

**MODEL GENANGAN, DEBIT DAN KETINGGIAN AIR
MENGUNAKAN *RAINFALL RUNOFF INUNDATION*
MODEL PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KRUENG
ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

NUR AZIZAH

NIM. 160702049

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**MODEL GENANGAN, DEBIT DAN KETINGGIAN AIR MENGGUNAKAN
RAINFALL RUNOFF INUNDATION MODEL PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI
(DAS) KRUENG ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Mem peroleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

**NUR AZIZAH
NIM. 160702049**

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

Banda Aceh, 09 Desember 2021
Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M. Sc
NIP. 198912132014031002


Hendri Ahmadian, M.IM
NIP.198301042014031002

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

**MODEL GENANGAN, DEBIT DAN KETINGGIAN AIR MENGGUNAKAN
RAINFALL RUNOFF INUNDATION MODEL PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI
(DAS) KRUENG ACEH**

TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/ Tanggal: Selasa, 13 Desember 2022
19 Jumadil Awal 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Abd Mujahid Hamdan, M. Sc
NIP. 198912132014031002

Hendri Ahmadian, M.IM
NIP.198301042014031002

Penguji I,

Penguji II,

Malahayati, M.T
NIP.198301272015032003

M.Faisi Ikhwal, S.T., M. Eng.
NIP. 199110082020121013

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 : Nur Azizah
NIM : 160702049
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Model Genangan, Debit Dan Ketinggian Air Menggunakan Rainfall Runoff Inundation Model Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

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.

Banda Aceh, 5 Desember 2022

Yang Menyatakan,


METERAN
TEMPEL
8D2AKX344320822
ur Azizah

ABSTRAK

Nama : Nur Azizah
NIM : 160702049
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Model Genangan, Debit Dan Ketinggian Air
Menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* Model
Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh
Tanggal Sidang : 13 Desember 2022
Jumlah Halaman : 60 Halaman
Pembimbing I : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
Pembimbing II : Hendri Ahmadian, M.IM
Kata Kunci : *Rainfall Runoff Inundation*, Debit, Ketinggian Air,
Genangan.

Wilayah kawasan hutan Daerah Aliran Sungai atau DAS Krueng Aceh sangat berperan penting dalam pengaturan tata air khususnya untuk wilayah kawasan Aceh Besar dan Banda Aceh. Namun, Seiring berjalan waktu kondisi fisik DAS Krueng Aceh telah mengalami longsor, banjir, erosi di dasar sungai, perubahan bentang alam, kekeringan, serta fluktuasi debit ketika musim hujan dan musim kemarau sehingga DAS Krueng Aceh termasuk kedalam DAS kritis dan ditetapkan menjadi DAS prioritas. Berdasarkan latar belakang diatas pencegahan dan pengurangan kerusakan akibat banjir, perlu dilakukan sebagai tindakan pencegahan. Salah satu teknik pencegahan non struktural yaitu dengan pemodelan hidrologi menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* model. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan debit, genangan dan ketinggian air pada Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh periode 2012-2020 menggunakan *software Rainfall Runoff Inundation* model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genangan maksimal terjadi pada tahun 2012. Data dikalibrasi dengan data debit lampisang yang menghasilkan R^2 tertinggi pada tahun 2013 dengan $R^2 = 0.86$, yang menunjukkan bahwa model simulasi ditahun 2013 memiliki nilai interpretasi pengaruh tinggi dan dapat diterima. Hasil validasi ketinggian air terhadap tinggi muka air divalidasi menggunakan ketinggian muka air Krueng Khee dengan R^2 tertinggi pada tahun 2016 dengan $R^2 = 0.75$ Hasil validasi ketinggian air terhadap debit periode 2012-2020 dengan $R^2 = 0,93$ dan memiliki nilai interpretasi tinggi

A R - R A N I R Y

ABSTRACT

Name : Nur Azizah
Student ID Number : 160702049
Departement : Environmental Engineering
Title : *Inundation Model, Distribution And Water Levels Using The Rainfall Runoff Inundation Model In The Krueng Aceh Watershed Area*
Date : 13 December 2022
Number of Pages : 60 pages
Advisor I : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
Advisor II : Hendri Ahmadian, M.IM
Keywords : *Rainfall Runoff Inundation, Discharge, Water Level, Inundation.*

The forest area of the Krueng Aceh Watershed or Watershed plays an important role in regulating water management, especially for the Aceh Besar and Banda Aceh areas. However, over time, the physical condition of the Krueng Aceh Watershed has experienced landslides, floods, riverbed erosion, changes in landscape, drought, and fluctuations in discharge during the rainy season and dry season so that the Krueng Aceh Watershed is included in the critical watershed and is designated as a priority watershed. Based on the above background, prevention and reduction of damage due to flooding needs to be done as a preventive measure. One of the non-structural prevention techniques is hydrological modeling using the Rainfall Runoff Inundation model. This study aims to simulate discharge, inundation and water level in the Krueng Aceh Watershed for the 2012-2020 period using the Rainfall Runoff Inundation model software. The results showed that maximum inundation occurred in 2012. The data was calibrated with lampisang discharge data which produced the highest R2 in 2013 with $R2 = 0.86$, which shows that the simulation model in 2013 has a high and acceptable interpretation value. The validation results of the water level against the water level were validated using the Krueng Khee water level with the highest R2 in 2016 with $R2 = 0.75$.

A R - R A N I R Y

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah, Dia-lah yang telah menganugerahkan Al-Quran sebagai hudan lin naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatan lil ‘alamin (rahmat bagi segenap alam) serta karuania-Nya. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada manusia terbaik, penutup Nabi dan Rasul, Muhammad SAW, dialah penyampai, pengamal dan penafsir Al-Quran. Dengan pertolongan dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir Penelitian dengan judul **“Model Genangan, Debit Dan Ketinggian Air Menggunakan *Rainfall Runoff Inundation Model* Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh”**. Tugas Akhir ini disusun guna memperoleh gelar Sarjana di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada orang tua, Ayahanda Umar Jalil dan Ibunda Hasmiati yang telah banyak berkorban, serta yang senantiasa selalu mendoakan penulis. Penulis menyadari bahwa selama berlangsungnya pembuatan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Ar-Raniry Banda Aceh
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak M. Faisi Ikhwali, S.T., M. Eng., selaku Penasehat Akademik dan juga telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku Pembimbing I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.

6. Bapak Hendri Ahmadian, M.IM selaku Pembimbing II yang telah memberi saran dan solusi dalam penulisan Tugas Akhir yang telah memberi ilmu dan saran serta masukan pada seminar.
7. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
8. Maulidianur, S.T., Fatria Al Kautsar Syafri, S.t., Muhammad Fadhil Zainuddin, S.T., Dhiya Shaphira, S.T. selaku tim diskusi dalam melaksanakan penelitian ini serta membantu dalam pengambilan data.
9. Maulidianur, Muhammad Iswandi, Sri Mutia Mayliansa, Syarifah 'Aliya Yasmin, Raihan Rani, dan seluruh rekan-rekan Jurusan Teknik Lingkungan angkatan 2016 yang telah bersama-sama dalam mengerjakan tugas akhir, berdiskusi dalam penyusunan tugas akhir, serta memberikan semangat dan kebersamaan.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah Swt berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya perkembangan ilmu pengetahuan di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyadari bahwa Proposal Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan oleh karena itu kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan Proposal Tugas Akhir ini.

Banda Aceh, 13 Desember 2022

Penulis,

Nur Azizah

DAFTAR ISI

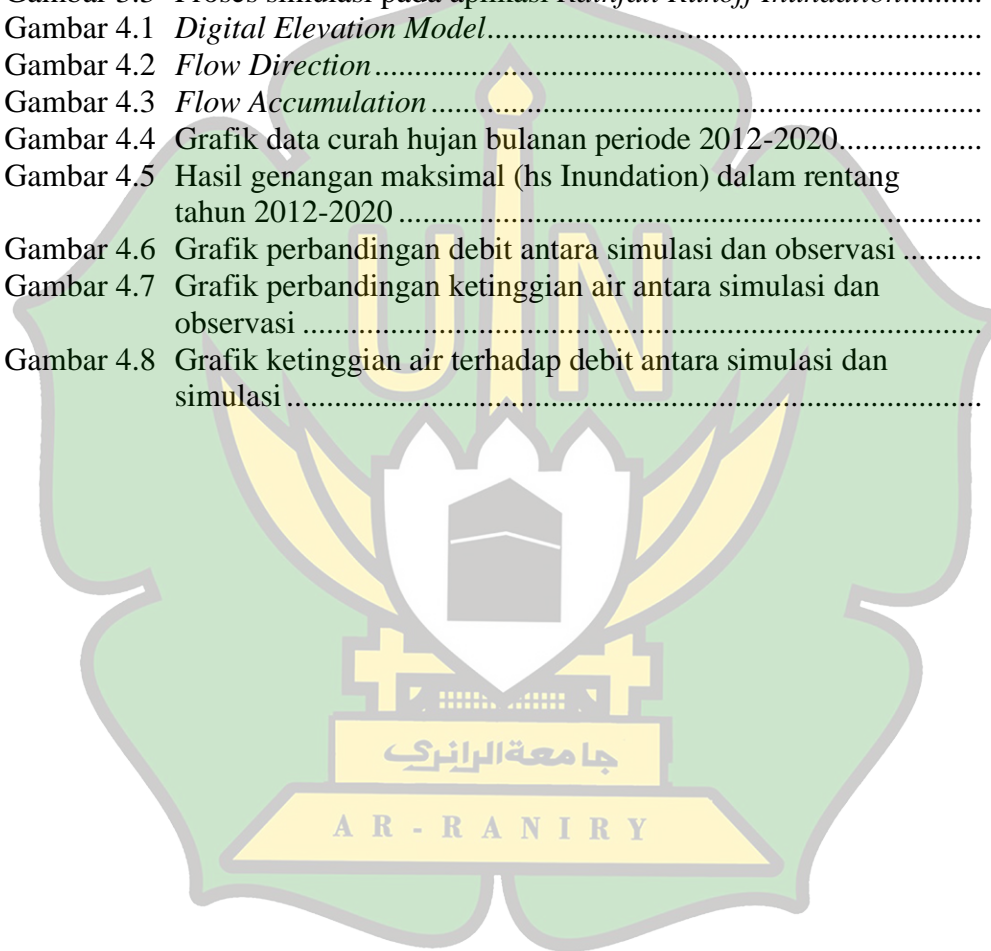
	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat penelitian.....	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Siklus Hidrologi	4
2.2 Daerah Aliran Sungai.....	5
2.3 Genangan Air	6
2.4 Debit dan Ketinggian Air	7
2.5 Model hidrologi <i>Rainfall Runoff Inundation</i>	8
2.6 Penggunaan RRI model.....	10
2.7 Evaluasi Model.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Jenis Penelitian.....	15
3.2 Lokasi Pemodelan.....	15
3.3 Alat dan Data Penelitian.....	17
3.3.1 Alat Penelitian	17
3.3.2 Data Penelitian	17
3.4 Prosedur Penelitian.....	18
3.4.1 Tinjauan Kepustakaan	19
3.4.2 Pengumpulan Data.....	19
3.4.3 Simulasi <i>Rainfall Runoff Inundation</i> (RRI)	19
3.4.4 Evaluasi Model.....	20
3.4.5 Visualisasi Hasil	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Data Topografi	21
4.2 Geometri Sungai.....	23
4.3 Data Curah Hujan.....	23

4.4	Hasil Evaluasi Model	25
4.5	Hasil Visualisasi Model	27
4.5.1	Model Genangan Air	27
4.5.2	Model Debit.....	30
4.5.3	Model Ketinggian Air.....	32
4.5.4	Model Ketinggian Air terhadap Debit	34
BAB V PENUTUP.....		36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....		37
LAMPIRAN.....		39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambaran siklus hidrologi (Hartini, 2017).....	4
Gambar 2.2	<i>Rainfall runoff inundation</i> model (Sayama, 2017)	9
Gambar 2.3	Jendela utama RRI	11
Gambar 2.4	Jendela RRI.....	12
Gambar 2.5	Visualisasi menggunakan RRI <i>viewer</i>	12
Gambar 3.1	Peta lokasi pemodelan	16
Gambar 3.2	Bagan alir tahapan penelitian.....	18
Gambar 3.3	Proses simulasi pada aplikasi <i>Rainfall Runoff Inundation</i>	19
Gambar 4.1	<i>Digital Elevation Model</i>	21
Gambar 4.2	<i>Flow Direction</i>	22
Gambar 4.3	<i>Flow Accumulation</i>	23
Gambar 4.4	Grafik data curah hujan bulanan periode 2012-2020.....	24
Gambar 4.5	Hasil genangan maksimal (hs Inundation) dalam rentang tahun 2012-2020	29
Gambar 4.6	Grafik perbandingan debit antara simulasi dan observasi	32
Gambar 4.7	Grafik perbandingan ketinggian air antara simulasi dan observasi	34
Gambar 4.8	Grafik ketinggian air terhadap debit antara simulasi dan simulasi	35



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria nilai koefisiensi determinasi (Iqbal dkk., 2015)	13
Tabel 3.1 Daftar data penelitian	17
Tabel 4.1 Parameter setting pada RRI model.....	25
Tabel 4.2 Hasil kalibrasi dan validasi debit	26
Tabel 4.3 Hasil validasi ketinggian air.....	26
Tabel 4.4 Hasil validasi ketinggian air terhadap debit.....	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Simulasi <i>Rainfall Runoff Inundation</i> Model.....	39
Lampiran 2. Memvisualisasikan hasil simulasi	45



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan	Halaman
BMKG	Badan Meteorologi Klimatologi GEFISIKA	19
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah	1
BWSS	Badan Wilayah Sungai Sumatera	19
DAS	Daerah Aliran Sungai	1
HydroSHEDS	<i>Hydrological data and maps based on SHuttle Elevation Derivatives at multiple Scales</i>	11
RRI	<i>Rainfall Runoff Inundation</i>	8
SWAT	<i>Soil Water Assessment Tool</i>	2



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah aliran sungai atau disingkat DAS merupakan wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh pengunungan yang berfungsi dapat menyimpan serta menampung air hujan yang kemudian dapat disalurkan kelaut melalui sungai utama (Darmawan dan Setyono, 2019). Kawasan hutan yang mengalami perubahan permukaan yang kedap air dapat menyebabkan air hujan tidak dapat meresap ke dalam tanah. Air hujan tersebut akan langsung menjadi aliran permukaan yang dapat meningkatkan potensi banjir serta genangan pada kawasan hutan tersebut. Besarnya aliran permukaan pada suatu wilayah dapat menyebabkan tingginya sedimentasi, sehingga DAS pada wilayah tersebut akan menjadi kritis. Luas lahan kritis yang besar dapat mengganggu siklus hidrologi yang berdampak pada penurunan kemampuan suatu DAS sebagai tempat penyimpanan air. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya debit air saat musim kemarau dan berlebihnya debit air saat musim hujan (Samsul dkk., 2019). Wilayah kawasan hutan Daerah Aliran Sungai atau DAS Krueng Aceh sangat berperan penting dalam pengaturan tata air khususnya untuk wilayah kawasan Aceh Besar dan Banda Aceh. Namun, Seiring berjalan waktu kondisi fisik DAS Krueng Aceh telah mengalami longsor, banjir, erosi di dasar sungai, perubahan bentang alam, kekeringan, serta fluktuasi debit ketika musim hujan dan musim kemarau sehingga DAS Krueng Aceh termasuk kedalam DAS kritis dan ditetapkan menjadi DAS prioritas hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 328 Tahun 2009 (Mawardiana dkk., 2018).

Menurut data laporan BPBD tahun 2021, banjir yang terjadi pada Juli 2021 di Kabupaten Aceh Besar berdampak pada 11 desa yang tersebar di 4 kecamatan. Faktor banjir ini dipicu oleh intensitas hujan yang tinggi. Selain itu juga, menurut catatan BPBD sebanyak 117 KK atau 412 jiwa terkena dampak banjir pada Agustus 2021. Berdasarkan latar belakang diatas pencegahan dan pengurangan kerusakan akibat banjir, perlu dilakukan sebagai tindakan pencegahan. Salah satu teknik pencegahan non struktural yaitu dengan pemodelan hidrologi. Sebelumnya

pemodelan hidrologi telah dilakukan pada sungai Krueng Aceh dengan menggunakan model SWAT. salah satu penelitian SWAT dilakuka oleh Darwin (2021) menganalisis karakteristik hidrologi DAS Krueng Aceh. Namun kajian tentang pemodelan menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* model pada DAS Krueng Aceh belum dilakukan sebelumnya, mengingat bahwa pengembangan model hidrologi *Rainfall Runoff Inundation* model ini lebih efisien digunakan untuk pemula maka dari itu penulis tertarik untuk mensimulasikan debit, genangan dan ketinggian air pada Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* model. Selain itu studi ini berfokus untuk mengisi kesenjangan pengetahuan dan teknis dalam pengembangan tindakan pencegahan banjir yang dapat mengurangi kerusakan yang diakibatkan oleh banjir.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana model debit, genangan dan ketinggian air pada Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* model dalam rentang tahun 2012- 2020?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan model debit, genangan dan ketinggian air pada Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh menggunakan *software Rainfall Runoff Inundation* model dalam rentang tahun 2012-2020.

1.4 Manfaat penelitian

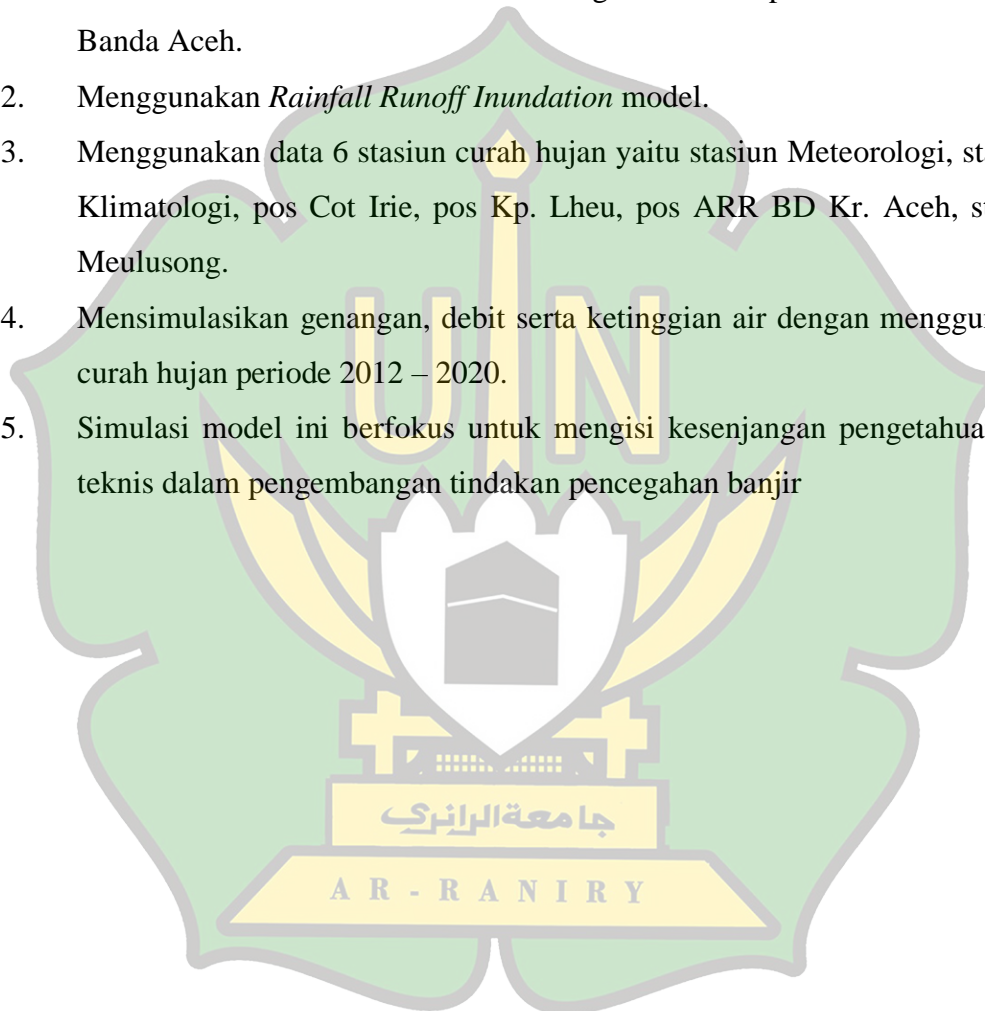
Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa, dapat menambah pengetahuan dan wawasan tentang simulasi genangan, debit serta ketinggian menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* model.
2. Bagi masyarakat, sebagai pengetahuan dan informasi terkait peringatan dini genangan yang menyebabkan banjir khususnya pada Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh.

3. Bagi Peneliti, dapat menambah wawasan serta pengetahuan tentang simulasi genangan, debit serta ketinggian air menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* model.

1.5 Batasan Penelitian

1. Penelitian ini dilakukan di DAS Krueng Aceh Kabupaten Aceh Besar dan Banda Aceh.
2. Menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* model.
3. Menggunakan data 6 stasiun curah hujan yaitu stasiun Meteorologi, stasiun, Klimatologi, pos Cot Irie, pos Kp. Lheu, pos ARR BD Kr. Aceh, stasiun Meulusong.
4. Mensimulasikan genangan, debit serta ketinggian air dengan menggunakan curah hujan periode 2012 – 2020.
5. Simulasi model ini berfokus untuk mengisi kesenjangan pengetahuan dan teknis dalam pengembangan tindakan pencegahan banjir



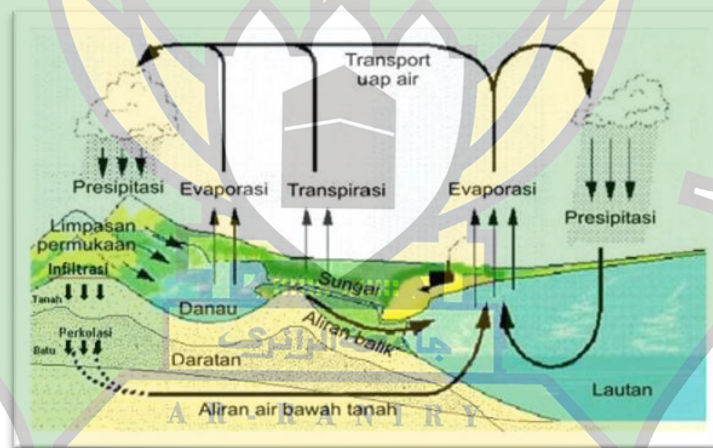
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Siklus Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang berhubungan dengan air di bumi, peredarannya, sifat fisika serta kimianya, reaksi terhadap lingkungan, serta hubungannya dengan seluruh makhluk hidup. Oleh karena pengembangan tersebut, ilmu hidrologi telah berkembang menjadi ilmu yang mempelajari tentang sirkulasi air atau dapat disebut juga bahwa hidrologi ialah ilmu yang mempelajari tentang presipitasi, evaporasi dan transpirasi, aliran permukaan, dan air tanah (Hartini, 2017).

Siklus hidrologi adalah proses jalannya air dari lautan ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut. Presipitasi yang jatuh ke bumi akan menyebar dengan arah dan cara yang berbeda.



Gambar 2.1 Gambaran siklus hidrologi (Hartini, 2017)

Sebagian presipitasi tertahan pada tanah atau biasa disebut dengan genangan akhirnya mengalami evaporasi atau kembalinya air ke atmosfer dan juga mengalami transpirasi oleh tanaman (Amirul dan Rahman, 2021). Sebagian lainnya menjadi siklus aliran air yang dimulai dari tempat tertinggi seperti pegunungan dan akan mengalir ke permukaan yang lebih rendah seperti permukaan tanah maupun aliran di dalam tanah yang berakhir di laut. Hal ini terjadi karena adanya gaya

gravitasi, yaitu air yang berasal dari tempat tertinggi akan menuju ke tempat yang lebih rendah (Hartini, 2017). Selain itu terdapat juga air lainnya yang masuk jauh menuju ke dalam tanah dan menjadi bagian dari tanah atau biasa disebut *groundwater*. Namun, sebagian besar jumlah air di permukaan serta air bawah tanah akan kembali ke atmosfer karena terjadinya *evaporasi* dan *transpirasi* sebelum akhirnya sampai di laut (Amirul dan Rahman, 2021).

2.2 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran sungai (*catchment, basin, watershed*) atau biasa disingkat dengan DAS adalah daerah air mengalir menuju ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan (Aryani dkk., 2020). Menurut Permen PUPR Nomor 4/PRT/M/2015 DAS adalah suatu kawasan daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai beserta anak-anak sungai yang fungsinya sebagai menyimpan, menampung serta mengalirkan curah hujan ke danau, atau ke laut secara alami. Oleh karena definisi diatas maka konsep DAS merupakan dasar dari seluruh perencanaan hidrologi (Taufik dan Burhan, 2022).

DAS juga disebut sebagai sebuah ekosistem dikarenakan pada DAS dapat terjadinya interaksi dinamis antara unsur organisme, lingkungan biofisik serta termasuk ke dalamnya unsur kimia yang dimana terdapat keseimbangan inflow dan outflow dari energi serta material. (effendi, 2015). DAS juga dapat dipandang sebagai suatu bagian permukaan bumi dimana tempat mengalirnya air hujan yang kemudian menjadi aliran permukaan lalu berkumpul ke sungai menuju ke suatu titik di sebelah hilir sebagai titik *outlet*. Setiap DAS besar terbentuk dari beberapa sub DAS dan setiap DAS besar akan bermuara ke laut. Sebuah DAS dapat ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan serta dibatasi oleh titik control, umumnya merupakan stasiun hidrometri (Kardana Natakusumah dkk., 2007).

Sebuah DAS terdiri dari daerah hulu, tengah dan hilir. Bagian hulu DAS umumnya merupakan kawasan konservasi, sedangkan bagian hilir merupakan bagian dari pemanfaatan. DAS hulu memegang peranan yang sangat penting terutama dalam melindungi fungsi tata air, dan segala aktivitas yang terjadi di DAS hulu mempengaruhi dan melarutkan daerah hilir, seperti fluktuasi aliran dan perubahan aliran sedimen. Melakukan. Bahan untuk sistem aliran air. Dengan kata

lain, DAS bagian hulu memiliki fungsi melindungi seluruh DAS. Oleh karena itu, mengingat bagian hulu dan hilir DAS memiliki hubungan biofisik melalui siklus air, pengelolaan DAS hulu sering menjadi perhatian (Efendi dkk., 2012).

2.3 Genangan Air

Menurut Permen PU No. 14/PRT/M/2010 genangan merupakan air hujan yang tergenangan atau terkumpul pada daerah-daerah yang cekung atau rendah pada suatu kawasan dimana proses suatu kawasan terendam tersebut lebih dari 30 cm selama lebih kurang 2 jam dan biasanya terjadi lebih dari 2 kali pertahun (Ramadhani, 2021). Genangan dapat disebabkan oleh 2 (dua) hal yaitu akibat intensitas curah hujan yang tinggi dan pengaruh kenaikan muka air laut, gelombang pasang surut.

Genangan yang terjadi akibat kenaikan muka air laut dapat dibedakan dalam 3 macam jenis yaitu:

1. Genangan permanen merupakan genangan rob yang terjadi karena naiknya muka air laut terhadap garis pantai bergeser ke arah daratan. Besar pergeseran antara garis pantai ke arah daratan ditentukan oleh topografi daerah tersebut. Genangan ini terjadi karena pada kawasan pesisir yang berbatasan langsung dengan garis pantai pinggiran sungai dekat muara sungai.
2. Genangan sesaat merupakan Genangan yang diakibatkan karena air pasang dititik tetinggi. Namun, setelah air surut maka kawasan tersebut akan bebas dari genangan. Biasanya, pada daerah ini bila muka air laut terus mengalami kenaikan maka akan berpotensi mengalami penggenangan permanen.
3. Genangan semu merupakan jika pada suatu kawasan terkena pengaruh pengenangan melalui rembesan air laut yang masuk melaluipori pori tanah ke daratan. Hal ini dapat dilihat pada kawasan yang permukaan tanahnya selalu basah atau lembab yang disebabkan disebabkan oleh pengaruh bergerakaknya air laut melalui bagian bawah permukaan (Sudirman, 2017).

2.4 Debit dan Ketinggian Air

Debit merupakan volume dalam satuan waktu, waktu tersebut merupakan waktu terkonsentrasi. Waktu terkonsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan oleh limpasan air hujan dari suatu titik terjauh menuju ke titik kontrol yang ditinjau. Debit aliran adalah satuan yang dibutuhkan untuk mendekati nilai nilai pada proses hidrologi yang terjadi. Perubahan volume debit air serta tinggi muka air sangat sering terjadi terutama pada musim hujan. Meningkatnya curah hujan sangat mempengaruhi volume air yang mengalir dari anak sungai menuju badan sungai atau sungai utama. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya debit sungai yaitu (Neno dkk, 2016) :

- a. Hujan, lamanya hujan serta intensitas hujan sangat berpengaruh terhadap besarnya penyerapan baik pada aliran air tanah maupun aliran permukaan tanah. Durasi waktu hujan berpengaruh terhadap aliran air hujan yang menuju sungai
- b. Topografi, bentuk serta kemiringan lereng berpengaruh terhadap waktu mengalirnya hujan melalui permukaan tanah menuju sungai.
- c. Geologi, jenis tanah struktur tanah berpengaruh pada bentuk serta kepadatan drainase, kepadatan drainase yang memiliki nilai rendah menunjukkan secara relatif karakteristik tanah dapat mempengaruhi kapasitas penyerapan atau infiltrasi serta perkolasi.
- d. Keadaan vegetasi, keadaan ini juga berpengaruh pada besar kecilnya intersepsi, transpirasi, infiltrasi atau penyerapan, dan perkolasi. Makin banyaknya tumbuhan atau vegetasi pada daerah tersebut maka akan menyebabkan air yang hilang semakin banyak baik dikarenakan oleh infiltrasi maupun evapotranspirasi, sehingga dapat mengurangi limpasan (runoff) yang dapat meningkatkan debit sungai.
- e. Aktivitas manusia, yang dapat mengurangi kapasitas infiltrasi seperti pembangunan, membuka lahan pertanian serta urbanisasi.

2.5 Model hidrologi *Rainfall Runoff Inundation*

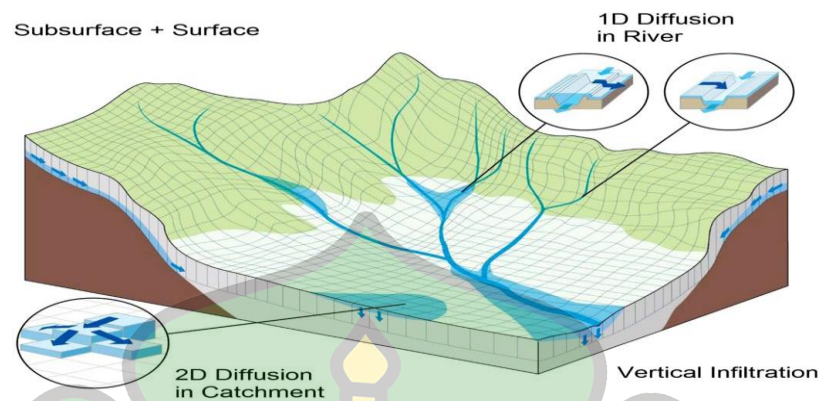
Model hidrologi merupakan sebuah representasi sederhana dari sebuah sistem hidrologi yang rumit (kompleks). Metode analisis hidrologi menggunakan prinsip model yang mengubah hujan menjadi debit dengan memperhatikan karakteristik DAS pada daerah yang diobservasi (Sutikno dkk., 2014). Representasi sederhana ini sangat berguna untuk mengetahui penyebab dan efek pada suatu yang akan dimodelkan (Anees dkk., 2017).

Proses kompleks sungai dan dataran banjir yang dikombinasi aktivitas alam dan antropogenik telah dinilai oleh beberapa peneliti. Namun, pemodelan hidrologi memiliki sensitivitas baik dalam input atau model parameter, yang dalam hal input serta parameter ini dapat mempengaruhi akurasi serta efisiensi model. Kurangnya data dalam input data seperti curah hujan, evapotranspirasi, infiltrasi, limpasan serta geometri sungai dapat mempengaruhi akurasi model. Dengan adanya kemajuan teknologi komputasi, banyak dari model hidrologi dua dimensi (2D) telah dikembangkan dimana, pemodelan ini dapat berguna untuk menganalisa perilaku banjir, mengidentifikasi penyebab dan dampak banjir (Anees dkk., 2017). Salah satu model hidrologi 2D adalah *Rainfall Runoff Inundation*.

Rainfall Runoff Inundation atau biasa disingkat dengan RRI adalah model hidrologi dan genangan dua dimensi yang digabungkan, yang mencakup tiga komponen utama yaitu: model curah hujan-limpasan, model rute sungai, serta model genangan banjir. Model ini dikembangkan oleh *International Center for Water Hazard and Risk Management (ICHARM)*. Model ini secara bersamaan dapat mensimulasikan proses hujan dan genangan (Khaing dkk., 2019). Pada sel jaringan aliran tingkat, model ini mengandaikan kedua lereng dan sungai berada pada grid yang sama, sel – sel grid kemiringan model menerima curah hujan dan aliran berdasarkan persamaan gelombang difusif dua dimensi (Try dkk., 2018).

Model ini juga telah diterapkan dalam berbagai cekungan serta dapat mensimulasikan banjir dalam skala besar, pemetaan bahaya dan prediksi genangan dalam waktu nyata. Selain itu, model RRI juga dapat digunakan untuk menjelaskan karakteristik banjir serta menilai resiko banjir pada skala DAS Model ini juga telah

diterapkan dalam berbagai cekungan dan dapat mensimulasikan banjir skala besar, pemetaan bahaya dan prediksi genangan dalam waktu nyata.



Gambar 2.2 *Rainfall runoff inundation* model (Sayama, 2017)

Model ini juga mampu melakukan simulasi pembangkitan limpasan, konsentrasi limpasan, serta debit aliran sungai dengan masukan curah hujan. Pada gelombang difusi satu dimensi persamaan digunakan untuk rute sungai, sedangkan untuk persamaan delombang difusi 2D digunakan untuk simulasi genangan diatas permukaan tanah. Sel grid lereng pada sungai memiliki dua jenis kedalam saluran air yaitu satu sebagai kedalam saluran dan lainnya untuk lereng (seperti dataran banjir). Luapan disebabkan oleh perbedaan pada interaksi arus masuk dan arus keluar antara formula, tergantung pada ketinggian air dan tanggul tinggi. Metode perhitungan aliran lateral pada sel grid lereng dapat dicirikan sebagai model genangan berbasis sel penyimpanan (Nastiti dkk., 2018). Persamaan model diturunkan berdasarkan persamaan keseimbangan massa berikut (Sayama, 2017):

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = r. \quad (2.1)$$

Persamaan diatas didasarkan pada persamaan momentum berikut: dimana menunjukkan aliran tak tunak yang berubah secara bertahap diarah x dan y, persamaan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial uq_x}{\partial x} + \frac{\partial vq_x}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho_w}. \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial uq_y}{\partial x} + \frac{\partial vq_y}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho_w}. \quad (2.3)$$

Dimana h [L] adalah ketinggian dari permukaan air setempat; kemudian q_x [L²t⁻¹] dan q_y [L²t⁻¹] adalah debit unit lebar di dan arah y , masing masing; u [Lt⁻¹] dan v [Lt⁻¹] adalah kecepatan aliran dalam arah x dan y , pada masing masing; r [L] adalah intensitas curah hujan; H [L] adalah ketinggian air dari datanya; w [ML⁻³] adalah densitas air; g [Lt²] adalah percepatan gravitasi; dan x [ML⁻¹t⁻²] dan y [ML⁻¹t⁻²] adalah tegangan geser dalam arah x dan y , pada masing masing. Model RRI secara spasial mendiskritisasi persamaan keseimbangan massa sebagai berikut;

$$\frac{\partial h^{ij}}{\partial t} + \frac{q_x^{ij-1} - q_x^{ij}}{\Delta x} + \frac{q_y^{ij-1} - q_y^{ij}}{\Delta y} = r^{ij}. \quad (2.4)$$

Dimana q_x^{ij} , q_y^{ij} , adalah debit satuan pada lecar arah x dan y dari sel grid (i,j). bentuk saluran yang diasumsikan menjadi persegi panjang dan geometrinya ditentukan oleh tiga parameter yaitu tinggi tanggul, lebar serta ke dalam. Kedalam sungai [D (m)] dan lebar sungai [W (m)] diperkirakan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = C_D A^{S_D} \quad (2.5)$$

$$W = C_W A^{S_W} \quad (2.6)$$

Dimana A sebagai daerah aliran sungai (km²) C_D dan S_D adalah parameter geometri sebagai persamaan daya kedalaman sungai, serta C_W dan S_W adalah parameter geometri untuk lebar sungai persamaan daya. Model komponen infiltrasi sederhana berdasarkan model infiltrasi Green-Ampt juga disertakan dalam model RRI, persamaan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

$$f = k_v \left[1 + \frac{(\varphi - \theta_i) S_f}{F} \right] \quad (2.7)$$

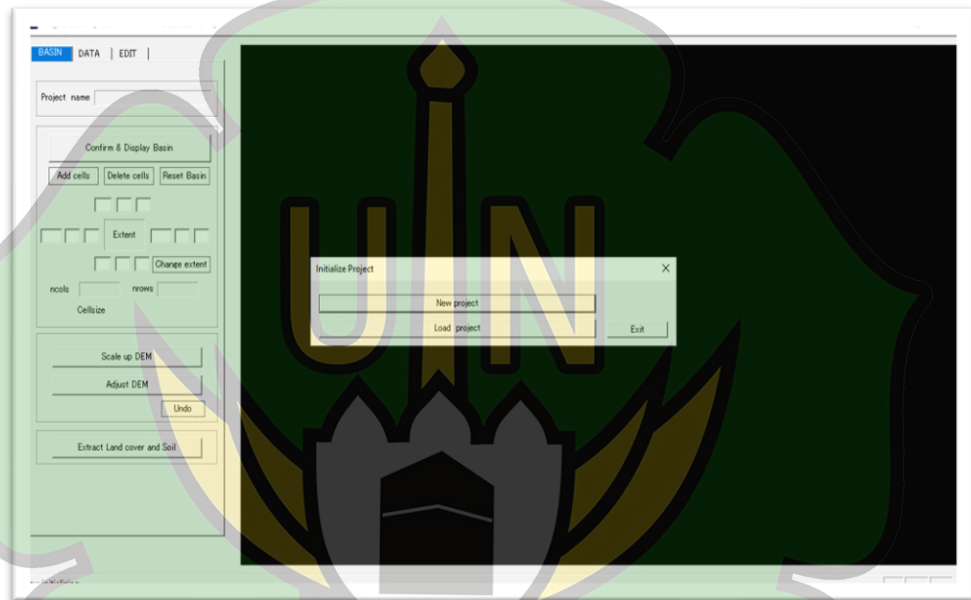
Dimana f [Lt⁻¹] adalah laju infiltrasi, k_v [Lt⁻¹] adalah vertikal konduktivitas hidrolik saturasi, $[-]$ adalah kandungan volume air awal, S_f [L] adalah penyerapan di bagian pembasahan vertikal, serta F [L] adalah kumulatif kedalaman infiltrasi.

2.6 Penggunaan RRI model

Model RRI dapat diunduh pada website <http://www.pwri.go.jp> secara gratis. Langkah memulai penggunaan RRI secara umum adalah dengan melakukan *double*

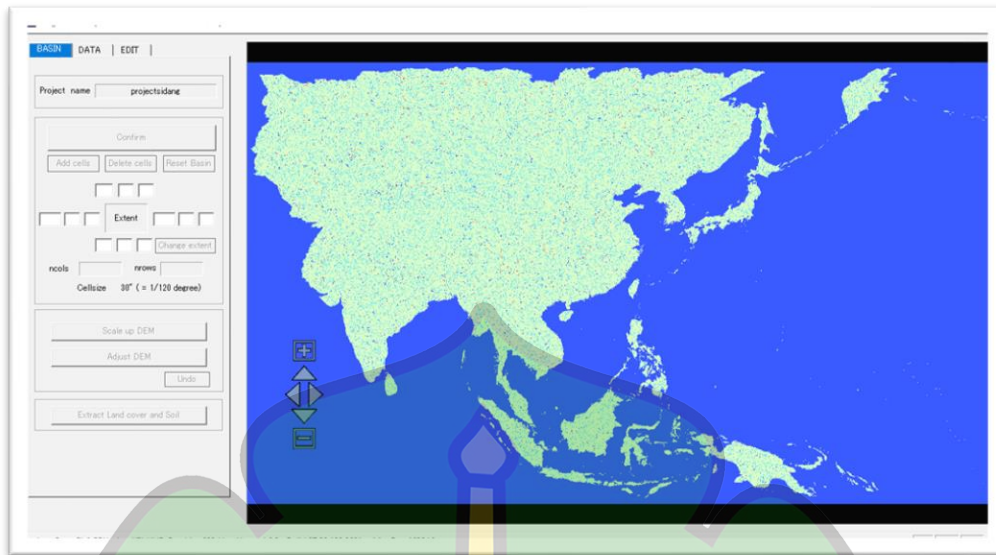
click pada ikon RRI. Setelah terbuka, jendela utama RRI akan dihadirkan seperti pada gambar 2.3. Pada Jendela utama RRI pilihan sebagai berikut (Sayama, 2017):

- a. *New project* berfungsi untuk memulai project baru
- b. *Load project* berfungsi untuk membuka project yang belum terselesaikan dengan dengan sempurna
- c. *Menu (basin, data dan edit)* berfungsi untuk menentukan basin, menginput data serta mengedit data (di sebelah kiri atas).



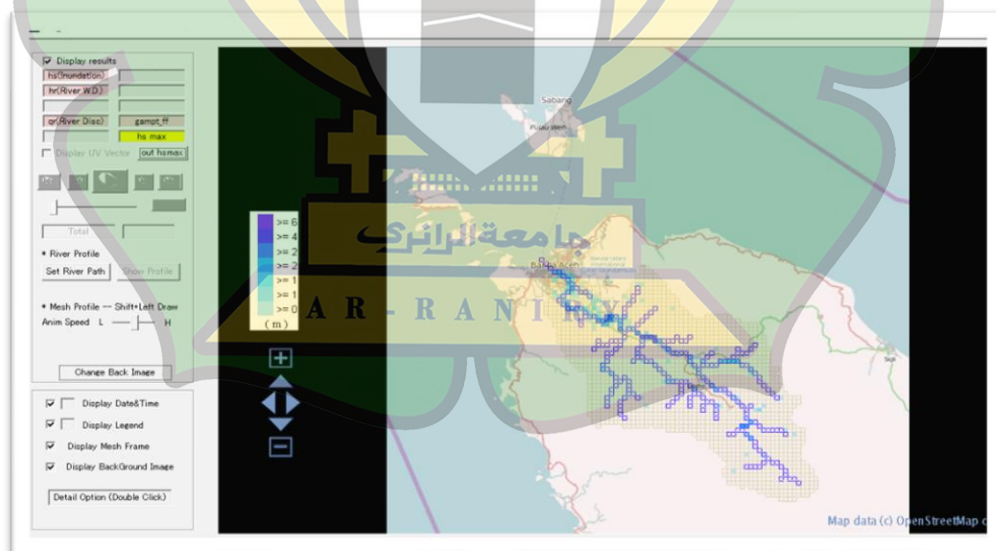
Gambar 2.3 Jendela utama RRI

Selanjutnya menginput data yang diperlukan seperti DEM, ACC, serta DIR, jika menggunakan data HydroSHEDS maka akan diarahkan ke peta HydroSHEDS dan menentukan *basin* yang akan digunakan, dapat dilihat pada gambar II.4. berikut.



Gambar 2.4 Jendela RRI

Setelah penginputan data selesai dan telah menjalankan program, maka tahap selanjutnya adalah visualisasi. Pada aplikasi RRI ini visualisasi data yang telah dijalankan menggunakan RRI VIEWER, dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Visualisasi menggunakan RRI viewer

Pada aplikasi RRI viewer ini disajikan *output* atau hasil dari simulasi, dimana dibagian kiri terdapat hasil simulasi seperti *hs* (inundation) atau bisa juga disebut

dengan genangan, hr (River W.D) kedalaman air, qr (River Disc.) debit serta hs_{max} atau genangan maksimal.

2.7 Evaluasi Model

Dalam pemodelan hidrologi keandalan suatu model dapat dievaluasi salah satunya dengan menggunakan *Coefficient of determination* (R^2). Koefisien *Coefficient of determination* adalah sebagai penunjuk kesesuaian antara data model dan data observasi. Nilai R^2 berkisar dari 0 hingga 1, dimana 1 menunjukkan kesesuaian yang sangat bagus atau sempurna Indikator ini dapat ditulis dalam persamaan berikut (Khaing dkk., 2019):

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n ((Q_{obs}(i) - \bar{Q}_{obs}) \times (Q_{sim}(i) - \bar{Q}_{sim}))]^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}(i) - \bar{Q}_{obs})^2 \times \sum_{i=1}^n (Q_{sim}(i) - \bar{Q}_{sim})^2} \quad (2.8)$$

Keterangan

R^2 : *coefficient of determination*

Q_{obs} : Debit observasi

Q_{sim} : Debit simulasi

Nilai yang dihasilkan dari R^2 tersebut dapat memiliki interpretasi yang berbeda. Tingkat interpretasi koefisien determinasi untuk berbagai nilai dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 1 Kriteria nilai koefisiensi determinasi (Iqbal dkk., 2015)

Nilai koefisien determinasi	Intepretasi
$0,7 < R^2 < 1,0$	Pengaruh tinggi
$0,4 < R^2 < 0,7$	Pengaruh sedang
$0,2 < R^2 < 0,4$	Pengaruh rendah
$R^2 < 0,2$	Diabaikan

Kalibrasi model adalah proses pengoptimalan atau penyesuaian secara sistematis nilai parameter model agar mendapatkan set parameter yang memberikan perkiraan terbaik dari suatu observasi. Sedangkan validasi model merupakan suatu proses evaluasi terhadap model agar mendapatkan visual terkait ketidakpastian

yang dimiliki oleh suatu model dalam memperkirakan suatu proses (dalam hal ini proses hidrologi) (Sutikno dkk., 2015).



BAB III

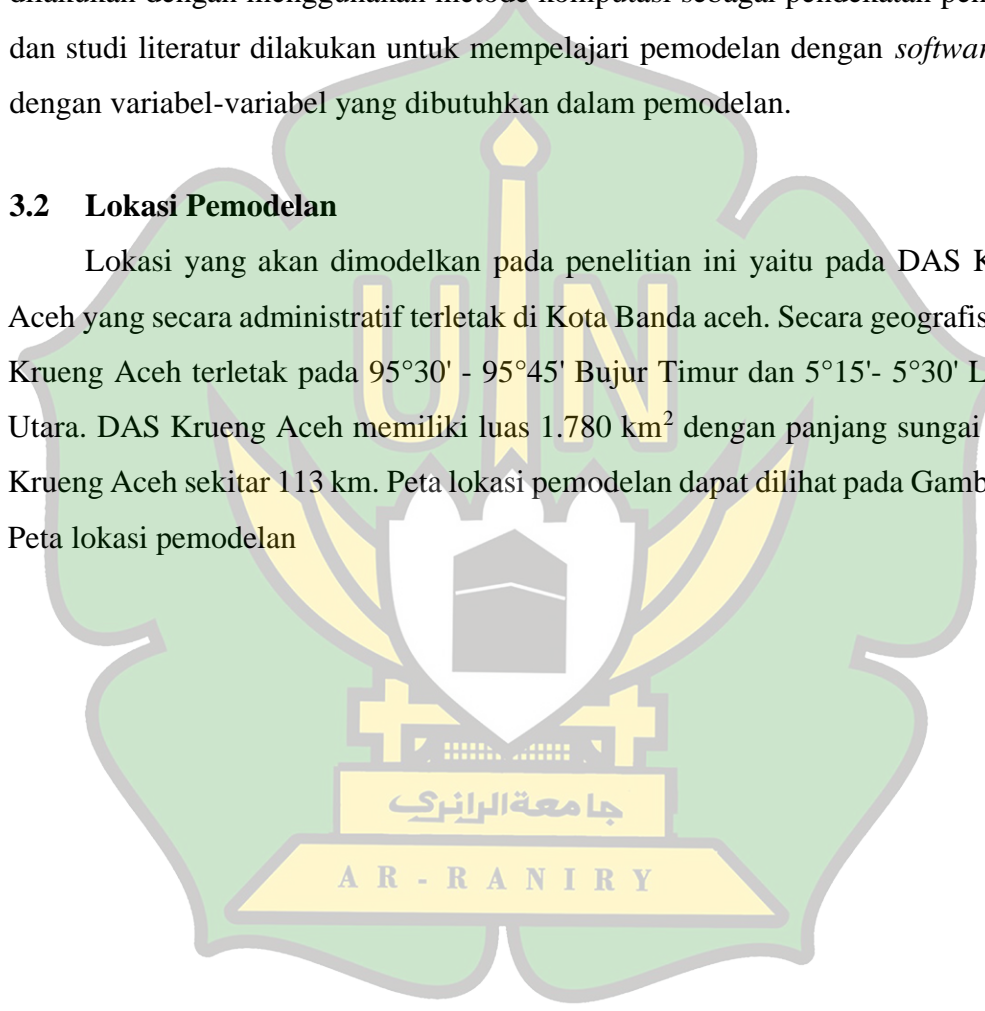
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Pada Penelitian ini metode yang digunakan adalah pemodelan. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan metode komputasi sebagai pendekatan penelitian dan studi literatur dilakukan untuk mempelajari pemodelan dengan *software* RRI dengan variabel-variabel yang dibutuhkan dalam pemodelan.

3.2 Lokasi Pemodelan



Lokasi yang akan dimodelkan pada penelitian ini yaitu pada DAS Krueng Aceh yang secara administratif terletak di Kota Banda Aceh. Secara geografis, DAS Krueng Aceh terletak pada $95^{\circ}30' - 95^{\circ}45'$ Bujur Timur dan $5^{\circ}15' - 5^{\circ}30'$ Lintang Utara. DAS Krueng Aceh memiliki luas 1.780 km^2 dengan panjang sungai utama Krueng Aceh sekitar 113 km. Peta lokasi pemodelan dapat dilihat pada Gambar 3.1. Peta lokasi pemodelan





**PETA LOKASI PEMODELAN DAERAH ALIRAN
SUNGAI KREUNG ACEH
KABUPATEN ACEH BESAR**



<p>LEGENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Lokasi Pengambilan Penelitian — Sungai Kreung Aceh Batas Daerah Aliran Aceh 	 <p>Skala 1:300.000</p> <p>0 ————— 22,000</p> <p>Meter</p>	 <p>Peta Inset Skala 1:2,000,000</p>
--	---	---

Gambar 3.1 Peta lokasi pemodelan

3.3 Alat dan Data Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer dengan *Operating system* berbasis *Windows* dengan model *Rainfall Runoff Inundation* versi v.4.645.

3.3.2 Data Penelitian

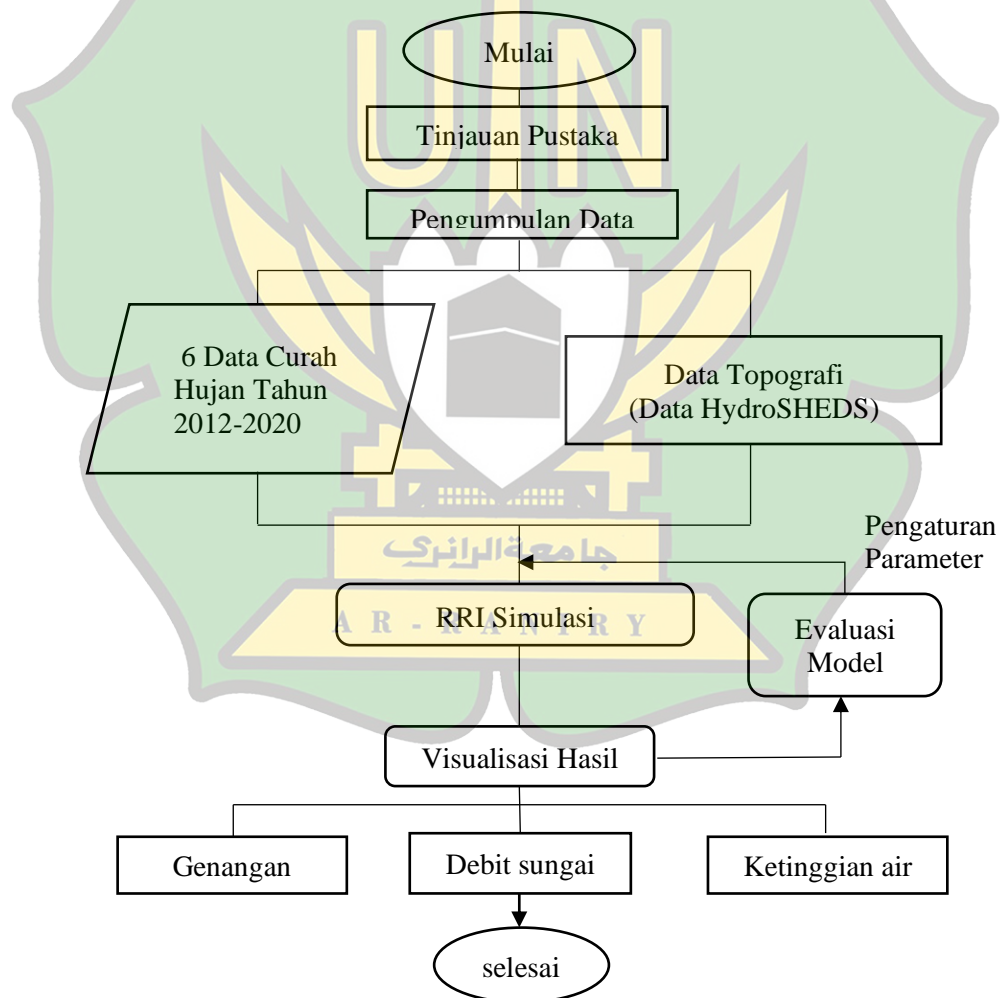
Dalam Penelitian ini data yang digunakan dapat dilihat pada daftar tabel berikut:

Tabel 3.1 Daftar data penelitian

DATA	FORMAT DATA	SUMBER
Data curah hujan harian Stasiun Geofisika 2012-2020	Csv.	https://dataonline.bmkg.go.id/
Data curah hujan harian Stasiun Meteorologi 2012-2020		
Data curah hujan harian Stasiun Klimatologi 2012-2020		
Data curah hujan harian Pos Cot Irie 2012-2020		
Data curah hujan harian Pos waduk Keliling 2012-2020		
Data curah hujan harian Pos Kp. Lheu 2012-2020		
Data curah hujan harian ARR BD Kr. Aceh 2012-2020		
Data tinggi muka air stasiun Krueng Khee 2017-2020	Xls.	Badan Wilayah Sungai Sumatera I (BWSS-I)
Data HydroSHEDS	-	Tersedia pada model
Data Debit sungai Staiun Lampisang 2012-2020	Xls.	Badan Wilayah Sungai Sumatera I (BWSS-I)

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur – prosedur penelitian yang akan dikerjakan dapat dilihat pada **Gambar III.2.** dengan langkah-langkah sebagai berikut: (1) Tahap awal pada penelitian ini melakukan tinjauan pustaka yang diperoleh dari jurnal, buku, artikel ilmiah, dokumen atau arsip yang relevan dengan objek yang akan diteliti. (2) Tahapan selanjutnya ialah tahap pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengunduh pada *website-website* resmi. (3) Tahapan berikutnya ialah simulasi menggunakan *Rainfall Runoff Inundation* model. (4) Tahapan evaluasi model dengan kalibrasi serta validasi Data. (5) Tahapan terakhir ialah visualisasi hasil simulasi.



Gambar 3.2 Bagan alir tahapan penelitian

3.4.1 Tinjauan Kepustakaan

Tinjauan Kepustakaan merupakan langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini. Tinjauan Kepustakaan dengan mengkaji literatur agar dapat memperoleh materi serta teori yang mendukung sebagai panduan dasar dari penelitian dan sebagai rujukan agar dapat memperkuat argumentasi yang ada. Sumber literatur yang digunakan pada penelitian ini dapat diperoleh dari jurnal, buku, artikel ilmiah, dokumen atau arsip yang relevan dengan objek yang akan diteliti.

3.4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengunduh pada *website-website* resmi. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan pada 6 titik pos hujan sebagai data observasi yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Badan Wilayah Sungai Sumatera I (BWSS-I). DEM yang diperoleh dari HydroSHEDS. HydroSHEDS (Hydrological data and maps based on SHuttle Elevation Derivatives at multiple Scales).

3.4.3 Simulasi *Rainfall Runoff Inundation* (RRI)

Rainfall Runoff Inundation atau RRI adalah model dua dimensi yang dapat mensimulasikan curah hujan limpasan dan genangan banjir secara bersamaan. Model ini mensimulasikan aliran permukaan dan aliran sungai serta interaksi pada skala DAS.



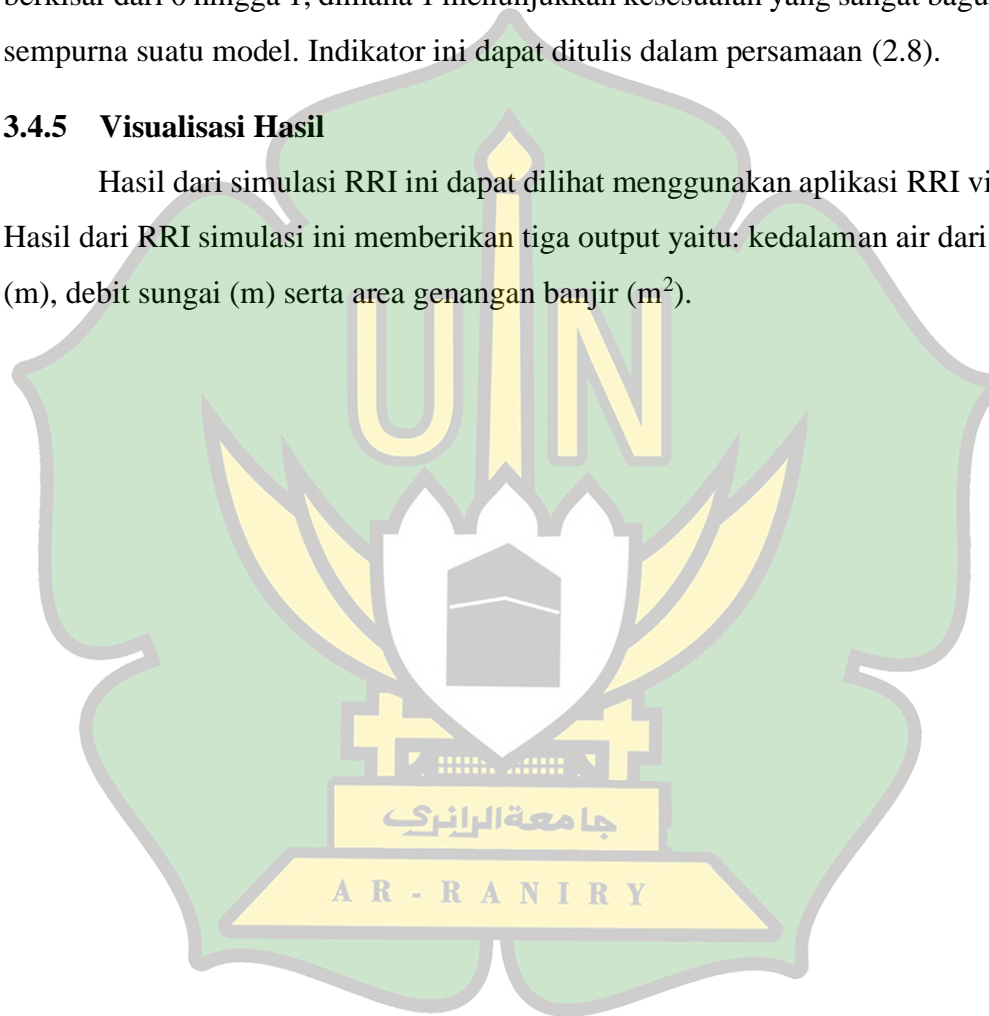
Gambar 3.3 Proses simulasi pada aplikasi *Rainfall Runoff Inundation*

3.4.4 Evaluasi Model

Evaluasi model pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan data debit dari hasil simulasi dengan data debit observasi menggunakan indikator *coefficient of determination* (R^2). *Coefficient of determination* (R^2) digunakan sebagai penunjuk kesesuaian antara data model dan data observasi. Nilai R^2 berkisar dari 0 hingga 1, dimana 1 menunjukkan kesesuaian yang sangat bagus atau sempurna suatu model. Indikator ini dapat ditulis dalam persamaan (2.8).

3.4.5 Visualisasi Hasil

Hasil dari simulasi RRI ini dapat dilihat menggunakan aplikasi RRI viewer. Hasil dari RRI simulasi ini memberikan tiga output yaitu: kedalaman air dari *slope* (m), debit sungai (m) serta area genangan banjir (m^2).

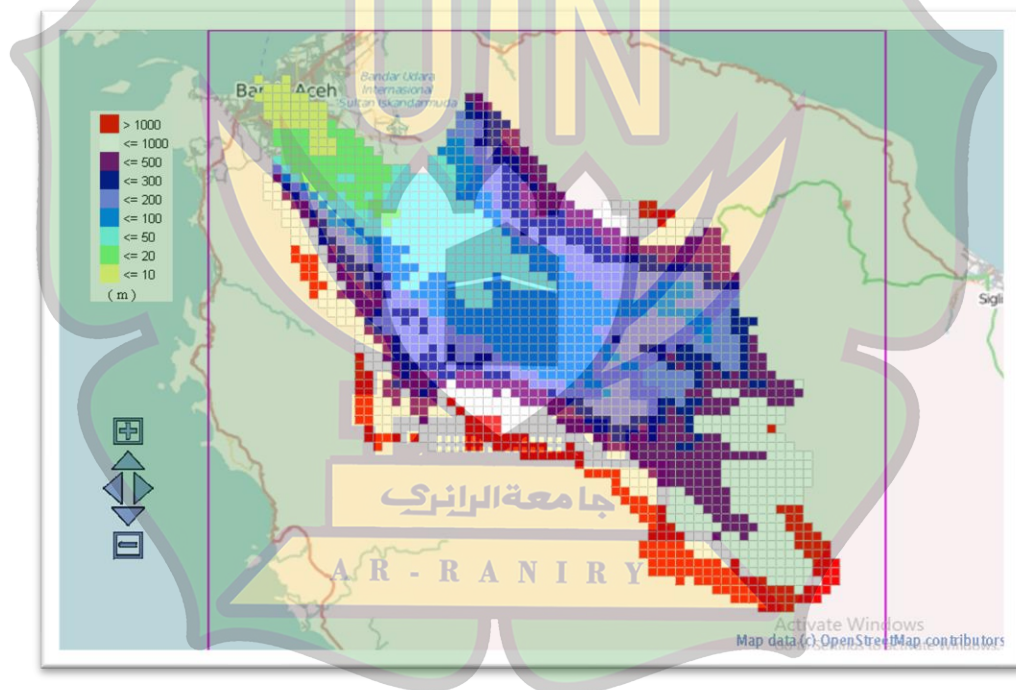


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

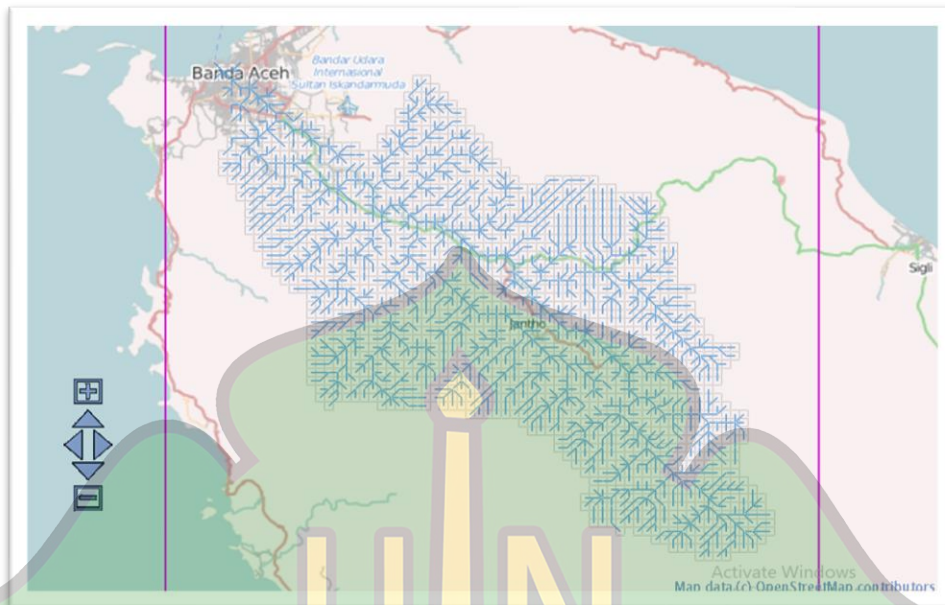
4.1 Data Topografi

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 menggunakan *database* yang disediakan pada model RRI. HydroSHEDS menyediakan DEM dari 15s dan 30s, namun pada penelitian ini DEM yang digunakan adalah DEM dengan 15s seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



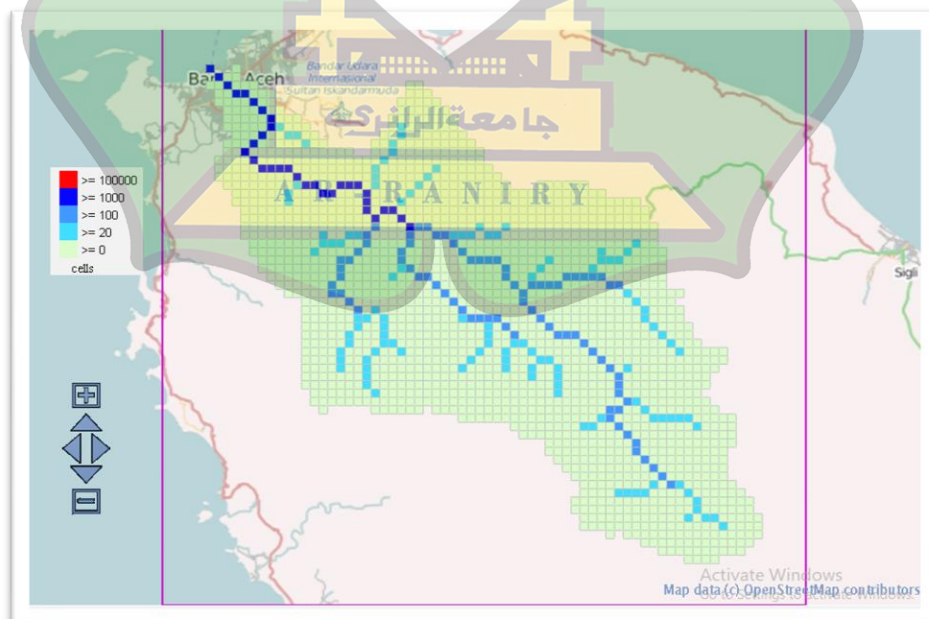
Gambar 4.1 *Digital Elevation Model*

Menurut Pemen PU 2013 DEM atau singkatan dari *Digital Elevation Model* adalah data digital yang terdiri dari himpunan titik titik koordinasi sampling dari permukaan dengan algoritma yang menggambarkan geometri bentuk bumi atau bagian yang yang didefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat.



Gambar 4.2 *Flow Direction*

Menurut Arisandy dan sukojo (2016) flow direction atau arah aliran merupakan sistem penentuan daerah aliran yang menghasilkan informasi arah aliran lereng pada setiap pixel. Arah aliran hidrologi umumnya dari puncak gunung menuju ke arah barat, utara dan selatan.



Gambar 4.3 *Flow Accumulation*

Flow accumulation merupakan proses penentuan akumulasi aliran pada setiap sel. Hasil ukur akan terdapat nilai akumulasi air yang biasanya juga identik dengan aliran hidrologi yang sebenarnya terjadi di lapangan. Pada suatu sel yang memiliki *flow accumulation* 0 menunjukkan bahwa tidak terdapat satu sel pun yang mengalirkan air kepada sel tersebut, begitu pula jika pada suatu sel memiliki *flow accumulation* 100 maka terdapat 100 sel yang akan mengalirkan air kepada sel tersebut.

4.2 Geometri Sungai

Karena tidak adanya data survei yang tersedia, maka penampang sungai Krueng Aceh menggunakan penampang yang sudah tersedia pada model, untuk penampangnya dapat dilihat sebagai berikut:

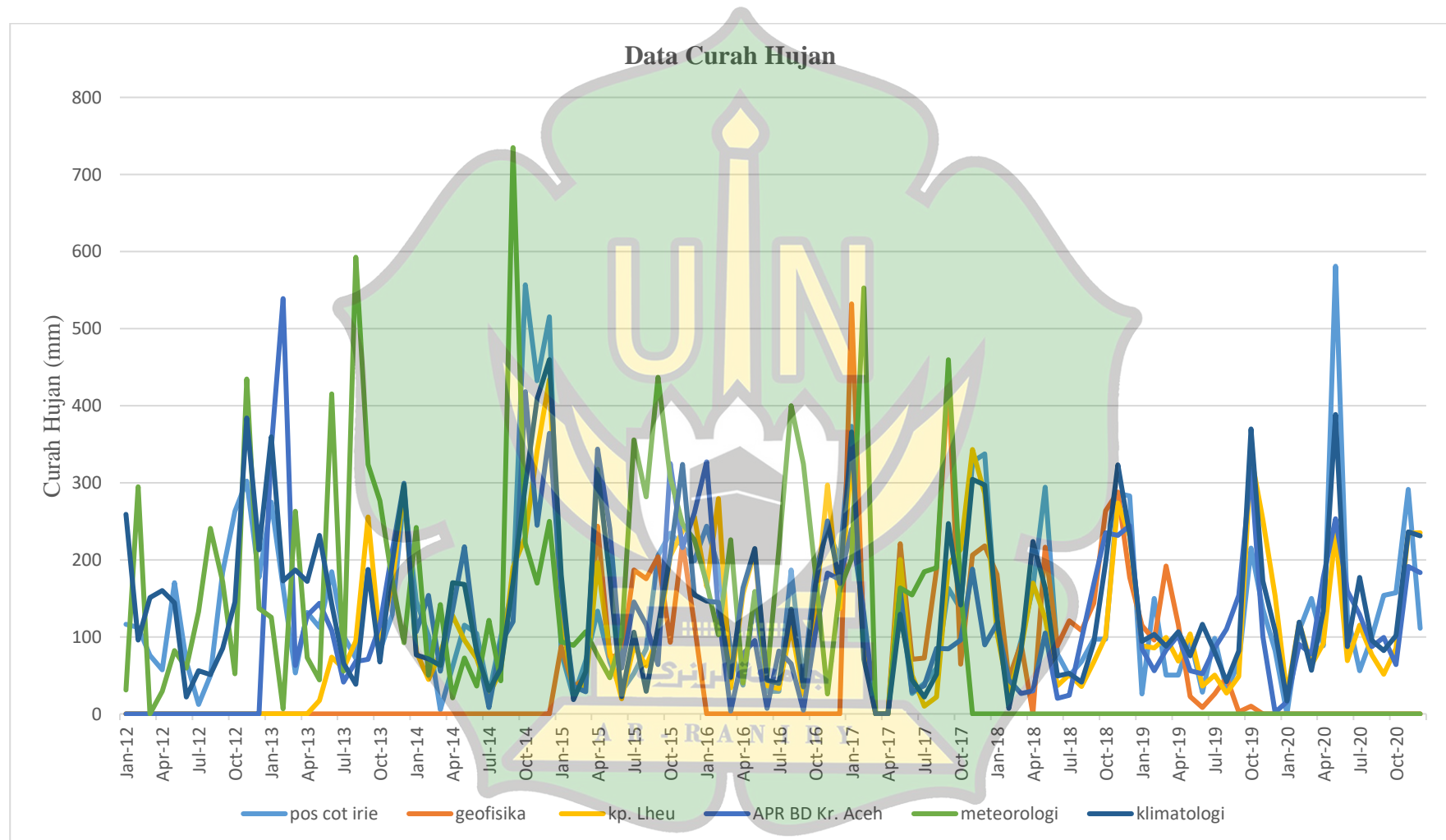
$$\text{Width (m)} = 5 A^{0.35} \quad (4.1)$$

$$\text{Depth (m)} = 0,95 A^{0.2} \quad (4.2)$$

A pada persamaan diatas sebagai daerah aliran sungai (km^2) 0,95 dan 0,2 adalah parameter geometri sebagai persamaan daya kedalaman sungai, serta 5 dan 0,35 adalah parameter geometri untuk lebar sungai persamaan daya.

4.3 Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data yang sangat penting pada input data RRI model, kekurangan data curah hujan sangat mempengaruhi hasil simulasi. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini merupakan data curah hujan harian yang terdiri dari 6 stasiun curah hujan dengan jangka waktu 9 tahun dari tahun 2012 hingga tahun 2020 dengan kisaran 3.635 baris data. Data curah hujan harian ini berasal dari website BWS (Badan Wilayah Sungai) dan BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika).



Gambar 4.4 Grafik data curah hujan bulanan periode 2012-2020

4.4 Hasil Evaluasi Model

Model telah ditetapkan dapat mewakili kondisi yang aktual atau sesuai dengan sesuatu yang diamati. Oleh karena itu Validasi dan Kalibrasi juga dilakukan pada model ini. Untuk dapat memvalidasi model, debit air di sepanjang jalur sungai dibandingkan dengan data curah hujan periode 2017 - 2020. Sedangkan kalibrasi dilakukan pada periode 2012 - 2016.

Kalibrasi yang dilakukan pada model ini dengan menggunakan *Coefficient of determination* atau R^2 . Kalibrasi pada model RRI dilakukan dengan mengevaluasi set parameter sensitif. Kalibrasi ini dilakukan untuk menentukan nilai optimasi terbaik suatu model. Parameter sensitif tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Parameter setting pada RRI model

Parameter Pada Model	parameter	Rentang Nilai Rekomendasi
n (River)	Kekasaran manning (sungai)	0,015-0,040
n (Land)	Kekasaran manning (lereng)	0,150-1,000
Porosity (Gamma)	Porositas efektif	0,300-0,500
Ka (m)	Konduktivitas hidrolis bawah permukaan	0,10-0,300
Soil depth (m)	Kedalaman tanah	0.500–2.000

Kalibrasi pada penelitian ini dilakukan sebanyak 337 kali dengan mengevaluasi set parameter sensitif. Langkah pertama dilakukan kalibrasi dengan menghitung R^2 pada tiap tahun periode 2012-2020 dan R^2 tertinggi didapatkan pada rentang periode kalibrasi dengan nilai $R^2 = 0,12$ dan setelah dilakukan kalibrasi sebanyak 337 kali didapatkan nilai $R^2 = 0,27$ dan selanjutnya divalidasi pada tiap tahun dalam periode 2017-2020. Pada tiap periode didapatkan R^2 debit, R^2 Ketinggian air, serta R^2 ketinggian air terhadap debit. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel tabel berikut.

Tabel 4.2 Hasil kalibrasi dan validasi debit

Periode	<i>Coefficient of determination (R²)</i>		Interpretasi
	Year	R ²	
Kalibrasi	2012	0,11	Diabaikan
	2013	0,86	Pengaruh tinggi
	2014	0,07	Diabaikan
	2015	0,19	Diabaikan
	2016	0,68	Pengaruh sedang
Validasi	2017	0,32	Pengaruh rendah
	2018	0,27	Pengaruh rendah
	2019	0,18	Diabaikan
	2020	0,58	Pengaruh sedang

Berdasarkan tabel diatas pada periode kalibrasi nilai koefisien tertinggi terdapat pada tahun 2013 dengan $R^2 = 0,86$ dengan interpretasi pengaruh tinggi sedangkan nilai koefisien terendah terdapat pada tahun 2014 dengan nilai koefisien $R^2 = 0,07$ dengan interpretasi diabaikan. Pada periode validasi nilai koefisien tertinggi terdapat pada tahun 2020 dengan $R^2 = 0,58$ dengan interpretasi pengaruh sedang dan nilai koefisien terendah terdapat pada tahun 2019 dengan nilai koefisien $R^2 = 0,18$ dengan interpretasi diabaikan.

Tabel 4.3 Hasil validasi ketinggian air

Periode	<i>Coefficient of determination (R²)</i>		Interpretasi
	Year	R ²	
Validasi	2012	0,15	Diabaikan
	2013	0,05	Diabaikan
	2014	0,42	Pengaruh sedang
	2015	0,05	Diabaikan
	2016	0,75	Pengaruh tinggi
	2017	0,49	Pengaruh sedang

Pada tabel hasil validasi ketinggian air diatas nilai koefisien tertinggi periode validasi terdapat pada tahun 2016 dengan $R^2 = 0,75$ dengan interpretasi pengaruh tinggi sedangkan nilai koefisien terendah terdapat pada tahun 2013 dan 2015 dengan nilai koefisien $R^2 = 0,05$ dengan interpretasi diabaikan.

Tabel 4.4 Hasil validasi ketinggian air terhadap debit

Periode	Coefficient of determination (R^2)		Interpretasi
	Year	Value	
Validasi	2012	0,96	Pengaruh tinggi
	2013	0,97	Pengaruh tinggi
	2014	0,97	Pengaruh tinggi
	2015	0,98	Pengaruh tinggi
	2016	0,93	Pengaruh tinggi
	2017	0,98	Pengaruh tinggi
	2018	0,98	Pengaruh tinggi
	2019	0,98	Pengaruh tinggi
	2020	0,93	Pengaruh tinggi

Berdasarkan tabel hasil validasi ketinggian air terhadap debit periode validasi nilai koefisien tertinggi terdapat pada tahun 2013 dengan $R^2 = 0,86$ dengan interpretasi pengaruh tinggi sedangkan nilai koefisien terendah terdapat pada tahun 2014 dengan nilai koefisien $R^2 = 0,07$ dengan interpretasi diabaikan. Setelah dilakukan kalibrasi dan validasi model, maka model dapat dilihat melalui RRI viewer. Hasil atau *output* RRI berupa model genangan air, model debit serta model ketinggian air.

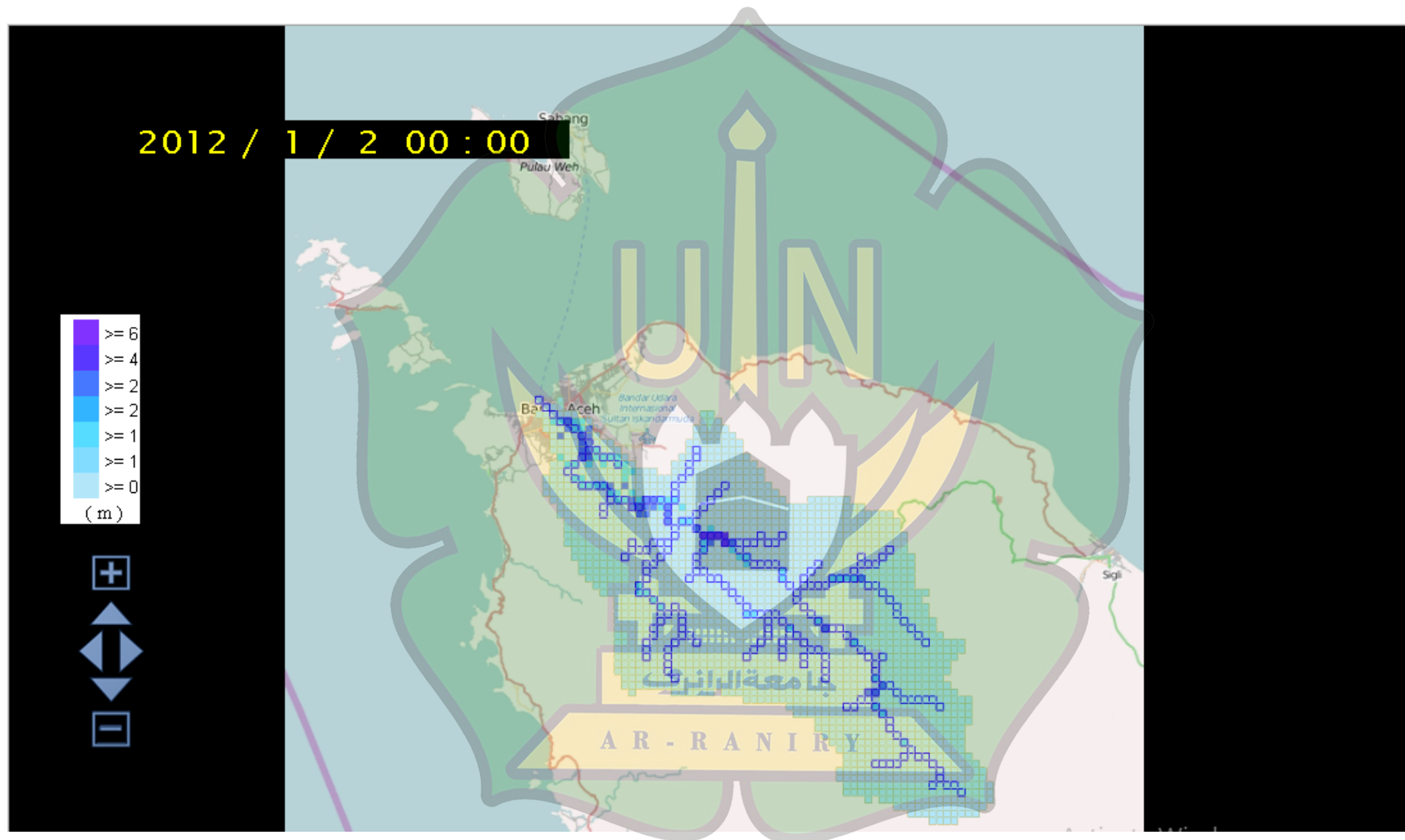
4.5 Hasil Visualisasi Model

4.5.1 Model Genangan Air

Salah satu hasil simulasi menggunakan RRI model adalah genangan. Genangan yang dihasilkan dari simulasi RRI model dapat dilihat pada Gambar 4.5. Gambar tersebut merupakan hasil simulasi genangan maksimal (H_s inundation)

dalam periode tahun 2012-2020. Hasil simulasi tersebut memiliki tingkat genangan sesuai dengan warna, jika warna pada tingkat tersebut semakin gelap maka semakin dalam tergenangnya suatu daerah. Rentang angka pada tingkat genangan terdiri dari 0 - 6 m. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa genangan tertinggi dalam periode waktu tersebut terdapat pada tahun 2012 Januari , Dimana pada gambar tersebut genangan ini ditandai dengan luas sebaran yang dihasilkan dan tingkat genangan berwarna agak gelap dengan dalam 4 - 6 m.





Gambar 4.5 Hasil genangan maksimal (hs Inundation) dalam rentang tahun 2012-2020

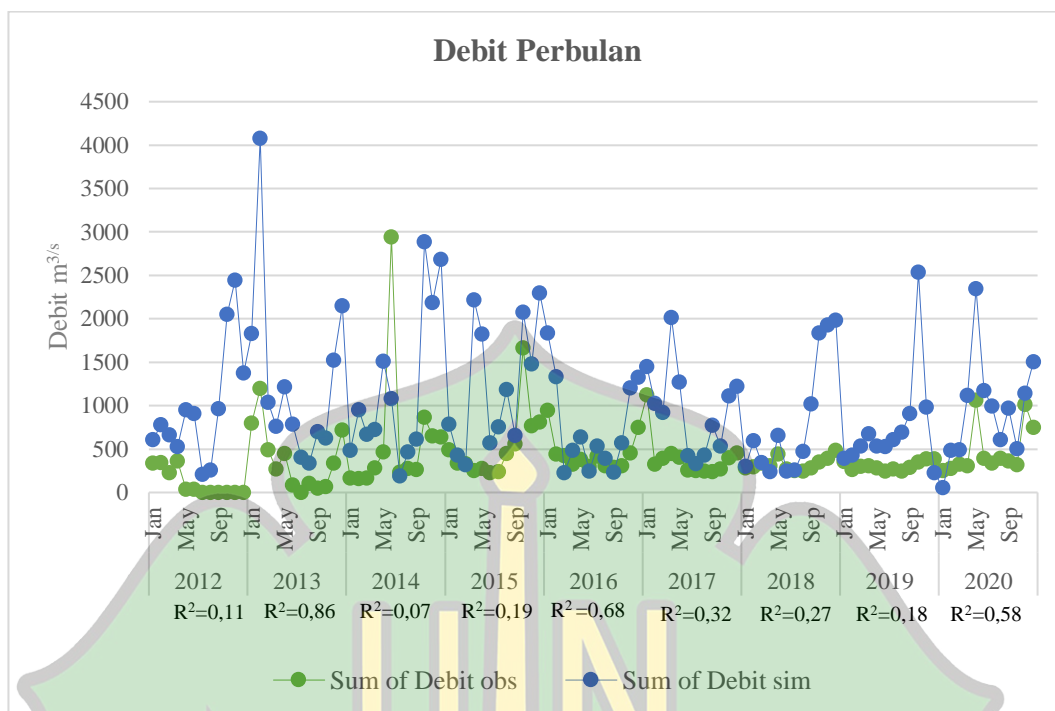
4.5.2 Model Debit

Hasil simulasi lainnya yang dihasilkan oleh RRI model adalah debit yang dihasilkan dalam bentuk grafik. Gambar 4.6. Gambar grafik perbandingan debit bulanan observasi stasiun debit lampisang dengan debit simulasi dalam rentang tahun 2012 – 2020. Grafik tersebut menunjukkan pada tahun 2012 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan November dengan debit 2441,72 m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan Juli dengan debit 207,41 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan nilai debit 795,55 m³, debit observasi terendah terjadi pada bulan Juli, Agustus, September, Oktober dan November dengan debit 0 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2012 adalah 0,11. Pada tahun 2013 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan debit 4080,1m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan Agustus dengan debit 339,03 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan nilai debit 1195,1 m³, debit observasi terendah terjadi pada bulan Juli dengan debit 0 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2013 adalah 0,86 dan merupakan nilai R² tertinggi pada model simulasi. R² tersebut menunjukkan bahwa model dapat menginterpretasi simulasi dengan baik. Hal ini sesuai dengan Khaing dkk., (2019) dan Sutikno dkk., (2015) bahwa R² merupakan salah satu faktor terpenting dalam suatu model yang bertujuan untuk menilai sebuah model dapat mewakili observasi atau lapangan.

Pada tahun 2014 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan debit 2885,5 m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan Juli dengan debit 192,31 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan Juni dengan nilai debit 2944,2 m³, serta debit observasi terendah terjadi pada bulan Februari dengan debit 156,16 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2014 adalah 0,07 dan merupakan nilai R² terendah pada model simulasi. Hal ini menunjukkan bahwa model simulasi pada tahun 2014 tidak dapat diterima karena tidak adanya kesesuaian model pada tahun tersebut. Pada tahun 2015 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan debit 2299,41 m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan Maret dengan debit 316,36 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan nilai debit 2074,6 m³, debit

observasi terendah terjadi pada bulan Juni dengan debit 227,1 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2015 adalah 0,19. pada tahun 2016 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan debit 1334,48 m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan Maret dengan debit 229,22 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan nilai debit 948,21 m³, debit observasi terendah terjadi pada bulan Juni dengan debit 256,81 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2016 adalah 0,68. Selanjutnya pada tahun 2017 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan April dengan debit 2016,78 m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan Juli dengan debit 331,58 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan nilai debit 1026,82 m³, debit observasi terendah terjadi pada bulan September dengan debit 238,82 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2017 adalah 0,32m³.

Pada tahun 2018 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan debit 1985 m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan April dengan debit 241,66 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan nilai debit 484,41 m³, debit observasi terendah terjadi pada bulan Agustus dengan debit 244,24 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2018 adalah 0,27. pada tahun 2019 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan debit 2533,1 m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan Desember dengan debit 229,16 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan November dengan nilai debit 388,82m³, debit observasi terendah terjadi pada bulan Agustus dengan debit 243,80 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2012 adalah 0,18. Serta pada tahun 2020 debit simulasi tertinggi terjadi pada bulan Mei dengan debit 2348,09 m³, debit simulasi terendah terjadi pada bulan Maret dengan debit 491 m³, sedangkan pada debit observasi debit tertinggi terjadi pada bulan Mei dengan nilai debit 1064,10 m³, debit observasi terendah terjadi pada bulan Januari dengan debit 248 m³. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2012 adalah 0,58m³.



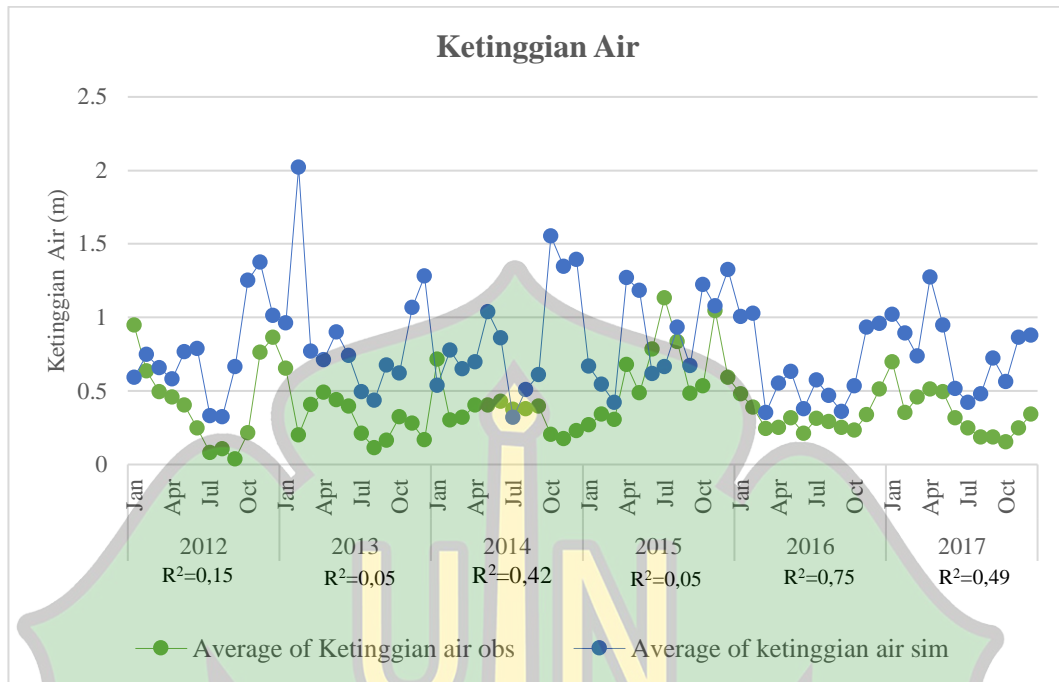
Gambar 4.6 Grafik perbandingan debit antara simulasi dan observasi

4.5.3 Model Ketinggian Air

Hasil simulasi selanjutnya yang dihasilkan oleh RRI model adalah ketinggian air. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.7. Pada grafik tersebut menunjukkan perbandingan antara rata-rata ketinggian air bulanan observasi pada stasiun Krueng Khee dengan rata-rata ketinggian air bulanan hasil simulasi. Pada tahun 2012 rata-rata ketinggian air simulasi tertinggi terjadi pada bulan November dengan tinggi 1,37 m, rata-rata ketinggian air simulasi terendah terjadi pada bulan Agustus dengan tinggi 0,32 m, sedangkan pada rata-rata ketinggian air observasi nilai tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan nilai 0,94 m, rata-rata ketinggian air terendah terjadi pada bulan September dengan tinggi 0,03 m. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2012 adalah 0,15. pada tahun 2013 rata-rata ketinggian air simulasi tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan tinggi 2,02 m, rata-rata ketinggian air simulasi terendah terjadi pada bulan Agustus dengan tinggi 0,43 m, sedangkan pada rata-rata ketinggian air observasi nilai tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan nilai 0,65 m, rata-rata ketinggian air terendah terjadi pada bulan September dengan tinggi 0,11 m. Sedangkan nilai R² Pada tahun 2013 adalah 0,05 m. Selanjutnya

pada tahun 2014 rata rata ketinggian air simulasi tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan tinggi 1,5 m, rata rata ketinggian air simulasi terendah terjadi pada bulan Juli dengan tinggi 0,31 m, sedangkan pada rata rata ketinggian air observasi nilai tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan nilai 0,71 m, rata rata ketinggian air terendah terjadi pada bulan November dengan tinggi 0,17 m. Sedangkan nilai R^2 Pada tahun 2014 adalah 0,42.

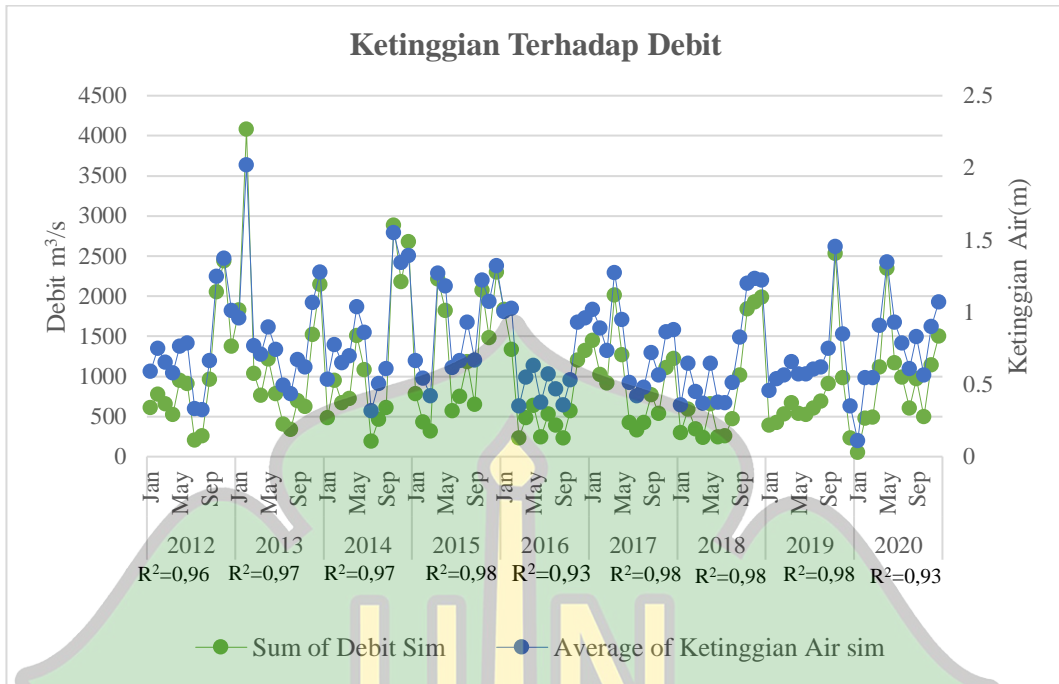
Pada tahun 2015 rata rata ketinggian air simulasi tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan tinggi 1,32 m, rata rata ketinggian air simulasi terendah terjadi pada bulan Maret dengan tinggi 0,42 m, sedangkan pada rata rata ketinggian air observasi nilai tertinggi terjadi pada bulan Juli dengan nilai 1,13 m, rata rata ketinggian air terendah terjadi pada bulan Januari dengan tinggi 0,26 m. Sedangkan nilai R^2 Pada tahun 2015 adalah 0,05. pada tahun 2016 rata rata ketinggian air simulasi tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan tinggi 1,02 m, rata rata ketinggian air simulasi terendah terjadi pada bulan Maret dengan tinggi 0,35 m, sedangkan pada rata rata ketinggian air observasi nilai tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan nilai 0,51 m, rata rata ketinggian air terendah terjadi pada bulan Juni dengan tinggi 0,21 m. Sedangkan nilai R^2 Pada tahun 2016 adalah 0,75 dengan R^2 tertinggi dalam periode tahun 2012-2017 serta pada tahun 2017 rata rata ketinggian air simulasi tertinggi terjadi pada bulan April dengan tinggi 1,27 m, rata rata ketinggian air simulasi terendah terjadi pada bulan Juli dengan tinggi 0,42 m, sedangkan pada rata rata ketinggian air observasi nilai tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan nilai 0,69 m, rata rata ketinggian air terendah terjadi pada bulan September dengan tinggi 0,18 m. Sedangkan nilai R^2 Pada tahun 2014 adalah 0,49. Menurut Try dkk (2018) Nilai koefisien determinasi dibawah prakiraan bisa disebabkan karena resolusi kasar dari sel grid topografi, asumsi penampang alur sungai serta banyaknya data yang hilang juga mempengaruhi nilai koefisien tersebut.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan ketinggian air antara simulasi dan observasi

4.5.4 Model Ketinggian Air terhadap Debit

Hasil simulasi lain pada RRI Model ini adalah grafik ketinggian air simulasi terhadap debit simulasi. Hasil tersebut dilihat pada Gambar 4.8. Pada grafik tersebut menunjukkan pola grafik yang sempurna dengan nilai $R^2 = 0,96$. Ketinggian air dan debit tertinggi terjadi pada bulan Februari 2013 dengan nilai ketinggian air 56,6 m dan nilai debit 4080,1 m^3/s dan ketinggian air dan debit terendah terjadi pada bulan Januari 2020 dengan nilai ketinggian air 3,4 m dan debit 54,16 m^3/s .



Gambar 4.8 Grafik ketinggian air terhadap debit antara simulasi dan simulasi



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah penelitian ini adalah

1. menggunakan data curah hujan periode Januari 2012 – Desember 2020 dengan kisaran 3.635 baris data.
2. Dari data tersebut didapatkan genangan maksimal terjadi pada tahun 2012. Data dikalibrasi dengan data debit lampisang yang menghasilkan R^2 tertinggi pada tahun 2013 dengan $R^2 = 0.86$ yang menunjukkan model simulasi ditahun 2013 memiliki nilai interpretasi pengaruh tinggi dan dapat diterima dan nilai terendah pada tahun 2014 dengan $R^2 = 0,07$ dengan interpretasi diabaikan.
3. Hasil validasi ketinggian air terhadap tinggi muka air divalidasi menggunakan ketinggian muka air Krueng Khee dengan R^2 tertinggi pada tahun 2016 dengan $R^2 = 0.75$ menunjukkan bahwa simulasi ketinggian air terhadap tinggi muka air memiliki nilai interpretasi pengaruh tinggi dengan observasi dan terendah pada tahun 2013 dan 2015 dengan interpretasi pengaruh rendah.
4. Sedangkan hasil validasi ketinggian air terhadap debit periode 2012-2020 dengan $R^2 = 0,93$ dan memiliki nilai interpretasi tinggi

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah melakukan kalibrasi lanjutan menggunakan data yang lengkap agar mendapatkan nilai koefisien yang tinggi serta menggunakan data topografi nasional agar mendapatkan hasil yang akurat.

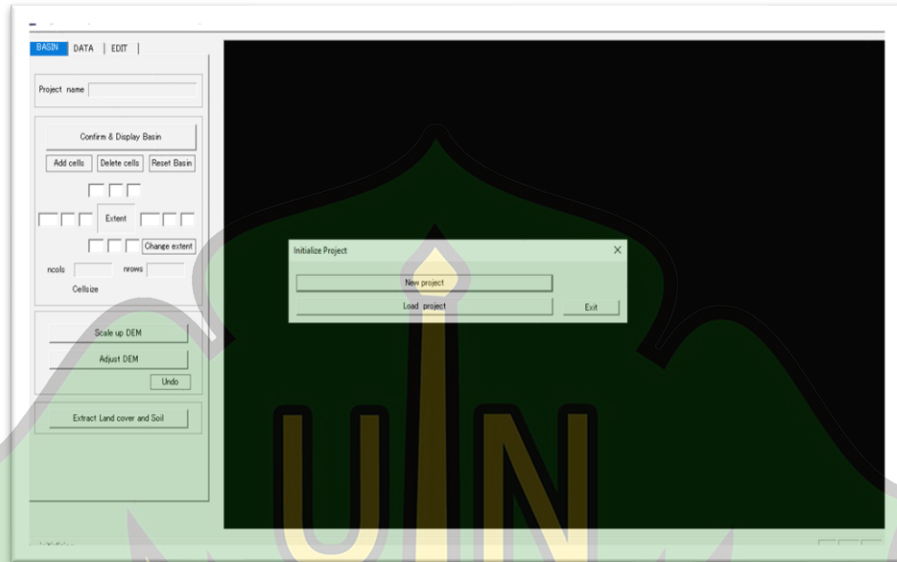
DAFTAR PUSTAKA

- Amirul, C., dan Rahman, A. (2021). Analisis Limpasan Permukaan (Runoff) Pada Daerah Aliran Sungai Jenelata Kabupaten Gowa. *4*(1), 6.
- Anees, M. T., Abdullah, K., Nordin, M. N. M., Rahman, N. N. N. A., Syakir, M. I., dan Kadir, M. O. A. (2017). One- And Two-Dimensional Hydrological Modelling And Their Uncertainties. *Flood Risk Management, January 2018*. <https://doi.org/10.5772/Intechopen.68924>
- Aryani, N., Ariyanti, D. O., dan Ramadhan, M. (2020). Pengaturan Ideal Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Indonesia (Studi Di Sungai Serang Kabupaten Kulon Progo). *Jurnal Hukum Ius Quia Iustum*, *27*(3), 592–614. <https://doi.org/10.20885/iustum.vol27.iss3.art8>
- Darmawan, A. A., dan Setyono, E. (2019). Analisa Hubungan Curah Hujan Dan Debit Serta Korelasi Pengaruh Parameter Lain Di Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu. *Prosiding Sentra (Seminar ...)*, 48–51. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/sentra/article/view/2326>
- Efendi, M., Sunoko, H. R., dan Sulistya, W. (2012). Kajian Kerentanan Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Sub Das Garang Hulu). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *10*(1), 8. <https://doi.org/10.14710/jil.10.1.8-18>
- Hartini, E. (2017). Modul Hidrologi & Hidrolika Terapan. *Universitas Dian Nuswantoro Semarang*, 5–7.
- Iqbal, M., Sutikno, S., dan Sandhyavitri, A. (2015). *Model Hidrologi Untuk Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Potensi Ketersediaan Air Di Daerah Aliran Sungai (Das) Siak. Vol.2.No.2*, 1–11.
- Kardana Natakusumah, D., Syahril B. Kusuma, M., Darmawan, H., Bagus Adityawan, M., dan Farid, M. (2007). Pemodelan Hubungan Hujan Dan Aliran Permukaan Pada Suatu Das Dengan Metoda Beda Hingga. *Itb Journal Of Sciences*, *39* (1&2), 97–123. <https://doi.org/10.5614/itbj.sci.2007.39.1-2.6>
- Khaing, Z. M., Zhang, K., Sawano, H., Shrestha, B. B., Sayama, T., dan Nakamura,

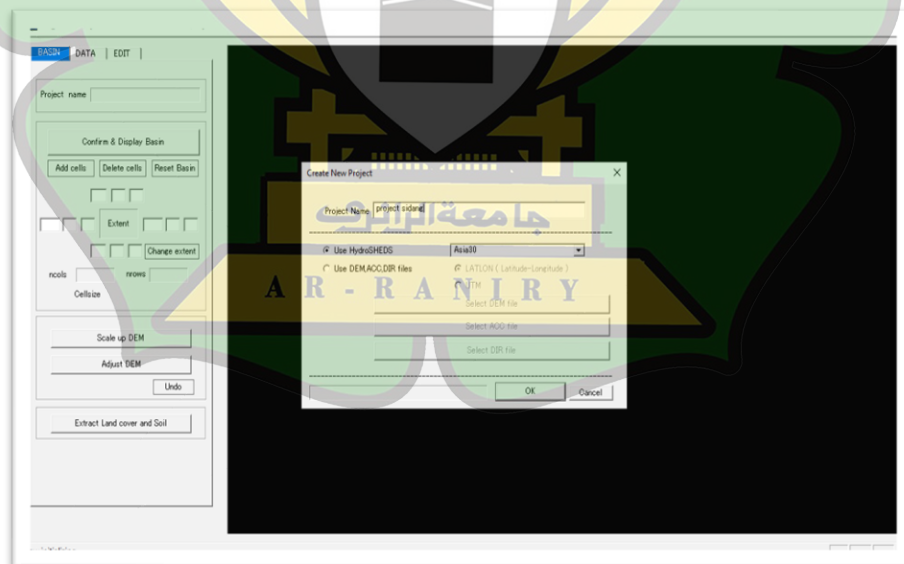
- K. (2019). Flood Hazard Mapping And Assessment In Data-Scarce Nyaungdon Area, Myanmar. *Plos One*, 14(11), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224558>
- Mawardiana, Basri, H. H., dan Tarmizi. (2018). *Analisis Neraca Air Lahan Di Sub Das Krueng Jreue Kabupaten Aceh Besar*. 15(1), 1–6.
- Nastiti, K. D., An, H., Kim, Y., dan Jung, K. (2018). Large-Scale Rainfall–Runoff–Inundation Modeling For Upper Citarum River Watershed, Indonesia. *Environmental Earth Sciences*, 77(18), 0. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7803-x>
- Neno, A. K., Harijanto, H., dan Wahid., A. (2016). Hubungan Debit Air Dan Tinggi Muka Air Di Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu. *Warta Rimba*, 4(2), 1–8.
- Samsul, Arsyad, U., dan Umar, A. (2019). *Simulasi Skenario Penutupan Lahan Untuk Melihat Kondisi Hidrologi Di Das Lisu, Kabupaten Barru*. 8(3), 4–8.
- Sayama, T. (2017). *Rainfall-Runoff-Inundation (Rri) Model*.
- Sutikno, S., Fauzi, M., dan Hamiduddin. (2014). Pemodelan Hidrologi Hujan-Aliran Dengan Menggunakan Data Satelit. *Seminar Nasional Teknik Sipil X-2014, February 2014*, 721. <https://doi.org/10.13140/Rg.2.1.4581.3286>
- Sutikno, S., Fauzi, M., dan Mardhotillah, M. (2015). *Kalibrasi Dan Validasi Model Hidrologi Hujan-Aliran Dengan Menggunakan Kalibrasi Dan Validasi Model Hidrologi Hujan-Aliran Dengan Menggunakan Data Satelit*. August 2014. <https://doi.org/10.13140/Rg.2.1.2287.5689>
- Taufik, M. S., dan Burhan, S. F. (2022). Pemodelan Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Lekopancing, Kabupaten Maros Menggunakan Program Hec-Ras. In *Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil* (Issue 8.5.2017).
- Try, S., Lee, G., Yu, W., Oeurng, C., dan Jang, C. (2018). Large-Scale Flood-Inundation Modeling In The Mekong River Basin. *Journal Of Hydrologic Engineering*, 23(7), 05018011. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)he.1943-5584.0001664](https://doi.org/10.1061/(asce)he.1943-5584.0001664)

LAMPIRAN

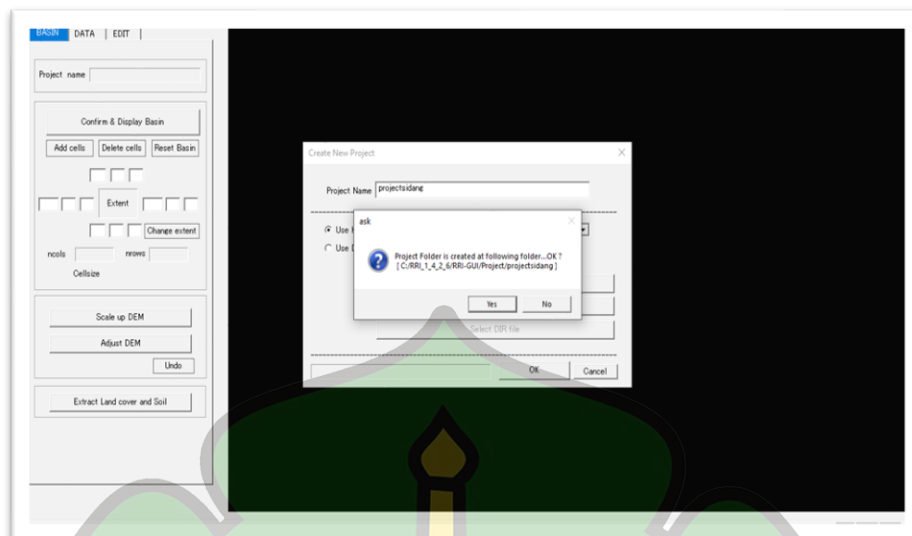
Lampiran 1. Simulasi *Rainfall Runoff Inundation* Model



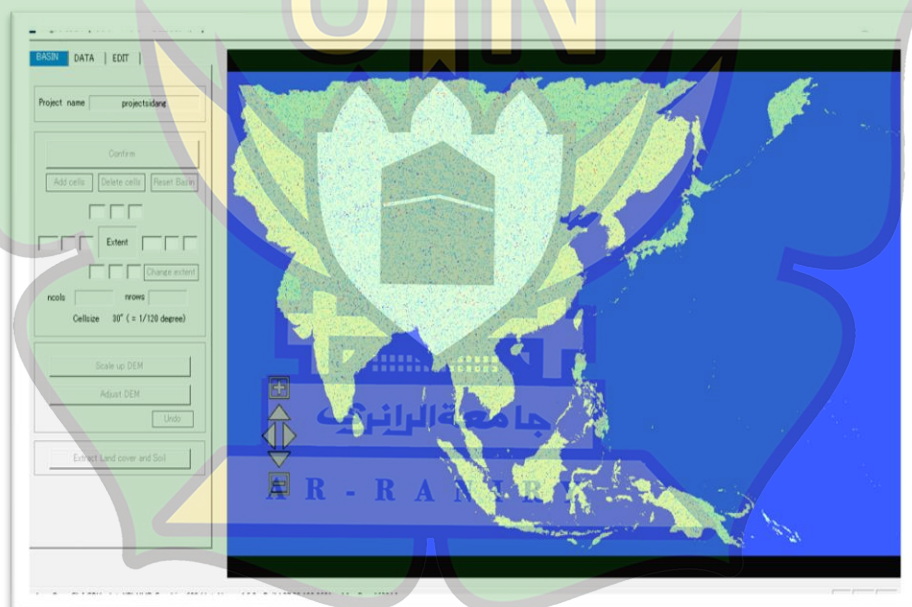
Gambar 1. Jendela utama pada RRI



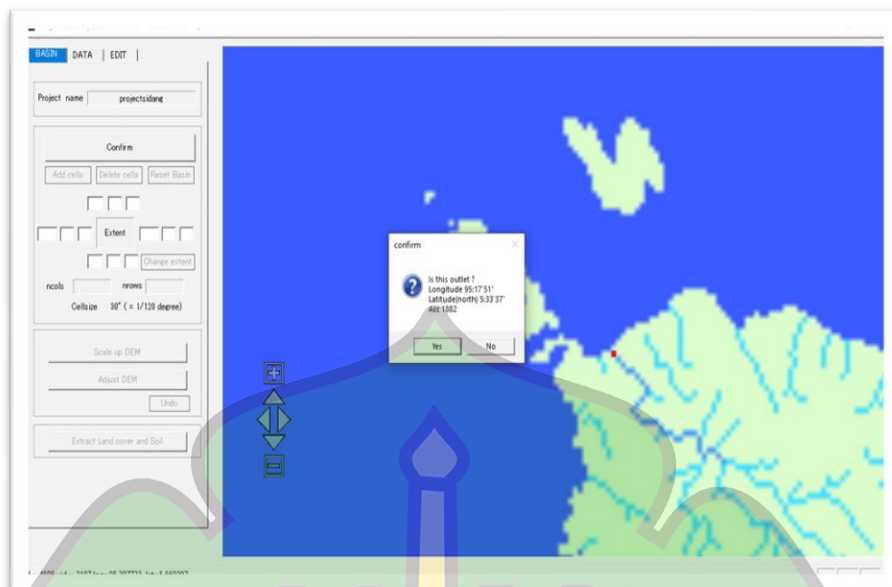
Gambar 2. Menentukan Penggunaan Data



Gambar 3. Menggunakan Data HydroSHEDS



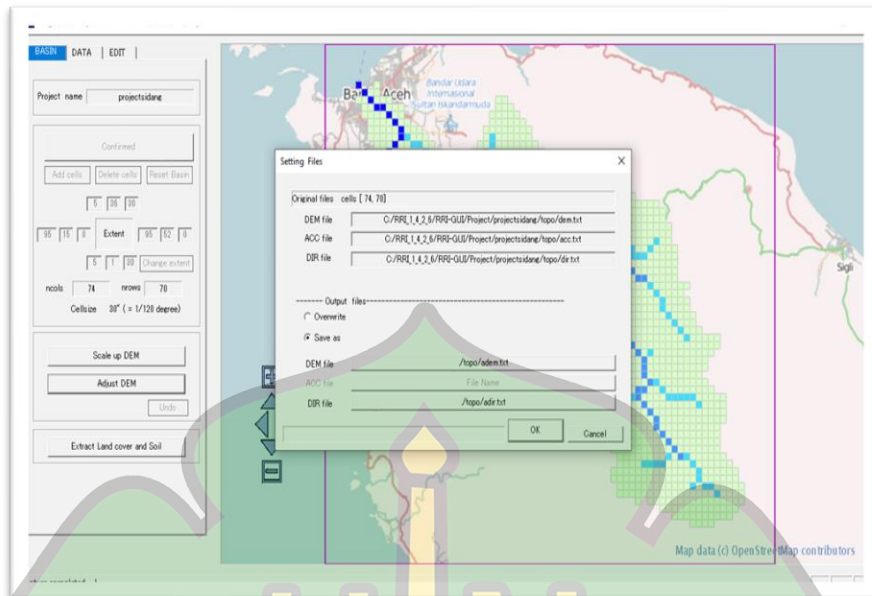
Gambar 4. Menentukan Letak DAS yang diteliti



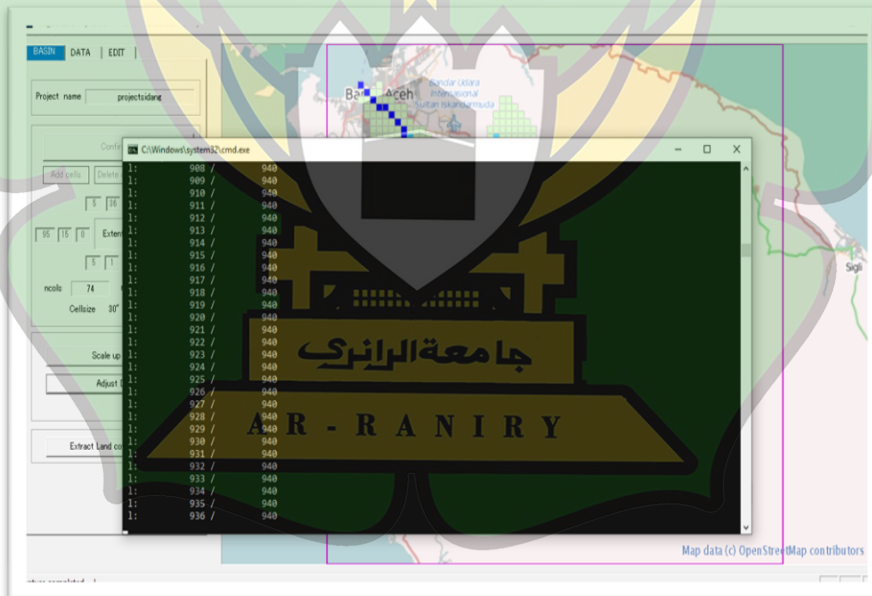
Gambar 5. Memilih DAS yang diteliti



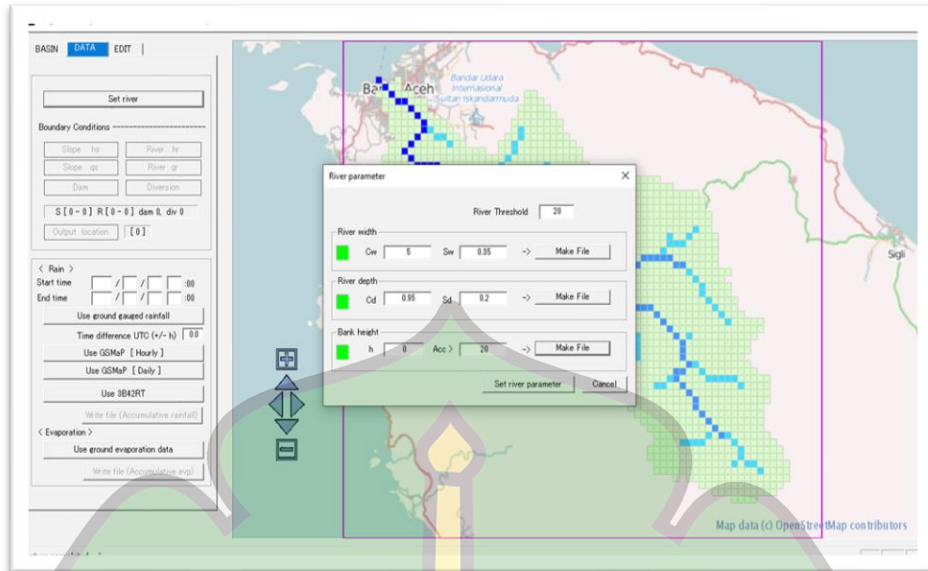
Gambar 6. Mengesktrak DAS



Gambar 7. Menyesuaikan DEM



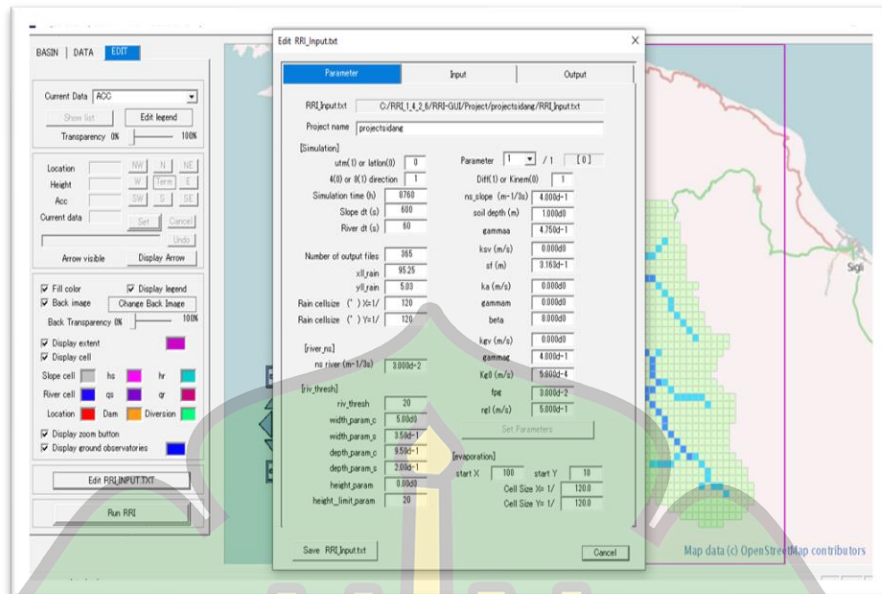
Gambar 8. Proses penyesuaian DEM



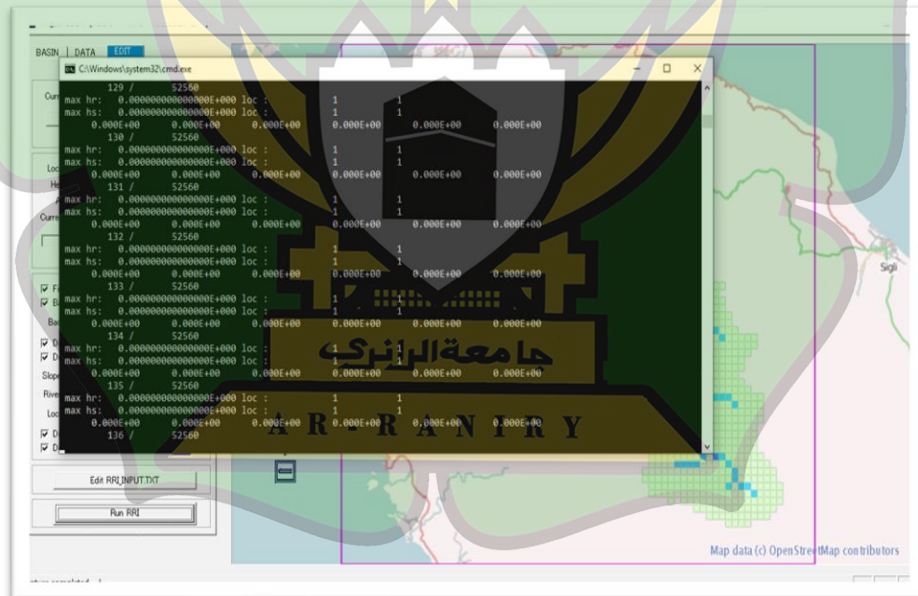
Gambar 9. Membuat file lebar, kedalaman serta ketinggian sungai



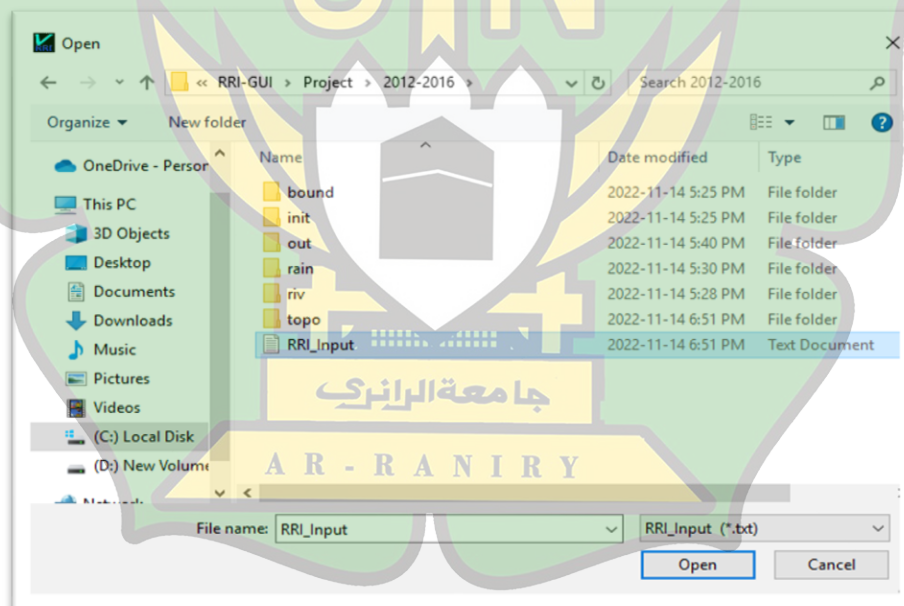
Gambar 10. Menginput data curah hujan

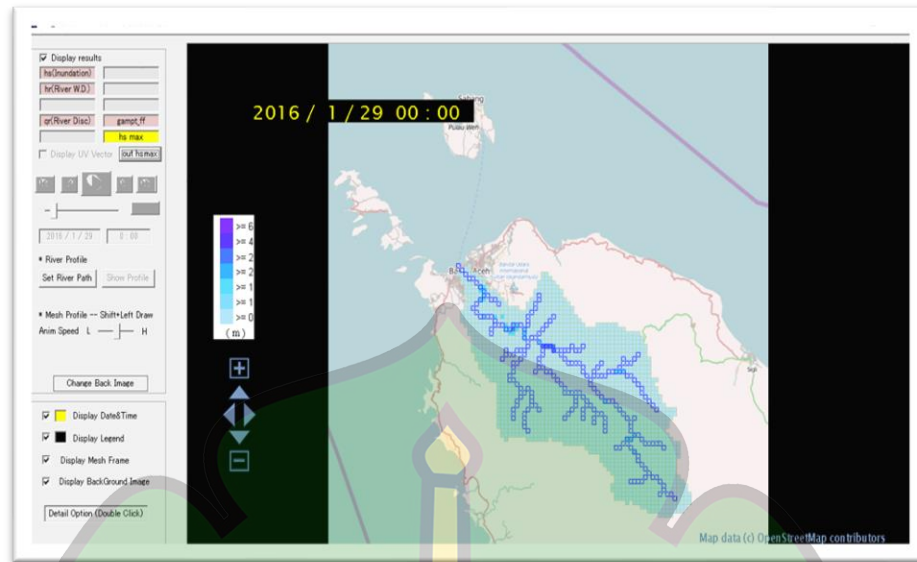


Gambar 11. Menginput parameter



Gambar 12. Menjalankan simulasi

Lampiran 2. Memvisualisasikan hasil simulasi**Gambar 1. Jendela utama RRI viewer****Gambar 2. Menginput data RRI**



Gambar 3. Visualisasi Model