sungai dibedakan dari massa airnya yaitu:

1. Air mengalir dari permukaan bumi ke tempat yang lebih rendah dan sesekali mengalir di bawah permukaan tanah
2. Air yang mengalir tidak tetap, sesekali deras, lambat, dan membentuk riak di beberapa tempat.
3. Mengangkut beban dari mulai lumpur yang halus, pasir, kerikil sampai batu-batu guling
4. Mengalir mengikuti aliran tertentu yang dikanan-kirinya dibatasi oleh suatu tebing yang biasa curam.

Klasifikasi sungai berdasarkan fisik profil sungai dapat dibagi 3 bagian yaitu bagian hulu, tengah dan hilir. Pada bagian hulu, sungai memiliki karakteristik:

1. Arus air deras.
2. Arah erosi ke dasar sungai (erosi vertikal).
3. Lembahnya curam.
4. Lembahnya berbentuk V.
5. Kadang-kadang terdapat air terjun.
6. Terdapat erosi mudik.
7. Tidak terjadi pengendapan (sedimentasi).

Adapun karakteristik fisik sungai di bagian tengah, adalah sebagai berikut:

1. Arus air sungai tidak begitu deras.
2. Erosi sungai mulai ke samping (erosi horizontal).
3. Aliran sungai mulai berkelok-kelok.

4. Mulai terjadi proses sedimentasi (pengendapan) karena kecepatan air mulai berkurang.

Sedangkan pada bagian hilir sungai memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Arus air sungai tenang.
2. Banyak terjadi sedimentasi.
3. Erosi ke arah samping (horizontal).
4. Sungai berkelok-kelok (terjadi proses *meandering*).
5. Kadang-kadang ditemukan meander yang terpotong sehingga membentuk kali mati/danau tapak kuda (*oxbow lake*).
6. Di bagian muara kadang-kadang terbentuk delta.

Manfaat sungai sebagai salah satu bentangan perairan darat mulai dari yang sederhana seperti keperluan minum, mandi, dan mencuci, hingga kebutuhan yang lebih kompleks, seperti:

1. Irigasi/Pengairan khususnya di daerah kering orang membutuhkan air untuk mengairi sawah. Dalam sistem pertanian intensif sekarang ini, di daerah basah pun perlu pengairan agar diperoleh hasil yang lebih menguntungkan.
2. Sumber tenaga di daerah industri yang kondisinya memungkinkan, air dimanfaatkan sebagai penggerak turbin yang dihubungkan dengan generator sehingga menghasilkan pembangkit tenaga listrik (PLTA).
3. Keperluan domestik yaitu kebutuhan primer rumah tangga seperti: air minum, memasak, mencuci, mandi. Bahkan bagi masyarakat kota air juga dipergunakan untuk menyiram tanaman dan rumput hias di halaman.
4. Sebagai sumber penghasil bahan makanan mentah. Seperti terdapatnya bermacam-macam ikan, udang dan sebagainya.
5. Industri. Sebagian besar industri, terutama di daerah perkotaan air juga sangat penting sebagai: pencuci bahan dasar, pencair atau pelarut bahan.
6. Transportasi. Sejak zaman dahulu manusia telah memanfaatkan air sebagai sarana perhubungan. Karena hingga sekarang transportasi di perairan relatif lebih murah.

7. Rekreasi dan Olah Raga. Sungai-sungai atau danau orang mengadakan rekreasi sekaligus merupakan arena olahraga seperti berenang dayung, selancar angin dan sebagainya.

2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (*Drainage Area/River Basin*) yang disingkat menjadi DAS adalah bagian dari muka bumi yang airnya mengalir ke dalam sungai tertentu. Atau pengertian lain yang dimaksud daerah aliran sungai yaitu wilayah tampungan air hujan yang masuk ke dalam wilayah air sungai. Jadi sebuah sungai beserta anak-anak sungainya membentuk satu daerah aliran (Gani dkk. 2021).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu Sistem kompleks yang dibangun atas sistem fisik (*physical systems*), sistem biologis (*biological systems*) dan sistem manusia (*human systems*) yang saling terkait dan berinteraksi satu sama lain. Tiap komponen dalam sistem/subsistemnya memiliki sifat yang khas dan keberadaannya berhubungan dengan komponen lain membentuk kesatuan sistem ekologis (ekosistem). Dengan demikian jika terdapat gangguan atau ketidakseimbangan pada salah satu komponen maka akan memiliki dampak berantai terhadap komponen lainnya (Susetyaningsih, 2012).

Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Karakteristik DAS merupakan gambaran spesifik mengenai DAS yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan morfometri, topografi, tanah geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi dan manusia (Agustina dkk., 2022).

DAS biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir (Permen No 39 tahun 1989). Sebuah DAS yang besar dapat dibagi menjadi Sub DAS-Sub DAS yang lebih kecil. Sub DAS adalah bagian DAS yang menerima

air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama (Utama, 2022). Daerah Aliran Sungai memiliki peran yang sangat penting bagi siklus hidrologi, kemampuannya menjaga dan menjadi tempat untuk mengalirkan air dari hulu ke hilir sebagai sumber kehidupan menjadi jaminan yang akan menyatukan komponen biotik dan abiotik dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Adanya Daerah Aliran Sungai yang terawat dapat meminimalisir kerusakan alam, karena lingkungannya yang terjaga (Atmajayani, 2022).

Kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) dipercepat oleh peningkatan pemanfaatan sumber daya alam sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi, kebijakan yang belum berpihak kepada pelestarian sumber daya alam, serta masih kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam konteks pemanfaatan dan pelestarian sumber daya alam. Karena kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) akan mengakibatkan hilangnya kemampuan untuk menyimpan air, meningkatkan frekuensi banjir tahunan, menurunkan kuantitas dan kualitas air sepanjang tahun serta meningkatkan erosi tanah dan sedimentasi (Hariati dkk., 2022).

2.3 Kondisi Hidrologi DAS Krueng Aceh

Air merupakan media penting yang dapat dipengaruhi oleh perubahan iklim. Perubahan iklim akan mempengaruhi semua penyimpanan sumber daya air. Pergerakan air antara penyimpanan tersebut dalam tahapan yang berbeda mengambil peran penting dalam isu perubahan iklim. Pada sistem siklus air, curah hujan yang terjadi turun mencapai permukaan tanah dan meresap ke dalam tanah setelah membasahi vegetasi atau kanopi. Setelah tanah mengalami kejenuhan dan sisa air mencapai lapisan yang lebih dalam (perkolasi) secara bertahap dan akhirnya mencapai zona jenuh. Pada atmosfer/udara, uap air sebagai penyimpan berperan penting dalam keseimbangan energi bumi dan mengendalikan perubahan iklim bumi secara fundamental (Ikhwal dan Pawattana, 2022).

Kondisi hidrologi atau perilaku air sungai dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah intensitas hujan yang tinggi, penggunaan lahan dari aktivitas manusia dan sangat tergantung dari sifat

alami DAS. Karakteristik dasar alami suatu DAS disebut morfometri DAS. Sifat atau karakteristik yang dipengaruhi faktor-faktor alamiah dari suatu DAS yang tidak dapat diubah manusia disebut dengan Morfometri. DAS Krueng Aceh merupakan salah satu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang ada di wilayah Provinsi Aceh. DAS Krueng Aceh merupakan sumber daya air utama bagi masyarakat atau penduduk Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar di Provinsi Aceh. Aktivitas penduduk yang menggunakan air dari DAS krueng Aceh untuk kebutuhan sehari-hari adalah air baku yang diolah dari 2 perusahaan air minum, yaitu PDAM Tirta Mountala dan PDAM Tirta Daroy kemudian di suplay ke pelanggan. Air baku DAS Krueng Aceh juga dimanfaatkan untuk kebutuhan air irigasi yang dialiri ke wilayah pertanian. DAS Krueng Aceh secara geografis terletak pada $95^{\circ}11'41'' - 95^{\circ}49'46''$ Bujur Timur dan $5^{\circ}3'41'' - 5^{\circ}38'10''$ Lintang Utara, secara administratif DAS Krueng Aceh terletak dalam wilayah Kota Banda Aceh, Kabupaten Aceh Besar, Kabupaten Pidie dan Kabupaten Aceh Jaya. Luas DAS Krueng Aceh sekitar 174.770,41 ha yang merupakan gabungan dari tujuh sub DAS yaitu: Sub DAS Krueng Seulimeum, Sub DAS Krueng Keumireu, Sub DAS Krueng Jreu, Sub DAS Krueng Inong, Sub DAS Krueng Khea, Sub DAS Krueng Aneuk, dan Sub DAS Krueng Aceh Hilir (Darwin dkk., 2021). Luas Sub DAS di DAS krueng Aceh dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Luas Sub DAS di DAS Krueng Aceh

No	Sub DAS	Total Luas (Ha)	%
1.	Krueng Inong	41.052,86	23,49
2.	Krueng Seulimeum	26.528,38	15,18
3.	Krueng Keumireu	30.137,12	17,24
4.	Krueng Jreu	23.266,56	13,31
5.	Krueng Khea	9.615,55	5,50
6.	Krueng Aneuk	9.686,90	5,54
7.	Krueng Aceh Hilir	34.483,05	19,73
Total Luas		174.770,41	100

Sumber: Darwin dkk., 2021

2.4 Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah sejumlah air yang digunakan untuk berbagai peruntukkan atau kegiatan masyarakat dalam wilayah tertentu (Sari dan Koswara, 2019). Kebutuhan air dimanfaatkan oleh manusia sebagai air bersih, air minum, air irigasi, dan industri (Sitompul dan Efrida, 2018). Kebutuhan air yang selalu menjadi pertimbangan digolongkan kedalam, kebutuhan air domestik (air minum dan air bersih) dan kebutuhan air non domestik seperti kebutuhan air untuk pertanian dan industri (Sallata, 2015).

Kebutuhan air di masa yang akan datang dibutuhkan jumlah penduduk di masa itu sendiri. faktor utama dalam perhitungan kebutuhan air menggunakan metode pendekatan yang terpilih yaitu metode aritmatik, geometric, least square, dan exponent (Suheri dkk., 2019). Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, klasifikasi kelas air yang diperuntukkan dalam penyuplaian air kebutuhan domestik, non domestik dan pertanian, masuk kedalam kategori sebagai berikut:

1. Kebutuhan air domestik masuk dalam kategori kelas I
2. Kebutuhan air non domestik masuk dalam kategori kelas II
3. Kebutuhan air pertanian masuk dalam kategori kelas III dan IV

2.4.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan domestik, adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Yang termasuk dalam kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga seperti mandi, minum, mencuci serta kebutuhan sehari-hari (Silvia dan Safriani, 2018). Kebutuhan air domestik, dinyatakan dalam satuan liter/orang/hari, kebutuhan air yang dipakai sesuai dengan standar pelayanan minimum untuk pedesaan/kota (Sulistiyani dan Irianto, 2018).

Kebutuhan air yang diperlukan tubuh manusia adalah 2,5 liter per hari. Standar kebutuhan air pada manusia biasanya mengikuti rumus 30 cc per kilogram (kg) berat badan per hari. Artinya, jika seseorang dengan berat badan 60 kg, maka kebutuhan air tiap harinya sebanyak 1.800 cc atau 1,8 liter (Singal dan Jamal, 2022). Menurut Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan

Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kebutuhan air domestik masuk dalam kategori kelas I, dimana air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Departemen Pekerjaan Umum Ditjen Cipta Karya 1996 membagi lagi standar kebutuhan air bersih tersebut berdasarkan lokasi wilayah sebagai berikut:

1. Pedesaan dengan kebutuhan 60 liter per kapita per hari.
2. Kota Kecil dengan kebutuhan 90 liter per kapita per hari.
3. Kota Sedang dengan kebutuhan 110 liter per kapita per hari.
4. Kota Besar dengan kebutuhan 130 liter per kapita per hari.
5. Kota Metropolitan dengan kebutuhan 150 liter per kapita per hari.

Kebutuhan air domestik yang dibagi dalam kategori kota berdasarkan jumlah penduduk (jiwa) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kebutuhan Air Domestik

Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/orang/hari)	190	170	150	130	30
Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/orang/hari)	30	30	30	30	30
Konsumsi Unit Non Domestik (liter/orang/hari)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-10
Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20
Faktor HariMaksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Jumlah Jiwa perSR (jiwa)	5	5	6	6	10

Jumlah Jiwa perHU (jiwa)	100	100	100	100-200	200
Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
Volume Reservoir (%) Max Day Demand)	20	20	20	20	20
SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
Cakupan Wilayah Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya (1997, dalam Mashuri dkk., 2015)

Perhitungan kebutuhan air rumah tangga (domestik), dapat menggunakan standar kebutuhan air pada setiap kategori kota dengan menggunakan standar yang ada pada SNI 6728.1:2015. Untuk lebih jelasnya SNI yang digunakan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.3 Standar Kebutuhan Air Bersih

No.	Kategori	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pemakaian Air (liter/hari/jiwa)
1	Metropolitan	1.000.000	150-200
2	Kota besar	500.000 – 1.000.000	120 – 150
3	Kota sedang	100.000 – 500.000	100 – 125
4	Kota kecil	20.000 – 100.000	90 – 110
5	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3.000 – 20.000	60 – 90

Sumber: Standar Kebutuhan Air Bersih (SNI 6728. 1: 2015)

2.4.2 Kebutuhan Air Pertanian

Kebutuhan air untuk pertanian adalah besarnya kebutuhan air pada suatu daerah agar tanaman tersebut dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang memuaskan. Pertanian merupakan sektor yang penting untuk menunjang persediaan pangan (Faishal, 2013). Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun

2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kebutuhan air pertanian masuk dalam kategori kelas III dan IV. Kelas air yang diperuntukkan untuk suplai air pertanian adalah:

1. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.5 Ketersediaan Air

Ketersediaan air merupakan volume air yang terdapat dalam siklus hidrologi di suatu wilayah, yang merupakan gabungan dari air hujan, air permukaan, dan air tanah. Ketersediaan air di suatu DAS merupakan hasil dari keseluruhan perhitungan ketersediaan air mulai dari meteorologis, air permukaan, dan air tanah. Perhitungan mengenai ketersediaan air penting untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah (Nurkholis dkk., 2018). Ketersediaan air yang ada di bumi sebagian besar terdapat 97% air laut, yang tidak bisa dikonsumsi secara langsung baik untuk kepentingan rumah tangga maupun pertanian. 3% bahkan saat ini diperkirakan tinggal 2.5% air tawar yang siap dikonsumsi. Air tawar 2/3 tersimpan dalam bentuk gletser dan air beku (es) di kutub, sehingga tidak bisa digunakan secara langsung (Mawardi, 2014).

2.6 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk adalah penghitungan jumlah penduduk (menurut komposisi umur dan jenis kelamin) di masa yang akan datang berdasarkan asumsi arah perkembangan fertilitas, mortalitas, dan migrasi. proyeksi penduduk sangat bermanfaat dan merupakan kunci aktivitas perencanaan pembangunan, karena selain dapat dijadikan pijakan dalam menentukan arah dan dasar pengambilan keputusan rencana dimasa yang akan datang, juga dapat digunakan sebagai evaluasi

pencapaian kegiatan pembangunan baik pada jangka pendek, jangka menengah juga jangka panjang (Badan Pusat Statistik, 2010).

Metode proyeksi penduduk yang digunakan untuk menghitung jumlah penduduk tahun kedepan (Aryastana dkk., 2018).

1. Aritmatik

$$P_t = P_0 (1 + r.t) \dots \dots \dots (1)$$

$$r = \frac{1}{t} \left(\frac{P_t}{P_0} - 1 \right) \dots \dots \dots (2)$$

2. Metode Geometrik

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \dots \dots \dots (3)$$

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \dots \dots \dots (4)$$

3. Metode Eksponensial

$$P_t = P_0 \times e^{rt} \dots \dots \dots (5)$$

$$r = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right) \dots \dots \dots (6)$$

4. Logaritmik

$$y = a + b \ln x \dots \dots \dots (7)$$

$$a = \left(\frac{1}{n} \right) (\sum y - b \sum \ln x) \dots \dots \dots (8)$$

$$b = \frac{n \sum (y \ln x) - (\sum y \sum \ln x)}{n(\sum \ln x^2) - (\sum \ln x)^2} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

P_t = Jumlah penduduk tahun t

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

r = Laju pertumbuhan penduduk

t = Periode waktu (tahun)

r = Laju pertumbuhan penduduk (%)

e = Bilangan pokok sistem logaritma natural (2,718281828)

y = Jumlah penduduk pada tahun proyeksi

x = Variabel independen

a = Konstanta

b = Koefisien

n = Jangka waktu tahun

2.7 Lahan Pertanian

Indonesia merupakan negara agraris dengan lahan pertanian yang sangat luas. Sebagian besar penduduk Indonesia sangat bergantung pada sektor pertanian, terutama komoditas beras karena beras merupakan makanan pokok utama di negara Indonesia (Ikhwal dkk., 2022). Hasil pertanian dikelola oleh petani menggunakan tanah untuk media dalam bertani. Pertanian merupakan sektor yang sangat penting dalam penghasilan sumber daya alam bagi kehidupan manusia (Roidah, 2014). Keuntungan dalam sistem pertanian adalah meningkatkan hasil yang bervariasi berupa pangan, pakan, serat, kayu, bahan bakar, pupuk hijau dan pupuk kandang (Rauf dkk., 2013). Lahan Pertanian merupakan lahan yang berperan penting dalam bidang perekonomian nasional dan kelangsungan hidup masyarakat, baik itu dalam penyediaan lapangan kerja maupun penyediaan pangan dalam negeri (Vikriandi, 2020).

Penggunaan lahan adalah segala campur tangan manusia, baik secara menetap ataupun berpindah-pindah terhadap suatu kelompok sumberdaya alam dan sumberdaya buatan, yang secara keseluruhan disebut lahan, dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan baik material maupun spiritual, ataupun kebutuhan keduanya (Ritohardoyo, 2002). Perubahan penggunaan lahan yang terjadi sejalan dengan semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk yang secara langsung berdampak pada kebutuhan terhadap lahan yang semakin meningkat (Kusrini, 2011). Perubahan penggunaan lahan dan pertumbuhan penduduk pada suatu DAS akan menimbulkan perubahan kondisi sungai dan neraca air. Banyak sungai di daerah pedesaan, kehilangan daya tampungnya dan menjadi semakin tercemar. Selain perubahan lahan, perubahan iklim juga mengubah kondisi aliran sungai. Fungsi sungai berubah sehingga sungai menjadi dangkal yang kemudian menimbulkan banjir dan masalah lingkungan lainnya (Safriani dkk., 2023).

Supriyadi (2004) menyebutkan bahwa proses terjadinya alih fungsi lahan pertanian ke penggunaan non pertanian disebabkan oleh beberapa faktor:

1. Faktor eksternal, disebabkan oleh adanya dinamika pertumbuhan perkotaan (fisik maupun spasial), demografi maupun ekonomi.
2. Faktor internal, disebabkan oleh kondisi sosial-ekonomi rumah tangga pertanian pengguna lahan.
3. Faktor kebijakan, disebabkan oleh aspek regulasi yang dikeluarkan pemerintah pusat maupun daerah yang berkaitan dengan perubahan fungsi lahan pertanian.

2.8 WEAP Model

Penerapan dan pengembangan pemodelan hidrologi yang sangat pesat untuk saat ini, dapat membantu penyelesaian permasalahan air pada suatu DAS. Pengelolaan DAS yang baik akan menjaga keseimbangan kebutuhan dan ketersediaan air pada skala DAS. Alasan utama pemanfaatan pemodelan hidrologi adalah dapat diakses dan mudah digunakan untuk memecahkan masalah terkait air dari masalah sosial yang besar serta dapat dihubungkan dengan bantuan SIG (Ikhwalidkk., 2022). Aplikasi WEAP (*Water Evaluation and Planning*) merupakan salah satu aplikasi yang dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya air. WEAP sendiri memiliki sejarah yang dimulai pada 1991, *Stockholm Environment Institute* bekerjasama dengan *Tellus Institute, Boston* memulai penelitian untuk membuat program komputer yang membantu dalam analisis kesetimbangan air. Namun pada saat itu program WEAP masih terbatas. Program ini terus dikembangkan sampai sekarang hingga muncul program WEAP 21 (Anatoly dan Putranto, 2014). Pemodelan WEAP dapat digunakan untuk mengevaluasi pasokan dan permintaan air perkotaan di masa depan dengan menggunakan berbagai skenario seperti pertumbuhan populasi yang tinggi, mengurangi kebocoran dari 25% menjadi 10% dan menerapkan konservasi air. Penggunaan model WEAP dapat untuk mengembangkan strategi pengelolaan untuk mencapai ketahanan dan keberlanjutan air di DAS (Pawattana Dkk., 2021).

WEAP bertujuan untuk memasukkan isu-isu/permasalahan pada DAS dan menjadi alat praktis namun kuat untuk sumber daya air terpadu dalam perencanaan. Metoda pendekatan WEAP beroperasi dengan prinsip dasar water balance, WEAP

dapat diaplikasikan untuk sistem pengairan pada wilayah pertanian dan perkotaan, sebuah daerah tangkapan air, atau kondisi sungai yang melewati beberapa batas wilayah yang rumit. Lebih dari itu, WEAP dapat memecahkan permasalahan yang luas, seperti analisa kebutuhan sektoral, konservasi air, prioritas neraca air, simulasi stream flow dan ground water, pengoperasian waduk, pembangkit tenaga air, jalur polusi, keadaan ekosistem yang seharusnya, penilaian terhadap kondisi kritis, dan merancang analisa keuangan dari pekerjaan (Taufik dkk., 2020).

WEAP memiliki manfaat berupa memeriksa pengembangan air alternatif dan strategi manajemen di mana WEAP mampu memprediksi permintaan air, pasokan air, aliran air, penyimpanan air, pencemaran air, perawatan air dan pembuangan air WEAP mengevaluasi pilihan pengembangan dan pengelolaan air dan mempertimbangkan penggunaan berbagai sistem (Dewi dkk., 2020).

Perhitungan permintaan tahunan dan kebutuhan pasokan bulanan yang terdapat didalam aplikasi WEAP antara lain:

1. Permintaan Tahunan

Permintaan air di lokasi permintaan dihitung sebagai jumlah permintaan untuk semua cabang tingkat bawah lokasi permintaan. Cabang tingkat bawah berbentuk dalam struktur, kamar mandi, toilet, cuci dan lainnya.

$$Annual\ Demand_{DS} = \sum (Total\ Activity\ Level_{Br} \times Water\ Use\ Rate_{Br})$$

Berikut contoh dari rumus aktivitas cabang tingkat bawah:

$$Total\ Activity\ Level_{Showers} = Activity\ Level_{Showers} \times Activity\ Level_{Single\ Family} \times Activity\ Level_{South\ City}$$

2. Permintaan Bulanan

Untuk Permintaan air satu bulan (m) sama dengan bagian bulan itu (ditentukan sebagai data di bawah Permintaan\Variasi Bulanan) dari permintaan tahunan yang disesuaikan. Berikut rumus yang terdapat di dalam WEAP:

$$\text{Monthly Demand}_{DSm} = \text{Monthly Variation Fraction}_{DSm} \times \text{Adjusted Annual Demand}_{DS}$$

3. Kebutuhan Pasokan Bulanan

Permintaan bulanan merupakan jumlah air yang dibutuhkan setiap bulan oleh lokasi permintaan untuk penggunaannya, sedangkan kebutuhan pasokan adalah jumlah aktual yang dibutuhkan dari sumber pasokan. Persyaratan pasokan mengambil permintaan dan menyesuaikannya untuk memperhitungkan penggunaan kembali internal, strategi manajemen sisi permintaan untuk mengurangi permintaan, dan kerugian internal. Ketiga fraksi penyesuaian ini dimasukkan sebagai data melihat Permintaan \Rugi dan Penggunaan Kembali dan Permintaan \Manajemen Sisi Permintaan.

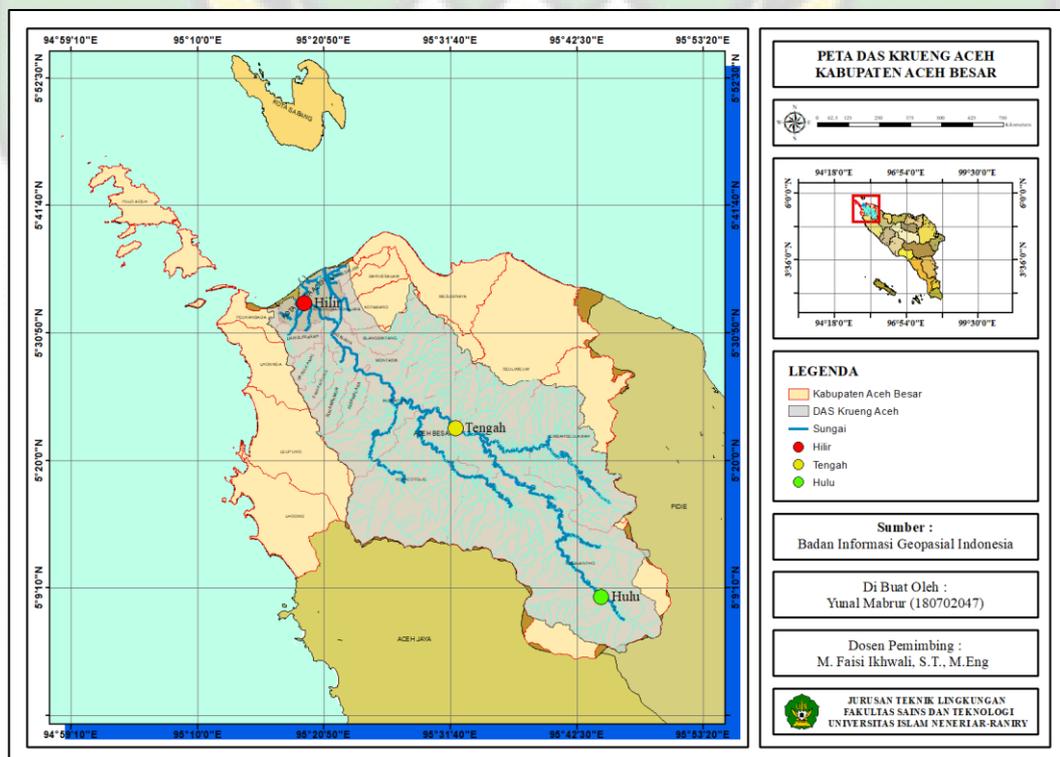
$$\text{Monthly Supply Requirement}_{DSm} = \frac{(\text{Monthly Demand}_{DSm} \times (1 - \text{Reuse Rate}_{DS}) \times (1 - \text{DSM Savings}_{DS}))}{(1 - \text{Loss Rate}_{DS})}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Daerah studi yang akan diteliti adalah bagian DAS Krueng Aceh di Kabupaten Aceh Besar. Kabupaten Aceh Besar sendiri terletak pada $5,05^{\circ}$ - $5,75^{\circ}$ garis Lintang Utara dan $94,99^{\circ}$ - $95,93^{\circ}$ garis Bujur Timur. Penelitian yang akan dilakukan berfokus pada DAS Krueng Aceh dimana DAS Krueng Aceh berhulu di pegunungan Aceh Besar dan mengalir sebagian besar di wilayah Aceh Besar dan Banda Aceh. DAS Krueng Aceh bermuara di Selat Malaka dengan luas 207,496 ha, dan panjang sungai utama Krueng Aceh sekitar 113 km. Secara geografis DAS Krueng Aceh berada pada posisi Bujur Timur (BT) $95^{\circ}11'41''$ - $95^{\circ}49'46''$ dan Lintang Utara (LT) $5^{\circ}3'41''$ - $5^{\circ}38'10''$. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1

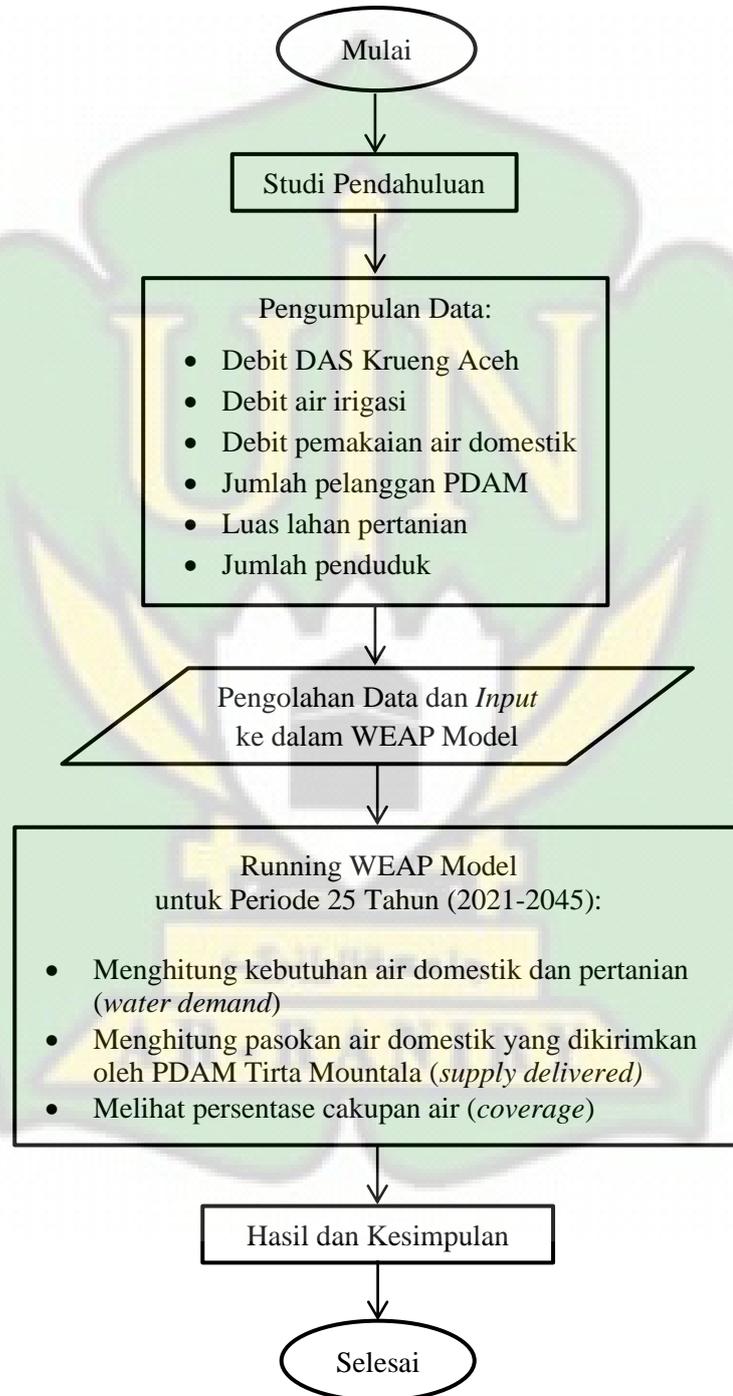


Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber: ArcGis, 2022)

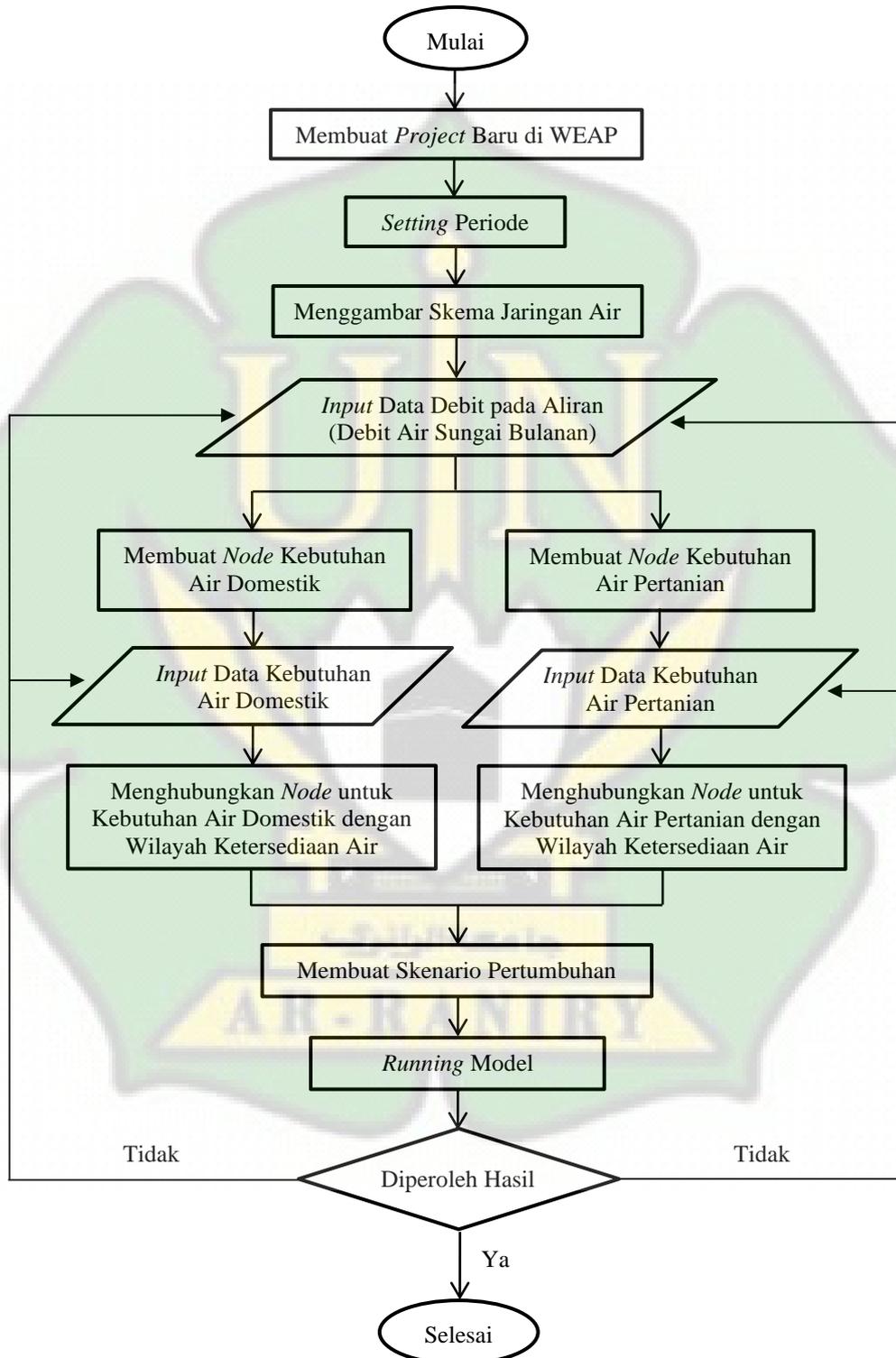
3.2 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan dalam *running* WEAP yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir WEAP

3.3 Pengumpulan Data Penelitian

Penelitian ini membutuhkan data sekunder, data yang diperlukan bervariasi untuk menghitung *water demand* (kebutuhan air) domestik dan pertanian serta *supply delivered* (pasokan air yang dikirimkan) oleh PDAM untuk wilayah Kabupaten Aceh Besar. Sumber air yang digunakan oleh jumlah penduduk dan jumlah pelanggan berasal dari DAS Krueng Aceh. Rincian data yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Sekunder Penelitian

No.	Data yang dibutuhkan	Periode data	Format data	jenis data	Sumber data
1.	Debit Air Sungai Krueng Aceh	2014-2021	xlsx	Sekunder	http://bwssum1.net/e-ppid
2.	Debit Pemakaian Air Irigasi dan Luas Lahan yang dialiri	Januari–Desember (2021)			
3.	Debit Pemakaian Air Domestik				PDAM Tirta Mountala Aceh Besar
4.	Jumlah Pelanggan PDAM				
4.	Luas Lahan Pertanian Aceh	2010-2020			https://acehbesarkab.bps.go.id/

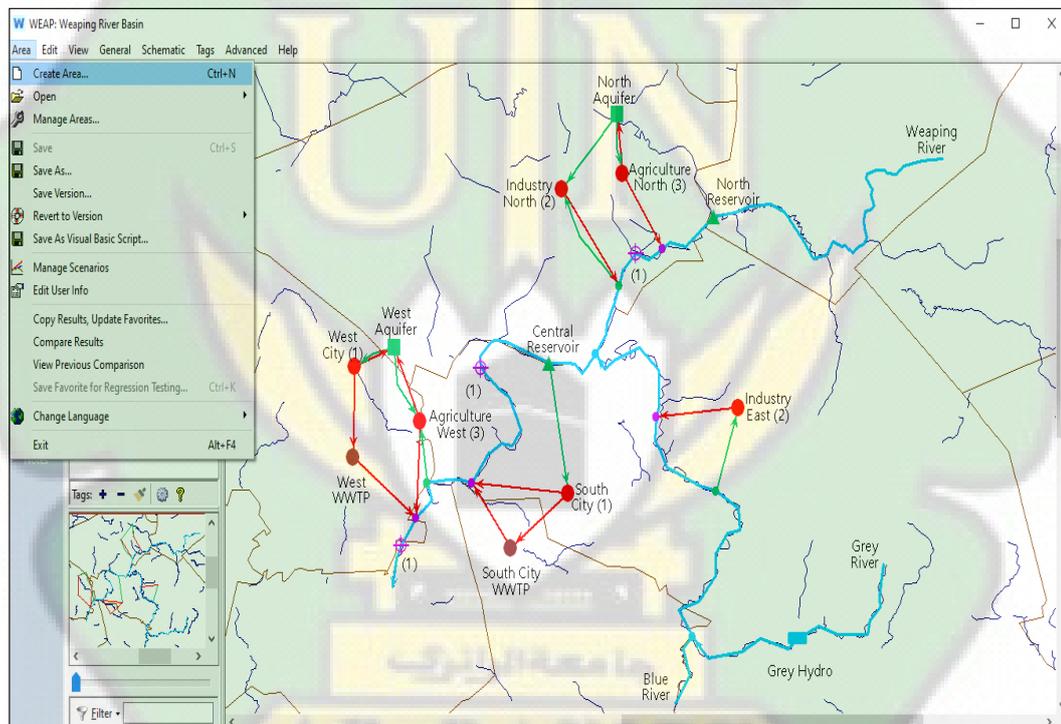
Data jumlah penduduk yang akan dikumpul pada penelitian ini untuk menghitung perkiraan jumlah penduduk 25 tahun ke depan yaitu dari tahun 2021-2045 dengan menggunakan data dari tahun-tahun sebelumnya yaitu jumlah penduduk Kecamatan pada Kabupaten Aceh Besar dari tahun 2012-2021. Penentuan metode terbaik dalam menghitung jumlah penduduk yang terpilih didapatkan dengan membandingkan keempat metode (Aritmatik, Geometri, Eksponen, dan Logaritma) dimana metode terpilih dilihat dari nilai Standar Deviasi (S) yang paling kecil untuk masing-masing metode. Kemudian setelah diketahui metode terpilih, maka dilakukan proyeksi laju pertumbuhan penduduk sampai 25 tahun ke depan, dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2045.

3.4 Tahapan (*Running WEAP*)

Tahapan yang harus dilakukan untuk menjalankan aplikasi WEAP Model dapat disesuaikan dengan keperluan studi penelitian, berikut adalah tahapan dalam menjalankan aplikasi WEAP Model:

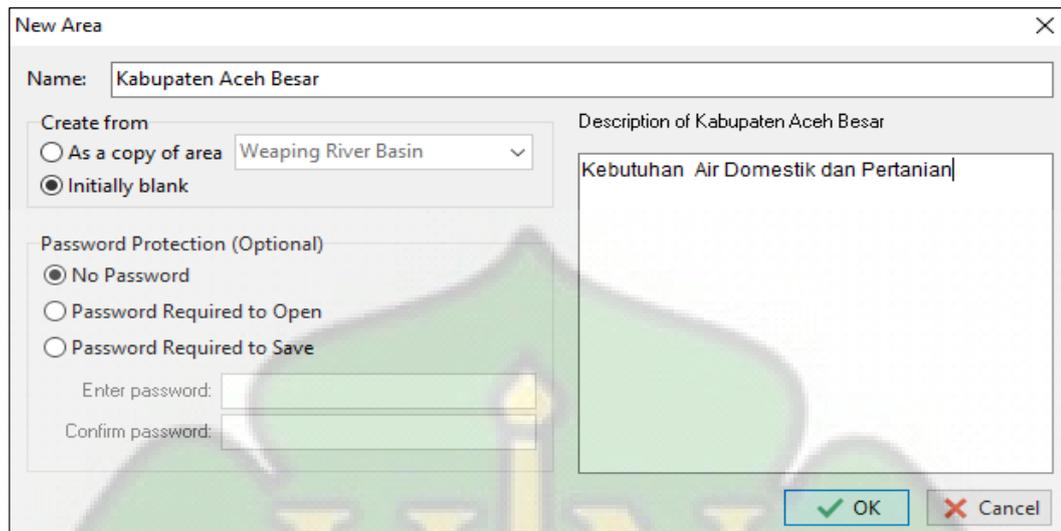
1. Membuat *Project* Baru di WEAP

Setelah membuka aplikasi WEAP Model. Untuk pertama kali dalam membuat area baru, klik *Area > Create Area* kemudian akan muncul tampilan seperti pada Gambar 3.4.



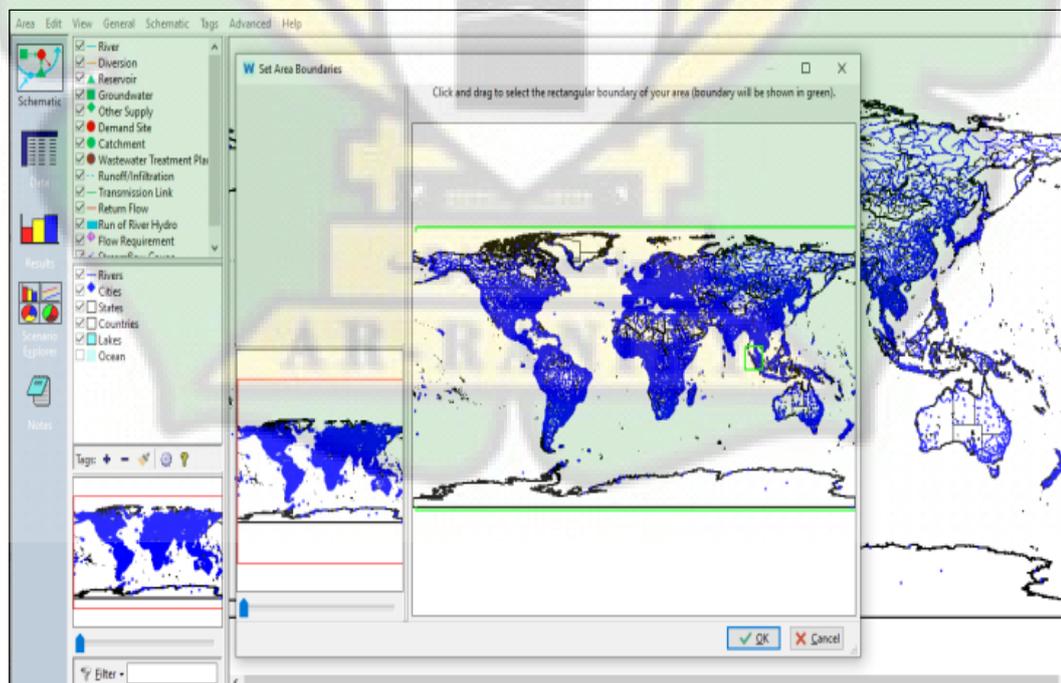
Gambar 3.4 *Create Area*

Sebuah tampilan baru akan muncul, ketik judul pada name, pilih “*Initially Blank*”, dan “*No Password*”. Klik OK seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *New Area*

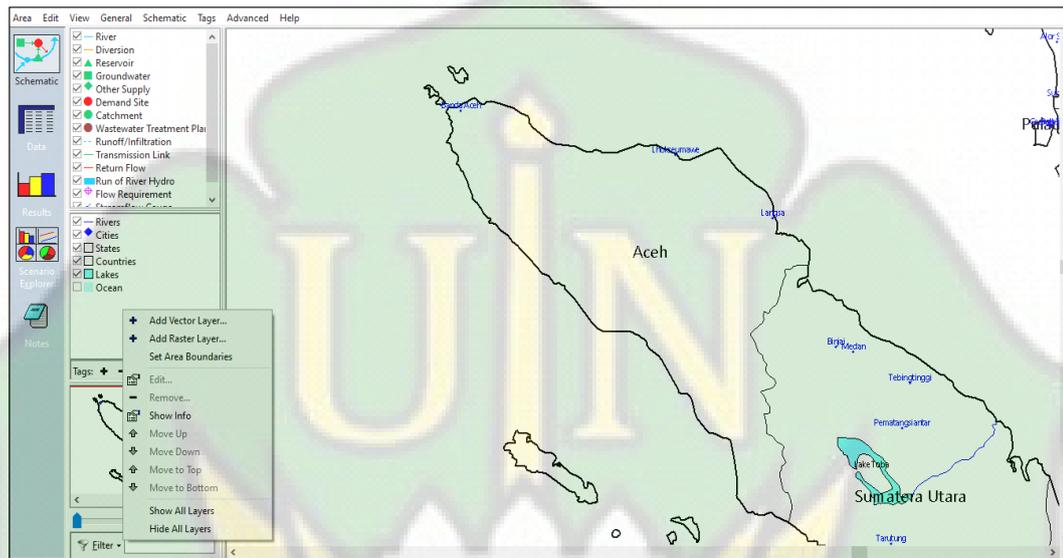
Setelah klik "OK" kita diminta untuk menyimpan perubahan pada *Weaping River Basin*. Kemudian langkah selanjutnya akan muncul tampilan pada Gambar 3.6 dan diarahkan untuk menentukan lokasi geografis dari model yang akan dibuat. Gunakan kursor untuk membatasi area yang diinginkan



Gambar 3.6 *Set Area*

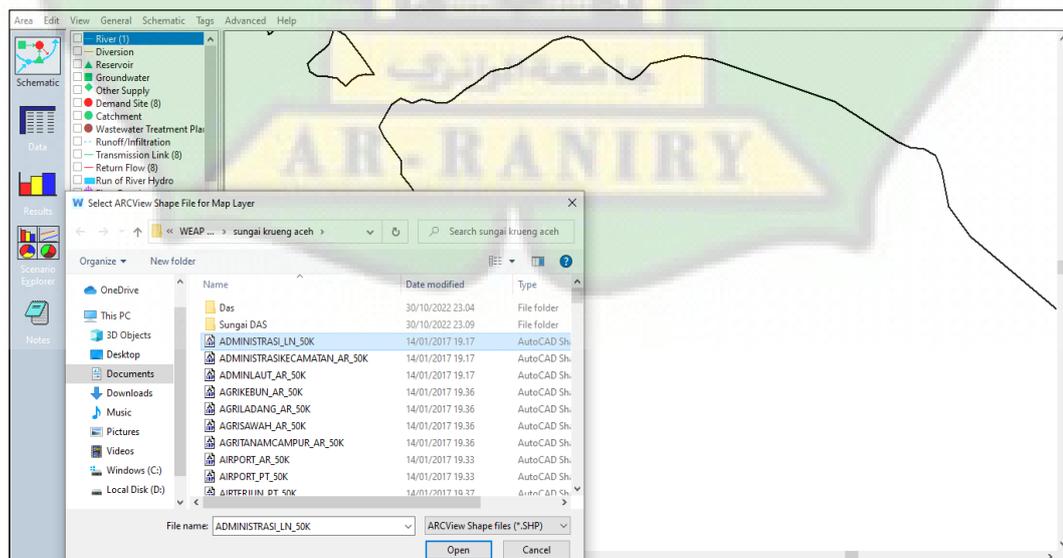
2. Menambahkan *vector layer* ke Area

Kemudian tambahkan peta raster dan vektor berbasis GIS ke area proyek, selanjutnya untuk menambah layer raster dan vektor klik kanan di tengah jendela di sebelah kiri skema dan pilih “tambahkan lapisan raster” atau “tambahkan lapisan vector”. Akan muncul tampilan seperti Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Add Vector Layer

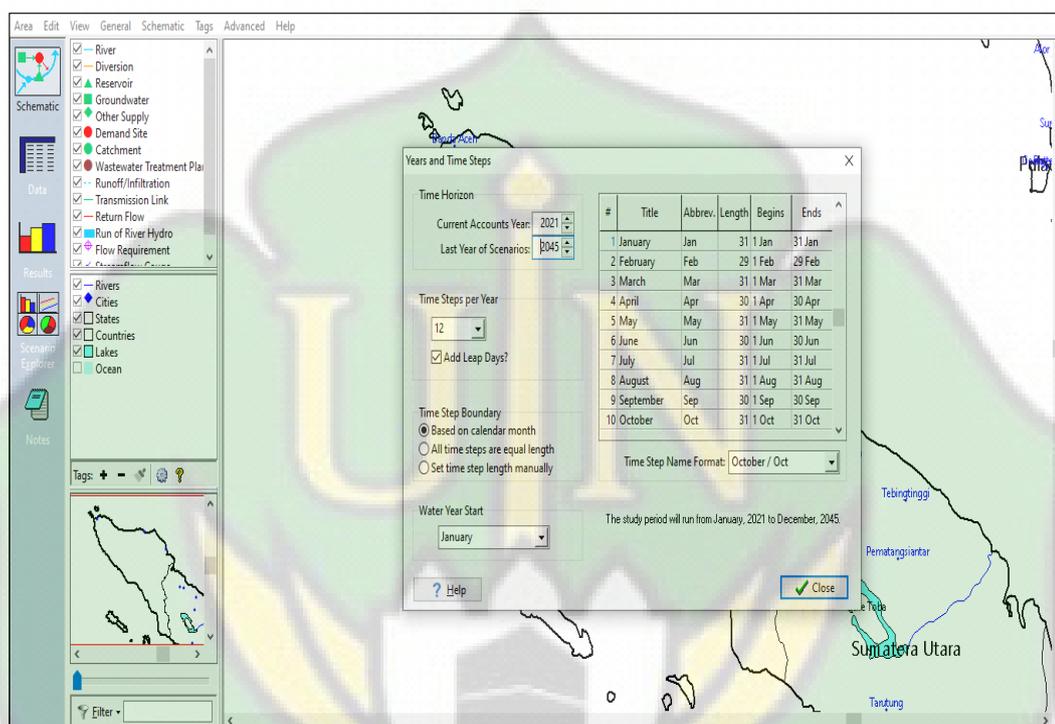
Sebuah jendela akan muncul, kemudian masukan nama file dan WEAP dapat menemukannya di komputer atau internet, seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Memasukkan File

3. Setting Periode

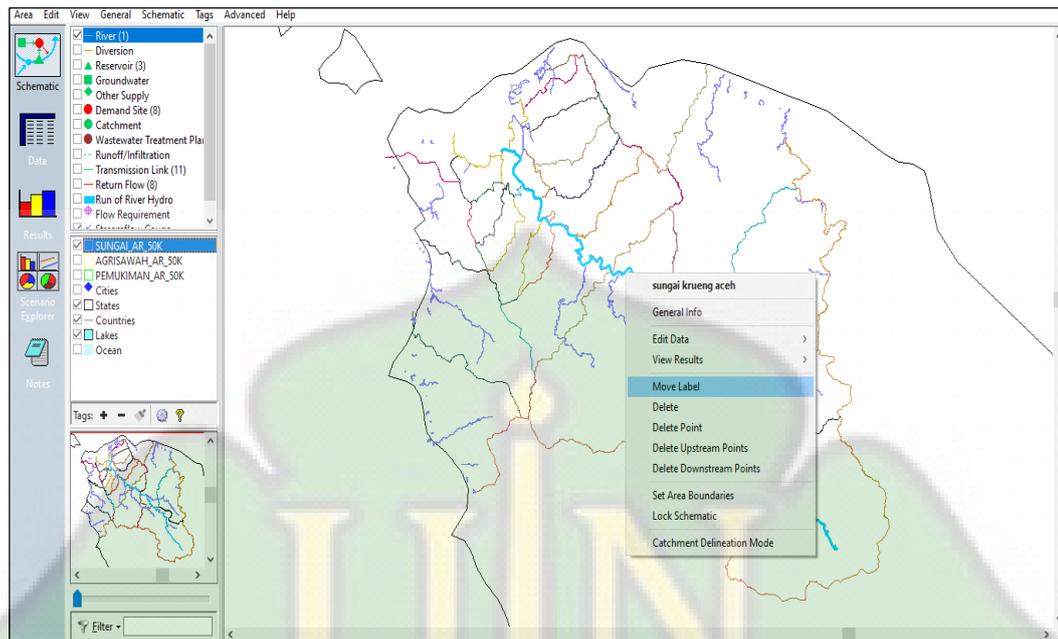
Selanjutnya dilakukan pengaturan *General parameters*. Klik *General* lalu pilih “*year*” dan “*Time Steps*” maka akan muncul tampilan Gambar 3.9. kemudian setelah diatur periode yang ditentukan klik *Close*.



Gambar 3.9 General “Year and Time Steps”

4. Menggambar Sungai

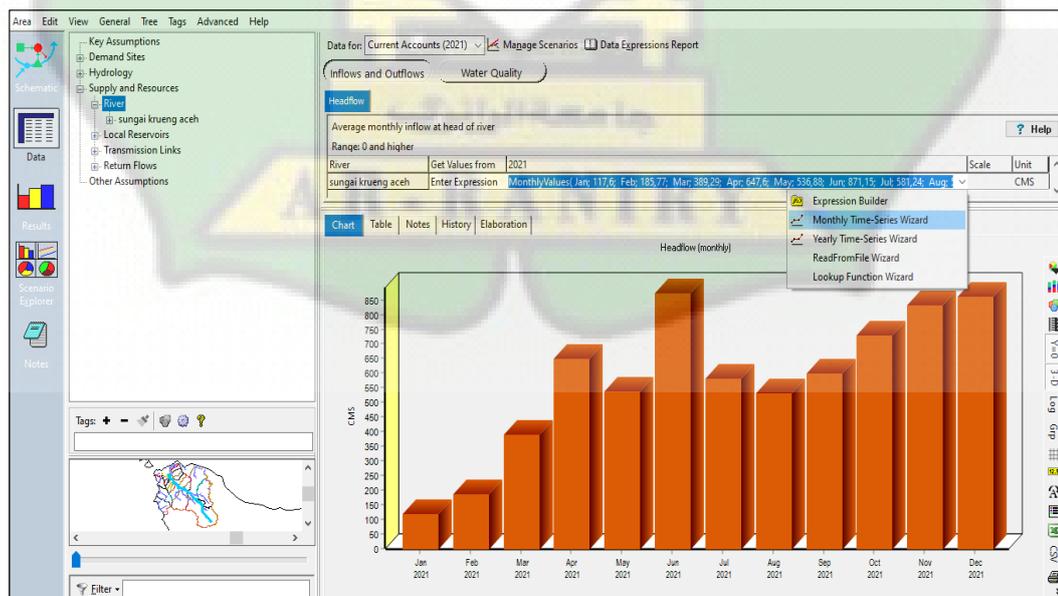
Klik pada simbol “*River*” di jendela elemen dan tahan klik untuk menyeret simbol ke peta. Lepaskan klik saat memposisikan kursor di atas titik awal kiri atas bagian utama dari sungai. Klik dua kali untuk menyelesaikan gambar sungai, kemudian kotak dialog muncul untuk penamaan sungai “*Krueng Aceh*” Kemudian untuk memindahkan sungai ke lokasi lain klik kanan di sungai, “*pindahkan label*” label akan mengikuti kursor satu klik label berada di lokasi yang diinginkan. Tampilan sungai dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Menggambar Daerah Aliran Sungai

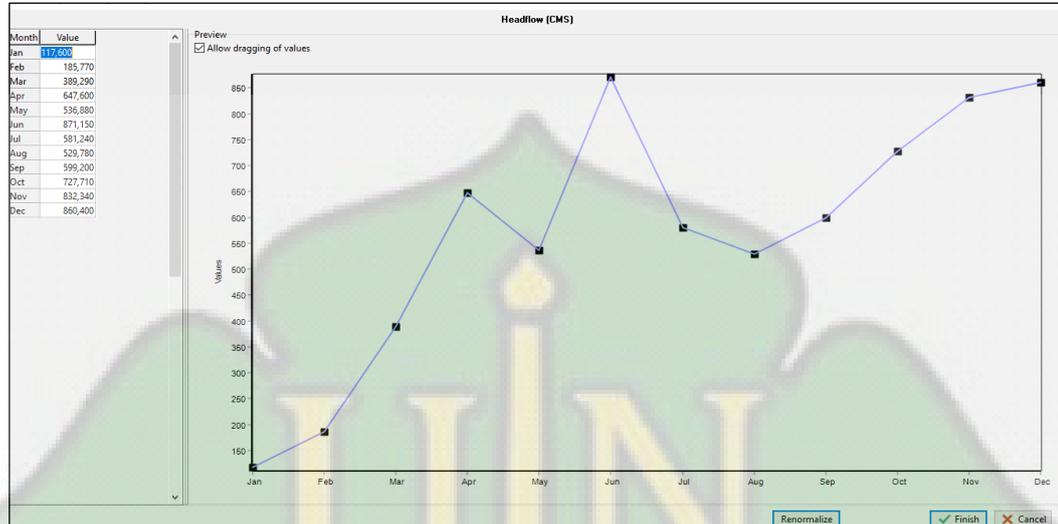
5. Memasukkan Data Sungai

Langkah memasukan data ke elemen sungai, Klik simbol data disebelah kiri layer utama, pilih *Supply and resources/ River/Main River*. Klik ikon “tanda plus” di sebelah pasokan dan cabang sumber daya untuk melihat cabang tambahan. *Supply and resources* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Supply and Resources

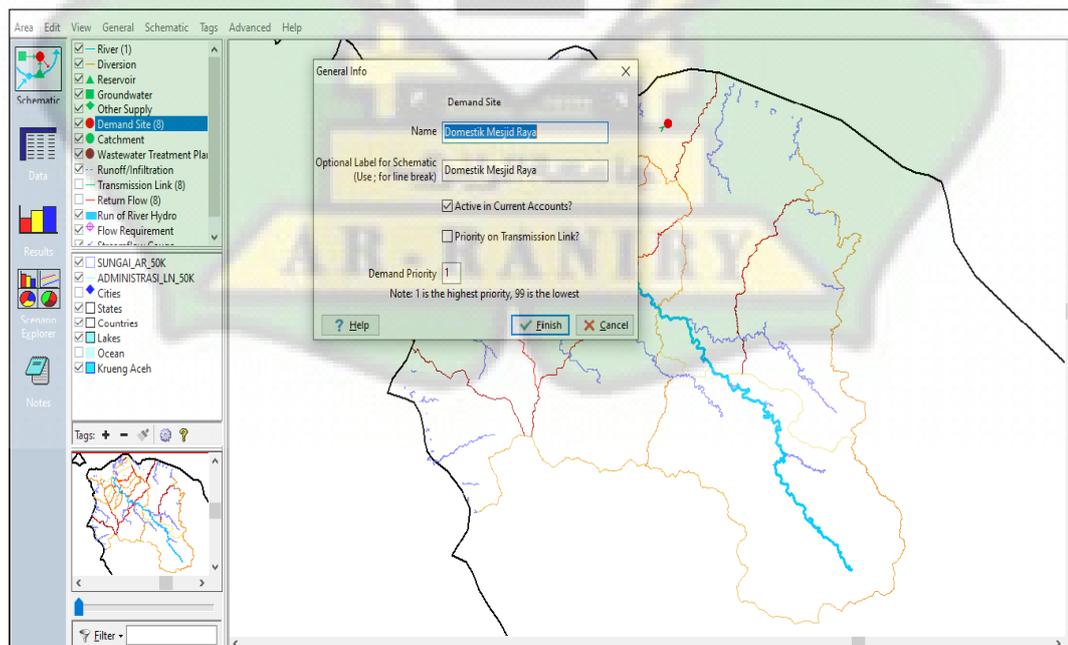
Selanjutnya gunakan panduan deret waktu bulanan kemudian masukkan seri data. Berikut tampilan *Monthly* data sungai pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 *Monthly* Data Sungai

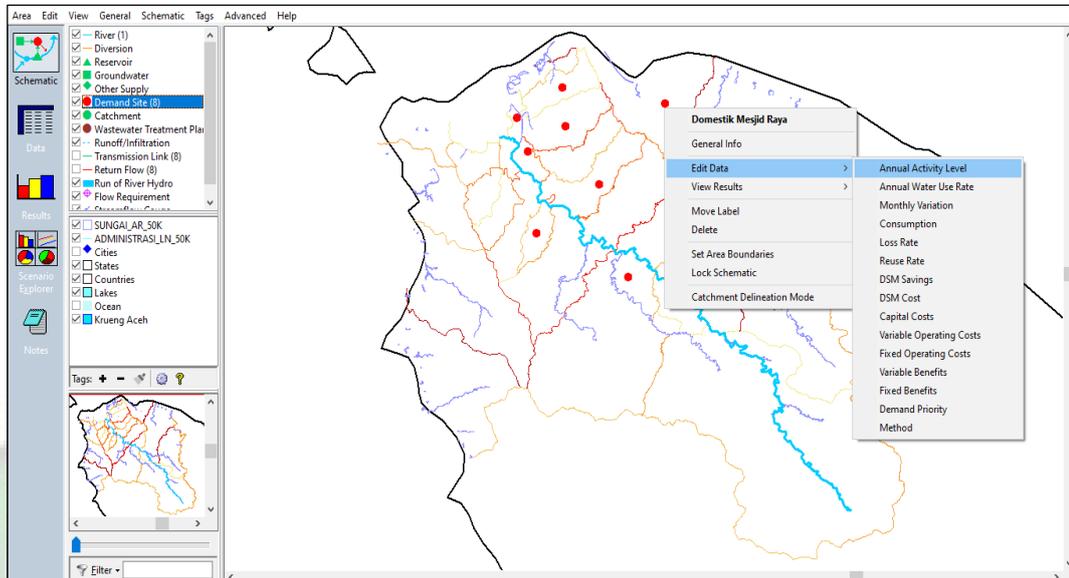
6. Membuat Situs Permintaan Kebutuhan Air Domestik dan *Input* Data.

Masukkan nama *node* permintaan sebagai “kota besar” di kotak dialog, dan atur prioritas permintaan ke 1, kemudian klik *finish*. *Demand site* domestik dapat dilihat pada Gambar 3.13.



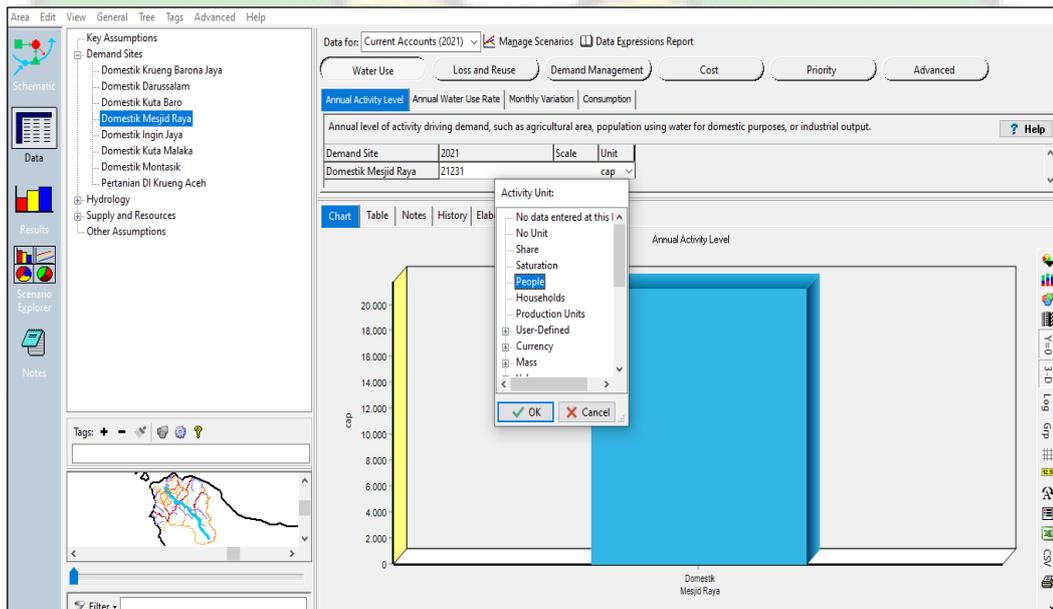
Gambar 3.13 *Demand Site* Domestik

Lalu klik kanan pada situs permintaan (Domestik Mesjid Raya) dan pilih “edit data” dan “Annual activity level”. Dan untuk mengedit data klik pada ikon tampilan “data” di menu.



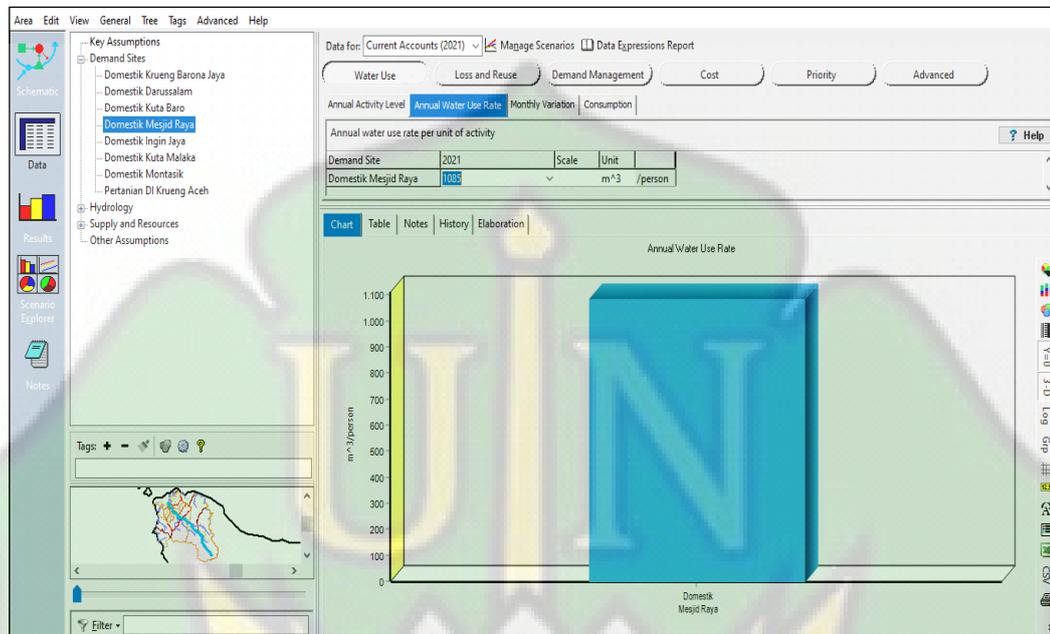
Gambar 3.14 Edit Data *Demand Site*

Selanjutnya memasukkan data harus pilih unit terlebih dahulu, sebagai contoh pada gambar klik di bawah unit N/A ganti ke *people* (Cap). Selanjutnya input jumlah penduduk di bawah kolom tahun 2021 di samping Domestik Mesjid Raya.



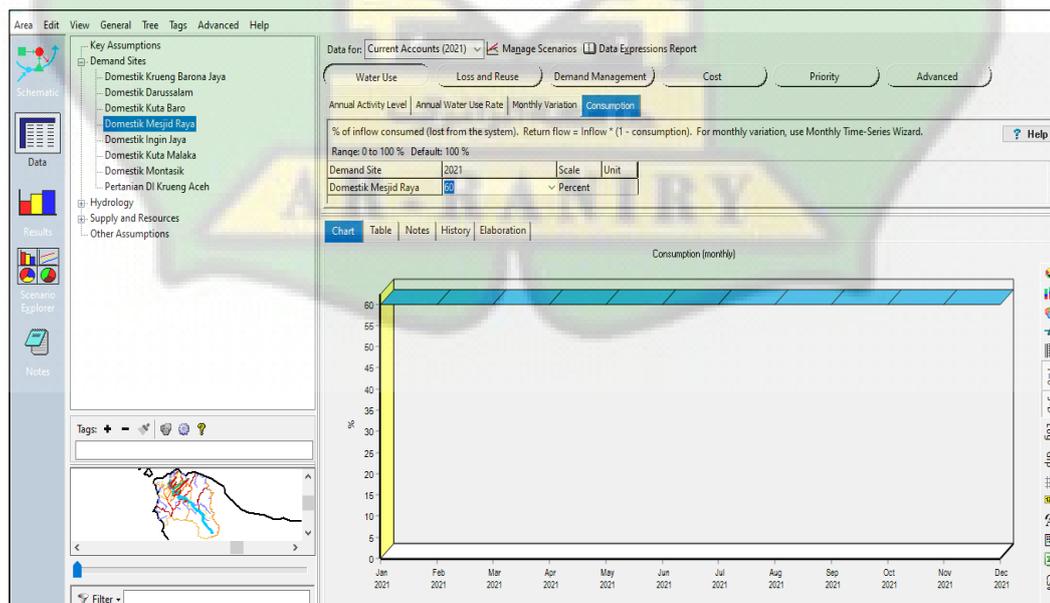
Gambar 3.15 Memasukkan Data *Annual Activity Level*

Selanjutnya klik pada tab “tingkat penggunaan air tahunan” dan masukkan debit total penggunaan air bulanan dibawah tahun 2021. Tampilan *Annual Water Use Rate* dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 *Annual Water Use Rate*

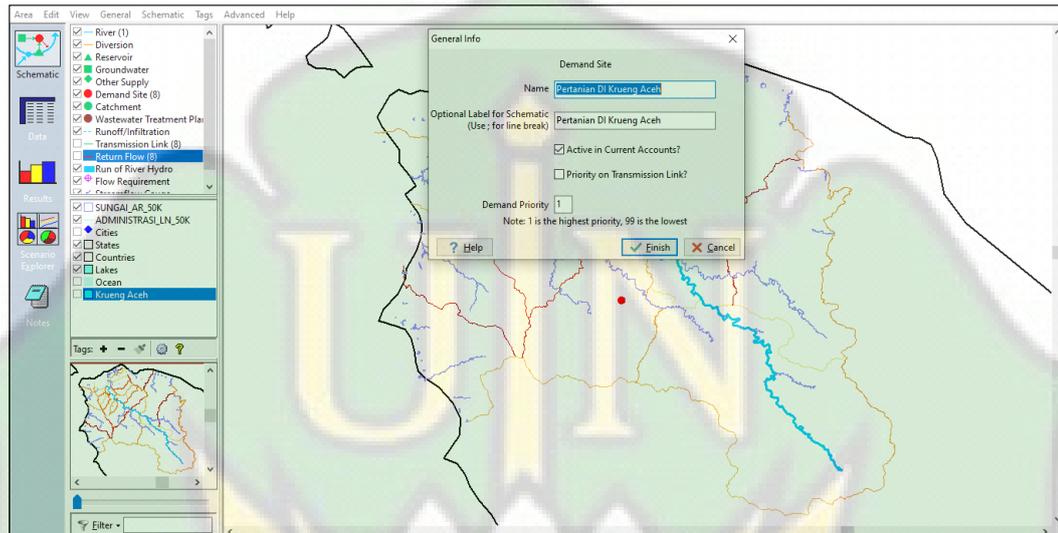
Terakhir klik tab “konsumsi” dan dimasukkan persenan konsumsi dalam bentuk persen. *Consumption* domestik dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 *Consumption Domestik*

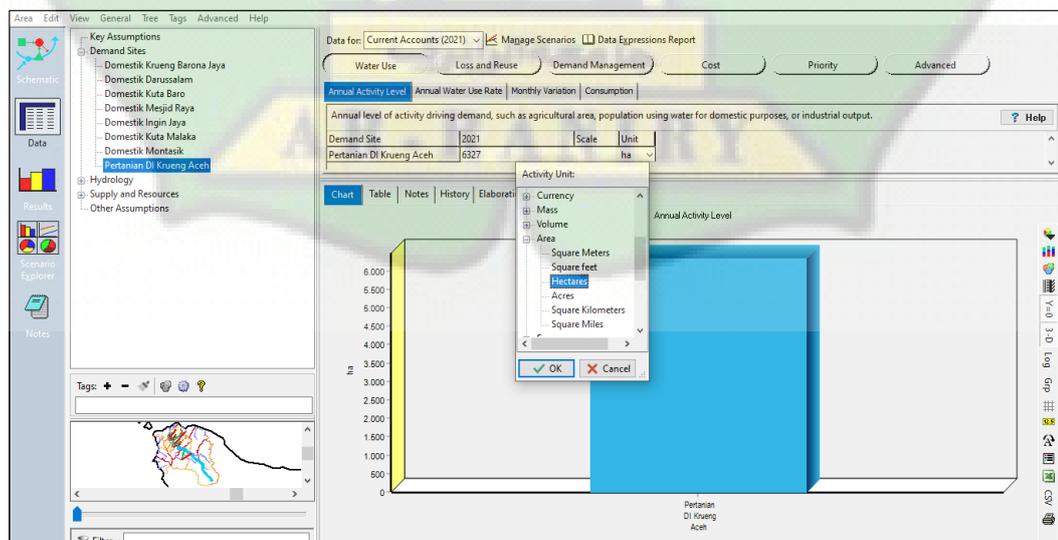
7. Membuat Situs Permintaan Pertanian

Tarik simbol simpul permintaan lainnya ke dalam area proyek dan posisikan pada sisi lain dari sungai utama, kemudian beri nama simpul permintaan “pertanian” dan atur prioritas permintaan ke 1. Tampilan situs permintaan pertanian dapat dilihat dari Gambar 3.18-3.21.



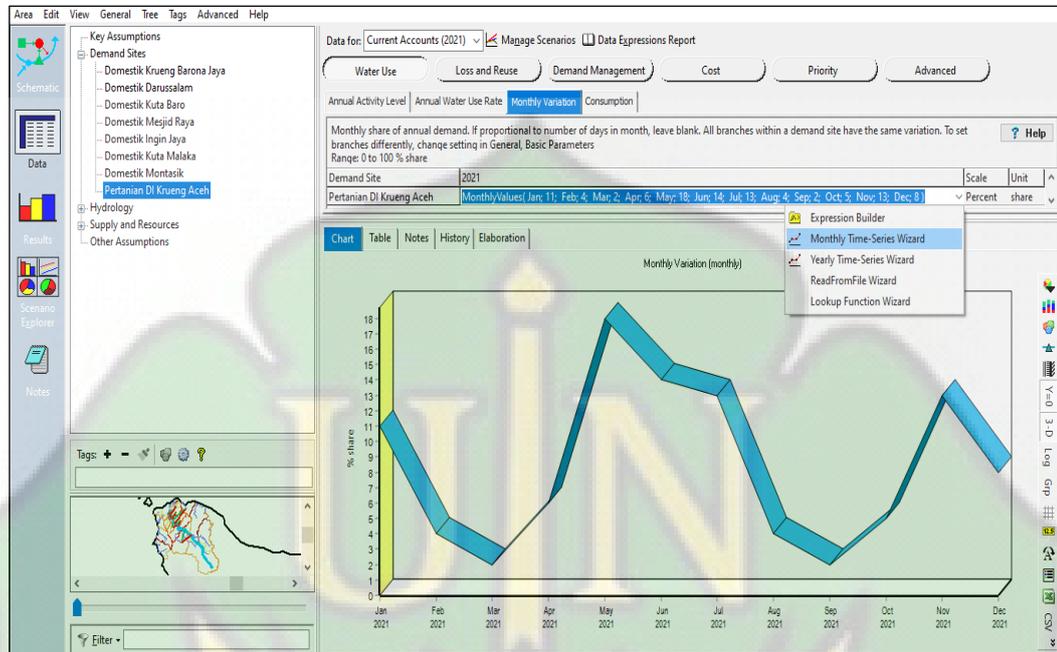
Gambar 3.18 Demand Site Pertanian

Kemudian masukkan level aktivitas tahunan dan tingkat penggunaan air tahunan dalam tampilan data untuk situs permintaan pertanian setelah terlebih dahulu memilih “hektar”.



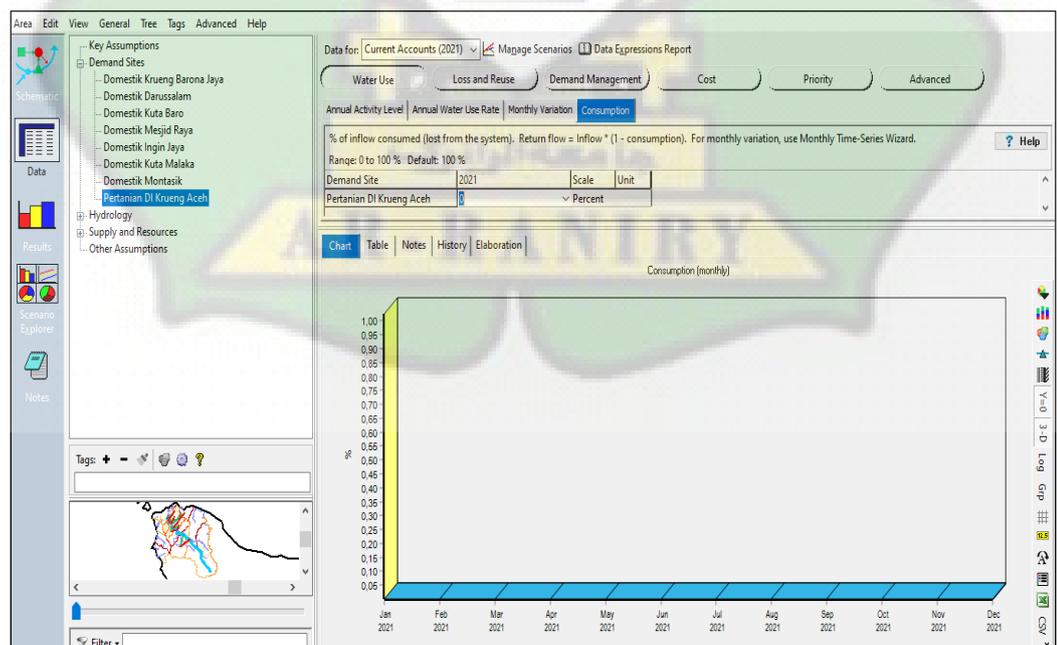
Gambar 3.19 Memasukkan Data Annual Activity Level Pertanian

Selanjutnya pilih tab variasi bulanan dan wizard seri waktu bulanan untuk memasukkan data untuk variasi bulanan dalam tingkat penggunaan air.



Gambar 3.20 Tingkat Penggunaan Air untuk Variasi Bulanan

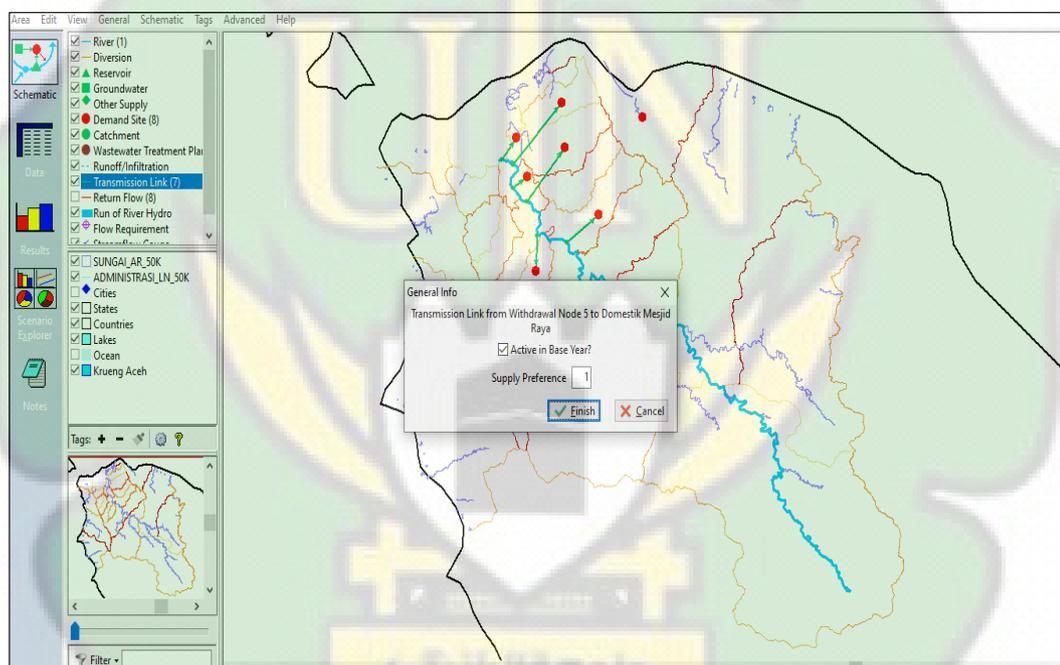
Terakhir klik konsumsi dan masukkan nilai, tampilan *consumption* pertanian dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 *Consumption* Pertanian

8. Menghubungkan Permintaan dengan menggunakan *Transmission link*

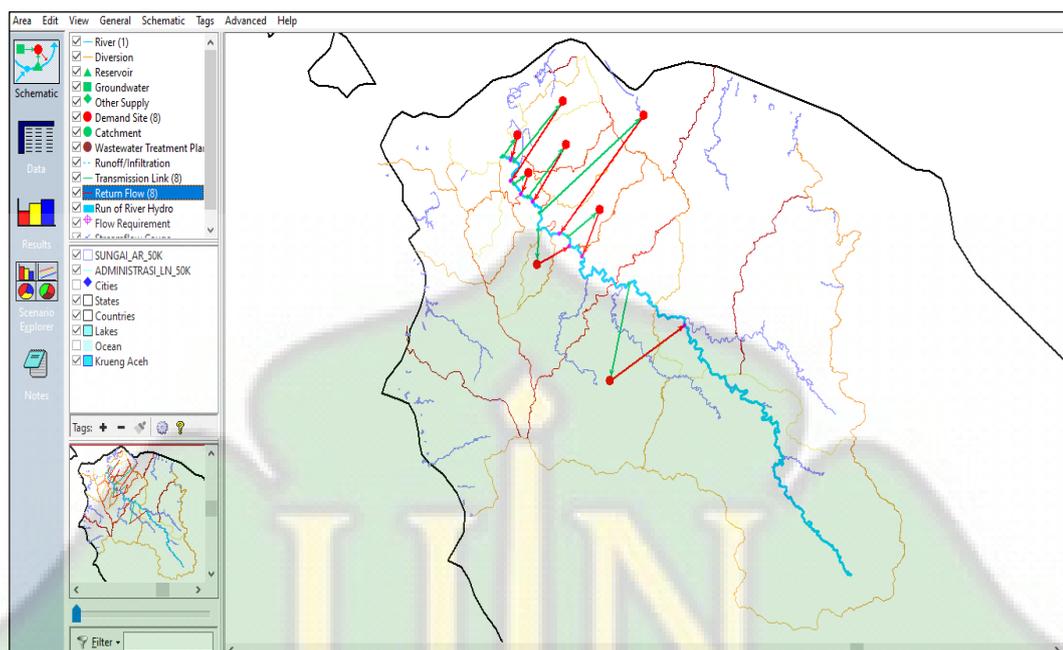
Transmission link dibuat mulai dari sumber aliran ke *demand site*, elemen *transmission link* diarahkan mulai dari sungai ke *demand site* domestik. Demikian juga halnya dengan *transmission link* antara sungai dan pertanian dibuat mulai dari sungai ke elemen demand site pertanian. Pada penelitian ini, sungai diberikan prioritas=1. Untuk memberikan nilai prioritas tersebut, pilih *supply preference* dan berikan nilai 1 pada kolom tersebut. Kemudian dilakukan hal yang sama untuk *transmission link* yang diberikan ke demand site pertanian. Tampilan yang akan muncul dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 *Transmission Link*

9. Membuat Aliran Kembali

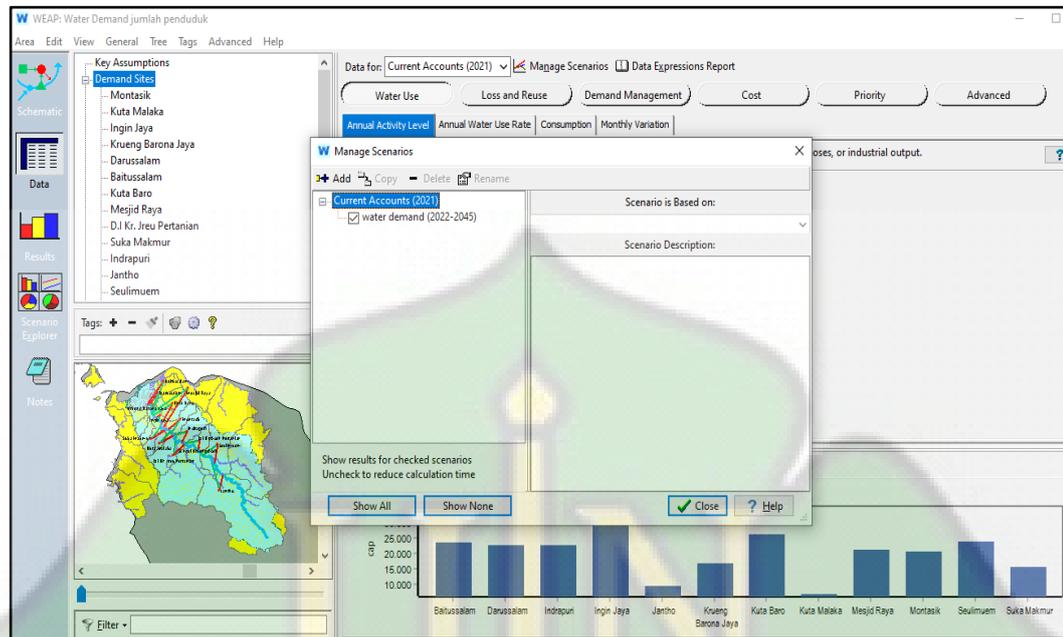
Dalam pemodelan ini tidak semua air yang dialokasikan ke demand site akan digunakan sebagai konsumsi. Sebagian air akan dikembalikan ke sistem sungai dalam bentuk aliran balik (*return flow*). Selanjutnya buat arus Kembali dari *node demand site* ke sungai utama. Kemudian untuk ke sungai utama. Ikuti “seret dan lepaskan” yang sama prosedur seperti untuk *Transmission link*. Tampilan *return flow* dapat dilihat pada Gambar 3.23.



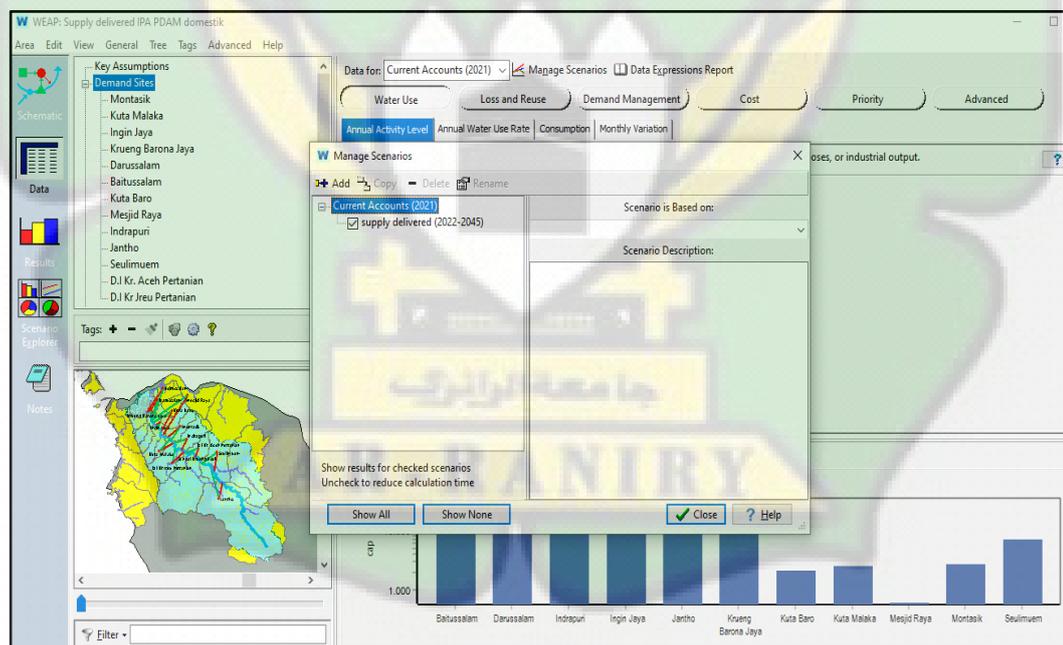
Gambar 3.23 *Return Flow*

10. Membuat Skenario Pertumbuhan

Skenario adalah sekumpulan asumsi yang diberikan kepada satu atau lebih parameter untuk menunjukkan kondisi yang diinginkan. Skenario dapat digunakan untuk menganalisis dampak dari setiap perubahan yang terjadi pada masing-masing parameter secara sendiri-sendiri atau bersama. Dalam penelitian ini akan dibuat dua skenario mulai dari tahun 2021 sampai dengan 2045, skenario pertama tentang adanya pertumbuhan *water demand* untuk jumlah penduduk dan skenario kedua tentang pertumbuhan untuk *supply delivered* dengan tingkat rata-rata pertumbuhan jumlah pengguna air sebesar 1%. Untuk membuat skenario dapat dilakukan dengan mengikuti langkah berikut. Pada menu view data di tampilan awal pilih manage skenario untuk mendapatkan tampilan untuk membuat skenario. Skenario pertumbuhan penduduk akan dibuat berdasarkan skenario referensi. Untuk menambahkan skenario, pilih *reference scenario*, klik kanan dan pilih tambahkan skenario, beri nama skenario tersebut sesuai keinginan, lalu pilih OK, maka akan muncul skenario baru dibawah skenario referensi. Model akan terlihat seperti Gambar 3.24 dan Gambar 3.25.



Gambar 3.24 Tampilan Skenario Pertama

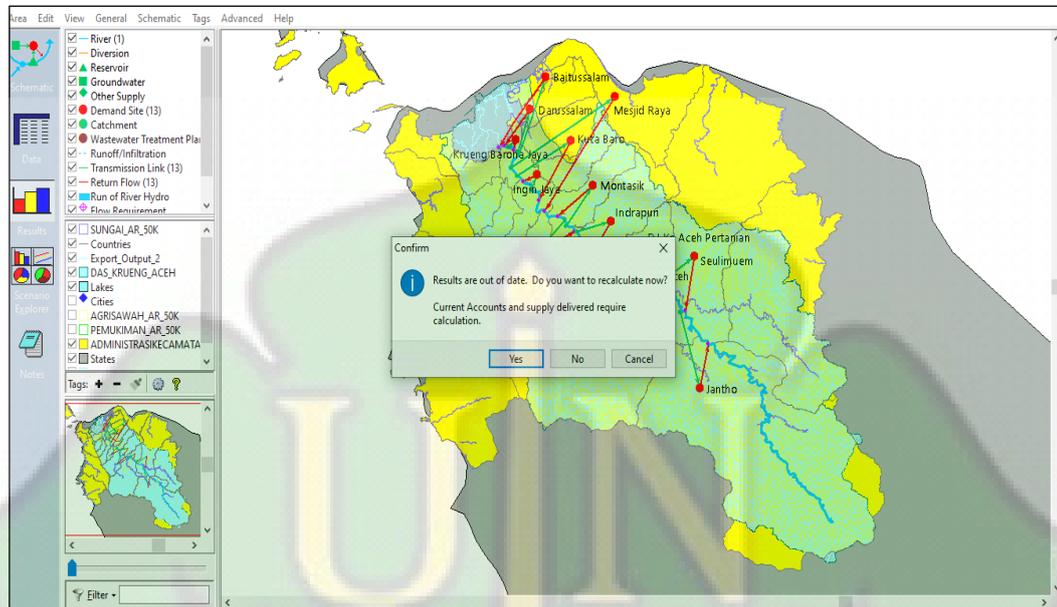


Gambar 3.25 Tampilan Skenario Kedua

11. Menjalankan Model (*Running*)

Model dapat dijalankan setelah skematik, data dan informasi pada model telah dimasukkan, untuk menjalankan model dapat dilakukan dengan memilih pada

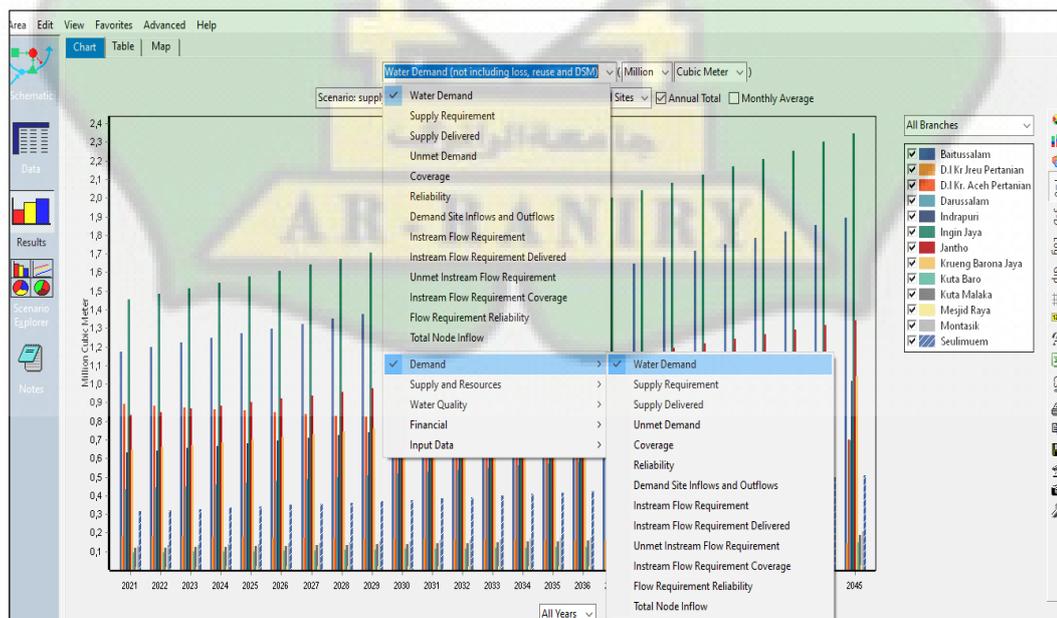
tampilan “*Result*” untuk memulai perhitungan. kemudian untuk menghitung ulang, klik ya. Tampilan yang akan muncul dapat dilihat pada Gambar 3.26.



Gambar 3.26 *Running Model*

12. Hasil *Running* Pemodelan WEAP.

Hasil *running* dalam pemodelan ini dapat dilakukan dengan Klik pada menu *result*. Tampilan *running* dalam aplikasi WEAP dapat dilihat pada Gambar 3.27.



Gambar 3.27 Hasil *Running* dalam Bentuk Grafik

3.5 Waktu Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Sep				Okt				Nov				Des				Jan				Feb				Mar				Apr				Mei				Jun				Jul			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																								
1	Proposal Penelitian																																												
2	Konsultasi dengan Pembimbing																																												
3	Seminar Proposal																																												
4	Pengambilan Data																																												
5	Pelaksanaan Penelitian																																												
6	Running Data																																												
7	Penyusunan Tugas Akhir																																												

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Observasi

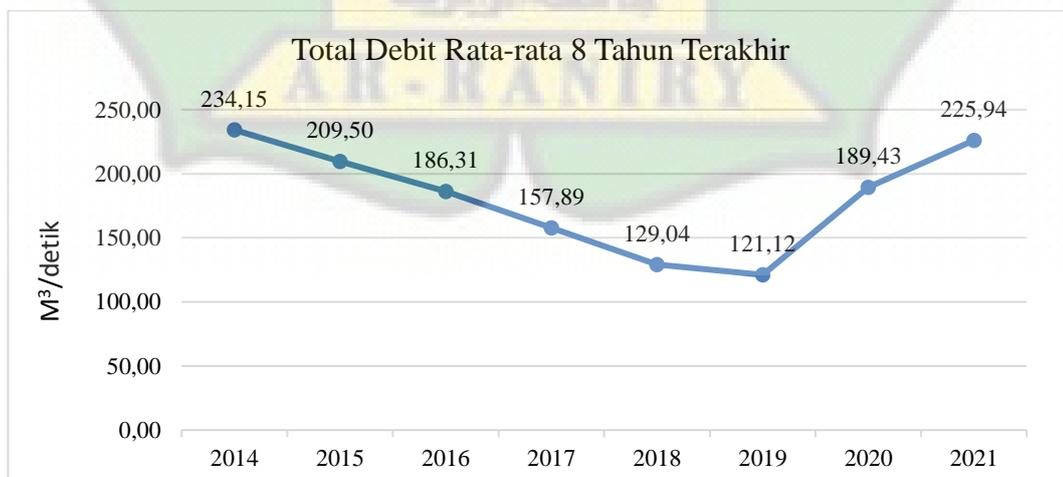
4.1.1 Debit DAS Krueng Aceh Tahun 2014-2021

Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh merupakan sumber daya air utama yang dimanfaatkan oleh masyarakat penduduk Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar. Debit DAS Krueng Aceh diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatra 1. Kondisi debit bulanan tahun 2014-2021 dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1.

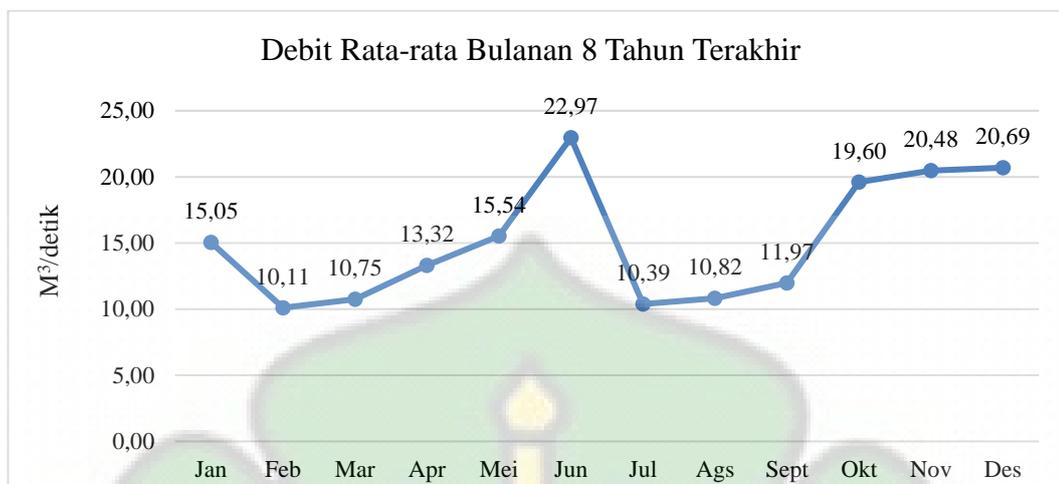
Tabel 4.1 Debit Bulanan DAS Krueng Aceh Tahun 2014-2021

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	Total
2014	5,29	5,58	5,35	9,37	15,12	98,14	7,52	8,83	8,70	27,98	21,71	20,56	234,15
2015	15,89	12,08	10,69	8,33	8,97	7,57	7,61	14,43	18,54	53,75	25,58	26,06	209,50
2016	30,59	15,28	13,71	21,74	12,21	10,11	13,42	9,85	9,64	9,91	15,63	24,22	186,31
2017	36,25	11,52	12,75	14,97	13,03	8,62	8,08	7,99	7,96	8,68	13,36	14,68	157,89
2018	9,01	10,59	10,82	10,12	14,22	8,90	8,18	7,88	9,32	11,37	13,00	15,63	129,04
2019	11,57	9,50	9,74	10,20	9,08	8,22	8,62	7,86	9,54	11,37	12,96	12,46	121,12
2020	8,02	9,44	10,39	10,20	34,33	13,14	10,95	12,61	12,09	10,28	33,85	24,13	189,43
2021	3,79	6,87	12,56	21,59	17,32	29,04	18,75	17,09	19,97	23,47	27,74	27,75	225,94
Total	120,41	80,86	86,01	106,52	124,28	183,74	83,13	86,54	95,76	156,81	163,83	165,49	1453,38
Rata-rata	15,05	10,11	10,75	13,32	15,54	22,97	10,39	10,82	11,97	19,60	20,48	20,69	181,67

Sumber: Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera I, 2023



Gambar 4.1 Grafik Total Debit Rata-rata 8 Tahun Terakhir



Gambar 4.2 Grafik Debit Rata-rata Bulanan 8 Tahun Terakhir

Berdasarkan Tabel 4.1, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa debit di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh mengalami kenaikan maupun penurunan dari tahun 2014-2021. Total debit rata-rata selama 8 tahun terakhir DAS Krueng Aceh tertinggi sebesar 234,15 m³/s di tahun 2014 sedangkan debit terendah sebesar 121,12 m³/s di tahun 2019. Debit rata-rata bulanan 8 tahun terakhir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh mengalami peningkatan di bulan juni sebesar 22,97 m³/s, sedangkan debit rata-rata terendah sebesar 10,11 m³/s di bulan Februari. Peningkatan dan penurunan debit di DAS Krueng Aceh dipengaruhi dari beberapa faktor yaitu intensitas curah hujan dan perubahan lahan seperti penutupan hutan atau penutupan non hutan (Wahid, 2009).

4.1.2 Debit Pemakaian Air Domestik dari DAS Krueng Aceh

Debit air yang tersedia di DAS Krueng Aceh dikelola oleh pihak PDAM PDAM Tirta Mountala. Pengelolaan air ini bertujuan melayani masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air pada kegiatan sehari-hari. Pemakaian air domestik oleh masyarakat Kabupaten Aceh Besar, diperoleh dari jumlah debit awal yang diproduksi dan distribusi di PDAM Tirta Mountala, kemudian disalurkan ke Sambungan Rumah (SR) masyarakat Kabupaten Aceh Besar. Debit produksi dan distribusi dari PDAM Tirta Mountala yang disalurkan untuk wilayah Kabupaten Aceh Besar dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Debit Produksi PDAM Bulanan Tahun 2021

WTP	Jan	Feb	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agus	Sep	Okt	Nov	Des	Total
Siron 1	103.968	93.600	103.968	103.680	107.136	103.680	107.136	107.136	122.688	107.136	103.680	107.136	1.270.944
Siron 2	101.232	92.736	103.104	103.680	107.136	103.680	107.136	107.136	103.680	84.240	103.680	93.888	1.211.328
Siron 3	203.328	180.720	201.456	103.680	107.136	103.680	107.136	107.136	103.680	202.176	178.560	159.840	1.758.528
Pasi Lgt	267.300	241.380	267.300	258.660	264.960	258.660	264.780	264.780	258.660	256.320	258.120	263.520	3.124.440
Montasik	11.160	8.064	6.696	12.960	15.624	12.960	12.960	11.160	17.280	13.392	12.960	15.624	150.840
Kuta Malaka	16.740	18.144	17.856	15.120	20.088	17.280	19.440	16.740	19.440	18.972	18.360	18.972	217.152
Jantho	102.672	92.736	102.672	99.360	102.672	102.672	102.672	102.672	99.360	102.672	99.360	102.672	1.212.192
Seulimum	30.802	27.821	30.802	32.292	37.498	30.802	33.368	30.802	29.808	30.802	29.808	30.802	375.407
Indrapuri	75.888	76.608	71.424	86.400	89.280	69.120	77.760	71.424	86.400	71.424	69.120	75.888	920.736
Total	913.090	831.809	905.278	815.832	851.530	802.534	832.388	818.986	840.996	887.134	873.648	868.342	10.241.567
Rata-rata	853.464												

Sumber: PDAM Tirta Mountala Aceh Besar, 2023

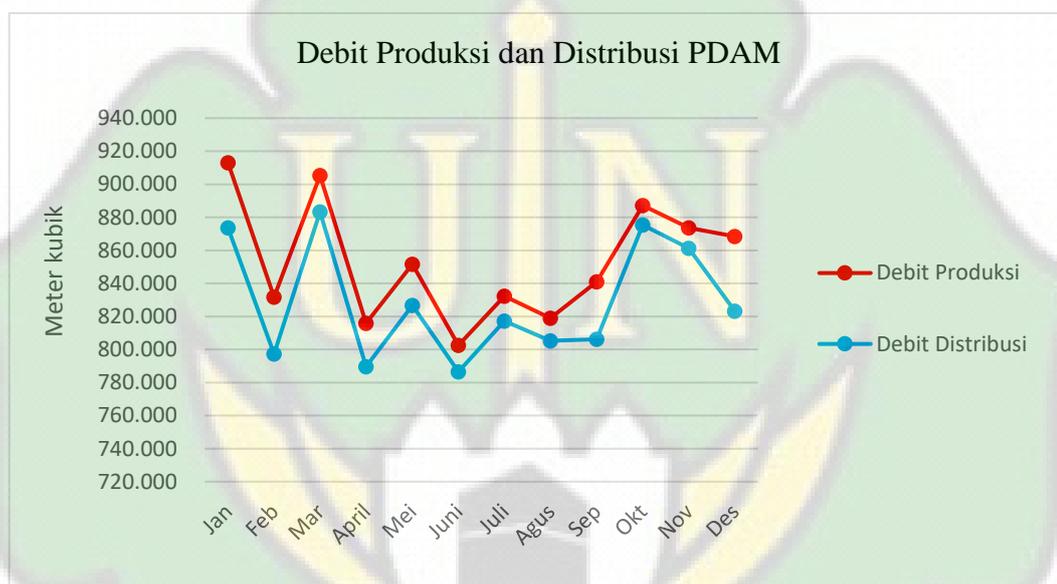
Tabel 4.3 Debit Distribusi PDAM Bulanan Tahun 2021

WTP	Jan	Feb	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agus	Sep	Okt	Nov	Des	Total
Siron 1	162.288	145.008	179.568	149.760	153.216	152.640	158.544	159.696	152.640	183.600	190.080	147.744	1.934.784
Siron 2	100.944	91.152	100.944	153.360	158.400	157.680	162.144	162.144	159.120	213.696	205.920	194.688	1.860.192
Siron 3	111.744	101.232	111.744	-	-	-	-	-	-	-	-	-	324.720
Pasi Lgt	266.220	241.020	266.220	245.340	255.240	248.040	255.240	255.240	247.140	245.520	240.300	241.740	3.007.260
Montasik	10.937	7.903	6.562	12.702	15.312	12.701	12.701	10.937	16.934	13.124	12.701	15.312	147.826
Kuta Malaka	16.405	17.781	17.499	14.818	19.686	16.934	19.051	16.405	19.051	18.593	17.993	18.593	212.809
Jantho	100.619	90.881	100.619	97.373	100.619	100.619	100.619	100.619	97.373	100.619	97.373	100.619	1.187.952
Seulimum	30.186	27.264	30.186	31.646	36.748	30.186	32.701	30.186	29.212	30.186	29.212	30.186	367.899
Indrapuri	74.370	75.076	69.996	84.672	87.494	67.738	76.205	69.996	84.672	69.996	67.738	74.370	902.323
Total	873.713	797.317	883.338	789.671	826.715	786.538	817.205	805.223	806.142	875.334	861.317	823.252	9.945.765
Rata-Rata	828.814												

Sumber: PDAM Tirta Mountala Aceh Besar, 2023

Dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3 di atas, sumber air yang diproduksi dan didistribusikan oleh PDAM untuk melayani wilayah Kabupaten Aceh Besar berasal dari sumber daya air utama di DAS Krueng Aceh yaitu sungai Krueng Aceh. Unit yang memproduksi dan mendistribusikan terdapat 9 WTP, yaitu Siron 1, Siron 2, Siron 3, Pasi Lamgarot, Montasik, Kuta Malaka, Jantho, Seulimum dan Indrapuri. Untuk Siron 3 di bulan april sudah tidak beroperasi dalam pendistribusi air. Total jumlah Unit cabang WTP PDAM Tirta Mountala Aceh Besar yaitu 14 cabang WTP. Empat diantaranya yang tidak ditampilkan pada Tabel 4.2 dan 4.3 PDAM Tirta

Mountala memproduksi dan mendistribusikan air yang bersumber dari beberapa sumber daya air diantaranya, WTP Lambadeuk (Embung Lambadeuk), WTP Mata Ie 1 (Mata Air *Mata Ie*), WTP Mata Ie 2 (Mata Air *Mata Ie*), WTP Mata Ie 3 (Mata Air *Mata Ie*) dan WTP Gle Taron. Untuk perbandingan debit produksi dan distribusi dalam pelayanan jumlah debit yang dikonsumsi oleh pelanggan aktif di Kabupaten Aceh Besar dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Debit Produksi dan Distribusi PDAM

Perbandingan debit produksi dan distribusi pada Gambar 4.3, memiliki selisih debit total sebesar 295.802 m^3 di tahun 2021 dan untuk debit rata-rata selisih, debi nya sebesar 24.650 m^3 . Selisih debit didapat dari besar total debit produksi $10.241.567 \text{ m}^3$ dikurangi total debit distribusi $9.945.765 \text{ m}^3$. Debit produksi yang diambil dari DAS krueng Aceh, di proses dalam instalasi pengelolaan air atau WTP PDAM Tirta Mountala Aceh Besar untuk dilakukan tahapan flokulasi, sedimentasi, filtrasi, hingga menuju ke reservoir selanjutnya akan didistribusikan ke pelanggan. Adapun debit pemakaian air domestik dari jumlah pelanggan aktif dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pemakaian Air Domestik Tahun 2021

Pelayanan PDAM	Pelanggan Aktif	Jumlah Penduduk	Jumlah Pelanggan	Total Pemakaian Air (m ³)	Rata-rata Pemakaian Air (m ³)	Pemakaian Air Org/Thn (m ³)
Darussalam	1.772	22.751	10.632	432.586	36.049	40,69
Ingin Jaya	6.048	34.475	34.475	1.455.207	121.267	42,21
Krueng B. J	2.675	16.646	16.050	646.419	53.868	40,28
Kuta Baro	361	26.089	2.166	92.814	7.735	42,85
Kuta Malaka	420	6.971	2.520	116.670	9.723	46,30
Mesjid Raya	102	21.172	612	16.291	1.358	26,62
Baitussalam	7.642	23.568	23.568	1.173.718	97.810	49,80
Montasik	458	20.432	2.748	129.010	10.751	46,95
Janto	1.781	9.500	9.500	832.914	69.410	87,68
Seulimum	1.170	23.763	7.020	314.687	26.224	44,83
Indrapuri	1.714	22.518	10.284	628.753	52.396	61,14
Suka Makmur	-	15.581	-	-	-	-
Total	24.143	243.466	119.575	5.839.069	486.589	529,33

Sumber: PDAM Tirta Mountala Aceh Besar, 2023

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil observasi yang telah dilakukan, pelayanan PDAM Tirta Mountala Aceh Besar hanya melayani 12 kecamatan dari 23 kecamatan yang ada di Kabupaten Aceh Besar. Dua belas kecamatan yang dilayani memakai debit air yang bersumber dari sungai utama Krueng Aceh yang berada di DAS Krueng Aceh. Sedangkan untuk daerah pelayanan kecamatan yang belum terlayani yaitu Kecamatan Lembah Seulawah, Kuta Cot Glie, Leupung, Lhoong, Pulo Aceh, Simpang Tiga, dan Blang Bintang. Untuk kecamatan lainnya seperti Peukan Bada, Lhoknga, Darul Imarah dan Darul Kamal menggunakan sumber air dari embung Lambadeuk, dan mata air Mata Ie. Pada penelitian ini hanya berfokus pada 12 Kecamatan yang dilayani dari sumber sungai Krueng Aceh. Jumlah penduduk yang ada di 12 Kecamatan adalah 243.466 jiwa, dari total jumlah penduduk 409.527 jiwa yang ada di Kabupaten Aceh Besar. Sedangkan untuk jumlah penduduk pemakai air yang bersumber dari Krueng Aceh hanya sekitar 119.575 jiwa. Berdasarkan hasil observasi di PDAM Tirta Mountala jumlah pemakai air ini diperoleh dari asumsi 1 pelanggan aktif atau (SR) yang aktif rata-rata dapat melayani ± 6 orang. Jumlah debit pemakaian air domestik yang didapati

dari PDAM sebelumnya, kemudian diasumsikan debit tersebut dibagi dengan menggunakan jumlah pelanggan yang memakai air, sehingga diperoleh debit pemakaian air domestik setiap orangnya sebesar $\pm 40 \text{ m}^3$ orang/tahun.

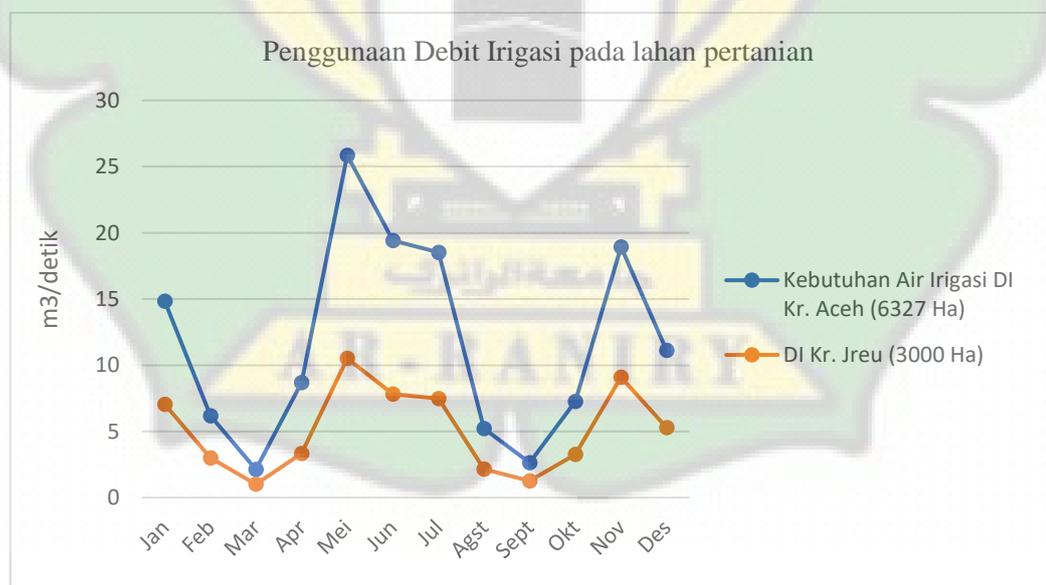
4.1.3 Debit Irigasi

Penggunaan debit irigasi untuk daerah pertanian diperoleh dari observasi data Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera 1. Persentase penggunaan debit dapat dilihat pada Tabel 4.4. dan Gambar 4.3.

Tabel 4.5 Persenan dan Penggunaan Debit Irigasi Tahun 2021

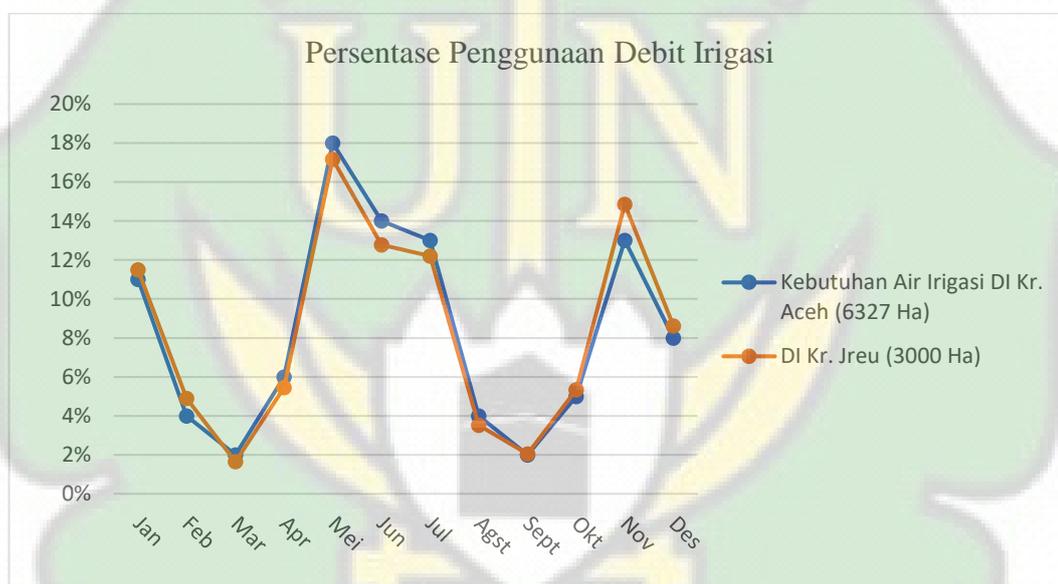
Kondisi	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Total
Kebutuhan Air Irigasi DI Kr. Aceh (6327 Ha)	14,83	6,184	2,128	8,678	25,848	19,413	18,534	5,215	2,643	7,258	18,942	11,132	140,805
Persen Penggunaan	11%	4%	2%	6%	18%	14%	13%	4%	2%	5%	13%	8%	100%
DI Kr. Jreu (3000 Ha)	7,038	2,995	1,009	3,343	10,513	7,827	7,475	2,154	1,253	3,265	9,098	5,281	61,251
Persen Penggunaan	11%	5%	2%	5%	17%	13%	12%	4%	2%	5%	15%	9%	100%

Sumber: BWS Sumatera I, 2023



Gambar 4.4 Penggunaan Debit Irigasi pada Lahan Pertanian

Berdasarkan data yang diperoleh dari BWS 1 pada Tabel 4.4, penggunaan debit irigasi mencapai total 140,805 m³/detik pada Daerah Irigasi (DI) Krueng Aceh yang mengalir air mencakup luas lahan pertanian sebesar 6327 hektar. Sedangkan pada DI Krueng Jreu penggunaan debitnya hanya sekitar 61,251 m³/detik dengan wilayah cakupan seluas 3000 hektar untuk wilayah pertanian. Untuk penggunaan debit totalnya adalah 202,056 m³/detik dengan luas lahan total 9327 hektar. Persentase penggunaan debit irigasi pada lahan pertanian dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Persentase Penggunaan Debit Irigasi pada Lahan Pertanian

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 4.5, persentase penggunaan debit irigasi untuk lahan pertanian tertinggi terjadi pada bulan Mei sampai bulan Juli dan bulan November sampai bulan Januari, hal ini dikarenakan bulan tersebut merupakan bulan untuk masa tanam dan juga merupakan musim penghujan. Sedangkan penggunaan debit irigasi terendah terjadi pada bulan Februari sampai dengan April dan bulan Agustus sampai Oktober. Untuk luas lahan pertanian dan jenis yang ada di Kabupaten Aceh Besar di tahun 2021 berdasarkan observasi data BPS Aceh, dan Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh dapat lihat pada Tabel 4.6.

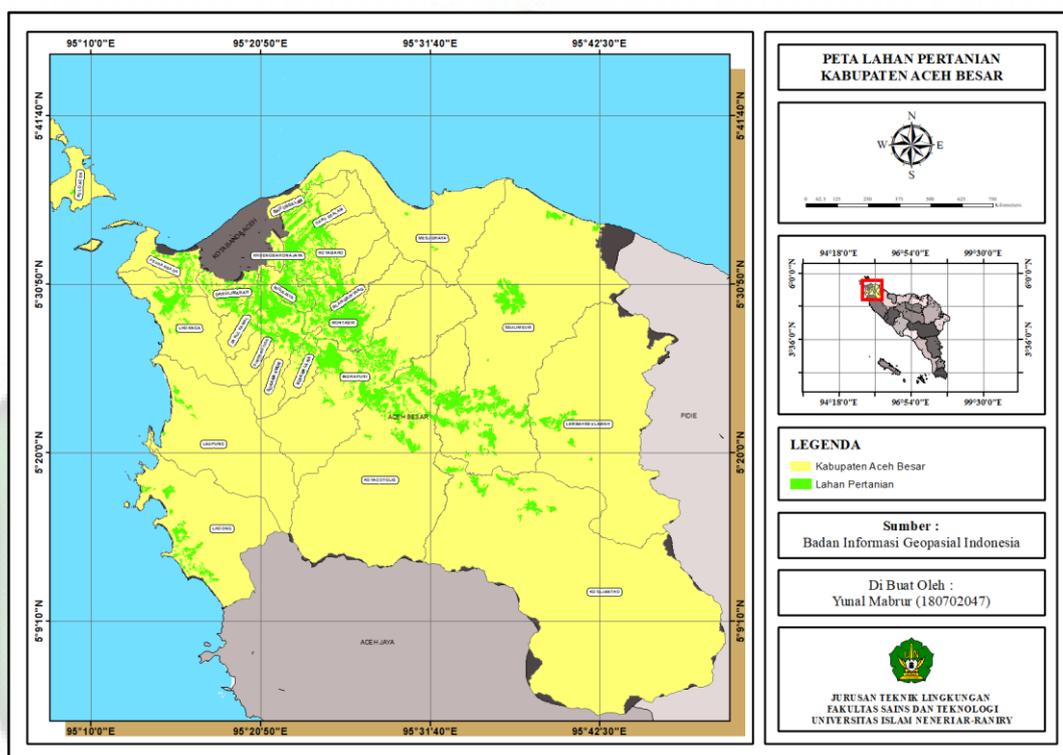
Tabel 4.6 Jenis dan Luas Lahan Pertanian Tahun 2021 di Kab. Aceh Besar

Kecamatan	luas Lahan Sawah/Padi (Ha)	Luas Tanam (Ha)		Luas Panen (Ha)				Total (Ha)
		Kacang Tanah	Jagung	Bawang Merah	Cabai Besar	Cabai Rawit	Tomat	
Lhoong	790	-	3	17	7	10	-	827
Lhoknga	852	2	-	-	7	6	1	868
Leupung	278	-	2	-	-	-	-	280
Indrapuri	2.917	-	5	-	4	3	-	2.929
Kuta Cot Glie	2.827	3	76	-	6	10	-	2.922
Seulimeum	3.522	-	278	-	11	29	-	3.840
Kota Jantho	1.218	1	31	-	8	2	-	1.260
Lembah Seulawah	646	49	342	-	8	71	-	1.116
Mesjid Raya	30	30	10	-	17	9	5	101
Darussalam	884	-	-	-	-	-	-	884
Baitussalam	225	4	-	-	-	-	-	229
Kuta Baro	2.083	-	-	-	-	1	-	2.084
Montasik	2.113	-	-	-	1	2	-	2.116
Blang Bintang	1.149	-	4	-	7	-	-	1.160
Ingin Jaya	1.215	-	1	-	-	1	-	1.217
Krueng Barona Jaya	177	-	-	-	-	-	-	177
Suka Makmur	1.191	-	-	-	2	6	3	1.202
Kuta Malaka	700	-	-	-	2	-	-	702
Simpang Tiga	786	-	-	-	-	1	-	787
Darul Imarah	656	-	-	-	2	2	8	668
Darul Kamal	563	-	-	-	2	-	-	565
Peukan Bada	547	-	5	-	4	3	-	559
Pulo Aceh	323	-	12	-	7	-	-	342
Total	25.692	89	769	17	95	156	17	26.835

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Aceh Besar Tahun 2021

Berdasarkan Tabel 4.6, luas lahan baku sawah/padi tahun 2021 di Kabupaten Aceh Besar mencapai total 25.692 hektar. Jenis tanaman pangan lainnya yang memiliki total luas tanam seperti kacang tanah seluas 89 hektar dan jagung 769 hektar. Sedangkan untuk total luas panen jenis tanaman pangan seperti bawang merah seluas 17 hektar, cabai besar 95 hektar, cabai rawit 156 hektar dan tomat 17 hektar. Dari data diatas luas lahan pertanian yang terbesar adalah luas lahan sawah/padi, sehingga pada penginputan data penggunaan lahan dan pemakaian air

pertanian selanjutnya dimodelkan total luas lahan pertanian persawahan/padi yang dialiri oleh daerah irigasi Krueng Aceh dan daerah irigasi Krueng Jreu seperti yang telah ditampilkan pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.4-4.5. Adapun peta wilayah pertanian di Kabupaten Aceh Besar dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Peta Lahan Pertanian Kabupaten Aceh Besar

4.2 *Input Data dan Penentuan Growth dalam Pemodelan WEAP*

Pemodelan aplikasi WEAP dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang telah didapati sebelumnya berupa debit sungai Krueng Aceh, debit konsumsi pelanggan, debit irigasi dan jumlah penduduk yang dilayani oleh PDAM. Sumber air domestik yang digunakan berasal dari PDAM Tirta Mountala Aceh Besar. Proses pemodelan pada aplikasi WEAP ini hanya dilakukan perhitungan tingkat kebutuhan air (*water demand*), pasokan disampaikan (*supply delivered*) dan cakupan kebutuhan air (*coverage*) baik itu domestik atau pertanian. Skema pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Skema Pemodelan

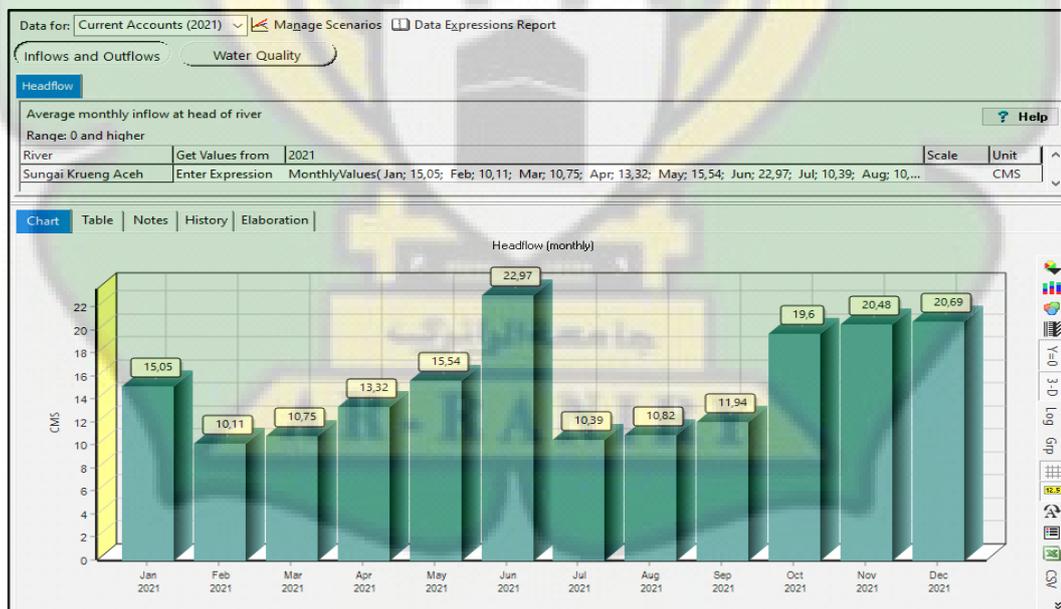
Berdasarkan skema pemodelan pada Gambar 4.7, terdapat beberapa *node/* item yang harus diinput. Garis biru pada skema menggambarkan Sungai Krueng Aceh yang merupakan sumber air utama pada wilayah Kabupaten Aceh Besar. Node berwarna merah yang berjumlah 14 titik merupakan situs permintaan (*demand site*), 2 titik merah untuk situs permintaan pertanian dan 12 titik lagi untuk kecamatan yang dilayani oleh PDAM Tirta Mountala dalam pendistribusian air yang bersumber dari Krueng Aceh. Sebelas kecamatan yang menjadi pelanggan aktif PDAM Tirta Mountala yaitu Kecamatan Darussalam, Kecamatan Ingin Jaya, Kecamatan Krueng Barona jaya, Kecamatan Kuta Baro, Kecamatan Kuta Malaka, Kecamatan Masjid Raya, Kecamatan Montasik, Kecamatan Jantho, Kecamatan Seulinjuem, dan Kecamatan Indrapuri. Sedangkan 1 kecamatan yang tidak menjadi

pelanggan aktif adalah Kecamatan Suka Makmur. Kemudian untuk garis hijau menunjukkan arah aliran air dan untuk garis merah adalah arah aliran kembali.

Penelitian ini dibuat dalam bentuk dua skenario. Skenario pertama dibuat dalam bentuk model perhitungan kebutuhan air dari total jumlah penduduk yang ada di Kabupaten Aceh Besar. Skenario kedua dibuat dalam bentuk *supply delivered* (pasokan air yang terkirim) dari jumlah pengguna air pelanggan PDAM Tirta Mountala Aceh Besar. Kemudian dua skenario yang telah dibuat dilakukan prediksi kebutuhan air (*water demand*), pasokan disampaikan (*supply delivered*) dan cakupan kebutuhan air (*coverage*) dari periode 2021-2045. Penginputan data pada pemodelan WEAP untuk mendapatkan hasil dalam penelitian sebagai berikut:

1. *Input* debit sungai Krueng Aceh.

Debit yang digunakan dalam pemodelan adalah nilai rata-rata bulanan dari tahun 2014-2021 yang telah ditampilkan pada Tabel 4.1. Tampilan *input* debit sungai Krueng Aceh dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Debit Sungai Krueng Aceh

2. *Input* dan penentuan *growth* untuk skenario pertama (*scenario water demand*).

Pengguna dan pemakai air domestik pada DAS krueng Aceh data yang diinput adalah jumlah penduduk yang diperoleh dari BPS Kabupaten Aceh Besar yang

kemudian diproyeksikan untuk 25 tahun kedepan dan didapatkan hasil pertumbuhan rata-ratanya sebanyak 1% untuk seluruh penduduk di Kabupaten Aceh Besar. Penentuan *growth* penggunaan air domestik berdasarkan jumlah penduduk pada kecamatan yang dimodelkan menggunakan nilai *growth* 1%. dan untuk jumlah pemakaian airnya diasumsikan dengan perhitungan dari standar kebutuhan air untuk rumah tangga (domestik) SNI 6728.1:2015 yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 sedangkan jumlah penduduk dan pemakaian air lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.7.

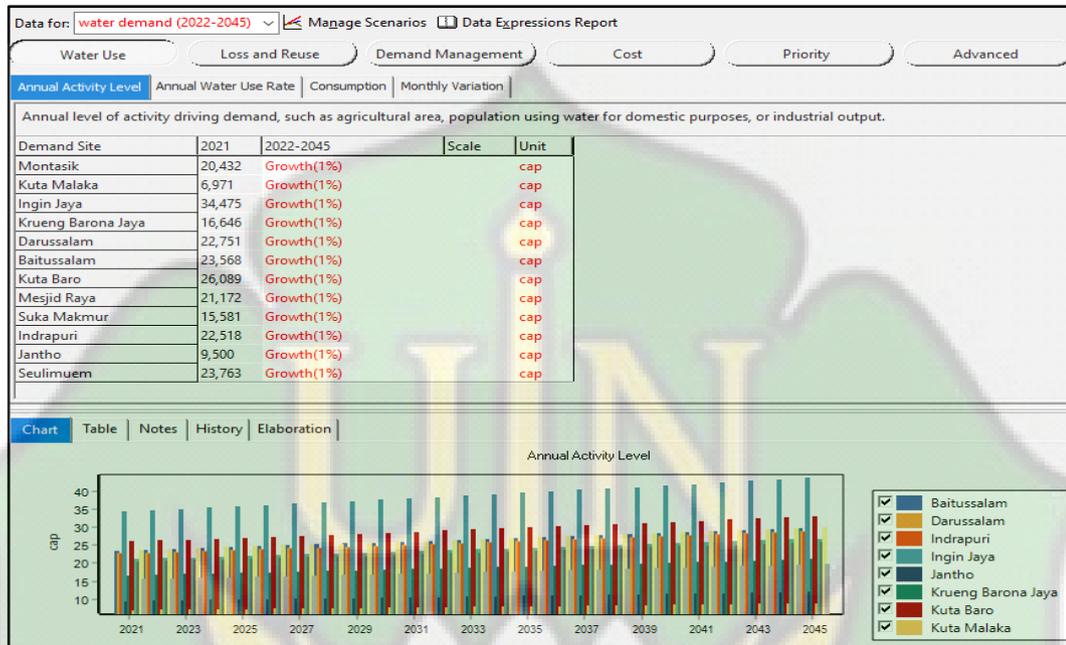
Tabel 4.7 Jumlah Penduduk dan Pemakaian Air

Kecamatan	Jumlah Penduduk	Standar Pemakaian Air liter/org/hari	Pemakaian Air liter/org/thn	Pemakaian Air M ³ /org/thn
Indrapuri	22.518	110	40150	40
Seulimeum	23.763	110	40150	40
Kota Jantho	9.500	80	29200	29
Mesjid Raya	21.172	110	40150	40
Darussalam	22.751	110	40150	40
Baitussalam	23.568	110	40150	40
Kuta Baro	26.089	110	40150	40
Montasik	20.432	110	40150	40
Ingin Jaya	34.475	110	40150	40
Krueng Barona Jaya	16.646	80	29200	29
Suka makmur	15.581	80	29200	29
Kuta Malaka	6.971	80	29200	29

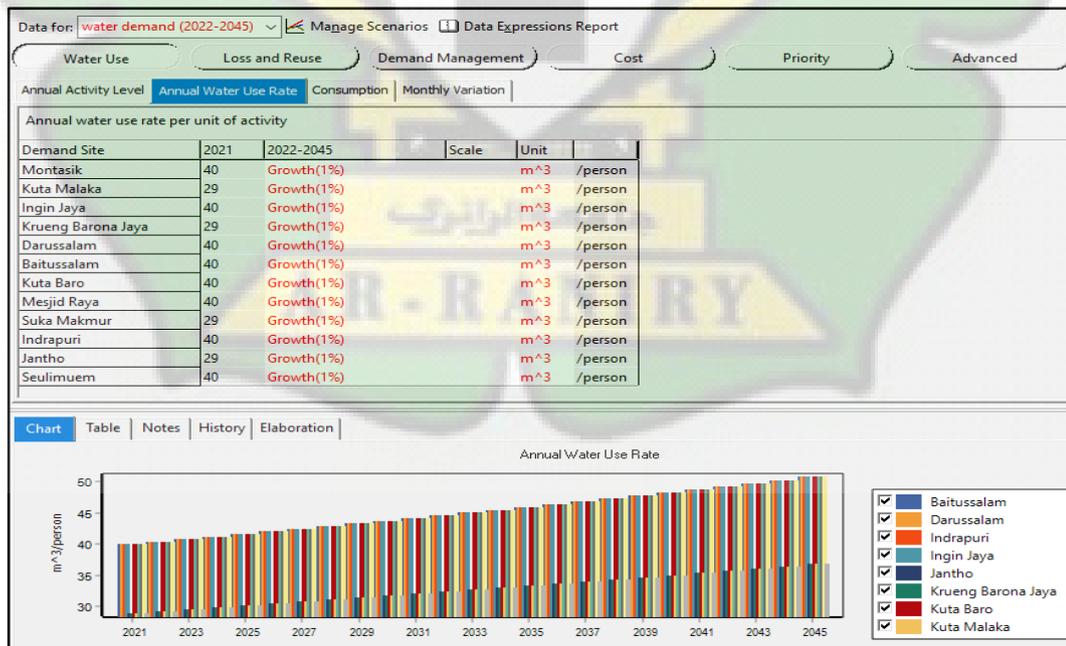
Sumber: SNI 6728.1:2015

Berdasarkan Tabel 4.7, jumlah penduduk tahun 2021 bersumber dari BPS Kabupaten Aceh Besar. Kecamatan yang dimodelkan pada skenario *water demand* berjumlah 12 Kecamatan di Kabupaten Aceh Besar. sedangkan 11 kecamatan tidak diinput dikarenakan 4 kecamatan seperti Peukan bada memakai air embung Lambadeuk, Lhoknga memakai sumber mata air Glee Taron dan Darul Imarah, Darul kamal memakai mata air Mata Ie dan 7 kecamatan lainnya tidak dimodelkan karena penggunaan air domestik tidak memakai sumber daya air Krueng Aceh atau belum dilayani oleh oleh PDAM. Untuk *input* pemakaian air nya bersumber dari

SNI 6728.1:2015. Data pemakaian air diubah ke satuan $\text{m}^3/\text{orang}/\text{tahun}$ yang kemudian di *input*, untuk tampilan *input* data pada skenario pertama (*scenario water demand*) ini dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.



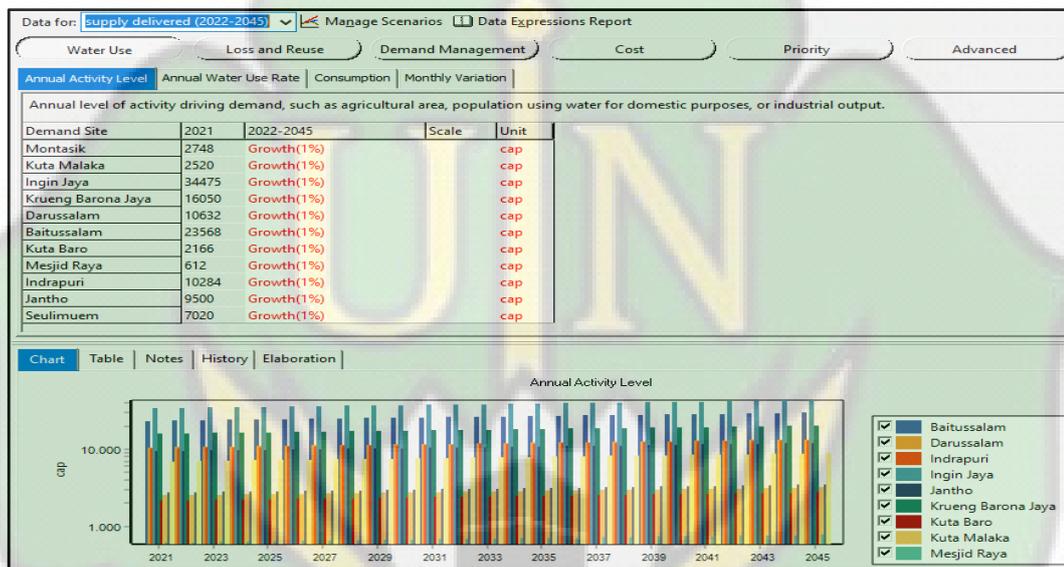
Gambar 4.9 Jumlah Pengguna Air (Jumlah Penduduk)



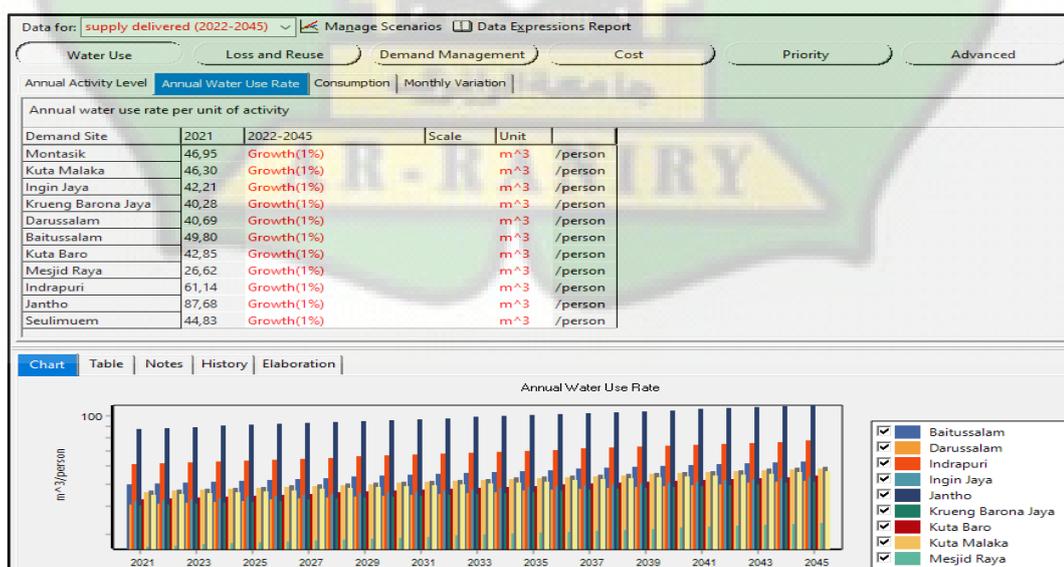
Gambar 4.10 Jumlah Pemakaian Air (Jumlah Penduduk)

3. *Input* dan penentuan *growth* untuk skenario kedua (*scenario supply delivered*).

Penentuan *growth* penggunaan air domestik pada berdasarkan hasil observasi di PDAM Tirta Mountala. Nilai *growth* yang digunakan berkisar 1%. Hal ini dikarenakan jumlah pelanggan atau jumlah SR mengalami peningkatan seperti jumlah penduduk setiap tahunnya. *Input* data jumlah pengguna dan pemakaian air domestik (pelanggan PDAM) berdasarkan Tabel 4.4 untuk lebih jelas tampilan *input* dalam WEAP dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12.



Gambar 4.11 Jumlah Pengguna Air (Pelanggan PDAM)



Gambar 4.12 Jumlah Pemakaian Air (Pelanggan PDAM)

4. *Input* dan penentuan *growth* pertanian

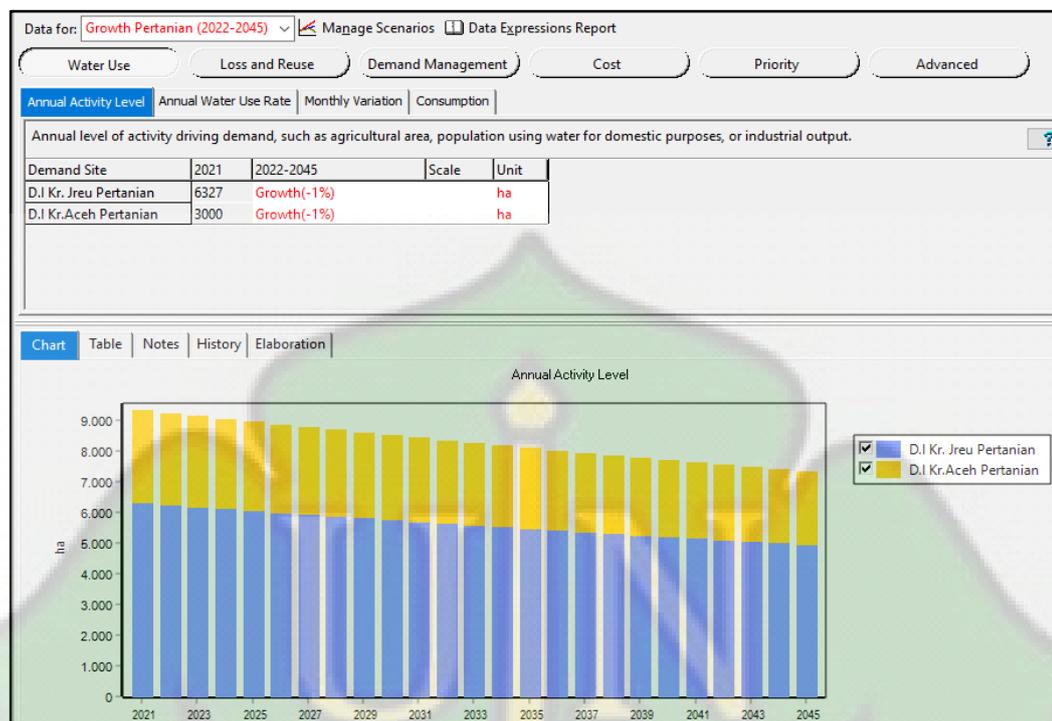
Penentuan *growth* penggunaan air pertanian pada pemodelan WEAP diperoleh berdasarkan hasil perubahan lahan di Kabupaten Aceh Besar selama 10 tahun terakhir yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perubahan Lahan di Kabupaten Aceh Besar

Luas Lahan Pertanian Kabupaten Aceh Besar			
Tahun	Luas (Ha)	Perubahan Lahan (Ha)	Perubahan Lahan %
2010	232.046	-	-
2011	168.152	-63.894	-28%
2012	172.216	4.064	2%
2013	188.883	16.667	10%
2014	209.410	20.527	11%
2015	221.793	12.383	6%
2016	205.459	-16.334	-7%
2017	193.269	-12.190	-6%
2018	191.204	-2.065	-1%
2019	190.763	-441	0%
2020	190.309	-454	0%
Total Perubahan Lahan (%)			-13%
Rata-Rata Perubahan Lahan (%)			-1%

Sumber: BPS Aceh, dan Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh, 2021

Berdasarkan Tabel 4.8, luas lahan pertanian mengalami kenaikan dan juga penurunan. Penurunan terjadi di awal tahun 2010-2011, dan mengalami kenaikan dari tahun 2011 sampai tahun 2015 lalu kembali terjadi penurunan dari tahun 2015-2020. Melihat kondisi ini maka persentase perubahan lahan yang telah dihitung mencapai total -13% dan rata-rata perubahan lahannya -1%, hal ini dikarenakan dari luas lahan pertanian mengalami penurunan dari tahun 2010-2020. Oleh karena itu untuk asumsi nilai *growth* pada pengguna lahan pertanian adalah -1%. *input* pengguna lahan pertanian dan pemakaian air yang di digunakan adalah luas lahan yang dialiri oleh daerah irigasi Krueng Aceh dan daerah irigasi Krueng Jreu seperti yang telah diperlihatkan pada Tabel 4.5. Untuk tampilan *input* data pada pemodelan pertanian dapat dilihat Gambar 4.13.

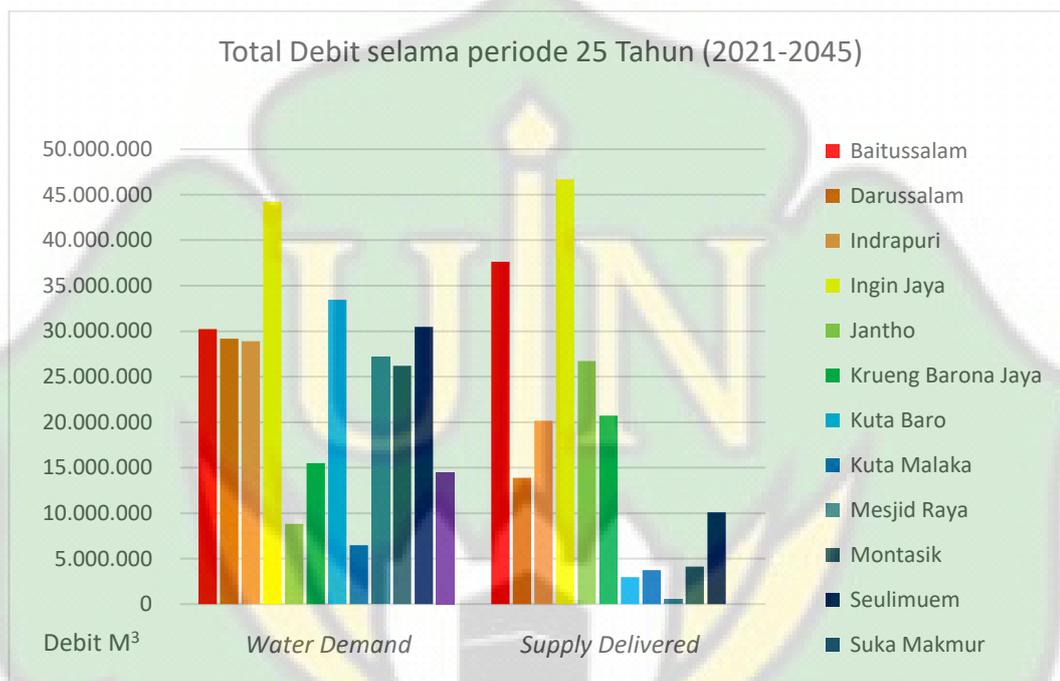


Gambar 4.13 Luas Penggunaan Lahan dan *Growth* Pertanian

4.3 Prediksi *Water Demand* dan *Supply Delivered* Periode 2021-2045

Perhitungan *Water Demand* (not including loss, reuse and DSM) dan *supply delivered* ini dilakukan dalam bentuk debit dalam satuan m^3 . Pemodelan yang dilakukan adalah meramalkan tingkat kebutuhan air untuk 12 kecamatan di wilayah Kabupaten Aceh Besar dan 2 titik pertanian di Kabupaten Aceh Besar untuk 25 tahun ke depan dari tahun 2021 sampai tahun 2045. Titik lokasi yang dimodelkan berupa *demand site* pada aplikasi WEAP. Penelitian ini dibuat dalam dua skenario yang bertujuan mengetahui *water demand* (kebutuhan air) pada total jumlah penduduk dan *supply delivered* (pasokan air yang dikirimkan) oleh PDAM Tirta Mountala. Pada skenario pertama (*scenario water demand*) data yang digunakan adalah data jumlah pengguna, debit pemakaian air dan nilai *growth* sebesar 1% dari jumlah penduduk. Sedangkan pada skenario kedua (*scenario supply delivered*) data yang digunakan adalah data jumlah pengguna pelanggan PDAM, pemakaian air nya dan nilai *growth* 1%. Pada lahan pertanian data yang digunakan merupakan data penggunaan luas lahan yang dialiri 2 irigasi di Kabupaten Aceh Besar dan nilai

growth -1% dikarenakan lahan pertanian menurun seperti yang telah ditampilkan pada Tabel 4.8. Dari penginputan data yang telah dilakukan maka didapati hasil *running water demand* dan *supply delivered* pada pemodelan WEAP yang dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Total Debit *Water Demand* dan *Supply Delivered* periode 25 Tahun

Berdasarkan grafik yang telah ditampilkan dalam Gambar 4.14, dapat dilihat bahwa prediksi kebutuhan air (*water demand*) untuk 12 kecamatan di Kabupaten Aceh Besar dan pasokan air yang dikirimkan (*supply delivered*) oleh PDAM Tirta Moutala untuk 12 Kecamatan memiliki perbandingan tingkat kebutuhan air yang berbeda dengan air yang dikirimkan dan kebutuhan air yang semakin meningkat. Melihat kondisi ini perbedaan antara *water demand* dan *supply delivered* disebabkan oleh jumlah pengguna air (jumlah penduduk) yang tidak seluruhnya memakai air dari jumlah pelanggan PDAM Tirta Moutala. Pada skenario *water demand* (total jumlah penduduk) untuk pengguna air sebanyak 243.466 orang. Sedangkan pada skenario *supply delivered* (jumlah pelanggan) pengguna airnya sebanyak 119.575 orang. Dari total jumlah penduduk sekitar

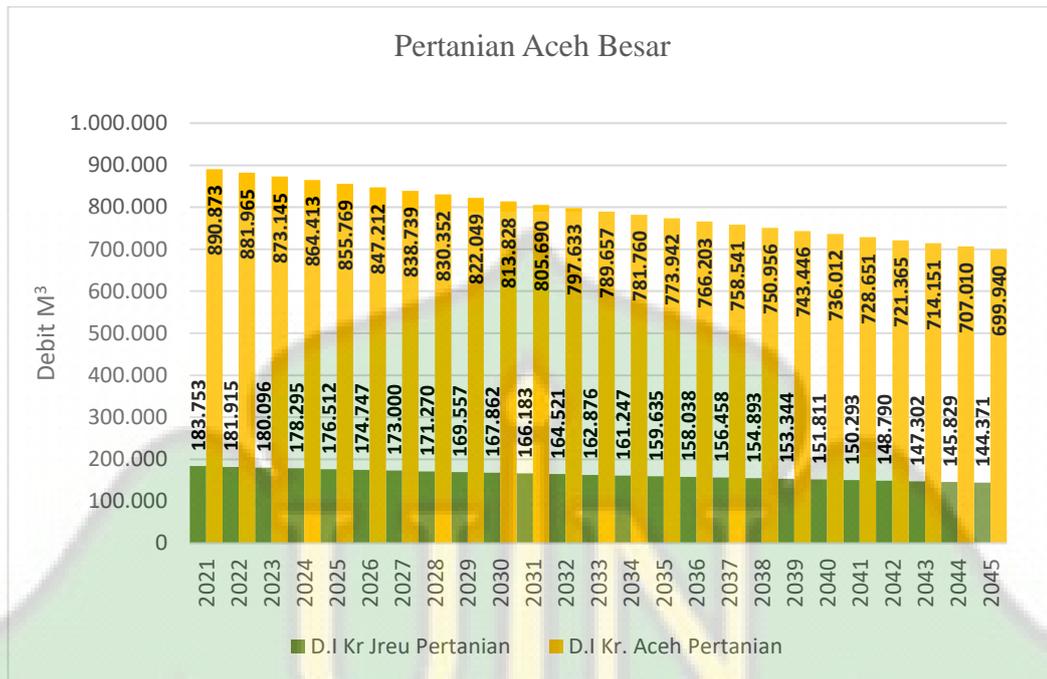
123.891 orang yang tidak termasuk kedalam pengguna air PDAM Tirta Mountala bila diasumsikan dengan 1 SR hanya berjumlah 6 orang dari total 24.143 SR aktif. Untuk jumlah pelanggan yang melebihi dari jumlah penduduk pada kecamatan tersebut maka diasumsikan untuk jumlah pelanggannya disesuaikan dengan jumlah penduduk di tahun tersebut seperti telah diperlihatkan pada Tabel 4.4, sehingga diperoleh total jumlah pelanggan sebanyak 119.575 orang.

Dari grafik *water demand* dan *supply delivered* pada Gambar 4.14, dapat dilihat bahwa terdapat 4 kecamatan yang *supply delivered* (pasokan air yang dikirimkan) oleh PDAM melebihi dari *water demand* (kebutuhan air) yang ditetapkan oleh standar kebutuhan air untuk rumah tangga (domestik) SNI 6728.1:2015. Empat kecamatan tersebut adalah Kecamatan Baitussalam, Kecamatan Ingin Jaya, Kecamatan Jantho dan Kecamatan Krueng Barona Jaya. Total debit yang di-*supply* PDAM dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2045 pada Kecamatan Baitussalam sebesar 37.641.572 m³ dari total debit kebutuhan sebesar 30.234.195 m³, Kecamatan Ingin Jaya sebesar 46.669.732 m³ dari total debit kebutuhan sebesar 44.226.233 m³, Kecamatan Jantho sebesar 26.714.056 m³ dari total debit kebutuhan sebesar 8.835.625 m³, dan Kecamatan Krueng Barona Jaya sebesar 20.733.861 m³ dari total debit kebutuhan sebesar 15.481.875 m³. Delapan kecamatan lainnya untuk pasokan airnya yang di-*supply* oleh PDAM dari tahun 2021-2045 tidak melebihi dari kebutuhan air dari tahun 2021-2045. Penyebab terjadinya *supply delivered* melebihi *water demand* dikarenakan pemakaian air pada jumlah pelanggan PDAM melebihi standar kebutuhan air untuk rumah tangga (domestik) SNI 6728.1:2015. Melihat kondisi ini penyebab lainnya adalah berdasarkan letak geografis wilayah kecamatan dan keperluan lainnya seperti pemakaian air yang digunakan untuk fasilitas umum atau masyarakat di wilayah tersebut menggunakan air diluar kebutuhan rumah tangga.

Kebutuhan air (*water demand*) total jumlah penduduk 12 kecamatan pada skenario pertama terjadi peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan kebutuhan air disebabkan jumlah penggunaan air yang semakin meningkat. Berdasarkan perhitungan proyeksi penduduk 25 tahun kedepan dari tahun 2021-2045 diperoleh hasil pertumbuhan rata-rata yang berbeda pada 12 kecamatan, akan tetapi untuk

pertumbuhan yang mendominasi di 12 kecamatan sebanyak 1%, oleh karena itu untuk pertumbuhan yang digunakan adalah asumsi 1% untuk pertumbuhan seluruh jumlah penduduk di 12 kecamatan. Total debit *water demand* untuk 25 tahun mendatang pada 12 kecamatan sebesar 295.150.356 m³. Wilayah kecamatan yang diprediksikan untuk kebutuhan air tertinggi terdapat pada Kecamatan Ingin Jaya dengan total debit dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2045 sebesar 44.226.233 m³. Tingginya kebutuhan air ini dikarenakan jumlah penduduknya sebanyak 34.475 orang. Sedangkan kecamatan dengan kebutuhan air terendah terdapat pada Kecamatan Kuta Malaka dengan total debit sebesar 6.483.489 m³ dan untuk jumlah penduduk juga rendah yaitu 6.971 orang.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, untuk *supply delivered* (pasokan air yang dikirimkan) oleh PDAM Tirta Mountala pada skenario kedua mengalami peningkatan setiap tahunnya. Total debit *supply delivered* untuk 25 tahun mendatang pada 12 kecamatan sebesar 187.270.859 m³. Untuk total debit tertinggi yang disuplai oleh PDAM dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2045 terdapat pada Kecamatan Ingin Jaya dengan debit sebesar 46.669.732 m³. Sedangkan *supply* air terendah terdapat pada Kecamatan Masjid Raya dengan total debit sebesar 522.487 m³. Tingginya *supply* air untuk kecamatan Ingin Jaya dikarenakan jumlah pelanggan pada kecamatan tersebut terlayani seluruhnya sebanyak 34.475 orang di tahun 2021 dan mengalami pertumbuhan pelanggan di setiap tahunnya, untuk Kecamatan Masjid raya jumlah pelanggan sebesar 612 orang dan juga mengalami pertumbuhan pelanggan di setiap tahunnya. Peningkatan *supply* air yang disalurkan setiap tahunnya juga dipengaruhi oleh pertumbuhan jumlah pelanggan dan pengguna airnya sebesar 1% setiap tahunnya. Dari 12 kecamatan yang dilayani oleh PDAM Tirta Mountala, hanya 1 kecamatan saja yang tidak memiliki pelanggan aktif yaitu Kecamatan Suka Makmur, maka dari itu untuk prediksi *supply delivered* dari tahun 2021 sampai tahun 2045 Kecamatan Suka Makmur tidak terdapat *supply delivered* meskipun kecamatan tersebut sudah dilayani. Kebutuhan air pada wilayah pertanian kabupaten Aceh Besar dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 *Water Demand* Pertanian Aceh Besar

Kebutuhan air pada wilayah pertanian kabupaten Aceh Besar hanya berdasarkan luas lahan yang dialiri oleh daerah irigasi Krueng Aceh dan daerah irigasi Krueng Jreu. Untuk luas lahan yang dialiri pada tahun 2021 sebesar 6.327 hektar dan 3.000 hektar, dari total luas lahan sekitar 36% lahan baku sawah/padi. Total pemakaian air pada wilayah pertanian di tahun 2021 sebanyak 202,056 m³/detik. Sedangkan perubahan lahan untuk 25 mendatang menurun, hal ini dikarenakan persentase *growth* sebesar -1%. Nilai *growth* tersebut didapat berdasarkan perubahan luas lahan selama 10 tahun terakhir seperti yang telah ditampilkan pada Tabel 4.8. Setelah dilakukan *running* pada aplikasi WEAP seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.15, maka diperoleh hasil kebutuhan air di wilayah pertanian dari tahun 2021 sampai tahun 2025 menurun dari besar debit 1.074.626 m³–844.310 m³, sedangkan total kebutuhan air di wilayah pertanian sebesar 23.875.900 m³.

4.4 Coverage (Cakupan Kebutuhan Air)

Dari hasil yang telah diperoleh pada Gambar 4.14 dan 4.15, maka perlu dilihat nilai *Coverage* pada aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) untuk kebutuhan air di wilayah Kabupaten Aceh Besar. *Coverage* (cakupan kebutuhan air) merupakan jumlah persenan air yang terdapat pada suatu wilayah baik itu dalam jangka waktu bulanan maupun tahunan. perhitungan *coverage* ini bertujuan untuk dapat mengetahui apakah debit yang dimiliki oleh Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh dapat memenuhi kebutuhan air atau tidak yang diperlukan oleh pengguna pada beberapa wilayah di Kabupaten Aceh Besar. Hasil *coverage* (cakupan kebutuhan air) dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil *Coverage* Tahun 2021-2045

Coverage (%) untuk Wilayah Kecamatan dan Pertanian																									
Wilayah	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Baitussalam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Darussalam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Indrapuri	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ingin Jaya	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Jantho	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Krueng Barona Jaya	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kuta Baro	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kuta Malaka	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mesjid Raya	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Montasik	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Seulimuem	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pertanian Aceh Besar	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Berdasarkan Tabel 4.9, dapat dilihat bahwa nilai *coverage* pada skenario pertama maupun skenario kedua memiliki nilai *coverage* 100% dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2045. Dari nilai *covered* yang telah diperoleh untuk 25 tahun mendatang debit Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh masih dapat memenuhi *water demand* (kebutuhan air) jumlah penduduk dan *supply delivered* (pasokan air yang dikirimkan) oleh PDAM Tirta Mountala, jika pemakai air (jumlah penduduk/ jumlah pelanggan) masih menggunakan air dari DAS Krueng Aceh. Hal ini dikarenakan sebagian penduduk dari Kabupaten Aceh Besar tidak memakai air dari DAS Krueng Aceh, begitupun dengan jumlah pelanggan PDAM yang tidak

semuanya memakai air PDAM, ada yang masih menggunakan air dari sumber air lainnya seperti mata air Mata Ie dan embung. Dari data observasi yang dilakukan di PDAM Tirta Mountala hanya 12 kecamatan yang dilayani dan sumber air nya dari DAS Krueng Aceh dan masih ada 7 kecamatan yang belum dilayani.

Hasil dari nilai *covered* pada penelitian ini berfokus pada 12 Kecamatan pada penggunaan air domestik dan wilayah pertanian yang ada di Kabupaten Aceh Besar. Penyebab dari nilai *covered* tidak mencapai nilai 100% apabila penggunaan air semakin meningkat dan penggunaan lainnya juga dihitung seperti menghitung kebutuhan industri dan non domestik dimasa yang akan datang. Oleh karena itu tidak menutup kemungkinan apabila DAS Krueng Aceh terjadi kekurangan air di masa mendatang. Seiring terjadinya peningkatan jumlah pengguna air maka jumlah kebutuhan air juga semakin meningkat. hal inilah yang menjadi permasalahan terkait ketersediaan air bersih yang menjadi terbatas, dan dapat menimbulkan masalah yang serius. Bila dilihat dari ketersediaan air yang ada di bumi, hanya terdapat 2,15% air yang membeku dan air tawar yang dapat dikonsumsi oleh manusia sebesar 1% dari jumlah air yang ada di bumi. (Usmany dkk., 2021).

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tentang Rencana Strategis Tahun 2020-2024 (2020), pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) yang dilaksanakan melalui konservasi SDA untuk menjaga fungsi dan kapasitas tampung sumber-sumber air serta peningkatan kapasitas sumber-sumber air dan pendayagunaan SDA untuk memenuhi kebutuhan air bagi kehidupan sehari-hari. Konservasi SDA yang dilaksakan adalah pembangunan dan rehabilitas/peningkatan bendung, waduk, embung, bangunan penampung air lainnya serta restorasi sungai, revitalisasi danau dan konservasi rawa. Sedangkan untuk pendayagunaan SDA yang dilaksanakan melalui pembangunan, peningkatan dan rehabilitasi sarana prasarana air baku, beserta peningkatan, operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi.

Strategi lainnya yang dapat dilakukan jika suatu saat terjadi kekurangan air bersih yang disebabkan oleh peningkatan jumlah pengguna air, dapat diatasi dengan memaksimalkan potensi air baku yang sudah ada seperti pemanfaatan air hujan dengan melakukan pembangunan tempat penampung (waduk atau bendung) dan sumur resapan pada setiap tempat tinggal di wilayah yang diperlukan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa hasil simulasi dua skenario penggunaan air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh Kabupaten Aceh Besar periode tahun 2021 sampai dengan tahun 2045 dengan menggunakan aplikasi Water Evaluation and Planning (WEAP) diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Skenario pertama (*scenario water demand*), total debit yang dibutuhkan untuk 25 tahun mendatang pada 12 Kecamatan Kabupaten Aceh Besar sebesar 295.150.356 m³. kebutuhan air tertinggi terdapat pada Kecamatan Ingin Jaya sebesar 44.226.233 m³, sedangkan kecamatan dengan kebutuhan air terendah terdapat pada Kecamatan Kuta Malaka dengan total debit sebesar 6.483.489 m³. Kebutuhan air di wilayah pertanian dari tahun 2021 sampai tahun 2025 sebesar 23.875.900 m³.
2. Skenario kedua (*scenario supply delivered*), total debit yang di-*supply* untuk 25 tahun mendatang pada 12 Kecamatan Kabupaten Aceh Besar sebesar 187.270.859 m³ untuk total debit tertinggi yang disuplai oleh PDAM terdapat pada Kecamatan Ingin Jaya dengan debit sebesar 46.669.732 m³. Sedangkan *supply* air terendah terdapat pada Kecamatan Mesjid Raya dengan total debit sebesar 522.487 m³.
3. Debit yang ada pada DAS Krueng Aceh masih dapat memenuhi *water demand* jumlah penduduk dan pertanian serta *supply delivered* oleh PDAM Tirta Mountala untuk jumlah pelanggan selama 25 tahun kedepan dari tahun 2021 sampai tahun 2045 dengan nilai *covered* 100%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Kebutuhan air semakin meningkat setiap tahunnya, oleh karena itu diperlukannya langkah untuk mengatasi agar ketersediaan air pada masa mendatang dapat tercukupi, adapun langkah yang dapat dilakukan seperti memaksimalkan potensi air baku yang sudah ada seperti pemanfaatan air hujan dengan melakukan pembangunan tempat penampung (waduk atau bendung) dan sumur resapan pada setiap tempat tinggal di wilayah yang diperlukan. Strategi lainnya yang dapat dilakukan adalah melalui konservasi SDA untuk menjaga fungsi dan kapasitas tampung sumber-sumber air serta peningkatan kapasitas sumber-sumber air dan pendayagunaan SDA untuk memenuhi kebutuhan air bagi kehidupan sehari-hari.
2. Dikarenakan keterbatasan data, penelitian ini hanya berfokus pada 12 kecamatan dan wilayah pertanian yang dialiri dua Daerah Irigasi (DI) di Kabupaten Aceh Besar dengan sumber air yang digunakan berasal dari DAS Krueng Aceh, maka dari itu diharapkan ada penelitian lanjutan yang menambahkan penggunaan sumber daya air lainnya seperti mata air dan embung untuk kebutuhan air pada 11 Kecamatan di Kabupaten Aceh Besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Admadhani, D. N., Haji, A. T. S., & Susanawati, L. D. (2014). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Untuk Daya Dukung Lingkungan (Studi Kasus Kota Malang). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 01(03), 13–20.
- Agustina, A., Bertarina, & Kastamto. (2022). Analisis Karakteristik Aliran Sungai Pada Sungai Cimadur, Provinsi Banten Dengan Menggunakan Hec-Ras. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)*, 03(01), 31–41.
- Anatoly, N., & Putranto, T. T. (2014). Aplikasi Weap (Water Evaluation And Planning) Untuk Pengelolaan Sumber Daya Air. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-7*, 130–137.
- Anwar, & Fanani, R. C. (2020). Analisis Ketersediaan Air Embung sebagai Sumber untuk Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi Pekon Podosari Kabupaten Pringsewu. *Teknika Sains : Jurnal Ilmu Teknik*, 5(2), 36–43.
- Ariyanto, L. (2022). Alokasi Air Das Seputih Sebagai Upaya Pengelolaan. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)*, 03(02), 11–17.
- Aryastana, P., Eryani, I. G. A. P. P., & Yujana, C. A. (2018). Analisis Kualitas Dan Kebutuhan Air Masyarakat Dusun Blokagung Desa Karangdoro Banyuwangi. *Jurnal PADURAKSA*, 7(2), 230–238.
- Astarini, A., Muliadi, & Adriat, R. (2022). Studi Perbandingan Metode Penentuan Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Karakteristik Curah Hujan Kalimantan Barat. *Jurnal Prisma Fisika*, 10(01), 1–7.
- Atmajayani, R. D. (2022). Analisis Kondisi Lingkungan Fisik dan Sosial Ekonomi Masyarakat di Daerah Aliran Sungai Brantas Akibat Penambangan Pasir (Studi Kasus Kali Brantas Kecamatan Srengat, Kabupaten Blitar). *Jurnal Riset Dan Konseptual*, 07(01), 241–252.
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan kerja*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Kabupaten Aceh Besar Dalam Angka 2021.
- Badan Standardisasi Nasional (2002), tentang penyusunan neraca sumber daya – bagian 1: sumber daya air spasial.
- Darwin, Syahrul, & Basri, H. (2021). Analisis Karakteristik Hidrologi DAS Krueng Aceh, Provinsi Aceh (Studi Kasus Sub DAS Krueng Jreu dan Sub DAS Krueng Khea). *Rona Teknik Pertanian*, 14(1), 58–72.

- Departemen Pekerjaan Umum Ditjen Cipta Karya. (1996). Tentang Pembagian Standar Kebutuhan Air Bersih.
- Dewi, P., Yunarni, W., & Halik, G. (2020). Optimasi Air Irigasi Pada Sub Pesanggaran Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Weap (Water Evaluation and Planning). *Jurnal Teknik Sipil*, 15(02), 69–73.
- Faishal, A. (2013). Evaluasi Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Untuk Pertanian Daerah Irigasi Boro Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(14 June 2007), 1–13.
- Fajri, S. (2018). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi Untuk Pertanian di Kecamatan Padang Ganting Kabupaten Tanah Datar. *Jurnal Buana*, 2(2), 584–596.
- Fajriati, A., Afdal, & Pohan, A. F. (2022). Identifikasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Seismik Refraksi Di Nagari Katialo Kabupaten Solok. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 11(02), 256–262.
- Gani, R. A., Dkk. (2021). *Bumi dan Antariksa Kajian Konsep, Pengetahuan dan Fakta*. Yogyakarta: Deepulish.
- Hariati, F., Taqwa, F. M. L., Alimuddin, Salman, N., & Sulaeman, N. H. F. (2022). Simulasi Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Laju Erosi Lahan Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciseel. *Journal of Civil Engineering*, 11(01), 52–61.
- Helmi, & Sriwulandari, E. (2022). Kajian Tingkat Kerentanan Banjir Berdasarkan Aspek Biofisik Lahan Di Sub Das Krueng Jreue Aceh Besar. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Sumber Daya Alam*, 02(01), 1–14.
- Husin, S. (2020). *Penegakan Hukum Lingkungan*. Jakarta Timur: Sinar Grafika (Bumi Aksara).
- Ikhwali, M. F., Ersa, N. S., Khairi, A., Prayogo, W., & Wesli. (2022). Development of Soil & Water Assessment Tool Application in Krueng Aceh Watershed Review. *Teras Jurnal*, 12(1), 191.
- Ikhwali, M. F., Nur, S., Darmansyah, D., Hamdan, A. M., Ersa, N. S., Aida, N., Yusra, A., & Satria, A. (2022). A review of climate change studies on paddy agriculture in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1116(1).
- Ikhwali, M. F., & Pawattana, C. (2022). Assessment of hydrologic variations under climate change scenarios using fully-distributed hydrological model in Huai Luang Watershed, Thailand. *Engineering and Applied Science Research*, 49(4), 470–484.

- Irfan, M., & Suprpto, H. (2022). Analisis Distribusi Penyediaan Air Bersih Berdasarkan Potensi Situ Menggunakan Aplikasi Water Evaluation and Planning (Weap). *Jurnal Ilmiah Desain Dan Konstruksi*, 21(01), 26–40.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). Rencana Strategis Tahun 2020-2024. Jakarta.
- Kundimang, V. I., Hendratta, L. A., & Wuisan, E. M. (2015). Analisis Ketersediaan Air Sungai Talawaan Untuk Kebutuhan Irigasi Di Daerah Irigasi Talawaan Meras Dan Talawaan Atas. *Jurnal Tekno*, 13(64), 48–55.
- Kusrini. (2011). Perubahan Penggunaan Lahan dan Faktor yang Mempengaruhinya di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. *Jurnal Majalah Geografi Indonesia*, 25(1), 25–45.
- Lisdiana, A., Wardani, Purwasih, A., Kesuma, T. A. R. P., Wati, A., & Anggaraini, L. (2022). Pendampingan Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Melalui Pemanfaatan Potensi Lokal di Daerah Gisting Anita. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 04(01), 11–25.
- Lubis, R. I. S., Devianti, & Syahrul. (2022). Penggunaan Model Mock dalam Menghitung Ketersediaan Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 07(03), 322–331.
- Manullang, S. O., Kusumadewi, Y., Tompul, V. B., & Nurwanty, I. I. (2022). Urgensi Single Basic Map Untuk Perlindungan Sumber Daya Air Dalam Penataan Ruang. *Presumption Of Law*, 04(01), 82–93.
- Maryono, A. (2020). *Memanen Air Hujan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mashuri, Fauzi, M., & Sandhyavitri, A. (2015). Kajian Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Baku Dengan Pemodelan Ihacres Di Daerah Aliran Sungai Tapung Kiri. *Jurnal Fakultas Teknik*, 02(01), 1–12.
- Mawardi, M. (2014). Air dan Masa Depan Kehidupan. *Jurnal Tarjih Dan Pengembangan Pemikiran Islam*, 12(01), 132–141.
- Millah, M. Z. (2019). Analisis Ketersediaan Air Meteorologis Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Domestik Penduduk Di Kabupaten Malang. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi*, 04(02), 1–9.
- Nurdin, Qiansantang, L. R., Husain, P., Atika, B. N. D., Risfianty, D. K., & Dewi, I. R. (2022). Evolusi : *Journal of Mathematics and Sciences* Uji Konsentrasi Zat Kapur (Ca CO_3) Pada Air Sumur Di Desa Rarang Selatan Kecamatan Terara Kabupaten Lombok Timur. *Journal of Mathematics and Sciences*, 06(01), 37–42.

- Nurkholis, A., Widyaningsih, Y., Rahma, A. D., Suci, A., Abdillah, A., Wangge, G. A., Widiastuti, A. S., & Maretya, D. A. (2018). *Analisis Neraca Air Das Sembung, Kabupaten Sleman, Diy (Ketersediaan Air, Kebutuhan Air, Kekritisian Air)*.
- Pahude, M. S. (2022). Analisis Kebutuhan Air Bersih Di Desa Santigi Kecamatan Tolitoli Utara Kabupaten Tolitoli. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 03(02), 4801–4810.
- Pawattana, C., Panasoontorn, S., Poopiwkham, S., & Ikhwali, M. F. (2021). Assessment of Water Shortage Situations in Lower Nam Pong Basin under Climate Change. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 4(29), 52–61.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum
- Peraturan Menteri Nomor 39 Tahun 1989 Tentang Pembagian Wilayah sungai.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Pemerintah Nomor 121 Tahun 2015 Tentang Pengusahaan Sumber Daya Air.
- Prawaka, F., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2016). Analisis data curah hujan yang hilang dengan menggunakan metode normal ratio, inversed square distance, dan rata-rata aljabar (studi kasus curah hujan beberapa stasiun hujan daerah Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 04(03), 397 – 406.
- Rahman, F. Y., Purnomo, I. I., & Hijriana, N. (2022). Penerapan Algoritma Data Mining Untuk Klasifikasi Kualitas Air. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 13(3), 228–232.
- Rauf, A., Rahmawaty, & Said, D. B. T. . (2013). Sistem Pertanian Terpadu Di Lahan Pekarangan Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan Dan Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Pertanian Tropik*, 1(1), 1–8.
- Ritohardoyo, S (2002). Penggunaan dan Tata Guna Lahan. Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO*, 1(2), 43–50.
- Safriani, M., Amir, A., & Ikhwali, M. F. (2023). Evaluation of Krueng Tripa River Capacity in Ujung Krueng Village, Nagan Raya Regency, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1203(1), 012033.

- Sallata, M. K. (2015). Konservasi dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya Sebagai Sumber Daya Alam. *Jurnal Buletin Eboni*, 12(01), 75–86.
- Santoso, D. H. (2015). Kajian Daya Dukung Air di Pulau Bintan, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 07(01), 18–28.
- Saputro, E. A., Kusuma, M. R., Bobsaid, A., Verbiawan, E. A., Firmansyah, Y. K., Sumiati, Winursito, Y. C., Putro, R. K. H., & Priyanto, A. D. (2022). Pemetaan Potensi Sumber Mata Air di Desa Giripurno, Kecamatan Bumi Aji, Kota Batu. *Jurnal Environment & Mapping*, 03(01), 28–33.
- Sari, S. A., & Koswara, A. Y. (2019). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Kecamatan Prigen, Kabupaten Pasuruan Berdasarkan Neraca Air. *Jurnal Teknik ITS*, 08(02), 94–99.
- Silvia, C. S., & Safriani, M. (2018). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 04(01), 62–73.
- Singal, R. Z., & Jamal, N. A. (2022). Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus Desa Panca Agung Kabupaten Bulungan). *Jurnal Selodang Mayang*, 08(02), 108–119.
- Sitompul, M., & Efrida, R. (2018). Evaluasi Ketersediaan Air DAS Deli Terhadap Kebutuhan Air (Water Balanced). *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 14(02), 121.
- Standar Kebutuhan Air Bersih (SNI 6728. 1: 2015)
- Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 04(03), 207–218.
- Sulistiyani, K. F., & Irianto, D. B. (2018). Studi Pemanfaatan Air Sumber Jenon untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi dan Domestik di Kecamatan Tajinan Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 03(02), 137–142.
- Supriyadi, A. (2004). *Kebijakan Alih Fungsi Lahan dan Proses Konversi Lahan Pertanian*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Susetyaningsih, A. (2012). Pengaturan Penggunaan Lahan Di Daerah Hulu Das Cimanuk Sebagai Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Air. *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garu*, 10(01), 1–8.
- Taufik, I., Purwanto, Muhammad Yanuar J. Pramudya, B., & Saptomo, S. K. (2020). Alokasi Air dan Pengembangan Prasarana Penyediaan Air Baku di DAS Ciliman. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(03), 465.

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 Tentang sumber Daya Air.

Usmany, D. P., Kuahaty, S. S., & Pesulima, T. L. (2021). Itikad Baik Konsumen Dalam Pemanfaatan Air Bersih. *Jurnal Ilmu Hukum*, 1(8), 784–792.

Utama, L. (2022). Kawasan Berpotensi Banjir Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Kuranji. *Rang Teknik Journal*, 05(02), 110–115.

Vikriandi, I. (2020). Perubahan Fungsi Lahan Pertanian Menjadi Perumahan dan Dampaknya terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat. *Journal of Multidisciplinary Studies*, 11(01), 52–57.

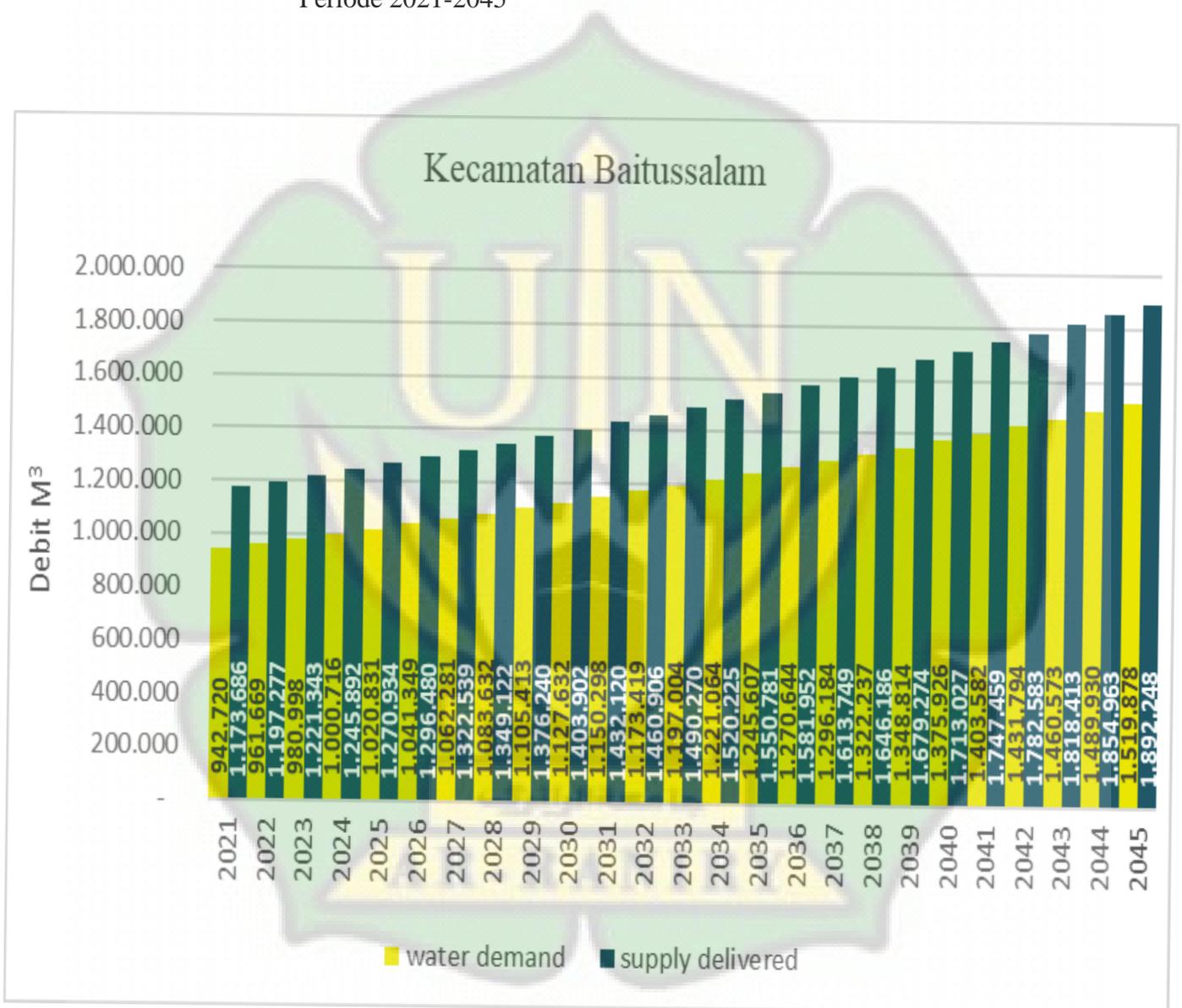
Wibowo, N. B. (2015). Spatial Analysis of Surface Aquifer Thickness Based Frequency predominant in Bantul District. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 05(01), 62.

Yogafanny, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 07(01), 41–50.

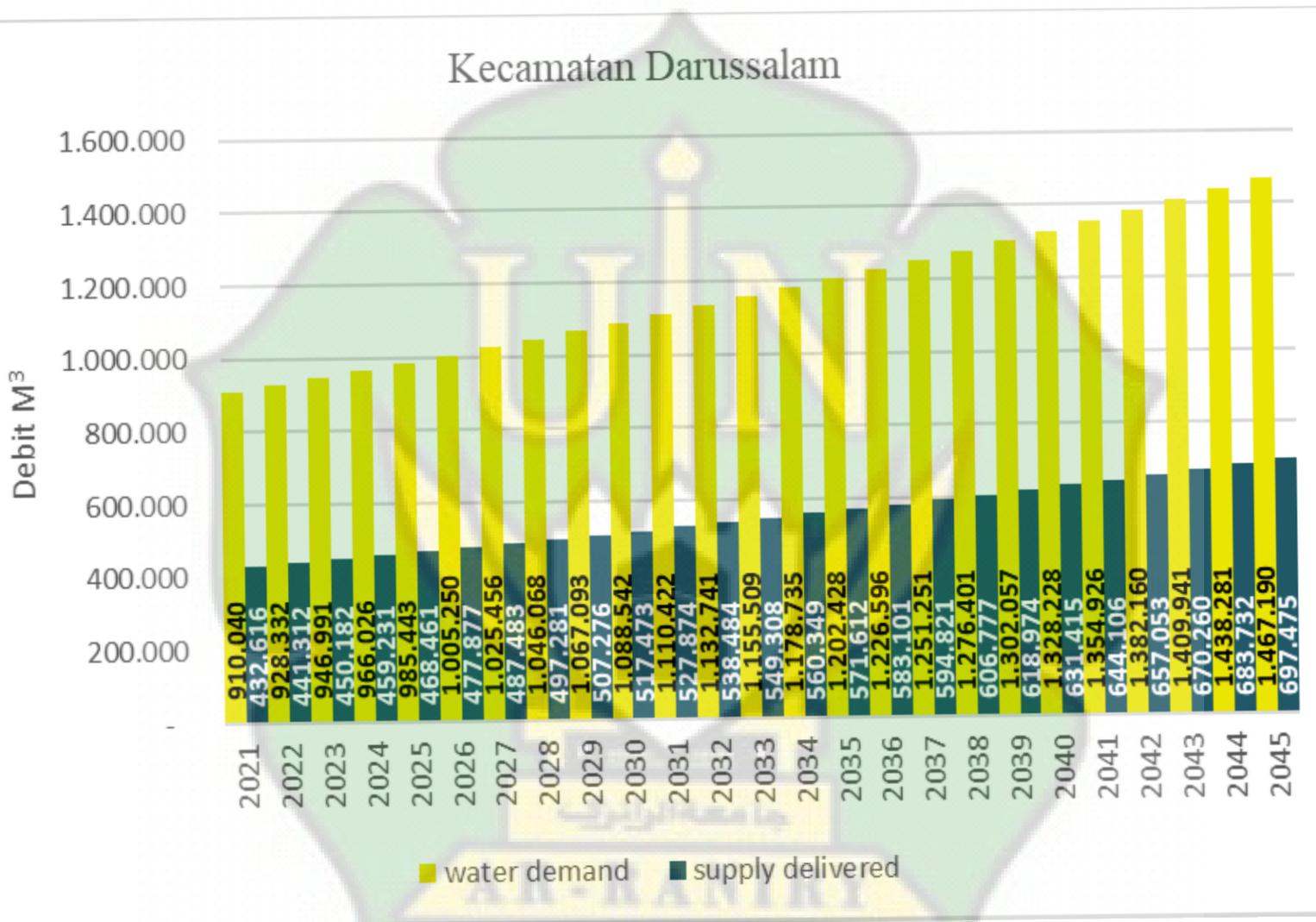


LAMPIRAN

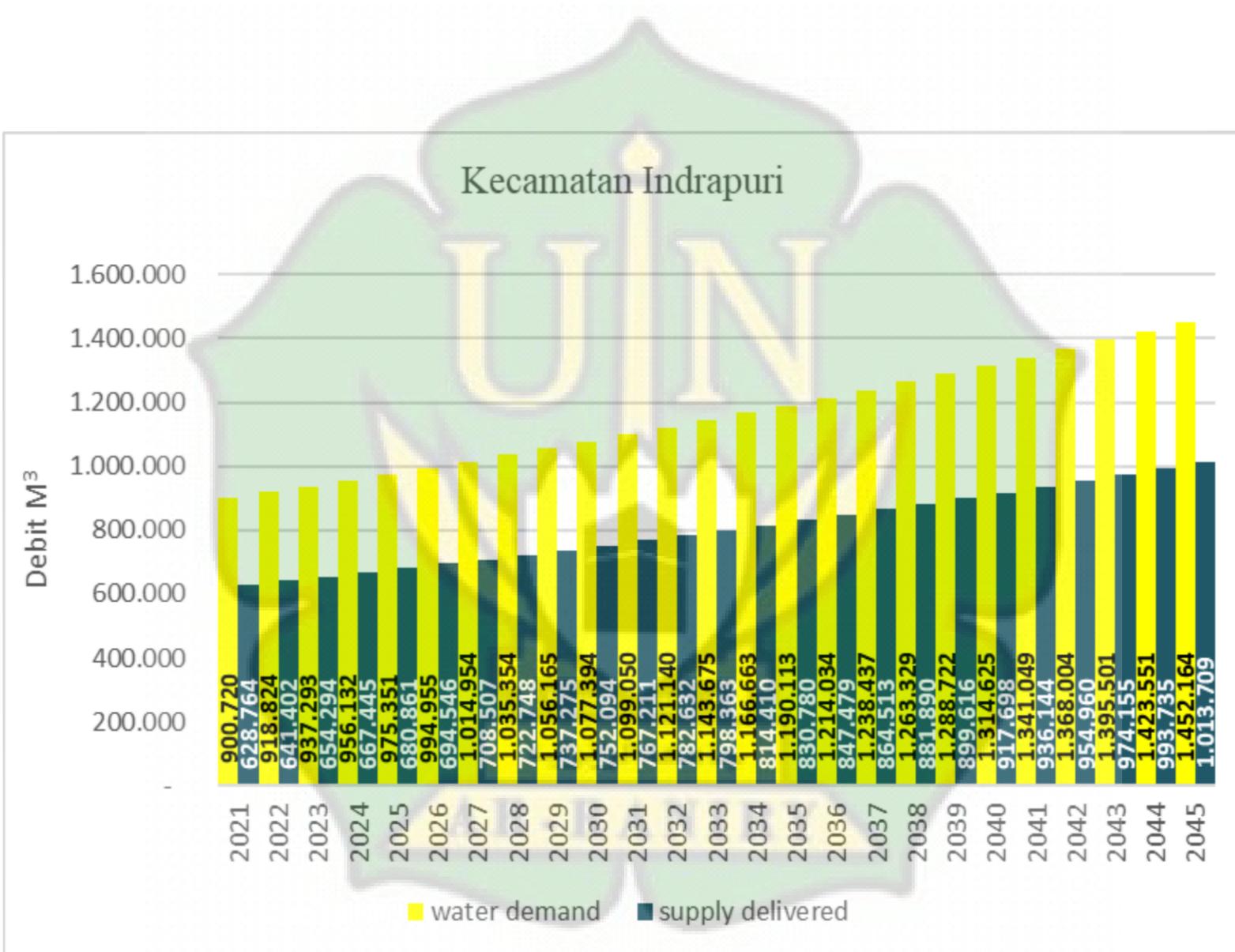
Lampiran 1 Grafik *Water Demand* dan *Supply Delivered* Kecamatan Baitussalam
Periode 2021-2045



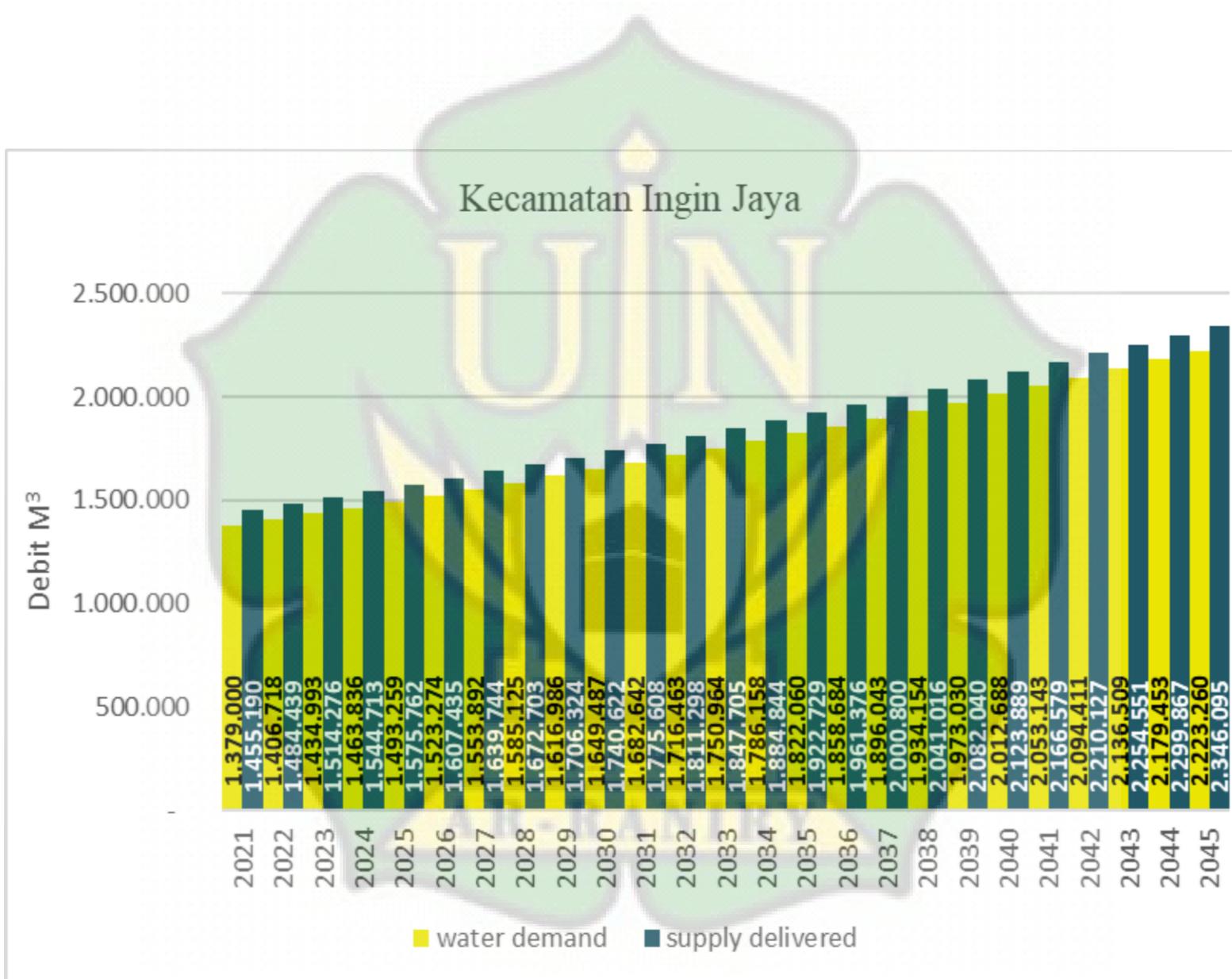
Lampiran 2 Grafik *Water Demand* dan *Supply Delivered* Kecamatan Darussalam
Periode 2021-2045



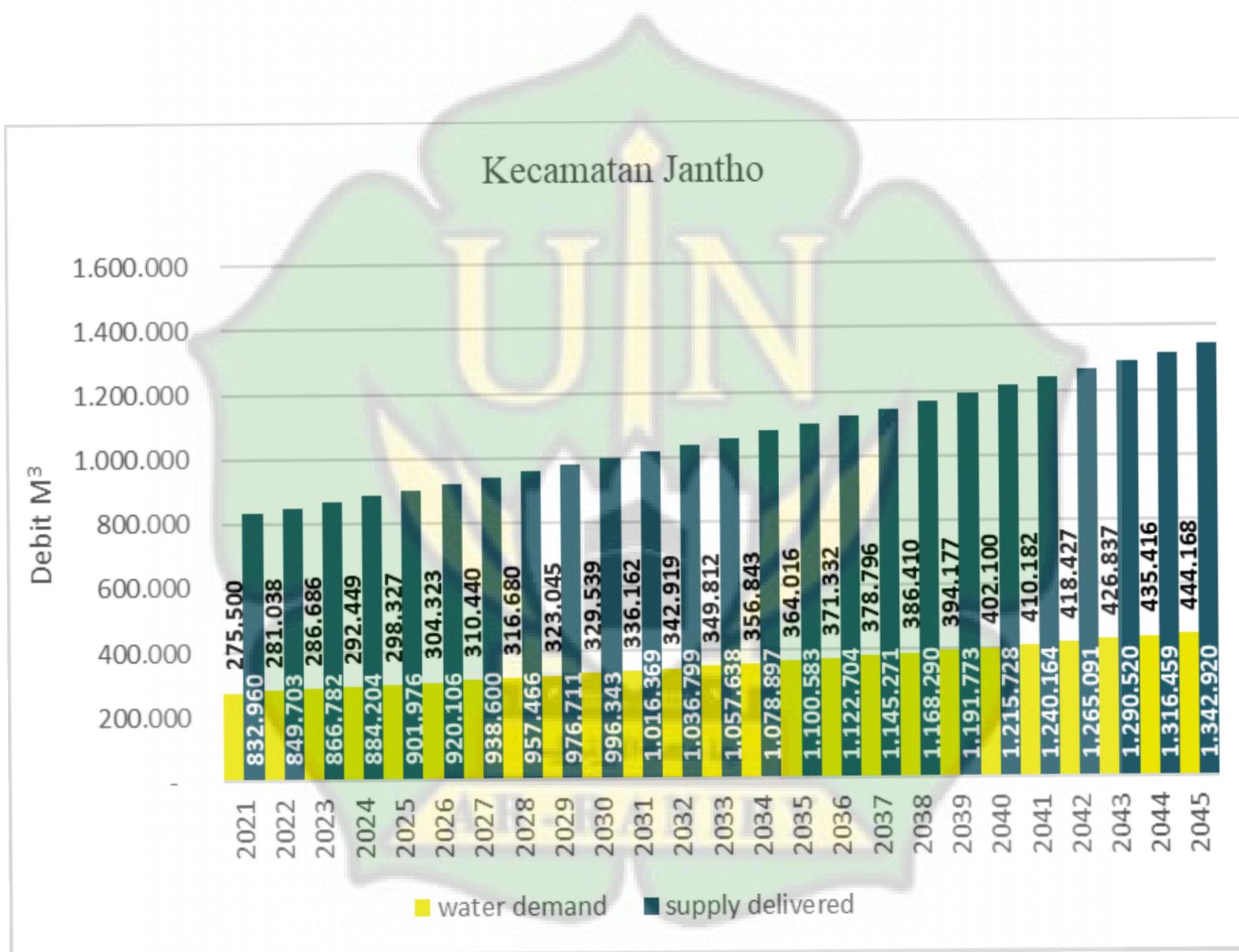
Lampiran 3 Grafik *Water Demand dan Supply Delivered* Kecamatan Indrapuri
Periode 2021-2045



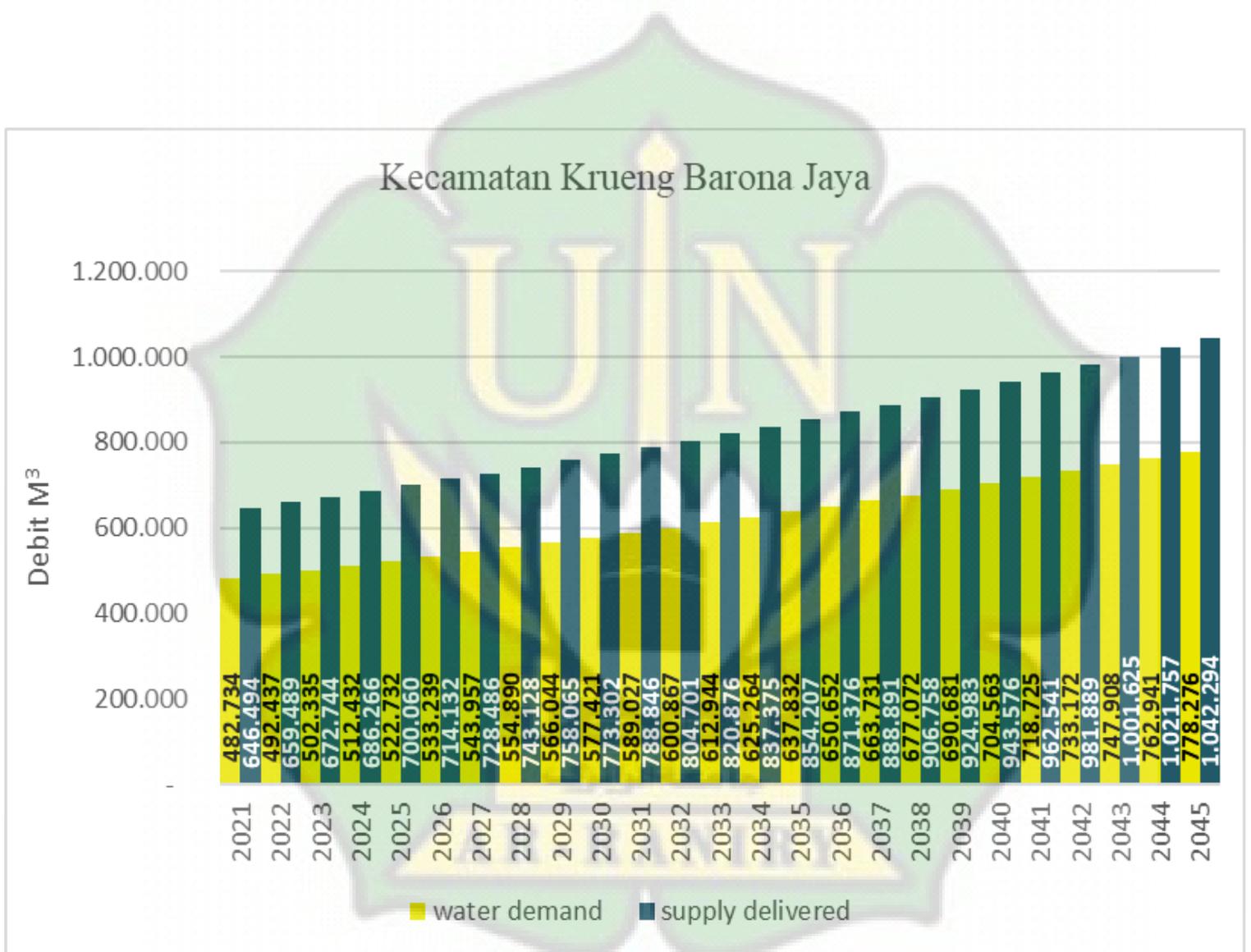
Lampiran 4 Grafik *Water Demand dan Supply Delivered* Kecamatan Ingin Jaya
Periode 2021-2045



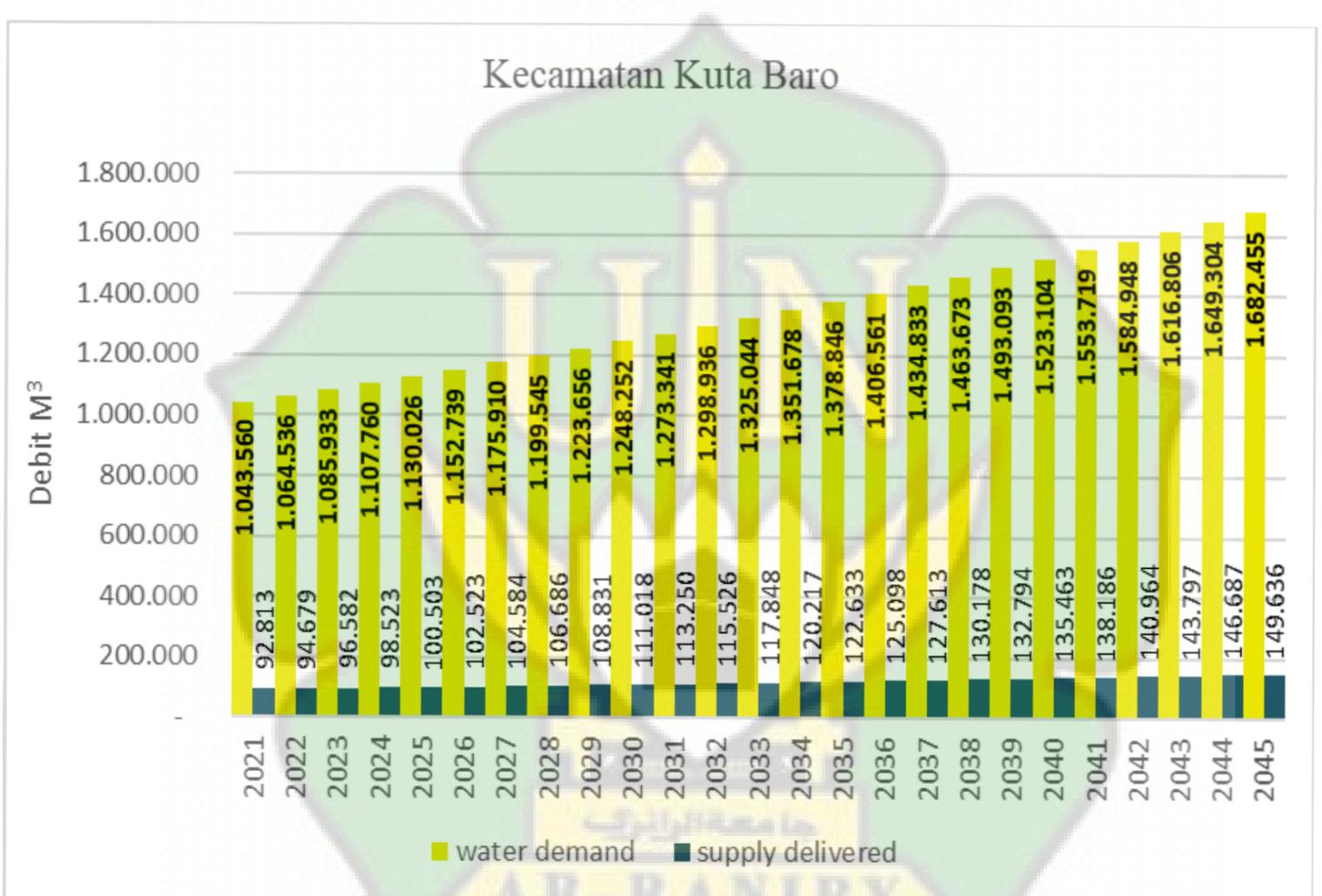
Lampiran 5 Grafik *Water Demand* dan *Supply Delivered* Kecamatan Jantho
Periode 2021-2045



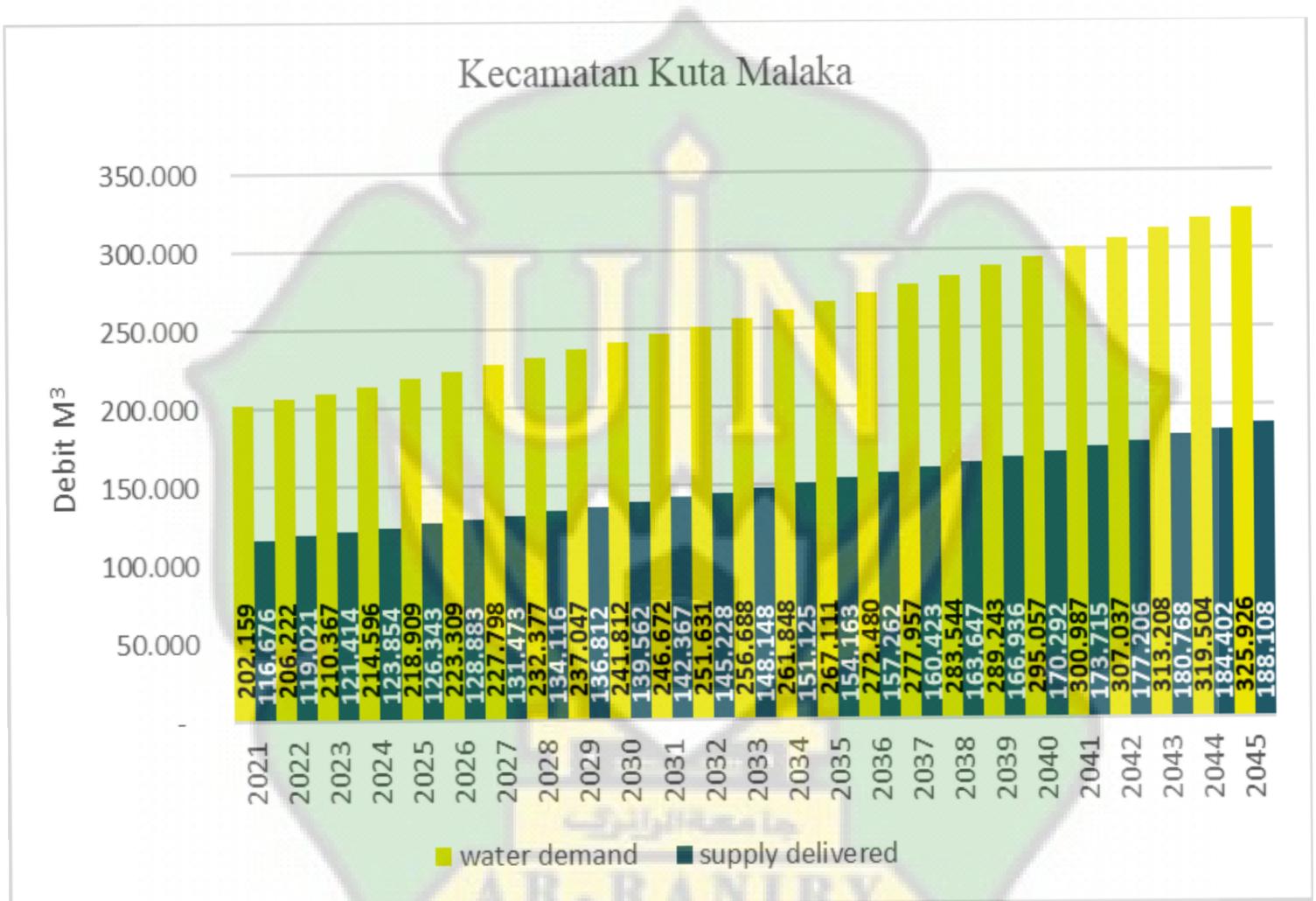
Lampiran 6 Grafik *Water Demand* dan *Supply Delivered* Kecamatan Krueng Barona Jaya Periode 2021-2045



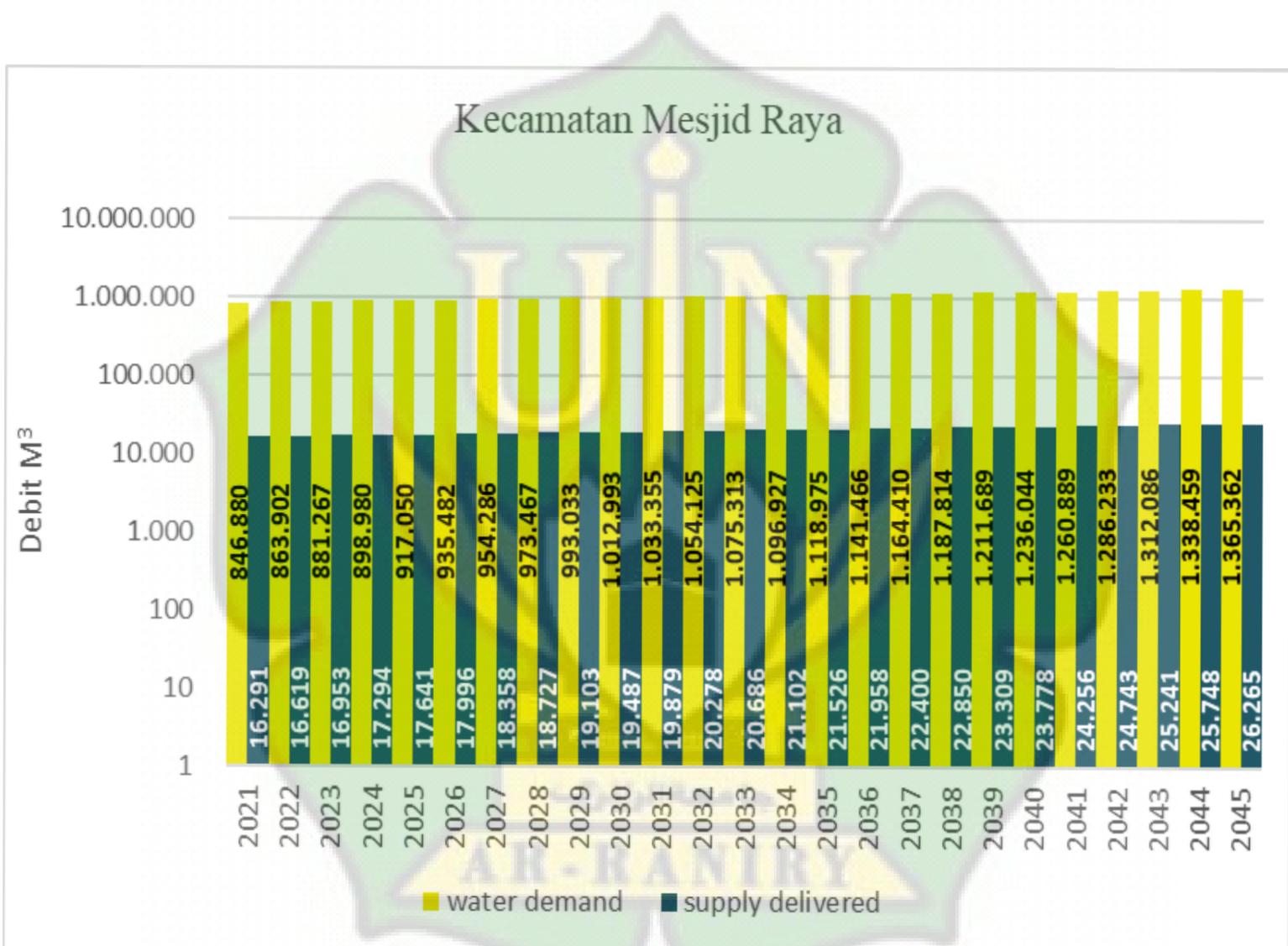
Lampiran 7 Grafik *Water Demand dan Supply Delivered* Kecamatan Kuta Baru
Periode 2021-2045



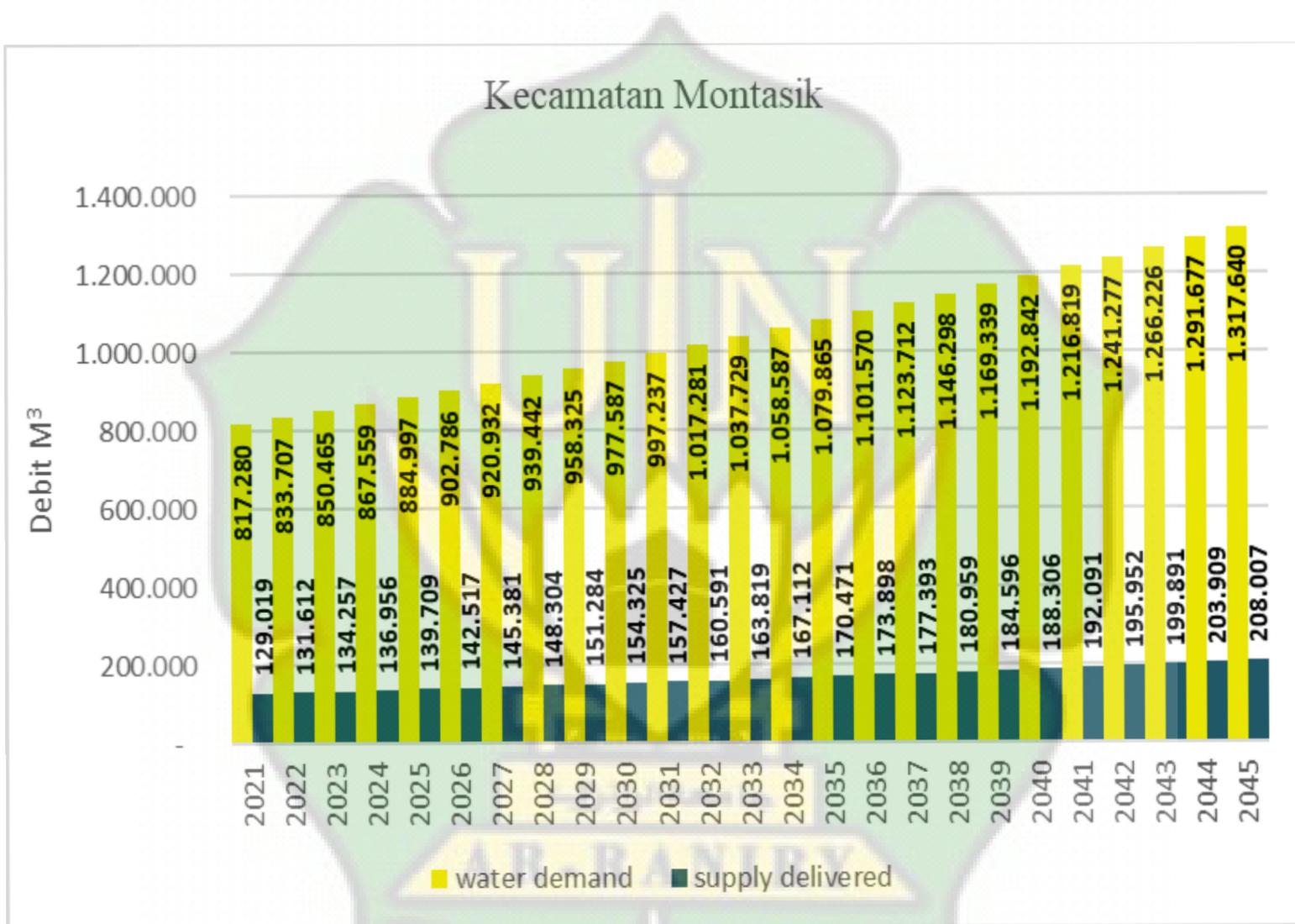
Lampiran 8 Grafik *Water Demand* dan *Supply Delivered* Kecamatan Kuta Malaka
Periode 2021-2045



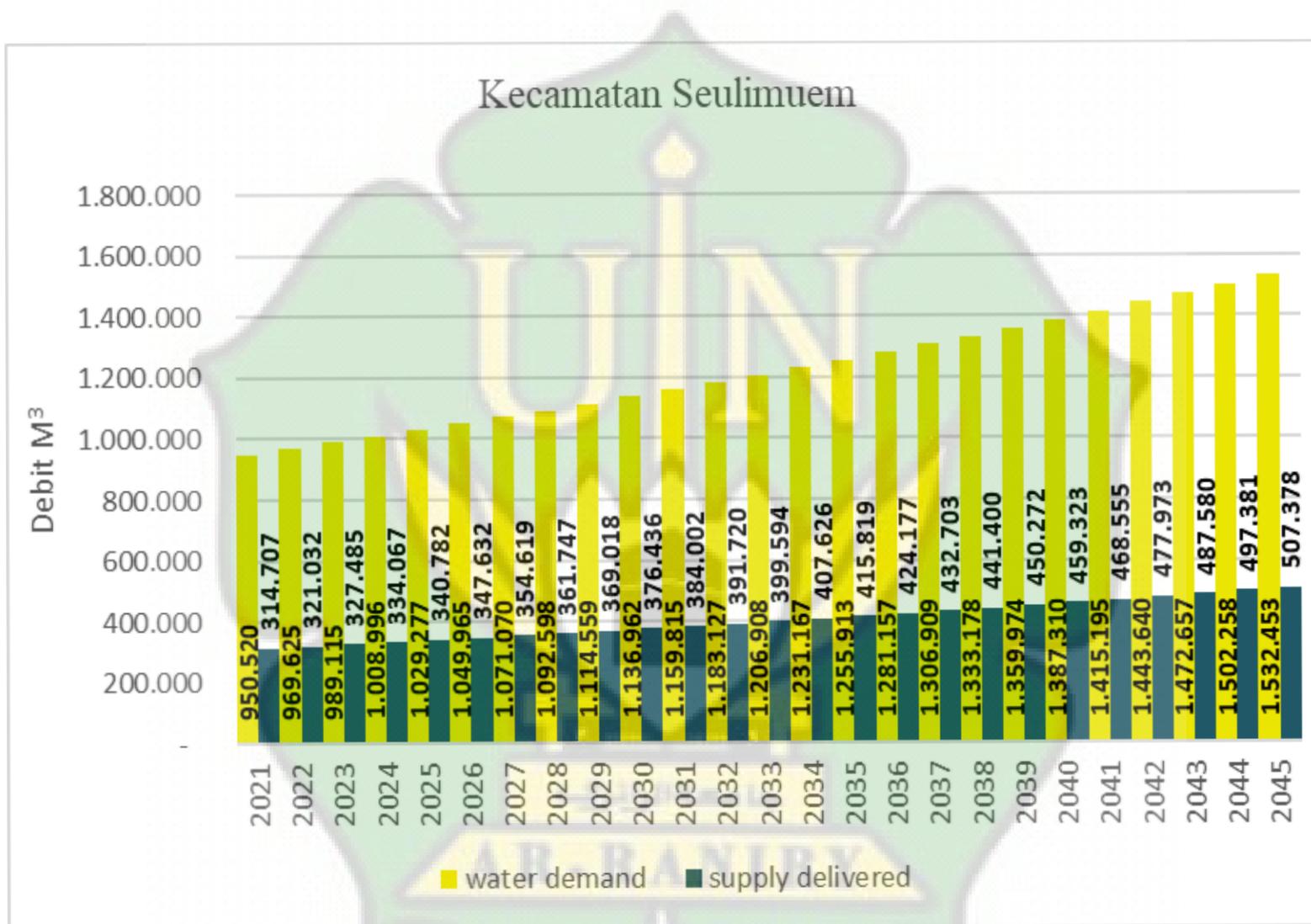
Lampiran 9 Grafik *Water Demand dan Supply Delivered* Kecamatan Mesjid Raya
Periode 2021-2045



Lampiran 10 Grafik *Water Demand dan Supply Delivered* Kecamatan Montasik
Periode 2021-2045



Lampiran 11 Grafik *Water Demand dan Supply Delivered* Kecamatan Selimuem
Periode 2021-2045



Lampiran 12 Grafik *Water Demand* dan *Supply Delivered* Kecamatan Suka Makmur Periode 2021-2045

