

**ESTIMASI KETERSEDIAAN AIR DI DAERAH ALIRAN  
SUNGAI (DAS) KRUENG ACEH UNTUK KEBUTUHAN  
DOMESTIK KABUPATEN ACEH BESAR MENGGUNAKAN  
APLIKASI PEMODELAN HIDROLOGI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan oleh:**

**DHIYA ULHAQ**

**NIM. 180702114**

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



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

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**ESTIMASI KETERSEDIAAN AIR DI DAERAH ALIRAN  
SUNGAI (DAS) KRUENG ACEH UNTUK KEBUTUHAN  
DOMESTIK KABUPATEN ACEH BESAR MENGGUNAKAN  
APLIKASI PEMODELAN HIDROLOGI**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh:

**DHIYA ULHAQ**  
NIM. 180702114

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

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
**M. Faisi Ikhwal, M.Eng** A R - **Hendri Ahmadian, S.Si., M.I.M.**  
NIP. 199110082020121013 NIP. 198301042014031002

  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

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

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**ESTIMASI KETERSEDIAAN AIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI  
(DAS) KRUENG ACEH UNTUK KEBUTUHAN DOMESTIK  
KABUPATEN ACEH BESAR MENGGUNAKAN  
APLIKASI PEMODELAN HIDROLOGI**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda  
Aceh dan Dinyatakan Lulus serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program  
Sarjana (S-1) dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Kamis/6 Juli 2023  
17 Zulhijjah 1444 H

di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris,

  
M. Faisi Ikhwal, M.Eng

NIP. 199110082020121013

  
Hendri Ahmadian, S.Si., M.I.M.

NIP. 198301042014031002

Penguji I,

Penguji II,

  
Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.

NIP. 198302022015031002

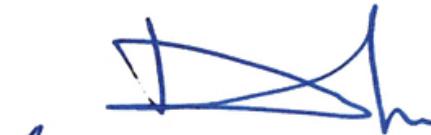
  
Aulia Rohendi, M.Sc.

NIDN. 2010048202

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 : Dhiya Ulhaq

NIM : 180702114

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Judul : Estimasi Ketersediaan Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh untuk Kebutuhan Domestik Kabupaten Aceh Besar Menggunakan Aplikasi Pemodelan Hidrologi

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

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

Banda Aceh, 05 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Dhiya Ulhaq

## ABSTRAK

Nama : Dhiya Ulhaq  
NIM : 180702114  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Estimasi Ketersediaan Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh untuk Kebutuhan Domestik Kabupaten Aceh Besar Menggunakan Aplikasi Pemodelan Hidrologi  
Tanggal Sidang : 06-Juli-2023  
Jumlah Halaman : 53 Halaman  
Pembimbing I : M. Faisi Ikhwal, M. Eng.  
Pembimbing II : Hendri Ahmadian, S.Si.,M.IM  
Kata Kunci : *Rainfall Run off Inundation*, Ketersediaan Air, Kebutuhan Air

Air merupakan salah satu sumber daya dasar dalam kegiatan manusia, sejak awal manusia telah mencari pasokan air yang memadai untuk memenuhi kebutuhan kehidupan. Terpenuhinya air bersih merupakan salah satu kunci utama dalam perkembangan suatu kegiatan yang nantinya akan menjadi elemen penting bagi keberlangsungan suatu produktivitas perekonomian. Krisis air sudah menjadi suatu permasalahan yang ada di Indonesia. Tingginya aktivitas pertumbuhan penduduk pada Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh disertai dengan maraknya konversi lahan dari tutupan non-vegetasi di daerah hulu DAS yang menyebabkan DAS Krueng Aceh termasuk dalam kategori DAS kritis sehingga ditetapkan sebagai DAS prioritas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi ketersediaan air di daerah aliran sungai Krueng Aceh menggunakan aplikasi *Rain-Run off-Inundation (RRI) Model*. Data-data yang digunakan di sini antara lain data curah hujan dan data jumlah penduduk 5 tahun terakhir, berdasarkan hasil proyeksi penduduk dengan menggunakan metode terpilih *Least Square* didapatkan bahwa kebutuhan air di Kabupaten Aceh Besar mengalami peningkatan dari tahun 2021-2035. Ketersediaan air masih mampu mencukupi kebutuhan air bersih hingga tahun 2035. Hal ini dibuktikan dengan dengan total ketersediaan air dari 2015-2020 sebesar  $2.917.251.936 \text{ m}^3/\text{thn}$  sedangkan untuk kebutuhan air domestik 15 tahun yang akan mendatang dengan total  $873.664.207 \text{ m}^3/\text{thn}$ .

## **ABSTRACT**

*Name* : Dhiya Ulhaq  
*NIM* : 180702114  
*Departement* : *Environmental Engineering*  
*Title* : *Estimation of Water Availability in the Krueng Aceh Watershed (DAS) for Domestic Needs in Aceh Besar District Using Hydrological Modeling Applications*  
*Date of Session* : 06-July-2023  
*Number of Pages* : 53 Page  
*Advisor I* : M. Faisi Ikhwal, M. Eng.  
*Advisor II* : Hendri Ahmadian, S.Si., M.IM  
*Keywords* : *Rainfall Run off Inundation, Water Availability, Water Demand*

*Water is one of the basic resources in human activities, and since the beginning, humans have been looking for an adequate supply of water to meet the needs of life. The fulfillment of clean water is one of the main keys to the development of an activity that will later become an important element for the sustainability of economic productivity. The water crisis has become a problem in Indonesia. The high activity of population growth in Aceh Besar District and Banda Aceh City is accompanied by widespread land conversion from non-vegetation cover in the upstream watershed area, which has caused the Krueng Aceh Watershed to be included in the critical watershed category so that it is designated as a priority watershed. The aim of this research is to estimate the availability of water in the Krueng Aceh watershed using the Rain-Run off-Inundation (RRI) Model application. The data used here includes rainfall data and population data for the last 5 years. Based on the results of population projections using the selected Least Square method, it is found that the need for water in the District of Aceh Besar has increased from 2021 to 2035. The availability of water is still able to meet the need for clean water until 2035. This is evidenced by the total availability of water from 2015–2020 of 2,917,251,936 m<sup>3</sup>/year for domestic water needs in the next 15 years, with a total of 873,664,207 m<sup>3</sup>/yr.*

## 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 turunkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, sahabat serta keluarga beliau yang telah berjuang mengantarkan umatnya ke alam yang berakhlak dan berilmu pengetahuan.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan mengikuti sidang Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis mengambil judul Tugas Akhir yaitu “Estimasi Ketersediaan Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh Untuk Kebutuhan Domestik Kabupaten Aceh Besar Menggunakan Aplikasi Pemodelan Hidrologi”.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang penulis hormati dan cintai yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Terutama penulis ucapkan banyak terima kasih kepada orang tua tercinta yang selalu mendo'akan serta memberikan semangat yang luar biasa dan memberikan dukungan moral maupun materil sehingga Tugas Akhir ini 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. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak M. Faisi Ikhwali, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan membimbing, mengarahkan dan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Proposal Tugas Akhir.
5. Bapak M. Faisi Ikhwali, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing Akademik penulis.
6. Seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan.
7. Kepada teman seperjuangan yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

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 Negeri 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.

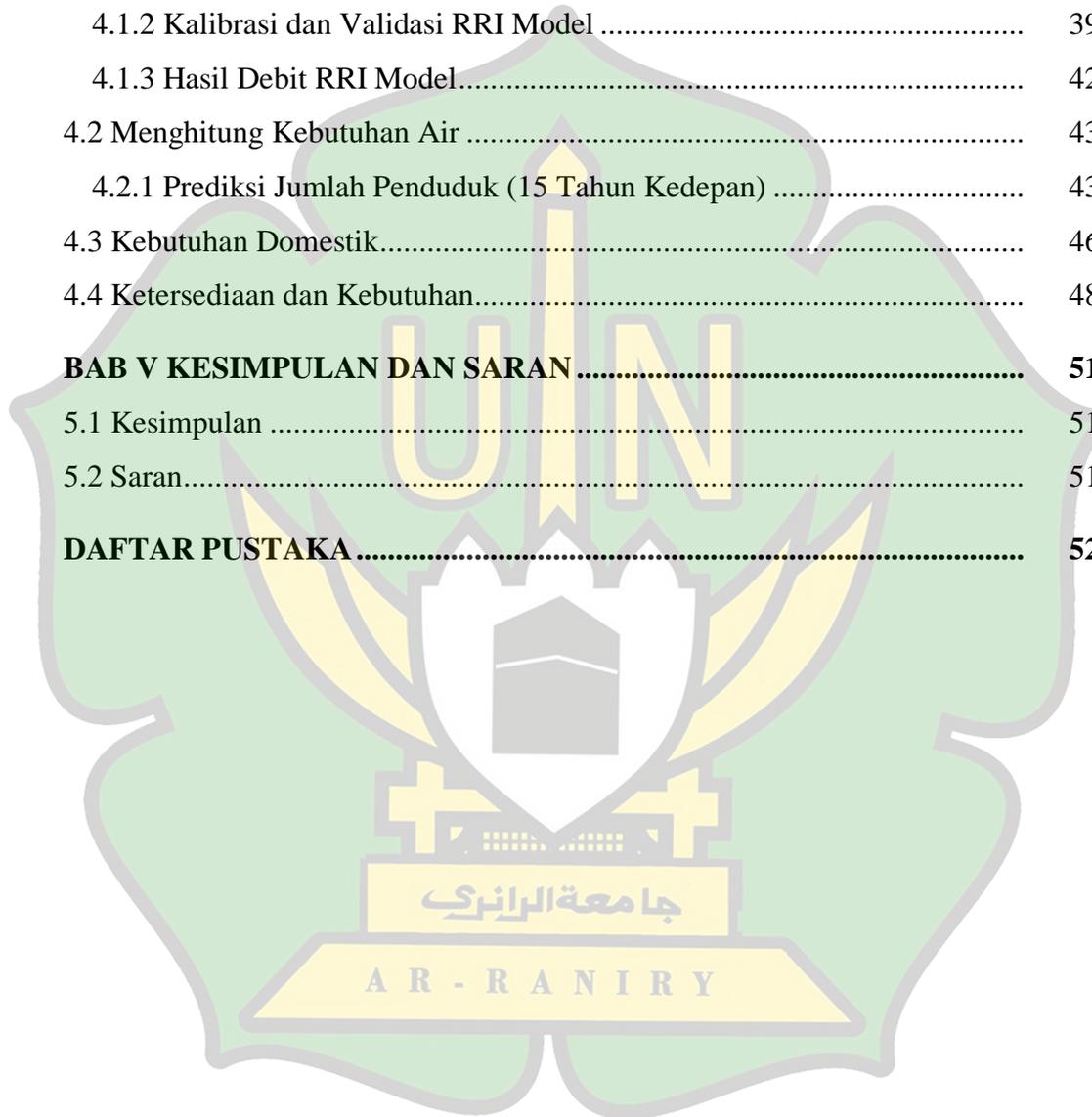
Banda Aceh, 26 Mei 2023  
Penulis,

Dhiya Ulhaq  
NIM. 180702114

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Daerah Aliran Sungai .....	6
2.2 Siklus Hidrologi.....	6
2.3 Kebutuhan Air .....	9
2.3.1. Kebutuhan air domestik.....	9
2.4 Analisis Curah Hujan.....	11
2.5 Proyeksi Penduduk.....	12
2.6 RRI Model .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Tahapan Penelitian.....	17
3.2 Lokasi Penelitian .....	18
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	19
3.3.1 Curah Hujan.....	19
3.3.2 Penggunaan Lahan.....	19
3.3.3 <i>Digital Elevation Model</i> (DEM).....	20
3.3.4 Jumlah Penduduk.....	21
3.4 Analisis Data.....	21
3.4.1 Estimasi Ketersediaan Air.....	21

3.4.2 Prediksi Kebutuhan Air .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Ketersediaan Air.....	33
4.1.1 Parameter Input Model RRI .....	33
4.1.2 Kalibrasi dan Validasi RRI Model .....	39
4.1.3 Hasil Debit RRI Model.....	42
4.2 Menghitung Kebutuhan Air .....	43
4.2.1 Prediksi Jumlah Penduduk (15 Tahun Kedepan) .....	43
4.3 Kebutuhan Domestik.....	46
4.4 Ketersediaan dan Kebutuhan.....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>

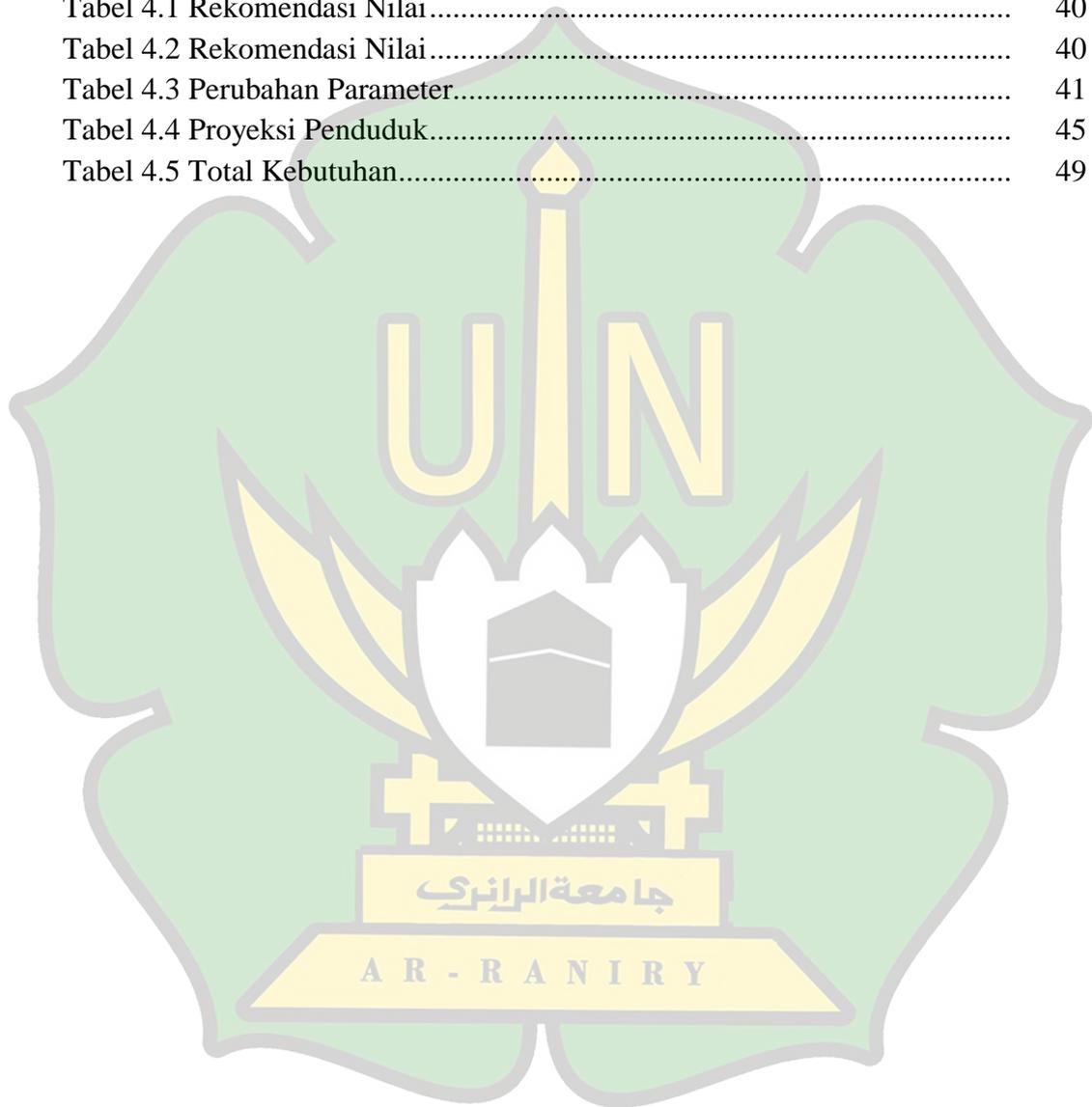


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Hidrologi .....	7
Gambar 2.2	Diagram Hidrologi .....	8
Gambar 2.3	Skema Diagram RRI Model.....	14
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	17
Gambar 3.2	Peta Lokasi Penelitian.....	18
Gambar 3.3	<i>Digital Elevation Model</i> .....	20
Gambar 3.4	<i>New Project</i> .....	23
Gambar 3.5	<i>Project Name</i> .....	23
Gambar 3.6	Gambar Peta.....	24
Gambar 3.7	Extract Basin .....	25
Gambar 3.8	Adjust DEM .....	25
Gambar 3.9	Running Adjust DEM .....	26
Gambar 3.10	Set River.....	26
Gambar 3.11	Running Set River .....	27
Gambar 3.12	Data Curah Hujan.....	28
Gambar 3.13	Use Ground Gauged Rainfall.....	28
Gambar 3.14	Set Run RRI .....	29
Gambar 3.15	Run RRI .....	29
Gambar 4.1	Grafik Curah Hujan.....	34
Gambar 4.2	Peta Curah Hujan .....	34
Gambar 4.3	Peta Topografi DAS Krueng Aceh .....	35
Gambar 4.4	Peta Tutupan Lahan DAS Krueng Aceh .....	36
Gambar 4.5	Peta Jenis Tanah DAS Krueng Aceh .....	37
Gambar 4.6	Peta Lebar Sungai DAS Krueng Aceh.....	38
Gambar 4.7	Peta Kedalaman Sungai DAS Krueng Aceh .....	39
Gambar 4.8	Hasil Kalibrasi.....	41
Gambar 4.9	Hasil Validasi .....	42
Gambar 4.10	Debit 2015-2020.....	43
Gambar 4.11	Proyeksi Penduduk.....	44
Gambar 4.12	Pertumbuhan Penduduk .....	46
Gambar 4.13	Jumlah Penduduk dengan Kebutuhan Air.....	47
Gambar 4.14	Ketersediaan dan Kebutuhan 2020.....	48
Gambar 4 15	Ketersediaan dan Kebutuhan.....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Perencanaan Air Bersih .....	10
Tabel 3.1 Data Jumlah Penduduk.....	21
Tabel 4.1 Rekomendasi Nilai.....	40
Tabel 4.2 Rekomendasi Nilai.....	40
Tabel 4.3 Perubahan Parameter.....	41
Tabel 4.4 Proyeksi Penduduk.....	45
Tabel 4.5 Total Kebutuhan.....	49



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Secara geografis, Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi alam yang sangat besar, baik di bidang kelautan maupun pertanian (Radianica dkk., 2022). Air merupakan salah satu sumber daya dasar dalam kegiatan manusia, sejak awal manusia telah mencari pasokan air yang memadai untuk memenuhi kebutuhan kehidupan mereka, ini membuktikan bahwa air merupakan kebutuhan utama bagi manusia yang ada di dunia. Air juga menjadi langka di beberapa daerah di penjuru dunia, hal ini dikarenakan tuntutan yang terus meningkat yang terus-menerus melebihi persediaan yang tersedia (Shiklomanov, 2004). Keberadaan sumber daya air baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya telah menuju ke arah yang kritis dan menjadi masalah dunia (Karunia & Ikhwali, 2021). Air adalah nutrisi utama dari kehidupan, meskipun kepentingan air ini sangat banyak dibutuhkan bagi manusia, namun ironisnya air sering diabaikan sebagai struktur dalam makanan (Locomotor, 2000).

Informasi tentang aliran sungai merupakan suatu komponen yang sangat penting dari sebagian aspek sumber daya pengelolaan air. Kemampuan memprediksikan aliran sungai yang ditingkatkan akan memberikan banyak manfaat, termasuk peningkatan penggunaan air melalui antisipasi aliran sungai yang lebih baik, kemampuan untuk memprediksi volume dan waktu kejadian banjir dan juga kerugian operasional karena pelepasan lebih dari penyimpanan air (Zafari dkk., 2022). Air sungai memiliki peranan penting yang sangat strategis bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya, serta berperan penting juga dalam menjaga keberlangsungan kehidupan. Sungai memiliki sifat yang dinamis, oleh karena itu dalam pemanfaatannya dapat berpotensi mengurangi nilai dan manfaat dari sungai itu sendiri dan dampak lainnya yang mampu membahayakan lingkungan secara meluas (Syukri dkk., 2013). Adapun pemanfaatan air banyak dimanfaatkan di sektor industri, domestik perikanan, dan masih banyak kebutuhan lainnya yang menggunakan air. Meskipun peranan air yang sangat strategis namun

sistem pengelolaan air masih sangat jauh dari yang diharapkan sehingga masih banyaknya menimbulkan permasalahan. Air merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia, manusia tidak dapat melangsungkan kehidupannya tanpa adanya ketersediaan air.

Seiring berjalannya waktu pertumbuhan jumlah penduduk dan pengembangan penataan kota semakin meningkat yang mengakibatkan bertambahnya permintaan kebutuhan air. Beberapa masalah yang sering timbul pada pemenuhan kebutuhan air bersih yaitu jumlah atau ketersediaan sumber air bersih, pengolahan sumber air dan sistem pendistribusian agar dapat memenuhi kebutuhan bagi masyarakat (Krisnayanti, 2021).

Sungai Krueng Aceh merupakan salah satu sungai besar yang ada di Provinsi Aceh, yang berhulu di Desa Cot Seukek, Kabupaten Aceh Besar dan bermuara hilir di Lampulo, Banda Aceh. Sungai Krueng Aceh ini sendiri memiliki panjang  $\pm 145$  km dengan luas DAS  $\pm 1.681,05$  km<sup>2</sup>, yang berada di daerah wilayah Aceh-Meureudu (Alfaisal dkk., 2017). Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh dengan luas 176.552,45 ha, merupakan salah satu dari 153 DAS atau 3,06% dari total luas Provinsi Aceh (5.765.798,45 ha). DAS Krueng Aceh merupakan salah satu sumber utama pemasok kebutuhan air irigasi dan rumah tangga di Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh (Wulandari & Basri, 2021). DAS Krueng Aceh menjadi salah satu sumber utama bagi penduduk kota Banda Aceh dan Aceh Besar di Provinsi Aceh.

Terpenuhinya air bersih merupakan salah satu kunci utama dalam perkembangan suatu kegiatan yang nantinya akan menjadi elemen penting bagi keberlangsungan suatu produktivitas perekonomian (Eldina, 2018). Krisis air sudah menjadi suatu permasalahan yang ada di Indonesia, konsumsi air domestik dan non domestik belum terkelola dengan baik. Sekitar 80% air yang dipergunakan oleh rumah tangga untuk kebutuhan sehari-hari terbuang percuma, meski air tersebut masih berpotensi dimanfaatkan kembali sebagai air daur ulang atau air dipakai Kembali, rata-rata kebutuhan air yang diperlukan secara wajar adalah 60 liter/orang/hari untuk segala kebutuhan. Pada tahun 2008 jumlah penduduk dunia berkisar sebesar 6,121 milyar, yang mana memerlukan air bersih sebanyak 367

$km^3$ , pada tahun 2025 diperlukan sebanyak  $492 km^3$ , dan pada tahun 2100 diperkirakan memerlukan  $611 km^3$  air bersih per hari (Aisyah dkk., 2017). Kuantitas/jumlah air pada umumnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan fisik daerah, seperti curah hujan, topografi dan jenis batuan, sedangkan untuk kualitas air itu sendiri tergantung oleh lingkungan sosial seperti halnya kepadatan penduduk (Zulfikar, 2019). Penyediaan air bersih atau Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Mountala sebagai penyedia layanan air bersih yang layak konsumsi di Kabupaten Aceh Besar yang mempunyai aktivitas mulai dari pengumpulan, pengolahan, penjernihan sampai dengan pendistribusian air ke setiap pelanggan secara berkesinambungan serta dituntut agar dapat memberikan pelayanan yang memenuhi aspek kualitas, kuantitas dan kontinuitas (Nursyah & Amir, 2019).

Tingginya pertumbuhan penduduk pada Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh disertai dengan maraknya konversi lahan dari tutupan non-vegetasi di daerah hulu DAS yang menyebabkan DAS Krueng Aceh termasuk dalam kategori DAS kritis sehingga ditetapkan sebagai DAS prioritas. tertuang dalam Keputusan Menteri Kehutanan (No. SK. 328/Menhut-II/2009). Data tutupan lahan yang diterbitkan oleh Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL). Krueng Aceh tahun 2020 menyatakan bahwa agak kritis seluas 58.992,92 Ha, kritis 5.828,79 Ha, potensial kritis 74.265,72 Ha, sangat kritis 2.126,54 Ha dan tidak kritis 92.121,16 Ha (Zulfakri dkk., 2021).

Penelitian ini dilakukan untuk mengestimasi ketersediaan air di daerah aliran sungai Krueng Aceh menggunakan aplikasi *Rainfall-Runoff-Inundation* (RRI) Model, yaitu salah satu model hidrodinamika berbasis sel grid 2D yang mampu mensimulasikan proses curah hujan-*run off* dan proses genangan banjir secara bersamaan, yang telah dikembangkan oleh *International Center For Water Hazard and Risk Management* (ICHARM) Model RRI mengambil input elevasi digital model (DEM) dan jaringan aliran (Siddiqui dkk., 2018). Distribusi curah hujan merupakan input yang sangat penting untuk model RRI. Dua data masukan utama yang sangat dibutuhkan untuk menggunakan model RRI adalah data curah hujan dan data topografi (Afrian, 2016).

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapa volume ketersediaan air pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh?
2. Bagaimana perbandingan antara ketersediaan air yang sekarang untuk kebutuhan air 15 tahun ke depan di Kabupaten Aceh Besar?
3. Apakah ketersediaan air yang ada pada saat ini mencukupi kebutuhan air penduduk hingga 15 tahun ke depan di Kabupaten Aceh Besar?

## 1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui ketersediaan air yang ada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh.
2. Mengetahui perbandingan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air untuk 15 tahun ke depan di Kabupaten Aceh Besar dengan menggunakan aplikasi RRI Model.
3. Menetapkan besarnya kebutuhan air untuk 15 tahun yang akan datang dengan menggunakan metode RRI Model.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan yang bermanfaat kepada masyarakat, yaitu:

1. Penelitian ini diharapkan mampu mengetahui ketersediaan air dengan tujuan mencukupi kebutuhan air.
2. Penelitian ini diharapkan mampu melihat perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air untuk 15 tahun yang akan mendatang.
3. Penelitian ini diharapkan mampu melihat besarnya kebutuhan air untuk 15 tahun yang akan mendatang.

### 1.5 Batasan masalah

Tugas akhir ini memiliki batasan masalah yaitu:

1. Hanya menghitung ketersediaan air di daerah aliran sungai Krueng Aceh
2. Hanya menghitung kebutuhan air domestik Kabupaten Aceh Besar
3. Pemodelan hidrologi yang digunakan yaitu *Rainfall- Run off- Inundation Model*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

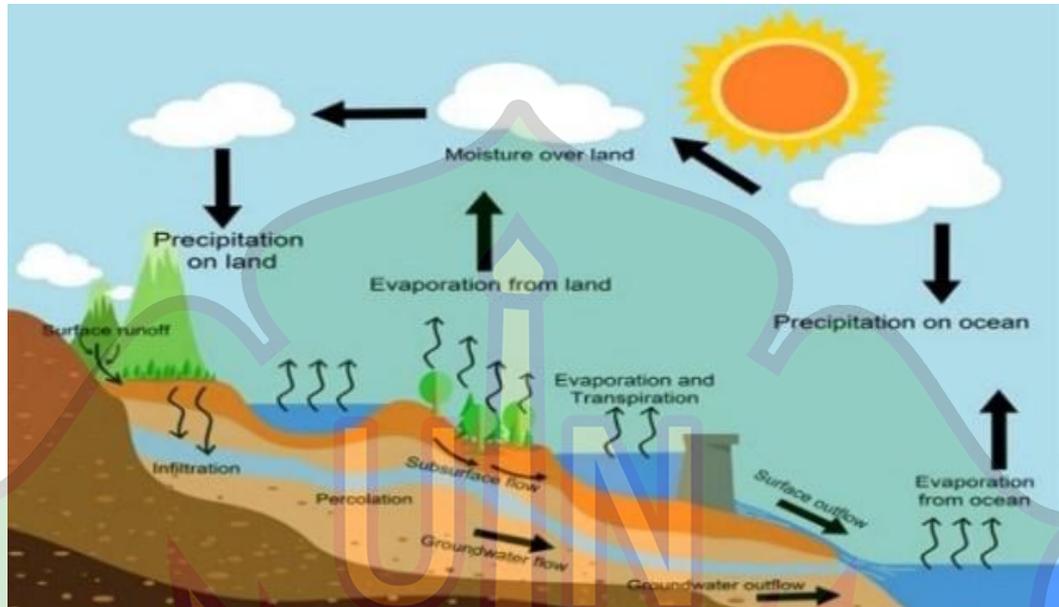
#### **2.1 Daerah Aliran Sungai**

Daerah aliran sungai merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu-kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai, yang mana memiliki fungsi untuk menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari hujan yang turun ke sungai, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Air pada DAS yaitu aliran yang mengalami siklus hidrologi secara alami. Selama berlangsungnya daur hidrologi tersebut, perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer selanjutnya ke permukaan tanah dan Kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti, air tersebut akan bertahan sementara di sungai, danau, dan dalam tanah.

#### **2.2 Siklus Hidrologi**

Siklus hidrologi yaitu rangkaian proses perpindahan air permukaan bumi dari satu tempat ke tempat yang lainnya, sehingga air tersebut kembali ke tempat semula. Air naik ke udara dari permukaan laut dan juga melalui evaporasi. Air yang berada di atmosfer yang berbentuk uap air atau awan bergerak dalam massa yang besar di atas permukaan bumi dan dipanaskan oleh radiasi tanah. Panas tersebut akan membuat uap air lebih naik lagi sehingga cukup tinggi dan dingin untuk menjadi kondensasi. Uap air akan berubah menjadi embun dan kemudian berubah menjadi hujan atau salju. Curahan yang turun ke laut. Air yang telah tiba di daratan kemudian mengalir melaju ke permukaan sebagai sungai yang kemudian kembali lagi ke laut. Untuk memperjelas bisa dilihat pada Gambar 2.1.

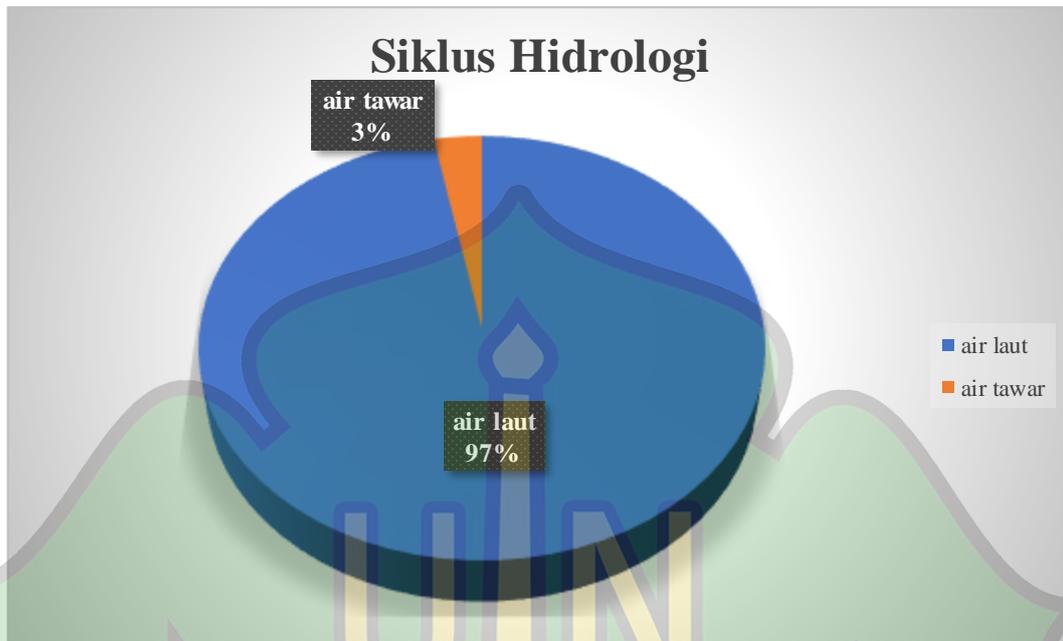


Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (Hartini dkk, 2017)

Air bumi di antaranya mencakup yang ada di atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Jumlah air bumi lebih kurang berjumlah  $1400 \times 10^6 \text{ km}^3 = 1400 \times 10^4 \text{ m}^3$ , yang terdiri dari 97% dan air tawar 3% yang meliputi salju, es, gletser 75%, air tanah 24%, air danau 0,3%, butir-butir daerah tak jenuh 0,065%, awan, kabut, embun, dan hujan 0,035%, dan air sungai 0,030%. Lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 2.2.

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



Gambar 2.2 Diagram Hidrologi (Siti, 2022)

Air permukaan ialah air yang mengalir secara berkesinambungan atau terputus-putus dengan alur sungai atau saluran dari sumbernya yang tertentu, yang mana semuanya merupakan bagian dari sistem sungai yang menyeluruh. Yang termasuk di dalamnya air sungai (*rivers*), saluran (*stream*), sumber (*springs*), danau dan waduk. Jumlah air pada permukaan ini diperkirakan hanya 0,35 juta km atau hanya sekitar 1% dari air tawar yang ada di bumi (Sasongko dkk., 2014). Aliran yang telah terukur di sungai atau saluran danau yang merupakan ketersediaan debit air permukaan, begitu juga halnya dengan air yang mengalir kedalam tanah, kandungan air yang tersimpan dalam tanah merupakan ketersediaan debit air tanah.

Dari ketiga sumber air tersebut yang mempunyai ketersediaan air yang paling besar untuk dimanfaatkan adalah sumber air permukaan dalam bentuk air sungai, saluran, danau, waduk dan lainnya. pemanfaatan air tanah sangat membantu dalam memenuhi kebutuhan air baku atau air irigasi pada daerah yang sulit mendapatkan air permukaan, tetapi pemanfaatan air tanah ini sendiri membutuhkan biaya operasional pompa yang sangat mahal. Untuk menganalisis ketersediaan air permukaan, yang akan digunakan untuk acuan adalah andalan dari pencatatan yang ada. Yang sangat berperan pada studi ketersediaan air permukaan ialah data

rekaman debit aliran sungai. Rekaman tersebut harus berkesinambungan dengan periode waktu yang digunakan pada proyek penyediaan air. Ketika penyadapan air dilaksanakan dari sungai yang masih alami, maka diperlukannya rekaman data-data dari periode aliran rendah yang kritis dan Panjang, sehingga nantinya besar pasok air dapat diketahui.

### **2.3 Kebutuhan Air**

Kebutuhan air secara rata-rata ialah 60 liter/orang/hari untuk segala kebutuhan. Di tahun 2008 dengan jumlah penduduk rata-rata berkisaran sekitar 6,121 miliar maka diperlukannya air bersih sebesar  $367 \text{ km}^3$ , di tahun 2025 diperlukan air sebanyak  $492 \text{ km}^3$  kemudian pada tahun 2100 diperlukan  $611 \text{ km}^3$  air bersih per hari (Zulfikar, 2019). Persediaan air bersih untuk masyarakat di Indonesia sendiri masih dihadapi beberapa masalah yang masih sangat kompleks hingga sampai saat ini belum bisa diatasi dengan sepenuhnya. Salah satu permasalahan yang masih susah dihadapi adalah rendahnya tingkat pelayanan air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Mountala untuk masyarakat Kabupaten Aceh Besar (Erwin dkk., 2018).

Kebutuhan air ialah seberapa besar air yang dipergunakan untuk berbagai kegiatan masyarakat. Pada penelitian ini yang diperlukan yaitu kebutuhan air rumah tangga, seperti mencuci, minum, mandi, dll (Domestik).

#### **2.3.1. Kebutuhan air domestik**

Air yang dibutuhkan untuk keperluan sehari-hari disebut dengan kebutuhan domestik (*domestic demand*) dalam hal ini termasuk air minum, memasak, dan lain-lain (Silvia & Safriani, 2018). Tingginya kebutuhan air tergantung pada perilaku, status sosial dan juga kondisi iklim (Raju, 1995). Standar kebutuhan air domestik ialah kebutuhan air bersih yang digunakan pada tempat-tempat pribadi untuk kebutuhan sehari-hari, seperti pemakaian untuk air minum, mandi, memasak, dan mencuci. Aturan yang dipakai adalah liter/orang/hari. Analisis sektor domestik ini kedepannya akan dilaksanakan dengan dasar analisis pertumbuhan penduduk pada wilayah yang akan direncanakan.

Untuk memperkirakan jumlah kebutuhan air domestik pada saat ini dan pada masa yang akan mendatang itu dihitung berdasarkan jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan penduduk dan kebutuhan air per kapitanya. Untuk kebutuhan air perkapitanya dipengaruhi oleh aktivitas fisik, kebiasaan atau tingkat kesejahteraan. Oleh sebab itu, di dalam memperkirakan besarnya kebutuhan air domestik perlu dibedakan antara kebutuhan domestik perlu dibedakan antara air penduduk daerah perkotaan dan daerah pedesaan. Tinggi penggunaan air bisa memacu pada berbagai macam standar yang telah dipublikasikan. Untuk menyajikan standar kebutuhan air domestik Departemen Pekerjaan Umum Ditjen Cipta Karya 1996 membagi lagi standar kebutuhan air minum tersebut berdasarkan lokasi wilayah. Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kriteria Perencanaan Air Bersih

Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/orang/hari)	190	170	130	100	80
Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/orang/hari)	30	30	30	30	30
Konsumsi Unit Non Domestik (liter/orang/hari)	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34
Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Jumlah Jiwa perSR (jiwa)	5	5	5	5	5
Jumlah Jiwa per HU (jiwa)	100	100	100	100-200	200
Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10

Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
Volume Reservoir (%) Max Day Demand	15-25	15-25	15-25	15-25	15-25
SR:HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
Cakupan Wilayah Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, (1996).

#### 2.4 Analisis Curah Hujan

Hujan merupakan salah satu hal terpenting dalam menganalisis hidrologi, apabila nantinya intensitas hujan yang tinggi di kawasan daerah yang kecil maka akan mengakibatkan genangan di kawasan tersebut dikarenakan sistem drainase yang tidak didesain untuk mengalirkan air akibat intensitas hujan yang sangat tinggi. Sebaliknya, jika jika tidak turunnya hujan untuk jangka Panjang dapat mengakibatkan mengecilnya aliran sungai dan turunnya air waduk dan danau. Maka oleh karena itu hujan dengan intensitas yang sangat tinggi dan juga rendah dapat menimbulkan bencana bagi makhluk hidup yang ada di bumi. Hujan menjadi komponen terpenting pada proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan ini di alihragamkan menjadi aliran di sungai, bisa itu melalui limpasan permukaan maupun aliran dasar, jadi besar kecilnya jumlah kedalaman hujan akan berpengaruh terhadap besar kecilnya aliran sungai.

DAS Krueng Aceh yang berada di Provinsi Aceh beriklim tropis dengan karakteristik curah hujan yang cukup tinggi (Jurnal dkk., 2022). Data informasi dari pengukuran curah hujan berbentuk temporal maupun spasial. Data temporal memuat informasi tren atau kecondongan dari sifat hujan di suatu wilayah mengalami kenaikan atau sebaliknya. Sedangkan informasi spasial memuat informasi berupa gambaran daerah yang memiliki kelebihan curah hujan, informasi dalam data spasial ini dimanfaatkan untuk menyusun strategi dalam pengolahan sumber daya air (Syaifullah, 2014)

## 2.5 Proyeksi Penduduk

Perkiraan dan juga jumlah penduduk dimasa yang akan mendatang merupakan suatu kebutuhan yang cukup penting apabila dihubungkan dengan masalah perencanaan yang melibatkan penduduk sebagai konsumen. Jumlah dan juga struktur penduduk dimasa yang akan datang dapat diperoleh dari proyeksi penduduk berdasarkan komponen yang dapat mempengaruhi perubahan jumlah penduduk itu sendiri, yaitu kelahiran, kematian dan juga migrasi. Asumsi dari ketiga variabel demografi selama jangka waktu proyeksi disusun dapat berpengaruh terhadap jumlah dan struktur penduduk dari hasil proyeksi (Tukiran, 2016). Proyeksi penduduk (*population project*) adalah salah satu perkiraan (*forecast*) yang berdasarkan asumsi-asumsi rasional tertentu yang dibuat untuk kecenderungan dimasa yang akan mendatang dengan menggunakan peralatan statistik atau perhitungan matematik (Karyana & Rusliana, 2021).

Proyeksi merupakan suatu perkiraan penduduk berdasarkan sensus (biasanya sensus terakhir). Pada perkiraan penduduk tidak hanya menggunakan beberapa tahun sesudah sensus tetapi mungkin sampai beberapa tahun setelah sensus. Proyeksi penduduk menurut *Multilingual Demographic Dictionary* adalah: perhitungan kalkulasi yang menunjukkan keadaan fertilitas, mortalitas dan imigrasi dimasa yang akan mendatang. Jadi untuk proyeksi penduduk menggunakan beberapa asumsi sehingga nantinya jumlah penduduk yang akan datang adalah X kalau fertilitas, mortalitas dan migrasi berada pada tingkat tertentu. Dengan proyeksi penduduk ini kita nantinya dapat menghitung jumlah penduduk dimasa yang akan mendatang (Rahmi, 2017). Untuk menentukan kebutuhan air bisa ditentukan dengan memperhatikan pertumbuhan penduduk untuk di proyeksi terhadap kebutuhan air kedepannya tergantung dari proyeksi yang di inginkan.

## 2.6 RRI Model

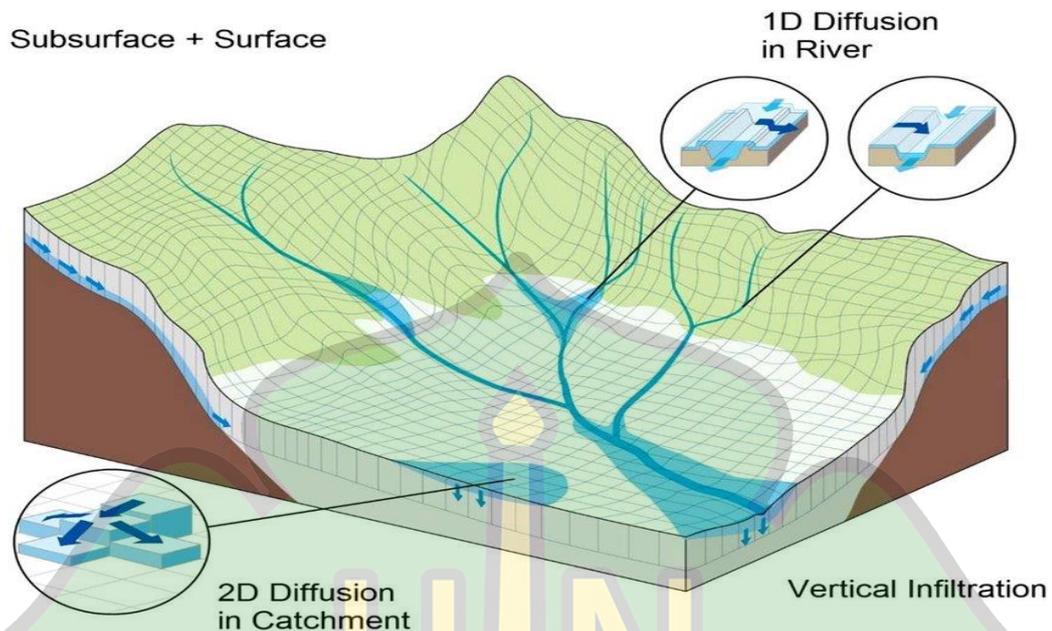
Daerah aliran sungai membutuhkan praktik pengelolaan DAS yang tepat berdasarkan rekomendasi model hidrologi. Saat ini banyak model hidrologi yang telah berkembang dan eksis. Model hidrologi adalah penyederhanaan dari sistem dunia nyata yang membantu dalam memahami, memprediksi, mengevaluasi dan

mengelola sumber daya air di daerah aliran sungai (Ikhwali, 2022). Praktik-praktik ini akan mengarah pada keberlanjutan ekosistem juga. Prinsipnya adalah setiap massa atau energi yang masuk ke DAS akan dimodelkan menggunakan model matematis (Ikhwali dkk., 2022). Model *Rainfall –Run off–Inundation* (RRI), adalah model dua dimensi yang berfungsi mensimulasikan limpasan hujan dengan genangan banjir secara bersamaan (Sayama dkk., 2012). Model RRI ini berhubungan dengan lereng dan saluran sungai secara berpisah. Pada sel grid di mana posisi saluran sungai berada, model RRI ini mengkonsumsi baik kemiringan dan sungai di posisikan pada sel grid yang sama. Saluran diskritisasi dalam satu baris sepanjang garis tengah sel grid lereng di atasnya. Nantinya aliran pada sel grid kemiringan dihitung menggunakan model gelombang difusi 2D, sedangkan untuk aliran saluran dihitung dengan gelombang difusi 1D model. Agar representasi menjadi lebih baik dari proses hujan-limpasan-genangan.

Model RRI ini juga memanipulasi juga aliran bawah permukaan lateral, inviltrasi vertikal dan aliran permukaan. Bagian samping aliran bawah permukaan, yang biasanya lebih penting di daerah pegunungan, diperlakukan hal hubungan gradien debit - hidraulik yang memperhitungkan keduanya bawah permukaan jenuh dan aliran permukaan. Di sisi lain, aliran infiltrasi vertikal adalah diestimasi dengan menggunakan model *Green-Ampt*. Interaksi aliran antara alur sungai dan kemiringan diperkirakan berdasarkan formal luapan yang berbeda, tergantung pada ketinggian air dan kondisi ketinggian tanggul.

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



Gambar 2.3 Skema Diagram RRI Model (Sayama dkk, 2015)

Model RRI awalnya dikembangkan dengan bahasa komputer Fortran 90, model ini telah dioperasikan pada *Command User Interface* (CUI) seperti *command* perintah di *Windows*. Sejak 2014 RRI-*Graphical User Interface* (GUI) telah juga dikembangkan untuk mendukung para pengguna membuat model yang efisien dan visual. Model RRI mengambil input elevasi digital model (DEM) dan jaringan aliran. Yang terakhir digunakan untuk membangun saluran sungai, sementara untuk sel DEM bertindak sebagai dataran banjir. Aliran di atas sel-sel grid dihitung berdasarkan model gelombang difusi 2D, sedangkan untuk aliran saluran sungai dihitung dengan model gelombang difusi 1D (Siddiqui dkk., 2018).

RRI adalah model dimensi yang mampu mensimulasikan curah hujan-limpasan dan genangan banjir secara bersamaan. Distribusi curah hujan itu sendiri sangat penting untuk model RRI. Dikarenakan keterbatasan data pengamatan curah hujan, maka digunakan sistem curah hujan berbasis satelit yaitu GSMaP. Curah hujan terdistribusi per jam dari GSMaP dikoreksi dengan metode koreksi bias sederhana berdasarkan curah hujan yang telah diukur di lapangan (Nastiti dkk., 2015).

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = r - f$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial u q_x}{\partial x} + \frac{\partial v q_x}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho w}$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial u q_y}{\partial x} + \frac{\partial v q_y}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho w}$$

dimana:

$h$  = ketinggian air dari permukaan setempat

$q_x$  dan  $q_y$  = satuan lebar debit dalam arah

$x$  dan  $y$ ,  $u$  dan  $v$  = kecepatan aliran dalam arah

$x$  dan  $y$ ,  $r$  = curah hujan intensitas

$f$  = laju infiltrasi,

$H$  = ketinggian air dari datum,

$W$  = densitas air

$g$  = percepatan gravitasi,

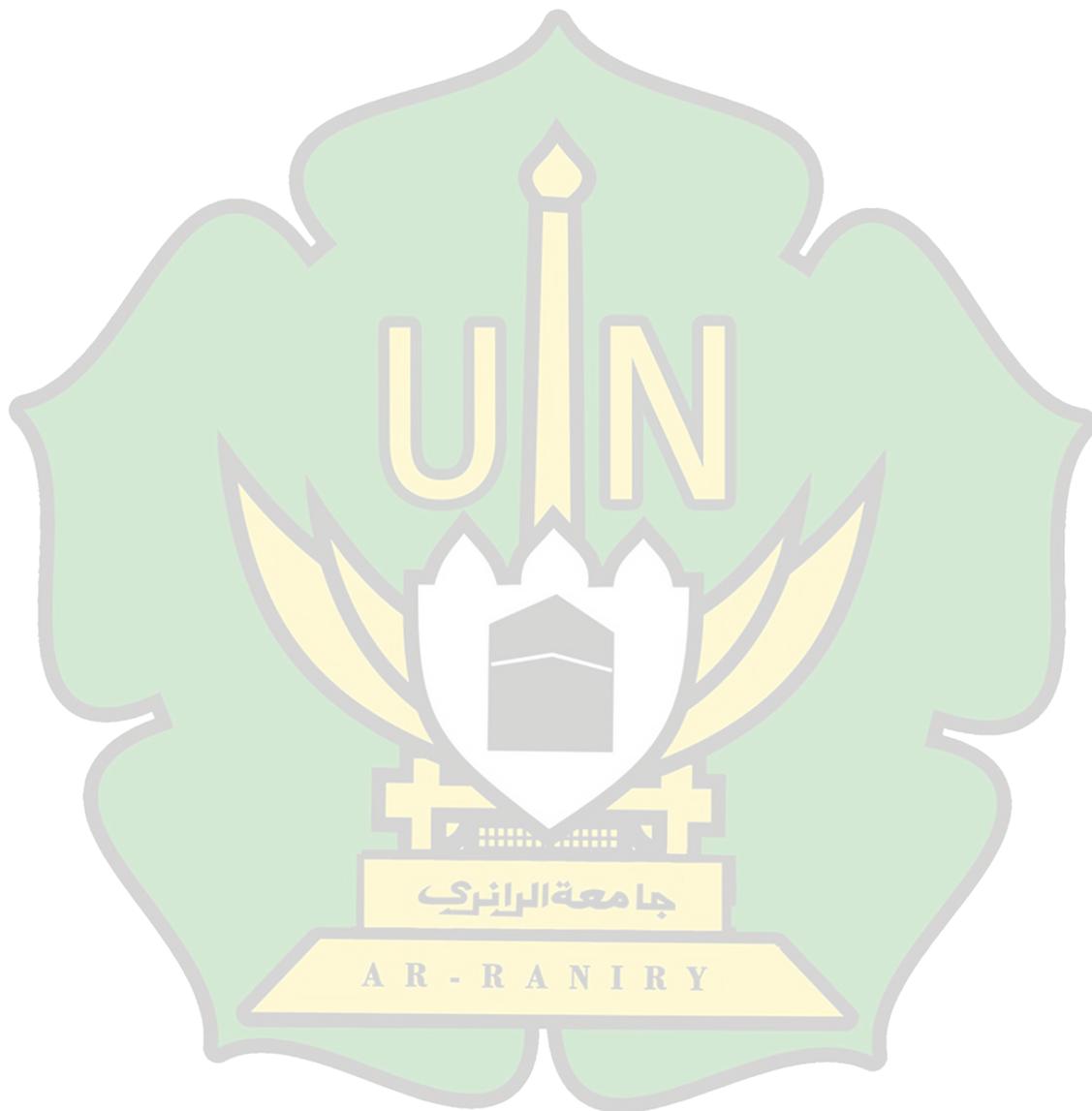
$x$  dan  $y$  = tegangan geser di  $x$  dan  $y$  arah.

$$q_x = \begin{cases} -kh \frac{\partial H}{\partial x}, & (h \leq d) \\ -\frac{1}{n} (h-d)^{\frac{5}{3}} \sqrt{\left| \frac{\partial H}{\partial x} \right|} \operatorname{sgn} \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) - k(h-d) \frac{\partial H}{\partial x}, & (d < h) \end{cases}$$

$$q_y = \begin{cases} -kh \frac{\partial H}{\partial y}, & (h \leq d) \\ -\frac{1}{n} (h-d)^{\frac{5}{3}} \sqrt{\left| \frac{\partial H}{\partial y} \right|} \operatorname{sgn} \left( \frac{\partial H}{\partial y} \right) - k(h-d) \frac{\partial H}{\partial y}, & (d < h) \end{cases}$$

Persamaan 4 dan 5 menggambarkan aliran bawah permukaan jenuh berdasarkan hukum Darcy, sedangkan bagian ke 5 menggambarkan kombinasi aliran bawah permukaan jenuh dan aliran permukaan dimana  $k$  pada persamaan tersebut adalah konduktivitas jenuh lateral dan  $d$  adalah kedalaman tanah kali porositas efektif,  $h$  adalah ketinggian air dari permukaan setempat,  $q_x$  dan  $q_y$  adalah debit satuan lebar dalam  $x$  dan  $y$ ,  $H$  adalah ketinggian air dari datum,  $x$  dan  $y$  adalah tegangan geser dalam arah  $x$  dan  $y$ ,  $n$  adalah parameter kekasaran Manning dibawah pendekatan gelombang difusi. Bentuk saluran diasumsikan persegi panjang dan

yang geometri didefinisikan dengan 3 parameter yaitu: lebar kedalaman dan tinggi tanggul.

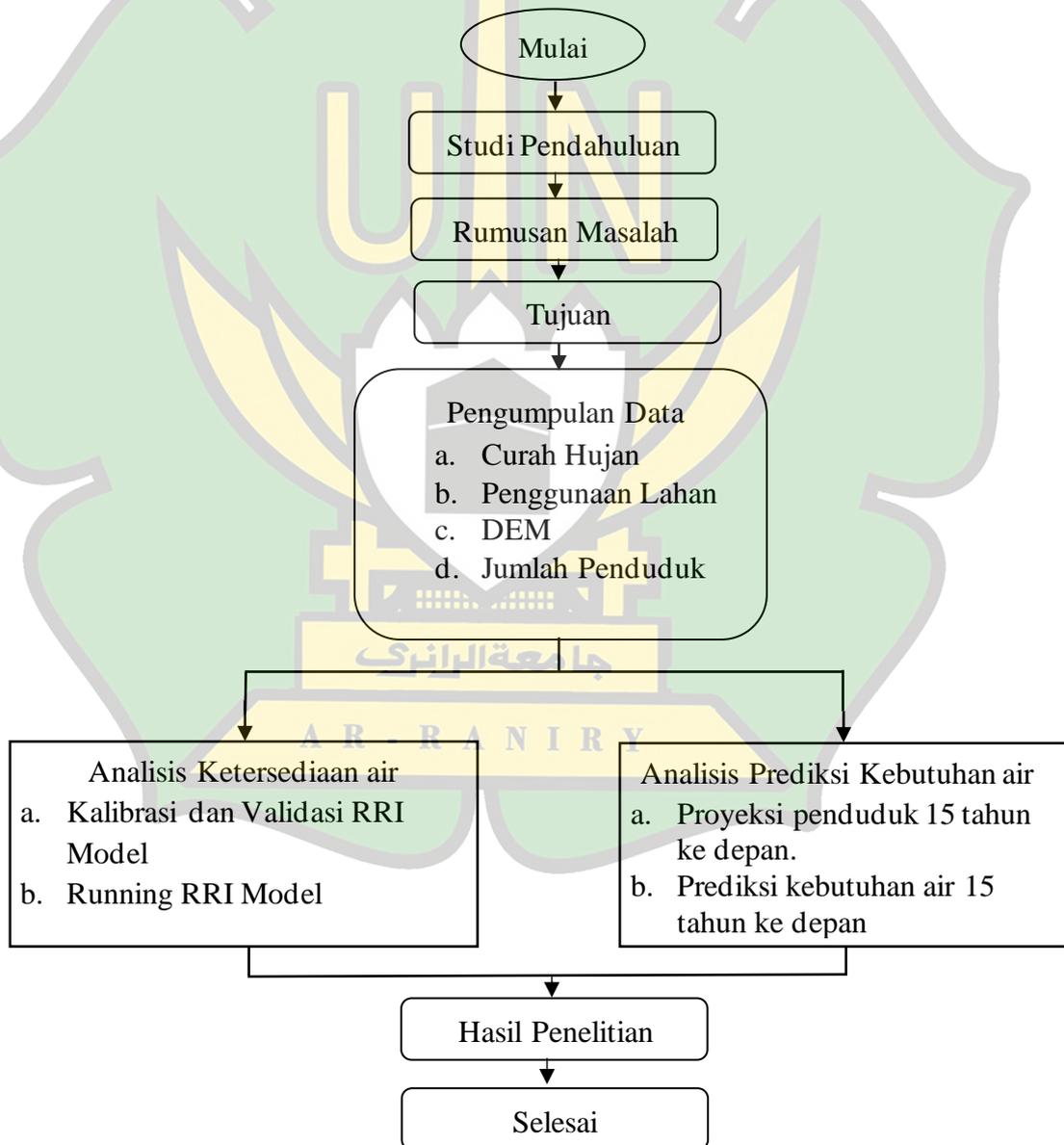


# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

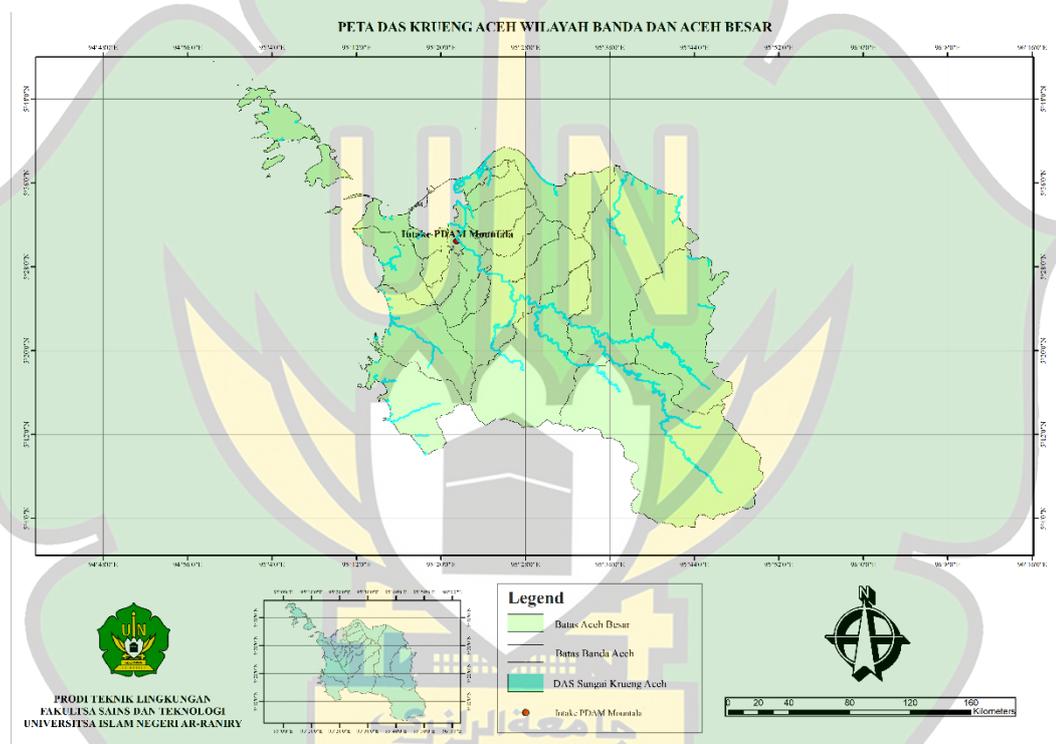
Pada tahapan penelitian ini, diawali dengan studi pendahuluan kemudian pengumpulan data, kemudian menganalisis ketersediaan dan kebutuhan air dan di akhiri dengan hasil penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Krueng Aceh. Krueng Aceh ini berada di Provinsi Aceh, di bagian pulau Sumatra. Hulu sungai ini berasal dari pegunungan Aceh Besar yang mengalir ke sebagian Kota Banda Aceh yang bermuara di Selat Malaka. Krueng Aceh ini sendiri memiliki beberapa Sub DAS, yaitu Sub DAS Selimum, Krueng Jreu, Krueng Inong, Krueng Keumireu dan Krueng Aceh lainnya di bagian hilir.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian

Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh ini mempunyai fisiografi yang datar, berbukit, bergelombang dan bergunung, dengan wilayah topografi datar (0-8%) dengan luas 46.487,29 ha (23,50%) dari luas wilayah total DAS Krueng Aceh, kemudian untuk wilayah yang berbukit (15-25%) seluas 9.338,96 ha (5%), bergelombang (8-15%) seluas 26.421,16 ha, agak bergunung (25-40%) seluas 2.368,86 ha (1,20%) serta sisanya wilayah yang agak bergunung (>40%) seluas 113.236,06 ha (57,23%).

Untuk jenis tanah yang terdapat pada DAS Krueng Aceh ini sendiri didominasi oleh latosol dan podsolik yang terdapat pada daerah lereng yang sangat curam (>40%), demikian juga dengan beberapa tanah lainnya. Jenis tanah latosol dan podsolik merah kuning yang berada pada lereng sangat curam pada umumnya sangat rentang akan terjadinya erosi dan juga longsor, kondisi ini bakalan menjadi parah apabila tidak memiliki vegetasi.

### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

Pada penelitian ini ada beberapa teknik dalam pengumpulan data untuk mengetahui berapa debit besaran yang ada di Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh, yang nantinya akan diproyeksikan untuk kebutuhan domestik untuk Kabupaten Aceh Besar. Beberapa data yang dikumpulkan untuk mendapatkan hasil tersebut diantaranya seperti data curah hujan, penggunaan lahan, data DEM, dan juga jumlah penduduk.

#### **3.3.1 Curah Hujan**

Curah hujan ini sendiri dipergunakan untuk memprediksi ketersediaan air untuk sebuah DAS. Dari data curah hujan harian tersebut, yang berdasarkan dari data hujan dan penguapan serta karakteristik parameter DAS. Data curah hujan tersebut nantinya digunakan untuk mensimulasikan debit tahunan (Suprayogi dkk, 2012). Data curah hujan yang digunakan yaitu curah hujan harian yang terdiri dari 7 stasiun yaitu stasiun ARR Cot Iri, Geofisika Mata Ie, Desa Lhe, ARR bendungan Krueng Aceh, Meteorologi Blang Bintang dan Klimatologi, yang bersumber dari data BMKG dengan waktu dari 2015 sampai dengan 2020.

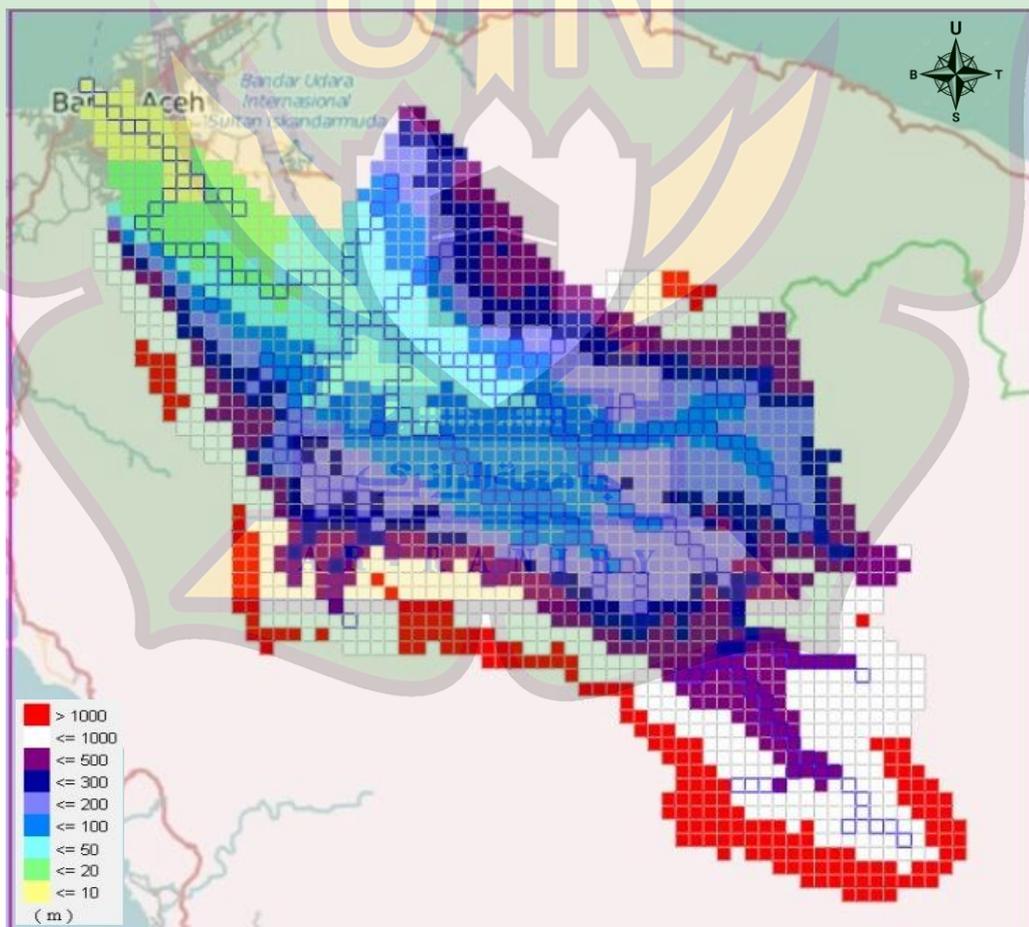
#### **3.3.2 Penggunaan Lahan**

Data penggunaan lahan diperlukan untuk mengelola lahan dalam lingkup DAS. Seperti yang kita ketahui karena sering terjadinya permasalahan seperti ketidak seimbangan ketersediaan air dan pengelolaan lahan dalam lingkup DAS. Oleh karena itu diperlukan adanya penggunaan lahan ini sendiri untuk memperhitungkan kemungkinan perubahan penggunaan lahan terhadap ketersediaan air dimasa yang akan datang.

Umumnya tanah yang terdapat di Kabupaten Aceh Besar berupa tanah podzolit merah kuning yaitu sekitar 31,55% dari seluruh jenis tanah yang ada di Kabupaten Aceh Besar, dan jika dilihat dari klasifikasi jenis lereng dapat dikatakan bahwa 44,33% wilayah Kabupaten Aceh Besar memiliki kelas lereng 40% lebih dan pada kelas lereng 0-2% hanya 14,28%.

### 3.3.3 Digital Elevation Model (DEM)

DEM (*Digital Elevation Model*) merupakan data digital yang menggambarkan geometri permukaan bumi, atau model digital yang memberikan bentuk informasi bentuk permukaan (topografi) dalam bentuk data raster, vector atau bentuk data lainnya. DEM merupakan suatu sistem, model, metode, processing dalam pengumpulan data dan penyajian informasi pada daerah yang kita teliti, khususnya untuk menggambarkan model relief rupa bumi tiga dimensi (3D).



Gambar 3.3 Digital Elevation Model

### 3.3.4 Jumlah Penduduk

Untuk data jumlah pada penelitian ini, disini peneliti menggunakan data jumlah penduduk lima tahun kebelakang mulai dari 2015-2020, yang mana nantinya jumlah penduduk ini bakalan diproyeksikan untuk lima belas tahun kedepan yaitu dari tahun 2021-2035. Data jumlah penduduk dari tahun 2015-2020 dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Data Jumlah Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk
2015	392.584
2016	400.913
2017	409.109
2018	417.302
2019	425.216
2020	405.535

## 3.4 Analisis Data

Ada beberapa tahapan untuk menganalisis data pada penelitian ini, baik itu untuk mengetahui ketersediaan air yang ada di Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh dengan menggunakan pemodelan RRI, dan menganalisis untuk kebutuhan domestik di Kabupaten Aceh Besar dengan memproyeksikan penduduk di tahun yang akan mendatang.

### 3.4.1 Estimasi Ketersediaan Air

Ada beberapa tahapan pada penelitian kali ini agar dapat mengetahui ketersediaan air pada Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh menggunakan pemodelan RRI, seperti mengkalibrasi dan memvalidasi aplikasi tersebut agar bisa mendapatkan hasil yang valid untuk menentukan besaran debit Krueng Aceh. Adapun output dari pemodelan ini yaitu mengetahui debit aliran sungai yang ada pada Krueng Aceh seperti yang telah kita bahas pada pembahasan sebelumnya.

#### 3.4.1.1 Kalibrasi RRI Model

Evaluasi tingkat ketelitian sistem kerja suatu model dilakukan dengan cara membandingkan debit hasil simulasi dengan debit terukur yang tersedia. Model

dapat dikatakan teliti apabila nilai korelasi yang tinggi antara data hasil simulasi dan terukur (Suprayogi dkk, 2012).

Kalibrasi RRI Model sangatlah penting untuk menunjukkan kesesuaian pada data RRI model dengan data observasi. Kalibrasi kali ini dilakukan dengan membandingkan data debit dari hasil RRI Model dengan data observasi menggunakan indikator *Coefficient of Determination* ( $R^2$ ) dan *Root Mean Error* (RMSE).

*Coefficient of determination* ( $R^2$ ), dipergunakan untuk kesesuaian antara data RRI Model dengan data observasi. Nantinya nilai  $R^2$  berkisaran dari 0 hingga 1, yang mana 1 menunjukkan kesesuaian yang sangat bagus atau sempurna.

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n ((Q_{obs})(i) - Q_{obs}) \times (Q_{sim}(i) - Q_{sim})]^2}{\sum_{i=1}^n ((Q_{obs})(i) - Q_{obs})^2 \times \sum_{i=1}^n (Q_{sim}(i) - Q_{sim})^2}$$

Keterangan:

$R^2$  = *coefficient of determination*

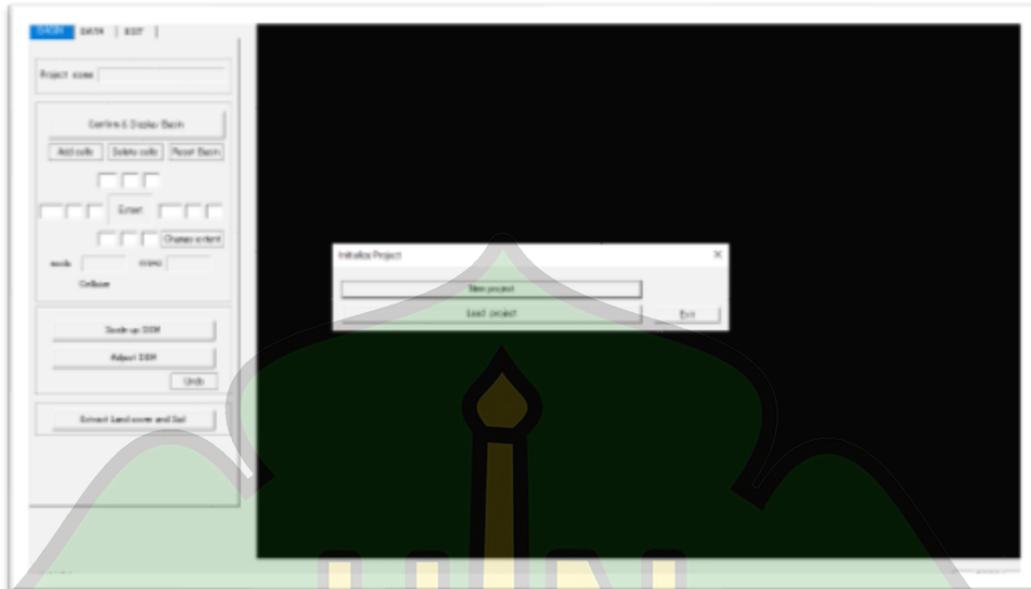
$Q_{obs}$  = Debit Observasi

$Q_{sim}$  = Debit Simulasi

### 3.4.1.2 Running RRI Model

Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk menjalankan aplikasi RRI Model ini, berikut ini saya akan menjelaskan bagaimana tahapan dalam menjalankan aplikasi RRI Model:

1. Menyiapkan Data Input Topografi
  - a. Setelah membuka aplikasi RRI Model, halaman pertama yang akan kita jumpai yaitu memilih proyek baru atau membuat nama data proyek yang akan kita buat, kemudian pilih “*New Project*”.



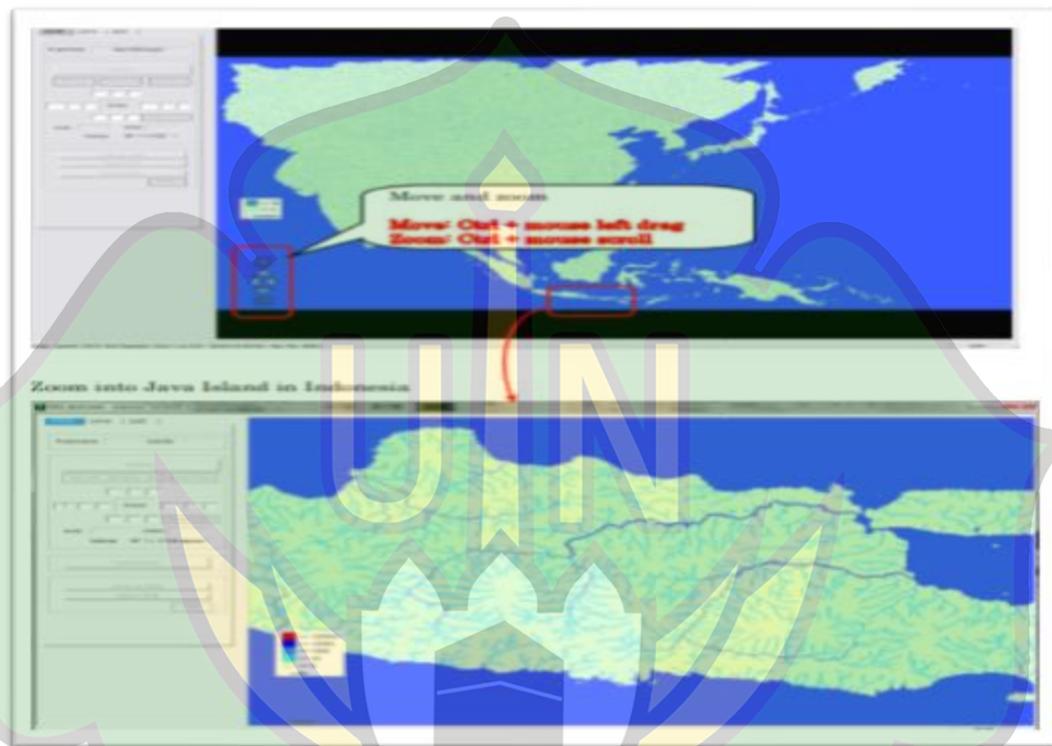
Gambar 3.4 *New Project*

- b. Kemudian pilih Project Name yang akan digunakan, kemudian ketik nama project yang akan kita buat (Krueng Aceh), dan pilih Use HydroSHEDS, kemudian pilih yang Asia30 dan pilih “OK”



Gambar 3.5 *Project Name*

- c. Setelah menekan “OK” halaman selanjutnya yang akan muncul yaitu gambar peta, kemudian perbesar area DAS yang akan diteliti “Krueng Aceh”, klik satu piksel di sepanjang sungai di dekat muara sungai, kemudian klik “Confirm” yang ada pada layer, kemudian klik “YA”.

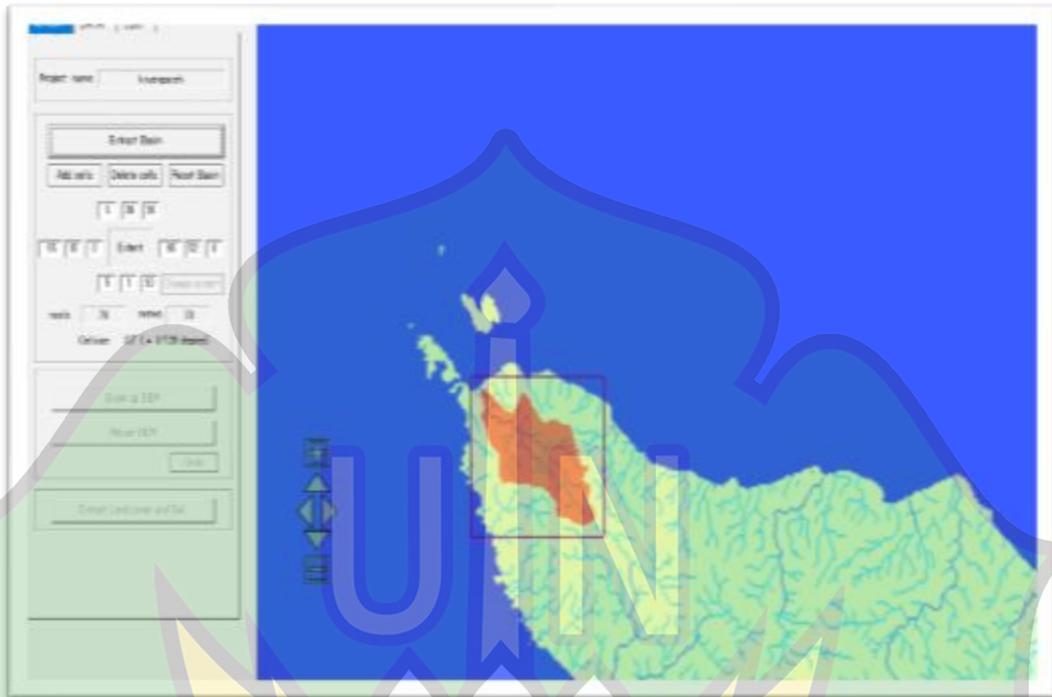


Gambar 3.6 Gambar Peta

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

d. Kemudian klik “Extract Basin” untuk mengonfirmasi area cekungan.



Gambar 3.7 *Extract Basin*

e. Kemudian klik “adjustDEM” dan tekan “OK“.

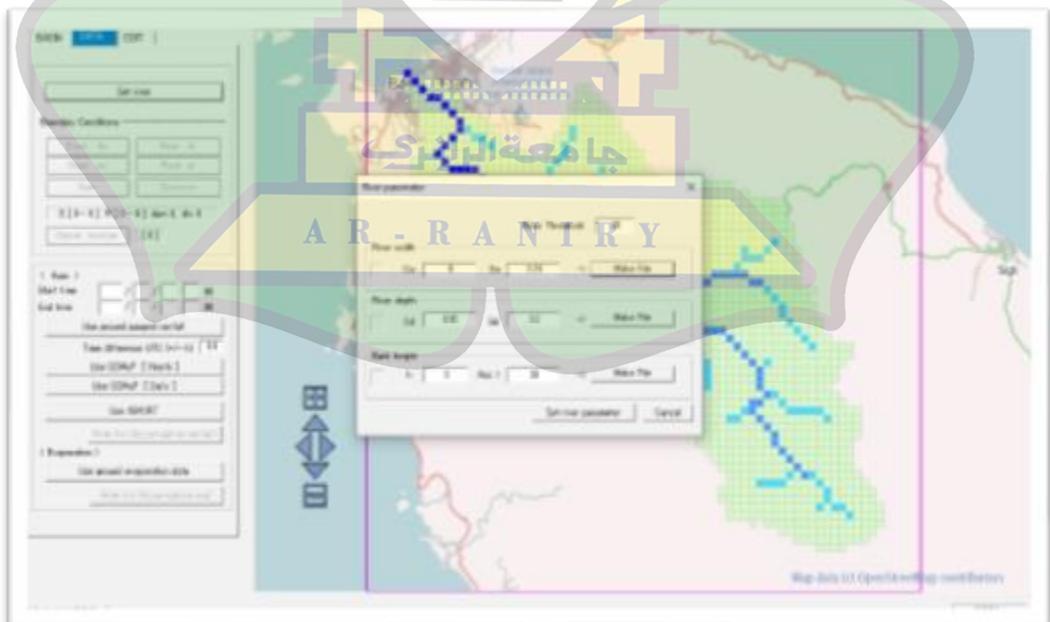


Gambar 3.8 *Adjust DEM*

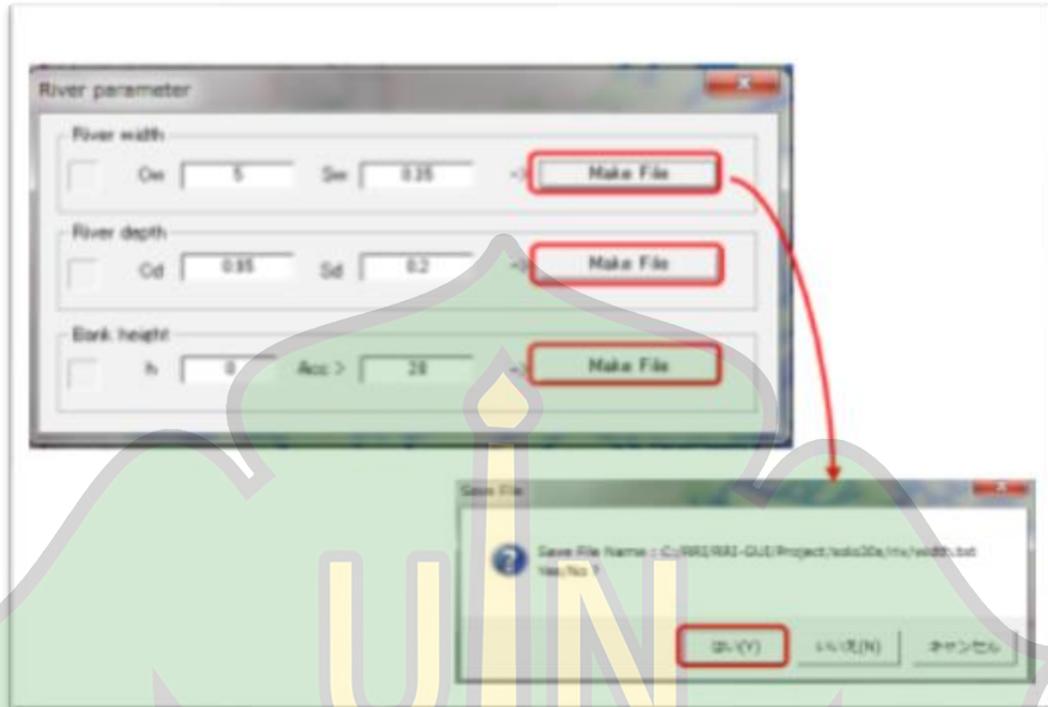


Gambar 3.9 Running Adjust DEM

- f. Sekarang pilih tab “DATA” dan tekan “Set River” kemudian klik “Make File” pada ketiga River Parameter tersebut. Setelah terkonfirmasi tekan tanda silang atau tutup untuk layer River Parameter.



Gambar 3.10 Set River



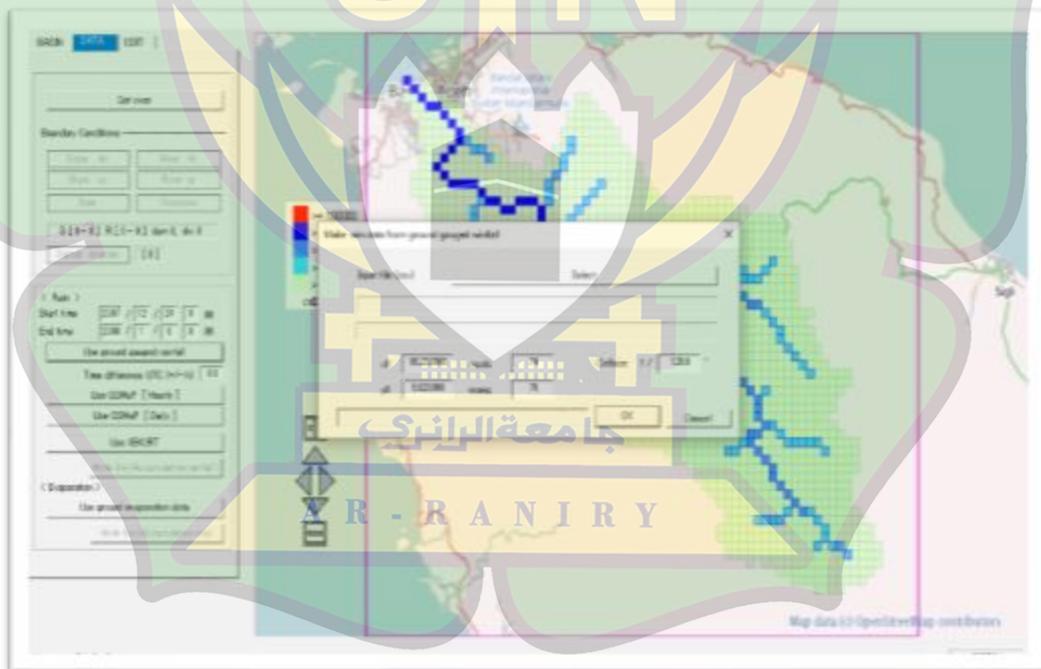
Gambar 3.11 *Running Set River*

## 2. Menyiapkan Data Curah Hujan

Langkah pertama pada pengumpulan data curah hujan ini yaitu, menyetting tahun, tanggal, bulan, dan waktu dari awal hingga akhir sesuai kebutuhan yang datanya telah kita persiapkan di awal, kemudian klik “Use Ground Gauged Rainfall”, setelah itu klik “Select”, kemudian masukkan data curah hujan yang telah kita siapkan di awal (Hujan Aceh Besar), kemudian klik “OKE” jika data yang dimasukkan benar maka tinggal menekan “YES”.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	125															
2	lat	-71945	-71281	-70820	-72287	-72404	-6969	-723782	-724462	-719658	-719815	-725191	-9999	-717817	-719825	-726721
3	lon	111854	1121116	1115484	1111082	1118401	-9999	1115385	1118725	1120303	1118035	1114876	-9999	1120516	112086	1118267
4	2007/12/24 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2007/12/25 000	15	5	14	0	2	2	9	0	0	0	0	2	3	9	1
6	2007/12/26 000	46	40	52	42	35	61	30	65	58	59	70	49	4	40	61
7	2007/12/27 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0
8	2007/12/28 000	14	5	15	0	5	8	0	3	0	0	0	11	5	0	11
9	2007/12/29 000	0	3	3	3	7	0	0	7	8	0	0	0	0	0	0
10	2007/12/30 000	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
11	2007/12/31 000	18	2	9	0	8	2	0	4	0	15	0	1	5	0	2
12	2008/1/1 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0
13	2008/1/2 000	4	7	5	0	0	0	0	0	4	3	0	3	0	2	0
14	2008/1/3 000	6	0	7	0	0	0	3	0	0	0	0	0	6	0	0
15	2008/1/4 000	8	0	25	15	20	22	0	25	2	20	0	5	3	10	11
16	2008/1/5 000	9	13	0	2	15	0	20	0	0	0	0	7	0	0	0
17	2008/1/6 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0
18	2008/1/7 000	42	0	2	0	0	0	10	0	0	0	0	0	2	0	0
19	2008/1/8 000	9	9	37	3	1	22	0	6	12	30	0	40	15	0	31

Gambar 3.12 Data Curah Hujan

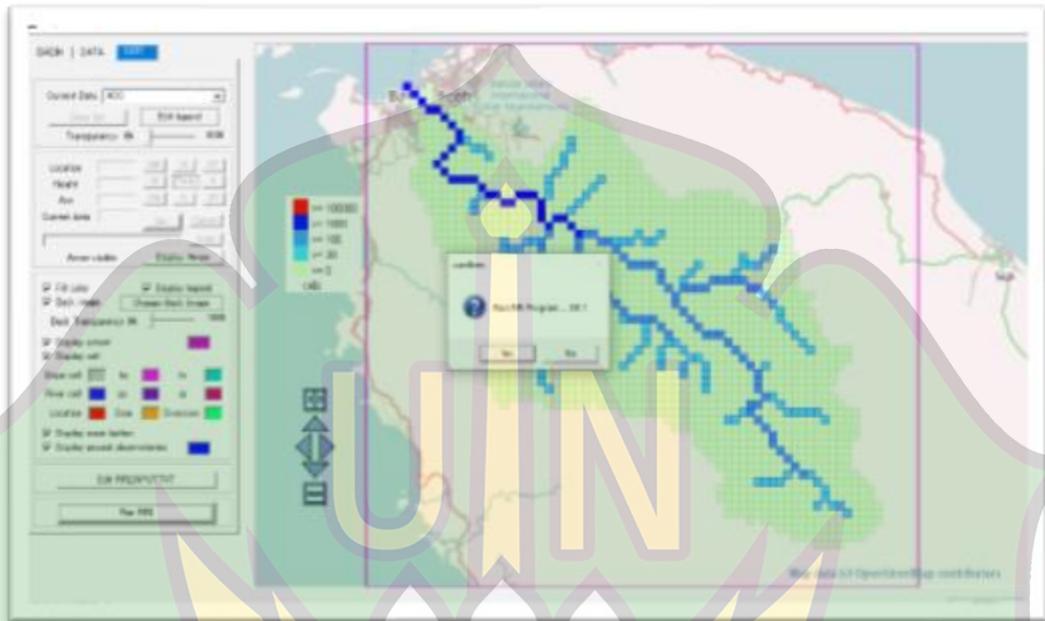


Gambar 3.13 Use Ground Gauged Rainfall

3. Menjalankan RRI Model

Pilih tab “Edit”, setelah data topografi dan curah hujan siap. Kita dapat mengonfirmasi distribusi yang lainnya termasuk DEM, ACC, DIR, Lebar Sungai,

Kedalaman Sungai, Ketinggian tebing serta Hujan kumulatif. Jika data-data tersebut sudah benar dan tidak ada perubahan maka yang terakhir tekan “Run RRI” dan klik oke.



Gambar 3.14 Set Run RRI



Gambar 3.15 Run RRI

### 3.4.2 Prediksi Kebutuhan Air

Untuk memprediksikan kebutuhan air pada Kabupaten Aceh Besar 15 tahun yang akan mendatang. Dibutuhkan beberapa tahapan seperti memproyeksi penduduk kemudian menjumlahkan antara jumlah penduduk dengan standar kebutuhan.

#### 3.4.2.1 Prediksi Jumlah Penduduk (15 Tahun ke Depan)

Untuk memprediksikan jumlah kebutuhan air kedepannya, terlebih dahulu kita harus memprediksikan jumlah penduduk untuk kedepannya juga. Pertumbuhan jumlah penduduk mempunyai pengaruh terhadap kebutuhan air bersih dalam segi kuantitas dengan asumsi apabila pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat yang menyebabkan tingkat pemakaian air juga meningkat (Darmayanti dkk., 2019).

Untuk menentukan kebutuhan air masyarakat kedepannya proyeksi jumlah penduduk ini merupakan dasar untuk menghitung pelayanan ketersediaan air kedepan yang dapat ditentukan dengan metode geometri, aritmatika, least square dan eksponensial. Pemilihan proyeksi penduduk berdasarkan dengan pengujian statistic yakni berdasarkan pada nilai koefisien korelasi terbesar mendekati angka +1 (Sutikno, 2017).

Seperti yang kita ketahui nantinya dalam memprediksikan jumlah penduduk ada beberapa metode, baik itu aritmatika, geometri, least square dan eksponensial nantinya nilai deviasi terkecil dari metode tersebut yang akan digunakan. Pada penelitian kali ini kami memproyeksikan penduduk hingga 15 tahun kedepan hingga 2035, dengan data proyeksi dari tahun 2015 hingga 2020.

Metode yang digunakan untuk memproyeksi jumlah penduduk yaitu:

a) Metode Arithmatik

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o)$$

$$K_a = \frac{p_a - p_1}{T_2 - T_1}$$

di mana:

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke-n

$P_o$  = Jumlah penduduk pada tahun dasar

$T_n$  = Tahun ke  $n$

$T_o$  = Tahun dasar

$K_a$  = Konstanta arithmatik

$P_1$  = Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke I

$P_2$  = Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir

$T_1$  = Tahun ke I yang diketahui

$T_2$  = Tahun ke II yang diketahui

b) Metode Geometrik

$$P_n = P_o + (1 + r)^n$$

di mana:

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke- $n$

$P_o$  = Jumlah penduduk pada awal tahun

$r$  = Persentase pertumbuhan geometrical penduduk tiap tahun

$n$  = Periode waktu yang ditinjau

c) Metode Eksponensial

$$p_n = p_o \cdot e^{r \cdot n}$$

di mana:

$p_o$  = Penduduk pada tahun awal

$n$  = Waktu dalam tahun (periode proyeksi)

$r$  = Angka pertumbuhan penduduk (%)

$P_n$  = Penduduk pada tahun  $n$

$e$  = Bilangan pokok sistem logaritma natural (2,7182818)

d) Metode Least Square

$$\hat{Y} = a + bX \quad (2.28)$$

di mana:

$\hat{Y}$  = Nilai variabel berdasarkan garis regresi

$X$  = Variabel independen

$a$  = Konstanta

$b$  = Koefisien arah regresi linear

### 3.4.2.2 Prediksi Kebutuhan Air (15 Tahun ke Depan)

Menurut Adioetomo dan Samosir (2010), untuk memperoleh besaran jumlah kebutuhan air dalam suatu wilayah digunakannya persamaan yang merupakan perkalian antara jumlah penduduk dengan standar kebutuhan air.

Untuk memperkirakan keadaan air yang akan mendatang itu tergantung dari jumlah pelanggan aktif. Oleh karena itu data pelanggan aktif di suatu daerah yang akan di *supply* air bersih sangatlah diperlukan dari tahun ke tahun untuk diprediksikan ke tahun yang akan mendatang (Hidayat, 2013). Hasil dari analisis perkembangan pelanggan aktif ini nantinya dipergunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air bersih (SNI 19-6775, 2008). Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi prediksi jumlah pelanggan adalah:

- a. Jumlah populasi suatu daerah
- b. Kecepatan pertumbuhan pelanggan
- c. Kurun waktu proyeksi

Untuk memprediksi jumlah kebutuhan air dalam suatu wilayah diperlukan persamaan yang merupakan perkalian antara jumlah penduduk dengan standar kebutuhan bumi ( Suheri dkk., 2019). Berikut merupakan persamaan umum yang digunakan dalam perhitungan:

$$Q_y = d_y \times p_y$$

Dimana:

$Q_y$  : kebutuhan air ( $m^2$ /detik)

$d_y$  : standar kebutuhan

$p_y$  : jumlah pengguna

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Ketersediaan Air**

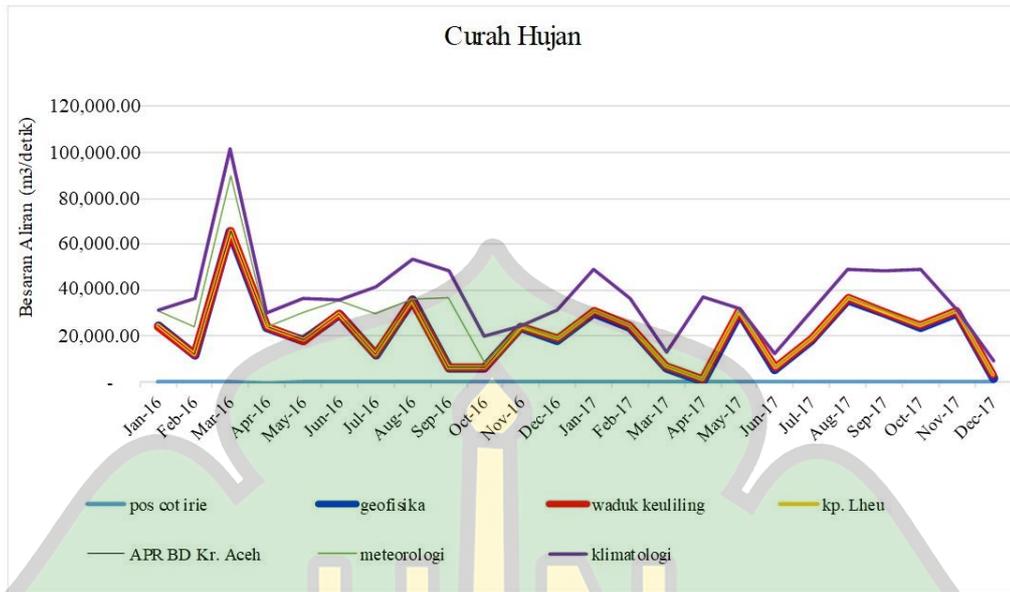
Pada penelitian ini dilakukan perhitungan pada ketersediaan air di sungai Krueng Aceh pada tahun 2015-2020 dengan menggunakan pemodelan hidrologi yaitu RRI Model, sehingga menghasilkan berupa debit pada Krueng Aceh di tahun 2015-2020, sehingga akan dilakukan proyeksikan untuk mengetahui kebutuhan air domestik 15 tahun mendatang di Kabupaten Aceh Besar.

##### **4.1.1 Parameter Input Model RRI**

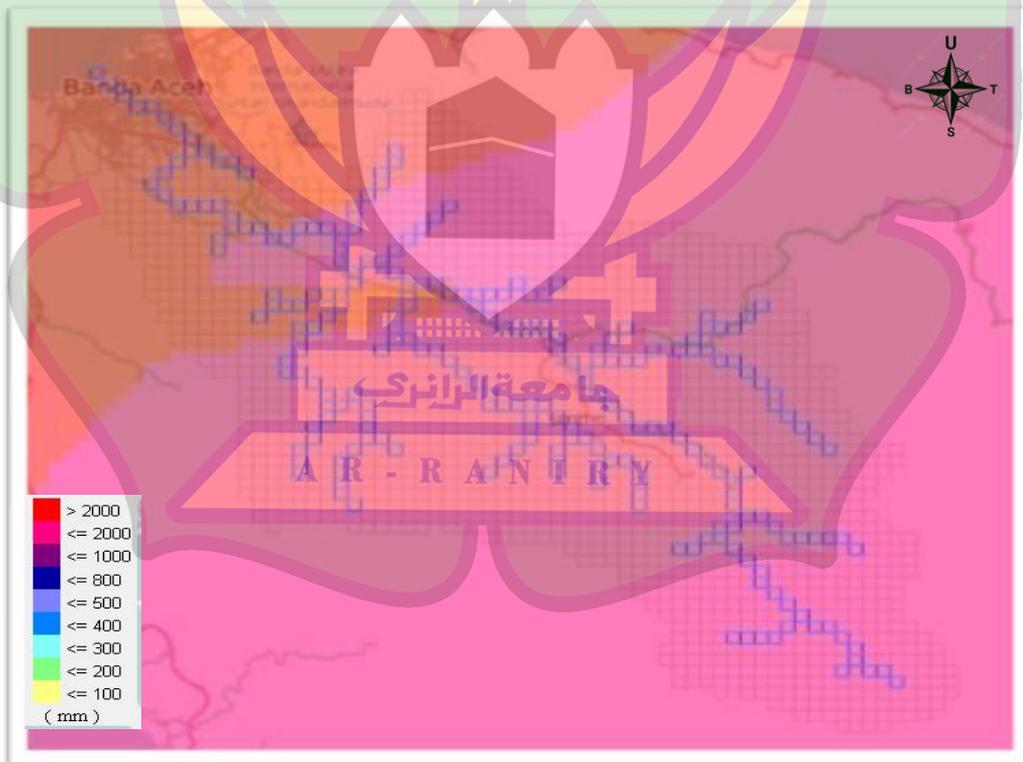
Penelitian ini memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi dalam mencari total debit Krueng Aceh dengan menggunakan RRI Model. Adapun faktor yang mempengaruhi pada perhitungan debit Krueng Aceh berupa curah hujan, data DEM, tutupan lahan, tanah, lebar sungai, dan kedalaman sungai.

##### **1. Curah Hujan**

Curah hujan merupakan data yang sangat penting pada perhitungan debit dengan melakukan pengumpulan data curah hujan berdasarkan waktu yang meliputi tahun, tanggal, bulan, dan waktu dari awal hingga akhir sesuai kebutuhan. Curah hujan yang digunakan pada penelitian ini merupakan data curah hujan pada rentan waktu 2015-2020, dimulai pada bulan Januari di tahun 2015 dan berakhir pada Desember 2020 data yang digunakan menggunakan data dari tujuh stasiun curah hujan diantaranya ialah: Cot Irie dengan titik koordinat (5.369839, 95.54942), Geofisika dengan koordinat (5.496000000, 95.296000000), Waduk Keliling dengan koordinat (5.363789, 95.47441), Kp. Lheu dengan kordiat (5.422558, 95.45833), APR BD Kr. Aceh dengan koordinat (5.37025, 95.56333), Meteorologi (5.522440000, 95.4), Klimatologi dengan koordinat (5.404000000, 95.464000000). Berikut ditampilkan grafik curah hujan berdasarkan dari tujuh stasiun pada Gambar 4.1, serta pada Gambar 4.2 merupakan gambar peta curah hujan yang dihasilkan oleh RRI Model.



Gambar 4.1 Grafik Curah Hujan

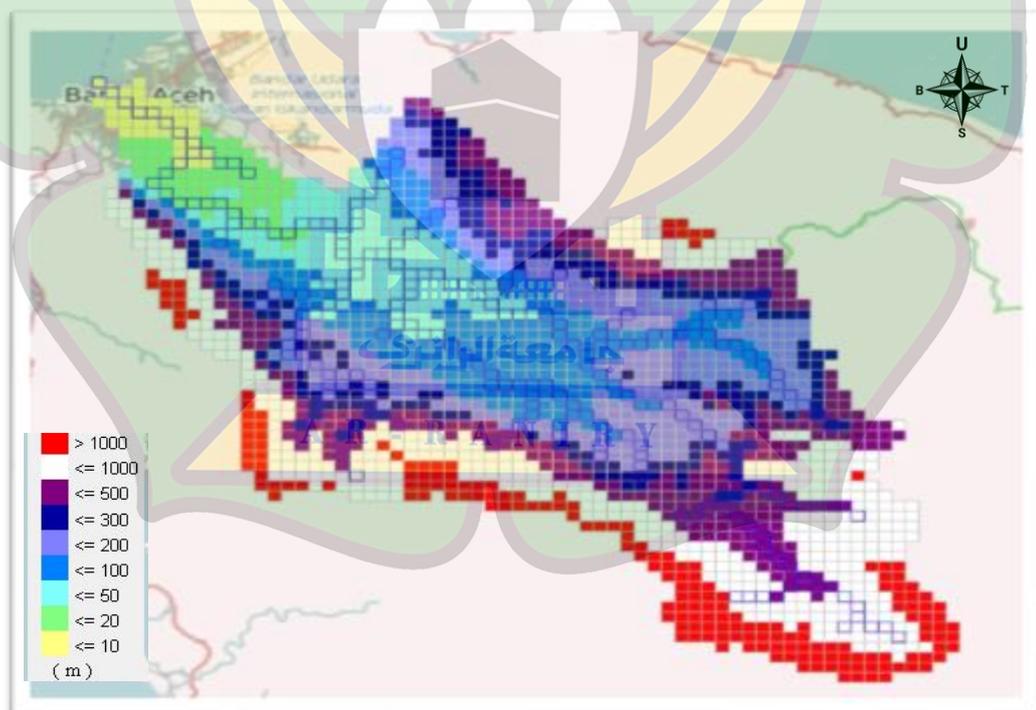


Gambar 4.2 Peta Curah Hujan

Berdasarkan data curah hujan yang dilakukan pengolahan data menggunakan RRI model dapat dilihat pada Gambar 4.2, curah hujan tertinggi ditandai dengan warna merah 2000 mm, begitu juga pada curah hujan terendah ditandai dengan warna kuning dengan besaran curah hujan kurang dari 100 mm, pada wilayah kabupaten Aceh Besar memiliki rata-rata curah hujannya yaitu 2000 mm.

## 2. Data DEM (*Digital Elevation Model*)

Data topografi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data topografi yang diperoleh dari HydroSHEDS (Hydrological data and maps based on SHuttle Elevation Derivatives at multiple Scales). Seluruh data topografi yang terdapat pada penelitian ini merupakan database yang disediakan pada Model RRI. HydroSHEDS menyediakan DEM (Digital Elevation Model) dari 15s dan 30s. DEM yang digunakan adalah DEM dengan 15<sub>s</sub> data tersebut disediakan oleh *United States Geological Survey* (USGS), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



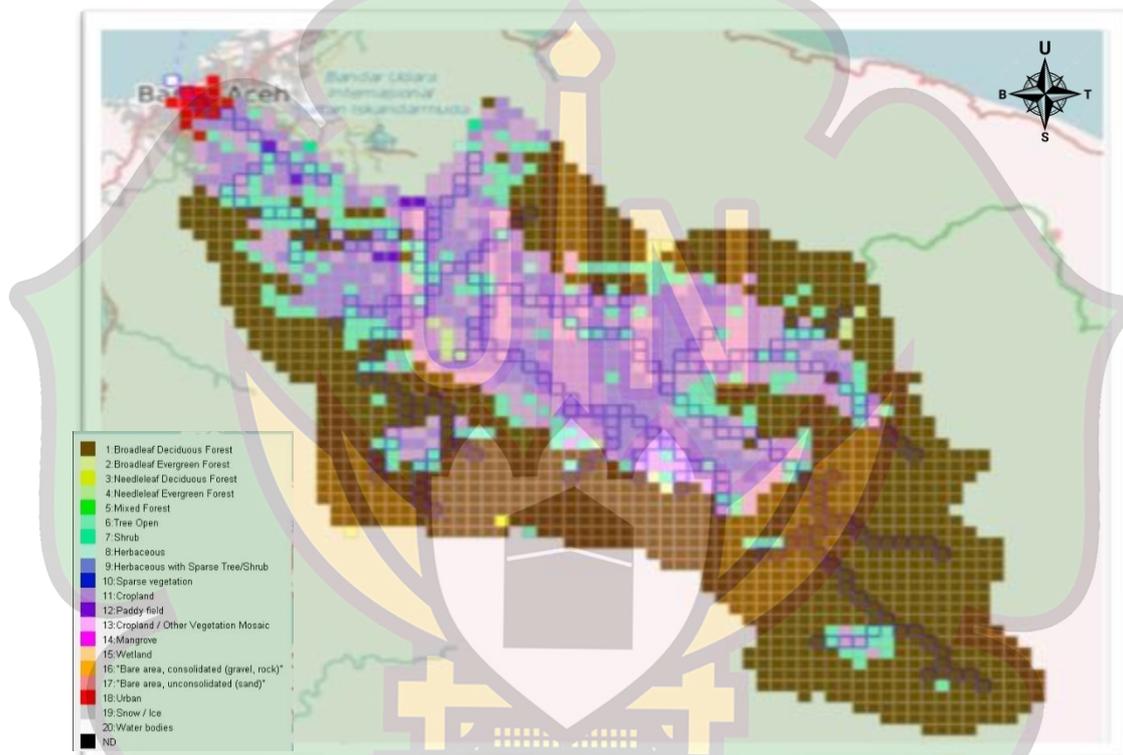
Gambar 4.3 Peta Topografi DAS Krueng Aceh

Berdasarkan Peta Topografi yang dihasilkan dari RRI Model maka didapat dataran tinggi diberi warna merah dan dataran rendah diberi warna kuning,

berdasarkan analisa RRI Model, wilayah Aceh Besar termasuk ke dalam dataran tinggi, dan wilayah Kota Banda Aceh memiliki dataran rendah.

### 3. Data Tutupan Lahan

Data tutupan lahan yang dihasilkan berdasarkan RRI Model merupakan salah satu langkah awal yang dilakukan pada aplikasi RRI Model maka didapat tampilan data tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 4.4.

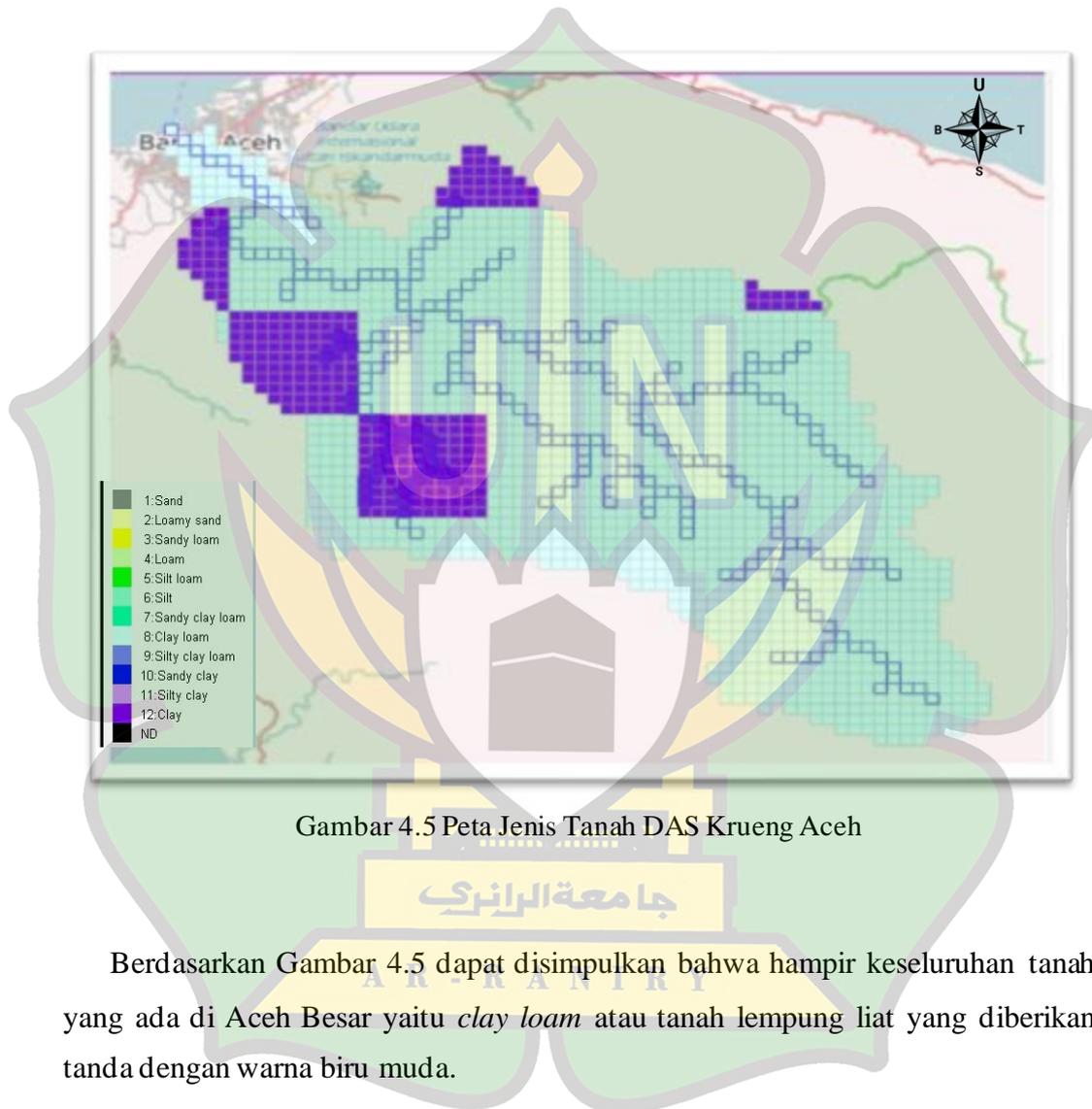


Gambar 4.4 Peta Tutupan Lahan DAS Krueng Aceh

Berdasarkan Gambar 4.4 bahwasanya tutupan lahan terbanyak yaitu tutupan *broadleaf deciduous forest* atau hutan yang beriklim gugur yang diberikan tanda dengan warna coklat, sedangkan untuk tutupan lahan paling sedikit di Aceh Besar yaitu tutupan lahan *sparse vegetation* atau lahan dengan tumbuh-tumbuhan yang jarang.

#### 4. Data Tanah

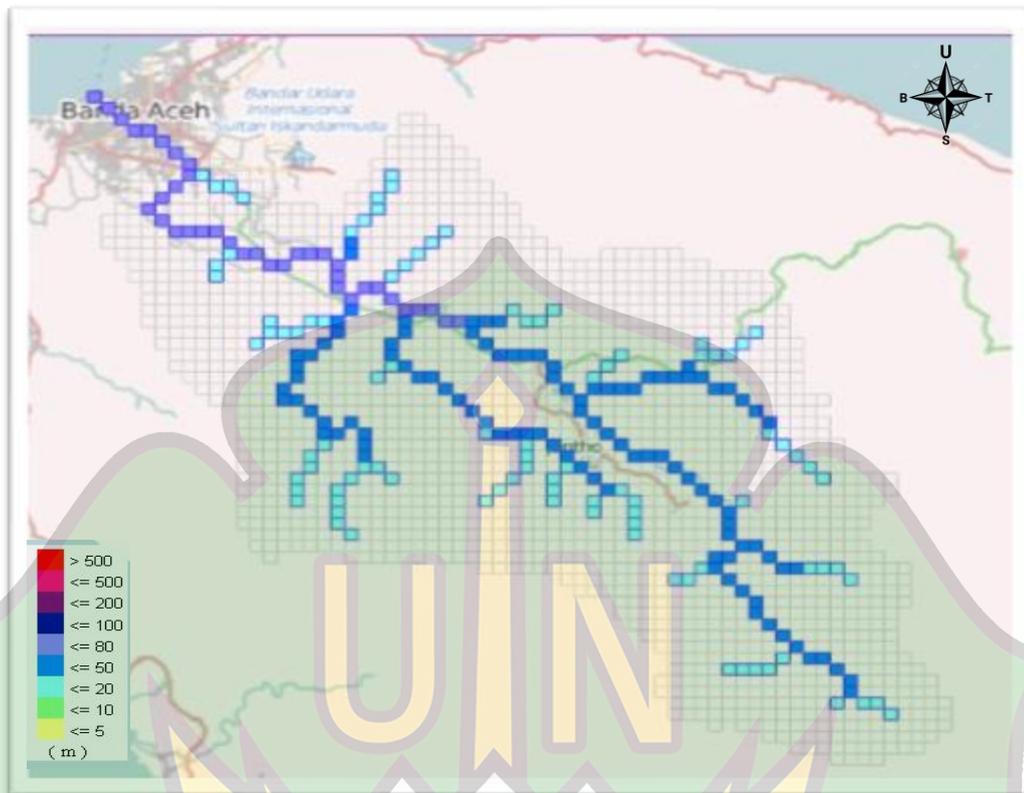
Data tanah, merupakan salah satu indikator untuk mendapatkan data debit, dan data ini juga didapatkan setelah menjalankan pada aplikasi RRI, data tanah yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Berdasarkan Gambar 4.5 dapat disimpulkan bahwa hampir keseluruhan tanah yang ada di Aceh Besar yaitu *clay loam* atau tanah lempung liat yang diberikan tanda dengan warna biru muda.

#### 5. Data Lebar Sungai

Lebar sungai juga termasuk dari salah satu indikator untuk mengetahui debit sungai yang ada pada Krueng Aceh. Lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 4.6.

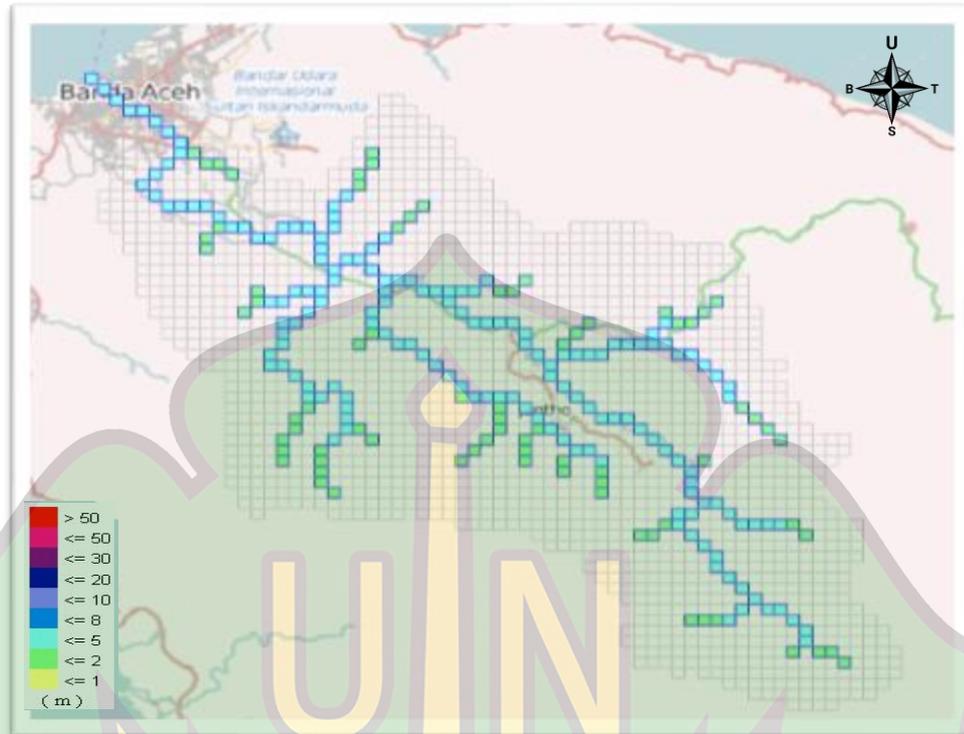


Gambar 4.6 Peta Lebar Sungai DAS Krueng Aceh

Pada Gambar 4.6 dijelaskan bahwasanya untuk sungai dengan lebar paling luas yaitu diatas 500 m yang ditunjukkan dengan warna merah, sedangkan untuk sungai yang luasnya paling kecil yaitu dibawah 5m yang ditunjukkan dengan warna kuning. Untuk Aceh Besar sendiri rata-rata luas sungai yaitu 60-100 m.

#### 6. Data Kedalaman Sungai جامعة الرانري

Kedalaman sungai juga termasuk dalam indikator yang sangat berpengaruh pada penelitian ini, karena data dari ke dalam sungai ini sangat berpengaruh untuk nantinya mengetahui nilai debit yang baik. Jelasnya bisa dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Peta Kedalaman Sungai DAS Krueng Aceh

Gambar 4.7 dijelaskan bahwasanya untuk kedalaman sungai yang paling tinggi diberi tanda dengan warna merah dengan kedalaman lebih dari 50 m, dan yang terendah diberi tanda dengan warna kuning dengan kedalaman kurang dari 1m. Krueng Aceh sendiri memiliki rata-rata dengan kedalaman 2-5 m.

#### 4.1.2 Kalibrasi dan Validasi RRI Model

Keberhasilan pada penerapan suatu model hidrologi pada DAS tergantung seberapa baik kalibrasi yang bergantung terhadap kemampuan teknis model hidrologi beserta kualitas data yang akan diinput pada model tersebut (Tjahjono dkk,2018)

Perlu dilakukannya kalibrasi dengan membandingkan data dari nilai debit hasil simulasi model dengan hasil debit pengukuran di lapangan atau debit observasi. Sehingga nantinya diharapkan perbandingan tersebut mencapai nilai yang maksimal. Adapun nilai koefisien memiliki beberapa kriteria seperti yang terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekomendasi Nilai

Nilai Koefisien Korelasi (R)	Interpretasi
$CE > 0,75$	Optimasi sangat Efisien
$0,36 < CE < 0,75$	Optimasi cukup Efisien
$CE < 0,35$	Optimasi tidak Efisien

Sumber: Hambali, 2008

Pada kalibrasi penelitian ini data yang digunakan yaitu menggunakan perbandingan pada tahun 2016 dan validasi pada tahun 2016-2017. Perubahan dilakukan terhadap parameter masukan baik itu dari penggunaan lahan, data tanah dan juga parameter DAS secara keseluruhan yang ada pada aplikasi tersebut. Parameter tersebut nantinya diubah menggunakan *Manual Calibration* dengan cara menaikkan dan menurunkan masing-masing nilai yang sensitif pada model tersebut seperti parameter *soil depth*, *gamma*, dan *simulation time* atau lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rekomendasi Nilai

Parameter	Rekomendasi Nilai
N (River)	0.015-0.040
N (Land)	0.150-1.000
Soil Depth (M)	0.500-2.000
Porosity (Gamma)	0.300-0.500
Ka (M/S)	0.010-0.300

Sumber: Tam, 2020

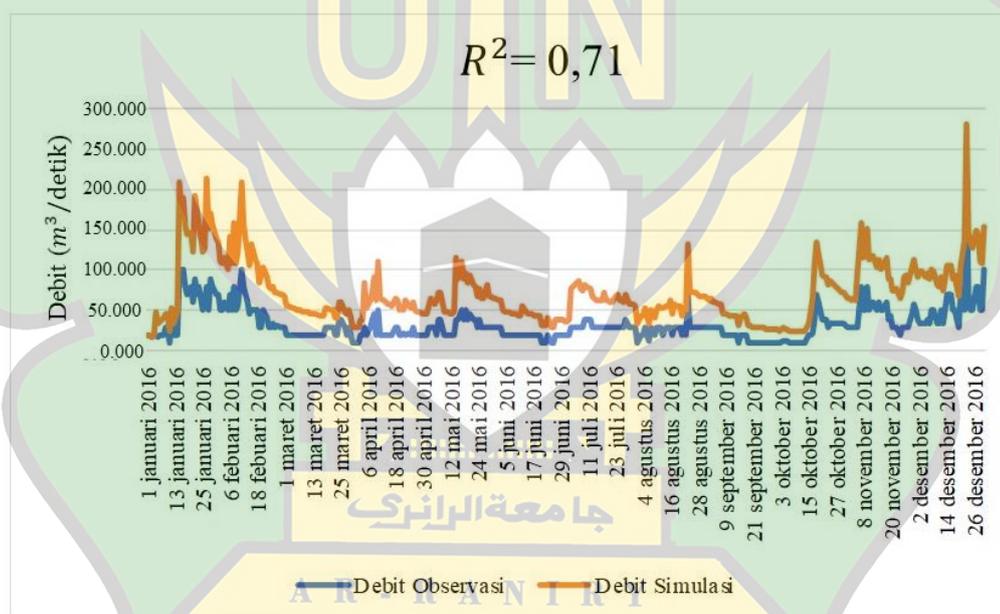
Adapun tabel di atas merupakan rekomendasi nilai yang harus diubah ketika nantinya dikalibrasi. Nilai tersebut hanyalah sebagai acuan untuk mengkalibrasi RRI Model, tidak harus sama dengan nilai di atas karena ada beberapa faktor yang berbeda seperti luas lahan, kedalaman sungai, jenis tanah dan sebagainya, dengan tempat yang akan diteliti sekarang.

Pada penelitian ini ada beberapa tambahan parameter yang diubah dan nilai parameter yang berbeda dikarenakan daerah lokasi yang diteliti, lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perubahan Parameter

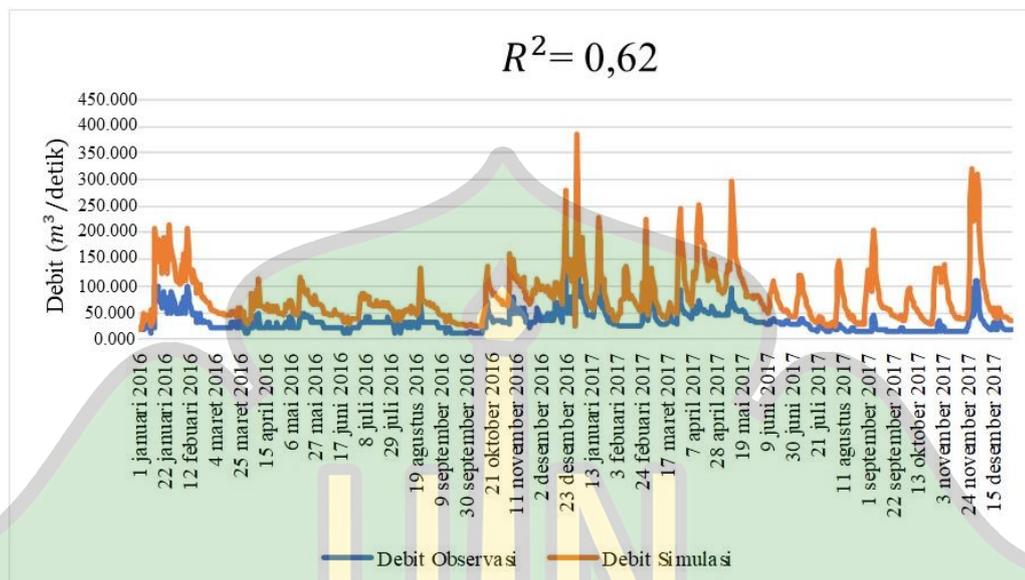
Parameter	Nilai Awal	Nilai Akhir
Ns Slope (Lereng/kemiringan)	4.000d-1	2.000d-3
Soil Depth (Kedalamana tanah)	1.000d0	6.000d-1
Gammaa (Rembesan)	4.750d-1	5.500d-1
Sf (Bagian vertikal)	3.163d-1	5.500d-2
Ka (Konduktivitas hidrolik tanah)	0.000d0	5.000d-2
Simulation Time	720	8760
Ns River (Lebar Sungai)	3.000d-2	1.000d-4

Setelah melakukan beberapa kali kalibrasi dan perubahan pada data parameter yang dihitung sekitar kurang lebih 800 kali kalibrasi, sehingga akhirnya menghasilkan nilai perbandingan yang cukup efisien dengan nilai  $R^2$  yaitu 0.71 yang juga dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Hasil Kalibrasi

Setelah melakukan kalibrasi, kemudian dilakukannya uji validasi, yang mana validasi pada penelitian ini menggunakan tahun 2016-2017, yang menggunakan data di tahun 2016 dengan parameter yang telah dikalibrasi dan hasilnya cukup efisien. Hal ini dibuktikan dengan hasil dari nilai  $R^2$  yang bernilai 0,62 yang dapat dilihat grafiknya pada Gambar 4.9.

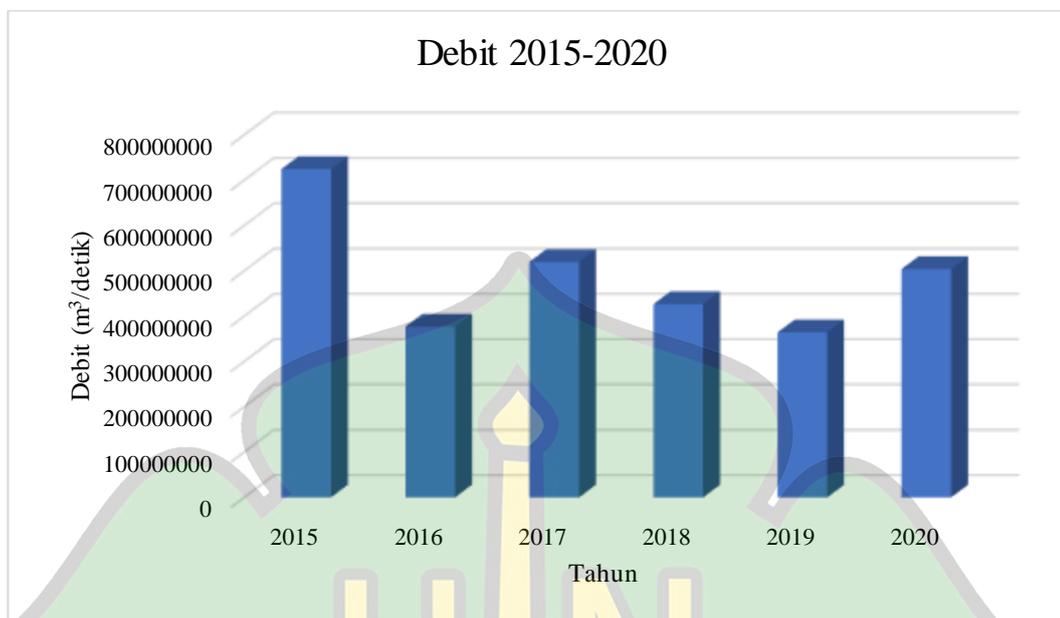


Gambar 4.9 Hasil Validasi

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil model RRI ini baik dan dapat diaplikasikan untuk melakukan pemodelan hidrologi untuk sungai dalam lingkup DAS.

#### 4.1.3 Hasil Debit RRI Model

Setelah melakukan beberapa tahap dalam menjalankan model RRI, baik itu dalam pengumpulan data dan juga kalibrasi model, maka telah didapatkan hasil dari debit Krueng Aceh dari tahun 2015-2020 yang jika ditotalkan bernilai  $2.917.251.936 m^3$ /thn, atau lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Debit 2015-2020

Dari gambar diatas untuk debit tertinggi yaitu  $724.517.568 \text{ m}^3/\text{thn}$  di tahun 2015 dan untuk debit terkecil yaitu  $364.070.592 \text{ m}^3/\text{thn}$  di tahun 2019. Setelah diketahui debit sungai yang ada di Krueng Aceh maka tahap selanjutnya mencari kebutuhan air domestik untuk 15 tahun yang akan datang dengan cara memproyeksikan penduduk, yang akan dibahas pada pembahasan berikutnya.

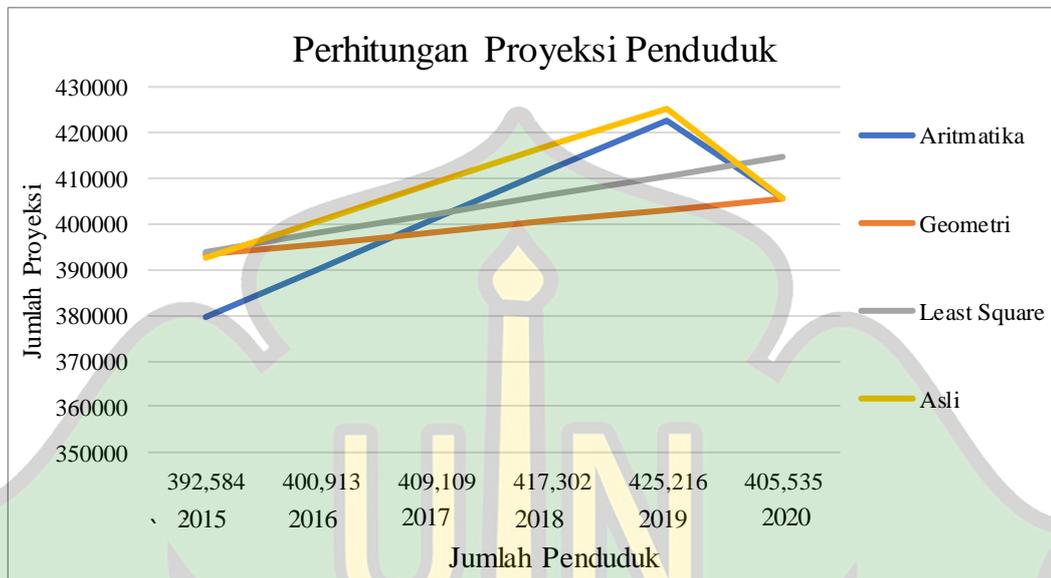
## 4.2 Menghitung Kebutuhan Air

Untuk mengetahui kebutuhan air kedepannya, maka terlebih dahulu harus mengetahui jumlah proyeksi penduduk kedepannya, sehingga setelah mengetahui proyeksi penduduk barulah menghitung estimasi ketersediaan air dengan debit yang telah didapatkan melalui pemodelan RRI.

### 4.2.1 Prediksi Jumlah Penduduk (15 Tahun Kedepan)

Untuk memprediksikan jumlah kebutuhan air 15 tahun yang akan datang, diperlukannya proyeksi penduduk terlebih dahulu. Untuk memproyeksikan jumlah penduduk yang akan mendatang, pada penelitian ini menggunakan 3 metode yaitu geometri, aritmatika, dan *least square*. Dari ke 3 metode tersebut maka dapatlah hasil dari langkah pertama perhitungan mundur proyeksi penduduk yang berbeda dan nantinya nilai deviasi terendah dari metode tersebut digunakan untuk

memproyeksi ke tahun yang akan datang. Berikut grafik perhitungan mundur ketiga metode tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Proyeksi Penduduk

Setelah mendapatkan hasil perhitungan mundur dari tiap-tiap metode, maka kemudian dicari nilai standar deviasi terendah dari setiap metode. Pada penelitian kali ini metode selanjutnya akan digunakan yaitu metode *Least Square* dikarenakan memiliki nilai standar deviasi terendah dengan nilai 8247,4. Maka oleh karena itu dilakukan proyeksi penduduk 15 tahun ke depan dengan menggunakan metode *Least Square* untuk tahun 2035 yang bisa dilihat pada Tabel 4.4.

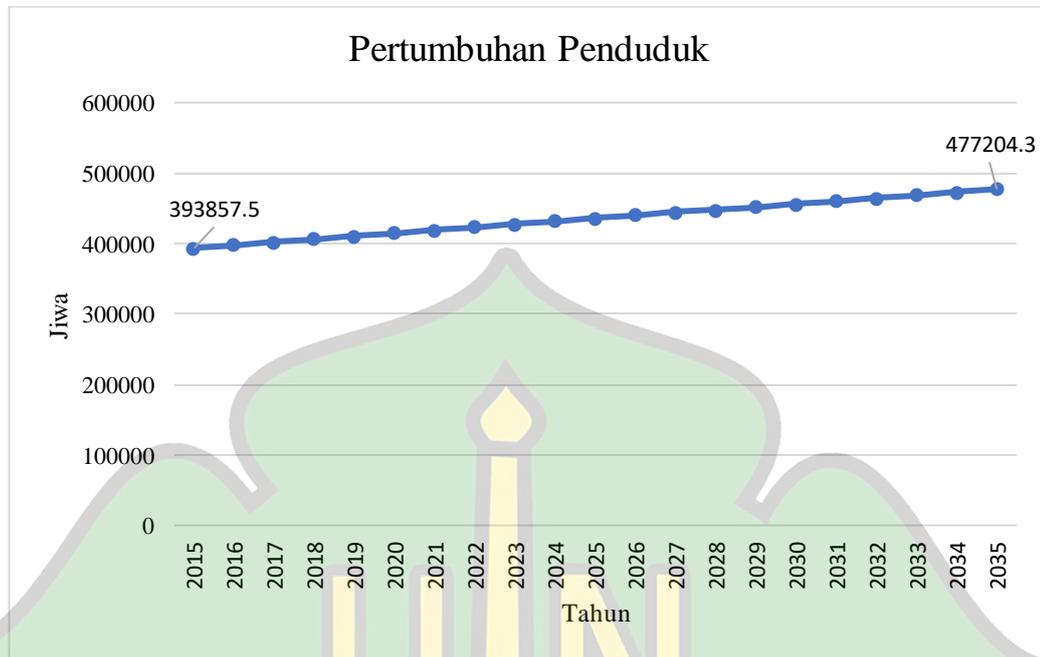
جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Tabel 4.4 Proyeksi Penduduk

Pertumbuhan Penduduk				
Tahun	a +	b	x	Jiwa
2015	393857.4667	4167.3	0	393857.5
2016	393857.4667	4167.3	1	398024.8
2017	393857.4667	4167.3	2	402192.2
2018	393857.4667	4167.3	3	406359.5
2019	393857.4667	4167.3	4	410526.8
2020	393857.4667	4167.3	5	414694.2
2021	393857.4667	4167.3	6	418861.5
2022	393857.4667	4167.3	7	423028.9
2023	393857.4667	4167.3	8	427196.2
2024	393857.4667	4167.3	9	431363.6
2025	393857.4667	4167.3	10	435530.9
2026	393857.4667	4167.3	11	439698.2
2027	393857.4667	4167.3	12	443865.6
2028	393857.4667	4167.3	13	448032.9
2029	393857.4667	4167.3	14	452200.3
2030	393857.4667	4167.3	15	456367.6
2031	393857.4667	4167.3	16	460535.0
2032	393857.4667	4167.3	17	464702.3
2033	393857.4667	4167.3	18	468869.6
2034	393857.4667	4167.3	19	473037.0
2035	393857.4667	4167.3	20	477204.3

Pada Table 4.4 dapat dilihat setiap tahunnya jumlah penduduk di Kabupaten Aceh Besar terus meningkat hingga di tahun 2035 berjumlah penduduk di Kabupaten Aceh Besar berjumlah 477204 jiwa. Jelasnya juga bisa dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pertumbuhan Penduduk

### 4.3 Kebutuhan Domestik

Setelah mengetahui jumlah penduduk di tahun 2035 dengan jumlah penduduk 477204 jiwa. Berdasarkan SNI 19-6728.1-2002 dan Ditjen Cipta Karya, untuk kebutuhan air domestik 2035 yang akan dicari dengan mengalikan antara jumlah penduduk dengan kebutuhan air bersih liter/orang/hari seperti persamaan berikut ini:

$$(Q_y = dy \times py)$$

$$Q_y = 130 \times 477.204$$

$$Q_y = 62.036.559 \text{ m}^3/\text{thn}$$

Tahun 2035 untuk kebutuhan air domestik di Kabupaten Aceh Besar yaitu  $62.036.559 \text{ m}^3/\text{thn}$ , yang mana total kebutuhan air domestik tersebut meningkat dari tahun 2020 sesuai dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk pada Kabupaten Aceh Besar di tahun 2035. Meningkatnya kebutuhan air domestik ini dapat dilihat pada Gambar 4.13



Gambar 4.13 Jumlah Penduduk dengan Kebutuhan Air

Pada gambar 4.13 dijelaskan untuk kebutuhan air domestik tiap tahunnya meningkat hingga 15 tahun yang akan datang, dari 2021 dengan jumlah penduduk 418.862 jiwa dengan kebutuhan  $54.451.995 \text{ m}^3/\text{thn}$ , hingga di tahun 2035 dengan jumlah penduduk 477.204 jiwa dengan kebutuhan  $62.036.559 \text{ m}^3/\text{thn}$ .

Untuk kebutuhan air Domestik di Aceh Besar pada tahun 2020 yaitu  $52.719.550 \text{ m}^3/\text{thn}$ , dengan ketersediaan debit  $908.205.152 \text{ m}^3/\text{thn}$  dan debit yang diproduksi pada Krueng Aceh untuk PDAM Tirta Mountala di tahun 2020 sebesar  $6.888.420 \text{ m}^3/\text{thn}$ . Agar lebih jelas bisa dilihat pada Gambar 4.14.

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



Gambar 4.14 Ketersediaan dan Kebutuhan 2020

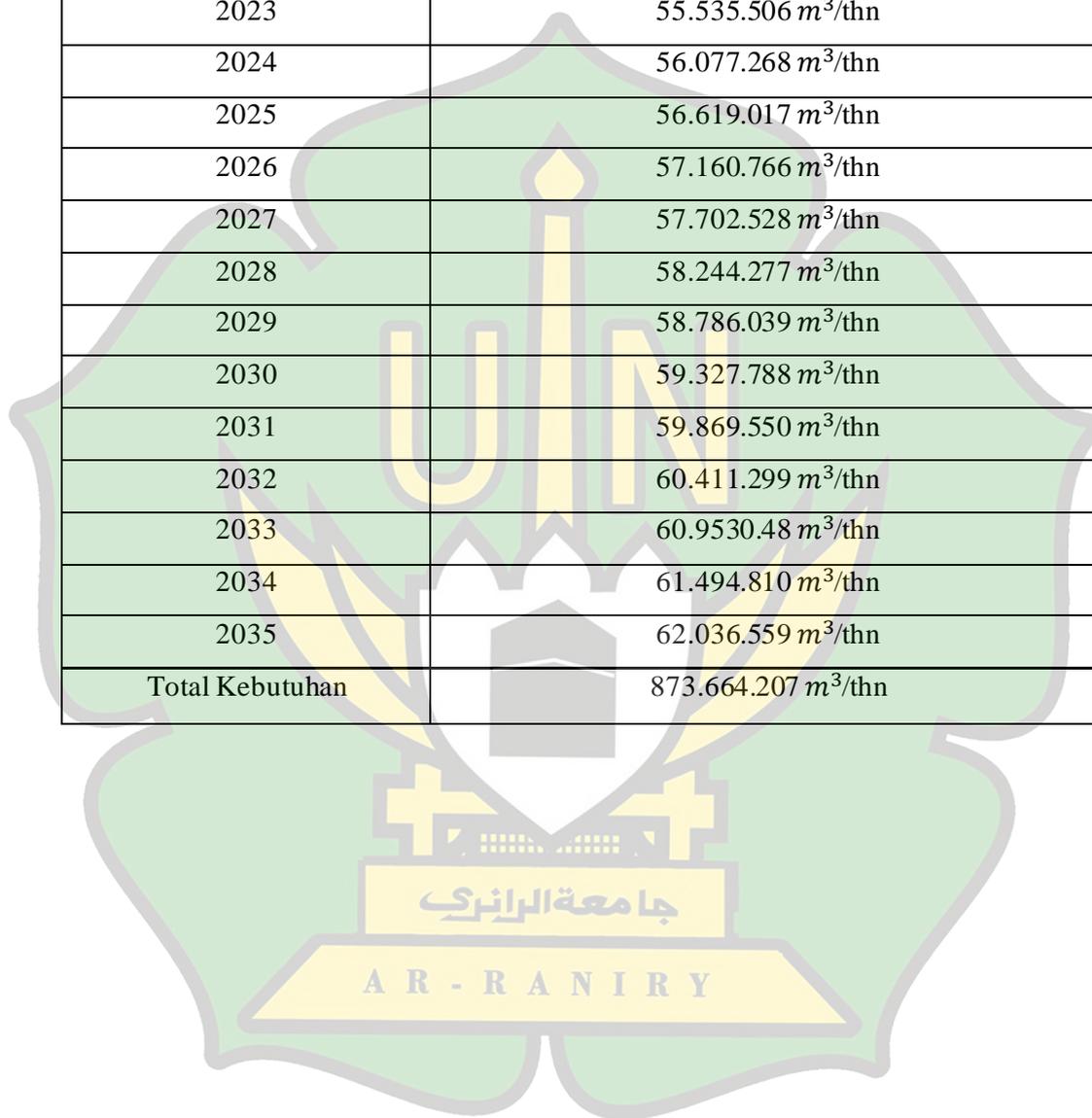
Dari gambar 4.14 dapat disimpulkan bahwa untuk ketersediaan air di DAS Krueng Aceh melebihi dari total kebutuhan dan total produksi pada PDAM, dan dapat diperkirakan bahwa ketersediaan debit di tahun 2020 mampu mencukupi untuk kebutuhan domestik Aceh Besar hingga 15 tahun mendatang di tahun 2035.

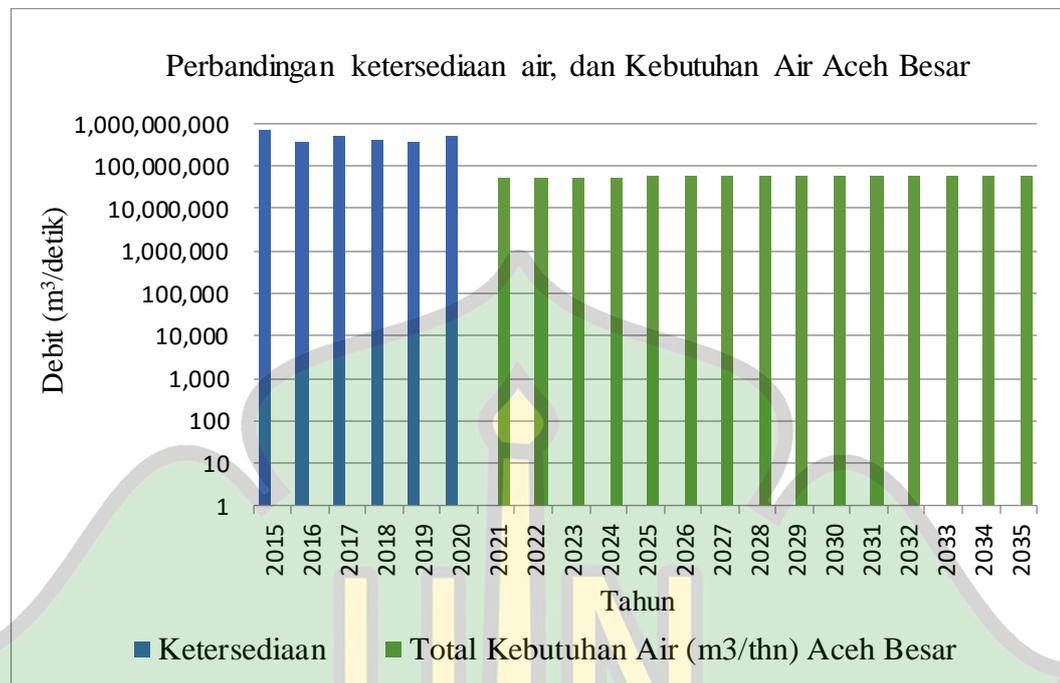
#### 4.4 Ketersediaan dan Kebutuhan

Untuk hasil akhir dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa total debit di DAS Krueng Aceh dari tahun 2015-2020 sebesar  $2.917.251.936 \text{ m}^3/\text{thn}$ , dengan kebutuhan air dari 2021 sebesar  $54.451.995 \text{ m}^3/\text{thn}$ , dan 2035 sebesar  $62.036.559 \text{ m}^3/\text{thn}$ , maka jika ditotalkan kebutuhan air domestik dari tahun 2021-2035 sebesar  $873.664.207 \text{ m}^3/\text{thn}$ . Dapat juga dilihat pada Tabel 4.5, dan Gambar 4.15 dan 4.16

Tabel 4.5 Total Kebutuhan

Tahun	Kebutuhan
2021	54.451.995 $m^3$ /thn
2022	54.993.757 $m^3$ /thn
2023	55.535.506 $m^3$ /thn
2024	56.077.268 $m^3$ /thn
2025	56.619.017 $m^3$ /thn
2026	57.160.766 $m^3$ /thn
2027	57.702.528 $m^3$ /thn
2028	58.244.277 $m^3$ /thn
2029	58.786.039 $m^3$ /thn
2030	59.327.788 $m^3$ /thn
2031	59.869.550 $m^3$ /thn
2032	60.411.299 $m^3$ /thn
2033	60.9530.48 $m^3$ /thn
2034	61.494.810 $m^3$ /thn
2035	62.036.559 $m^3$ /thn
Total Kebutuhan	873.664.207 $m^3$ /thn





Gambar 4.15 Ketersediaan dan Kebutuhan

Dari tabel 4.5 dan gambar 4.15 disimpulkan bahwa debit tertinggi yaitu  $724.517.568 m^3/thn$  di tahun 2015 dan untuk debit terkecil yaitu  $364.070.592 m^3/thn$  di tahun 2019. Untuk kebutuhan air domestik tiap tahunnya meningkat hingga 15 tahun yang akan datang, dari 2021 dengan jumlah penduduk 418.862 jiwa dengan kebutuhan  $54.451.995 m^3/thn$ , hingga di tahun 2023 dengan jumlah penduduk 477.204 jiwa dengan kebutuhan  $62.036.559 m^3/thn$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk ketersediaan air pada DAS Krueng Aceh dari tahun 2015-2020 sebesar  $2.917.251.936 m^3/thn$ , dan untuk kebutuhan domestik hingga 15 tahun mendatang hingga 2035 sebesar  $873.664.207 m^3/thn$ . Maka dapat disimpulkan untuk hasil estimasi ketersediaan air menggunakan pemodelan RRI dari tahun 2015-2020 dan kebutuhan domestik hingga 15 tahun kedepan di tahun 2035, bahwasanya mencukupi dengan metode dan perhitungan yang telah dilakukan

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Pada penelitian ini menggunakan pemodelan hidrologi RRI (Rainfall-Run off-Inundation) untuk melakukan estimasi terhadap ketersediaan air di DAS Krueng Aceh untuk kebutuhan Domestik Kabupaten Aceh Besar. Pemodelan ini dilakukan dengan melakukan kalibrasi pada tahun 2016 dan validasi pada tahun 2016-2017 sehingga didapatkan hasil kalibrasi dengan nilai  $R^2 = 0.71$ , sedangkan validasi didapatkan pada tahun 2016-2017 dengan  $R^2 = 0.62$ . Dengan demikian hasil dari kalibrasi dan validasi dengan pemodelan RRI untuk DAS Krueng Aceh cukup efisien untuk digunakan
2. Untuk hasil akhir debit pada penelitian ini menggunakan pemodelan RRI di tahun 2015-2020 pada DAS Krueng Aceh sebesar  $2.917.251.936 \text{ m}^3/\text{thn}$ , dan untuk kebutuhan total domestik pada Kabupaten Aceh Besar hingga 2035 sebesar  $873.664.207 \text{ m}^3/\text{thn}$ .
3. Maka dapat disimpulkan untuk hasil estimasi ketersediaan air menggunakan pemodelan RRI di tahun 2020 dan kebutuhan domestik hingga 15 tahun ke depan di tahun 2035, masih mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air domestik di Kabupaten Aceh Besar.

#### **5.2 Saran**

1. Melakukan kalibrasi lanjut dengan menggunakan set parameter yang telah ditentukan dan menggunakan data yang lengkap agar mendapatkan nilai koefisien yang tinggi.
2. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan perhitungan kebutuhan air non domestik agar mengetahui apakah ketersediaan air pada DAS tersebut dapat memenuhi atau tidak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Zeid, M., & Shiklomanov, I. A. (2004). Water Resources as a Challenge of the Twenty-First Century. In *World Meteorological Organization* (Issue 959).
- Alfaisal, Syamsidik, & Masimin. (2017). Kajian Pola Sebaran Sedimen Pada Saluran Banjir Sungai Krueng Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(3), 283–296.
- Ferdinansyah, E., Azmeri., & Fatimah, E. (2018). Faktor Dominan Dan Strategi Penyediaan Air Bersih Di Desa Rawan Air Bersih Pada Kecamatan. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4), 903–914.
- Hidayat, A. (2013). *Prediksi Kebutuhan Air Bersih untuk Lima Belas Tahun yang Akan Datang DI KABUPATEN ROKAN HULU – PROVINSI RIAU*.
- Ikhwal, M. F. (2022). *Riset Teknik dan Sains Terapan hidrologi terdistribusi penuh di DAS Huai Luang , Thailand Machine Translated by Google*. 49(4), 470–484.
- Ikhwal, M. F., Pawattana, C., Nur, S., Azhari, B., Ikhsan, M., Aida, N., & Silvia, C. S. (2022). Reviews, challenges, and prospects of the application of Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modelling System (HEC-HMS) model in Indonesia. *Engineering and Applied Science Research*, 49(5), 669–680. <https://doi.org/10.14456/easr.2022.65>
- Ikhwal, M. F., Ersan, N. S., Khairi, A., Prayogo, W., Wesli. (2022). *Pengembangan Aplikasi Alat Kaji Tanah & Air Pada Krueng Aceh Watershed Riview*. 12(1), 191–204.
- Karunia, T. U., & Ikhwal, M. F. (2021). Effects of population and land-use change on water balance in DKI Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 622(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/622/1/012045>
- Karyana, Y., & Ruslana, N. (2021). Proyeksi Penduduk Jawa Barat Tahun 2025 – 2035 Menggunakan Metode Campuran Dengan Data Dasar Sensus Penduduk 2020. *Jurnal Ilmu Ekonomi*, 2(1), 26–35.
- Krisnayanti, D. S. (2021). *Jurnal Teknik Sipil, Vol. II. No. 1, April 2013*. II(1), 71–86.
- Locomotor, R. S. de H. do A. (2000). *Coluna: como protegê-la no seu dia a dia: orientações*. June, [6]-[6]. <https://doi.org/10.1301/nr.2005.jun.S30>
- Mirza, A. (2016). Prosiding Seminar ACE. *Identifikasi Sedimentasi Lahan Pada DAS Sungai Paku Kabupaten Kampar Riau Berbasis GIS*, 8(15), 17–28.

- Nastiti, K. D., Kim, Y., Jung, K., & An, H. (2015). The application of Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) model for inundation case in upper Citarum Watershed, West Java-Indonesia. *Procedia Engineering*, 125, 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.024>
- Nursyah, E., & Amir, Z. (2019). *Studi Pemakaian Air Pada Jaringan Air Bersih Kabupaten Aceh Besar ( Studi Kasus : Kecamatan Peukan Baada )*. 1(3), 169–175.
- Purwanto, W., Samekto, C., Aisyah, N., Ardhiantie, A., Hazet, F., Gracianto, A., & Wiryanti, K. (2017). Study of Domestic Water Mix. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 1(1), 32–45. <https://doi.org/10.36574/jpp.v1i1.7>
- Radianica, N., Ikhwal, M. F., & Safriani, M. (2022). *Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Saluran Irigasi*. 1(1), 131–138.
- Rahmi, L. (2017). Analisis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Terhadap Kondisi Ketenagakerjaan Di Kota Sawahlunto Sumatera Barat. *Georafflesia*, 2(1), 95–106.
- Sasongko, E. B., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2014). Study of Water Quality and Utility of Dug Well to the People around Kaliyasa Rivers Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 72.
- Sayama, T., Ozawa, G., Kawakami, T., Nabesaka, S., & Fukami, K. (2012). Analyse pluie-débit-inondation de la crue de 2010 au Pakistan dans le bassin de la rivière Kaboul. *Hydrological Sciences Journal*, 57(2), 298–312. <https://doi.org/10.1080/02626667.2011.644245>
- Siddiqui, M. J., Haider, S., Gabriel, H. F., & Shahzad, A. (2018). Rainfall–runoff, flood inundation and sensitivity analysis of the 2014 Pakistan flood in the Jhelum and Chenab river basin. *Hydrological Sciences Journal*, 63(13–14), 1976–1997. <https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1546049>
- Silvia, C. S., & Safriani, M. (2018). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 4(1), 62–73. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v4i1.590>
- Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(3), 207–218. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.3.207-218>
- Suprayogi, I., Fauzi, M., Bochari, & Handayani, R. A. (2012). Prediksi Ketersediaan Air Sebuah Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Aptek*, 4(2), 89–96.
- Sutikno. (2017). Proyeksi Ketersediaan Air Tahun 2036 Terhadap Sumber Air

- Junrejo Pada Hipam Kelurahan Dadapreja Kecamatan Junrejo Kota Batu. *Jurnal Reka Buana*, 2(1), 19–29.
- Syaifullah, M. D. (2014). Validasi Data Trmm Terhadap Data Curah Hujan Aktual Di Tiga Das Di Indonesia. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 15(2), 109–118. <https://doi.org/10.31172/jmg.v15i2.180>
- Syukri, M., Maulidia, & Nurmalita. (2013). *Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Masyarakat Menuju Hutan Aceh Berkelanjutan, Banda Aceh, 19 Maret 2013*.
- Tukiran, T. (2016). Proyeksi Penduduk Indonesia 1990-2010. *Populasi*, 3(2). <https://doi.org/10.22146/jp.11199>
- Wulandari, E.E., & Basri, H.H. (2021). Analisis ketersediaan, kebutuhan dan indeks penggunaan air di sub das krueng jreue kabupaten aceh besar provinsi aceh. 3, 193–205. <https://doi.org/10.47647/jrr>
- Zafari, N., Sharma, A., Navaratna, D., Jayasooriya, V. M., & McTaggart, C. (2022). A Comparative Evaluation of Conceptual Rainfall – Runoff Models for a Catchment in Victoria Australia Using eWater Source. 1–22.
- Zulfakri, Yusrizal, Defrian, A., & Nasir, M. (2021). Rona Teknik Pertanian, 14 (2) Oktober 2021. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 14(2), 19–30.
- Zulfikar, T. M. (2019). *Kajian Kualitas Air Alami Di Taman Hutan Raya Saree Kecamatan Lembah Seulawah , Kabupaten Aceh Besar*. 3(1), 92–106.

