

**PEMODELAN GENANGAN BANJIR
SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA MENGGUNAKAN *HEC-RAS*
(STUDI KASUS: SUNGAI KELEKAR KOTA PRABUMULIH)**

(Skripsi)

Oleh

**ALZA ABYULIANI
NPM 2015071012**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**PEMODELAN GENANGAN BANJIR
SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA MENGGUNAKAN *HEC-RAS*
(STUDI KASUS: SUNGAI KELEKAR KOTA PRABUMULIH)**

Oleh

ALZA ABYULIANI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PEMODELAN GENANGAN BANJIR SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA MENGGUNAKAN *HEC-RAS* (STUDI KASUS: SUNGAI KELEKAR KOTA PRABUMULIH)

Oleh

ALZA ABYULIANI

Banjir merupakan bencana dengan persentase tertinggi yang terjadi di Indonesia yaitu 35,56% pada Tahun 2021. Salah satu daerah yang sering mengalami banjir adalah Sungai Kelekar. Meluapnya Sungai Kelekar semakin tahun semakin parah hingga menyebabkan banjir bandang dan genangan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung Periode Ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

Penelitian ini menggunakan data DEM Tahun 2024, data Curah Hujan Tahun 2011 sampai Tahun 2020, Batas Administrasi Kota Prabumulih Tahun 2024, Data Pengukuran Topografi Sungai Kelekar Tahun 2021, dan Data Titik Banjir Kecamatan Prabumulih Tahun 2021 sampai Tahun 2022. Metode penelitian yang digunakan adalah Hidrograf Satuan Sintetik *Snyder*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedalaman banjir terbagi menjadi 3 kelas yaitu kelas genangan rendah, sedang dan tinggi. Luasan genangan banjir bertambah setiap periode ulang tahun dimana luasan paling rendah terjadi pada periode ulang 2 Tahun sebesar 564,13 hektar dengan debit puncak 116,0728 m³/s dan luasan genangan banjir paling tinggi periode ulang 100 Tahun sebesar 690,55 hektar dengan debit puncak 274,452 m³/s. Terdapat upaya mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak banjir yang berpotensi menyebabkan genangan di Sungai Kelekar seperti meningkatkan tinggi dan kekuatan tanggul, melakukan penanaman pohon dan vegetasi, membangun desain infrastruktur terutama pada bagian pemukiman padat dan daerah pemodelan yang menunjukkan kedalaman tinggi dan luasan yang berubah signifikan sebagai area prioritas pembangunan, serta pemodelan dapat digunakan sebagai data pendukung analisis spasial lanjutan dalam menentukan jalur evakuasi bagi masyarakat.

Kata Kunci: Genangan Banjir, HSS *Snyder*, Mitigasi, Pemodelan Hidrodinamika

ABSTRACT

FLOOD INUNDATION MODELING AS A DISASTER MITIGATION EFFORT USING *HEC-RAS* (CASE STUDY: KELEKAR RIVER, PRABUMULIH CITY)

By

ALZA ABYULIANI

Floods are the disaster with the highest percentage occurrence in Indonesia, accounting for 35.56% in 2021. One area frequently affected by floods is the Kelekar River. The overflow of the Kelekar River has worsened year by year, leading to flash floods and inundations. This study aims to calculate the recurrence periods of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, 50 years, and 100 years. This research utilizes DEM data from 2024, rainfall data from 2011 to 2020, the administrative boundary data of Prabumulih City in 2024, topographic measurement data of the Kelekar River in 2021, and flood point data of Prabumulih District from 2021 to 2022. The research method used is the Snyder Synthetic Unit Hydrograph. The results of this study indicate that flood depth is categorized into three classes: low, medium, and high inundation levels. The smallest flood inundation growing up every single year the lowest area occurs in the 2-year recurrence period, covering 564.13 hectares with a peak discharge of 116.0728 m³/s, while the largest inundation area occurs in the 100-year recurrence period, covering 690.55 hectares with a peak discharge of 274.452 m³/s. Mitigation efforts to reduce the impact of potential floods causing inundations in the Kelekar River include raising and strengthening levees, planting trees and vegetation, designing infrastructure, especially in densely populated areas and regions identified in modeling as priority areas for development due to significant changes in depth and area, and using the modeling as supporting data for further spatial analysis to determine evacuation routes for the community.

Keywords: Flood Inundation, HSS Snyder, Mitigation, Hydrodynamic Modeling

Judul Skripsi : PEMODELAN GENANGAN BANJIR
SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA
MENGUNAKAN *HEC-RAS* (STUDI
KASUS: SUNGAI KELEKAR KOTA
PRABUMULIH)

Nama Mahasiswa : Alza Abyuliani

Nomor Pokok Mahasiwa : 2015071012

Program Studi : Teknik Geodesi

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Ir. Ahmad Zakaria, M. T., Ph.D.

NIP 196705141993031002

Atika Sari, S.T., M.T.

NIP 199204062022032007

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM

NIP 196410121992031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

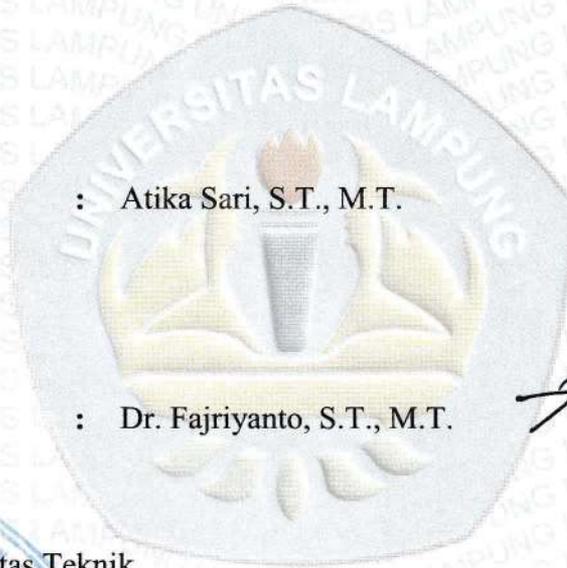
Ketua : Ir. Ahmad Zakaria, M. T., Ph.D.



Sekretaris : Atika Sari, S.T., M.T.



Anggota : Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)
NIP. 197509282001121002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 25 September 2024

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Alza Abyuliani
NPM : 2015071012
Program Studi : Teknik Geodesi
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Pemodelan Genangan Banjir sebagai Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan *HEC-RAS* (Studi Kasus: Sungai Kelekar Kota Prabumulih)" ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak berisi tentang karya yang telah dipublikasikan atau ditulis, kecuali sebagai kutipan atau acuan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah pada umumnya.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan saya bersedia menanggung segala akibat yang ada, apabila pernyataan ini tidak benar.

Bandar Lampung, 25 September 2024



Alza Abyuliani

NPM. 2015071012

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir pada tanggal 10 Februari 2003 di Kedaton, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Edy Sunarno dan Ibu Ekawati.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Kedaton Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2014. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 10 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2017. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMAN 7 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan studi di Universitas Lampung pada Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama di Universitas Lampung, penulis aktif dalam berbagai kegiatan organisasi. Penulis menjadi anggota Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Penelitian Lampung (UKM-P) dan menjabat sebagai Anggota Hubungan Luar Pemberdayaan Masyarakat pada tahun 2020-2022. Selain itu, penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Geodesi (Himages) sebagai anggota departemen pendidikan pada tahun 2020. Pada tahun 2022, penulis terpilih sebagai peserta *Cross Cultural Exchange*. Di tahun yang sama, penulis juga terpilih sebagai peserta *Digital Entrepreneurship Academy* (DEA) Kota Bandar Lampung dan menjadi anggota dalam ajang Program Penguatan Kapasitas Organisasi Kemahasiswaan (PKK Ormawa) UKMP.

Pada tahun 2023, penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT Prana Kota Bandar Lampung. Selain itu, penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sidoluhur, Lampung Selatan.

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), penulis menyusun skripsi yang berjudul "Pemodelan Genangan Banjir sebagai Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan *HEC-RAS* (Studi Kasus: Sungai Kelekar Kota Prabumulih)" dengan bimbingan Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., dan Ibu Atika Sari, S.T., M.T. pada tahun 2024.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Karya sederhana ini penulis persembahkan untuk:

“Lelaki pertama yang mencintaiku tanpa syarat yang memberikan semua usaha terbaiknya untuk keluarga yaitu Bapak Edy dan wanita pertama yang telah menyayangiku bahkan sebelum aku dilahirkan. Wanita pertama yang menjadi tempat penulis berlindung, bercerita, dan mengeluh, sekaligus pintu surgaku, yaitu Ibu Ekawati. Tanpa restu dan doa baik yang tiada habisnya, kalian telah mampu mendidik penulis untuk memiliki kepribadian yang baik serta turut mendukung untuk mewujudkan salah satu mimpi putrinya yaitu menjadi sarjana. Terima kasih telah memilih penulis untuk menjadi bagian dari keluarga yang selalu berusaha menghadirkan canda tawa dan kehangatan.”

“Kepada diri sendiri yang berhasil menyelesaikan karya ini dengan sebaik-baiknya. Apresiasi yang sangat besar untuk tidak menyerah terhadap semua mimpi-mimpinya. Terima kasih untuk percaya kepada diri sendiri dengan segala tanggung jawab yang seharusnya belum ditanggung pada usianya, tetapi tetap mampu menyelesaikan dengan baik, tetap ceria dengan membagikan kebahagiaan kepada orang lain dan tidak pernah kehilangan dirinya sendiri. Sampai jumpa pada mimpi-mimpi lainnya.”

“Bapak Ibu Dosen Pembimbing, Penguji, Pengajar, dan Staff yang telah meluangkan waktunya, memberikan arahan, motivasi, serta dukungan kepada penulis dengan ikhlas.”

MOTTO

**“Jika kamu berbuat baik artinya kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri dan jika kamu berbuat jahat, maka kejahatan itu bagi dirimu sendiri”
(Q.S. Al – Isra Ayat 7)**

*“Cry has 3 letters but so does joy. Hate has 4 letters but so does love. Lying has 5 letters but so does truth. Failure has 7 letters but so does success. Enemies has 7 letters but so does friends. Negativity has 10 letters so does positivity. You always have a choice so choose a better side of it”
(Levy Media)*

SANWACANA

Dengan penuh rasa syukur dan terima kasih atas karunia dan bimbingan-Nya, penulis berhasil menyelesaikan Skripsi dengan judul "*Pemodelan Genangan Banjir sebagai Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan HEC-RAS (Studi Kasus: Sungai Kelekar Kota Prabumulih)*". Penelitian ini merupakan bagian dari persyaratan dalam menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung.

Penyusunan Skripsi ini dapat terwujud berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika Universitas Lampung.
3. Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Skripsi Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. selaku dosen Penguji yang memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak Ir. Ahmad Zakaria., M. T., Ph.D. selaku dosen Pembimbing Pertama yang memberikan arahan, bantuan, dan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
7. Ibu Atika Sari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang memberikan arahan, bantuan, dan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi.

8. Ibu Ekawati dan Bapak Edy sebagai orang tua penulis, yang secara konsisten mendoakan dan menyediakan segala kecukupan yang dibutuhkan serta Kakak Alvin dan Adik Alqin tersayang yang membawa keceriaan. Khususnya untuk Ibu tersayang, terima kasih untuk segalanya. Semoga Ibu dihadihkan oleh Allah surga tanpa hisab.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan semangat bagi penulis.
10. Hestinia Nurmita sebagai salah satu rezeki sahabat yang dengan konsisten menemani penulis dalam berbagai keadaan di masa perkuliahan. Perempuan tulus dan baik hati yang senantiasa memberikan dukungan, nasehat dan pandangannya terhadap hal-hal yang penulis lakukan. Salah satu tempat dimana penulis membagikan mimpi dan harapannya. Sahabat sekaligus saudara yang penulis temukan dalam perjalanan di masa perkuliahan.
11. Okta Mulya Sari yang selalu menemani penulis pada masa perkuliahan. Sahabat yang dengan sangat baik menerima kondisi penulis. Sahabat yang selalu berusaha siap membantu, menenangkan, mencoba mengerti dan menemani penulis terutama di setiap masa perkuliahan yang penulis lalui.
12. Firman Nickholas selaku teman seperjuangan skripsi yang dengan baik membagikan, menyediakan, dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
13. Katralin, Mentari Kirana, dan Rizki Lutfiani selaku sahabat sekaligus keluarga tersayang yang selalu mengirimkan semangat, mendengarkan keluh kesah, selalu bersedia untuk membantu juga meyakinkan penulis bahwa keadaan akan baik baik saja, selalu menghibur penulis dengan lelucon yang masih sama sejak di bangku sekolah dan hal yang paling terpenting adalah selalu ada sebagai tempat pulang penulis dengan berbagai ceritanya.
14. Ibu Riska Puspitasari sebagai sepupu, sahabat, dan keluarga yang selalu membantu, mengarahkan, memberikan dukungan, dan mengajarkan banyak pelajaran kehidupan.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih memiliki beberapa kesalahan atau kekurangan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk perbaikan lebih lanjut. Atas kontribusi dan perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Bandar Lampung, 9 September 2024

Alza Abyuliani

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| SANWACANA | i |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR GAMBAR..... | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 7 |
| 1.3. Tujuan Peneltian | 8 |
| 1.4. Manfaat Peneltian | 8 |
| 1.5. Batasan Penelitian | 8 |
| 1.6. Hipotesis Penelitian | 9 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 10 |
| 2.1. Sungai | 10 |
| 2.2. Banjir | 11 |
| 2.3. Genangan | 12 |
| 2.4. Mitigasi Bencana | 13 |
| 2.5. Analisis Distribusi Frekuensi | 13 |
| 2.5.1. Distribusi <i>Gumbel</i> | 14 |
| 2.5.2. Distribusi <i>Log Pearson III</i> | 16 |
| 2.5.3. Distribusi <i>Log Normal</i> | 17 |
| 2.5.4. Distribusi Normal | 18 |
| 2.6. Uji Kesesuaian Distribusi | 18 |
| 2.6.1. <i>Chi Square</i> | 19 |
| 2.6.2. Uji <i>Smirnov Kolmogorov</i> | 20 |
| 2.7. Hujan <i>Netto Mononobe</i> | 21 |
| 2.8. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) <i>Snyder</i> | 21 |
| 2.9. Periode Kala Ulang..... | 22 |
| 2.10. DEM | 23 |
| 2.11. <i>HEC-RAS</i> | 24 |
| 2.12. Sistem Informasi Geografis | 25 |
| 2.13. Penelitian Terdahulu..... | 25 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 30 |
| 3.1 Lokasi Penelitian | 30 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 31 |
| 3.2.1. Alat | 31 |
| 3.2.2. Bahan | 31 |
| 3.3 Diagram Alir..... | 32 |
| 3.4 Tahapan penelitian..... | 33 |
| 3.4.1. Tahap Persiapan..... | 33 |
| 3.4.2. Tahap Pengolahan Data | 33 |
| 3.4.3. Tahap Analisis Data..... | 38 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 39 |
| 4.1. Panjang Sungai, Koefisien Pengaliran, dan Kemiringan Sungai..... | 39 |
| 4.2. Perhitungan Analisis Distribusi Frekuensi | 44 |
| 4.2.1. Hasil Distribusi <i>Gumbel</i> | 45 |
| 4.2.2. Hasil Distribusi <i>Log Pearson III</i> | 46 |
| 4.2.3. Hasil Distribusi <i>Log Normal</i> | 47 |
| 4.2.4. Hasil Distribusi Normal | 48 |
| 4.3. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) <i>Snyder</i> | 49 |
| 4.3.1. Hasil Uji Kesesuaian Distribusi..... | 49 |
| 4.3.2. Distribusi Hujan <i>Netto Mononobe</i> | 51 |
| 4.3.3. Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) <i>Snyder</i> | 53 |
| 4.4. Pemodelan Hidrolika | 55 |
| 4.5. Pemetaan Genangan Banjir | 58 |
| 4.6. Validasi Pemodelan | 66 |
| 4.7. Keterbatasan Pemodelan..... | 68 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 69 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 69 |
| 5.2. Saran | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA | 71 |
| LAMPIRAN A | 75 |
| LAMPIRAN B | 91 |
| LAMPIRAN C..... | 103 |
| LAMPIRAN D..... | 148 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Persentase Desa/Kelurahan Yang Mengalami Bencana Tahun 2021 | 2 |
| 2. Curah Hujan Maksimum (mm) Tahun 2011 sampai Tahun 2020 | 5 |
| 3. Peta Lokasi Penelitian..... | 30 |
| 4. Diagram Alir Penelitian | 32 |
| 5. Data DEM..... | 34 |
| 6. Data Topografi Sungai Kelekar | 35 |
| 7. Panjang Sungai Kelekar..... | 39 |
| 8. Penggunaan Tata Guna Lahan | 40 |
| 9. Penggunaan Lahan..... | 41 |
| 10. Profil Memanjang Acuan di Titik KL273 Hulu Sungai Penelitian | 42 |
| 11. Profil Memanjang Acuan di Titik B10 Hilir Sungai Penelitian | 43 |
| 12. Grafik Analisis 4 Distribusi Frekuensi | 49 |
| 13. Debit Maksimal Periode Ulang Tahunan | 54 |
| 14. Pemodelan Genangan Banjir Kala Ulang 2 Tahun..... | 55 |
| 15. Pemodelan Genangan Banjir Kala Ulang 5 Tahun..... | 56 |
| 16. Pemodelan Genangan Banjir Kala Ulang 10 Tahun..... | 56 |
| 17. Pemodelan Genangan Banjir Kala Ulang 25 Tahun..... | 57 |
| 18. Pemodelan Genangan Banjir Kala Ulang 50 Tahun..... | 57 |
| 19. Pemodelan Genangan Banjir Kala Ulang 100 Tahun..... | 58 |
| 20. Pemetaan Genangan Banjir Periode Ulang 2 Tahun | 59 |
| 21. Pemetaan Genangan Banjir Periode Ulang 5 Tahun | 59 |
| 22. Pemetaan Genangan Banjir Periode Ulang 10 Tahun | 60 |
| 23. Pemetaan Genangan Banjir Periode Ulang 25 Tahun | 60 |
| 24. Pemetaan Genangan Banjir Periode Ulang 50 Tahun | 61 |

| | | |
|-----|---------------------------------------------------------------|----|
| 25. | Pemetaan Genangan Banjir Periode Ulang 100 Tahun | 61 |
| 26. | Luasan Genangan Banjir Kala Ulang Tahun | 63 |
| 27. | Kerusakan Tanggul Sungai..... | 64 |
| 28. | Digitasi Perumahan Terdampak Genangan Banjir | 65 |
| 29. | Validasi Pemetaan Genangan Beserta Foto Kejadian Banjir | 67 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Banyak Desa/Kelurahan yang Mengalami Bencana Tahun 2021 | 1 |
| 2. Desa/Kelurahan yang Mengalami Banjir di Kota Prabumulih..... | 3 |
| 3. Curah Hujan Bulanan Pos Hujan Lembak..... | 4 |
| 4. Kelas Genangan Banjir | 12 |
| 5. Ketetapan Nilai Yt Metod <i>Gumbel</i> | 15 |
| 6. Hubungan Reduksi Data Rata-rata (Yn) dengan Jumlah Data (n) | 15 |
| 7. Hubungan antara Standar Deviasi (Sn) dan dengan Jumlah Data | 15 |
| 8. Faktor Frekuensi (G) Distribusi <i>Log Pearson</i> | 17 |
| 9. Ketetapan Kt (standar variabel) metode <i>Log Normal</i> :..... | 17 |
| 10. Nilai Kritis <i>Chi Square</i> | 19 |
| 11. Nilai Kritis Uji <i>Smirnov Kolmogorov</i> | 20 |
| 12. Penelitian Terdahulu | 26 |
| 13. Alat Pengolahan Data | 31 |
| 14. Data Penelitian..... | 31 |
| 15. Nilai Koefisien pengaliran..... | 36 |
| 16. Curah Hujan Maksimum Tahun 2011 sampai Tahun 2020..... | 44 |
| 17. Perhitungan Distribusi <i>Gumbel</i> | 45 |
| 18. Hujan Rancangan Distribusi <i>Gumbel</i> | 45 |
| 19. Perhitungan Distribusi <i>Log Pearson III</i> | 46 |
| 20. Hujan Rancangan Distribusi <i>Log Pearson III</i> | 46 |
| 21. Perhitungan Distribusi <i>Log Normal</i> | 47 |
| 22. Hujan Rancangan Distribusi <i>Log Normal</i> | 47 |
| 23. Perhitungan Distribusi <i>Log Normal</i> | 48 |
| 24. Hujan Rancangan Distribusi Normal..... | 48 |

| | | |
|-----|----------------------------------------------------------------|----|
| 25. | Uji Kesesuaian Distribusi | 50 |
| 26. | Perhitungan Parameter Statistik..... | 51 |
| 27. | Perhitungan Rerata Hujan dan Presentase Intensitas Hujan | 52 |
| 28. | Hujan <i>Netto</i> (mm)..... | 52 |
| 29. | Distribusi Hujan <i>Netto Mononobe</i> | 52 |
| 30. | Debit Hujan Kala Ulang HSS <i>Snyder</i> | 53 |
| 31. | Luasan Genangan Banjir..... | 62 |
| 32. | Koordinat Titik Banjir BNPB Tahun 2021 sampai Tahun 2022 | 66 |

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tidak ada tempat yang benar-benar terlepas dari ancaman bencana. Bencana datang disaat yang mendadak dan terjadi saat belum adanya kewaspadaan, kesiapan, serta kesigapan yang dibutuhkan oleh manusia untuk menghadapinya. Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 mendefinisikan bahwa bencana merujuk pada kejadian atau serangkaian kejadian yang membahayakan dan mengganggu kehidupan serta mata pencaharian masyarakat, disebabkan oleh faktor-faktor alam, non-alam atau manusia. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (2022), tercatat bahwa terjadi 43.208 bencana alam.

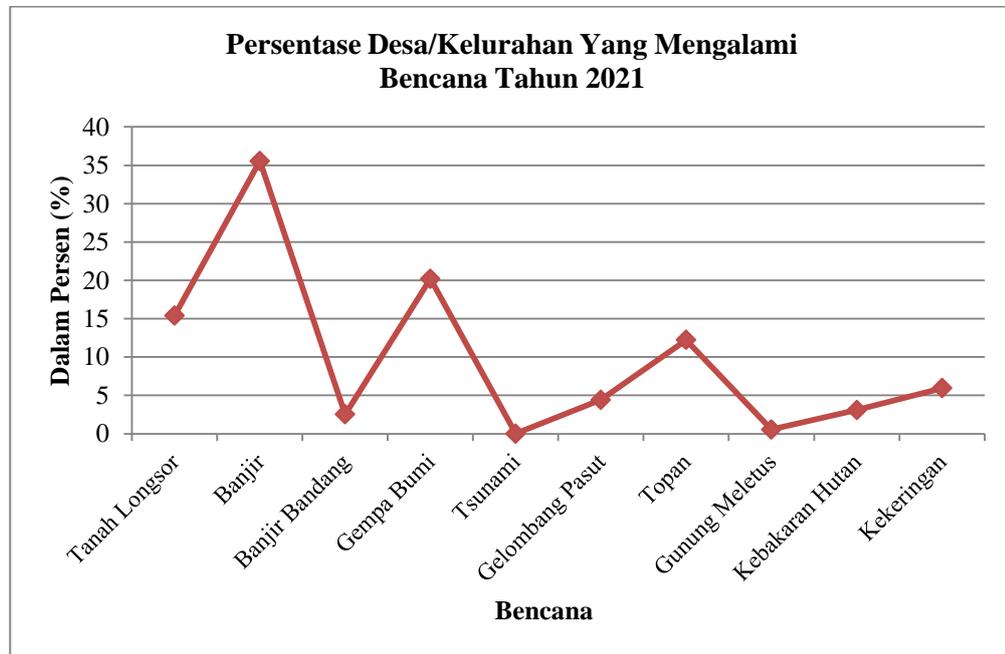
Tabel 1. Banyak Desa/Kelurahan yang Mengalami Bencana Tahun 2021

| Bencana | Banyak Desa/Kelurahan yang Mengalami Bencana Tahun 2021 |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Tanah Longsor | 6.664 |
| Banjir | 15.366 |
| Banjir Bandang | 1.093 |
| Gempa Bumi | 8.726 |
| Tsunami | 11 |
| Gelombang Pasang Surut | 1.913 |
| Angin Topan | 5.286 |
| Gunung Meletus | 241 |
| Kebakaran Hutan | 1.338 |
| Kekeringan | 2.570 |
| Total | 43.208 |

Sumber: Badan Pusat Statistik (2022)

Berdasarkan data banyak desa atau kelurahan yang mengalami bencana tahun 2021, bencana alam dengan persentase bencana banjir sebanyak 35,56%

menjadikan banjir sebagai bencana alam dengan frekuensi paling sering terjadi.



Gambar 1. Persentase Desa/Kelurahan Yang Mengalami Bencana Tahun 2021
Sumber : Badan Pusat Statistik (2022)

Banjir adalah suatu kondisi debit aliran sungai yang dengan jumlah relatif lebih besar dari kondisi normalnya akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu secara terus-menerus (Trisaktomo, 2023). Daerah Aliran Sungai memiliki peran yang sangat krusial dalam siklus hidrologi ini, karena DAS berfungsi untuk mengalirkan air dari hulu ke hilir sungai yang akan dimanfaatkan oleh masyarakat. Ini menjadi jaminan untuk menyatukan elemen biotik dan abiotik dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Daerah Aliran Sungai yang terjaga dengan baik dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan secara signifikan (Aprianto dkk., 2019).

Penggunaan sumber daya air salah satunya adalah Sungai. Sungai berperan terhadap keberlangsungan kehidupan misalnya untuk kebutuhan Mandi Cuci Kakus (MCK), untuk irigasi sawah, kebun dan lain sebagainya (Pratiwi dan Santosa, 2021). Banjir masih menjadi masalah yang memerlukan perhatian

husus dari berbagai pihak, baik pemerintah maupun masyarakat (Agustina dkk., 2022). Salah satu sungai yang berada di Kecamatan Prabumulih adalah Sungai Kelekar.

Sejalan dengan perkembangan Sungai Kelekar merupakan salah satu sungai yang meluap yang menyebabkan banjir. Bencana banjir disebabkan oleh rendahnya tanggul sungai diperparah dengan jumlah debit air yang melebihi elevasi tanggul. Badan Pusat Statistik Kota Prabumulih (2024), melaporkan bahwa jumlah desa/kelurahan yang mengalami bencana alam banjir di Kota Prabumulih Tahun 2019 sampai Tahun 2021 adalah sebanyak 30 kejadian.

Tabel 2. Desa/Kelurahan yang Mengalami Bencana Alam Banjir di Kota Prabumulih Tahun 2019 sampai Tahun 2021

| Kecamatan | Bencana Banjir Kota Prabumulih | | |
|----------------------|--------------------------------|----------|-----------|
| | 2019 | 2020 | 2021 |
| Rambang Kapak Tengah | 1 | 1 | 1 |
| Prabumulih Timur | 3 | 3 | 4 |
| Prabumulih Selatan | 3 | 2 | 3 |
| Prabumulih Barat | 2 | 1 | 1 |
| Prabumulih Utara | 1 | 0 | 1 |
| Cambai | 1 | 1 | 1 |
| Total | 11 | 8 | 11 |

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Prabumulih (2024)

Terjadinya banjir di Kota Prabumulih salah satunya akibat faktor curah hujan yang tinggi. Curah hujan adalah tinggi air hujan yang terkumpul di permukaan datar tanpa mengalami penguapan, peresapan, atau aliran. Satuan curah hujan yang digunakan di Indonesia adalah milimeter (mm). Curah hujan sebesar 1 (satu) milimeter memiliki arti bahwa pada area seluas satu meter persegi (m^2) di permukaan datar terkumpul air setinggi satu milimeter atau setara dengan satu liter air (Ajr dan Dwirani, 2019).

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang terjadi dalam jangka waktu tertentu, yang biasanya dinyatakan dalam satuan mm/jam, mm/hari, mm/bulan, dan mm/tahun. Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika

(BMKG) mengklasifikasikan curah hujan bulanan ke dalam empat kategori berdasarkan jumlah hujan yang diterima suatu wilayah. Kategori pertama adalah rendah, dengan curah hujan antara 0 hingga 100 mm/bulan. Kategori kedua adalah sedang, dengan curah hujan berkisar antara 100 hingga 300 mm/bulan. Kategori ketiga adalah tinggi, dengan curah hujan antara 300 hingga 500 mm/bulan. Terakhir, kategori sangat tinggi mencakup curah hujan yang melebihi 500 mm/bulan.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Palembang (2021), melaporkan bahwa dalam kurun 10 tahun dari Tahun 2011 sampai Tahun 2020 fenomena bencana banjir umumnya terjadi akibat memasuki musim hujan. Hasil dari pengamatan Pos Hujan Lembak, Kecamatan Lembak, Kabupaten Muara Enim tercatat pada rentang tahun 2011 sampai Tahun 2020 adalah sebagai berikut:

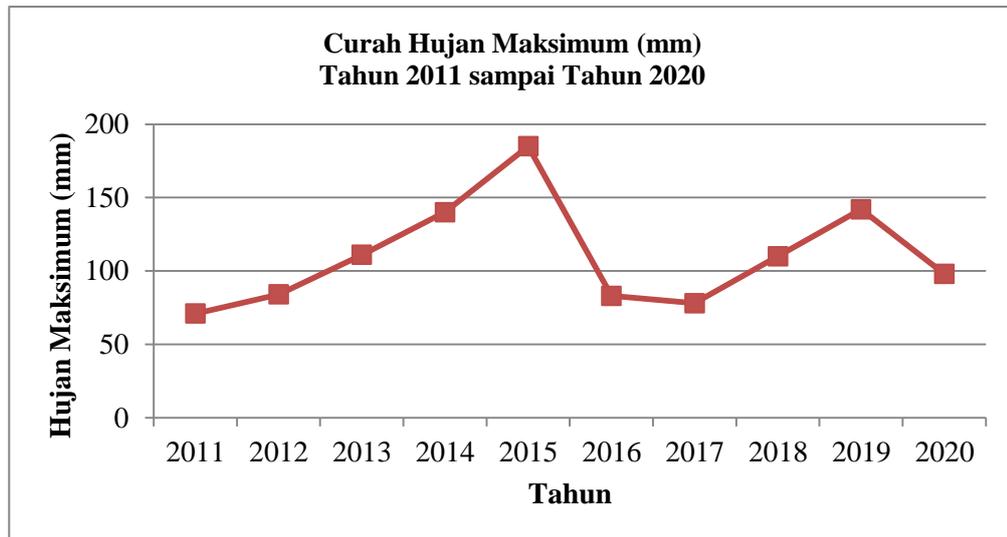
Tabel 3. Curah Hujan Bulanan Pos Hujan Lembak

| Curah Hujan Bulanan Pos Hujan Lembak (mm/bulan) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------|---------|----------|-------|-------|-----|------|------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| Tahun | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli | Agustus | September | Oktober | November | Desember |
| 2011 | 54 | 50 | 53 | 71 | 31 | 53 | 0 | 0 | 18 | 57 | 60 | 71 |
| 2012 | 55 | 0 | 0 | 31 | 41 | 32 | 20 | 9 | 6 | 70 | 84 | 71 |
| 2013 | 72 | 72 | 61 | 0 | 31 | 35 | 46 | 48 | 111 | 47 | 65 | 81 |
| 2014 | 78 | 94 | 80 | 57 | 27 | 45 | 140 | 18 | 8 | 35 | 70 | 75 |
| 2015 | 20 | 21 | 185 | 13 | 34 | 38 | 22 | 22 | 0 | 0 | 7 | 102 |
| 2016 | 70 | 83 | 22 | 34 | 32 | 21 | 5 | 38 | 42 | 42 | 38 | 28 |
| 2017 | 25 | 47 | 38 | 28 | 32 | 28 | 43 | 8 | 57 | 42 | 31 | 78 |
| 2018 | 67 | 63 | 110 | 20 | 82 | 62 | 9 | 88 | 76 | 47 | 85 | 53 |
| 2019 | 97 | 52 | 83 | 47 | 21 | 34 | 36 | 32 | 9 | 115 | 30 | 142 |
| 2020 | 93 | 51 | 98 | 51 | 64 | 75 | 68 | 21 | 43 | 57 | 57 | 31 |

Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Palembang (2021)

Berdasarkan pengamatan dalam rentang 10 tahun Pos Hujan Lembak Tahun 2011 sampai Tahun 2020 terjadi peningkatan. Curah hujan maksimum dari tahun 2011 sampai Tahun 2015 dengan nilai maksimum pada tahun 2015 sebesar 185 mm terjadi di bulan Maret. Curah hujan mengalami penurunan sebesar 5 mm pada Tahun 2016 dan Tahun 2017. Tahun 2016 memiliki curah hujan maksimum sebesar 83 mm dan 2017 curah hujan maksimum sebesar 78

mm.. Tahun 2018 sampai Tahun 2020 curah hujan maksimum kembali terjadi peningkatan dimana nilai dari hujan maksimum pada rentan waktu paling tinggi sebesar 142 mm pada Tahun 2019 dan paling rendah pada tahun 2020 sebesar 98 mm.



Gambar 2. Curah Hujan Maksimum (mm) Tahun 2011 sampai Tahun 2020
Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Palembang (2021)

Berdasarkan laporan Rosdiana (2019), yang dipublikasikan oleh Prabumulih Pos terjadi banjir di sekitar Sungai Kelekar akibat dilanda hujan pada Senin malam hingga Selasa pada 9 Desember 2019. Banjir juga secara terus menerus terjadi berdasarkan laporan Tasmalinda (2021), Hujan deras yang mengguyur kota Prabumulih menyebabkan 12 kelurahan terendam banjir. Berdasarkan laporan Pahlevi (2024), yang dipublikasikan oleh Detik Sumbagsel menyebutkan bahwa terdapat puluhan rumah di sekitar Sungai Kelekar yang terendam banjir terutama pada Kecamatan Prabumulih.

Meluapnya Sungai Kelekar berdasarkan laporan terbaru oleh Wahyuni (2024), yang dipublikasikan oleh Tribun Sumsel menyebutkan bahwa sejumlah wilayah di Kota Prabumulih mengalami banjir bandang. Akibat banjir bandang luapan Sungai Kelekar tersebut, seluruh perabot rumah tangga milik warga terendam dan tidak dapat terselamatkan. Tidak hanya itu akibat

banjir tersebut menyebabkan sejumlah warga menjadi terjebak di rumah dan membuat petugas BPBD melakukan evakuasi menggunakan perahu karet. Banjir terjadi di beberapa wilayah di kota Prabumulih seperti di kawasan Kelurahan Majasari, Kelurahan Sukaraja, Gunung Ibul, Muaradua dan beberapa wilayah lainnya.

Kodoatie (2013), menjelaskan bahwa untuk merencanakan sistem pengendalian banjir memerlukan evaluasi dan analisis area yang akan tergenang air. Salah satu cara untuk mendapatkan informasi tentang daerah yang mungkin banjir adalah dengan menggunakan pemodelan dan simulasi hidrodinamika yang terhubung dengan sistem informasi geografis (SIG). Perangkat lunak yang dapat digunakan untuk pemodelan ini adalah perangkat lunak *HEC-RAS*.

Lavanza (2023), menjelaskan bahwa pemodelan kala ulang 2 tahun berguna untuk menganalisis banjir dengan kejadian rutin yang harus dikelola secara reguler, kala ulang 5 tahun dan 10 tahun berguna untuk membandingkan hasil dengan periode ulang 2 tahun yang akan membantu dalam mendesain infrastruktur seperti sistem drainase, serta pemodelan 50 tahun dan 100 tahun berguna untuk membantu bidang perencanaan infrastruktur kritis perencanaan jangka panjang seperti pembangunan bendungan atau tanggul yang dirancang untuk menahan banjir.

Penelitian Siswoyo (2011), menjelaskan bahwa Model HSS *Snyder* dengan menggunakan koefisien-koefisien regresi yang sesuai dan lebih mendekati karakteristik hidrograf satuan. Sejalan dengan itu telah dilakukan komparasi model HSS *Snyder*, *Nakayasu*, *GAMA I*, *Limantara*, *ITB-1* dan *ITB-2* yang dilakukan oleh Kristianto dkk., (2019) yang menjelaskan bahwa Model HSS *Snyder* mendekati nilai hidograf satuan terukur. Penelitian Wigati dan Soedarsono (2016), menggunakan metode *Snyder* bertujuan untuk mengetahui penyebab banjir di Kecamatan Lebak. Penelitian ini menghasilkan hasil hitungan hujan rencana kala ulang 50 tahun diperoleh

bahwa dengan Sub-DAS Cisimeut tidak dapat menampung debit aliran yang terjadi.

Penelitian Pratiwi dan Santosa (2021) memodelkan genangan banjir untuk mitigasi bencana Kali Kasin di Kota Malang menggunakan Model *SCS CN* dengan data geometrik dari citra ALOS PALSAR. Penelitian Briantama dkk., (2024) memodelkan genangan banjir sebagai upaya mitigasi bencana pada Sungai Kali Surabaya yang menggunakan metode rasional. Oleh karena itu, dengan tujuan yang sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi dan Santosa (2021) serta penelitian yang dilakukan oleh Briantama dkk., (2024) penelitian ini bertujuan menganalisis upaya mitigasi bencana berdasarkan hasil pemodelan genangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) *Snyder* sebagai *gap* penelitian.

Berdasarkan fenomena bencana alam banjir yang semakin meningkat dan menyebabkan kerusakan parah di Sungai Kelekar dari tahun ke tahun yang akan menimbulkan kerugian bagi masyarakat. Hal inilah yang menjadi urgensi penelitian sehingga penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam upaya mitigasi dan penganggulangan bencana banjir di masa depan berdasarkan simulasi pemodelan hidrodinamik dengan periode debit kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun yang menunjukkan luasan dan kedalaman area tergenang di sebagian Sungai Kelekar Kecamatan Prabumulih.

1.2. Rumusan Masalah

Terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini yang diajukan sebagai berikut:

1. Bagaimana visualisasi area tergenang dan ketinggian genangan banjir di daerah aliran Sungai Kelekar Kecamatan Prabumulih debit kala ulang periode 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun?
2. Bagaimana Luasan area tergenang akibat meluapnya Sungai Kelekar?

3. Bagaimana upaya mitigasi bencana yang dapat dilakukan berdasarkan hasil pemodelan genangan banjir?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Memvisualisasikan area tergenang dan ketinggian genangan banjir di daerah aliran Sungai Kelekar Kecamatan Prabumulih debit kala ulang periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.
2. Menganalisis luasan area tergenang akibat meluapnya Sungai Kelekar.
3. Menganalisis upaya mitigasi bencana yang dapat dilakukan berdasarkan hasil pemodelan genangan banjir.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari tujuan penelitian ini antara lain:

1. Memperoleh visualisasi tentang area yang kemungkinan tergenang dan ketinggian genangan akibat banjir pada periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.
2. Memperoleh pemahaman mengenai pemodelan genangan banjir dengan menggunakan simulasi dalam dua dimensi.
3. Sebagai referensi bagi lembaga pemerintah untuk membantu dalam mengantisipasi dan memprediksi potensi banjir di masa yang akan datang.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan Penelitian dari tujuan penelitian ini antara lain:

1. Ruang lingkup wilayah penelitian ini adalah sebagian daerah aliran Sungai Kelekar Kecamatan Prabumulih.

2. Penelitian ini menggunakan data topografi PT Bina Buana Raya Tahun 2021, data DEM Tahun 2024, data curah hujan yang bersumber pada BMKG Kelas I Palembang Tahun 2014 hingga Tahun 2023, dan data batas administrasi Kecamatan Prabumulih.
3. Data curah hujan di analisis dengan menggunakan perhitungan distribusi *Gumbel*, distribusi *log pearson III*, distribusi *log normal*, dan distribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji kesesuaian dengan uji *Chi Square* dan uji *Smirnov Kolmogorov*. Pembuatan hidrograf limpasan diperoleh menggunakan metode Hidrograf satuan sintetik (HSS) *Snyder*.
4. Nilai Tata Guna Tanah yang digunakan diperoleh berdasarkan Nilai Koefisien Pengaliran dengan nilai yang sama untuk setiap simulasi genangan banjir.
5. Upaya mitigasi yang dibahas dalam penelitian hanya difokuskan untuk menganalisis hasil pemodelan area genangan dan kedalaman banjir pada daerah aliran Sungai Kelekar Kecamatan Prabumulih.

1.6. Hipotesis Penelitian

Tinggi tanggul Sungai Kelekar yang rendah mengakibatkan sungai tersebut meluap saat musim hujan tiba. Ketika curah hujan meningkat tanggul yang tidak memadai ini tidak mampu menahan volume debit air yang besar sehingga air sungai meluap ke wilayah sekitar. Meluapnya air sungai ini akan semakin melebar dari waktu ke waktu dengan memperluas area yang tergenang air. Luasan genangan air tersebut diprediksi akan terus meningkat seiring bertambahnya debit air hujan yang terjadi pada setiap periode ulang tahun. Dengan kata lain, setiap kali terjadi hujan dengan intensitas yang sesuai dengan periode ulang tertentu, jumlah air yang masuk ke sungai bertambah, meningkatkan kemungkinan dan tingkat keparahan daerah tergenang akibat luapan sungai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sungai

Sungai adalah aliran air yang luas dan memanjang, mengalir tanpa henti dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Sungai menjadi bagian penting dalam siklus hidrologi (Muzaidi dkk., 2018). Setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang unik, yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti topografi, iklim, serta berbagai fenomena alam yang mempengaruhi proses pembentukannya.

Sungai memiliki berbagai karakteristik, seperti lebar, kedalaman, kecepatan aliran, debit air, bentuk sungai, dan lainnya. Lebar dan kedalaman sungai biasanya bervariasi sepanjang aliran sungai. Kecepatan aliran dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kemiringan, hulu, dan debit air. Debit air sungai mengacu pada volume air yang mengalir melewati suatu titik tertentu dalam periode waktu tertentu, biasanya diukur dalam satuan volume per detik (Priyambodo, 2022).

Sungai memiliki peran penting dalam kehidupan manusia dan ekosistem. Beberapa fungsi sungai antara lain sebagai sumber air bersih, habitat bagi berbagai organisme air, jalur transportasi, tempat rekreasi, sumber energi listrik, serta pengendali banjir. Selain itu, sungai juga membawa sedimen dan nutrisi yang penting untuk pertanian di daerah sekitarnya. Sungai juga menjadi habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna air.

2.2. Banjir

Banjir merupakan sebuah fenomena alam yang terjadi ketika curah hujan yang tinggi melanda wilayah tertentu, terutama di sepanjang sungai atau kanal yang memiliki kemiringan rendah. Selain itu, banjir juga dapat dipicu oleh faktor lain seperti peningkatan intensitas hujan yang berlebihan, perubahan suhu, kerusakan pada tanggul, dan penyumbatan aliran air di tempat lain. Dampaknya tidak hanya terbatas pada kerusakan fisik, tetapi juga dapat menimbulkan dampak sosial dan ekonomi yang signifikan bagi masyarakat sekitar. Menurut Ramadhani dan Raihan (2021), banjir adalah kondisi dimana air sungai meluap karena melebihi kapasitas tampungnya sebagai akibat dari curah hujan yang tinggi. Selain itu, banjir juga dapat berupa genangan air di daerah datar yang biasanya tidak terendam.

Proses terjadinya banjir biasanya dimulai dengan curah hujan yang tinggi atau ekstrem. Berdasarkan klasifikasi dari BMKG, curah hujan dibagi menjadi empat kategori yaitu rendah (0 hingga 100 mm/bulan), menengah (100 hingga 300 mm/bulan), tinggi (300 hingga 500 mm/bulan), dan sangat tinggi (> 500 mm/bulan). Banjir tidak hanya disebabkan oleh curah hujan sebagian besar banjir terjadi ketika sungai dan sistem drainase tidak mampu menampung volume air hujan. Akibatnya, air meluap dan menggenangi area permukiman, lahan pertanian, hingga jalan raya (Jinan, 2024) .

Banjir memiliki berbagai dampak sosial dan ekonomi yang signifikan. Kerusakan pada bangunan rumah, fasilitas umum, serta lahan pertanian sering kali terjadi akibat genangan air. Selain itu, banjir juga mengganggu atau bahkan memutus akses terhadap air bersih, transportasi, listrik, dan komunikasi. Kondisi ini dapat melemahkan atau menghentikan aktivitas produksi, yang pada akhirnya berpotensi menimbulkan kerawanan pangan dan kekurangan obat-obatan (Fatimah, 2024).

2.3. Genangan

Genangan diartikan pada area dimana sistem drainase tidak memadai untuk menampung air yang masuk sehingga air tertahan dan membentuk kolam air yang dikenal sebagai genangan. Perubahan penggunaan lahan menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi pembentukan genangan banjir (Kodoatie, 2021). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010, genangan adalah ketika suatu wilayah terendam air dengan kedalaman lebih dari 30 cm selama lebih dari 2 jam dan terjadi lebih dari 2 kali setahun. Selain itu, genangan juga merujuk pada penumpukan air hujan di daerah rendah atau cekungan di suatu wilayah yang menghambat aliran air ke sungai atau saluran terdekat.

Berdasarkan peraturan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana Nomor 02 Tahun 2012 membagi kelas genangan berdasarkan kedalaman genangannya sebagai berikut:

Tabel 4. Kelas Genangan Banjir

| Kedalaman | Kelas |
|-----------------------------|--------------|
| < 0,76 meter | Rendah |
| 0,76 meter sampai 1,5 meter | Sedang |
| > 1,5 meter | Tinggi |

Sumber : Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Tahun 2012

Kerugian akibat genangan air mencakup berbagai aspek, seperti rusaknya infrastruktur, bangunan, dan fasilitas umum. Selain itu, genangan air dapat merusak lahan pertanian, mengganggu aktivitas ekonomi, dan menyebabkan penurunan produktivitas. Genangan juga sering kali mengakibatkan gangguan terhadap akses air bersih, transportasi, dan layanan penting lainnya, yang pada akhirnya dapat berdampak pada kualitas hidup masyarakat.

2.4. Mitigasi Bencana

Sungai Kelekar merupakan salah satu sungai yang berada di Kota Prabumulih, Sumatera Selatan, yang tercatat mengalami masalah banjir sejak tahun 2011. Bencana banjir yang terjadi di Sungai Kelekar semakin memburuk hingga menyebabkan rumah-rumah terendam pada tahun 2019 dan puncaknya terjadi banjir bandang pada bulan Februari Tahun 2024.

Mitigasi bencana yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan melakukan perhitungan Periode ulang yaitu konsep dalam hidrologi dan manajemen risiko banjir yang menggambarkan frekuensi rata-rata di mana suatu peristiwa banjir tertentu diharapkan terjadi. Pemodelan *HEC-RAS* digunakan untuk memprediksi dan memetakan genangan banjir sehingga langkah pencegahan dapat diambil untuk mengurangi kerusakan infrastruktur, properti, dan korban jiwa.

Penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi dan Santosa (2021), bertujuan melakukan mitigasi bencana berdasarkan pemodelan banjir. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat wilayah yang terdampak banjir seluas 24.225,63 m² dengan perkiraan jumlah rumah yang akan terdampak genangan banjir ketika terjadi banjir akibat hujan dengan intensitas atau curah hujan maksimum di Kali Kasinsekitar berjumlah 173 rumah.

2.5. Analisis Distribusi Frekuensi

Analisis distribusi frekuensi sangat penting untuk memilih jenis distribusi yang sesuai dengan data curah hujan yang akan digunakan agar kesalahan yang dihasilkan semakin kecil. Analisis distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan (mm) dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data, yang menghitung nilai rata-rata dan pengukuran dispersi (Widyawati dkk., 2021).

Dispersi adalah ukuran seberapa tersebar atau tersebar luasnya data dalam sebuah kumpulan data. Dalam statistik, dispersi menunjukkan variasi atau penyebaran nilai-nilai data dari nilai rata-rata. Contoh ukuran dispersi yang umum digunakan adalah rentang, varians, dan simpangan baku. Semakin besar nilai dispersi, semakin tersebar luas data tersebut dari rata-rata.

Jumlah data curah hujan minimal yang dibutuhkan untuk melakukan analisis frekuensi adalah data selama 10 tahun sesuai dengan rumus oleh Triatmodjo (2008). Terdapat 4 metode dalam perhitungan analisis distribusi Probabilitas sebagai berikut:

2.5.1. Distribusi *Gumbel*

Distribusi *Gumbel* digunakan untuk analisis data maksimum. Distribusi *Gumbel* dapat diperoleh dengan rumus berikut:

$$X_t = \bar{X} + \frac{S_d}{S_n} (Y_t - Y_n) \quad (1)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (X_t - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Keterangan:

X_t = Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun

\bar{X} = Nilai rata - rata hujan

S_d = Standar deviasi

Y_t = Nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi saat periode ulang T tahun

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi variat nilainya tergantung jumlah data

S_n = Deviasi standar dari reduksi variat nilainya tergantung jumlah data

Distribusi *Gumbel* memiliki nilai ketetapan Y_t sebagai berikut:

Tabel 5. Ketetapan Nilai Y_t Metod *Gumbel*

| Tahun (t) | Reduced Variate (Y_t) |
|------------------|-------------------------------------------|
| 2 | 0,3665 |
| 5 | 1,4994 |
| 10 | 2,2503 |
| 20 | 2,9702 |
| 50 | 3,9019 |
| 100 | 4,6001 |

Sumber: Triatmodjo (2008)

Distribusi *Gumbel* memiliki nilai ketetapan Y_n sebagai berikut:

Tabel 6. Hubungan Reduksi Data Rata-rata (Y_n) dengan Jumlah Data (n)

| Jumlah Data (n) | Reduksi Data (Y_n) |
|------------------------|----------------------------------------|
| 10 | 0,4952 |
| 11 | 0,4996 |
| 12 | 0,5035 |
| 13 | 0,507 |
| 14 | 0,51 |
| 15 | 0,5128 |

Sumber: Triatmodjo (2008)

Distribusi *Gumbel* memiliki nilai ketetapan S_n sebagai berikut:

Tabel 7. Hubungan antara Standar Deviasi (S_n) dan dengan Jumlah Data

| Jumlah Data (n) | Standar Deviasi (S_n) |
|------------------------|-------------------------------------------|
| 10 | 0,9496 |
| 11 | 0,9676 |
| 12 | 0,9833 |
| 13 | 0,9971 |
| 14 | 1,0095 |
| 15 | 1,0206 |
| 16 | 1,0316 |

Sumber: Triatmodjo (2008)

2.5.2. Distribusi *Log Pearson III*

Distribusi *Log Pearson III* digunakan dalam analisis hidrologi, terutama untuk menganalisis data dengan nilai ekstrem. Distribusi ini adalah hasil transformasi dari distribusi *Log Pearson III* dengan mengubah variat menjadi nilai logaritmik. Distribusi *Log Pearson III* ini mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$\text{Ln } R_t = \overline{\text{Ln } R_i} + G S \quad (3)$$

$$R_t = e^{\text{Ln } R_t} \quad (4)$$

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Ln } R_i - \overline{\text{Ln } R_i})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \quad (5)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum (\text{Ln } R_i - \overline{\text{Ln } R_i})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \quad (6)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Ln } R_i - \overline{\text{Ln } R_i})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Keterangan:

$\text{Ln } R_t$: Logaritma hujan (dengan bilangan dasar e)

$\overline{\text{Ln } R_i}$: Rerata Hujan logaritma

G : Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari probabilitas (periode ulang) dan koefisien kemencengan

C_s : Nilai *Skewness*

C_k : Nilai Kurtosis

S : Standar Deviasi

R_t : Curah hujan rencana pada periode ulang t

Adapun Faktor Frekuensi (G) ditetapkan pada perhitungan Distribusi *Log Pearson* (kemencengan negatif)

Tabel 8. Faktor Frekuensi (G) Distribusi *Log Pearson*

| <i>Skew</i> <i>Coefficient</i> | <i>return period in years</i> | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| <i>CS</i> | <i>exceedance probability</i> | | | | | | |
| | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 | 1 | 0,5 |
| -0,1 | 0,017 | 0,846 | 1,270 | 0,716 | 2,000 | 2,252 | 2,482 |
| -0,2 | 0,033 | 0,850 | 1,258 | 1,680 | 1,945 | 2,178 | 2,388 |
| -0,3 | 0,050 | 0,853 | 1,245 | 1,643 | 1,890 | 2,104 | 2,294 |
| -0,4 | 0,066 | 0,855 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 2,029 | 2,201 |

Sumber: Triatmodjo (2008)

2.5.3. Distribusi *Log Normal*

Distribusi *Log Normal* diperoleh melalui transformasi distribusi normal dengan mengubah nilai X menjadi logaritma dari X. Distribusi *Log normal* ini mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + K_t \cdot Sd \quad (8)$$

Keterangan :

X_t = Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun

\bar{X} = Nilai rata - rata hujan

Sd = Standar deviasi

K_t = Standar variabel untuk periode ulang T tahun yang besarnya mengikuti ketentuan

Adapun Ketentuan K_t (standar variabel) metode *Log Normal*

Tabel 9. Ketentuan K_t (standar variabel) metode *Log Normal* :

| Tahun (t) | Ketetapan (K_t) |
|-----------|---------------------|
| 1 | -1,86 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0,17 |
| 4 | 0,67 |
| 5 | 0,84 |

Sumber: Triatmodjo (2008)

2.5.4. Distribusi Normal

Distribusi normal sering digunakan dalam analisis hidrologi seperti pada analisis frekuensi curah hujan. Distribusi Normal ini mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot Sd \quad (9)$$

Keterangan:

- X_T = Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun
- \bar{X} = Nilai rata - rata hujan
- K_T = Standar variabel untuk periode ulang T tahun yang besarnya mengikuti ketentuan

2.6. Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang perlu dilakukan pengujian parameter yaitu menggunakan Uji *Chi Square* dan Uji *Smirnov Kolmogorov*.

Uji *Chi Square* digunakan untuk mengetahui apakah distribusi dari hasil pengamatan pada suatu percobaan mendukung suatu distribusi yang telah dihipotesiskan pada populasi. Nilai *Chi Square* yang diperoleh dengan nilai kritik dari tabel distribusi *Chi Square*. Jika nilai *Chi Square* lebih besar dari nilai kritik, maka metode ditolak, dan data tidak mengikuti distribusi yang diharapkan.

Uji *Smirnov Kolmogorov* adalah metode statistik non-parametrik yang digunakan untuk menguji kesesuaian distribusi data dengan distribusi teoritis tertentu atau untuk membandingkan dua sampel independen. Setelah menghitung nilai D, hasilnya dibandingkan dengan nilai kritis dari tabel *Kolmogorov Smirnov*. Jika nilai D yang dihitung lebih besar dari nilai kritis, maka metode yang menyatakan bahwa data mengikuti distribusi yang

diharapkan ditolak. Sebaliknya, jika nilai D lebih kecil atau sama dengan nilai kritis metode distribusi diterima.

2.6.1. Chi Square

Besarnya nilai x^2_{kritis} dihasilkan berdasarkan tabel nilai kritis uji *Chi Square* dengan taraf signifikan 5%. Jika $x^2_{\text{hitung}} < x^2_{\text{kritis}}$ maka metode tersebut dapat digunakan. Berikut adalah rumus perhitungan x^2_{hitung} :

$$x^2_{\text{hitung}} = \sum \frac{(X_i - E_i)^2}{E_i} \quad (10)$$

Keterangan:

x^2_{hitung} = Parameter *Chi square* Terhitung

X_i = Data Hasil Pengukuran

E_i = Data Hasil Perhitungan dari Lengkung Teoritis

Dengan data lain yang perlu diketahui selain hasil dari pemodelan distribusi adalah:

Banyak Kelas Distribusi (k) = $1 + 3,3 \text{ Log } n$

Derajat Kepercayaan = $K - (p + 1)$

Signifikan = 5%

Adapun Nilai kritis *Chi square* sebagai berikut:

Tabel 10. Nilai Kritis *Chi Square*

| Derajat Kepercayaan | Signifikasi (α) | | | | |
|---------------------|--------------------------|----------|----------|---------|-------|
| | 0,995 | 0,99 | 0,975 | 0,95 | 0,05 |
| 1 | 0,0000393 | 0,000157 | 0,000982 | 0,00393 | 3,841 |
| 2 | 0,1 | 0,0201 | 0,0506 | 0,103 | 5,991 |
| 3 | 0,0717 | 0,115 | 0,216 | 0,352 | 7,815 |
| 4 | 0,207 | 0,297 | 0,484 | 0,711 | 9,488 |
| 5 | 0,412 | 0,554 | 0,831 | 1,145 | 11,07 |

Sumber: Triatmodjo (2008)

2.6.2. Uji *Smirnov Kolmogorov*

Uji *Smirnov Kolmogorov* atau yang sering disebut sebagai uji kesesuaian parametrik, digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian antara distribusi baku dan distribusi empiris secara horizontal. Jika $D_{maks} < D_{kritis}$ maka metode tersebut dapat digunakan.

$$D_{maks} = \{ P - P' \} \quad (11)$$

Keterangan:

D_{maks} = Nilai seluruh data probabilitas pengamatan dan teoritis

P = Nilai peluang pengamatan

P' = Nilai peluang teoritis

Dengan nilai peluang pengamatan (P) dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{m}{n+1} \quad (12)$$

Keterangan:

P = Nilai peluang pengamatan

m = Nomor urut data dari seri yang telah diurutkan

n = Banyaknya data

Adapun Nilai kritis Uji *Smirnov Kolmogorov* sebagai berikut:

Tabel 11. Nilai Kritis Uji *Smirnov Kolmogorov*

| Jumlah Data (n) | Signifikasi (α) | | | |
|--------------------|--------------------------|------|------|------|
| | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 5 | 0,45 | 0,51 | 0,56 | 0,67 |
| 10 | 0,32 | 0,37 | 0,41 | 0,49 |
| 15 | 0,27 | 0,3 | 0,34 | 0,4 |
| 20 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,36 |
| 25 | 0,21 | 0,24 | 0,27 | 0,32 |
| 30 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | 0,29 |
| 35 | 0,18 | 0,2 | 0,23 | 0,27 |

Sumber: Triatmodjo (2008)

2.7. Hujan *Netto Mononobe*

Dengan asumsi bahwa proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung bersifat linier dan tidak berubah seiring waktu, maka hujan *netto* dapat dijelaskan sebagai berikut (Kartika, 2019):

$$R_e = R_t \times C \quad (13)$$

Keterangan :

- R_e = Curah Hujan Efektif
- R_t = Sebaran Hujan Jam-jaman (mm)
- C = Koefisien Pengaliran

Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan yang diukur dalam tinggi atau volume air per satuan waktu, atau bisa juga dijelaskan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam suatu periode waktu tertentu.

Dalam intensitas hujan, terdapat lengkung intensitas hujan, yaitu sebuah grafik yang menggambarkan hubungan antara intensitas hujan dan durasi hujan. Hubungan ini ditampilkan dalam bentuk lengkung intensitas hujan dengan mempertimbangkan Periode Ulang Hujan (PUH) tertentu.

2.8. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) *Snyder*

Untuk menghasilkan hidrograf satuan dibutuhkan data tingkat air maksimum banjir, data pengukuran debit, data curah hujan harian, dan data curah hujan per jam. Dalam mendapatkan data seringkali terdapat kendala oleh berbagai faktor. Terdapat upaya untuk mengembangkan metode alternatif untuk mendapatkan hidrograf satuan tanpa menggunakan data tersebut (Harto, 1993).

Salah satu metode tersebut dikembangkan oleh F.F. *Snyder* dari Amerika Serikat pada tahun 1938, yang memanfaatkan parameter Daerah Aliran

Sungai (DAS) untuk menghasilkan hidrograf satuan sintetis (Chow dkk., 1988). Hidrograf satuan tersebut dinyatakan dengan:

$$T_p = 0,75 \times C_t \times (L \times L_c)^{0,3} \quad (14)$$

$$T_e = \frac{T_p}{5,5} \quad (15)$$

$$Q_p = 2,75 \times \frac{C_p \times A}{t_p} \quad (16)$$

$$T_b = 72 + 3T_p \quad (17)$$

Keterangan:

T_p = Waktu Kelambatan (*time lag*) (jam)

T_e = Durasi Hujan Efektif

Q_p = Debit Maksimal

T_b = Waktu Dasar (jam)

2.9. Periode Kala Ulang

Periode Kala Ulang tidak berarti bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap periode ulang tersebut, melainkan perhitungan probabilitas kemungkinan suatu debit aliran air terjadi dalam satu tahun (Sodikin, 2017). Periode kala ulang digunakan untuk perencanaan dan desain infrastruktur penanggulangan banjir, seperti bangunan air pengendali banjir, saluran irigasi, dan lain-lain.

Besarnya curah hujan maksimum untuk setiap rancangan bangunan air tergantung pada usia guna dan kapasitas tampung. Misalnya bangunan waduk yang besar membutuhkan informasi hujan maksimum dengan periode ulang yang besar, seperti 50 atau 100 tahunan, sedangkan saluran irigasi membutuhkan informasi curah hujan maksimum dengan periode ulang yang pendek, seperti 2 atau 5 tahunan. Probabilitas periode kala ulang dirumuskan dengan (Nurfaida, 2020):

$$P = \frac{1}{T} \quad (18)$$

Keterangan:

P = Probabilitas

T = Kala Ulang

Berdasarkan rumus di atas diperoleh Probabilitas terjadinya suatu peristiwa hujan dalam periode waktu tertentu. Misalnya, kala ulang 2 tahun berarti peristiwa hujan dengan intensitas tertentu memiliki kemungkinan terjadi sebesar 50% setiap tahun. Kala ulang 5 tahun memiliki probabilitas 20% untuk terjadi setiap tahun, sementara kala ulang 10 tahun menunjukkan peluang 10% terjadinya hujan dengan intensitas serupa dalam satu tahun. Semakin tinggi kala ulang, seperti 25, 50, atau 100 tahun, semakin jarang kejadian tersebut terjadi, dengan probabilitas masing-masing sebesar 4%, 2% dan 1% per tahun. Ini menggambarkan bahwa kejadian dengan kala ulang lebih besar merupakan kejadian yang lebih jarang, namun dengan dampak yang lebih signifikan.

2.10. DEM

DEM adalah representasi digital dari relief dan elevasi permukaan bumi. DEM berperan sangat penting dalam perencanaan pembangunan nasional. Selain itu, DEM merupakan salah satu data geospasial dasar yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti analisis spasial kebencanaan, hidrologi, pertanian, kehutanan, infrastruktur, dan bidang lainnya.

Semakin detail dan akurat data DEM yang diperoleh, semakin presisi dan akurat pula pemodelan yang dapat dilakukan (Sutejo dan Heliani, 2021). Penggunaan Model Elevasi Digital (DEM) dalam pemodelan debit banjir bertujuan untuk mendapatkan data topografi yang membantu dalam

mensimulasikan aliran air dan memahami perubahan elevasi di wilayah tersebut.

DEM sangat penting dalam pemodelan banjir karena memberikan informasi elevasi yang detail, memungkinkan representasi akurat dari permukaan lanskap. Dengan menggunakan DEM, peneliti dapat membuat model yang mensimulasikan skenario banjir, memprediksi pola aliran air, dan memvisualisasikan daerah rawan banjir. Data ini penting untuk menilai risiko banjir, merencanakan strategi mitigasi, dan memahami dampak banjir pada berbagai wilayah (Suryadi dkk., 2022).

2.11. HEC-RAS

Model pendekatan numerik/matematik yang digunakan dengan bantuan paket program komputer yang disebut Paket program *HEC-RAS* yang dibuat dan dikembangkan oleh *Hydraulic Engineering Center*, salah satu divisi dari *the Institute for Water Resources (IWR)*, *U.S. Army Corps of Engineer*.

Program ini merupakan salah satu bagian dari pengembangan *Next Generation* dari *software Hydrologic Engineering*. *HEC-RAS* terdiri dari 3 komponen analisa hidrolis dalam bentuk 1 dimensi (*one dimensional computation*) yaitu :

- a. Simulasi aliran langgeng satu dimensi (*steady flow*)
- b. Simulasi aliran tidak langgeng satu dimensi (*unsteady flow*)
- c. Perhitungan pengangkutan pergerakan sedimen.

HEC-RAS dapat digunakan untuk mensimulasikan aliran air, pemodelan banjir, perhitungan debit sungai, serta analisis kualitas air. *HEC-RAS* memungkinkan pengguna untuk memodelkan aliran dalam saluran terbuka, baik dalam kondisi aliran subkritis, kritis, maupun superkritis, serta untuk mengelola data geospasial terkait aliran sungai.

2.12. Sistem Informasi Geografis

Menurut Aini (2019), Sistem Informasi Geografis adalah sistem berbasis komputer untuk mengelola, menganalisis, dan menyimpan data yang memiliki informasi spasial yang digunakan sebagai acuan referensi data di permukaan bumi.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dasarnya terdiri atas kumpulan data spasial berbentuk digital dengan atribut yang dapat dimanfaatkan untuk analisis dalam sajian pemetaan. Format data SIG terbagi atas data raster dan data vektor.

Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk berbagai tujuan, seperti perencanaan kota, manajemen bencana, pengelolaan sumber daya alam, transportasi, kesehatan masyarakat, dan konservasi lingkungan. SIG memungkinkan analisis dan visualisasi data berbasis lokasi, membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien dalam berbagai sektor.

2.13. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang relevan akan dijadikan sebagai landasan dan referensi untuk penelitian yang akan penulis lakukan. Referensi jurnal penelitian akan menjadi dasar teoritis yang akan diterapkan dalam penelitian ini. Perbandingan yang dihasilkan dari referensi jurnal penelitian sebelumnya akan digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan yang kemudian menjadi acuan agar penelitian ini dapat dioptimalkan secara lebih efektif. Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang peneliti gunakan sebagai referensi dalam penelitian ini:

Tabel 12. Penelitian Terdahulu

| No. | Penulis | Judul | Metode | Hasil |
|-----|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Indriyani dkk., (2022) | Analisa Debit Puncak Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan HEC-HMS (Studi Kasus: DAS Silandak, Kota Semarang) | Metode Hidrograf Sintetik Satuan (HSS) Snyder | Hasil penelitian ini menunjukkan Sungai Silandak akan mengalami kenaikan debit yang terjadi pada tahun 2045 sebesar 8,86% sampai 17,22%. |
| 2. | Farhan, (2021) | Analisis Kapasitas Penampang Sungai Terhadap Berbagai Periode Ulang Banjir Dengan Aplikasi HEC-RAS (Studi Kasus Sungai Cimulu) | Metode Hidrograf Sintetik Satuan (HSS) Gama I | Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 23 titik yang berpotensi terjadinya banjir baik dipalung kanan, palung kiri, atau pun keduanya. |
| 3. | Alwi dkk., (2023) | Kajian Debit Banjir Sungai Terhadap Kala Ulang Pada Sungai Lahumbuti Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara | Metode Hidrograf Sintetik Satuan (HSS) Gama I | Hasil dari pemodelan penelitian ini adalah saat debit banjir kala ulang Q2 tahun 86,36 m ³ /s terjadi, muka air penampang sungai Lahumbuti mulai sudah meluap melebihi kapasitas tampungan. |
| 4. | Muhamad dkk., (2019) | Analisis Debit Puncak Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetis | Metode Hidrograf Sintetik Satuan (HSS) ITB 1 | Hasil dari pemodelan penelitian ini memperlihatkan DAS Air Manna Bagian Hilir sudah |

| No. | Penulis | Judul | Metode | Hasil |
|-----|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ITB 1 Dan <i>HEC-RAS</i> Versi 5.0.7 (Studi Kasus DAS Air Manna Bagian Hilir) | | tidak mampu menampung debit aliran yang terjadi. |
| 5. | Muhamad dkk., (2019) | Analisis Debit Puncak Dengan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis ITB 2 dan <i>HEC-RAS</i> 5.0.7 Pada DAS Air Manna Bagian Hilir | Metode Hidrograf Sintetik Satuan (HSS) ITB 2 | Sungai Air Manna Bagian Hilir sudah tidak mampu menampung debit banjir, daerah potensi banjir terjadi disepanjang STA 5.770 (Desa Batu Kuning) sampai ke STA 0 (Desa Ketaping) |
| 6. | Nugrahanto (2023) | Model <i>HEC- RAS</i> Untuk Analisis Daerah Rawan Terdampak Bencana Banjir di Sub Das Keduang Kabupaten Wonogiri | Metode Hidrograf Sintetik Satuan (HSS) <i>Nakayasu</i> | Hasil simulasi dan klasifikasi kedalaman diperoleh informasi luas genangan dan daerah rawan genangan banjir pada Sungai Lepo- Lepo 29,34 hektar |
| 7. | Lavanza (2023) | Pemodelan Hidrodinamis Genangan Air Akibat Luapan Sungai Menggunakan <i>HEC-RAS</i> | Metode Hidrograf Sintetik Satuan (HSS) <i>Nakayasu</i> | Hasil dari pemodelan penelitian ini adalah terdapat luasan genangan air pada Q2 seluas 2.564,67 ha, Q5 seluas 3.052,34 ha, Q10 seluas 3.272,74 ha, Q20 genangan banjir seluas 3.486,50 ha, Q50 genangan seluas 3.722,63 ha, dan Q100 genangan banjir seluas 3.856,4 ha. |

| No. | Penulis | Judul | Metode | Hasil |
|-----|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. | Pratiwi dan Santosa (2021) | Pemodelan dan Visualisasi Genangan Banjir untuk Mitigasi Bencana di Kali Kasin Kelurahan Bareng Kota Malang | Metode <i>Soil Conservation Service Curve Number</i> | Wilayah yang terdampak banjir seluas 24.225,63 m ² . Hasil analisis menunjukkan ada sekitar 173 rumah yang terdampak banjir. |
| 9. | Briantama dkk., (2024) | Analisis Hidrologi dan Hidrolika Sungai Untuk Pemodelan Banjir Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Pada Sungai Kali Surabaya | Metode Rasional | Kajian mitigasi bencana berupa peta jalur evakuasi berdasarkan analisis sebaran banjir Sungai Kali Surabaya di Kota Surabaya mengidentifikasi 8 titik kumpul dan 3 titik evakuasi akhir |
| 10. | Abyuliani, (2024) | Pemodelan Genangan Banjir sebagai Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan <i>HEC-RAS</i> (Studi Kasus: Sungai Kelekar Kota Prabumulih) | Metode Hidrograf Sintetik Satuan (HSS) <i>Snyder</i> | Luasan genangan banjir paling rendah terjadi pada periode ulang 2 Tahun sebesar 564,13 hektar dengan debit puncak 116,0728 m ³ /s dan luasan genangan banjir paling tinggi periode ulang 100 Tahun sebesar 690,55 hektar dengan debit puncak 274,452 m ³ /s. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan seperti meningkatkan tinggi dan kekuatan tanggul, melakukan penanaman pohon dan vegetasi, membangun desain infrastruktur pada area prioritas, serta |

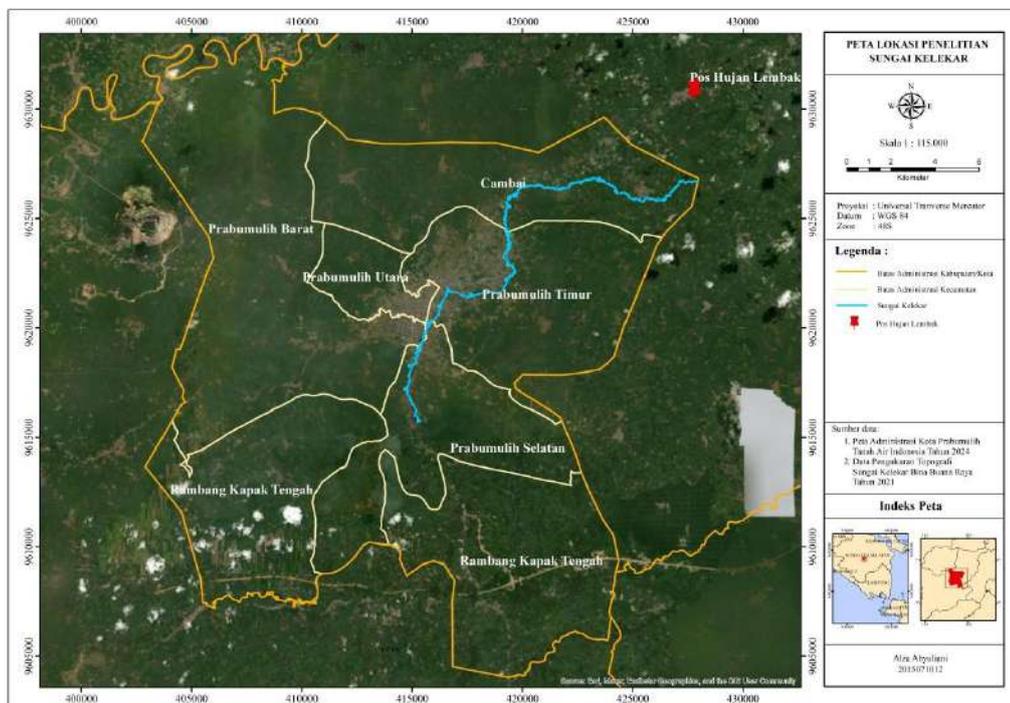
| No. | Penulis | Judul | Metode | Hasil |
|-----|---------|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | pemodelan dapat digunakan sebagai data pendukung analisis spasial lanjutan dalam menentukan jalur evakuasi bagi masyarakat. |

Penelitian Pratiwi dan Santosa (2021) memodelkan genangan banjir untuk mitigasi bencana Kali Kasin di Kota Malang menggunakan Model SCS CN dengan data geometrik dari citra ALOS PALSAR. Penelitian Briantama dkk., (2024) memodelkan genangan banjir sebagai upaya mitigasi bencana pada Sungai Kali Surabaya yang menggunakan metode rasional. Oleh karena itu, dengan tujuan yang sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi dan Santosa (2021) serta penelitian yang dilakukan oleh Briantama dkk., (2024) penelitian ini bertujuan menganalisis upaya mitigasi bencana berdasarkan hasil pemodelan genangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder sebagai gap penelitian.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berlokasi di Kota Prabumulih, Sumatera Selatan. Kota Prabumulih memiliki 6 kecamatan, 25 kelurahan dan 12 desa. Secara geografis kota ini terletak antara $3^{\circ}20'09,1''$ – $3^{\circ}34'24,7''$ LS dan $104^{\circ}07'50,4''$ – $104^{\circ}19'41,6''$ BT, dengan luas daerah sebesar 406,39 km². Kota Prabumulih berbatasan sebelah Utara dengan Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir, berbatasan sebelah Selatan dan Barat dengan Kabupaten Muara Enim, Kabupaten Ogan Ilir.



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Dibutuhkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

3.2.1. Alat

Terdapat perangkat keras dan lunak dalam mengolah data sebagai berikut:

Tabel 13. Alat Pengolahan Data

| No. | Peralatan Penelitian | Perangkat |
|-----|-----------------------------------------|-----------------|
| 1. | Laptop <i>Lenovo i7-7700HQ</i> RAM 8 GB | Perangkat Keras |
| 2. | <i>Mouse</i> | |
| 3. | Microsoft Office | Perangkat Lunak |
| 4. | Pengolahan Data Spasial | |
| 5. | Global Mapper versi 23.0 | |
| 6. | <i>HEC-RAS</i> versi 6.5 | |
| 7. | Google Earth Pro | |

3.2.2. Bahan

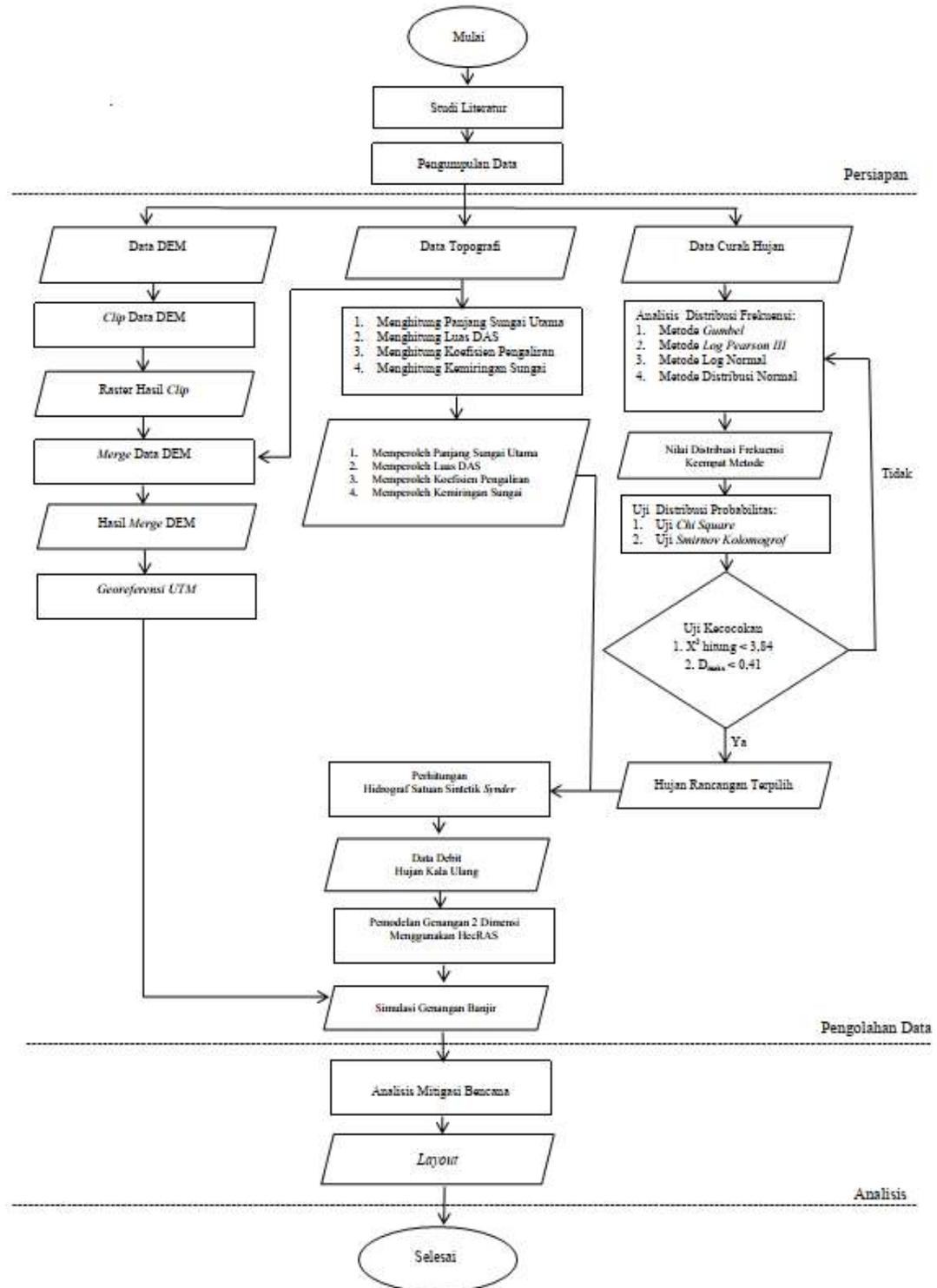
Data yang digunakan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

Tabel 14. Data Penelitian

| No. | Data Penelitian | Sumber |
|-----|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Data DEM Tahun 2024 | Tanah Air Indonesia |
| 2. | Data Curah Hujan Tahun 2014 sampai Tahun 2023 | BMKG Kelas I Palembang |
| 3. | Batas Administrasi Kota Prabumulih Tahun 2024 | Tanah Air Indonesia |
| 4. | Data Pengukuran Topografi Tahun 2021 | PT Bina Buana Raya |
| 5. | Data Titik Banjir Kecamatan Prabumulih Tahun 2021 sampai Tahun 2022 | Badan Nasional Penanggulangan Bencana |

3.3 Diagram Alir

Berikut ini adalah diagram alir penelitian:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.4 Tahapan penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut :

3.4.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan penelitian ini terdiri dari terdiri studi literatur dan pengumpulan data sebagai berikut:

1. Studi literatur

Melalui studi literatur dilakukan dengan membaca berbagai sumber referensi seperti buku, jurnal, artikel, dan karya tulis lainnya yang telah digunakan sebelumnya dalam pemodelan genangan banjir.

2. Pengumpulan Data

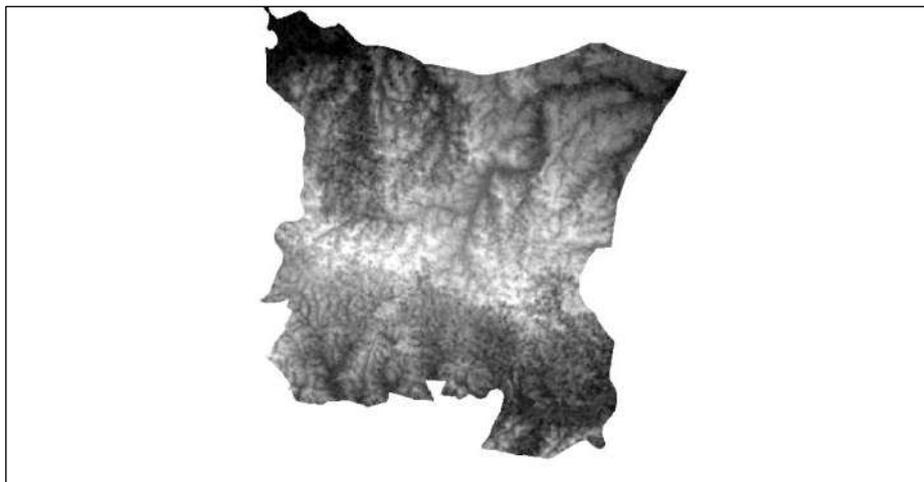
Penelitian ini menggunakan data primer berupa mendapatkan data curah hujan Tahun 2014 sampai Tahun 2023 dan data pengukuran topografi Sungai Kelekar Tahun 2021 dengan mengajukan permintaan kepada instansi swasta yaitu PT Bina Buana Raya. Data sekunder penelitian ini berupa Data DEM Tahun 2024 yang diunduh melalui situs Tanah Air Indonesia.

3.4.2. Tahap Pengolahan Data

Tahap persiapan terdiri dari studi literatur dan pengumpulan data sebagai berikut:

1. Pengolahan Data DEM

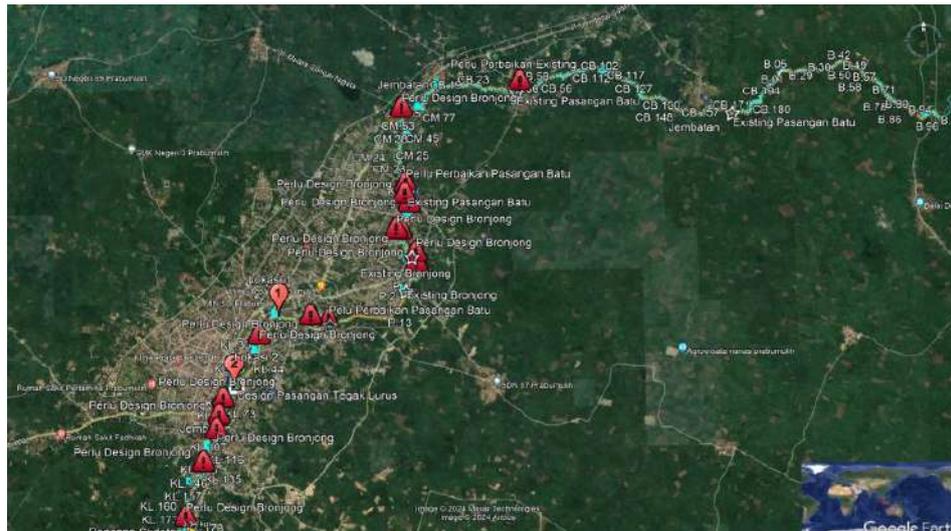
Data DEM yang telah diunduh melalui situs Tanah Air Indonesia (<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>) selanjutnya data akan dipotong dengan batas administrasi Kota Prabumulih menggunakan *Extract by Mask*. Hasil dari tahap ini adalah *Clip DEM Kota Prabumulih*. Selanjutnya dilakukan *Merge DEM* dengan menggabungkan hasil *Clip DEM* dengan batas Administrasi Kota Prabumulih sehingga menghasilkan *Raster DEM*. Tahap terakhir dari pengolahan data DEM adalah mengubah *georeferencing DEM* menjadi *Universal Transverse Mercator (UTM) Zone 48S* menggunakan *tools Project Transformation* di perangkat lunak data spasial.



Gambar 5. Data DEM

2. Pengolahan Data Topografi

Data Topografi Sungai yang diberikan oleh PT Bina Buana Raya sudah dalam bentuk *polyline* selanjutnya mengubah *georeferencing* data Topografi Sungai menjadi *Universal Transverse Mercator (UTM) Zone 48S*.



Gambar 6. Data Topografi Sungai Kelekar

Data Topografi selanjutnya di *Merge* dengan Data DEM yang sudah dilakukan pada tahap pengolahan data DEM. Pengolahan Data Topografi menghasilkan hitungan Panjang Sungai Utama, Nilai Koefisien Pengaliran Tata Guna Tanah, dan Nilai Kemiringan Sungai.

Nilai Panjang Sungai Utama selanjutnya diperoleh dengan menghitung *length* menggunakan ArcGis. Berdasarkan data pengukuran diperoleh beda elevasi hulu dan hilir sungai (ΔH). Nilai Kemiringan rata-rata sungai dihasilkan dari pembagian antara beda elevasi hulu dan hilir sungai (ΔH) dengan panjang sungai.

Nilai Koefisien Pengaliran ditentukan berdasarkan kondisi Tata Guna Lahan. Adapun penentuan nilai Koefisien pengaliran berdasarkan tabel berikut:

Tabel 15. Nilai Koefisien pengaliran

| Jenis Daerah | Koefisien C |
|---------------------------|--------------------|
| Daerah perdagangan | |
| Perkotaan | 0,70 sampai 0,90 |
| Pinggiran | 0,50 sampai 0,70 |
| Permukiman | |
| Satu Rumah, jarang | 0,30 sampai 0,50 |
| Banyak Rumah, rapat | 0,40 sampai 0,60 |
| Pinggiran kota | 0,60 sampai 0,75 |
| Daerah Apartemen | 0,50 sampai 0,70 |
| Industri | |
| Daerah industri ringan | 0,50 sampai 0,80 |
| Daerah industri berat | 0,60 sampai 0,90 |
| Taman | 0,10 sampai 0,25 |
| Tempat bermain | 0,20 sampai 0,35 |
| Daerah stasiun Kereta Api | 0,20 sampai 0,40 |
| Jalan | 0,70 sampai 0,95 |
| Bata | |
| Jalan, hamparan | 0,75 sampai 0,85 |
| Atap | 0,75 sampai 0,95 |

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2016)

Koefisien Pengaliran menggambarkan kemampuan penyerapan air ke dalam tanah. Jika koefisien pengaliran (C) tinggi, maka sebagian besar air hujan akan mengalir sebagai aliran permukaan. Hal ini menunjukkan bahwa tanah memiliki kemampuan penyerapan air yang rendah. Jika koefisien pengaliran (C) rendah, maka sebagian besar air hujan akan diserap ke dalam tanah. Hal ini menunjukkan bahwa tanah memiliki kemampuan penyerapan air yang tinggi.

3. Pengolahan Data Curah Hujan

Data Curah Hujan yang digunakan dalam penelitian ini bersumber pada BMKG Kelas I Palembang Tahun 2014 sampai Tahun 2023. Data curah hujan di analisis dengan menggunakan analisis distribusi frekuensi yang terdiri dari metode *Gumbel*, metode *log pearson III*, metode *log normal*, dan metode normal. Berikut ini adalah penjelasannya:

- a. Perolehan Curah hujan rencana melalui perhitungan distribusi *Gumbel* dilakukan dengan menghitung rata-rata curah hujan, standar

- deviasi, nilai reduksi periode ulang (Y_t), dan nilai rata-rata reduksi jumlah data (Y_n).
- b. Perolehan Curah hujan rencana melalui perhitungan distribusi *log pearson III* dilakukan dengan menghitung logaritma hujan, rata-rata hujan logaritma, faktor frekuensi (G), nilai *skewness* (C_s), Nilai Kurtosis (C_k), dan Standar Deviasi.
 - c. Perolehan Curah hujan rencana melalui perhitungan distribusi log normal dilakukan dengan menghitung nilai logaritma hujan, rata-rata hujan logaritma, Standar deviasi, dan Standar variabel (K_t).
 - d. Perolehan Curah hujan rencana melalui metode distribusi normal rata-rata hujan, Standar deviasi, dan Standar variabel (K_t).

Setelah melakukan perhitungan terhadap keempat metode analisis distribusi frekuensi selanjutnya memastikan model distribusi yang digunakan cocok dengan data curah hujan dengan melakukan uji kesesuaian yang terdiri dari:

- a. Uji *Chi Square* dengan menghitung Parameter *Chi square* Terhitung (χ^2_{hitung}), Data Hasil Pengukuran (X_i), dan Data Hasil Perhitungan dari Lengkung Teoritis (E_i).
- b. Uji *Smirnov Kolmogorov* dengan menghitung Nilai seluruh data probabilitas pengamatan dan teoritis (D_{maks}), Nilai peluang pengamatan (P), dan Nilai peluang teoritis (P').

Setelah melakukan uji *Chi Square* dan uji *Smirnov Kolmogorov* untuk berbagai metode (*Gumbel*, *Log Pearson III*, *Log Normal*, dan distribusi Normal) selanjutnya distribusi yang paling sesuai akan dipilih untuk memperoleh hujan rancangan berdasarkan hasil uji tersebut dengan ketentuan $\Delta_{hitung} < \Delta_{kritis}$.

Berdasarkan uji rancangan hujan terpilih selanjutnya dilakukan perhitungan hidrograf limpasan dengan menggunakan metode Hidrograf

Satuan Sintetik (HSS) *Snyder* dengan menghitung debit maksimal untuk setiap periode ulang tahun.

Langkah selanjutnya Pengolahan data di *HEC-RAS* dengan memasukan data debit hasil perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) *Snyder* yang diperoleh pada tahap sebelumnya. Dengan memasukkan nilai debit sungai rancangan kala ulang tahunan ke bentuk *unsteady flow* sehingga terlihat simulasi persebaran genangannya.

3.4.3. Tahap Analisis Data

Export hasil dari *HEC-RAS* ke bentuk *Raster*. Data Raster persebaran genangan banjir selanjutnya dilakukan *extract to shp* pada perangkat lunak pengolahan spasial untuk menghitung luasan daerah tergenangnya. Analisis hasil simulasi untuk menentukan area yang berisiko tinggi banjir. Selanjutnya dilakukan *layout* peta sesuai dengan ketentuan kartografi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemodelan Genangan menggunakan *HEC-RAS* berhasil divisualisasikan pada studi kasus Sungai Kelekar Kota Prabumulih. Kedalaman Banjir terbagi menjadi 3 kelas yaitu kelas genangan rendah, sedang dan tinggi. Luasan genangan dengan kedalaman $< 0,76$ meter diperoleh bahwa luasan genangan periode ulang 2 Tahun mengalami kenaikan sampai periode ulang tahun 25 Tahun dan mengalami penurunan pada periode ulang tahun 50 Tahun dan 100 Tahun. Luasan genangan dengan kedalaman 0,76 meter sampai 1,5 meter mengalami kenaikan secara signifikan pada periode 25 Tahun hingga periode ulang 100 Tahun. Sedangkan luasan genangan dengan kedalaman $> 1,5$ meter secara signifikan mengalami kenaikan pada setiap periode kala ulang tahun.
2. Hasil perhitungan debit puncak hujan menggunakan Hidograf Satuan Sintetik *Snyder* dengan hujan rancangan pilihan berdasarkan Distribusi Analisis *Log Pearson III*. Diperoleh luasan area tergenang banjir setiap periode kala ulang tahunan selalu meningkat. Luasan genangan banjir pada periode ulang 2 Tahun sebesar 564,13 hektar dengan debit puncak $105,4964 \text{ m}^3/\text{s}$, periode ulang 5 Tahun sebesar 601,77 hektar dengan debit puncak $138,8667 \text{ m}^3/\text{s}$, periode ulang 10 Tahun sebesar 629,29 hektar dengan debit puncak $162,9200 \text{ m}^3/\text{s}$, periode ulang 25 Tahun sebesar 655,42 hektar dengan debit puncak $195,6465 \text{ m}^3/\text{s}$, periode ulang 50 Tahun sebesar 679,95 hektar dengan debit puncak $221,7684$

m^3/s , dan periode ulang 100 Tahun sebesar 690,55 hektar dengan debit puncak $249,4290 \text{ m}^3/\text{s}$.

3. Terdapat upaya mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak banjir yang berpotensi menyebabkan genangan di Sungai Kelekar seperti meningkatkan tinggi dan kekuatan tanggul, melakukan penanaman pohon dan vegetasi, membangun desain infrastruktur terutama pada bagian pemukiman padat dan daerah pemodelan yang menunjukkan kedalaman tinggi dan luasan yang berubah signifikan sebagai area prioritas pembangunan, serta pemodelan dapat digunakan sebagai data pendukung analisis spasial lanjutan dalam menentukan jalur evakuasi bagi masyarakat.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu:

1. Keterbatasan pada penelitian ini adalah tidak dilakukannya kalibrasi model karena kurangnya data lapangan hitungan debit air Sungai Penelitian. Pada penelitian selanjutnya dibutuhkan data lapangan sehingga dapat dilakukan kalibrasi pemodelan agar hasil pemodelan sesuai dengan keadaan lapangan.
2. Data Curah Hujan yang digunakan memiliki interval Tahun lebih dari 10 tahun sehingga perhitungan debit puncak yang diperoleh dapat lebih akurat.
3. Pemerintah dapat mengatasi masalah ini dengan melakukan mitigasi seperti mengadakan penyusunan rencana tata ruang kota untuk meminimalisir kerugian bencana banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Abyuliani, A. 2024. *Pemodelan Genangan Banjir sebagai Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan HEC-RAS (Studi Kasus: Sungai Kelekar Kota Prabumulih)*. Universitas Lampung.
- Agustina, A., Bertarina, B., dan Kastamto, K. 2022. Analisis Karakteristik Aliran Sungai Pada Sungai Cimadur, Provinsi Banten Dengan Menggunakan Hec-Ras. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 3(01), 31. <https://doi.org/10.33365/jice.v3i01.1768>
- Aini, A. 2019. *Sistem Informasi Geografis Pengertian dan Aplikasinya*. Staff Pengajar STMIK Amikom Yogyakarta.
- Ajr, E. Q., dan Dwirani, F. 2019. Menentukan Stasiun Hujan dan Curah Hujan dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam*, 2(2), 139–146. <https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/jls/article/view/674/387>
- Alwi, M., Musa, R., dan Ashad, H. 2023. Kajian Debit Banjir Sungai Terhadap Kala Ulang Pada Sungai Lahumbuti Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara. *Journal Of Social Science Research*, 3, 8790–8800.
- Aprianto, W. K., Sanjoto, T. B., dan Tjahjono, H. 2019. Pemodelan dan Analisis Dampak Banjir Pesisir Surabaya Akibat Kenaikan Air Laut Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Geo-Image Journal*, 8(2), 150–156. <https://core.ac.uk/download/pdf/295176523.pdf>
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Palembang. 2021. *Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Palembang Tahun 2023*.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana (2012).
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Jenis Bencana Alam dalam Tiga Tahun Terakhir (Desa), 2014-2021*.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Kota Prabumulih Dalam Angka 2024*. <https://prabumulihkota.bps.go.id/publication/2024/02/28/dffe988c5b1e67fca c18ab5f/kota-prabumulih-dalam-angka-2024.html>

- Badan Standardisasi Nasional. 2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*.
- BPBD Kota Prabumulih. 2022. *Peninjauan dan Pendataan Lokasi Banjir*. BPBD Pemkot Prabumulih. <https://dibi.bnbp.go.id/xdibi2/read2/56845>
- Briantama, R. H., Suhartanto, E., dan Sajali, M. A. 2024. Analisis Hidrologi dan Hidrolika Sungai Untuk Pemodelan Banjir Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Pada Sungai Kali Surabaya. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 04(01), 969–981.
- Chow, V., Maidment, D., dan May, L. 1988. *Applied Hydrology* (2nd Editio). McGraw-Hill Companies.
- Edison. 2022. *Banjir di Gunung Ibul Prabumulih Rendam Puluhan Rumah Warga Ketinggian Air Setengah Meter*. TribunSumsel.com.
- Edison. 2024. *Warga Gunung Ibul Prabumulih Demo Tutup Jalan Pakai Tanah Tuntut Solusi Banjir*. TribunSumsel.
- Farhan, A. 2021. *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Terhadap Berbagai Periode Ulang Banjir Dengan Aplikasi Hec-Ras (Studi Kasus Sungai Cimulu)*. Universitas Siliwangi.
- Fatimah, L. N. 2024. *Pengertian Banjir*. <https://www.selasar.com/pengertian-banjir/>
- Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Indriyani, M., Amalia, R. S., Santosa, B., dan Hartanto, D. 2022. Analisa Debit Puncak Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan HEC-HMS (Studi Kasus: DAS Silandak, Kota Semarang). *G-Smart*, 6(1), 48–57. <https://doi.org/10.24167/gsmart.v6i1.4031>
- Jinan, R. S. 2024. *Proses Terjadinya Banjir Berdasarkan Jenis dan Penyebabnya*. tirtoid. <https://tirtoid.id/proses-terjadinya-banjir-penyebab-dan-akibatnya-gWHI>
- Kartika, W. 2019. Pengertian Curah Hujan Efektif. *Jurnal Geografi*. <https://www.seputargeografi.com/2019/04/pengertian-curah-hujan-efektif.html>
- Kodoatie, R. J. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi.
- Kodoatie, R. J. 2021. *Tata Ruang Air Tanah*. Andi.
- Kristianto, A. B., Norken, I. N., Dharma, I. G. B. S., dan Yekti, M. I. 2019. Komparasi Model Hidrograf Satuan Terukur dengan Hidrograf Satuan Sintetis (Studi Kasus DAS Tukad Pakerisan). *Jurnal Spektran*, 7(1), 21–31.

- Lavanza, S. 2023. Pemodelan Hidrodinamis Genangan Air Akibat Luapan Sungai Menggunakan Hec-Ras. *Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung*. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/78567>
- Muhamad, S., Amri, K., dan Afrizal, Y. 2019. Analisis Debit Puncak Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetis ITB 1 Dan HEC-RAS Versi 5.0.7 (Studi Kasus DAS Air Manna Bagian Hilir). *Teknik Sipil*, 13(1), 45–64. <https://doi.org/10.33369/ijts.citation>
- Muzaidi, I., Anggarini, E., dan Prayugo, H. M. 2018. Studi Kasus Pencemaran Air Sungai Teluk Dalam Banjarmasin Akibat Limbah Domestik. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 108–114.
- Nugrahanto, E. B. 2023. *Model Hec-Ras Untuk Analisis Daerah Rawan Terdampak Bencana Banjir Di Sub Das Keduang Kabupaten Wonogiri* [Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada].
- Nurfaida, W. 2020. *Analisa Data Hujan*. Universitas Gajah Mada. https://wakhidatik.staff.ugm.ac.id/files/2020/02/AHD2_Analisa_data_Hujan-2-Analisis-Frekuensi.pdf
- Pahlevi, R. 2024. Sungai Kelekar Meluap Puluhan Rumah di Prabumulih Terendam Banjir. *detikSumbangsel*.
- Pratiwi, Z. N., dan Santosa, P. B. 2021. Pemodelan dan Visualisasi Genangan Banjir untuk Mitigasi Bencana di Kali Kasin, Kelurahan Bareng, Kota Malang. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 4(1), 56–64.
- Priyambodo, U. 2022. *Memahami Anatomi dan Karakteristik Sungai Dunia serta Alirannya*. Geograf.
- Ramadhani, A. M., dan Raihan, A. 2021. *Mitigasi Bencana Banjir Dan Genangan Dalam Kawasan Perkembangan Permukiman Di Kelurahan Berua, Kota Makassar*.
- Rosdiana. 2019. Kelekar Meluap, Warga Waspada Banjir. *Prabumulih Pos*. <https://www.myedisi.com/prabumulihpos/20191204/164533/kelekar-meluap-warga-waspada-banjir>
- Rusmaldi, I., dan Hidayat, D. 2022. Perbandingan Kalibrasi Model 1D HEC-RAS Kali Kumpa dengan Data Pengukuran. *Sainstek*, 10(2), 147–152.
- Saputri, D. A. 2017. *Analisis Koefisien Aliran Permukaan Pada Berbagai Bentuk Penggunaan Lahan Dengan Model SWAT*. Universitas Lampung.
- Seyhan, E. 1977. *Dasar-Dasar Hidrologi*.
- Sholikha, D. E. Z., Sutoyo, S., dan Rau, M. I. 2022. Pemodelan Sebaran Genangan Banjir Menggunakan HEC-RAS di Sub DAS Cisadane Hilir.

- Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(2), 147–160.
- Siswoyo, H. 2011. Pengembangan Model Hidrograf Satuan Sintetis Snyder untuk Daerah Aliran Sungai di Jawa Timur. *Jurnal Pengairan*, 2, 42–54.
- Sodikin, W. 2017. *Analisis Debit Banjir Kala Ulang Sungai Kali Sapi (Studi Kasus Keruntuhan Jembatan Kali Sapi)*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Suryadi, R., Putranto, D. D. A., dan Juliana, I. C. 2022. Analisis 1D – 2D Genangan Banjir Pada Kawasan Perumahan Baturaja Permai, Kecamatan Baturaja Timur. *Teknik Sipil dan Perencanaan*, 11(01), 39–48.
- Sutejo, F., dan Heliani, L. S. 2021. Evaluation of Digital Terrain Models for Local Geoid Determination a Case Study in DI Yogyakarta Province, Indonesia). *Geomatika*, 27(1), 9–18.
- Tasmalinda. 2021. Sungai Kelakar Meluap, 12 Kelurahan di Prabumulih Terendam Banjir. *Sumsel Suara*.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan (Pertama)*. Beta Offset.
- Trisaktomo, A. J. 2023. *Analisis Dampak Genangan Banjir Pada Desa Bojongkulur Kabupaten Bogor Jawa Barat Menggunakan Hec-Ras 2d*
- Wahyuny, W. 2024. Hujan Deras Semalaman, Sejumlah Wilayah di Prabumulih Dilanda Banjir Bandang, Ada yang Setinggi Dada. *TribunSumsel.com*.
- Widyawati, W., Yuniarti, D., dan Goejantoro, R. 2021. Analisis Distribusi Frekuensi dan Periode Ulang Hujan. *Eksponensial*, 11(1), 65.