

**MANAJEMEN AIR UNTUK AREA DOMESTIK DAN  
PERTANIAN MENGGUNAKAN APLIKASI *WATER  
EVALUATION AND PLANNING (WEAP)* DI DAERAH ALIRAN  
SUNGAI KRUENG BARO KABUPATEN PIDIE**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan oleh:**

**AKHYAR ARIFIN  
NIM. 180702038  
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 AIR UNTUK AREA DOMESTIK DAN PERTANIAN MENGGUNAKAN APLIKASI *WATER EVALUATION AND PLANNING (WEAP)* DI DAERAH ALIRAN SUNGAI KRUENG BARO KABUPATEN PIDIE

#### 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:

**AKHYAR ARIFIN**

**NIM. 180702038**

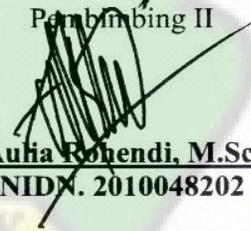
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk Dimunafasyahkan Oleh:

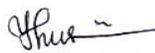
Pembimbing I

Pembimbing II

  
**M. Faisi Ikhwal, M.Eng**  
**NIP. 199190082020121013**

  
**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 AIR UNTUK AREA DOMESTIK DAN PERTANIAN MENGGUNAKAN APLIKASI *WATER EVALUATION AND PLANNING (WEAP)* DI DAERAH ALIRAN SUNGAI KRUENG BARO KABUPATEN PIDIE

#### TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munqasyah 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: Kamis, 20 Juli 2023  
02 Muharram 1445 H  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

  
M. Faisi Ikhwal, M.Eng  
NIP. 199110082020121013

Sekretaris,

  
Aulia Rohendi, M.Sc  
NIDN. 2010048202

Penguji I,

  
Teuku Muhammad Ashari, M.Sc  
NIP. 198302022015031002

Penguji II,

  
Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc  
NIP. 198011152014031001

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 di bawah ini:

Nama : Akhyar Arifin  
NIM : 180702038  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul : Manajemen Air Untuk Area Domestik dan Pertanian  
Menggunakan Aplikasi Water Evaluation and Planning  
(WEAP) di Daerah Aliran Sungai Krueng Baro Kabupaten  
Pidie

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir 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 bertanggungjawab atas karya ini.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya 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, 25 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Akhyar Arifin

NIM. 180702038

## ABSTRAK

Nama : Akhyar Arifin  
NIM : 180702038  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Manajemen Air Untuk Area Domestik dan Pertanian Menggunakan Aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) di Daerah Aliran Sungai Krueng Baro Kabupaten Pidie  
Tanggal Sidang : 20 Juli 2023  
Jumlah Halaman : 71  
Pembimbing I : M. Faisi Ikhwal, M.Eng  
Pembimbing II : Aulia Rohendi, M.Sc.  
Kata Kunci : Daerah Aliran Sungai, Kebutuhan Air, *Water Evaluation and Planning* (WEAP)

Kebutuhan air akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, tidak terkecuali pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Baro. DAS Krueng Baro terletak di Kabupaten Pidie yang memiliki luas sebesar 420 km<sup>2</sup> dan panjang sungai utama sebesar 61,71 km. Kekurangan air biasanya terjadi karena jumlah debit yang terus mengalami penurunan yang berbanding terbalik dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memprediksi kebutuhan air untuk 20 tahun ke depan (2022–2041) pada wilayah domestik dan pertanian, dengan menggunakan aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP). WEAP merupakan salah satu perangkat lunak komputer yang diciptakan untuk membantu dalam menyelesaikan masalah evaluasi sumber daya air dan pengembangan sumberdaya air yang berkelanjutan. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa pada skenario jumlah pelanggan dan jumlah total penduduk kebutuhan air semakin meningkat setiap tahunnya, hal ini dikarenakan rata-rata persentase pertumbuhan pelanggan dan penduduk terjadi sebanyak 1% setiap tahun. Namun debit yang ada pada DAS Krueng Baro masih dapat memenuhi kebutuhan air untuk 20 tahun ke depan. Pada skenario jumlah pelanggan, wilayah yang memiliki nilai kebutuhan air paling besar adalah Kecamatan Sigli dengan total nilai sebesar 14.343.393 m<sup>3</sup>, Kecamatan Keumala menjadi yang terkecil dengan total nilai sebesar 6.588 m<sup>3</sup>. Sedangkan Pada wilayah domestik jumlah penduduk, kecamatan yang memiliki nilai kebutuhan air paling banyak adalah Kecamatan Pidie dengan total nilai sebesar 44.611.613m<sup>3</sup>, dan Kecamatan Titeu menjadi yang terkecil dengan total nilai sebesar 5.121.371 m<sup>3</sup>. Pada wilayah pertanian, total kebutuhan air dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2041 adalah sebesar 23.494.858 m<sup>3</sup>.

## ABSTRACT

Name : Akhyar Arifin  
NIM : 180702038  
Departement : Teknik Lingkungan  
Title : Water Management for Domestic and Agricultural Areas  
Using the Water Evaluation and Planning (WEAP)  
Application in the Krueng Baro River Basin, Pidie District  
Date of Session : 20 July 2023  
Number of Page : 71  
Advisor I : M. Faisi Ikhwal, M.Eng  
Advisor II : Aulia Rohendi, M.Sc.  
Keywords : River Basin, Water Demand. Water Evaluation and Planning  
(WEAP)

The water demand will continue to increase in line with population growth, including in the Krueng Baro River Basin (DAS). The Krueng Baro DAS is situated in Pidie Regency, covering an area of 420 km<sup>2</sup> with a main river length of 61,71 km. Water shortages typically occur due to a decreasing water flow that is inversely proportional to the increasing population. This study aims to predict the water demand for the next 20 years (2022-2041) in domestic and agricultural areas using the Water Evaluation and Planning (WEAP) application. WEAP is computer software created to assist in solving water resource evaluation problems and sustainable water resource development. The results of this study indicate that in the scenario of the number of customers and the total population, the water demand increases annually. This is because the average percentage growth of customers and population is 1% per year. However, the water flow in the Krueng Baro River Basin is still able to meet the water demand for the next 20 years. In terms of the number of customers, the district with the highest water demand is Sigli with a total value of 14,343,393 cubic meters, while Keumala district has the lowest demand with a total value of 6,588 cubic meters. In terms of the domestic population, the district with the highest water demand is Pidie with a total value of 44,611,613 cubic meters, while Titeu district has the lowest demand with a total value of 5,121,371 cubic meters. In the agricultural area, the total water demand from 2022 to 2041 is 23,494,858 cubic meters.

## KATA PENGANTAR



Segala puji hanya bagi Allah SWT sang pencipta yang telah memberi dan melimpahkan segala rahmat dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. *Shalawat* dan *salam* selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad Saw, sahabat serta keluarga beliau yang telah berjuang mengantarkan umatnya kealam yang berakhlak dan berilmu pengetahuan.

Suatu kebanggaan dan kebahagiaan bagi penulis karena dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Manajemen Air Untuk Area Domestik Dan Pertanian Menggunakan Aplikasi *Water Evaluation And Planning* (WEAP) Di Daerah Aliran Sungai Krueng Baro Kabupaten Pidie”. Meskipun banyak halangan dan cobaan dalam menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir ini. Akan tetapi, tidak sedikitpun mengurangi semangat penulis dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarannya kepada orang-orang yang yang penulis hormati dan cintai yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Terutama penulis ucapkan banyak terima kasih kepada orang tua tercinta Ibu Hasnawati dan Bapak Arifin yang selalu mendoa’akan serta memberikan semangat yang luar biasa dan memberikan dukungan moril maupun materil sehingga penelitian Tugas Akhir dapat diselesaikan.

Dalam kesempatan ini ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada orang yang penulis hormati atas bimbingannya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Maka penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, sekaligus Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak M. Faisi Ikhwal, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik penulis.
6. Seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negri Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan bagi semua pihak, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negri Ar-Raniry. Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini belum sempurna sebagaimana yang diharapkan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 20 Juli 2023  
Penulis,

Akhyar Arifin  
NIM. 180702038

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sumber Daya Air.....	5
2.1.1 Air Permukaan .....	5
2.1.2 Air Angkasa .....	6
2.1.3 Air Tanah .....	6
2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	7
2.3 Kebutuhan Air Domestik.....	8
2.4 Kebutuhan Air Pertanian .....	9
2.5 Proyeksi Penduduk.....	10
2.5.1 Metode Aritmatika .....	11
2.5.2 Metode Geometri .....	11

2.5.3	Ekspensial .....	12
2.6	<i>Water Evaluation and Planning</i> (WEAP) .....	12
2.7	Formula yang digunakan Dalam Aplikasi WEAP.....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>17</b>
3.1	Tahapan Umum Penelitian .....	17
3.2	Lokasi Penelitian .....	19
3.3	Data Penelitian.....	21
3.4	Prosedur Penelitian .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>32</b>
4.1	Kondisi Wilayah Penelitian .....	32
4.1.1	Debit Daerah Aliran Sungai Krueng Baro Tahun 2012-2022.....	32
4.1.2	Pemakaian Air Domestik di DAS Krueng Baro Tahun 2022 .....	34
4.1.3	Pemakaian Air Pertanian di DAS Krueng Baro Tahun 2019-2022 ...	39
4.2	<i>Water Demand</i> (Kebutuhan Air) .....	42
4.3	<i>Coverage</i> (Cakupan Kebutuhan Air).....	52
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>55</b>
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir penelitian .....	19
<b>Gambar 3.2</b> Peta Lokasi penelitian.....	20
<b>Gambar 3.3</b> Wilayah Kabupaten Pidie dan Aliran Utama DAS Krueng Baro.....	22
<b>Gambar 3.4</b> Tampilan Menu <i>Years and Time Steps</i> .....	23
<b>Gambar 3.5</b> Tampilan setelah dimasukkan <i>elements</i> Sungai ke dalam <i>schematic</i> .....	25
<b>Gambar 3.6</b> Tampilan Data Pada DAS Krueng Baro .....	26
<b>Gambar 3.7</b> Tampilan setelah dimasukkan <i>elements</i> domestik.....	27
<b>Gambar 3.8</b> Tampilan setelah dimasukkan <i>elements transmission link</i> .....	28
<b>Gambar 3.9</b> Tampilan setelah dimasukkan <i>elements return flow</i> .....	29
<b>Gambar 3.10</b> Tampilan setelah dibuat skenario pertumbuhan .....	30
<b>Gambar 3.11</b> Diagram alir penggunaan aplikasi WEAP.....	31
<b>Gambar 4.1</b> Grafik debit tahunan DAS Krueng Baro tahun 2014-2022 .....	33
<b>Gambar 4.2</b> Grafik debit rata-rata bulanan DAS Krueng Baro tahun 2014-2022.....	33
<b>Gambar 4.3</b> Tampilan data debit sungai pada aplikasi WEAP.....	34
<b>Gambar 4.4</b> Tampilan data jumlah pengguna air (pelanggan PDAM).....	36
<b>Gambar 4.5</b> Tampilan data jumlah pemakaian air (pelanggan PDAM) .....	36
<b>Gambar 4.6</b> Tampilan data jumlah pengguna air (jumlah penduduk).....	38
<b>Gambar 4.7</b> Tampilan data jumlah pemakaian air (jumlah penduduk) .....	38
<b>Gambar 4.8</b> Grafik pemakaian air pertanian tahun 2019-2022 .....	39
<b>Gambar 4.9</b> Peta Lahan Pertanian di Kabupaten Pidie.....	42
<b>Gambar 4.10</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Sigli tahun 2022-2041.....	43
<b>Gambar 4.11</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Pidie tahun 2022-2041 .....	44
<b>Gambar 4.12</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Mutiara tahun.....	44
<b>Gambar 4.13</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Mutiara Timur tahun 2022-2041 .....	45
<b>Gambar 4.14</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Mila tahun 2022-2041.....	45
<b>Gambar 4.15</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Delima tahun 2022-2041 .....	46

<b>Gambar 4.16</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Peukan Baro tahun 2022-2041.....	46
<b>Gambar 4.17</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Indrajaya tahun 2022-2041 .....	47
<b>Gambar 4.18</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Keumala tahun 2022-2041 .....	47
<b>Gambar 4.19</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Titeu tahun 2022-2041 .....	48
<b>Gambar 4.20</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Sakti tahun 2022-2041 .....	48
<b>Gambar 4.21</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Kembang Tanjong tahun 2022-2041.....	49
<b>Gambar 4.22</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Simpang Tiga tahun 2022-2041 .....	49
<b>Gambar 4.23</b> Hasil <i>Water demand</i> Kecamatan Muara Tiga tahun 2022-2041 .....	50
<b>Gambar 4.24</b> Hasil <i>Water demand</i> Pertanian Baro Raya tahun 2022-2041 .....	50



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Standar kebutuhan air domestik .....	9
<b>Tabel 3.1</b> Tabel data yang digunakan.....	21
<b>Tabel 4.1</b> Debit Daerah Aliran Sungai Krueng Baro tahun 2012-2022 .....	32
<b>Tabel 4.2</b> Pemakaian air domestik tahun 2022.....	35
<b>Tabel 4.3</b> Data jumlah penduduk dan pemakaian air tahun 2022 .....	37
<b>Tabel 4.4</b> Pemakaian air pertanian tahun 2019-2022 .....	39
<b>Tabel 4.5</b> Jenis dan luas lahan pertanian tahun 2021 di Kabupaten Pidie.....	40
<b>Tabel 4.6</b> Perubahan lahan di Kabupaten Pidie tahun 2010-2020.....	40
<b>Tabel 4.7</b> Hasil coverage tahun 2022-2041 .....	53



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat besar manfaatnya bagi manusia. Setiap tahun kebutuhan air akan terus meningkat, peningkatan akan kebutuhan air ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, dan peningkatan kegiatan pada sektor pertanian. Kebutuhan air yang semakin meningkat dapat menyebabkan penggunaan yang berlebihan terhadap sumberdaya air (Erwan dkk, 2019). Permasalahan air biasanya muncul karena adanya ketidakseimbangan antara ketersediaan dengan kebutuhan air. Air menjadi masalah jika berada dalam ruang dan waktu yang tidak tepat, misalnya kelebihan air pada suatu wilayah akan menyebabkan bencana banjir, namun sebaliknya pada wilayah lain kemungkinan akan mengalami kekeringan yang disebabkan karena kondisi ketersediaan air yang rendah (Santikayasa, 2020). Banyak sungai, terutama di daerah pedesaan, kehilangan kapasitas dan menjadi lebih tercemar. Selain perubahan lahan, perubahan iklim juga telah mengubah kondisi aliran sungai. Akhirnya, fungsi sungai telah berubah sehingga sungai menjadi dangkal yang kemudian menyebabkan banjir dan masalah lingkungan lainnya. Untuk menghindari kejadian banjir, diperlukan pengelolaan siklus air atau pembangunan infrastruktur untuk menghilangkan kejadian banjir (Safriani dkk, 2023).

Menurut data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera I, Daerah Aliran Sungai Krueng Baro secara geografis terletak di Kabupaten Pidie dengan luas DAS sebesar 426 km<sup>2</sup> dan panjang sungai utama sebesar 61,71 km. Hilir Krueng Baro terletak di Desa Blang Asan Kecamatan Kota Sigli, sedangkan untuk hulunya terletak di Desa Geuni Kecamatan Keumala. Daerah Aliran Sungai Krueng Baro merupakan sumber utama untuk kebutuhan air di Daerah Irigasi (DI) Baro Raya dan PDAM Tirta Mon Krueng Baro. Menurut data yang diperoleh dari PDAM Tirta

Mon Krueng Baro, Daerah Aliran Sungai Krueng Baro digunakan untuk keperluan sehari-hari rumah tangga pada 14 Kecamatan dari total 23 Kecamatan yang ada di Kabupaten Pidie, sedangkan menurut Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera I, pada tahun 2022 luas area pertanian di Kabupaten Pidie yang mengambil pasokan air dari Daerah Aliran Sungai Krueng Baro adalah sebesar 12.194 hektar.

Saat ini terjadi pengikisan pada Sungai Krueng Baro yang disebabkan oleh kegiatan galian C secara besar-besaran untuk keperluan bahan bangunan yang diambil dari sungai Krueng Baro (Azmeri dkk, 2020). Dampak dari pengambilan material tersebut, menyebabkan dasar sungai semakin bertambah dalam, yang dapat mengakibatkan terjadinya longsor pada tebing sungai yang menyebabkan sungai semakin dangkal akibat penumpukan sedimen. Penumpukan sedimen secara bertahap dapat mengakibatkan sungai kehilangan kemampuan dalam pengalirannya sehingga menyebabkan volume air berkurang.

Untuk mencegah permasalahan yang bisa muncul akibat terbatasnya sumber daya air, maka diperlukan kegiatan pencegahan dan pengelolaan sumber daya air yang efisien, dan juga mengupayakan penggunaan air sesuai dengan keperluan. Analisis secara manual yang hanya mengandalkan pada neraca air belum mampu memberikan informasi yang detail mengenai tentang kondisi sumberdaya air pada suatu wilayah (Santikayasa, 2020). Salah satu alternatif lain adalah dengan menggunakan bantuan aplikasi komputer, yaitu *Water Evaluation And Planning* (WEAP). WEAP merupakan suatu perangkat lunak komputer atau aplikasi yang diciptakan untuk mempermudah dalam menyelesaikan permasalahan sumber daya air dan juga pengembangan sumberdaya air yang berkelanjutan. Aplikasi WEAP diciptakan dan dikembangkan oleh *Stockholm Environment Institute, Boston* (Anatoly & Putranto, 2014). WEAP merupakan salah satu aplikasi yang biasanya digunakan pada bidang ilmu hidrologi dalam mengevaluasi dan merencanakan neraca air pada suatu wilayah. Aplikasi ini sangat mudah serta *fleksibel* untuk digunakan dan juga memberikan informasi yang mudah dipahami bagi para penggunanya. *Output* dari aplikasi ini berupa suatu skema perencanaan neraca air, yang mana dari data yang

diinput akan diketahui kekurangan atau kelebihan air pada suatu wilayah (Taufik, 2019). Alokasi ketersediaan air dan kebutuhan air dapat dilakukan dengan bantuan program aplikasi *Water Evauation and Planning* (WEAP) melalui ketersediaan data air, berupa kondisi debit aliran dan data pengguna air yang ada di jaringan Daerah Aliran Sungai Krueng Baro.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah jumlah kebutuhan air pada wilayah DAS Krueng Baro di area domestik dan pertanian untuk 20 tahun ke depan?
2. Apakah debit DAS Krueng Baro dapat memenuhi kebutuhan air pada area domestik dan pertanian untuk 20 tahun ke depan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berapa jumlah kebutuhan air pada wilayah DAS Krueng Baro di area domestik dan pertanian untuk 20 tahun ke depan.
2. Untuk mengetahui Apakah debit DAS Krueng Baro dapat memenuhi kebutuhan air pada area domestik dan pertanian untuk 20 tahun ke depan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukannya penelitian ini hasil yang didapatkan bisa bermanfaat dalam manajemen air pada suatu daerah aliran sungai, dan dengan diperolehnya hasil penelitian maka kita dapat mengetahui apakah debit yang terdapat pada Daerah Aliran Sungai Krueng Baro dapat mencukupi kebutuhan air pada dua wilayah yang akan diteliti pada penelitian ini yaitu domestik dan pertanian dengan menggunakan bantuan aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP).

### **1.5 Batasan Penelitian**

Penelitian ini hanya berfokus pada manajemen air untuk wilayah domestik dan pertanian pada wilayah DAS Krueng Baro. Wilayah domestik yang dimaksud adalah yang termasuk ke dalam wilayah pelayanan PDAM Kabupaten Pidie, yaitu 14 Kecamatan yang ada di Kabupaten Pidie antara lain Sigli, Pidie, Indrajaya, Delima, Mila, Mutiara, Mutiara Timur, Keumala, Titeu, Sakti, Peukan Baro, Kembang Tanjong, Simpang Tiga, Muara Tiga. Untuk wilayah pertanian adalah wilayah yang mencakup dari Daerah Irigasi (DI) Baro Raya seluas 12.194 hektar.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sumber Daya Air**

Sumber daya air merupakan salah satu sumber daya alam yang berguna dan potensial untuk manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari di berbagai keperluan kehidupan. Sumber daya air termasuk ke dalam sumber daya alam yang tidak hidup atau biasa disebut *abiotik* namun dapat diperbaharui. Permasalahan yang sering muncul dari sumber daya air adalah pada masalah pemanfaatannya, karena banyak yang salah dalam memanfaatkannya, sering terjadi masalah masalah seperti kekeringan di musim kemarau dan banjir pada saat musim hujan (Irfan & Suprpto, 2022). Air merupakan unsur penting dalam kehidupan makhluk hidup, hampir seluruh kehidupan di dunia ini bergantung pada air. Sumber utama air yang mendukung kehidupan di bumi adalah sumber air dari laut, dan air sungai. Air mengalami daur hidrologi, selama proses daur hidrologi, air menyerap zat-zat yang dapat menyebabkan air tidak lagi murni. Oleh karena itu, pada dasarnya tidak ada air yang benar-benar murni (Triastianti dkk, 2018).

Sumber daya air berdasarkan sifatnya tergolongkan ke dalam sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Maksud dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu sumber daya alam yang dapat terus tersedia di alam selama pemakaiannya tidak berlebihan dan di manfaatkan dengan baik (Sallata, 2015).

##### **2.1.1 Air Permukaan**

Menurut Undang-undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang sumber daya air, air permukaan adalah segala jenis air yang terdapat pada permukaan tanah. Bisa dikatakan air permukaan merupakan air hujan yang mengalir atau berada di atas permukaan bumi, yang dikarenakan air tersebut tidak mampu terserap ke dalam tanah dikarenakan lapisan tanah bersifat rapat air, sehingga sebagian besar air akan tergenang dan akan mengalir menuju ke daratan yang lebih rendah. Contoh air

permukaan antara lain seperti air danau, air sungai, dan air laut. Biasanya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama proses pengalirannya, misalnya oleh daun-daun, batang-batang kayu, lumpur kotoran industri kota dan lain sebagainya (Walid dkk, 2020).

### **2.1.2 Air Angkasa**

Air angkasa merupakan air yang berada di udara atau atmosfer (Manurung dkk, 2017). Air angkasa terjadi disebabkan karena adanya proses penguapan dari air permukaan (evaporasi) dan penguapan dari tumbuhan (evotranspirasi) yang disebabkan oleh paparan sinar matahari yang melalui proses kondensasi, dan kemudian jatuh lagi ke bumi dalam bentuk hujan, ataupun salju. Air angkasa dapat bersifat merusak terhadap pipa *transmisi* maupun bak penampung karena dapat mempercepat terjadinya korosi. Air angkasa merupakan sumber utama air yang digunakan di bumi (Ningrum, 2020). Air yang terdapat pada lapisan udara berkisar 0,001% dari total air yang ada di bumi, contoh air angkasa antara lain air salju, air hujan, dan air es (Saputro dkk, 2022).

### **2.1.3 Air Tanah**

Air tanah merupakan sumber utama cadangan air tawar yang ada di bumi, air tanah terdapat dalam batuan yang berada di bawah permukaan tanah. Bebatuan yang ada di bawah permukaan tanah berfungsi sebagai penyalur atau reservoir. Air tanah biasanya digunakan sebagai konsumsi utama manusia, kebutuhan untuk keperluan pertanian, pemakaian pada sektor industri dan juga banyak ekosistem yang hidupnya bergantung pada air tanah, terutama selama musim kemarau berlangsung (Permana, 2019).

Air tanah adalah jenis air yang ada di bawah lapisan tanah yang menyumbang sekitar 0,6% dari total air yang terdapat di bumi. Hal ini menjadikan ketersediaan air tanah lebih banyak daripada ketersediaan air sungai dan danau apabila digabungkan. Pengelompokan air tanah menurut letaknya dibagi menjadi dua kategori, yaitu air

tanah *freatik* dan air tanah *artesis*. Air tanah *freatik* adalah air tanah dangkal yang berada tidak terlalu jauh dari permukaan tanah, yang hanya sekitar 9 sampai 15 meter di bawah permukaan tanah, air tanah *freatik* ini umumnya tidak bewarna atau bening, namun pada beberapa tempat air tanah *freatik* tercemar oleh beberapa pencemar seperti mengandung zat besi (Fe) dan mangan (Mn) yang tinggi. Yang kedua adalah air tanah *artesis*, yaitu air tanah dalam yang terletak di bawah lapisan tanah kedap air, yang ada pada kedalaman sekitar 80 sampai 300 meter. Kualitas airnya lebih baik jika dibandingkan air tanah *freatik*. (Wicaksono dkk, 2019).

## 2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan salah satu bagian dari bumi yang mengandung air dan mengandung kekayaan alam dan juga merupakan unsur penting bagi kehidupan makhluk hidup, sehingga harus dilindungi, digunakan, dan dikelola dengan baik agar dapat berguna bagi makhluk hidup di sekitar Daerah Aliran Sungai tersebut (Rahayu dkk, 2018). Daerah aliran sungai merupakan suatu wilayah daratan yang berupa satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai yang memiliki fungsi untuk menyimpan, menampung, dan menyalurkan air yang berasal dari curah hujan, yang kemudian air tersebut mengalir ke danau atau ke laut secara alami. Batas di daratan merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Karim & Muhid, 2019). Daerah aliran sungai yang baik yaitu daerah yang kualitas lahannya stabil dan tidak mengalami penurunan kualitas sehingga dapat memberikan kehidupan yang layak bagi makhluk hidup yang berada di sekitarnya, baik dari segi pangan, ataupun sandang, tanpa mengurangi kualitas lahan dan lingkungannya (Mubarokah dkk, 2020).

DAS terdiri dari tiga zona yaitu hulu, tengah, dan hilir masing-masing dari zona tersebut memiliki perbedaan potensi sumberdaya dan memiliki perbedaan dalam analisis. Perubahan lahan dan air sebagai sumberdaya dapat dipengaruhi oleh aktivitas yang terjadi pada bagian hulu, tengah, dan hilir (Nurkholis dkk, 2018).

Masalah kebutuhan dan ketersediaan air bersih telah menjadi isu global karena terkait dengan mata pencaharian penduduk di berbagai belahan dunia. Berbagai pendekatan dan disiplin ilmiah mencoba untuk memecahkan masalah yang terkait dengan kebutuhan dan ketersediaan sumber daya air. Penerapan dan perkembangan pemodelan hidrologi sangat cepat untuk membantu dalam memecahkan masalah air di suatu daerah aliran sungai. Pengelolaan daerah aliran sungai yang tepat akan menjaga keseimbangan antara permintaan air dan ketersediaannya pada skala daerah aliran sungai (Ikhwalidkk, 2022).

### **2.3 Kebutuhan Air Domestik**

Kebutuhan air domestik adalah keperluan air yang digunakan manusia dalam mencukupi keperluan sehari-hari. Perhitungan kebutuhan air domestik dapat diperoleh berdasarkan persamaan jumlah hari dalam suatu bulan dikalikan dengan asumsi kebutuhan air dan dikalikan dengan jumlah penduduk yang ada (Millah, 2019). Kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan dari jumlah total populasi yang dilayani dan unit pemakaian air, maksud dari jumlah populasi yang dilayani adalah produk dari total populasi pada area pelayanan dan faktor yang mempercepat persentase dari populasi yang berhubungan dengan sistem distribusi air, sedangkan unit kebutuhan air domestik merupakan jumlah air untuk penggunaan domestik yang digunakan oleh konsumen individu. Unit kebutuhan air biasanya dinyatakan dalam bentuk ltr/org/hr. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perubahan kebutuhan air domestik antara lain yaitu pendapatan (tingkat kesejahteraan/standar hidup), kebiasaan sosial budaya, biaya, tipe dari sambungan air, iklim, tersedianya sumber alternatif.

Kebutuhan air domestik dapat diketahui berdasarkan jumlah pemakai air, dan kebutuhan rata-rata setiap pemakai air, yang kemudian ditambah 20% sebagai faktor kehilangan air atau kebocoran. Kebutuhan air domestik dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q=P \times q \dots\dots\dots(2.1)$$

$$Q_{md}=Q \times f_{md}\dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

$Q_{md}$  = kebutuhan air (liter/hari)

$q$  = konsumsi air per orang per hari (liter/org/hari)

$P$  = jumlah org yang akan dilayani sesuai tahun perencanaan (org)

$f_{md}$  = faktor maksimum (1,05—1,15)

Untuk menghitung 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 2.1.

**Tabel 2.1** Standar kebutuhan air domestik

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan air (liter/orang)
1	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3.000 - 20.000	60 - 90
2	Kota kecil	20.000 - 100.000	90 - 110
3	Kota sedang	100.000 - 500.000	100 - 125
4	Kota Besar	500.000 - 1.000.000	120 - 150
5	Metropolitan	>1.000.000	150 - 200

Sumber : SNI 6728.1:2015

#### 2.4 Kebutuhan Air 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 ini (Ikhwal dkk, 2022). Air merupakan salah satu kebutuhan yang paling penting dalam menunjang kegiatan pertanian, karena tanpa adanya air yang cukup, tanaman pertanian tidak akan berproduksi dengan baik. Area pertanian menjadi pengguna terbesar dalam pemakaian air, hal tersebut disebabkan oleh jumlah penduduk dunia yang terus bertambah, yang berakibat kebutuhan bahan makanan juga akan semakin meningkat. Besarnya akan kebutuhan air pada pertanian juga mengindikasikan bahwa

efisiensi penggunaan air pada area pertanian ini cukup rendah. (Manaqib dkk, 2017). Pada area pertanian, air merupakan faktor utama dalam produksi pertanian, namun dalam pengelolaannya untuk menjamin keberlanjutan sumber daya air masih menghadapi banyak masalah, baik pada skala daerah aliran sungai (DAS) maupun Daerah Irigasi (DI). Kendala yang biasa sering dihadapi antara lain kekeringan dan banjir, kelangkaan air, serta persaingan dalam penggunaan air untuk berbagai kepentingan (Heryani dkk, 2020).

Air merupakan unsur utama yang diperlukan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis sehingga dapat bertahan hidup dan tumbuh subur. Kekurangan air akan menyebabkan pertumbuhan tumbuhan menjadi terganggu dan bahkan dapat menyebabkan tumbuhan tersebut mati, namun air yang berlebihan juga menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik karena terjadi pembusukan pada akar tanaman (P. Setiawan & Anggraeni, 2019). Kebutuhan air pertanian bergantung pada luas lahan, curah hujan efektif, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air, dan efisiensi irigasi. Kebutuhan air di sawah ini dapat dinyatakan dalam satuan mm/hari atau liter/s/ha (Hatmoko & Triweko, 2011). Hasil pertanian dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti iklim yang selalu berubah, kesuburan tanah, ketersediaan air, sistem pengolahan tanaman dan perkembangan hama dan penyakit (Dharma dkk, 2019).

## **2.5 Proyeksi Penduduk**

Proyeksi penduduk adalah suatu perkiraan atau prediksi jumlah penduduk berdasarkan penggunaan metode tertentu dengan asumsi - asumsi kelahiran, kematian dan migrasi. (BPS, 2018). Proyeksi penduduk adalah perkiraan jumlah penduduk untuk masa depan, proyeksi yang baik adalah proyeksi yang menghasilkan perbedaan antara hasil prediksi dan kenyataan sekecil mungkin (Hartati dkk, 2019). Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam memproyeksi penduduk, tetapi pada penelitian ini menggunakan tiga metode yaitu aritmatika, geometri, dan eksponensial.

### 2.5.1 Metode Aritmatika

Metode aritmatika biasanya disebut juga dengan rata-rata hilang. Metode ini digunakan apabila data berkala menunjukkan jumlah penambahan yang hampir sama tiap tahun, hal ini biasanya terjadi pada daerah yang luas wilayahnya kecil, tingkat pertumbuhan ekonomi kotanya rendah dan juga perkembangan kota yang tidak terlalu pesat (BPS, 2010). Secara matematis metode ini dapat ditulis dengan persamaan berikut ini:

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0) \dots\dots\dots (2.3)$$

$$K_a = \frac{P_a - P_1}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

$P_n$  = Total penduduk yang diproyeksikan pada tahun ke-n

$P_0$  = Total penduduk tahun dasar

$K_a$  = Konstanta aritmatik

$T_n$  = Tahun ke-n

$T_0$  = Tahun dasar

$n$  = Jumlah data diketahui

### 2.5.2 Metode Geometri

Metode Geometri biasanya dipakai apabila jumlah peningkatan penduduk menunjukkan pada angka yang hampir sama dari waktu ke waktu (Badan Pusat Statistik, 2010). Secara matematis metode ini bisa ditulis dengan persamaan berikut ini:

$$P_n = P_0(1+r)^n \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

$P_n$  = Total Penduduk pada Tahun Proyeksi

$P_0$  = Total Penduduk Awal pada Tahun Dasar

$r$  = Rata-rata Pertambahan Jumlah Penduduk (%)

$n$  = Selisih antar Tahun Proyeksi dengan Tahun Dasar

### 2.5.3 Eksponensial

Metode eksponensial biasanya menjelaskan tentang pertumbuhan penduduk yang tidak terlalu signifikan (Badan Pusat Statistik, 2010). Secara matematis metode ini bisa ditulis dengan rumus berikut ini:

$$P_n = P_o \times e^{rn} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$r = \frac{1}{n} \ln \left( \frac{P_n}{P_o} \right) \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

$P_n$  = Jumlah Penduduk pada Tahun Proyeksi

$P_o$  = Jumlah Penduduk Awal pada Tahun Dasar

$r$  = Angka Pertumbuhan Penduduk

$T$  = Waktu (tahun)

Penentuan metode proyeksi yang terbaik diperoleh dengan membandingkan ketiga metode tersebut, dengan melihat standar deviasi (S) terkecil dan koefisien (R) mendekati 1 untuk setiap masing-masing metode.

### 2.6 *Water Evaluation and Planning (WEAP)*

Aplikasi *Water Evaluation and Planning (WEAP)* merupakan sebuah perangkat lunak komputer yang diciptakan agar dapat membantu dalam hal evaluasi sumber daya air dan pengembangan sumber daya air yang berkelanjutan. WEAP memiliki sejarah yang lumayan panjang dalam proses pembuatannya, yang dimulai pada tahun 1991 pihak *Stockholm Environment Institute* yang bekerjasama dengan *Tellus Institute*, memulai penelitian untuk menciptakan sebuah aplikasi yang mampu membantu dalam menganalisis sumber daya air. Namun pada saat itu aplikasi WEAP belum sempurna dan masih terbatas pada pilihan menunya. Program ini masih terus dikembangkan sampai saat ini, hingga muncul program yang diberi nama WEAP21.

Program WEAP21 telah dilengkapi dengan pilihan menu-menu baru seperti *Graphic User Interface*, algoritma dalam pemecahan masalah mengenai alokasi kebutuhan air, dan pemecahan tentang unsur hidrologi seperti curah hujan, dan parameter kualitas air pada model aliran sungai, (Anatoly & Putranto, 2014). WEAP bekerja dengan menggunakan prinsip dasar kesetimbangan air yang bisa diterapkan pada sistem suatu kota (domestik) ataupun pada daerah pertanian, Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS). Selain itu, aplikasi WEAP juga dapat mensimulasiikan berbagai komponen alam dan rekayasa sistem, termasuk resapan air tanah dari curah hujan, curah hujan yang terjadi tiap satuan waktu, aliran air yang relatif, konservasi sumber daya air, kebijakan dan prioritas alokasi air, operasi sistem reservoir, generasi *hydropower*, penilaian kerentanan serta persyaratan ekosistem, dan penilaian terhadap kualitas air, (Santikayasa, 2020).

*Water Evaluation and Planning* (WEAP) dibuat bertujuan untuk memasukkan isu permasalahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang menjadi alat praktis dan kuat untuk sumber daya air terpadu dalam perencanaan alokasi air. WEAP juga merupakan salah satu aplikasi hidrologi yang berfungsi untuk mengevaluasi atau merencanakan neraca air pada suatu wilayah. Program ini sangat mudah serta fleksibel untuk digunakan dan memberikan informasi yang lengkap bagi para pengguna atau para ahli pada bidang sumber daya air. Atribut data yang diperlukan dalam menjalankan program ini merupakan atribut data hidrologi serta bentuk data dalam shape file (Taufik, 2019). *Water Evaluation and Planning* (WEAP), menyelesaikan masalah alokasi atau manajemen air dengan menggunakan program *linear* standar. Hal ini dapat memungkinkan aplikasi WEAP bisa mempertimbangkan kendala hidrologi, fisik, dan kelembagaan yang lebih kompleks daripada pendekatan kebutuhan aliran minimum (Erwan dkk, 2019).

Aplikasi WEAP mempunyai beberapa manfaat seperti memeriksa pengembangan air alternatif dan strategi manajemen, di mana WEAP mampu memprediksi beberapa hal, seperti permintaan air, aliran air, pasokan air, pencemaran air, penyimpanan air, perawatan air dan pembuangan air. Aplikasi WEAP

mengevaluasi pilihan pengembangan dan pengelolaan air dan mempertimbangkan penggunaan pada berbagai sistem. WEAP memiliki beberapa langkah di dalamnya tergantung apa yang diperlukan (WEAP *User Guide Stockholm Environment Institute*, 2016).

## 2.7 Formula yang digunakan Dalam Aplikasi WEAP

Dalam aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) terdapat beberapa rumus atau formula yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam aplikasi WEAP tersebut, antara lain adalah sebagai berikut.

### 1. Sungai (*River*)

Aliran Sungai (*River Headflow*) didefinisikan sebagai aliran dalam jangkauan pertama ( $Rch$ ) sungai (*River*), dan dimasukkan sebagai data. Aliran yang masuk ke dalam jangkauan ( $Rch$ ) dari hulu didefinisikan sebagai jumlah aliran yang mengalir ke hilir dari titik (*node*) di luar jangkauan.

$$UpstreamInFlow_{Rch} = DownStreamOutFlow_{Node}$$

Aliran yang keluar dari jangkauan ke hilir sama dengan aliran ke dalam jangkauan dari hulu ditambah air permukaan dan aliran air tanah ke jangkauan dikurangi penguapan, banjir ke daerah aliran sungai, dan aliran air tanah.

$$DownStreamOutFlow_{Rch} = UpstreamInFlow_{Rch} + SurfaceWaterInFlow_{Rch} + \\ GroundWaterFlowToReach_{GW,Rch} - ReachFlowToGroundWater_{GW,Rch} - \\ Evaporation_{Rch} - RiverFlooding_{Rch}$$

### 2. Permintaan Tahunan (*Annual Demand*)

Permintaan air pada lokasi permintaan ( $DS$ ) dihitung sebagai jumlah permintaan untuk semua cabang pada tingkat bawah lokasi permintaan ( $Br$ ).

$$AnnualDemand_{DS} = \sum_{Br} (TotalActivityLevel_{Br} \times WaterUseRate_{Br})$$

### 3. Permintaan Bulanan (*Monthly Demand*)

Permintaan bulanan (m) sama dengan bagian dari bulan yang berasal dari permintaan tahunan yang telah disesuaikan.

$$MonthlyDemand_{DS,m} = MonthlyVariationFraction_{DS,m} \times AdjustedAnnualDemand_{DS}$$

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.

$$MonthlySupplyRequirement_{DS,m} = (MonthlyDemand_{DS,m} \times (1 - ReuseRate_{DS}) \times (1 - DSMSavings_{DS})) / (1 - LossRate_{DS})$$

### 4. Lokasi Permintaan (*Demand Site*)

Jumlah yang dipasok ke lokasi permintaan (DS) merupakan jumlah arus yang masuk dari penghubung transmisinya. Aliran masuk ke lokasi permintaan dari sumber pasokan (Src) didefinisikan sebagai arus keluar dari penghubung transmisi yang menghubungkannya, yaitu, bebas dari kebocoran di sepanjang penghubung transmisi.

$$DemandSiteInflow_{DS} = \sum_{Src} TransLinkOutflow_{Src,DS}$$

Setiap lokasi permintaan yang memiliki kebutuhan pasokan air bulanan, sama seperti yang dihitung dalam perhitungan permintaan bulanan sebelumnya. Aliran yang masuk ke lokasi permintaan sama dengan persyaratan ini,

$$DemandSiteInflow_{DS} \leq SupplyRequirement_{DS}$$

### 5. Penghubung Transmisi (*Transmission Link*)

Dalam penghubung transmisi dari sumber pasokan (Src) ke situs permintaan (DS), jumlah yang dikirim ke situs permintaan yaitu, arus keluar dari penghubung transmisi sama dengan jumlah yang ditarik dari sumber yaitu, arus masuk ke penghubung transmisi dikurangi kerugian di sepanjang *link*.

$$TransLinkOutflow_{Src,DS} = TransLinkInflow_{Src,DS} - TransLinkLoss_{Src,DS}$$

#### 6. Aliran Balik (*Return Flow*)

Penghubung aliran balik lokasi permintaan mengirimkan air limbah dari lokasi permintaan (DS) ke tujuan, yang dapat berupa instalasi pengolahan air limbah atau badan air penerima. Jumlah yang mengalir ke link adalah sebagian kecil dari arus balik situs permintaan aliran keluar dikurangi aliran ke situs permintaan untuk digunakan kembali.

$$ReturnLinkFlow_{DS,Dest} = DSReturnFlowRoutingFraction_{DS,Dest} \times DemandSiteReturnFlow_{DS}$$



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tahapan Umum Penelitian**

Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah

Permasalahan yang akan diteliti pada penelitian ini adalah tentang kebutuhan air untuk 20 tahun ke depan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk area domestik dan pertanian.

2. Studi literatur

Setelah dilakukan identifikasi masalah, maka langkah selanjutnya adalah melakukan studi literatur untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut. Hasil yang diperoleh setelah melakukan studi literatur adalah didapat suatu metode yang menggunakan bantuan aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) yang dapat menganalisa kebutuhan air untuk 20 tahun ke depan pada Daerah Aliran Sungai (DAS).

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperkuat isi dalam penelitian ini, baik itu data yang diperoleh dari lapangan, maupun dari jurnal dan buku. Data yang diperlukan pada penelitian ini antara lain adalah, jumlah penduduk, jumlah pelanggan PDAM, luas lahan pertanian, wilayah cakupan yang dijangkau oleh DAS, penggunaan air domestik, penggunaan air pertanian, dan debit sungai.

4. Proyeksi Penduduk

Setelah didapatkan data jumlah penduduk maka langkah selanjutnya adalah melakukan proyeksi penduduk dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2041. Hasil proyeksi yang diperoleh nantinya akan digunakan dalam aplikasi WEAP.

## 5. Membuat model

Setelah melakukan identifikasi masalah, studi literatur, dan pengumpulan data, maka langkah selanjutnya adalah membuat model pada aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP). Dalam membuat model ini terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain adalah sebagai berikut:

- a) Membuat sketsa desain dari sistem air di wilayah terpilih
- b) Menentukan komponen penyusun dari sistem air terpilih
- c) Menentukan jenis data dan memasukkan sesuai dengan informasi yang ada
- d) Menentukan kondisi alokasi pada *current account* dan *reference*

## 6. Menjalankan model

Model dapat dijalankan setelah skematik, data dan informasi pada model telah dimasukkan. Untuk menjalankan model dapat dilakukan dengan memilih *result* pada menu *view*.

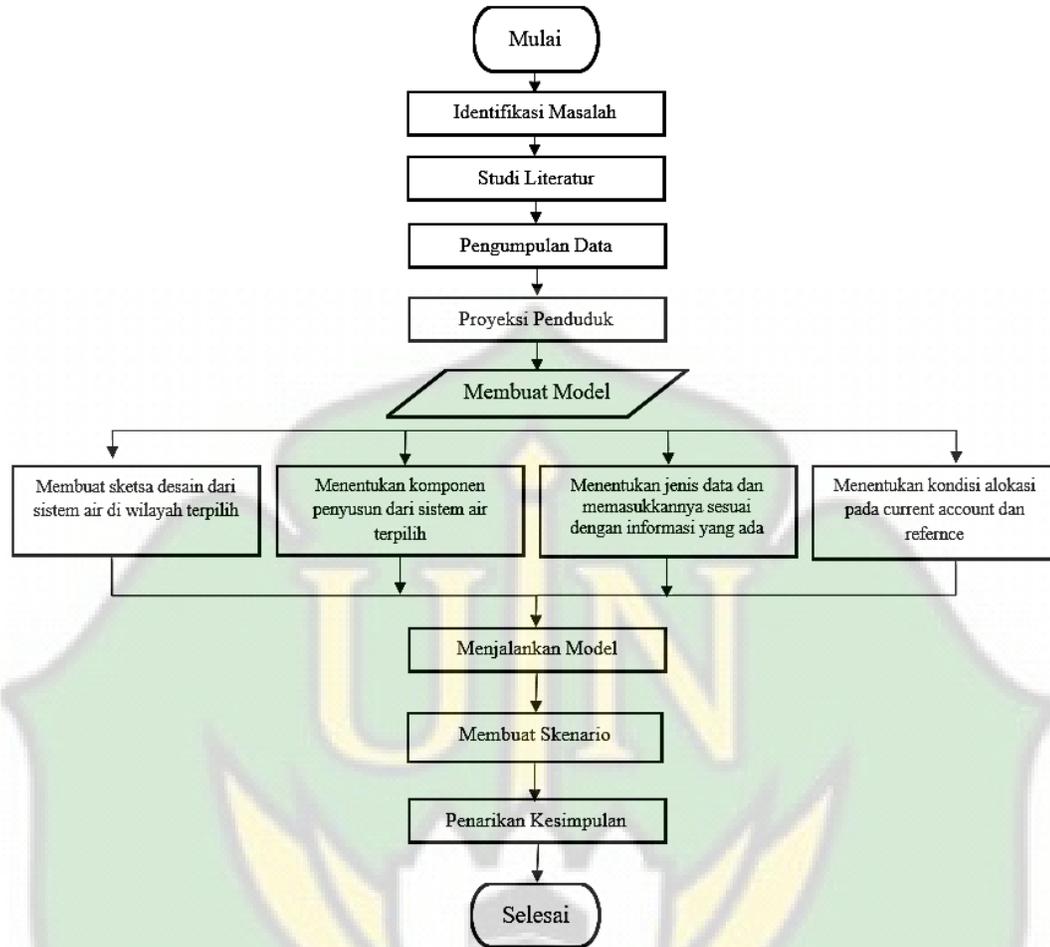
## 7. Membuat skenario

WEAP memiliki fungsi dalam penyusunan skenario. Maksud dari skenario disini 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. Pada penelitian ini dibuat dua skenario di area domestik yaitu skenario jumlah pelanggan PDAM dan skenario jumlah penduduk.

## 8. Penarikan kesimpulan

Setelah data yang diperoleh hasil dari aplikasi tersebut, maka dapat dibuat kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah serta tujuan penelitian yang ada pada penelitian ini.

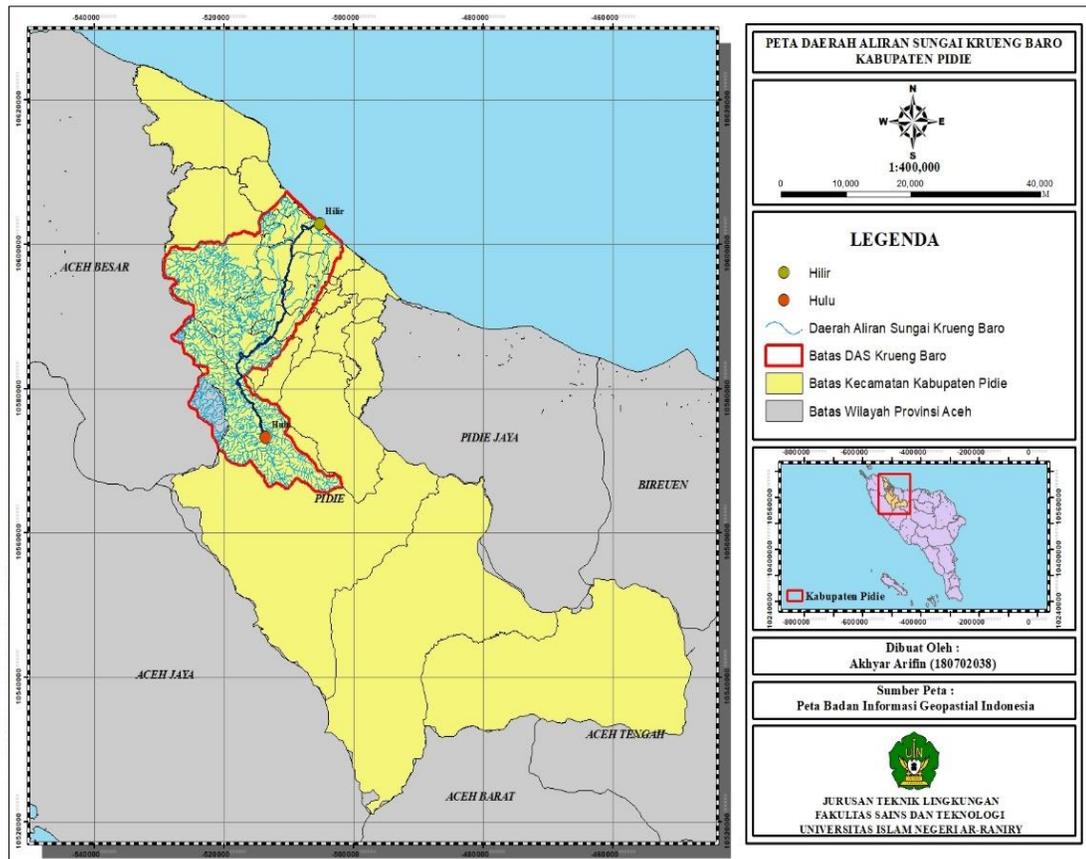
Diagram alir tahapan umum penelitian di atas dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian

### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kabupaten Pidie, yaitu di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Baro Kabupaten Pidie Provinsi Aceh. Kabupaten Pidie berada di Provinsi Aceh, yang memiliki luas wilayah sebesar 3.184,85 km<sup>2</sup>, dengan 23 kecamatan dan 731 desa. Secara geografis, Kabupaten Pidie terletak diantara 04,30°- 04,60° Lintang Utara (LU) dan antara 95,75°- 96,20° Bujur Timur (BT). Berdasarkan posisi geografisnya, sebelah utara Kabupaten Pidie berbatasan dengan Selat Malaka, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Aceh Barat dan Aceh Jaya, sedangkan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Aceh Besar, dan sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Pidie Jaya (BPS Kabupaten Pidie, 2021). Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Peta Lokasi penelitian

Terdapat enam Daerah Aliran Sungai (DAS) di Pidie, lima di antaranya masuk ke dalam Wilayah Sungai (WS) Aceh-Meureudu, dan satu DAS masuk ke dalam Wilayah Sungai (WS) Teunom-Lambeuso. Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut antara lain DAS Laweung, DAS Batee, DAS Seulungoh, DAS Tiro, dan DAS Krueng Baro yang termasuk ke dalam Wilayah Sungai Aceh-Meureudu, dan DAS Teunom termasuk ke dalam Wilayah Sungai Teunom-Lambeuso. Namun pada penelitian ini hanya berfokus pada Daerah Aliran Sungai Krueng Baro. Menurut data yang diperoleh dari BWS Sumatera 1 DAS Krueng Baro memiliki luas sebesar 426 km<sup>2</sup> dan panjang sungai utama sebesar 61,71 km.

### 3.3 Data Penelitian

Untuk melakukan penelitian ada beberapa data yang diperlukan agar penelitian ini dapat berjalan dengan lancar, data yang digunakan ini berasal dari instansi terkait antara lain berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Pidie, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Mon Krueng Baro Pidie, Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera I. Dengan kata lain semua data yang digunakan adalah data sekunder, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Tabel data yang digunakan

No	Data Yang Digunakan	Sumber Data	Jenis Data
1	Jumlah pelanggan PDAM	PDAM	Sekunder
2	Jumlah penduduk	BPS	
3	Luas lahan pertanian	BWS	
4	Debit sungai	BWS	
5	Wilayah cakupan yang dijangkau oleh DAS	PDAM	
6	Jumlah pemakaian air domestik	PDAM	
7	Jumlah pemakaian air pertanian	BWS	

### 3.4 Prosedur Penelitian

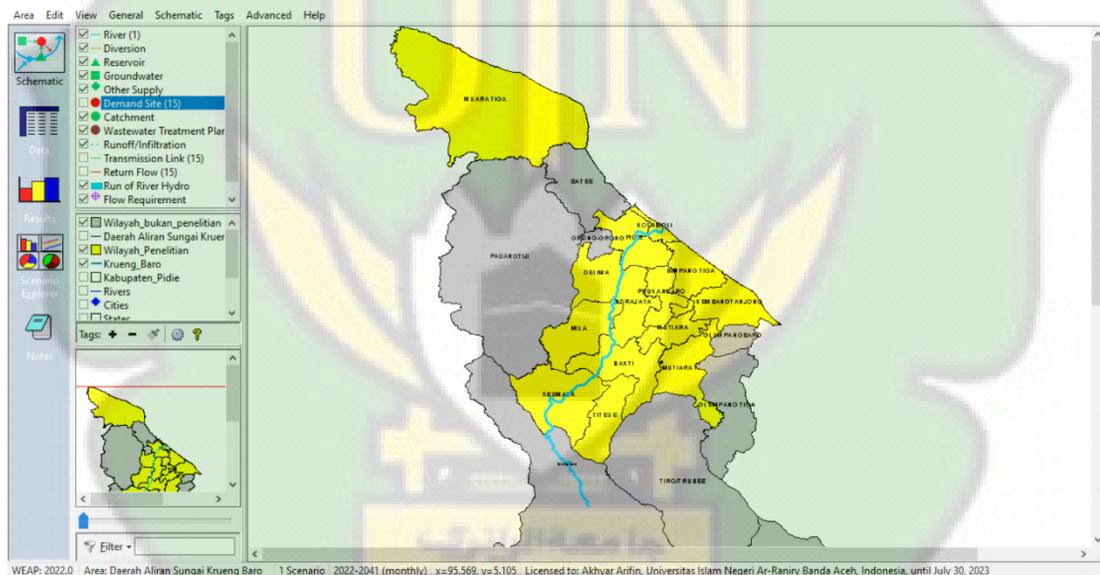
Penelitian manajemen air menggunakan bantuan aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Membuat model pada lokasi baru

Untuk membuat area baru sesuai dengan studi kasus maka kita perlu membuat area baru dengan menggunakan Menu *create area*. Caranya dengan klik *Area* kemudian *Create Area*. Ada beberapa informasi yang diperlukan untuk diisi pada tampilan tersebut yaitu nama area, informasi apakah area yang dibuat merupakan area yang disalin dari area lainnya, sistem keamanan serta deskripsi tentang area.

Setelah semua informasi tadi dimasukkan maka akan muncul tampilan area baru. Pada tampilan tersebut muncul pertanyaan apakah pengguna menginginkan untuk

membuat batasan area berdasarkan peta yang diberikan, Pilih “OK” untuk menyatakan bahwa pengguna akan menentukan lokasi geografis dari area yang akan dibuat. Pada langkah selanjutnya akan muncul tampilan yang mengarahkan pengguna untuk menentukan lokasi geografis dari model yang akan dibuat. Sebagai informasi bahwa peta yang muncul pada WEAP tidak ikut dalam proses kalkulasi serta proses alokasi air. Peta tersebut hanya sebagai latar untuk menentukan lokasi geografis dari model yang akan dibuat. Selain itu peta tersebut berguna sebagai latar pada saat membuat skematik DAS serta jaringan sungai dan komponen lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.

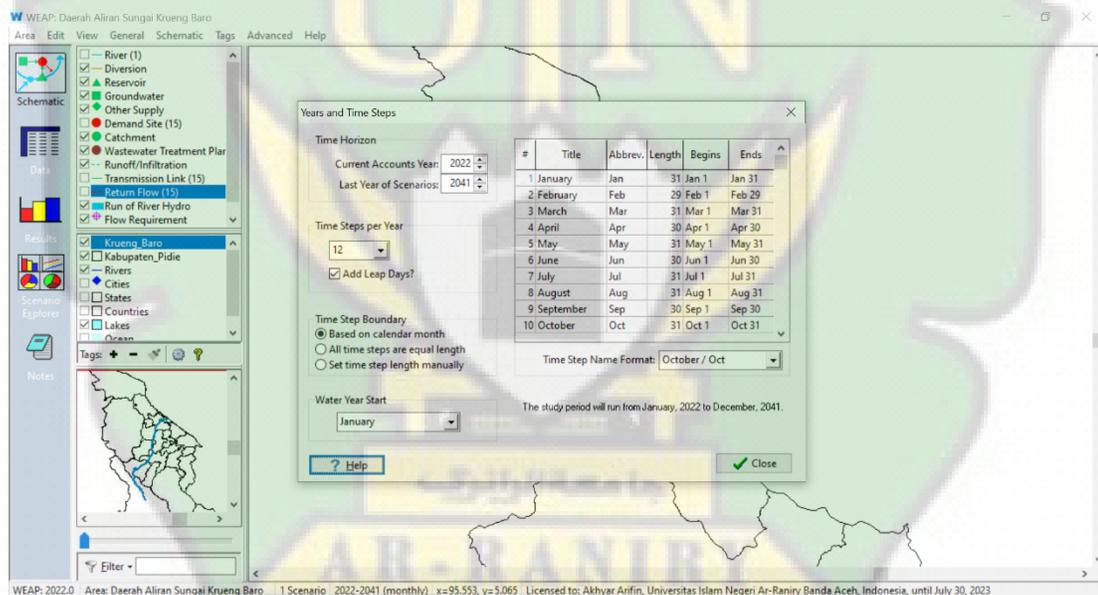


**Gambar 3.3** Wilayah Kabupaten Pidie dan Aliran Utama DAS Krueng Baro

## 2. Pengaturan pada general parameter

Setelah dilakukan pemilihan area seperti langkah di atas maka akan muncul tampilan area yang telah dibuat. Pada tampilan tersebut sudah disertakan latar sungai dan lokasi pemukiman di wilayah kajian. Latar peta yang digunakan merupakan peta dalam format *shape file*.

Dalam langkah ini akan dilakukan pengaturan terhadap parameter-parameter umum dalam model yang akan di buat. Parameter tersebut menyangkut tahun *baseline model*, serta *time steps* dari model. Tahun *baseline* merupakan tahun awal dari model untuk dijalankan. Sedangkan *time steps* adalah waktu antara pada saat model dijalankan. Pada penelitian ini ditentukan tahun *baseline* adalah tahun 2022, kemudian untuk *time steps* nya di mulai dari tahun 2023-2041. Waktu antar model ditentukan bulanan artinya dalam satu tahun ada 12 kali perhitungan. Selain itu juga ditentukan bahwa perhitungan mengikuti hari dalam hitungan kalender dan waktu awal setiap tahun perhitungan adalah Januari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4** Tampilan Menu *Years and Time Steps*

### 3. Menyimpan area

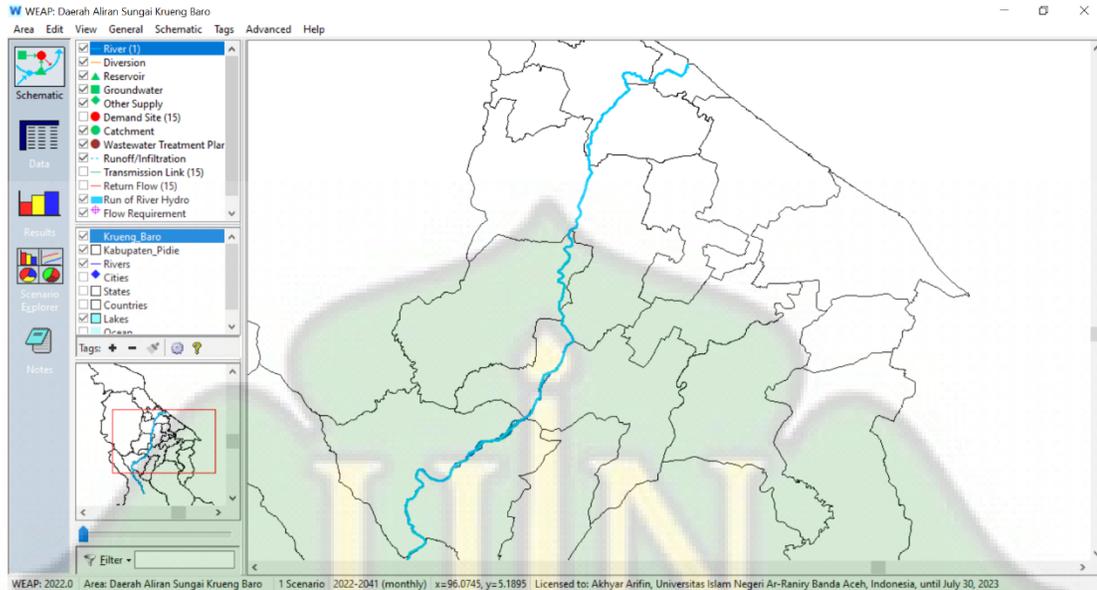
Setelah dilakukan pengaturan maka hasil pengaturan tersebut perlu disimpan sehingga memudahkan jika ingin kembali pada kondisi tersebut dikemudian hari. Penyimpanan hasil dari proses di dalam WEAP dinamakan *version* yang artinya setiap *version* akan memiliki nama sehingga jika ingin kembali kepada *version*

tertentu maka bisa dilakukan dengan memilih *version* yang dimaksud. Untuk menyimpan area ke dalam *version* tertentu dilakukan dengan memilih menu *Area* kemudian klik *Save version*.

#### 4. Memasukkan *elements* ke dalam *Schematic*

Berdasarkan informasi tentang studi kasus yang digunakan dalam pemodelan alokasi air pada contoh ini maka ada beberapa komponen yang akan dimasukkan ke dalam skematik. Skematik dalam WEAP menggunakan pendekatan *node link*. *Node* adalah suatu titik yang merupakan sumber *supply* air atau pengguna air. Selain itu titik simpul juga dimodelkan dengan *node*. Sedangkan Link adalah komponen yang menghubungkan antar *Node*. Didalam penelitian ini ada beberapa komponen yang akan dimasukkan salah satunya yaitu sungai. Dalam penelitian ini *supply* air berasal dari daerah aliran sungai, daerah aliran sungai tersebut memiliki debit tertentu. Debit ini terukur dari hulu dan hilir sungai, sehingga informasi debit akan dimasukkan pada data yang disebut dengan "*headflow*". Untuk menggambar elemen sungai (Gambar 3.5) dapat dilakukan dengan mengikuti langkah berikut.

- Klik simbol *River* dari *Element window*, klik dan tahan kemudian geser ke dalam peta. Selanjutnya lakukan digitasi mengikuti peta sungai yang digunakan sebagai latar belakang.
- Gunakan klik ganda (klik 2x) untuk mengakhiri digitasi dari elemen sungai.
- Setelah proses digitasi selesai berikan nama sesuai keinginan sebagai nama sungai yang telah dibuat, kemudian pilih *Finish*.



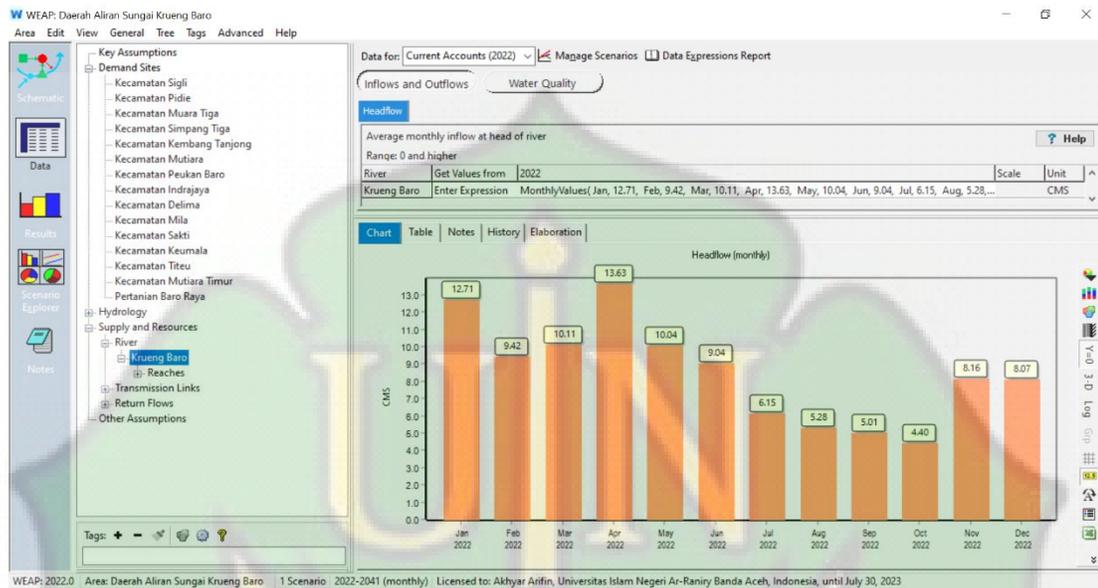
**Gambar 3.5** Tampilan setelah dimasukkan *elements* Sungai ke dalam *schematic*

#### 5. Memasukkan data sungai

Setelah berhasil memasukkan elemen sungai melalui proses digitasi langkah selanjutnya adalah memasukkan informasi data pada elemen sungai. Data yang dimasukkan berupa data debit sungai, untuk memasukkan data ke elemen sungai, ada dua pendekatan yang bisa dilakukan. Pertama adalah memasukkan data melalui elemen yang terdapat pada menu skematik. Pilih elemen sungai kemudian klik kanan dan pilih *edit data* kemudian klik pada pilihan *headflow*. Kedua adalah melalui data view. Pilih Data pada *view* utama bagian kiri kemudian Pilih: *supply and resources/river /main river* pada *data tree*. Kemudian pilih *headflow*.

Langkah selanjutnya adalah memasukkan informasi debit sungai. Pastikan bahwa informasi yang kita masukkan merupakan informasi pada tahun *baseline*. Hal ini dapat dilihat bahwa pilihan datayang dimasukkan adalah pada *current account*. Untuk memasukkan data, klik pada tabel dengan judul kolom 2022 (*tahun baseline/current account*). Pilih *monthly time-series wizard* dari menu *drop-down*. Opsi ini dipilih karena data dalam format bulanan sesuai dengan ketersediaan data,

setelah semua bulan diisi kemudian pilih *finish*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.6.

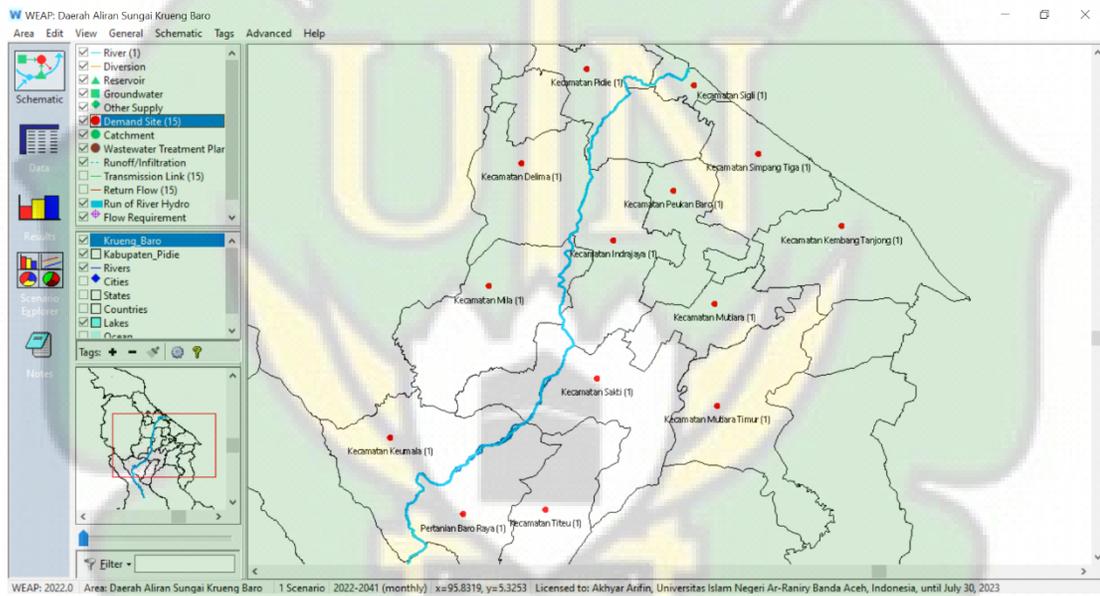


**Gambar 3.6** Tampilan Data Pada DAS Krueng Baro

#### 6. Membuat skematik untuk domestik dan input data

Untuk membuat skematik domestik dapat dilakukan dengan menggunakan elemen *demand site*, langkahnya adalah kembali ke bagian *schematic view*, kemudian pilih dan geser elemen *demand site* tersebut ke dalam *schematic*, letakkan pada posisi yang diinginkan. Setelah elemen *demand site* sudah diletakkan pada lokasi yang diinginkan. Kemudian langkah selanjutnya adalah memasukkan informasi terkait dengan pengguna domestik. Setelah elemen *demand site* diletakkan pada lokasi yang diinginkan kemudian muncul dialog untuk memberikan nama terhadap *demand site* tersebut, untuk *demand priority* diberikan nilai 1. *priority* ini memiliki nilai antara 1 – 99, nilai 1 dipilih karena merupakan nilai dengan prioritas utama (tinggi) sedangkan nilai 99 merupakan prioritas rendah. Kemudian untuk memasukkan data pada elemen *demand site* dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti memasukkan data pada elemen sungai.

Langkah pertama adalah melakukan pengaturan pada unit dari *demand site*, klik pada pilihan N/A pada unit dalam *annual activity level*, kemudian pilih *people*, dan klik OK. *people* dipilih karena komponen data yang dimasukkan dalam *demand site* ini adalah jumlah penduduk. Kemudian masukkan informasi tentang jumlah penduduk dari *demand site* tersebut, langkah berikutnya adalah memasukkan informasi tentang jumlah penggunaan air per penduduk per tahun atau *annual water use rate*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.7.



**Gambar 3.7** Tampilan setelah dimasukkan *elements* domestik

#### 7. Membuat skematik untuk pertanian dan input data

Untuk membuat skematik *site* untuk pertanian, langkah yang dilakukan adalah sama seperti langkah yang dilakukan untuk membuat *demand site* untuk domestik. Berikan nama area *demand site* tersebut dengan pertanian dengan *priority*= 1, yang artinya antara penggunaan air untuk domestik dan pertanian memiliki prioritas yang sama. Kemudian langkah selanjutnya adalah memasukkan data dan informasi ke dalam *demand site* untuk pertanian yang telah dibuat

## 8. Membuat *transmission link* antara *demand* dengan *supply*

*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. Lakukan hal yang sama untuk *transmission link* yang diberikan ke *demand site* pertanian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Tampilan setelah dimasukkan *elements transmission link*

## 9. Membuat *return flow*

Sesuai dengan penjelasan di atas bahwa 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 lakukan pengaturan routing pada aliran balik untuk *demand site* domestik dan juga pertanian. Asumsi yang diberikan adalah semua air aliran balik ini akan mengalir dalam jumlah yang sama dari sumber sampai dengan akhir saluran. Untuk itu nilai *routing*=100 %

diberikan pada kedua elemen aliran balik ini. Lakukan pengaturan dengan nilai *return flow routing* = 100 %. Lakukan hal yang sama untuk *demand site* pertanian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.9.



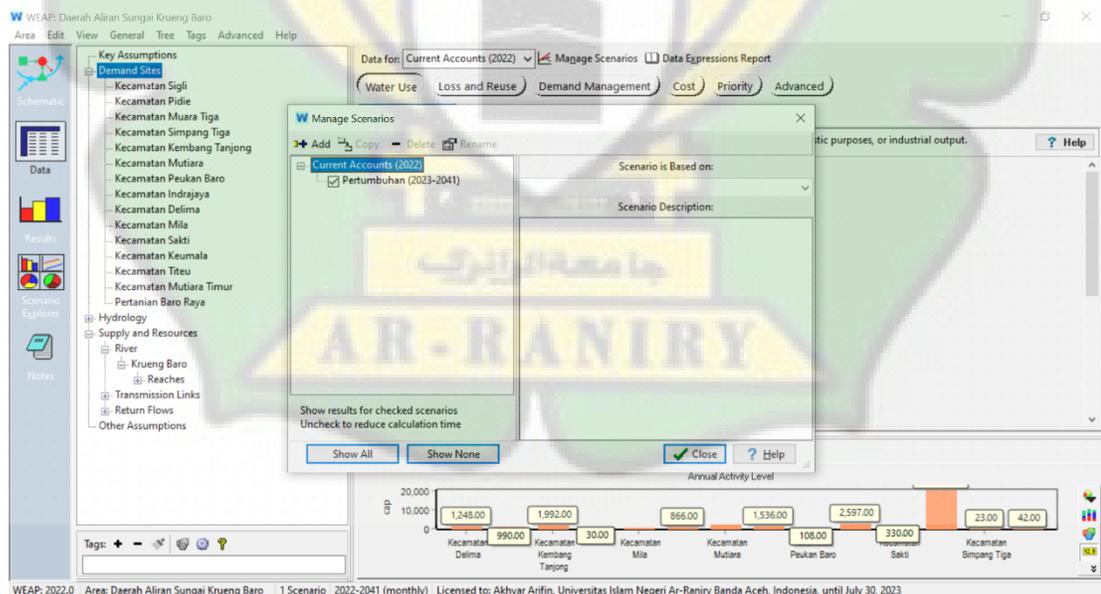
**Gambar 3.9** Tampilan setelah dimasukkan *elements return flow*

#### 10. Membuat skenario pertumbuhan

WEAP memiliki fungsionalitas dalam penyusunan skenario. Skenario adalah sekumpulan asumsi yang diberikan kepada satu atau lebih parameter untuk menunjukkan kondisi yang diinginkan. Skenario dapat digunakan untuk mengangalisis dampak dari setiap perubahan yang terjadi pada masing-masing parameter secara sendiri-sendiri atau bersama.

Dalam penelitian ini akan dibuat dua skenario, yang pertama skenario tentang adanya pertumbuhan jumlah pengguna air atau pelanggan PDAM mulai dari tahun 2022 sampai dengan 2041 dengan tingkat rata-rata pertumbuhan jumlah pengguna air sebesar 1%, yang kedua adalah skenario tentang adanya pertumbuhan jumlah penduduk mulai dari tahun 2022 sampai dengan 2041 dengan tingkat rata-rata pertumbuhan jumlah penduduk sebesar 1% juga. Untuk membuat skenario dapat dilakukan dengan mengikuti langkah berikut. Pada menu *view data* di tampilan awal

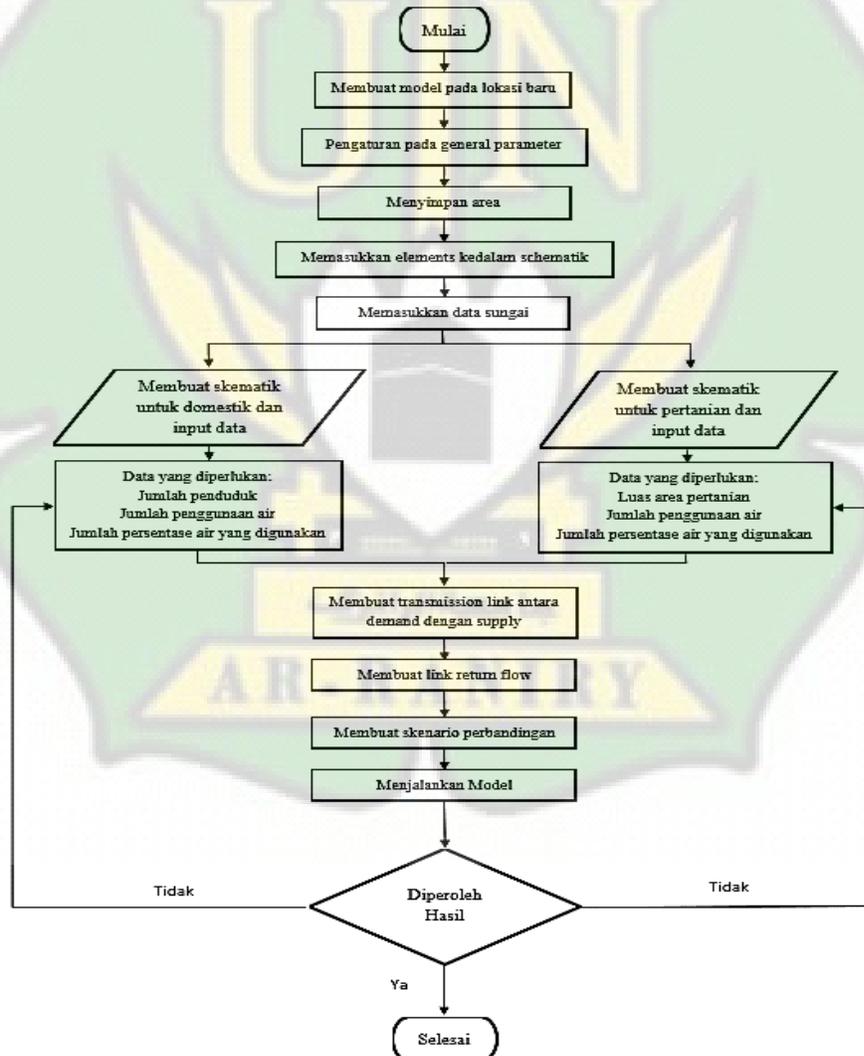
pilih *manage skenario* untuk mendapatkan tampilan untuk membuat skenario. Skenario penambahan penduduk akan dibuat berdasarkan skenario referensi. Untuk menambahkan skenario, pilih referensi skenario, klik kanan dan pilih tambahkan skenario, beri nama skenario pertumbuhan, lalu pilih OK, maka akan muncul skenario baru di bawah skenario pertumbuhan. Selanjutnya adalah mendefinisikan skenario berdasarkan informasi pertumbuhan jumlah pelanggan sebesar 1%, dan pertumbuhan jumlah pelanggan penduduk sebesar 3%. Untuk mengisi data ini, pilih *key assumption* pada data view kemudian pilih pertumbuhan penduduk yang berada di bawah *key assumption*. Kemudian secara berurutan masukkan data pertumbuhan pengguna air, debit DAS Krueng Baru dan jumlah konsumsi air. Kembali ke skenario reference dan pilih demand site pemukiman. Pada bagian *annual Activity level tab* pilih demand maka akan muncul pilihan *Expression Builder*, selanjutnya gunakan fungsi *Growth* (pertumbuhan) untuk membuat persamaan pertumbuhan penduduk dan pelanggan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.10.



**Gambar 3.10** Tampilan setelah dibuat skenario pertumbuhan

## 11. Menjalankan model

Model dapat dijalankan setelah skematik, data dan informasi pada model telah dimasukkan, untuk menjalankan model dapat dilakukan dengan memilih *results* pada *view*. Pertanyaan untuk melakukan perhitungan ulang akan muncul di layar dan pilih ya untuk menjalankan model. Model akan menghitung *current account* yaitu pada tahun 2022 sebagai tahun yang diset sebagai tahun *current account* sampai dengan tahun 2041 sebagai tahun akhir komputasi. Prosedur di atas dapat dilihat pada skema Gambar 3.11.



**Gambar 3.11** Diagram alir penggunaan aplikasi WEAP

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kondisi Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Baro Kabupaten Pidie yang hanya berfokus pada wilayah domestik dan pertanian. Untuk penjelasan mengenai kondisi wilayah penelitian dapat dilihat pada penjelasan subbab 4.1.1 sampai dengan 4.1.3.

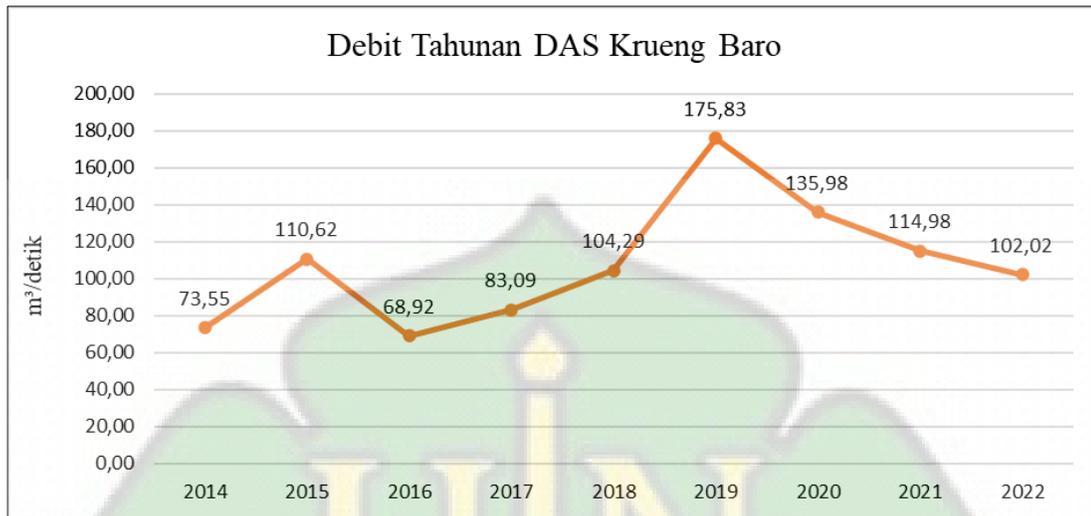
##### 4.1.1 Debit Daerah Aliran Sungai Krueng Baro Tahun 2012-2022

Debit pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Baro berdasarkan data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera I, dapat dilihat pada Tabel 4.1, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

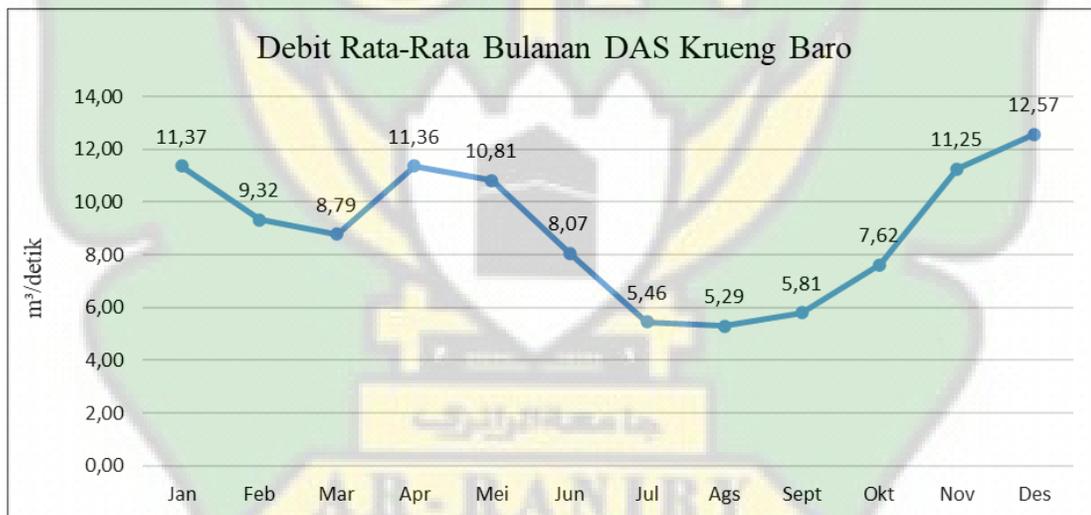
**Tabel 4.1** Debit Daerah Aliran Sungai Krueng Baro tahun 2012-2022

No	Tahun	Debit (m <sup>3</sup> /det)												Total (m <sup>3</sup> /det)
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	
2	2014	6,64	2,40	1,53	5,77	6,25	4,50	2,35	3,56	6,00	9,72	13,21	11,62	73,55
3	2015	11,25	7,75	5,11	11,26	13,24	9,98	5,63	6,49	2,76	7,51	12,45	17,19	110,62
4	2016	10,97	8,79	5,71	6,89	5,12	5,15	3,03	2,33	3,15	3,09	7,11	7,58	68,92
5	2017	13,45	7,27	8,10	11,00	5,12	6,33	5,01	2,33	3,15	3,94	7,86	9,53	83,09
6	2018	7,30	6,89	6,26	9,07	9,56	4,79	5,50	5,59	5,60	9,87	14,69	19,17	104,29
7	2019	15,77	17,96	17,81	15,14	16,33	14,76	9,63	9,26	10,07	15,37	16,43	17,30	175,83
8	2020	10,40	13,31	13,36	14,56	17,26	10,37	7,15	6,59	10,12	7,58	11,50	13,78	135,98
9	2021	13,83	10,09	11,08	14,92	14,36	7,67	4,67	6,20	6,42	7,06	9,81	8,87	114,98
10	2022	12,71	9,42	10,11	13,63	10,04	9,04	6,15	5,28	5,01	4,40	8,16	8,07	102,02
Rata-Rata (m <sup>3</sup> /det)		11,37	9,32	8,79	11,36	10,81	8,07	5,46	5,29	5,81	7,62	11,25	12,57	107,70

Sumber: BWS Sumatera I, 2022



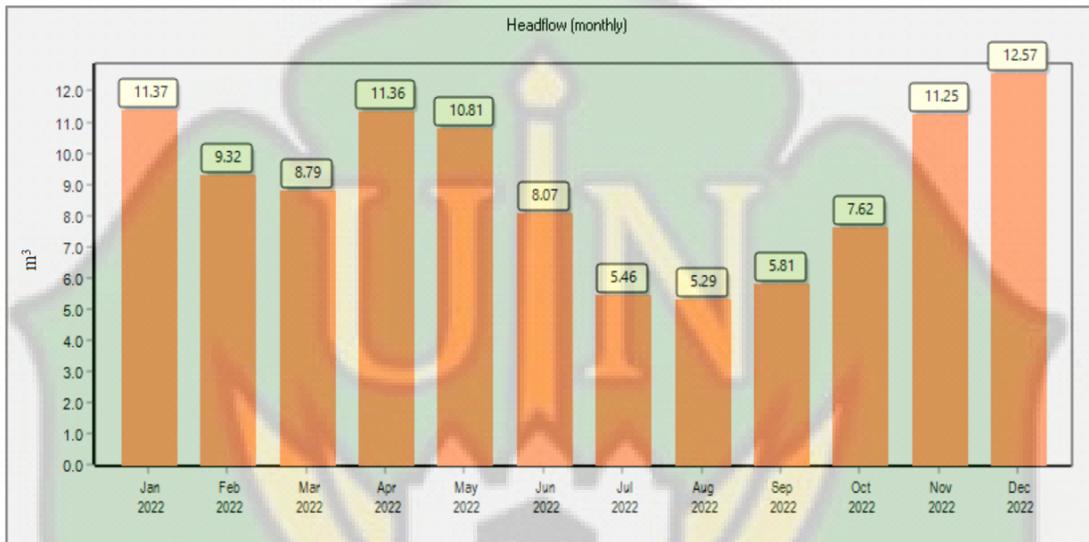
**Gambar 4.1** Grafik debit tahunan DAS Krueng Baro tahun 2014-2022



**Gambar 4.2** Grafik debit rata-rata bulanan DAS Krueng Baro tahun 2014-2022

Berdasarkan Tabel 4.1, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa debit DAS Krueng Baro mengalami kenaikan dan penurunan selama sepuluh tahun terakhir, hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti curah hujan dan perubahan lahan (Mughtar & Abdullah, 2007). Menurut data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera I, debit tertinggi terjadi pada tahun 2019

dengan nilai 175,83 m<sup>3</sup>/det, sedangkan untuk debit terkecil terjadi pada tahun 2016 dengan nilai 68,92 m<sup>3</sup>/det. Nilai debit yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai rata-rata bulanan dari tahun 2014 sampai dengan 2022, data yang telah dimasukkan ke dalam aplikasi WEAP dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Tampilan data debit sungai pada aplikasi WEAP

#### 4.1.2 Pemakaian Air Domestik di DAS Krueng Baro Tahun 2022

Pada penelitian ini, untuk wilayah domestik dibuat dua skenario sebagai perbandingan antara pengguna air dari jumlah pelanggan PDAM dengan pengguna air dari jumlah penduduk. Tujuan dibuat dua skenario ini adalah untuk mengetahui bagaimana kondisi pemakaian air untuk kebutuhan domestik di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Baro dengan menggunakan data jumlah pelanggan dari PDAM dan data jumlah penduduk dari BPS. Data PDAM Tirta Mon Krueng Baro, Kabupaten Pidie, dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Pemakaian air domestik tahun 2022

Pelayanan PDAM	Jumlah Desa	Desa Yang Terlayani	Jumlah Penduduk	SR Aktif	Jumlah Pelanggan	Pemakaian air domestik (m <sup>3</sup> ) Tahun 2022	Pemakaian air (m <sup>3</sup> /orang)
Kota Sigi	15	15	20.259	4.141	20.259	589.766	29,11
Pidie	64	31	45.856	2.597	15.582	322.529	20,70
Mutiara	29	7	21.229	385	2.310	41.029	17,76
Mutiara Timur	48	7	35.651	256	1.536	30.548	19,89
Mila	20	2	9.985	97	582	16.021	27,53
Delima	44	8	21.875	208	1.248	7.409	5,94
Peukan Baro	48	3	20.781	18	108	3.564	33,00
Indrajaya	49	7	23.501	165	990	20.179	20,38
Keumala	18	1	10.617	5	30	271	9,03
Titeu	13	1	7.261	7	42	372	8,86
Sakti	49	1	21.553	55	330	4.079	12,36
Kembang Tanjong	45	4	21.758	332	1.992	32.570	16,35
Simpang Tiga	52	1	23.421	23	138	2.378	17,23
Muara Tiga	18	15	21.004	866	5.196	48.748	9,38
<b>Total</b>	<b>512</b>	<b>103</b>	<b>304.751</b>	<b>9.155</b>	<b>50.343</b>	<b>1.119.463</b>	<b>247,52</b>

Sumber: PDAM Tirta Mon Krueng Baro, 2022

Pada skenario pertama (jumlah pelanggan) data yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari PDAM Tirta Mon Krueng Baro, dapat dilihat pada Tabel 4.2 bahwa belum semua daerah yang mencakupi wilayah pelayanannya, dikarenakan sebagian masih menggunakan sumur (air tanah) dan ada juga yang menggunakan sumber air dari sungai lain untuk memenuhi kebutuhan sehari hari mereka. Dari total 304.751 penduduk yang ada di Kabupaten Pidie hanya sekitar 54.343 yang menjadi pemakai air yang berasal dari DAS Krueng Baro yang disalurkan oleh PDAM Tirta Mon Krueng Baro, hal ini disebabkan karena jumlah Sambungan Rumah (SR) belum tersedia secara menyeluruh, menurut data yang diperoleh dari PDAM Tirta Mon Krueng Baro di asumsikan bahwa satu SR yang aktif rata-rata dapat melayani sebanyak 6 orang. Jumlah total pemakaian air pertahunnya adalah 1.119.463 m<sup>3</sup> sedangkan untuk total pemakaian air pertahun perorang adalah 24.52 m<sup>3</sup>. Menurut data yang diperoleh dari pihak PDAM Tirta Mon Krueng Baro terjadi kenaikan jumlah SR atau jumlah pelanggan serta penggunaan air sebanyak 1% setiap tahunnya. Untuk hasil yang diinput data pada aplikasi WEAP adalah data pemakaian air (m<sup>3</sup>/orang) yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.

Data for: **Pertumbuhan Pelanggan PDAM (2023-2041)** Manage Scenarios Data Expressions Report

Water Use Loss and Reuse Demand Management Cost Priority Advanced

Annual Activity Level Annual Water Use Rate Consumption Monthly Variation

Annual level of activity driving demand, such as agricultural area, population using water for domestic purposes, or industrial output.

Demand Site	2022	2023-2041	Scale	Unit
Kecamatan Sigli	20259	Growth(1%)		cap
Kecamatan Pidie	2597	Growth(1%)		cap
Kecamatan Muara Tiga	866	Growth(1%)		cap
Kecamatan Simpang Tiga	23	Growth(1%)		cap
Kecamatan Kembang Tanjong	1992	Growth(1%)		cap
Kecamatan Mutiara	2310	Growth(1%)		cap
Kecamatan Peukan Baro	108	Growth(1%)		cap
Kecamatan Indrajaya	990	Growth(1%)		cap
Kecamatan Delima	1248	Growth(1%)		cap
Kecamatan Mila	582	Growth(1%)		cap
Kecamatan Sakti	330	Growth(1%)		cap
Kecamatan Keumala	30	Growth(1%)		cap
Kecamatan Titeu	42	Growth(1%)		cap
Kecamatan Mutiara Timur	1536	Growth(1%)		cap

**Gambar 4.4** Tampilan data jumlah pengguna air (pelanggan PDAM)

Data for: **Pertumbuhan Pelanggan PDAM (2023-2041)** Manage Scenarios Data Expressions Report

Water Use Loss and Reuse Demand Management Cost Priority Advanced

Annual Activity Level Annual Water Use Rate Consumption Monthly Variation

Annual water use rate per unit of activity

Demand Site	2022	2023-2041	Scale	Unit
Kecamatan Sigli	29.11	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Pidie	20.70	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Muara Tiga	9.38	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Simpang Tiga	17.23	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Kembang Tanjong	16.35	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Mutiara	17.76	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Peukan Baro	33.00	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Indrajaya	20.38	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Delima	5.94	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Mila	27.53	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Sakti	12.36	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Keumala	9.03	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Titeu	8.85	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Mutiara Timur	19.89	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person

**Gambar 4.5** Tampilan data jumlah pemakaian air (pelanggan PDAM)

Pada skenario kedua (jumlah penduduk) digunakan data jumlah penduduk yang diperoleh dari BPS Kabupaten Pidie, kemudian data jumlah penduduk tersebut diproyeksikan untuk 20 tahun ke depan dan didapatkan hasil bahwa pada Kecamatan Mila rata-rata pertumbuhannya sebanyak 2% sedangkan 13 Kecamatan lain sebanyak 1%, dan untuk jumlah penggunaan airnya diasumsikan dengan perhitungan dari standar kebutuhan air untuk rumah tangga (domestik) SNI 6728.1:2015 yang dapat dilihat pada Tabel 2.1, sedangkan untuk hasil data jumlah penduduk dan pemakaian air tahun 2022 yang akan diinput kedalam WEAP dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Data jumlah penduduk dan pemakaian air tahun 2022

Kecamatan	Jumlah Penduduk	Rata-Rata Pertumbuhan penduduk	Standar Pemakaian Air (Liter/Hari/Orang)	Total Pemakaian Air (Liter/Tahun/Orang)	Total Pemakaian Air (m <sup>3</sup> /Tahun/Orang)
Kota Sigi	20.259	1%	100	36.500	37
Pidie	45.856	1%	110	40.150	40
Mutiara	21.229	1%	100	36.500	37
Mutiara Timur	35.651	1%	110	40.150	40
Mila	9.985	2%	80	29.200	29
Delima	21.875	1%	100	36.500	37
Peukan Baro	20.781	1%	100	36.500	37
Indrajaya	23.501	1%	100	36.500	37
Keumala	10.617	1%	80	29.200	29
Titeu	7.261	1%	80	29.200	29
Sakti	21.553	1%	100	36.500	37
Kembang Tanjong	21.758	1%	100	36.500	37
Simpang Tiga	23.421	1%	100	36.500	37
Muara Tiga	21.004	1%	100	36.500	37

Berdasarkan Tabel 4.3 Kecamatan yang memiliki jumlah penduduk paling banyak adalah Kecamatan Pidie yang berjumlah 45.856 orang, dengan pemakaian air sebanyak 40 m<sup>3</sup>/tahun/orang, sedangkan untuk jumlah penduduk terkecilnya adalah Kecamatan Titeu yang berjumlah 7.261 orang, dengan pemakaian air sebanyak 29 m<sup>3</sup>/tahun/orang. Data yang telah diperoleh tersebut kemudian diinput ke dalam aplikasi WEAP, yang dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

Data for: **Pertumbuhan Penduduk (2023-2041)** Manage Scenarios Data Expressions Report

Water Use Loss and Reuse Demand Management Cost Priority Advanced

Annual Activity Level Annual Water Use Rate Consumption Monthly Variation

Annual level of activity driving demand, such as agricultural area, population using water for domestic purposes, or industrial output.

Demand Site	2022	2023-2041	Scale	Unit
Kecamatan Sigli	20259	Growth(1%)		cap
Kecamatan Pidie	45856	Growth(1%)		cap
Kecamatan Muara Tiga	21004	Growth(1%)		cap
Kecamatan Simpang Tiga	23421	Growth(1%)		cap
Kecamatan Kembang Tanjong	21758	Growth(1%)		cap
Kecamatan Mutiara	21229	Growth(1%)		cap
Kecamatan Peukan Baro	20781	Growth(1%)		cap
Kecamatan Indrajaya	23501	Growth(1%)		cap
Kecamatan Delima	21875	Growth(1%)		cap
Kecamatan Mila	9985	Growth(2%)		cap
Kecamatan Sakti	21553	Growth(1%)		cap
Kecamatan Keumala	10617	Growth(1%)		cap
Kecamatan Titeu	7261	Growth(1%)		cap
Kecamatan Mutiara Timur	35651	Growth(1%)		cap

**Gambar 4.6** Tampilan data jumlah pengguna air (jumlah penduduk)

Data for: **Pertumbuhan Penduduk (2023-2041)** Manage Scenarios Data Expressions Report

Water Use Loss and Reuse Demand Management Cost Priority Advanced

Annual Activity Level Annual Water Use Rate Consumption Monthly Variation

Annual water use rate per unit of activity

Demand Site	2022	2023-2041	Scale	Unit
Kecamatan Sigli	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Pidie	40	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Muara Tiga	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Simpang Tiga	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Kembang Tanjong	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Mutiara	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Peukan Baro	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Indrajaya	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Delima	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Mila	29	Growth(2%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Sakti	37	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Keumala	29	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Titeu	29	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person
Kecamatan Mutiara Timur	40	Growth(1%)		m <sup>3</sup> /person

**Gambar 4.7** Tampilan data jumlah pemakaian air (jumlah penduduk)

#### 4.1.3 Pemakaian Air Pertanian di DAS Krueng Baro Tahun 2019-2022

Kondisi pemakaian air untuk kebutuhan pertanian di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Baro berdasarkan data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera I dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.8, sedangkan data lahan pertanian yang ada di 14 Kecamatan wilayah penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.4** Pemakaian air pertanian tahun 2019-2022

Tahun	Luas Lahan (Ha)	Pemakaian Air (m <sup>3</sup> /det)												Total (m <sup>3</sup> /det)
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
2019	11,202	6,26	0,00	1,29	4,41	5,40	7,47	1,64	0,00	0,00	6,25	4,40	11,13	48,25
2020	11,202	4,90	0,00	1,21	5,52	4,95	8,11	2,61	0,00	0,00	8,07	6,49	5,69	47,55
2021	11,202	22,91	8,15	0,00	5,58	24,54	26,82	24,22	9,63	1,20	7,10	15,06	9,66	154,87
2022	12,194	11,54	2,07	0,00	6,03	5,51	17,96	14,49	3,22	0,00	13,60	0,00	4,78	79,20

Sumber: BWS Sumatera I, 2022



**Gambar 4.8** Grafik pemakaian air pertanian tahun 2019-2022

**Tabel 4.5** Jenis dan luas lahan pertanian tahun 2021 di Kabupaten Pidie

No	Wilayah Pelayanan	Luas Lahan Pertanian (Ha)						Total (Ha)
		Padi	Kacang Hijau	Kacang Tanah	Bawang Merah	Cabai	Tomat	
1	Kota Sigi	-	-	-	-	1	-	1
2	Pidie	667	-	2	69	53	3	794
3	Mutiara	1.797	-	-	1	1	1	1.800
4	Mutiara Timur	2.599	12	-	-	3	-	2.614
5	Mila	1.152	-	-	1	14	8	1.175
6	Delima	1.376	-	-	7	-	-	1.383
7	Peukan Baro	1.252	4	6	25	10	1	1.298
8	Indrajaya	1.656	-	5	3	2	4	1.670
9	Keumala	2.585	-	14	3	19	2	2.623
10	Titeu	1.236	-	1	1	4	1	1.243
11	Sakti	3.310	-	-	-	10	6	3.326
12	Kembang Tanjong	2.181	-	-	-	8	-	2.189
13	Simpang Tiga	712	-	19	107	18	4	860
14	Muara Tiga	457	23	14	7	121	4	626
<b>Total (Ha)</b>		<b>20.980</b>	<b>39</b>	<b>61</b>	<b>224</b>	<b>263</b>	<b>34</b>	<b>21.602</b>

Sumber: BPS Pidie, 2021

**Tabel 4.6** Perubahan lahan di Kabupaten Pidie tahun 2010-2020

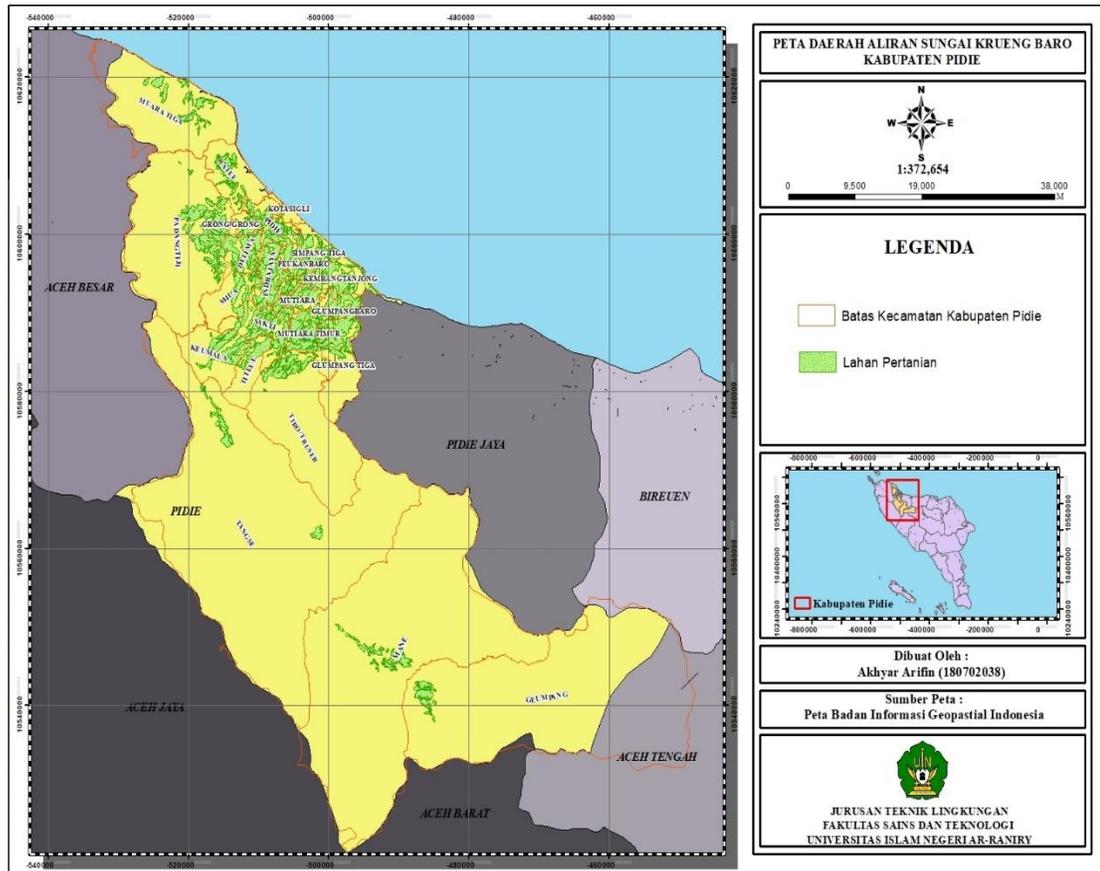
Tahun	Luas (Ha)	Perubahan Lahan (Ha)	Perubahan Lahan (%)
2010	244.420	-	-
2011	199.383	-45.037	-18%
2012	202.687	3.304	2%
2013	212.066	9.379	5%
2014	211.692	-374	0%
2015	277.254	65.562	31%
2016	278.547	1.293	0%
2017	278.046	-501	0%
2018	282.066	4.020	1%
2019	282.372	306	0%
2020	260.811	-21.561	-8%
<b>Total Perubahan Lahan (%)</b>			<b>13%</b>
<b>Rata-Rata Perubahan Lahan (%)</b>			<b>1%</b>

Sumber: BPS Aceh, 2021

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 dari 21.602 hektar total luas lahan pertanian yang ada pada wilayah penelitian pada 2021, hanya 11.202 hektar yang

dialiri air yang berasal dari DAS Krueng Baro. Jenis pertanian yang paling banyak adalah padi dengan total luas lahan sebesar 20.980 hektar, sedangkan untuk wilayah yang paling luas lahannya berada pada Kecamatan Sakti yaitu sebesar 3.310 hektar dan wilayah terkecilnya adalah Kota Sigli yang hanya memiliki lahan pertanian sebesar 1 hektar, hal ini disebabkan karena Kota Sigli merupakan ibu kota Kabupaten Pidie. Untuk perubahan lahan yang terjadi pada wilayah Kabupaten Pidie, diasumsikan dengan menggunakan perhitungan persentase pertumbuhan lahan 10 tahun terakhir (2010 – 2020), hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Berdasarkan Gambar 4.8 selama 4 tahun terakhir pemakaian air pertanian paling banyak terjadi pada tahun 2021, dengan total pemakaiannya sebesar 154.87 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan untuk pemakaian terendahnya terjadi pada tahun 2020 dengan total nilai sebesar 47.55 m<sup>3</sup>/detik. Selama 4 tahun terakhir ada beberapa bulan yang memiliki nilai pemakaian airnya 0, yang rata-rata terjadi pada bulan Februari, Maret, Agustus, dan September. Hal ini dikarenakan pada bulan-bulan tersebut sedang memasuki musim panen sehingga tidak ada air yang dialiri ke area pertanian. Peta wilayah lahan pertanian di Kabupaten Pidie dapat dilihat pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9** Peta Lahan Pertanian di Kabupaten Pidie

#### 4.2 *Water Demand* (Kebutuhan Air)

*Water demand* adalah permintaan kebutuhan air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pada *demand site* atau titik lokasi yang telah dibuat sebelumnya pada aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP). Pada penelitian ini dibuat dua skenario, yang bertujuan untuk membandingkan antara kondisi pemakaian air yang digunakan oleh pelanggan PDAM dengan kondisi pemakaian air jika digunakan oleh seluruh penduduk yang berada di sekitar wilayah DAS Krueng Baro. Pada setiap skenario ada dua data yang digunakan, pada skenario pelanggan PDAM data yang digunakan adalah jumlah pelanggan dan jumlah penggunaan air, sedangkan pada

skenario penduduk data yang digunakan adalah jumlah penduduk dan asumsi jumlah penggunaan air.

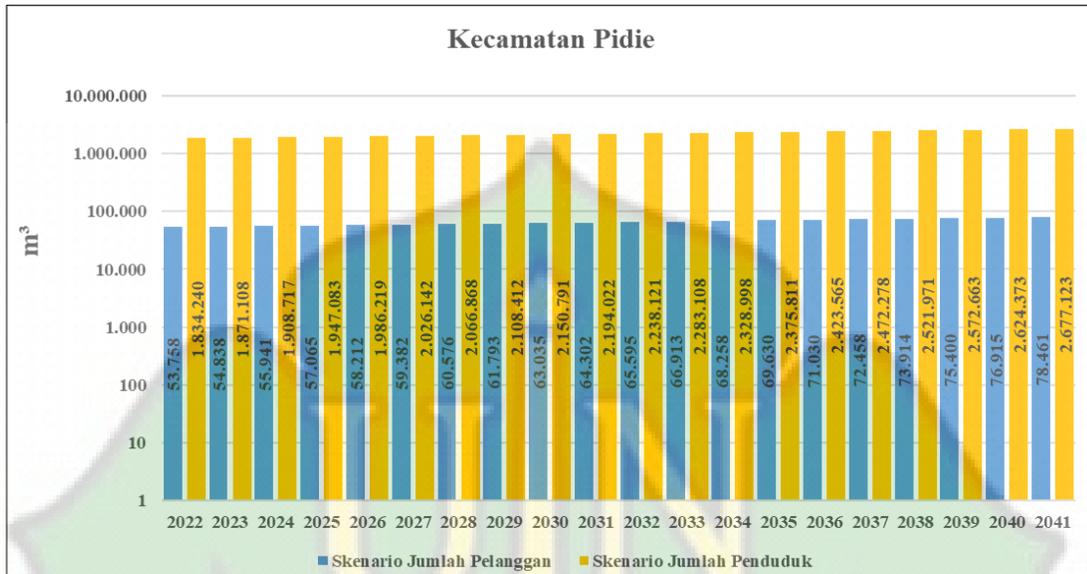
Pada wilayah pertanian data yang digunakan adalah luas lahan pertanian dan jumlah pemakaian air yang digunakan untuk kebutuhan pertanian, sedangkan untuk persentase perubahan lahannya digunakan dengan menggunakan asumsi dari data luas lahan secara keseluruhan yang ada di Kabupaten Pidie selama 10 tahun terakhir (2010 - 2022) dan diperoleh hasil bahwa persentase rata-rata perubahan lahan yang terjadi adalah sebesar 1%. Hasil data dan grafik yang diperoleh dari aplikasi WEAP dapat dilihat pada Gambar 4.10 sampai dengan Gambar 4.24.

#### 1. Kecamatan Sigli



**Gambar 4.10** Hasil *Water demand* Kecamatan Sigli tahun 2022-2041

2. Kecamatan Pidie



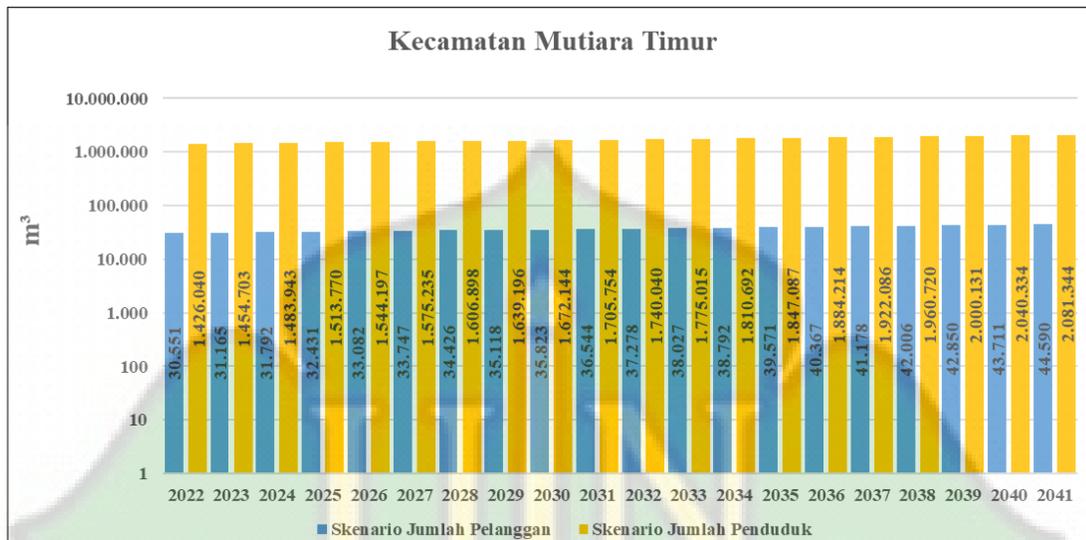
Gambar 4.11 Hasil Water demand Kecamatan Pidie tahun 2022-2041

3. Kecamatan Mutiara

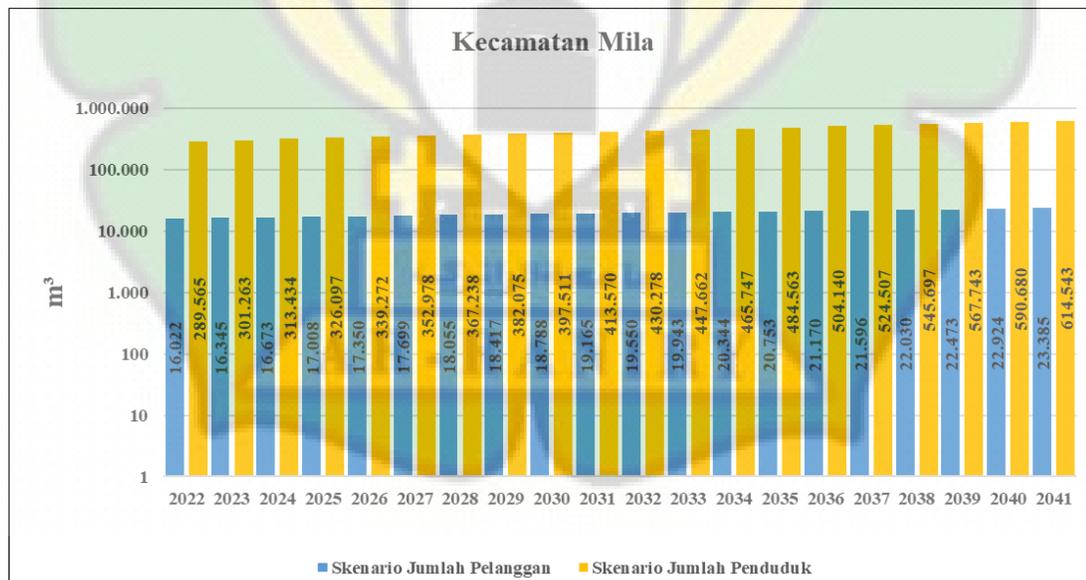


Gambar 4.12 Hasil Water demand Kecamatan Mutiara tahun 2022-2041

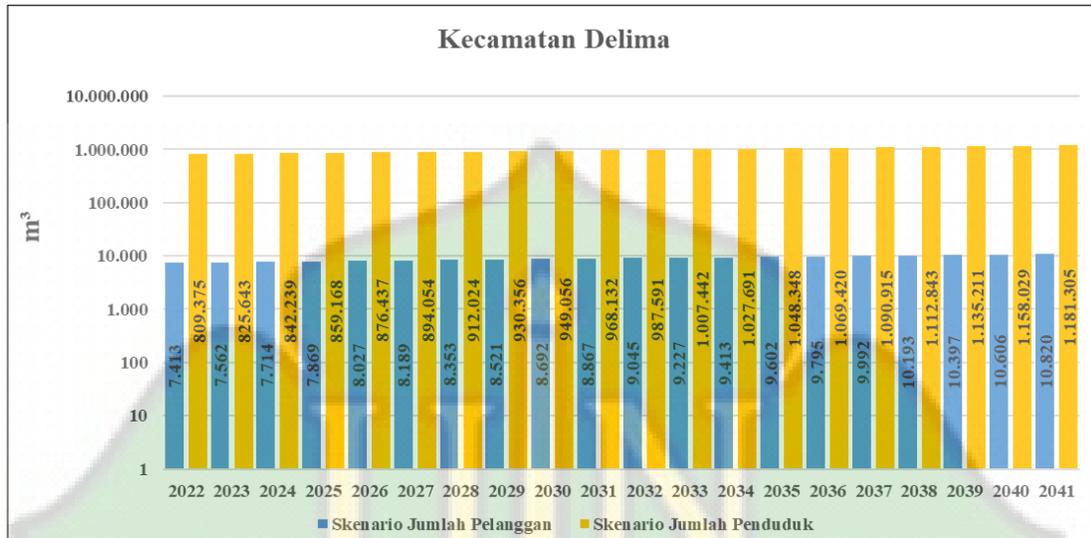
## 4. Kecamatan Mutiara Timur

Gambar 4.13 Hasil *Water demand* Kecamatan Mutiara Timur tahun 2022-2041

## 5. Kecamatan Mila

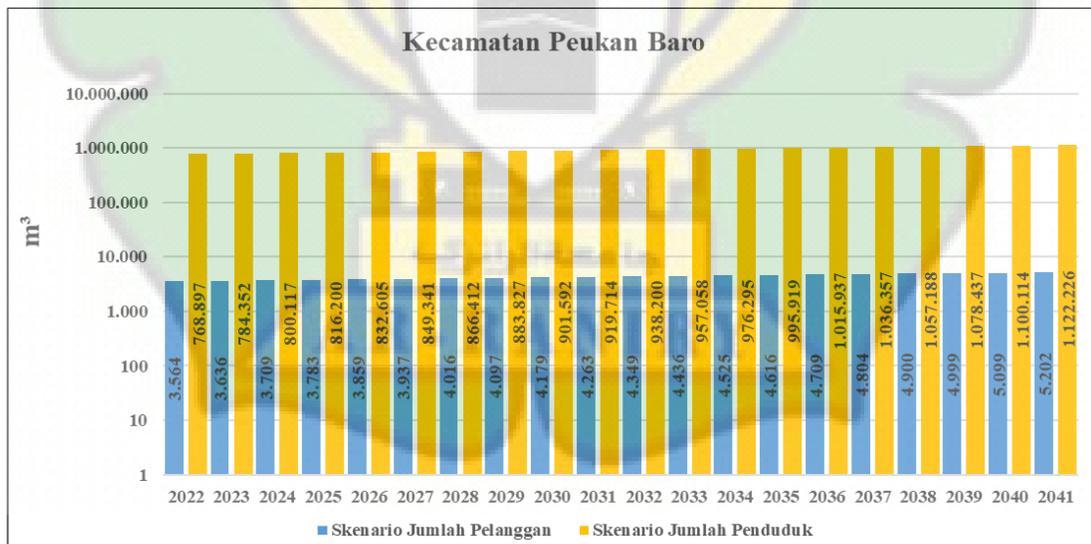
Gambar 4.14 Hasil *Water demand* Kecamatan Mila tahun 2022-2041

6. Kecamatan Delima



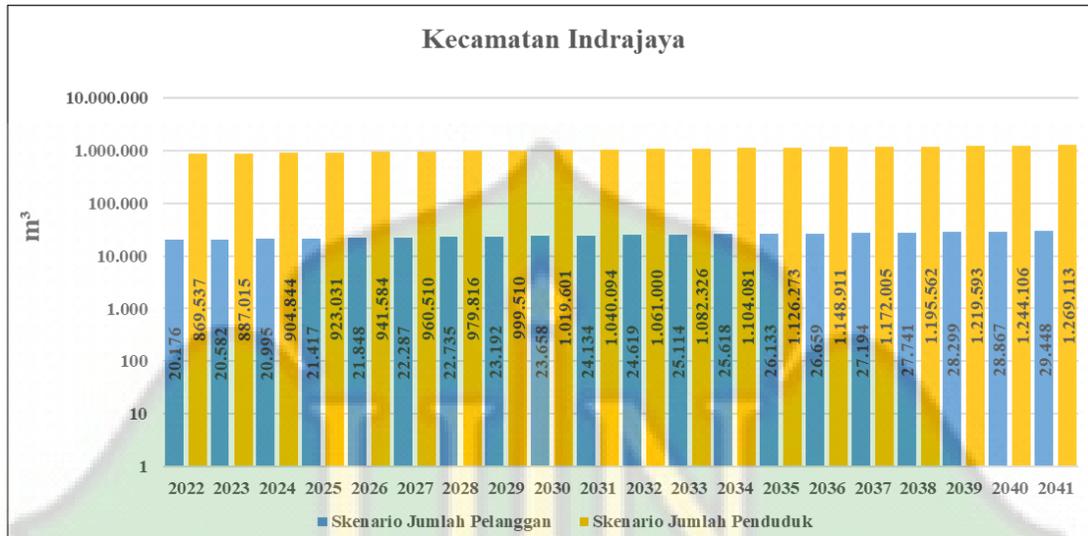
Gambar 4.15 Hasil Water demand Kecamatan Delima tahun 2022-2041

7. Kecamatan Peukan Baro



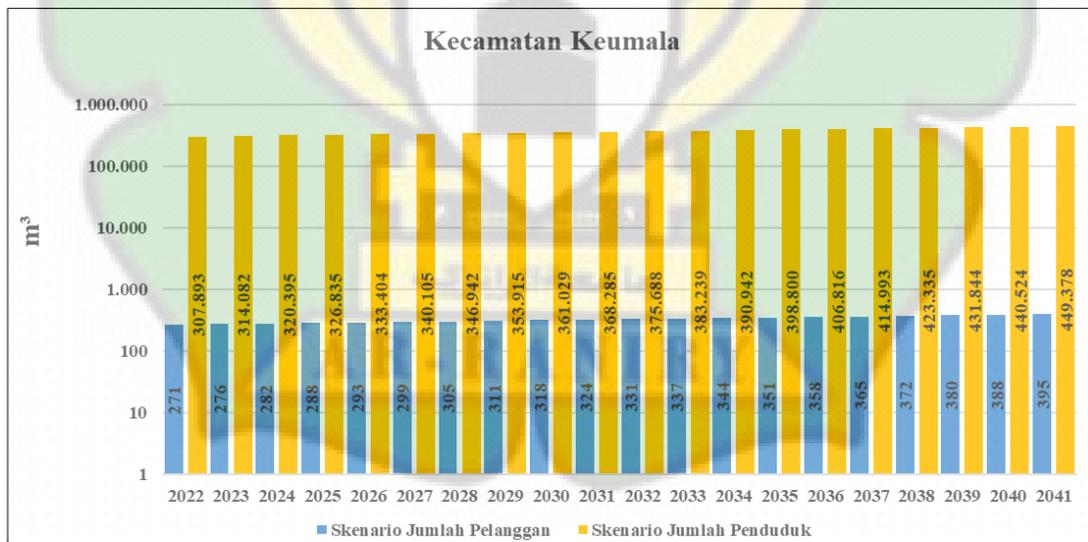
Gambar 4.16 Hasil Water demand Kecamatan Peukan Baro tahun 2022-2041

8. Kecamatan Indrajaya



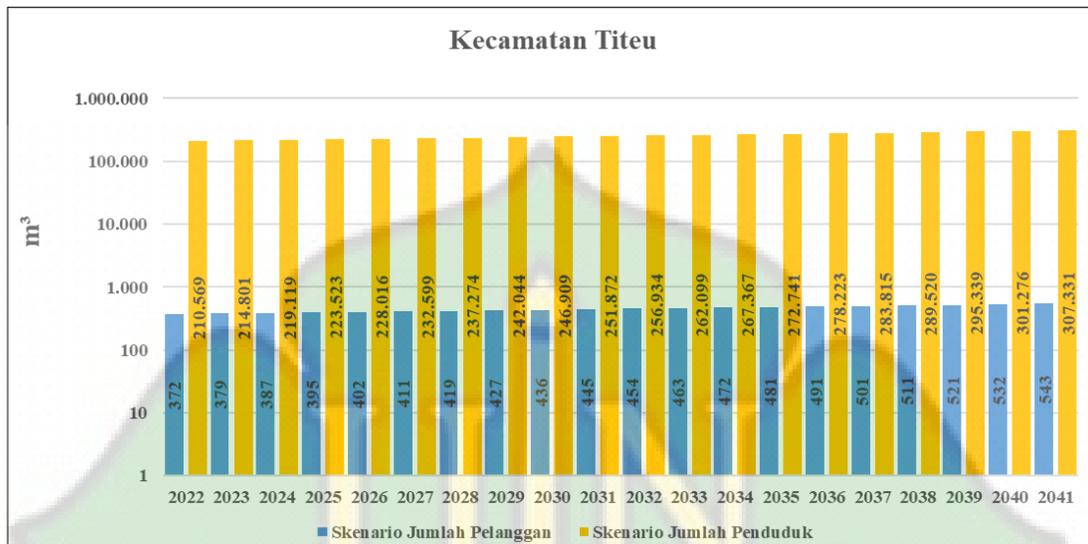
Gambar 4.17 Hasil *Water demand* Kecamatan Indrajaya tahun 2022-2041

9. Kecamatan Keumala



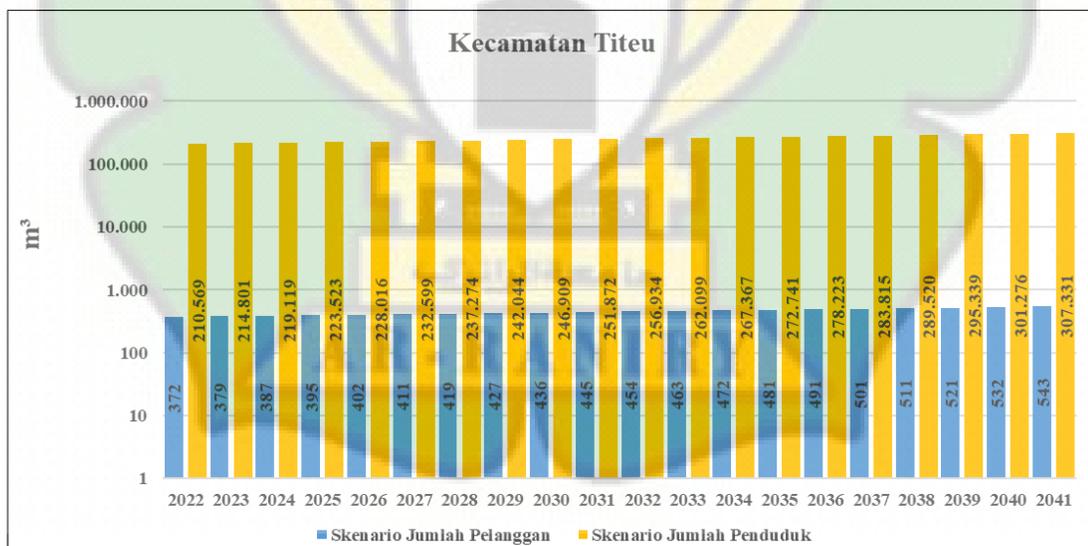
Gambar 4.18 Hasil *Water demand* Kecamatan Keumala tahun 2022-2041

10. Kecamatan Titeu



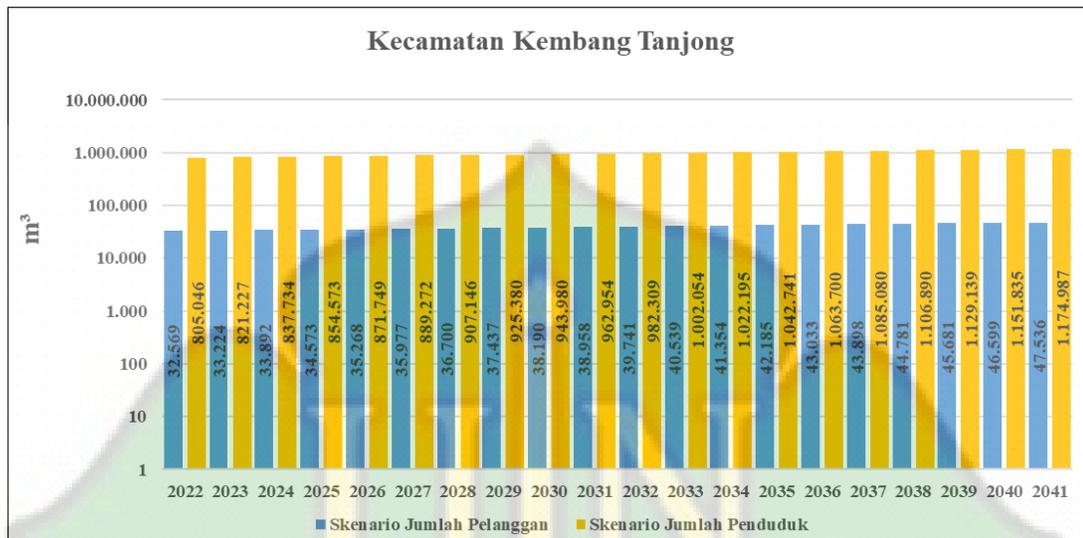
Gambar 4.19 Hasil Water demand Kecamatan Titeu tahun 2022-2041

11. Kecamatan Sakti



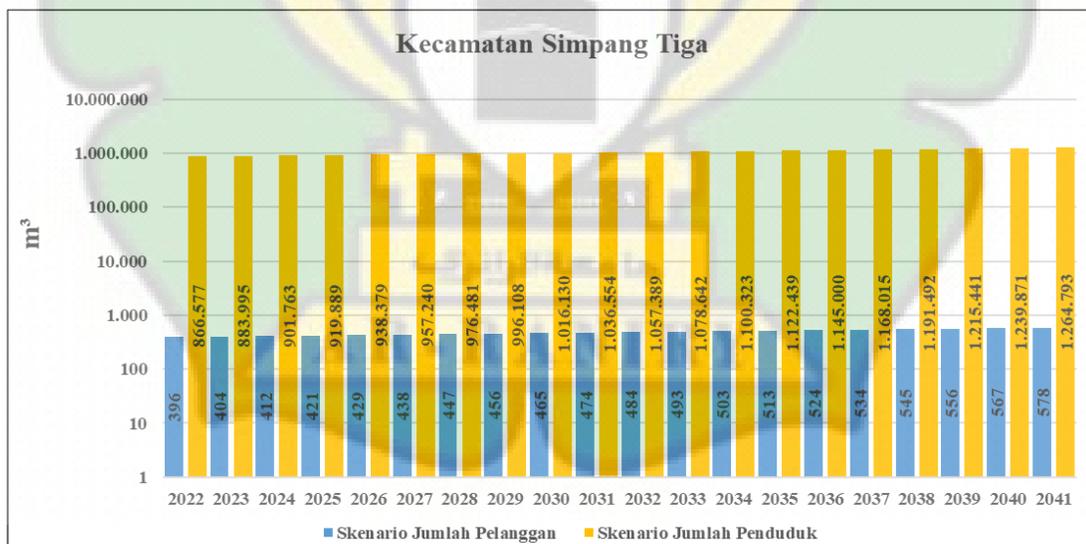
Gambar 4.20 Hasil Water demand Kecamatan Sakti tahun 2022-2041

## 12. Kecamatan Kembang Tanjung



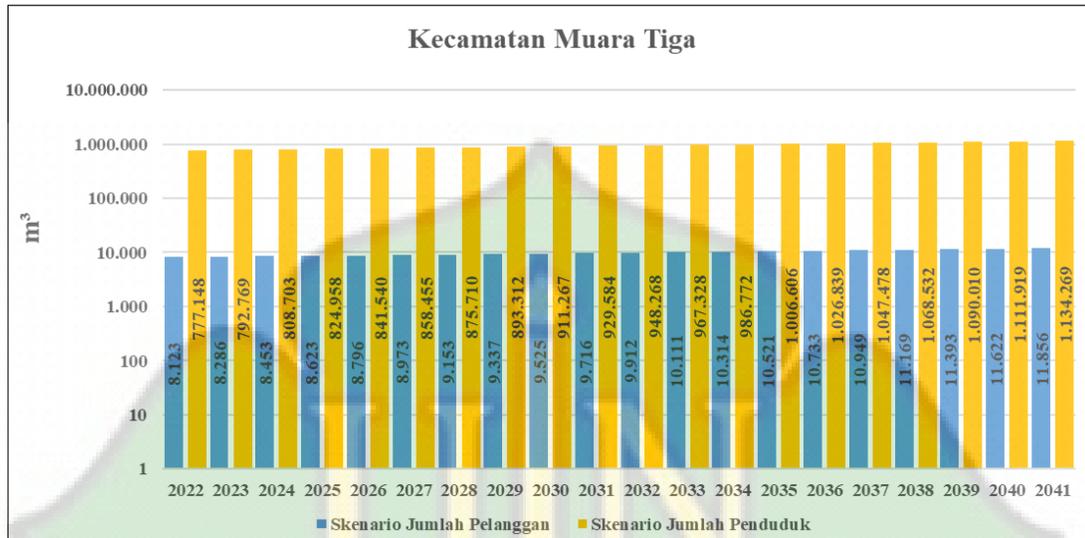
**Gambar 4.21** Hasil *Water demand* Kecamatan Kembang Tanjung tahun 2022-2041

## 13. Kecamatan Simpang Tiga

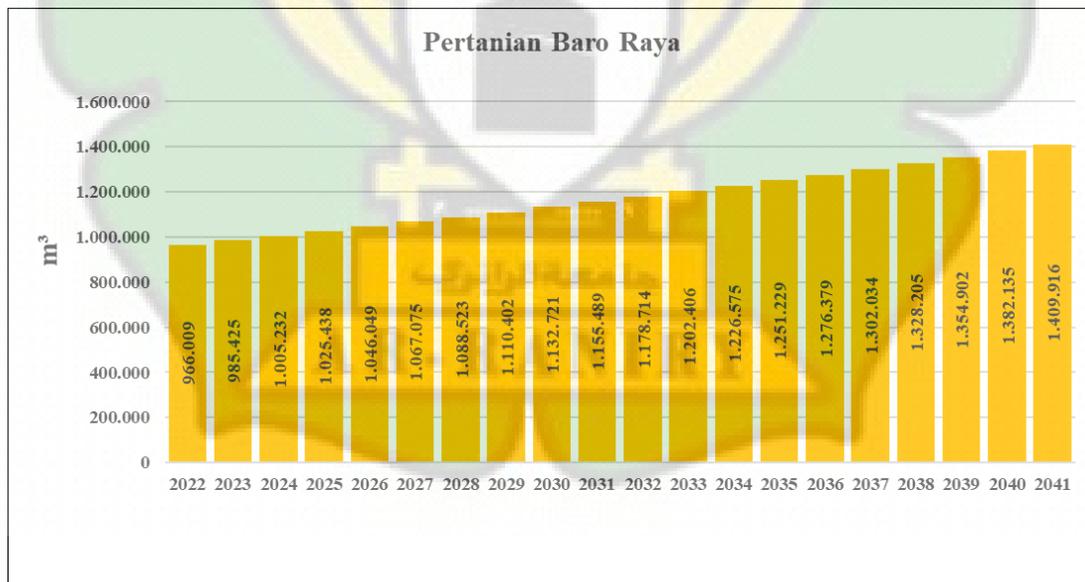


**Gambar 4.22** Hasil *Water demand* Kecamatan Simpang Tiga tahun 2022-2041

## 14. Kecamatan Muara Tiga

Gambar 4.23 Hasil *Water demand* Kecamatan Muara Tiga tahun 2022-2041

## 15. Pertanian Baro Raya

Gambar 4.24 Hasil *Water demand* Pertanian Baro Raya tahun 2022-2041

Berdasarkan Gambar 4.10 sampai dengan Gambar 4.24 dapat dilihat bahwa, pada skenario jumlah pelanggan dengan skenario jumlah penduduk hasil yang diperoleh sangat berbeda. Hal ini dikarenakan jumlah pengguna air antara skenario jumlah pelanggan dengan skenario jumlah penduduk berbeda, pada skenario jumlah pelanggan total pengguna airnya adalah sebanyak 50.343 orang, sedangkan pada skenario jumlah penduduk total pengguna airnya sebanyak 304.751 orang.

Pada skenario jumlah pelanggan diperoleh hasil bahwa kebutuhan air semakin meningkat setiap tahunnya yang disebabkan karena adanya pertumbuhan jumlah pelanggan dan penggunaan air setiap tahunnya sebanyak 1%. Wilayah yang memiliki jumlah pelanggan terbanyak adalah Kecamatan Sigli yaitu sebanyak 20.259 orang, hal ini juga menjadikan Kecamatan Sigli sebagai wilayah yang paling tinggi untuk kebutuhan airnya. Dari tahun 2022 sampai dengan 2041 kebutuhan air pada Kecamatan Sigli berjumlah sebanyak 14.343.395 m<sup>3</sup>. Sedangkan Kecamatan Keumala menjadi wilayah yang paling sedikit yang menjadi pelanggan PDAM yaitu hanya sekitar 30, hal ini dikarenakan mayoritas dari mereka tinggal di dekat sungai, sehingga mereka lebih memilih untuk mengambil air sendiri dari sungai tersebut. Total kebutuhan air pada Kecamatan Keumala dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2041 yaitu sebanyak 6.588 m<sup>3</sup>.

Pada skenario jumlah penduduk untuk kebutuhan airnya juga meningkat setiap tahunnya, hal ini dikarenakan pertumbuhan penduduk yang terjadi setiap tahunnya. Setelah dilakukan perhitungan proyeksi penduduk secara manual untuk 20 tahun ke depan (2021-2040) diperoleh hasil bahwa rata-rata pertumbuhan yang akan terjadi pada Kecamatan Mila adalah sebesar 2% selama 20 tahun ke depan, sedangkan pada 13 Kecamatan lainnya akan terjadi rata-rata pertumbuhan sebanyak 1% selama 20 tahun ke depan. Wilayah yang memiliki kebutuhan air paling tinggi pada skenario jumlah penduduk adalah Kecamatan Pidie, dengan jumlah total kebutuhan air dari 2022 sampai dengan 2041 sebanyak 44.611.613 m<sup>3</sup>, hal ini dikarenakan Kecamatan Pidie merupakan wilayah yang memiliki jumlah penduduk tertinggi yaitu sebanyak 45.856 orang. Sedangkan wilayah dengan kebutuhan air terendah adalah Kecamatan

Titeu, dengan jumlah total kebutuhan air dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2041 sebanyak 5.121.371 m<sup>3</sup>, hal ini dikarenakan Kecamatan Titeu merupakan wilayah yang memiliki jumlah penduduk terendah yaitu sebanyak 7.261 orang.

Secara keseluruhan total kebutuhan air domestik pada skenario jumlah pelanggan di 14 kecamatan yang diteliti berjumlah sebanyak 19.653.289 m<sup>3</sup>, sedangkan pada skenario jumlah penduduk total kebutuhannya sebanyak 276.386.588 m<sup>3</sup>. Dari hasil yang diperoleh tersebut dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air di area domestik pada skenario jumlah penduduk lebih besar dibandingkan dengan jumlah kebutuhan air domestik pada skenario jumlah pelanggan. Hal ini dikarenakan jumlah pengguna air pada skenario jumlah pelanggan hanya sebanyak 54.343 orang, sedangkan pada skenario jumlah penduduk pengguna airnya sebanyak 304.751 orang.

Pada wilayah pertanian luas lahan yang dialiri oleh Daerah Irigasi (DI) Krueng Baro pada tahun 2022 adalah 12.194 hektar, dari total luas lahan tersebut sekitar 80% merupakan pertanian jenis padi. Total pemakaian air pada wilayah pertanian tahun 2022 adalah sebanyak 79,20 m<sup>3</sup>/detik. Setelah semua data yang diperlukan diinput kedalam aplikasi WEAP diperoleh hasil bahwa jumlah total kebutuhannya adalah sebesar 23.494.858m<sup>3</sup>.

#### **4.3 Coverage (Cakupan Kebutuhan Air)**

*Coverage* atau cakupan kebutuhan air merupakan jumlah persenan air yang terdapat pada suatu wilayah baik itu dalam jangka waktu bulanan maupun tahunan. Dari hasil yang diperoleh dari perhitungan *coverage* menggunakan aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) dapat diketahui apakah debit yang dimiliki oleh Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Baro dapat memenuhi atau tidak kebutuhan air yang diperlukan oleh pengguna pada beberapa wilayah di Kabupaten Pidie. Hasil yang diperoleh dari aplikasi *Water Evaluation and Planning* (WEAP) *coverage* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Hasil *coverage* tahun 2022-2041

Wilayah Penelitian	COVERAGE (%)																			
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Kecamatan Delima	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Indrajaya	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Kembang Tanjong	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Keumala	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Mila	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Muara Tiga	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Mutiara	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Mutiara Timur	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Peukan Baro	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Pidie	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Sakti	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Sigli	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Simpang Tiga	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kecamatan Titeu	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pertanian Baro Raya	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Berdasarkan Tabel 4.7 hasil data yang diperoleh dari WEAP, baik pada skenario jumlah pelanggan maupun pada skenario jumlah penduduk, nilai *coverage* berada pada angka 100% dimulai dari tahun 2022 sampai dengan 2041, yang artinya untuk 20 tahun ke depan debit DAS Krueng Baro masih dapat memenuhi kebutuhan air untuk pelanggan dan jumlah penduduk jika menggunakan air dari DAS Krueng Baro. Hal ini disebabkan karena tidak semua penduduk dari tiap kecamatan menggunakan air yang berasal dari DAS Krueng Baro, sebagian besar memilih menggunakan air dari sungai lain untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka. Menurut data yang diperoleh dari PDAM Tirta Mon Krueng Baro, dari 23 kecamatan yang ada di Kabupaten Pidie hanya 14 kecamatan yang menjadi pengguna dari DAS Krueng Baro dan dari total 304.751 orang penduduk yang ada di 14 kecamatan tersebut, hanya 50.343 orang yang menjadi pelanggan atau pengguna dari DAS Krueng Baro. Sedangkan untuk wilayah pertanian, menurut data yang diperoleh dari BWS Sumatera I, DAS Krueng Baro hanya mengalir 12.194 hektar dari total 21.602 hektar lahan pertanian yang ada di 14 kecamatan tersebut.

Hasil nilai *coverage* 100% ini didapat berdasarkan penelitian yang hanya berfokus pada dua wilayah utama yaitu domestik dan pertanian pada 14 Kecamatan di Kabupaten Pidie. Tidak menutup kemungkinan jika DAS Krueng Baro digunakan oleh wilayah lain seperti industri dan non domestik, dapat menyebabkan terjadinya

kekurangan air pada masa depan. Dengan terjadinya peningkatan jumlah pengguna air, jumlah kebutuhan air juga akan meningkat. Meskipun 2/3 dari permukaan bumi merupakan air, akan tetapi tidak semua jenis air dapat digunakan secara langsung. Air adalah kebutuhan penting, oleh sebab itu permasalahan ketersediaan air bersih yang terbatas dapat menimbulkan masalah yang cukup serius (Akhirul, dkk, 2020). Terkait permasalahan air bersih, pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Konstruksi Umum memiliki kebijakan dan strategi khusus yang bertujuan untuk menjaga kuantitas dan kualitas air baku atau air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari antara lain seperti membangun tempat untuk menampung air baku, menyediakan sumber air untuk keperluan rumah tangga yang tidak terkait dengan SPAM konvensional, mengembangkan sistem pasokan air baku atau air bersih, mengatasi pencemaran air melalui sumbernya, dan menerapkan metode penghematan penggunaan air (Putri Anisah, dkk, 2021).

Solusi 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 tiap hunian tempat tinggal di wilayah yang diperlukan (Kornita, 2020). Terkait permasalahan penurunan debit yang disebabkan oleh perubahan lahan yang terjadi di sekitaran DAS Krueng Baro perlu dilakukan perbaikan terhadap kondisi tata guna lahan di sepanjang DAS Krueng Baro. Salah satunya dengan melakukan konservasi DAS secara menyeluruh dimulai dari bagian hulu sampai hilir. Konservasi DAS dapat dilakukan dengan merencanakan tampungan air dan revitalisasi tata guna lahan yang telah dirusak, salah satunya dengan penanaman hutan gundul dan pemeliharaan hutan lindung didukung oleh kebijakan atau peraturan yang tegas dari instansi terkait (Mizanuddin & Rizki, 2018).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa

1. Debit yang ada pada DAS Krueng Baro Masih dapat memenuhi kebutuhan air pada wilayah domestik dan pertanian pada skenario jumlah pelanggan PDAM dan skenario jumlah penduduk selama 20 tahun kedepan (2022 – 2041)
2. Pada skenario pertama (jumlah pelanggan), wilayah yang memiliki nilai kebutuhan air paling banyak adalah Kecamatan Sigli dengan total nilai sebesar 14.343.393 m<sup>3</sup>, dan Kecamatan Keumala menjadi yang terkecil dengan total nilai sebesar 6.588 m<sup>3</sup>. Sedangkan Pada skenario kedua (jumlah penduduk), kecamatan yang memiliki nilai kebutuhan air paling banyak adalah Kecamatan Pidie dengan total nilai sebesar 44.611.613m<sup>3</sup>, dan Kecamatan Titeu menjadi yang terkecil dengan total nilai sebesar 5.121.371 m<sup>3</sup>. Pada wilayah pertanian, total kebutuhan air dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2041 adalah sebesar 23.494.858 m<sup>3</sup>.

#### **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 adalah dengan memaksimalkan potensi air baku yang sudah ada yaitu pemanfaatan air hujan dengan melakukan pembangunan tempat penampung (waduk atau bendung) dan sumur resapan pada tiap hunian tempat tinggal di wilayah yang diperlukan.
2. Dikarenakan keterbatasan data, penelitian ini hanya berfokus pada dua wilayah yaitu domestik dan pertanian, maka dari itu diharapkan ada penelitian lanjutan yang menambahkan wilayah lainnya, seperti non domestik dan industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhirul, Witra, Y., Umar, I., & Erianjoni. (2020). Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk Terhadap Lingkungan Dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1(3), 76–84.
- Anatoly, N., & Putranto, T. T. (2014). Aplikasi WEAP (Water Evaluation And Planning) Untuk Pengelolaan Sumber Daya Air. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan*, 30–31.
- Azmeri, A., Basri, H., Sundary, D., Cus Endang, Y. E., & Jemi, F. Z. (2020). Hidrodinamika dan produk sedimen terhadap Bendung Irigasi Keumala, Sungai Krueng Baro, Provinsi Aceh. *Jurnal Irigasi*, 15(1), 1–14.
- Badan Pusat Statistik Indonesia (2010). Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pidie (2021). *Pidie dalam angka 2021*.
- Dharma, I. P. L., Tansa, S., & Nasibu, I. Z. (2019). Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM8001 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik*, 17(1), 40–56.
- Erwan, B. S., Indarto, & Wahyuningsih, S. (2019). Analisis Neraca Air Pertanian di Sub DAS Rawatamtu. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 3(2), 175–194.
- Hartati, Indrawati, Sitepu, R., & Tamba, N. (2019). Metode geometri, metode aritmatika, dan metode eksponensial untuk memproyeksikan penduduk Provinsi Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Sains Matematika Informatika Dan Aplikasinya IV*, 4(4), 7–18.
- Hatmoko, W., & Triweko, W. (2011). Pengelolaan Alokasi Air. In *Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air*.
- Heryani, N., Kartiwa, B., Hamdani, A., & Rahayu, B. (2020). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi pada Lahan Sawah : Studi Kasus di Provinsi Sulawesi

- Selatan. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 41(2), 135.
- Ikhwal, M. F., Ersa, N. S., Khairi, A., Prayogo, W., & Wesli, W. (2022). Development of Soil & Water Assessment Tool Application in Krueng Aceh Watershed Review. *TERAS JURNAL: Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 191-204.
- Ikhwal, 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).
- Irfan, M., & Suprpto, H. (2022). Analisis Distribusi Penyediaan Air Bersih Berdasarkan Potensi Situ Menggunakan Aplikasi Water Evaluation and Planning (Weap). *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 21(1), 26–40.
- Karim, S. K., & Muhid, B. (2019). Sistem Informasi Geografis Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Das) Di Provinsi Kalimantan Timur Berbasis Website. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi ...*, 51–59.
- Kornita, S. E. (2020). Strategi Pemenuhan Kebutuhan Masyarakat terhadap Air Bersih di Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Samudra Ekonomi Dan Bisnis*, 11(2), 166–181.
- Manaqib, M. (2017). Pemodelan Matematika Infiltrasi Air Pada Saluran Irigasi Alur. *Jurnal Matematika "MANTIK,"* 3(1), 25.
- Manurung, M., Ivansyah, O., & Nurhasanah. (2017). Analisis Kualitas Air Sumur Bor di Pontianak Setelah Proses Penjernihan Dengan Metode Aerasi, Sedimentasi dan Filtrasi. *Prisma Fisika*, V(1), 45–50.
- Millah, M. Z. (2019). Analisis Ketersediaan Air Meteorologis Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Domestik Penduduk di Kabupaten Malang. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 4(2), 1–9.
- Mizanuddin Sitompul & Rizki Efrida. (2018). Evaluasi Ketersediaan Air Das Deli Terhadap Kebutuhan Air (Water Balanced). *Jurnal Rekayasa Sipil (Jrs-Unand)*, Vol. 14 No. 2.
- Mubarokah, N., Rachman, L. M., & Tarigan, S. D. (2020). Analysis of Carrying

- Capacity of Crop Agricultural Land in Cibaliung Watershed, Banten Province. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 73–80.
- Muchtar, A., & Abdullah, N. (2007). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 2(1), 174–187.
- 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)*.
- Permana, A. P. (2019). Analisis Ke dalam dan Kualitas Air Tanah di Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 15.
- Putri Anisah, A., Borami Ju, A., Tng, A., Zikra, E., Carolina Weley, N., & Fitri, W. (2021). Dampak Alih Fungsi Lahan Terhadap Keberlanjutan Suplai Air Bersih dalam Menjaga Ekosistem Darat. *Jurnal Health Sains*, 2(12), 2246–2259.
- Rahayu, Y., Juwana, I., Marganingrum, D. (2018). Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik. 2(1), 61–71.
- Safriani, M., Amir, A., & Ikhwal, M. F. (2023). Evaluation of Krueng Tripa River Capacity in Ujung Krueng Village, Nagan Raya Regency, Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1203, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.
- Santikayasa, I. P. (2020). Alokasi Sumberdaya Air Menggunakan Weap (Water Evaluation And Planning). *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(2), 181-194.
- 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.
- Setiawan, P., & Anggraeni, E. Y. (2019). Prorotype Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Terjadwal dan Berbasis Sensor Kelembapan Tanah. *Prosiding Seminar*

*Nasional Darmajaya, 1(0), 277–283.*

Taufik, I. (2019). Alokasi Air dan Pengembangan Prasarana Penyediaan Air Baku di DAS Ciliman. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 17(3), 465.*

Triastianti, R. D., Nasirudin, N., Sukirno, S., & Warsiyah, W. (2018). Konservasi Sumber Daya Air Dan Lingkungan Melalui Kearifan Lokal Di Desa Margodadi Kecamatan Seyegan Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kawistara, 7(3), 285.*

Walid, A., Kusumah, R. G. T., Putra, E. P., Herlina, W., & Suciarti, P. (2020). Pengaruh Keberadaan TPA terhadap Kualitas Air Bersih Diwilayah Pemukiman Warga Sekitar: Studi Literatur. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 20(3), 1075.*

Wicaksono, B., Iduwin, T., Mayasari, D., Putri, P. S., & Yuhanah, T. (2019). Edukasi Alat Penjernih Air Sederhana Sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *Terang, 2(1), 43–52.*

