

SKRIPSI

**STUDI PERANCANGAN DIMENSI DINDING PENAHAN MODEL
GEOTEXTILE SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN BANJIR
SUNGAI SADDANG KABUPATEN ENREKANG**



Oleh:

Andi Muh. Risman

105 81 11026 19

Sahril

105 81 11200 17

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

TAHUN 2024



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama SAHRIL dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11200 17, Dan ANDI MUH.RISMAN dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11026 19 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 305/05/A.4-II/VIII/46/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 30 Agustus 2024.

Panitia Ujian : Makassar, 25 Safar 1446 H / 30 Agustus 2024 M

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Dr. Ir. H. ABD. RAKHIM NANDA, ST., MT., IPU
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Eng. MUHAMMAD ISRAN RAMLI, ST., MT

2. Penguji

- a. Ketua : Dr. Ir. Muh Yunus Ali, ST., MT, IPM
- b. Sekretaris : Indriyanti, ST., MT

3. Anggota

- 1. Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM
- 2. Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST. MT, IPM
- 3. Kasmawati, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. M. Agusalm, ST., MT

Pembimbing II

Ir. Muhammad Syafaat S Kuba, ST., MT



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM
NBM. 795.108



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDI PERANCANGAN DIMENSI DINDING PENAHAN MODEL GEOTEXSTILE SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI SADDANG KAB. ENREKANG**

Nama : SAHRIL
ANDI MUH. RISMAN

No. Stambuk : 105 81 11200 17
105 81 11026 19

Makassar,

2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. M. Agusalm, ST., MT


Ir. Muhammad Syafaat S Kuba, ST., MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan,


Ir. M. Agusalm, ST., MT
NBM : 947 993



Studi Perancangan Dimensi Dinding Penahan Model Geotextile Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Saddang Kab. Enrekang

INFO PENULIS

Sahril
Universitas Muhammadiyah Makassar
sahrilachto27@gmail.com

Andi Muh. Risman
Universitas Muhammadiyah Makassar

M. Agusalim
Universitas Muhammadiyah Makassar

Muhammad Syafaat S Kuba
Universitas Muhammadiyah Makassar

INFO ARTIKEL

ISSN: 3026-3603
Vol. 2, No. 1 April 2024
<http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Sahril, Risman, A.M., Agusalim, M., Kuba, M.S. (2024). Studi Perancangan Dimensi Dinding Penahan Geotextile Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Saddang Kab.Enrekang. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (1), 1-B.

Abstrak

Banjir sungai sering kali menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, merusak infrastruktur, dan mengancam keselamatan masyarakat. Beberapa titik di kecamatan Enrekang terutama di wilayah perkotaan dan beberapa titik di bantaran sungai. Ketika DAS Saddang banjir akan menyebabkan aktivitas di wilayah perkotaan lumpuh dan beberapa lahan pertanian di sepanjang bantaran sungai terendam menyebabkan gagal panen para petani. Perencanaan dinding penahan dengan menggunakan geotextile dalam pengendalian banjir sungai sangat penting mengingat masalah banjir telah menjadi perhatian utama dalam manajemen risiko bencana di berbagai wilayah. Geotextile memiliki sifat khusus dalam meningkatkan stabilitas tanah dan mengurangi erosi, menjadikannya kandidat potensial untuk meningkatkan kinerja dinding penahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perancangan dinding penahan model geotextile sebagai upaya pengendalian banjir di Sungai Saddang. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif analitik. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan didapatkan bahwa perancangan dinding penahan menggunakan geotextile woven dengan kekuatan tarik max sebesar 52 kN/m, SF metode bishop yaitu 0,618, ΔMR yaitu 734,47 kN/m, Tall didapatkan 10,505 kN/m dengan Sv yaitu 0,25 m, SF rencana yaitu 1,2 dan ΔMR_{cum} pada lapisan ke 11.

Kata kunci : Geotekstil, Dinding Penahan Banjir, Banjir, Sungai

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena Rahmatdan Hidayah-Nyalah sehingga kami dapat menyusun skripsi tugas akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Skripsi tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun Judul tugas akhir kami **“Studi Perancangan Dimensi Dinding Penahan Model Geotextile Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Saddang Kabupaten Enrekang”**. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, S.T., MT., IPU sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM . sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. M. Agussalim, S.T.,M.T. dan Ibu Kasmawati, S.T.,M.T., sebagai Ketua dan sekretaris Program Studi Teknik Pengairan dan sekaligus sebagai Pembimbing I yang membantu membimbing dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Kasmawati, S.T.,M.T., sebagai sekretaris Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Bapak Ir. Muhammad Syafa’at S Kuba, S.T.,M.T. selaku Pembimbing II, yang

banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.

6. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Ayah dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami dan rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis ,rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Aamiin. ***“Billahi Fii Sabill Haq fastabiqul ”***. Akhirnya penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun penelitian lebih lanjut dan bagi pembacanya. Akhir kata mohon maaf atas segala salah dan khilaf dari penulis. *Wassalamualaikum Warohmatullohi Wabarokatuh.*

Makassar , 28 Agustus 2024

Peneliti

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Sungai	7
B. Banjir	15
C. Dinding Penahan Geotextile	23
BAB III METODE PENELITIAN	43
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	43
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	44
C. Proses Penelitian	45
D. Model Penelitian	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Analisis Hidrologi	50
1. Analisis Frekuensi Curah Hujan	50
2. Analisis Curah Hujan Rencana	52

3. Uji Distribusi Probabilitas	61
4. Analisis Debit Banjir Rencana (Q)	78
B. Perancangan Model Dinding Penahan Menggunakan Geotextile.....	89
BAB V PENUTUP	98
A. Kesimpulan.....	98
B. Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA	100



DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Kode Warna Peta Risiko Banjir	20
Tabel 3.1	Panjang Sungai Dan Cakupan Luas DAS Di Kabupaten Enrekang	46
Tabel 4.1	Frekuensi Curah Hujan Wilayah Sungai Saddang, Das S. Mata Allo, Kabupaten Enrekang	52
Tabel 4.2	Parameter Uji Distribusi Statistik	53
Tabel 4.3	Data Curah Hujan Metode Probabilitas Normal	54
Tabel 4.4	Hasil Curah Hujan Maksimum Dengan Periode Ulang Dengan Metode Probabilitas Normal	55
Tabel 4.5	Data Curah Hujan Metode Log Normal	56
Tabel 4.6	Hasil Curah Hujan Maksimum Dengan Periode Ulang Dengan Metode Log Normal	57
Tabel 4.7	Data Curah Hujan Metode Gumbel	59
Tabel 4.8	Hasil Curah Hujan Maksimum Dengan Periode Ulang Dengan Metode Gumbel	61
Tabel 4.9	Data Curah Hujan Metode <i>Log Pearson Type Iii</i>	61
Tabel 4.10	Hasil Curah Hujan Maksimum Dengan Periode Ulang Dengan Metode <i>Log Pearson Type III</i>	63
Tabel 4.11	Distribusi Probabilitas Gumbel	66
Tabel 4.12	Distribusi Gumbel	69
Tabel 4.13	Distribusi Normal	69
Tabel 4.14	Distribusi Log Normal	70
Tabel 4.15	Distribusi <i>Log Pearson Type Iii</i>	70
Tabel 4.16	Rekapitulasi Nilai C_2 Dan $C2_{cr}$	71
Tabel 4.17	Distribusi Probabilitas Gumbel Uji Simornov-Kolmogorf	75
Tabel 4.18	Distribusi Probabilitas Normal Uji Simornov-Kolmogorf	76
Tabel 4.19	Distribusi Probabilitas Log Normal Uji Simornov-Kolmogorf	78
Tabel 4.20	Distribusi Probabilitas Log Normal Uji Simornov-Kolmogorf	80
Tabel 4.21	Rekapitulasi Nilai DP_{max} dan DP_{cr}	81
Tabel 4.22	Hasil Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan	81
Tabel 4.23	Rekap Debit Banjir Rancangan Untuk Tiap Metode	89
Tabel 4.24	Hubungan Tinggi Muka Air Banjir Dan Debit	90
Tabel 4.25	Data Tanah	92
Tabel 4.26	Hasil <i>Running Software</i> Geostudio 2012	93
Tabel 4.27	Nilai <i>Delta Moment</i> (Δm_r)	94
Tabel 4.28	Faktor-Faktor Pengurangan Kekuatan Geotekstil	95

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Bentuk Struktur & Lingkungan Bio-Fisik Sungai 13
Gambar 2.2	Proses Hidrologi 14
Gambar 2.3	Konsep <i>Flood Early Warning System (Fews)</i> 22
Gambar 2.4	Penggunaan <i>Geotextile</i> Sebagai Dinding Penahan 24
Gambar 2.5	Contoh Mekanisme Kerja <i>Geotextile</i> 25
Gambar 2.6	Contoh <i>Geotextile</i> Non Woven 26
Gambar 2.7	Contoh <i>Geotextile</i> Woven 27
Gambar 2.8	<i>Geotextile Knitted</i> 28
Gambar 2.9	Geogrid 29
Gambar 2.10	Geosintetik Komposit 29
Gambar 2.11	Penerapan Dinding Penahan <i>Geotextile</i> Non-Woven 30
Gambar 2.12	Penggunaan Geogrid Untuk Penulangan 31
Gambar 2.13	<i>Geotextile</i> Jalan Dan Jembatan 32
Gambar 2.14	Penggunaan <i>Geotextile</i> Tube Dan <i>Geobag</i> 33
Gambar 2.15	<i>Geotextile</i> Untuk Penahan Tanah 34
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian Berdasarkan <i>Google Maps</i> 46
Gambar 3.2	Model Penelitian 51
Gambar 4.1	Peta Das Enrekang 52
Gambar 4.2	Permodelan Lereng 2d 92

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Enrekang mendapatkan julukan sebagai Bumi Massenrempulu dikarenakan berada di antara budaya Tana Toraja, Bugis, dan Bandat. Kabupaten Enrekang salah satu Daerah Tingkat II di Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia yang secara *administrative* terdiri dari 12 kecamatan dengan 129 kelurahan atau desa dengan luas wilayah sebesar 1.786,01 Km². Wilayah Kabupaten Enrekang sendiri memiliki topografi yang bervariasi yaitu perbukitan, pegunungan, lembah, dan sungai (Sul-Sel Prov, 2018).

Pada Kabupaten Enrekang sendiri terdapat empat sub DAS (Daerah Aliran Sungai) yaitu DAS Matta Allo, DAS Malua, DAS Saddang, dan DAS Bila. Data dari Rencana Tata Ruang Pengembangan Komoditas Andalan Provinsi Sulawesi Selatan Kabupaten Enrekang 2004 dan BPS Kabupaten Enrekang 2003 mengenai panjang sungai dan cakupan luas DAS di Kabupaten Enrekang.

Berdasarkan data dari Daerah Aliran Sungai yang berada di Kabupaten Enrekang yang cukup luas kemungkinan terjadi banjir pada daerah Kabupaten Enrekang akan lebih besar. Curah hujan merupakan salah satu penyebab terjadinya banjir di Kabupaten Enrekang terkhususnya pada daerah yang bersampingan langsung dengan DAS Saddang. Berdasarkan data BPS Kabupaten Enrekang (2019) bahwa dari tahun 2016 curah hujan di Kabupaten Enrekang selama 1 tahun ada 2.314 mm³ dan menurun di tahun 2017 yaitu sebanyak 1.130 mm³ dan meningkat lagi di tahun 2018 yaitu 2.797 mm³.

Sungai Saddang adalah sebuah sungai yang mengalir di Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai Saddang merupakan sungai terpanjang di Sulawesi Selatan karena sungai ini membentang sepanjang 182 Km dari dataran tinggi utara Kabupaten Toraja Utara tepatnya di Gunung Latimbangan dan mengarah ke Kabupaten Pinrang, sebuah kabupaten di sebelah barat daya Tana Toraja, dan berakhir di Selat Makassar. Dengan lebar rata-rata sekitar 80 meter, Sungai Saddang memiliki arus yang cukup deras dengan banyak bebatuan besar yang tersebar di sepanjang alirannya. Berdasarkan kondisi tersebut ketika musim hujan DAS akan meluap dan menyebabkan banjir di beberapa titik di kecamatan Enrekang terutama di wilayah perkotaan dan beberapa titik di bantaran sungai. Ketika DAS Saddang banjir akan menyebabkan aktivitas di wilayah perkotaan lumpuh dan beberapa lahan pertanian di sepanjang bantaran sungai terendam menyebabkan gagal panen para petani (Uca et al., 2022).

Banjir sungai sering kali menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, merusak infrastruktur, dan mengancam keselamatan masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang terarah untuk mengembangkan strategi pengendalian banjir yang efektif (Latif et al., 2022). Dalam Modul Metode Pengendalian Banjir Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi (2017), dinding penahan tanah merupakan bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan tanah pada kondisi tanah tertentu khususnya pada daerah aliran sungai yang berpotensi mengalami erosi sebagai upaya pengendalian banjir. Masalah banjir telah menjadi tantangan serius dalam pengelolaan lingkungan di berbagai wilayah. Penggunaan dinding penahan merupakan salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam

pengendalian banjir sungai. Namun, untuk meningkatkan efisiensi dan ketahanan struktur, pengintegrasian *geotextile* sebagai bahan konstruksi perlu dieksplorasi lebih lanjut (Yulia & Heldi, 2020).

Pengendalian banjir menurut Kodoatie & Sjarief (2010) merupakan suatu yang kompleks karena melibatkan banyak disiplin ilmu teknik di lapangan, serta berbagai ilmu kebijakan publik dan manajemen manusia di ranah perumusan. Selain itu, keberhasilan program pengendalian banjir juga amat bergantung pada aspek eksternal seperti sosial, ekonomi, lingkungan, institusi, kelembagaan, hukum, dan lainnya. Penggunaan *geotextile* sebagai komponen utama dinding penahan memberikan alternatif yang menjanjikan karena kemampuannya dalam mengontrol erosi tanah dan meningkatkan stabilitas struktur tanah.

Perencanaan dinding penahan dengan menggunakan *geotextile* dalam pengendalian banjir sungai sangat penting mengingat masalah banjir telah menjadi perhatian utama dalam manajemen risiko bencana di berbagai wilayah. *Geotextile* memiliki sifat khusus dalam meningkatkan stabilitas tanah dan mengurangi erosi, menjadikannya kandidat potensial untuk meningkatkan kinerja dinding penahan. Pada umumnya tujuan utama dari suatu analisis stabilitas tanah adalah untuk dapat memberikan kompetensi terhadap suatu perencanaan konstruksi yang aman dan ekonomis. Salah satu bentuk perkuatan ialah dengan menggunakan *geotextile* (Hardiyatmo, 2022).

Dari uraian di atas yang telah di paparkan maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Study Perancangan Dimensi Dinding**

Penahan Model Geotextile Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Saddang Kabupaten Enrekang”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana debit banjir pada daerah Sungai Saddang?
2. Bagaimana perancangan dinding penahan model *geotextile* sebagai upaya pengendalian banjir di Sungai Saddang?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui debit banjir pada daerah Sungai Saddang
2. Untuk mengetahui perancangan dinding penahan model *geotextile* sebagai upaya pengendalian banjir di Sungai Saddang.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Pemerintah

Sebagai tinjauan mengamati perancangan dinding penahan model *geotextile* dalam upaya pengendalian terhadap banjir.

2. Bagi Pendidikan

Studi ini diharapkan dapat menjadi tambahan referensi pembelajaran, serta sebagai bahan acuan atau pembanding untuk penelitian sejenis.

E. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat lebih fokus, maka penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Lokasi studi kasus berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Saddang Kelurahan Salubarani, Kecamatan Enrekang, Kabupaten Enrekang
2. Penelitian ini berfokus pada perancangan dinding penahan geotextile dengan menggunakan data-data yang bersumber dari data primer maupun data sekunder
3. Penelitian ini lebih berfokus dalam upaya penanganan banjir di daerah Sungai Saddang, Kabupaten Enrekang

F. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan proposal ini dari hasil latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian yang akan dicapai dalam melakukan penelitian, jadi sistematika penulisan ini, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Sebuah proposal skripsi memiliki peran penting karena memberikan gambaran umum. Berikut adalah elemen-elemen BAB I dalam penelitian ini adalah latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Dalam bagian ini, disajikan ringkasan dan analisis literatur yang terkait dengan penelitian atau pembahasan. Selain itu, dipaparkan teori-teori yang relevan

dengan penelitian untuk memberikan landasan yang komprehensif dalam perencanaan dan analisis masalah.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini, menguraikan tentang lingkup penelitian, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, tahapan penelitian, dan bagang alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil penelitian yang menguraikan tentang pengendalian banjir dengan menggunakan dinding penahan model *geotextile*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran terhadap permasalahan dan tujuan penelitian yang telah di bahas pada bab sebelumnya. Sehingga untuk penelitian selanjutnya terdapat pengembangan lokasi penelitian di masa mendatang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Definisi dan Karakteristik Sungai

Sungai adalah aliran air yang bergerak secara terus-menerus dari daerah tinggi ke daerah rendah. Aliran air ini dapat berasal dari hujan, salju yang meleleh, mata air, atau sungai-sungai kecil yang bergabung. Sungai memiliki saluran tetap yang disebut Sungai atau alur Sungai yang membentang dari sumber air hingga muara (Fuady & Azizah, 2008).

Ada beberapa karakteristik Sungai menurut Suprayogi et al (2022) sebagai berikut:

a. Aliran Air Terus-menerus

Aliran air terus-menerus merujuk pada pergerakan air yang berlangsung secara kontinu dan tidak putus dalam suatu aliran air seperti sungai atau saluran air. Karakteristik ini mencakup fakta bahwa air bergerak sepanjang waktu, tanpa adanya gangguan atau putus-putus yang signifikan.

b. Saluran Tetap

Sungai memiliki saluran tetap atau alur sungai yang membentuk jalur aliran. Alur ini dapat berubah bentuk dan lebar seiring waktu karena proses geomorfologi seperti erosi dan sedimentasi.

c. Sumber dan Muara

Sungai memiliki sumber air di daerah tertinggi yang disebut hulu atau sumber air, dan muara di daerah terendah atau tempat sungai bertemu dengan badan air lain seperti laut atau danau.

d. Tributari

Sungai dapat memiliki anak sungai atau cabang-cabang kecil yang mengalir ke sungai utama. Anak sungai ini disebut tributari.

e. Drainase

Sungai berfungsi sebagai sistem drainase alami, mengumpulkan air hujan dan air lelehan salju dari suatu daerah dan memindahkan air tersebut ke muara.

f. Profil Sungai

Sungai memiliki profil yang dapat berubah sepanjang alurnya, termasuk daerah yang lebih curam di hulu dan datar di daerah muara.

g. Erosi dan Sedimentasi

Sungai dapat mengalami erosi, yaitu pengikisan tanah dan batuan di sepanjang alur sungainya, serta sedimentasi, yaitu penumpukan endapan hasil erosi di bagian sungai yang lebih datar.

h. Keragaman Ekosistem

Sungai menyediakan berbagai habitat bagi flora dan fauna. Ekosistem sungai dapat mencakup hutan riparian, sungai berbatu, dan lingkungan perairan yang beragam.

i. Perubahan Musiman

Debit air sungai dapat berubah musiman, dengan peningkatan aliran air selama musim hujan dan penurunan selama musim kemarau.

j. Peran Sosial dan Ekonomi

Sungai sering menjadi sumber daya ekonomi dan sosial penting bagi masyarakat sekitarnya, seperti untuk pertanian, perikanan, transportasi, dan penyediaan air bersih.

2. Fungsi Ekologis Sungai

Sungai, sebagai salah satu elemen utama dalam sistem hidrologi alam, memegang peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Fungsi ekologis sungai bukan hanya sebatas sebagai jalur air yang mengalir, tetapi juga sebagai rumah bagi berbagai bentuk kehidupan dan penopang ekologi secara keseluruhan. Berikut fungsi ekologis sungai menurut (Mihov & Hristov, 2011), yaitu:

a. Habitat alami yang kaya

Sungai adalah salah satu lingkungan air tawar yang paling produktif, mendukung berbagai spesies ikan, hewan air, dan tumbuhan air yang menciptakan ekosistem yang kompleks.

b. Sirkulasi *nutrient* yang alami

Sungai membawa *nutrient* dari daratan ke lautan dan sebaliknya, membentuk siklus *nutrient* yang mendukung produktivitas ekosistem di sepanjang aliran sungai.

c. Pengaturan kualitas air

Sungai memiliki kemampuan alami untuk membersihkan dan mengatur kualitas air. Vegetasi sungai, tanah aluvial, dan mikroorganisme di dalamnya bekerja bersama untuk menyaring dan membersihkan air dari berbagai zat pencemar.

d. Menyediakan matriks koridor hijau

Menurut National Park Service (2022), Sungai berfungsi sebagai koridor hijau yang menyediakan matriks ekologi bagi berbagai jenis kehidupan. Pemeliharaan vegetasi di sepanjang sungai mendukung berbagai satwa liar dan memfasilitasi pergerakan migrasi hewan.

e. Mitigasi banjir dan erosi

Sungai memiliki peran dalam mitigasi banjir dan erosi. Vegetasi di sepanjang sungai dan saluran sungai dapat membantu mengurangi risiko banjir dan erosi dengan menstabilkan tanah dan mengurangi aliran permukaan.

3. Proses Geomorfologi Sungai

Proses geomorfologi sungai melibatkan sejumlah peristiwa geologis dan proses fisik yang membentuk dan mengubah bentuk alur sungai serta lingkungan sekitarnya. Proses ini melibatkan erosi, transportasi, dan sedimentasi, yang secara bersama-sama membentuk karakteristik sungai.

Berikut proses geomorfologi sungai menurut (Triyani, 2021), yaitu:

- a. Erosi adalah proses pengikisan tanah dan batuan di sepanjang alur sungai. Faktor-faktor seperti arus air yang kuat, bentuk alur sungai, dan jenis batuan di sekitarnya dapat mempengaruhi tingkat erosi.

Erosi dapat terjadi secara vertikal (penurunan dasar sungai) dan lateral (erosi tepi sungai).

- b. Transportasi material yaitu seperti pasir, kerikil, dan sedimen lainnya yang diangkut oleh arus sungai dapat terjadi dalam berbagai cara yaitu pengangkutan dalam *suspense* (material diangkut dalam air), traksi (material digulung atau digeser di dasar sungai), dan saltasi (material melompat atau bergulir di dasar sungai).
- c. Deposisi (Sedimentasi) adalah ketika kecepatan aliran air menurun, sungai kehilangan daya angkutnya dan material yang diangkutnya dapat dideposisikan di dasar sungai atau di tepi sungai. Material yang diendapkan dapat membentuk seperti kerikil, pasir, dan lumpur, tergantung pada sifat material tersebut.
- d. Pembentukan mekanisme lahan banjir (*floodplain*) merupakan salah satu proses geomorfologi di mana wilayah yang tergenang air secara periode ketika sungai meluap. Lahan banjir ini diperkaya oleh endapan lumpur dan *nutrient* yang dibawa oleh air banjir, membuatnya menjadi lingkungan yang sangat subur.
- e. Pembentukan *Meander* dan *Oxbow Lake* merupakan hasil dari proses geomorfologi sungai yang melibatkan erosi di sebelah dalam kurva sungai dan sedimentasi di sebelah luar kurva. Seiring waktu *meander* dapat berkembang menjadi *oxbow lake* ketika dua bagian alur sungai yang berkelok menyatu karena proses sedimentasi.

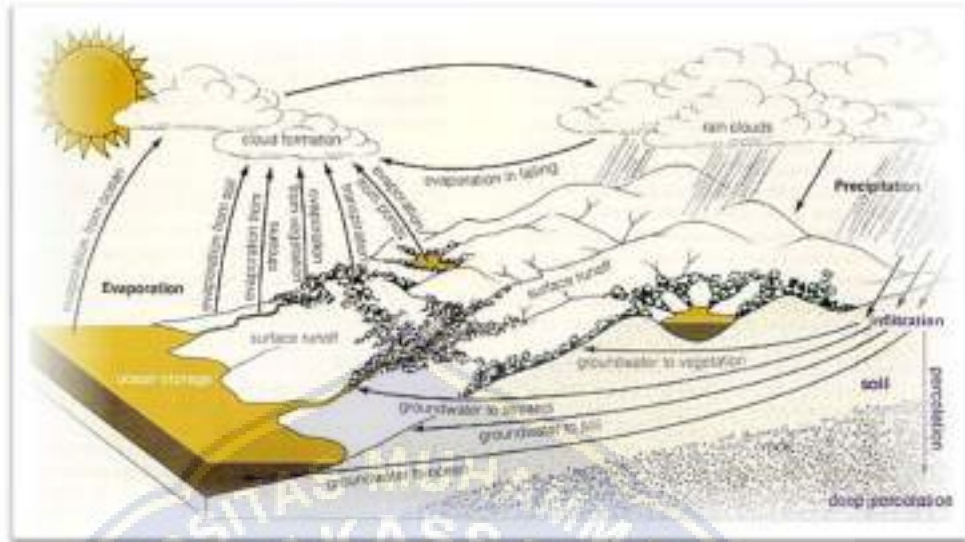
- f. Vegetasi yang tumbuh di tepo sungai (riparian) merupakan salah satu proses geomorfologi sungai yaitu akar tanaman dapat menstabilkan tanah di tepi sungai, mengurangi erosi, dan menyediakan habitat yang penting bagi berbagai organisme.
- g. Pembentukan delta sering ditemukan diantara sungai bertemu dengan laut atau danau. Delta adalah endapan sedimentasi yang terbentuk oleh proses pembentukan alur sungai di area tersebut.



Gambar 2.1 Bentuk Struktur & Lingkungan Bio-Fisik Sungai

4. Hidrologi Sungai

Hidrologi sungai adalah cabang ilmu yang mempelajari siklus air, distribusi air, dan perubahan kualitas air dalam konteks aliran sungai. Ilmu ini melibatkan pemahaman mendalam tentang bagaimana air bergerak dan berinteraksi dengan lingkungannya, terutama di wilayah aliran sungai. Aliran air terus-menerus adalah hasil dari proses hidrologi, di mana air mengalir dari daerah tinggi ke daerah rendah secara alami. Proses ini melibatkan penguapan, transpirasi, dan presipitasi yang menyediakan pasokan air terus-menerus ke sungai (Asdak, 2020).



Gambar 2.2 Proses Hidrologi

- a. Presipitasi = Proses hidrologi sungai dimulai dengan presipitasi, yaitu turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dalam bentuk hujan, salju, atau hujan salju. Presipitasi adalah sumber utama air yang mengalir ke dalam sungai.
- b. Intersepsi = Bagian dari presipitasi yang ditangkap oleh tanaman, daun, atau benda-benda di permukaan tanah disebut intersepsi. Intersepsi dapat mengurangi jumlah air yang mencapai permukaan tanah dan, oleh karena itu, memengaruhi jumlah air yang kemudian masuk ke sungai.
- c. Infiltrasi = Setelah mencapai permukaan tanah, air dapat meresap ke dalam tanah melalui proses yang disebut infiltrasi. Sebagian air ini akan tersimpan di zona air tanah sebagai air tanah yang dapat diserap oleh tanaman atau mengalir ke sungai melalui aliran bawah tanah.

- d. Aliran Permukaan = Jika infiltrasi tidak dapat menyerap seluruh air presipitasi, air bergerak di permukaan tanah dalam bentuk aliran permukaan. Ini mencakup air yang mengalir di atas tanah menuju sungai atau danau terdekat. Aliran permukaan terjadi ketika laju presipitasi melebihi laju infiltrasi
- e. Aliran Bawah Tanah = Bagian dari air yang diserap oleh tanah dapat mengalir melalui zona air tanah sebagai aliran bawah tanah. Aliran bawah tanah dapat menyusup ke sungai melalui mata air atau mengalir di bawah permukaan tanah menuju muara sungai.
- f. Muara Sungai = Air yang mengalir dari berbagai sumber air, baik melalui aliran permukaan maupun aliran bawah tanah, berkumpul di muara sungai. Di muara, air sungai bertemu dengan air laut atau air dari badan air lainnya
- g. Penguapan = Pada tahap ini, air yang telah mencapai permukaan bumi mengalami penguapan, yaitu proses perubahan dari fase air menjadi uap air yang kembali ke atmosfer. Penguapan terjadi dari permukaan sungai, danau, tanah, dan vegetasi.
- h. Transpirasi = Transpirasi adalah proses keluarnya uap air dari tumbuhan, khususnya daun, ke atmosfer. Tumbuhan mengambil air melalui akar, dan sebagian besar air ini kemudian dihilangkan melalui pori-pori daun dalam bentuk uap air.
- i. Evapotranspirasi = Kombinasi antara penguapan dan transpirasi disebut evapotranspirasi. Evapotranspirasi mencerminkan jumlah

total uap air yang kembali ke atmosfer dari permukaan tanah dan vegetasi.

(Asdak, 2020)

B. Banjir

1. Definisi Banjir

Banjir adalah kondisi di mana air meluap secara besar-besaran ke daratan yang biasanya kering. Hal ini terjadi Ketika volume air melebihi kapasitas normal saluran air atau *system* drainase sehingga menyebabkan genangan air yang dapat merendam permukaan tanah, bangunan, dan infrastruktur lainnya. Banjir bisa disebabkan oleh hujan deras, lelehan salju yang cepat, gelombang pasang laut yang tinggi, atau kerusakan pada bendungan atau *system* drainase (Dino, 2023).

2. Penyebab Banjir

Ada beberapa faktor penyebab dari banjir yang dijelaskan dalam buku Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2018), antara lainnya:

a. Hujan deras

Curah hujan yang tinggi dalam singkat dapat menyebabkan sungai meluap atau *system* drainase tidak mampu menyalurkan air dengan cepat menyebabkan banjir.

b. Topografi

Daerah dengan tanah yang tidak dapat menyerap air dengan baik atau dengan kemiringan yang curam cenderung rentan terhadap banjir karena air tidak dapat meresap dengan baik oleh tanah.

c. Pembangunan yang tidak tepat

Pembangunan yang tidak memperhatikan tata ruang yang baik, contohnya pengurangan lahan basah atau alami, perubahan aliran sungai, serta penutupan lahan dengan beton atau material yang tidak dapat menyerap air.

d. Pasang laut tinggi

Gelombang pasang laut yang tinggi bisa menyebabkan air laut meluap ke daratan, terutama daerah pesisir.

e. Pelelehan salju atau es

Pelelehan salju yang cepat atau pecahnya gletser dapat menyebabkan banjir di daerah yang berada di sekitarnya.

f. Kerusakan pada infrastruktur

Kerusakan pada bendungan, tanggul, atau *system* drainase juga dapat menjadi penyebab banjir yang serius

g. Perubahan iklim

Perubahan pola cuaca dan iklim global dapat meningkatkan kejadian cuaca ekstrem seperti hujan lebat yang berpotensi menyebabkan banjir.

h. Penebangan hutan

Penebangan hutan secara besar-besaran dapat mengurangi kemampuan alam dalam menyerap air, sehingga meningkatkan risiko banjir.

i. Penyumbatan saluran air

Penyumbatan akibat sampah, lumpur atau material lainnya dapat menghambat aliran air menyebabkan banjir lokal.

3. Jenis Banjir

a. Banjir Sungai (*Fluvial*)

Banjir ini disebabkan oleh meluapnya sungai akibat curah hujan yang tinggi atau pelelehan salju yang cepat. Informasi tentang jenis banjir ini didapatkan melalui pemantauan cuaca, pengukuran tinggi permukaan air sungai, dan analisis historis banjir.

b. Banjir Urban (*Urban Flood*)

Terjadi di perkotaan akibat kapasitas sistem drainase yang tidak mampu menampung volume air hujan yang tinggi. Sumber informasi tentang banjir urban ini dapat diperoleh dari survei lapangan, pemantauan infrastruktur kota, dan analisis perencanaan perkotaan.

c. Banjir Pesisir (*Coastal Flood*)

Banjir yang disebabkan oleh gelombang pasang laut yang tinggi atau badai yang mendorong air laut masuk ke daratan. Data tentang banjir pesisir diperoleh dari pemantauan tinggi permukaan air laut, perubahan garis pantai, serta pergerakan pasang surut laut.

d. Banjir Bandang (*Flash Flood*)

Banjir tiba-tiba yang terjadi dengan cepat di daerah tertentu biasanya disebabkan oleh hujan lebat dalam waktu singkat atau pecahnya bendungan.

e. Banjir Longsor (*Landslide Flood*)

Terjadi ketika longsor membawa material tanah, bebatuan, dan lumpur yang menghalangi aliran sungai atau menciptakan bendungan alami. Sumber informasi tentang banjir longsor didapatkan dari pemantauan geologi, pemodelan kestabilan lereng, dan analisis bahaya geologis.

4. Dampak Banjir

Banjir dapat memiliki dampak yang luas dan merusak, baik bagi lingkungan maupun manusia. Beberapa dampak utamanya meliputi:

- a. Kerusakan infrastruktur (jalan, jembatan, bangunan, sistem drainase, dan fasilitas umum lainnya)
- b. Kerusakan properti (rumah, bangunan, dan harta benda serta kerugian finansial yang besar bagi individu dan komunitas)
- c. Kerusakan lingkungan (erosi tanah, kerusakan pada habitat alami, pencemaran air & tanah akibat bahan kimia atau limbah yang terbawa air banjir)
- d. Kesehatan masyarakat (dapat membawa penyakit seperti penyakit kulit, infeksi saluran pernapasan, dan penyakit yang terkait air kotor)
- e. Kehilangan nyawa
- f. Kerusakan ekonomi
- g. Dampak psikologis (trauma, kecemasan, *stress* kehilangan harta benda atau kehilangan orang yang dicintai)
- h. Gangguan sosial (mengganggu tatanan sosial di suatu wilayah, menyebabkan evakuasi besar-besaran, kehilangan tempat tinggal)

(Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2018)

5. Peta Risiko Banjir

Peta risiko banjir adalah peta dengan menggunakan kode warna yang menyoroti daerah-daerah yang berisiko untuk mengalami kerusakan akibat bencana alam serta kemungkinan kerusakan yang parah. Peta ini memperhitungkan beberapa faktor seperti topografi, curah hujan, sistem drainase, dan Tingkat kerentanan wilayah terhadap banjir (Rahadi W et al., 2017). Ada beberapa kode warna yang sering digunakan untuk menunjukkan tingkat risiko banjir, yaitu:

Tabel 2.1 Kode Warna Peta Risiko Banjir

NO	Warna	Penjelasan
1		Wilayah dengan risiko rendah terhadap banjir. Wilayah ini cenderung aman dari banjir atau memiliki risiko yang sangat kecil
2		Wilayah dengan risiko sedang terhadap banjir. Wilayah ini mungkin rentan terhadap banjir dalam kondisi tertentu atau memiliki risiko yang moderat
3		Wilayah dengan risiko tinggi terhadap banjir. Wilayah ini rentan terhadap banjir dengan kemungkinan dampak yang besar dan seringkali memerlukan Tindakan mitigasi yang serius
4		Beberapa peta risiko banjir juga untuk menunjukkan daerah perairan atau sungai yang mungkin menjadi sumber banjir atau area yang rawan terkena dampak banjir pesisir

Sumber: (Rahadi W et al., 2017)

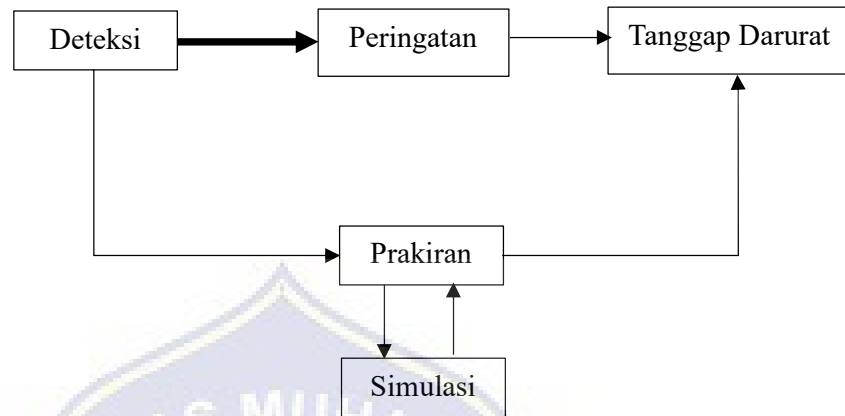
6. Sistem Peringatan Dini Banjir

Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi dan peringatan kepada masyarakat terkait kemungkinan terjadinya banjir. Sistem ini bertujuan untuk memberikan waktu yang cukup bagi masyarakat untuk mengambil Langkah-langkah persiapan atau evakuasi sebelum banjir terjadi (Ginting & Putuhena, 2014). Teknologi sistem peringatan dini banjir ini disebut *Flood Early Warning System (FEWS)* dengan memanfaatkan berbagai *input* data secara *real time* maupun data perkiraan beberapa hari ke depan (Wibowo, 2020).

Untuk melakukan peringatan dini banjir (*flood early warning*) terdapat beberapa tahapan untuk dapat tercapainya hasil secara efektif. Tahap tersebut dijelaskan oleh Warner dan Kwadijk (2005) dalam Ginting & Putuhena (2014), yaitu:

- a. *Detection* : data *real time* di monitor dan di proses untuk mendapatkan informasi tentang banjir yang mungkin terjadi lali, diteruskan untuk melakukan peringatan (*warning*) tanpa melalui *forecasting*
- b. *Forecasting* : melakukan perkiraan terhadap curah hujan, tinggi muka air atau debit aliran banjir serta waktu datangnya banjir tersebut.
- c. *Warning* dan *dissemination* : menggunakan informasi yang diperoleh dari tahapan *detection* ataupun *forecasting*.

d. *Response*



Gambar 2.3 Konsep *Flood Early Warning System* (FEWS)

7. Strategi Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir melibatkan berbagai strategi yang dirancang untuk mengurangi risiko banjir dan memitigasi dampaknya. Pembangunan tanggul dan bendungan merupakan salah satu strategi dalam pengendalian banjir. Konstruksi tanggul, bendungan atau bangunan pengendalian lainnya yang bertujuan dalam mengontrol aliran air sungai. Ini membantu dalam mengatur debit air yang masuk ke wilayah daratan, mencegah banjir, dan melindungi daerah yang terdampak. Selanjutnya, menggunakan sistem drainase dimana perlunya peningkatan dalam melakukan perawatan atau perbaikan saluran air, got, parit dan sistem pangairan lainnya (Kustamar et al., 2018).

Pengaturan tata ruang juga baik dalam mengurangi risiko banjir dengan membatasi Pembangunan di daerah rawan banjir atau membangun di area yang telah dirancang untuk menampung air saat banjir. Perlunya dukungan dalam pelestarian lahan basah, penanaman hutan, dan penggunaan praktik pertanian berkelanjutan membantu dalam menyerap air hujan, mengurangi aliran

permukaan, serta mencegah erosi tanah yang dapat menyebabkan banjir (Pratiwi & Ndraha, 2018).

Sistem peringatan dini juga merupakan salah satu penanganan efektif terhadap bencana banjir karena dapat memberikan informasi yang cepat kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadi banjir (Wibowo, 2020). Selain itu, perlunya pendekatan yang holistik dalam manajemen air (pengaturan air, redistribusi air, dan kontrol terhadap aliran air). Perlunya juga peningkatan dalam pemanfaatan sistem pemantauan cuaca, pemodelan hidrologi, dan penggunaan alat-alat presisi dalam manajemen air (Dino, 2023).

8. Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Banjir

Perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global tidak lagi sekadar menjadi topik perdebatan, tetapi telah menjadi fakta yang nyata yang telah dirasakan bersama. Pemanasan global merujuk pada peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan Bumi yang sudah terjadi. Berdasarkan laporan IPCC (2007) dalam Suripin & Kurniani (2016) ada tanda perubahan iklim, antara lain:

- a. Perubahan suhu permukaan bumi
- b. Perubahan curah hujan
- c. Perubahan pada kejadian cuaca ekstrim
- d. Perubahan tutupan es/salju
- e. Perubahan tinggi muka laut

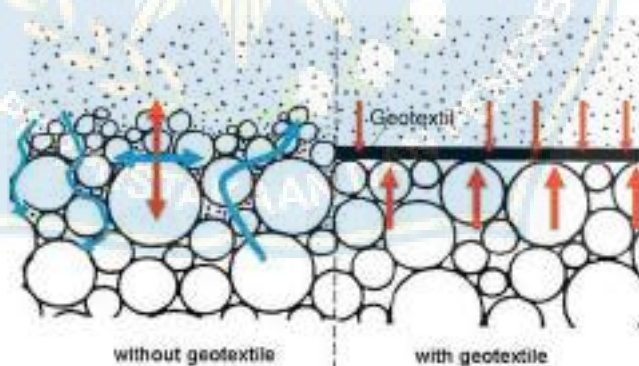
C. Dinding Penahan *Geotextile*

1. Definisi Dinding Penahan *Geotextile*



Gambar 2.4 Penggunaan *Geotextile* Sebagai Dinding Penahan Di Sungai

Dinding penahan *geotextile*, atau yang juga dikenal sebagai *geotextile retaining wall*, adalah struktur teknik sipil yang digunakan untuk menahan tanah, batu, atau material lainnya dengan menggunakan bahan *geotextile*. Dinding penahan ini dirancang untuk mengatasi tekanan lateral tanah atau beban vertikal dengan memanfaatkan kekuatan dan sifat-sifat bahan *geotextile*.



Gambar 2.5 Contoh Mekanisme Kerja *Geotextile*

Geotextile adalah material sintesis yang memiliki sifat-sifat khusus seperti ketahanan terhadap korosi, kekuatan tarik yang tinggi, dan permeabilitas yang memungkinkan air untuk melalui material tersebut. Dalam

dinding penahan *geotextile*, lapisan-lapisan *geotextile* ini digunakan untuk membentuk struktur yang mampu menahan tekanan tanah.

2. Karakteristik *Geotextile*

Ada beberapa karakteristik utama dari *geotextile*, meliputi:

- a. Kekuatan tarik tinggi
- b. Ketahanan terhadap kerusakan
- c. Permeabilitas
- d. Fleksibilitas dan ketahanan terhadap pemadatan
- e. Stabilisasi tanah
- f. Kompatibilitas lingkungan
- g. Variasi jenis dan tekstur (*non-woven, woven, knitted*)

3. Jenis-Jenis *Geotextile*

Ada beberapa *geotextile* yang digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi sipil dan lingkungan, berikut beberapa jenis *geotextile* yang biasanya digunakan:

- a. *Geotextile Non-Woven*



Gambar 2.6 Contoh Geotekstil *Non Woven*

Geotextile non-woven terbuat dari serat sintesis yang diikat bersamaan tanpa proses penganyaman. Ini biasanya memiliki struktur yang lebih longgar, memberikan sifat filtrasi yang baik untuk mengontrol aliran air tanah, mengurangi erosi, dan memperkuat tanah (Fadela et al., 2022).

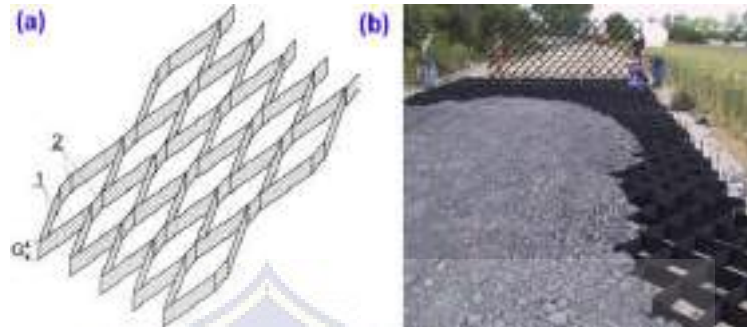
b. *Geotextil Woven*



Gambar 2.7 Contoh *Geotextile Woven*

Geotextile woven dibuat dengan cara menenun serat sintesis seperti *polyester* atau polipropilena. Ini memiliki struktur yang lebih kuat dan tahan lama, sering digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik yang tinggi. Sehingga, sering digunakan untuk melindungi lereng, tepian, dasar tanah, dan mencegah erosi. Tidak hanya itu, biasanya digunakan sebagai lapisan filtrasi untuk bendungan, tanggul, sungai, dinding penahan, dan kemiringan tanah (Firma, 2010).

c. *Geotextile* Rajutan (*Knitted Geotextile*)

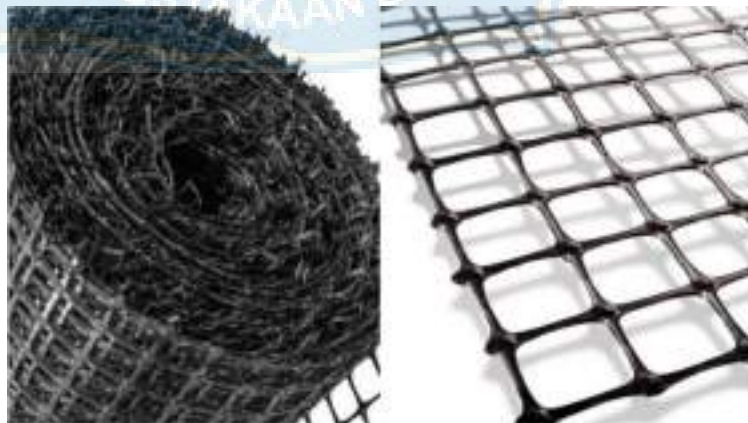


Gambar 2.8 Geotextile *Knitted*

Jenis ini dibuat dengan cara merajut serat sintesis, menciptakan struktur yang lebih elastis dan fleksibel. Geotextil rajutan biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan sifat-sifat dinamis, seperti pembuatan sistem dinding penahan atau stabilitas tanah pada kondisi yang berubah-ubah (Wahyuni, 2018).

d. Geogrid

Berbedaan dengan *geotextile*, *geogrid* terbuat dari polimer atau logam dengan konstruksi jaringan yang teratur atau heksagonal. *Geogrid* digunakan untuk memperkuat tanah, memperbaiki stabilitas fondasi, dan mengontrol pergerakan tanah.



Gambar 2.9 Geogrid

e. Geosintetik Komposit

Gabungan dari dua jenis atau lebih jenis geosintesis seperti gabungan *geotextile* dengan *geogrid* atau kombinasi lainnya. Geosintesis komposit sering digunakan untuk memperoleh keunggulan sifat-sifat tertentu dari masing-masing jenis geosintetik.



Gambar 2.10. Geosintetik Komposit

4. Penerapan Dinding Penahan *Geotextile*



Gambar 2.11 Penerapan Dinding Penahan *Geotextile Non Woven*

Sumber: *PT Pandu Equator Prima*

Pada gambar di atas merupakan penerapan dinding penahan menggunakan *geotextile non woven* pada pembangunan *Gabion Wall* di Kali Gunting Jombang. Pembangunan *Gabion Wall* ini dikolaborasikan dengan penggunaan kwata bronjong (material geosintetik). Pembangunan *Gabion Wall* ini berfungsi sebagai dinding penahan sehingga tanah tidak terjadi longsor di bagian lereng sisi kiri dan kanan dari sungai. Fungsi dari *geotextile non woven* pada pembuatan *Gabion Wall* ini sebagai filter dan separator antara tanah dan bronjong sehingga, tanah tidak ikut terbawa aliran air. Hal ini untuk menjaga volume tanah tetap terjaga dan air dapat mengalir dengan baik.

Dari penerapan *geotextile* pada *Gabion Wall* yang telah dijelaskan bahwa dinding penahan *geotextile* memiliki struktur yang dapat digunakan dalam rekayasa geoteknik untuk mengontrol erosi tanah, memperkuat lereng, atau membatasi gerakan tanah. Penerapan dinding penahan *geotextile* melibatkan beberapa langkah menurut Fadela et al. (2022), yaitu:

a. Pembangunan Lereng



Gambar 2.12 Penggunaan *Geogrid* Untuk Penulangan

Sumber: *PT Pandu Equator Prima*

Dinding penahan *geotextile* sering digunakan untuk memperkuat lereng alami atau buatan yang rentan terhadap erosi atau longsor. Mereka

membantu menjaga stabilitas lereng dengan menyediakan dukungan tambahan dan mengurangi tekanan tanah.

Biasanya bahan yang digunakan merupakan *Geogrid*. *Geogrid* sendiri memiliki bahan *polymer* berbentuk jaring/grid yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Penggunaan *geogrid* sebagai *reinforcement* (Penanggungan tanah dengan cara berlapor di dalam tanah untuk memperoleh konstruksi lereng yang lebih curam).

b. Pembangunan Jalan dan Jembatan

Di bidang konstruksi jalan dan jembatan, dinding penahan *geotextile* digunakan untuk memperkuat struktur tanah di sekitar fondasi atau pembangunan dinding penahan yang diperlukan untuk menjaga kemiringan jalan atau jembatan.



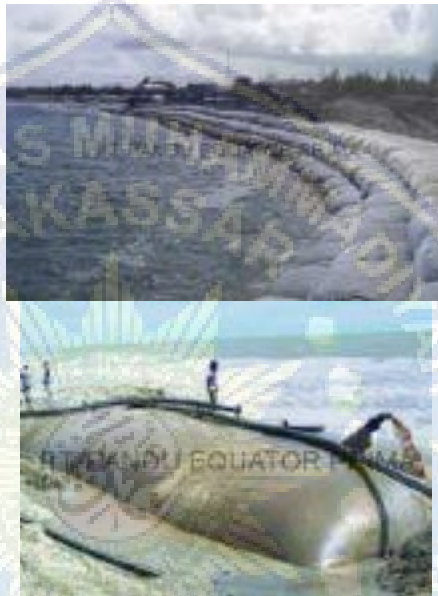
Gambar 2.13 Geotextile Jalan dan Jembatan

Sumber: Shun Tai

Pada pembuatan jalan dan jembatan biasanya *geotextile* yang digunakan adalah *geotextile* non-nyaman atau biasa disebut *geotextile non-woven*. Pemilihan ini dikarenakan sifat dari *geotextile* ini kompresibilitas yang kuat, porositas yang besar dan hantaran air yang baik.

c. Pelindung Pantai

Di daerah pantai atau tepi sungai yang rentan terhadap abrasi dan erosi, dinding penahan *geotextile* dapat digunakan sebagai bagian dari sistem perlindungan pantai. Mereka membantu menjaga kestabilan pantai dengan mengurangi efek gelombang dan arus air.



Gambar 2.14 Penggunaan *Geotextile Tube* dan *Geobag*

Sumber: *PT Pandu Equator Prima*

Pada gambar di atas merupakan kolaborasi penggunaan *geobag* dan *geotextile tube* sebagai penanggulangan erosi pantai (Abrasi). *Geotextile tube* dan *geobag* memiliki kegunaan lain sebagai pemecah gelombang pantai, *breakwater*, sungai dan bendungan. Selain itu, bisa menjadi tanggul penahan material urugan. Pada *geotextile tube* bisa dilakukan di daerah kering ataupun pada kedalaman air.

d. Pembangunan Struktur Penahan

Dinding penahan *geotextile* juga digunakan dalam pembangunan struktur penahan seperti tanggul, bendungan, dan dinding penahan air. Mereka membantu mengurangi tekanan air dan mencegah erosi tanah di sekitar struktur tersebut.



Gambar 2.15 Geotextile Untuk Penahan Tanah

e. Rehabilitasi Lahan Tidak Stabil

Di area yang telah mengalami kerusakan atau erosi tanah, dinding penahan *geotextile* dapat digunakan sebagai bagian dari upaya rehabilitasi untuk memperkuat tanah dan mencegah kerusakan lebih lanjut.

f. Reklamasi Lahan Tambang

Di industri pertambangan, dinding penahan *geotextile* digunakan dalam upaya reklamasi lahan bekas tambang untuk memperkuat tanah dan memulihkan keberlanjutan lingkungan.

g. Stabilisasi Saluran Air

Dalam konstruksi saluran air dan sistem drainase, dinding penahan *geotextile* dapat digunakan untuk memperkuat tepi saluran dan mengurangi erosi yang disebabkan oleh aliran air.

h. Lahan Pertanian

Di bidang pertanian, dinding penahan *geotextile* dapat digunakan untuk mengontrol erosi di lereng, memperkuat tanah di sekitar infrastruktur pertanian, atau membatasi gerakan tanah di area pertanian.

5. Metode Perancangan Dinding Penahan *Geotextile*

Perencanaan dan desain dinding penahan *geotextile* melibatkan serangkaian langkah yang terorganisir dengan baik untuk memastikan keberhasilan proyek. Berikut adalah metode umum yang digunakan dalam perencanaan dinding penahan *geotextile* dalam Nasution (2022), yaitu:

a. Evaluasi Situasi dan Kebutuhan

Melakukan evaluasi menyeluruh terhadap situasi di lapangan. Ini mencakup pengukuran topografi, identifikasi potensi bahaya seperti erosi atau longsor, dan analisis kondisi tanah. Perencanaan harus mencakup penilaian terhadap jenis dan tingkat kekuatan dinding yang dibutuhkan serta material yang tepat.

b. Perhitungan Stabilitas Lereng

Berdasarkan evaluasi lapangan, perhitungan harus dilakukan untuk menentukan stabilitas lereng dan kekuatan dinding yang diperlukan. Ini melibatkan analisis geoteknik yang mempertimbangkan berbagai faktor

seperti kemiringan lereng, jenis tanah, beban hidrostatis, dan potensi beban tambahan.

c. Pemilihan *Geotextile* dan Material

Pemilihan *geotextile* harus didasarkan pada karakteristik fisiknya, termasuk kekuatan tarik, ketahanan terhadap penetrasi air, dan kemampuan filtrasi. Selain itu, material pengisi seperti batu, kerikil, atau tanah harus dipilih dengan hati-hati sesuai dengan kebutuhan struktur.

d. Desain Struktur Penahan

Struktur dinding penahan harus dirancang dengan mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk tinggi dinding, kemiringan, geometri, dan penggunaan bahan penahan tambahan seperti tiang penahan atau dinding beton. Desain harus memastikan kekuatan yang memadai dan stabilitas struktur.

e. Penghitungan Beban Hidrostatik

Beban hidrostatik dari air tanah atau air hujan harus dihitung dan diperhitungkan dalam desain dinding penahan. Ini melibatkan pemodelan aliran air dan penentuan tekanan yang dihasilkan oleh beban hidrostatik pada dinding.

f. Pemilihan Detail Konstruksi

Detail konstruksi, termasuk pengikatan *geotextile* ke dinding penahan atau struktur penahan lainnya, harus diperhitungkan dengan cermat. Penggunaan paku, kawat, atau sistem kait harus dipilih sesuai dengan kebutuhan dan kekuatan struktur.

g. Analisis Drainase

Drainase yang efektif sangat penting untuk mencegah penumpukan air di belakang dinding penahan, yang dapat menyebabkan tekanan hidrostatik tambahan. Sistem drainase harus dirancang dan diperhitungkan dalam desain.

h. Evaluasi Faktor Lingkungan

Selama proses perencanaan, faktor lingkungan seperti keberlanjutan, dampak ekologis, dan kompatibilitas dengan lingkungan sekitar harus dievaluasi. Hal ini termasuk penggunaan material yang ramah lingkungan dan potensi pengaruh terhadap habitat alami.

i. Pengembangan Rencana Konstruksi

Rencana konstruksi harus dikembangkan dengan detail yang mencakup urutan konstruksi, jadwal, dan spesifikasi material yang dibutuhkan. Hal ini penting untuk memastikan pelaksanaan yang lancar dan efisien dari proyek.

j. Pengawasan dan Pengujian

Selama dan setelah konstruksi, pengawasan dan pengujian harus dilakukan untuk memastikan bahwa dinding penahan *geotextile* memenuhi standar desain yang telah ditetapkan dan memiliki kinerja yang sesuai.

Metode perencanaan ini memastikan bahwa dinding penahan *geotextile* dibangun dengan memperhatikan semua faktor yang relevan dan memastikan kinerja yang optimal dalam jangka panjang.

6. Keuntungan Penggunaan *Geotextile* dalam Dinding Penahan

Penggunaan *geotextile* dalam dinding penahan memberikan beberapa keuntungan dalam Yuliet (2021), di antaranya:

- a. **Penguatan Tanah:** *Geotextile* membantu memperkuat tanah di belakang dinding penahan, meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan tekanan dan mencegah kegagalan struktur.
- b. **Pengendalian Erosi:** *Geotextile* membentuk lapisan penghalang yang efektif terhadap erosi tanah. Mereka membantu mengurangi aliran air yang mengikis tanah dan mempertahankan kestabilan lereng.
- c. **Perbaikan Drainase:** Beberapa jenis *geotextile* dirancang untuk meningkatkan drainase tanah dengan memungkinkan air untuk melewati tanah dengan lebih baik, mengurangi risiko penumpukan air dan tekanan hidrostatik di belakang dinding penahan.
- d. **Fleksibilitas Desain:** *Geotextile* memiliki fleksibilitas dalam desain struktur dinding penahan. Mereka dapat dikombinasikan dengan berbagai material pengisi dan diadaptasi untuk berbagai topografi dan kondisi tanah.
- e. **Biaya dan Waktu:** Dibandingkan dengan metode tradisional seperti dinding beton, penggunaan *geotextile* sering kali lebih ekonomis dan membutuhkan waktu pemasangan yang lebih singkat. Ini karena material *geotextile* biasanya lebih terjangkau dan lebih mudah untuk di *instal*.

- f. **Konservasi Lingkungan:** Penggunaan *geotextile* dapat membantu dalam konservasi lingkungan dengan mengurangi jumlah material konstruksi yang dibutuhkan dan meminimalkan dampak lingkungan selama proses pembangunan.
- g. **Kinerja Jangka Panjang:** *Geotextile* biasanya tahan terhadap degradasi yang disebabkan oleh paparan lingkungan seperti sinar UV dan bahan kimia tanah. Hal ini memastikan kinerja dinding penahan dalam jangka panjang.
- h. **Fleksibilitas dan Penyesuaian:** *Geotextile* hadir dalam berbagai jenis dan ketebalan, memungkinkan untuk disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari proyek tertentu. Ini memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek.

Keuntungan-keuntungan ini membuat penggunaan *geotextile* menjadi pilihan yang populer dalam konstruksi dinding penahan di berbagai kondisi dan lingkungan.

7. Proses Konstruksi Dinding Penahan *Geotextile*

Proses konstruksi dinding penahan *geotextile* dimulai dengan persiapan lokasi. Ini melibatkan identifikasi area di mana dinding akan dibangun dan membersihkan area tersebut dari material yang tidak diinginkan seperti tanah longsor, vegetasi, atau batu. Permukaan tanah juga harus dibuat rata dan bebas dari benda-benda tajam yang dapat merusak *geotextile*. Setelah persiapan lokasi selesai, dilakukan pengukuran dan perencanaan. Pengukuran dilakukan untuk menentukan dimensi dan kemiringan dinding penahan yang diperlukan,

sedangkan perencanaan mencakup pemilihan material, perhitungan kebutuhan *geotextile*, dan desain struktur penahan yang tepat (Nasution, 2022).

Langkah berikutnya adalah pemasangan *geotextile*. *Geotextile* digulung di sepanjang area di mana dinding akan dibangun dengan memastikan *geotextile* terletak dengan rapi dan mengikuti kontur tanah. *Geotextile* kemudian dihubungkan dengan peralatan yang sesuai untuk mencegah geseran atau kerusakan selama proses konstruksi.

Geotextile harus diikat atau dihubungkan secara aman ke struktur penahan yang tepat, seperti dinding beton, tiang-tiang penahan, atau bantalan batu. Pengikatan atau penambatan harus dilakukan dengan kuat dan sesuai dengan spesifikasi desain. Selanjutnya, area di belakang *geotextile* diisi dengan material pengisi yang sesuai, seperti batu, kerikil, atau tanah yang diperkuat. Material pengisi harus diperatakan dan dipadatkan dengan hati-hati untuk memastikan stabilitas dinding penahan (Yuliet, 2021).

Setelah konstruksi selesai, dilakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap dinding penahan untuk memastikan tidak ada kerusakan atau kebocoran. Perawatan rutin dan pemeliharaan juga diperlukan sesuai dengan petunjuk produsen untuk memperpanjang umur layanan dinding penahan. Proses konstruksi dinding penahan *geotextile* memerlukan perhatian yang cermat terhadap detail, termasuk pemilihan material yang tepat, pemasangan yang akurat, dan perawatan yang teratur untuk memastikan keberhasilan dan keandalan struktur tersebut (Nasution, 2022).

8. Kendala dan Tantangan

Penggunaan *geotextile* telah menjadi solusi yang penting dalam berbagai proyek rekayasa sipil dan lingkungan. Namun, seperti halnya dengan banyak inovasi teknologi, penggunaan *geotextile* juga menghadapi sejumlah kendala dan tantangan yang perlu diatasi. Salah satu kendala utama adalah ketersediaan dan aksesibilitas bahan yang berkualitas. Meskipun *geotextile* telah tersedia secara luas di pasar, ketersediaan jenis dan kualitas yang sesuai dengan kebutuhan proyek tertentu tidak selalu terjamin. Hal ini dapat mengakibatkan kesulitan dalam memilih material yang tepat dan memenuhi standar kualitas yang diperlukan (Yuliet, 2021).

Selain itu, penggunaan *geotextile* sering kali melibatkan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik tanah dan lingkungan tempat mereka digunakan. Tantangan dalam memahami interaksi antara *geotextile*, tanah, dan kondisi lingkungan dapat menjadi hambatan bagi para insinyur dan profesional yang terlibat dalam proyek tersebut. Misalnya, perhitungan yang tidak tepat atau pemilihan material yang tidak cocok dapat menyebabkan kegagalan struktur atau kinerja yang tidak memuaskan (Bau Mau et al., 2019).

Aspek lain yang menjadi tantangan adalah biaya. Meskipun penggunaan *geotextile* dapat mengurangi biaya konstruksi jangka panjang dengan meningkatkan kekuatan dan stabilitas struktur, biaya awal pengadaan dan pemasangan *geotextile* dapat menjadi faktor pembatas bagi beberapa proyek, terutama di wilayah dengan anggaran terbatas (Nasution, 2022). Selain itu, biaya pemeliharaan dan perawatan jangka panjang juga perlu dipertimbangkan.

Tantangan lainnya meliputi pemilihan dan desain yang tepat untuk aplikasi yang spesifik. Penggunaan *geotextile* harus disesuaikan dengan kondisi proyek, termasuk ketahanan terhadap kondisi lingkungan ekstrem seperti suhu ekstrem, kelembaban tinggi, atau kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan. Kesalahan dalam pemilihan atau desain dapat mengakibatkan kinerja yang buruk atau bahkan kegagalan struktur (Yuliet, 2021).

Selain itu, dalam beberapa kasus, kurangnya pemahaman atau pelatihan yang memadai dalam penggunaan *geotextile* dapat menjadi kendala. Hal ini dapat mengarah pada penerapan yang tidak tepat atau kesalahan dalam instalasi, yang pada gilirannya dapat mengurangi efektivitas dan umur layanan *geotextile*.

Meskipun demikian, dengan pemahaman yang tepat tentang kendala-kendala ini dan upaya untuk mengatasi mereka melalui penelitian, inovasi, dan pelatihan yang berkelanjutan, penggunaan *geotextile* tetap menjadi pilihan yang berharga dalam rekayasa geoteknik modern. Dengan mengidentifikasi dan memahami tantangan ini, kita dapat terus meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan keandalan infrastruktur yang dibangun dengan menggunakan *geotextile*.

9. Regulasi dan Standar Penggunaan *Geotextile*

Regulasi dan standar penggunaan *geotextile* bervariasi tergantung pada negara dan wilayahnya. Namun, secara umum, penggunaan *geotextile* diatur oleh beberapa standar internasional dan nasional yang ditetapkan oleh organisasi standarisasi dan badan pemerintah terkait. Berikut adalah beberapa

contoh regulasi dan standar yang umumnya digunakan dalam penggunaan *geotextile*, yaitu:

a. ASTM (*American Society for Testing and Materials*)

ASTM menerbitkan standar internasional untuk berbagai material termasuk *geotextile*. Standar ASTM yang relevan untuk *geotextile* antara lain ASTM D123, yang membahas metode pengujian untuk *geotextile*, dan ASTM D5261, yang membahas spesifikasi untuk *geotextile* yang digunakan dalam aplikasi rekayasa.

b. ISO (*International Organization for Standardization*)

ISO menerbitkan standar internasional untuk berbagai bidang, termasuk *geotextile*. Standar ISO yang relevan untuk *geotextile* termasuk ISO 10319, yang membahas metode pengujian untuk *geotextile*, dan ISO 13431, yang membahas spesifikasi untuk *geotextile* yang digunakan dalam aplikasi rekayasa.

c. EN (*European Norms*)

Uni Eropa memiliki standar sendiri yang dikenal sebagai *European Norms* (EN). Standar EN yang relevan untuk *geotextile* termasuk EN 13249, yang membahas spesifikasi untuk *geotextile* yang digunakan dalam konstruksi, dan EN ISO 12956, yang membahas metode pengujian untuk *geotextile*.

d. BSI (*British Standards Institution*)

BSI mengeluarkan standar yang relevan untuk penggunaan *geotextile* di Inggris dan beberapa negara lainnya. Standar BSI yang relevan

untuk *geotextile* termasuk BS 6906, yang membahas spesifikasi untuk *geotextile* dan BS EN ISO 12956, yang membahas metode pengujian untuk *geotextile*.

e. AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)

AASHTO menerbitkan standar yang berkaitan dengan konstruksi jalan dan transportasi. Standar AASHTO yang relevan untuk *geotextile* termasuk standar M288, yang membahas spesifikasi untuk *geotextile* yang digunakan dalam aplikasi jalan.

f. SNI (Standar Nasional Indonesia) 4330:2017/NSPK oleh PUPR

Standar ini mengatur prosedur pengujian untuk menilai kekuatan sambungan *geotextile* menggunakan benda uji berlebar 200 mm. Sambungan yang dimaksud bisa berupa sambungan jahitan, pemanasan, atau perekatan. Metode pengujian ini memberikan informasi tentang kekuatan sambungan secara singkat yang dapat dicapai oleh *geotextile* dan teknik penyambungan tertentu. Evaluasi kinerja jangka panjang teknik penyambungan dapat merujuk pada ASTM D6389. Satuan yang digunakan dalam standar ini adalah SI. Namun, standar ini tidak menangani masalah keselamatan kerja. Pengguna harus menetapkan prosedur keselamatan kerja yang sesuai dan mematuhi persyaratan peraturan sebelum menggunakan standar ini (Kementerian PUPR, 2017).

Regulasi dan standar ini memberikan panduan tentang spesifikasi material, metode pengujian, dan aplikasi yang aman dan efektif untuk penggunaan *geotextile* dalam berbagai proyek rekayasa sipil dan lingkungan. *Adherence* terhadap standar-standar ini penting untuk memastikan kualitas dan keandalan konstruksi yang melibatkan *geotextile*.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian lapangan dilaksanakan pada Daerah Aliran Sungai Saddang, Kelurahan Salubarani, Kecamatan Enrekang yang berada di Kabupaten Enrekang. Terletak di -3.657942, 119.766634. Dengan perkiraan waktu pelaksanaan bulan Februari – Juli 2024.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Berdasarkan *Google Maps*

Berikut luas panjang sungai dan cakupan luas DAS di Kabupaten Enrekang, DAS Saddang berada di Kecamatan Alla, Anggeraja dengan luas cakupan DAS yaitu 38.107 Ha dengan panjang sungai utama yaitu ± 85 Km.

Tabel 3.1 Panjang Sungai dan Cakupan Luas DAS di Kabupaten Enrekang

Sub DAS	Luas Cakupan DAS (Ha)	Panjang Sungai Utama (Km)	Lokasi
Bila/Bulu' Cenrana	68.609	±147	Maiwa
Malua	39.366	±97	Kec. Baraka, Anggeraja
Saddang	39.107	±85	Kec. Alla, Anggeraja
Mata Allo	35.211	±65	Kec. Alla, Anggeraja
Jumlah	182.293	±394	

Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2007).

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah Deskriptif Analitik. Jenis penelitian ini untuk menemukan pola, hubungan sebab-akibat, atau asosiasi antara variabel-variabel yang diuji. Kesimpulannya deskriptif analitik yaitu mendeskripsikan atau memberikan sebuah gambaran terhadap suatu objek yang diteliti dengan melalui sampel yang telah terkumpul secara objektif tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2018).

2. Sumber Data

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu:

- a. Data Primer : Data yang diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan. Data primer ini berguna dalam pengukuran dan pengambilan sampel di lapangan
- b. Data Sekunder : Data yang diperoleh dari sumber-sumber dan instansi terkait dalam mendukung dan melengkapi data primer.

C. Proses penelitian

Dalam rangka menunjang pengumpulan data maka perlu beberapa instrumen untuk proses penelitian. Instrumen tersebut adalah pembuatan panduan wawancara, studi dokumen dan kajian kepustakaan.

1. Observasi dilakukan tanpa membuat panduan.
2. Wawancara, untuk wawancara dibuatkan panduan wawancara, panduan ini dipergunakan sebagai pedoman dalam menjalankan wawancara, tujuannya adalah memperoleh data maupun informasi yang diperlukan secara efektif sesuai dengan kondisi dan situasi yang disediakan oleh *key* informan. Wawancara dilakukan melalui komunikasi langsung dan mendasarkan pada fokus permasalahan dan mencari pokok permasalahannya. Panduan dibuat secara sederhana dan mudah untuk dimengerti baik oleh *key* person maupun pewawancara.
3. Panduan studi dokumen, sebagai pendukung dalam studi dokumen, penulis membuat catatan panduan studi dokumen, panduan ini adalah pedoman untuk memperoleh dokumen, bahan, literatur, arsip maupun data tertentu yang terdokumentasikan. Panduan ini berupa daftar rangkuman daftar kebutuhan studi dokumen yang bisa dijadikan dasar bagi penulis dalam membuat dasar dalam menganalisis permasalahan yang ada pada lokasi penelitian.
4. Teknik pengolahan data, Setelah proses pengumpulan data telah selesai, data yang dikumpulkan selanjut nya diolah melalui tahapan;

- a. Persiapan data, Persiapan ini dilakukan untuk mengecek dan menginventarisir kelengkapan dan kebenaran atas data yang dikumpulkan dan diperoleh dari hasil observasi, wawancara dan studi dokumen,
- b. Iktisar data, Bagian ini adalah merubah dari rekaman atau catatan tulisan tangan selama melakukan wawancara, observasi maupun studi dokumen. Gunanya mempermudah untuk mengklasifikasi data maupun menganalisa data. Dari transkrip disarikan isi-isi pokok penting pandangan informan terkait permasalahan dan pertanyaan yang disampaikan terkait dengan penelitian,
- c. Pembuatan koding, setelah data ditranskrip, maka perlu pembacaan ulang atas isi transkrip atau catatan maupun hasil tulisan tangan yang telah dirubah. Secara pelan-pelan dan teliti, data kemudian pada bagian tertentu yang dianggap penting akan dicatat dan diambil kata kunci. Kata kunci tersebut akan dibuatkan kode tertentu,
- d. Klasifikasi data, data yang telah diseleksi kemudian diklasifikasikan berdasarkan kategori-kategori yang disusun sedemikian rupa sehingga akan memudahkan untuk menjadi data yang layak untuk dianalisis,
- e. Tabulasi data, data yang telah diklasifikasi kemudian disusun dalam bentuk tabel ataupun grafik, sehingga akan mempermudah penulis dalam menganalisis.
- f. Analisis Data, Menurut Irawan (2007:70) menukil hal yang disarankan oleh Bogden dan Biklen (1982) tentang analisis data kualitatif, bahwa

analisis kualitatif adalah proses mencari dan mengatur secara sistematis *transkrip interview*, catatan di lapangan dan bahan-bahan lain yang didapatkan, yang semuanya dikumpulkan untuk meningkatkan pemahaman (terhadap suatu fenomena) dan membantu untuk mempresentasikan penemuan kepada orang lain. Analisis data kualitatif ini menggunakan strategi yang didasarkan pada proposisi teoritis yang menuntun pada studi kasus.

D. Alat dan Bahan

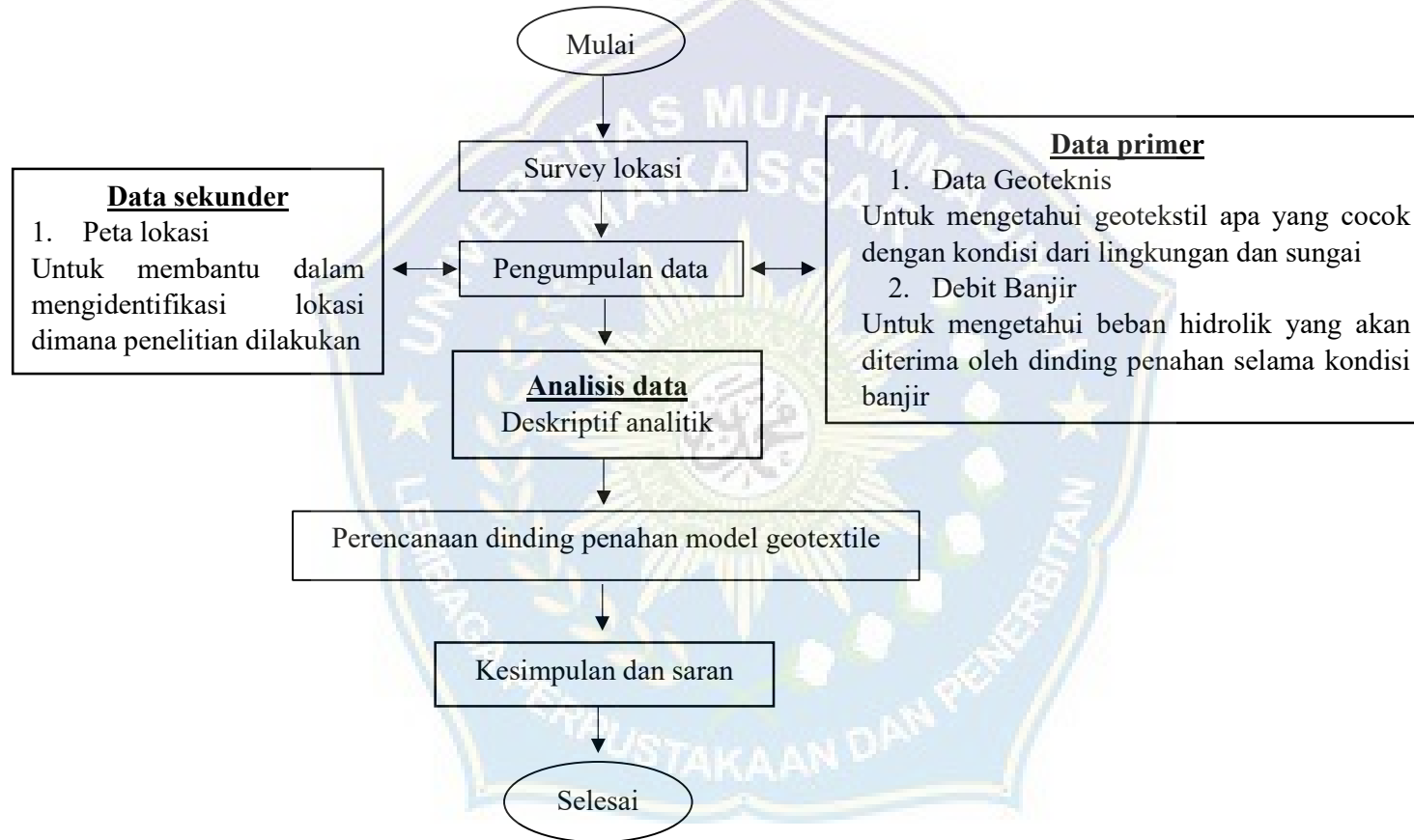
Dalam penelitian ini menggunakan bahan geotekstil. Penggunaan bahan geotekstil sebagai dinding penahan dikarenakan beberapa keuntungannya, yaitu bahan geotekstil membantu dalam memperkuat tanah di belakang dinding penahan, dapat membentuk lapisan penghalang terhadap erosi. Hal ini dikarenakan geotekstil memiliki sifat dalam mengurangi aliran air yang mengikis tanah dan mempertahankan kestabilan lereng Yuliet (2021). Selain itu, geotekstil terutama jenis woven dapat meningkatkan drainase tanah dengan memungkinkan air untuk melewati tanah dengan baik, mengurangi risiko penumpukan air dan tekanan hidrostatik. Geotekstil juga lebih fleksibilitas dalam mendesain struktur dinding penahan sehingga dapat dikombinasikan dengan berbagai materil (Nasution, 2022). Penggunaan geotekstil juga dapat membantu konservasi lingkungan sehingga meminimalkan dampak lingkungan dalam proses pembangunan dinding penahan (Bau Mau et al., 2019).

Pemilihan khusus pada penelitian ini menggunakan geotekstil woven dikarenakan memiliki struktur yang lebih kuat dan tahan lama, sering digunakan

untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik yang tinggi sehingga, sering digunakan untuk mencegah erosi dan lapisan filtrasi untuk bendungan, sungai, dan dinding penahan (Firma, 2010).



E. Model penelitian



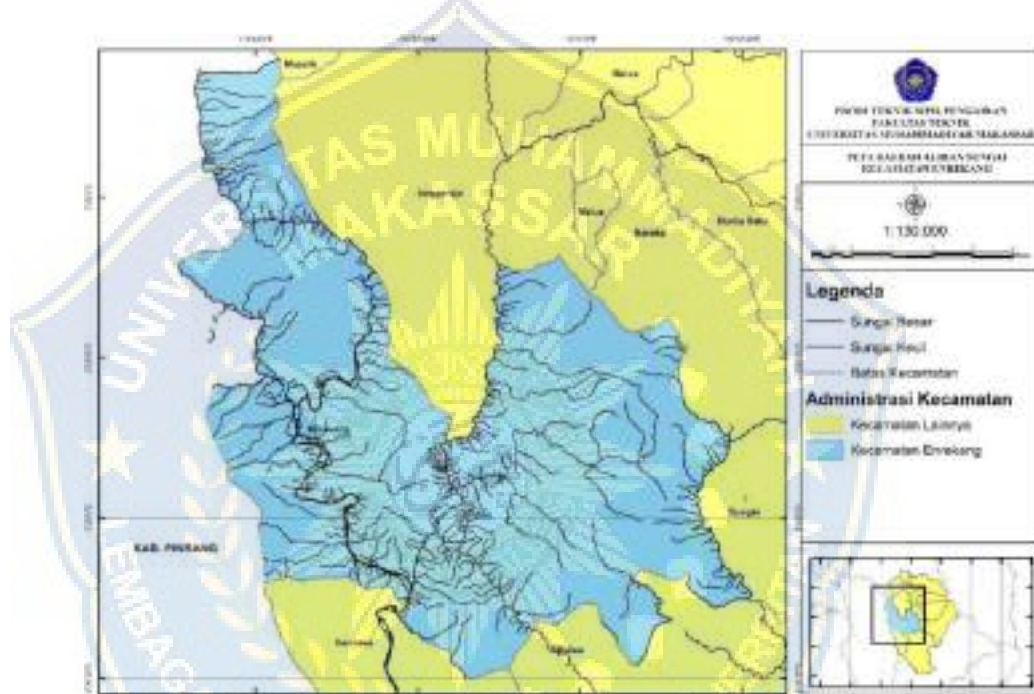
Gambar 3.2 Model Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi ini bertujuan untuk mengetahui debit maksimum pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Enrekang yang memiliki luas DAS 291.19 km².



Gambar 4.1 Peta DAS Enrekang

1. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Tabel 4.1 Frekuensi Curah Hujan Wilayah Sungai Saddang, DAS S. Mata Allo, Kabupaten Enrekang

No.	Bulan	Tahun									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Januari	171,00	219,00	64,00	144,00	155,00	147,00	91,90	122,90	163,90	54,20
2	Februari	90,00	28,00	282,00	137,00	165,00	151,00	325,20	241,30	86,70	194,50

3	Maret	114,00	180,00	127,00	224,00	301,00	174,00	90,70	190,50	149,30	187,70
4	April	270,00	164,00	172,00	253,00	165,00	323,00	233,50	267,20	56,50	178,00
5	Mei	349,00	119,00	96,00	149,00	268,00	123,00	59,80	110,50	187,40	191,90
6	Juni	291,00	247,00	188,00	307,00	339,00	158,00	91,90	214,80	96,70	140,10
7	Juli	254,00	81,00	0,00	116,00	152,00	175,00	1,00	156,00	194,60	136,30
8	Agustus	180,00	113,00	30,00	173,00	145,00	43,00	31,20	61,60	396,70	134,20
9	September	21,00	2,00	7,00	141,00	98,00	13,00	6,10	94,90	0,00	243,00
10	Oktober	185,00	39,00	31,00	322,00	161,00	140,50	126,70	195,60	0,00	198,30
11	November	98,00	176,00	111,00	148,00	291,00	133,00	75,00	86,10	0,00	250,50
12	Desember	218,00	257,00	243,00	82,00	99,00	194,00	102,30	71,50	0,00	0,00

Tabel 4.2 Parameter Uji Distribusi Statistik

No	Tahun Pengamatan	X_i	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
1	2022	251	-60,6600	3.679,64	-223.206,70	13.539.718,15
2	2014	257	-54,1600	2.933,31	-158.867,83	8.604.281,74
3	2020	267	-43,9600	1.932,48	-84.951,89	3.734.485,13
4	2015	282	-29,1600	850,31	-24.794,91	723.019,61
5	2016	322	10,8400	117,51	1.273,76	13.807,57
6	2018	323	11,8400	140,19	1.659,80	19.652,00
7	2019	325	14,0400	197,12	2.767,59	38.856,93
8	2017	339	27,8400	775,07	21.577,83	600.726,68
9	2013	349	37,8400	1.431,87	54.181,79	2.050.239,10
10	2021	397	85,5400	7.317,09	625.904,02	53.539.829,48
	Jumlah	3111,6		19.374,56	215543,452	82.864.616,40

Dari Hasil Perhitungan diperoleh :

$$n = 10$$

$$\text{Rata-rata} = 311,2$$

$$S_x = 46,3975 \quad \text{Standar deviasi}$$

$$C_s = 0,300 \quad \text{Koefisien Kemencengan}$$

Ck = 3,5478 Koefisien Kurtosis

Cv = 0,1491 Koefisien Variasi

Dapat dilihat hasil dari frekuensi curah hujan di atas, curah hujan terbanyak terjadi pada tahun 2021 dan curah hujan sedikit terjadi pada tahun 2022.

2. Analisis Curah Hujan Rencana

a. Metode Normal

Perhitungan hujan rencana dengan metode probabilitas normal adalah salah satu pendekatan statistik yang digunakan untuk memperkirakan curah hujan ekstrem yang mungkin terjadi dalam periode waktu tertentu, berdasarkan data historis curah hujan. Di bawah ini merupakan perencanaan metode probabilitas normal pada Wilayah sungai Saddang, DAS S. Mata Allo, Kabupaten Enrekang, sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Curah Hujan Metode Probalitas Normal

No.	Tahun Pengamatan	Xi	Xi-X	(Xi-X) ²
1	2022	251	-60,6600	3.679,64
2	2014	257	-54,1600	2.933,31
3	2020	267	-43,9600	1.932,48
4	2015	282	-29,1600	850,31
5	2016	322	10,8400	117,51
6	2018	323	11,8400	140,19
7	2019	325	14,0400	197,12
8	2017	339	27,8400	775,07
9	2013	349	37,8400	1.431,87
10	2021	397	85,5400	7.317,09
Jumlah		3111,60		19.374,56

Dari Hasil Perhitungan diperoleh, yaitu:

n = 10

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= 311,1600 \\ S_x &= 46,3975 \\ S_n &= 0,9496 \\ Y_n &= 0,4952 \end{aligned}$$

Jika dimasukkan rumus untuk mencari curah hujan maksimum (R_{max}) yang mungkin terjadi pada periode ulang tertentu, menggunakan metode distribusi statistik. Rumus yang digunakan adalah

$$R_{max} = X_i (\text{rata-rata}) + K \times S_x$$

Dimana:

R_{max} = Curah hujan maksimum yang diharapkan pada periode ulang tertentu.

X_i (rata-rata) = Rata-rata dari curah hujan maksimum yang diamati.

K = Faktor frekuensi atau faktor ketinggian, yang tergantung pada periode ulang yang diinginkan.

S_x = Standar deviasi dari curah hujan maksimum.

Tabel 4.4 Hasil Curah Hujan Maksimum dengan Periode Ulang dengan Metode Probabilitas Normal Wilayah Sungai Saddang

P. Ulang (Tahun)	K	Sx	Rmax (mm)
2	0	46,3975	311,1600
5	0,84	46,3975	350,1339
10	1,28	46,3975	370,5488
20	1,64	46,3975	387,2519
25	1,75	46,3975	392,3557
50	2,05	46,3975	406,2749
100	2,33	46,3975	419,2662

Dari tabel di atas ini dapat dilihat bahwa periode ulang 2 tahun curah hujan maksimum yang diharapkan adalah sekitar 311,16 mm. Untuk periode ulang 25 tahun curah hujan maksimum yang diharapkan meningkat menjadi sekitar 392,36 mm. Dan untuk periode ulang 100 tahun, periode ulang yang sangat panjang curah hujan maksimum yang diharapkan mencapai sekitar 419,27 mm.

b. Metode Log Normal

Hujan rencana metode log-normal adalah suatu pendekatan dalam hidrologi yang digunakan untuk memperkirakan curah hujan maksimum yang mungkin terjadi dalam suatu periode ulang tertentu. Metode log-normal didasarkan pada asumsi bahwa data curah hujan maksimum tahunan (atau data hidrologi lainnya) tidak mengikuti distribusi normal (distribusi yang simetris dengan bentuk lonceng), melainkan mengikuti distribusi log-normal. Berikut tabel distribusinya:

Tabel 4.5 Data Curah Hujan Metode Log Normal

No	Tahun Data	Xi	Log Xi	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³
1	2022	250,50	2,3988	-0,0898	0,0081	-0,0007
2	2014	257,00	2,4099	-0,0787	0,0062	-0,0005
3	2020	267,20	2,4268	-0,0618	0,0038	-0,0002
4	2015	282,00	2,4502	-0,0384	0,0015	-0,0001
5	2016	322,00	2,5079	0,0192	0,0004	0,0000
6	2018	323,00	2,5092	0,0206	0,0004	0,0000
7	2019	325,20	2,5122	0,0235	0,0006	0,0000
8	2017	339,00	2,5302	0,0415	0,0017	0,0001
9	2013	349,00	2,5428	0,0542	0,0029	0,0002
10	2021	396,70	2,5985	0,1098	0,0121	0,0013
Jumlah			24,8865	0,0000	0,0376	0,0001

Jumlah Data = 10
 Rata-rata (log Xi) = 2,4887
 Standar Deviasi (S) = 0,0647
 Koefisien Kepencengan (Cs) = 0,1250

Dari hasil di atas dapat dimasukkan ke dalam rumus Curah Hujan *Maximum Log Normal*, sebagai berikut:

$$R_{max} = 10^{(\log X_{rt} + (K \times S))}$$

Dimana :

$\log X_{rt}$ = Nilai rata-rata logaritma dari data curah hujan yang telah ditransformasikan ke skala logaritma

K = Faktor Frekuensi atau koefisien yang tergantung pada periode ulang (10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dll)

S = Standar deviasi curah hujan maksimum

R_{max} = Curah Hujan maksimum berdasarkan periode

Tabel 4.6 Hasil Curah Hujan Maksimum dengan Periode Ulang dengan Metode Log Normal Wilayah Sungai Saddang

No.	Kala Ulang	Log x _{rt}	K	S	X _t
1	2	2,489	0	0,0647	308,0720
2	5	2,489	0,84	0,0647	349,1129
3	10	2,489	1,28	0,0647	372,7485
4	20	2,489	1,64	0,0647	393,2721
5	25	2,489	1,75	0,0647	399,7658
6	50	2,489	2,05	0,0647	418,0260
7	100	2,489	2,33	0,0647	435,8207

Hasil dari tabel di atas, kala ulang 2 tahun didapatkan intensitas hujan yang diharapkan adalah 308,0720 mm. Ini berarti bahwa

berdasarkan data historis dan model log-normal, hujan dengan intensitas ini diharapkan terjadi setiap 2 tahun. Untuk kala ulang 5 tahun intensitas hujan yang diharapkan 349,1129 mm yang berarti menunjukkan bahwa dalam periode ini intensitas rata-rata diharapkan lebih tinggi dibandingkan dengan periode 2 tahun.

Intensitas hujan yang diharapkan pada kala ulang 10 tahun adalah 372,7485 mm, menunjukkan intensitas yang lebih tinggi lagi untuk periode 10 tahun. Untuk kala ulang 25 dan 50 tahun, intensitas hujan yang diharapkan adalah 399,7658 mm dan 418,0260 mm. Dan terakhir kala ulang 100 tahun, intensitas hujan yang diharapkan yaitu 435,8207 mm yang di mana merupakan intensitas hujan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama periode ulang, semakin tinggi juga intensitas hujan. Dari data di atas disimpulkan data konsisten dengan konsep bahwa hujan ekstrem lebih jarang terjadi tetapi lebih intens.

c. Metode Gumbel

Metode Gumbel adalah salah satu pendekatan statistik yang digunakan untuk menganalisis data ekstrem, seperti curah hujan ekstrem, suhu ekstrem, atau aliran ekstrem. Metode ini digunakan untuk memodelkan dan memperkirakan kemungkinan terjadinya peristiwa ekstrem (misalnya hujan sangat deras atau banjir besar) dalam periode waktu tertentu. Berikut tabel rencana curah hujan :

Tabel 4.7 Data Curah Hujan Metode Gumbel

No.	Tahun Pengamatan	Xi	Xi-X	(Xi-X) ²
1	2022	251	-60,6600	3.679,64
2	2014	257	-54,1600	2.933,31
3	2020	267	-43,9600	1.932,48
4	2015	282	-29,1600	850,31
5	2016	322	10,8400	117,51
6	2018	323	11,8400	140,19
7	2019	325	14,0400	197,12
8	2017	339	27,8400	775,07
9	2013	349	37,8400	1.431,87
10	2021	397	85,5400	7.317,09
Jumlah		3111,60		19.374,56

Data hasil perhitungan diperoleh :

$$n = 10$$

$$\text{Rata-rata} = 311$$

$$S_x = 46,3975$$

$$S_n = 0,9496$$

$$Y_n = 0,495$$

Dari hasil di atas dapat dimasukkan ke dalam rumus Curah Hujan metode gumbel, sebagai berikut:

$$R_{max} = Xi (\text{rata} - \text{rata}) + K x S_x$$

Dimana :

Rmax = Curah hujan maksimum yang diharapkan pada periode ulang tertentu.

Xi (rata-rata) = Rata-rata dari curah hujan maksimum yang diamati.

K = Faktor frekuensi atau faktor ketinggian, yang tergantung pada periode ulang yang diinginkan.

S_x = Standar deviasi dari curah hujan maksimum.

Sebelum menghitung curah hujan, didapatkan terlebih dahulu nilai dari Faktor frekuensi atau faktor ketinggian menggunakan rumus di bawah ini:

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

Dimana :

Y_t = Reduksi *Variated* (dapat dilihat pada tabel lampiran Y_t untuk $N = 20$ tahun)

Y_n = *Reduces mean* (dapat dilihat pada tabel lampiran Y_n untuk $N = 20$ tahun)

S_n = *Reduced standart deviation* (dapat dilihat pada tabel lampiran S_n untuk $N = 20$ tahun)

Sehingga,

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$
$$K = \frac{0,3665 - 0,495}{0,9496}$$
$$K = -0,1355$$

Jadi, hasil dari curah hujan rencana metode gumbel periode ulang dengan rumus di atas sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Curah Hujan Maksimum dengan Periode Ulang dengan Metode Gumbel Wilayah Sungai Saddang

P. Ulang (Tahun)	Y_t	K	Rmax (mm)
2	0,3665	-0,1355	304,8717
5	1,4999	1,0580	360,2497
10	2,2502	1,8481	396,9094

20	2,9606	2,5963	431,6196
25	3,1985	2,8468	443,2434
50	3,9019	3,5875	477,6116
100	4,6001	4,3228	511,7257

Dari data di atas disimpulkan data setiap periode ulang mengalami peningkatan sehingga data konsisten dengan konsep bahwa hujan ekstrem lebih jarang terjadi tetapi lebih intens.

d. Metode *Log Pearson Type III*

Metode *Log Pearson Type III* (LPIII) adalah salah satu metode statistik yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana (*design rainfall*) berdasarkan data historis curah hujan ekstrem. Berikut tabel data dari rencana metode *Log Pearson Type III* :

Tabel 4.9 Data Curah Hujan Metode *Log Pearson Type III*

No.	Tahun Data	Xi	Log Xi	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³
1	2022	250,50	2,3988	-0,0898	0,0081	-0,0007
2	2014	257,00	2,4099	-0,0787	0,0062	-0,0005
3	2020	267,20	2,4268	-0,0618	0,0038	-0,0002
4	2015	282,00	2,4502	-0,0384	0,0015	-0,0001
5	2016	322,00	2,5079	0,0192	0,0004	0,0000
6	2018	323,00	2,5092	0,0206	0,0004	0,0000
7	2019	325,20	2,5122	0,0235	0,0006	0,0000
8	2017	339,00	2,5302	0,0415	0,0017	0,0001
9	2013	349,00	2,5428	0,0542	0,0029	0,0002
10	2021	396,70	2,5985	0,1098	0,0121	0,0013
Jumlah			24,8865	0,0000	0,0376	0,0001

Data hasil perhitungan diperoleh :

Jumlah Data = 10

Rata-rata (Log Xi) = 2,4887

Standar Deviasi (S) = 0,0647

Koefisien Kepencengan (C_s) = 0,0399

Dari hasil di atas dapat dimasukkan ke dalam rumus Curah Hujan metode *Log Pearson Type III*, sebagai berikut:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_r + (S_x \times G)$$

Dimana :

$\text{Log } X_t$ = Curah hujan rencana yang ingin diperkirakan untuk periode ulang T

$\text{Log } X_r$ = Curah hujan rencana referensi X_r

S_x = Curah hujan ekstrem dalam data

G = Koefisien gradien atau faktor distribusi yang terkait dengan kemiringan atau *skewness* dari distribusi data.

Menggunakan rumus di atas didapatkan hasil data curah hujan rencana dengan periode berulang menggunakan metode *Log Pearson Type III*, sebagai berikut:

Tabel 4.10 Hasil Curah Hujan Maksimum dengan Periode Ulang dengan Metode *Log Pearson Type III* Wilayah Sungai Saddang

No	Kala Ulang	G	G X S	Log X	Xt
1	2	0,072	0,0047	2,4890	308,2869
2	5	1,032	0,0667	2,4930	311,1478
3	10	1,415	0,0915	2,4946	312,2977
4	20	1,639	0,1059	2,4955	312,9699
5	25	1,683	0,1088	2,4957	313,1045
6	50	1,796	0,1161	2,4962	313,4446
7	100	1,857	0,1201	2,4964	313,6287

Untuk periode ulang 2 tahun, curah hujan rencana diperkirakan sekitar 308,29 mm. Koefisien gradien G kecil, menunjukkan variasi yang relatif rendah dalam data. Untuk periode ulang 5 tahun, curah

hujan rencana adalah sekitar 311,15 mm. Peningkatan G dan $G \times S$ menunjukkan bahwa intensitas hujan ekstrem meningkat untuk periode yang lebih lama. Dalam periode ulang 10 tahun, curah hujan rencana diperkirakan sekitar 312,30 mm. Peningkatan nilai G dan $G \times S$ menunjukkan intensitas hujan yang semakin tinggi.

Curah hujan rencana dalam periode ulang 20 tahun sekitar 312,97 mm. Ini menunjukkan bahwa intensitas hujan ekstrem meningkat meskipun perubahan logaritma tidak signifikan. Untuk periode ulang 25 tahun, curah hujan rencana diperkirakan 313,10 mm. Peningkatan yang terus berlanjut pada G dan $G \times S$ menunjukkan bahwa nilai curah hujan rencana terus meningkat. Curah hujan rencana periode ulang 50 tahun sekitar 313,44 mm. Meskipun G dan $G \times S$ terus meningkat, kenaikan pada $\text{Log}X$ mulai melambat. Dan terakhir, periode ulang 100 tahun curah hujan rencana diperkirakan 313,63 mm. Peningkatan G dan $G \times S$ sedikit lebih besar, tetapi hasilnya mendekati stabil.

3. Uji Distribusi Probabilitas

a. Chi Kuadrat

1) Jumlah Kelas

$$\text{Jumlah data (n)} = 10$$

$$\text{Kelas distribusi (K)} = 1 + 3.3 \log n = 4,3$$

$$= \mathbf{5 \text{ Kelas}}$$

2) Menghitung Derajat Kebebasan (dk) dan X^2_{cr}

$$dk = K - (p + 1)$$

Diketahui :

p = Banyaknya parameter, untuk *chi kuadrat* $n/K = 2$

K = Jumlah kelas distribusi

$$dk = 5 - (2 + 1) = 5 - 3 = 2$$

X^2_{Cr} = Chi Kuadrat kritis sesuai tabel berikut, berdasarkan

nilai $DK = 2$, dan $\alpha = 5\%$ diperoleh nilai $C2_{cr} = 5,991$

dk	α Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000	0,0001	0,0009	0,0039	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188

3) Menghitung Kelas Distribusi

Kelas Distribusi

$$\frac{1}{dk} \times 100\% = 20\%$$

Interval Distribusi = 20%, 40%, 60%, dan 80%

Persentase 20% (Px) = 20%

$$T = \frac{1}{Px} = \frac{1}{20\%} = 5 \text{ tahun}$$

Persentase 40% (Px) = 40%

$$T = \frac{1}{Px} = \frac{1}{40\%} = 2,5 \text{ tahun}$$

Persentase 60% (Px) = 60%

$$T = \frac{1}{Px} = \frac{1}{60\%} = 1,6667 \text{ tahun}$$

Persentase 80% (Px) = 80%

$$T = \frac{1}{Px} = \frac{1}{80\%} = 1,25 \text{ tahun}$$

4) Menghitung Interval Kelas

a) Distribusi Probabilitas Gumbel

Jumlah Data (n) = 10

Y_n = 0,4952

S_n = 0,9496

Rumus yang digunakan adalah rumus probabilitas kejadian ekstrem dengan periode ulang, sebagai berikut:

$$Y_t = -Ln - Ln \frac{T - 1}{T}$$

Diketahui :

Y_t = Curah hujan ekstrem

Ln = Fungsi logaritma natural (basis e)

T = Periode Ulang

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Diketahui :

K = Koefisien atau faktor frekuensi

Y_t = Nilai variabel yang terkait dengan periode ulang T

Y_n = Nilai rata-rata atau median dari nilai karakteristik dari distribusi ekstrem

S_n = Deviasi standar dari nilai logaritma data ekstrem

Dengan menggunakan rumus-rumus di atas didapatkan distribusi probabilitas gumbel, sebagai berikut:

Tabel 4.11 Distribusi Probabilitas Gumbel

T	Yt'	K
5	1,4999	1,0581
2,5	0,6717	0,1859
1,67	0,0907	-0,4260
1,25	-0,4759	-1,0226

$$X_{Rata} = 311,1600$$

$$S_x = 46,3975$$

Sehingga,

$$X_T = X_{rata} + (S \times k)$$

$$T = 5 \quad X_5 = 360,2517 \text{ mm}$$

$$T = 2,5 \quad X_{2,5} = 319,7851 \text{ mm}$$

$$T = 1,67 \quad X_{1,67} = 291,3956 \text{ mm}$$

$$T = 1,25 \quad X_{1,25} = 263,7127 \text{ mm}$$

b) Distribusi Probabilitas Normal

Nilai K_T berdasarkan nilai T

$$T = 5 \quad K_T = 0,84$$

$$T = 2,5 \quad K_T = 0,25$$

$$T = 1,67 \quad K_T = -0,25$$

$$T = 1,25 \quad K_T = -0,84$$

Sehingga, $X_{rata} = 311,1600$ mm

$S_x = 46,3975$ mm

Interval Kelas

$$X_T = X_{rata} + (K_T \times S)$$

$X_5 = 350,1339$ mm

$X_{2,5} = 322,7594$ mm

$X_{1,67} = 299,5606$ mm

$X_{1,25} = 272,1861$ mm

c) Distribusi Probabilitas Log Normal

$T = 5$ $K_T = 0,84$

$T = 2,5$ $K_T = 0,25$

$T = 1,67$ $K_T = -0,25$

$T = 1,25$ $K_T = -0,84$

Sehingga, $\text{Log } X_{rata} = 2,4887$

$S \text{ Log } X = 0,0647$

Interval Kelas

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_{rata} + (K_T \times S \text{ Log } X)$$

$T = 5$ $\text{Log } X_5 = 2,5430$ $X_5 = 349,1129$ mm

$T = 2,5$ $\text{Log } X_{2,5} = 2,5048$ $X_{2,5} = 319,7548$ mm

$T = 1,67$ $\text{Log } X_{1,67} = 2,4725$ $X_{1,67} = 296,8161$ mm

$T = 1,25$ $\text{Log } X_{1,25} = 2,4343$ $X_{1,25} = 271,8558$ mm

d) Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

$C_s = 0,039908104$

$$T = 5 \quad K_T = 0,84$$

$$T = 2,5 \quad K_T = 0,25$$

$$T = 1,67 \quad K_T = -0,25$$

$$T = 1,25 \quad K_T = -0,84$$

Sehingga, $Log X_{Rata} = 2,4887$

$$S Log X = 0,0647$$

Interval Kelas

$$X_T = Log X_{rata} + (K_T \times S \log X)$$

$$T = 5 \quad Log X_5 = 2,542965876 \quad X_5 = 349,1129 \text{ mm}$$

$$T = 2,5 \quad Log X_{2,5} = 2,504817032 \quad X_{2,5} = 319,7548 \text{ mm}$$

$$T = 1,67 \quad Log X_{1,67} = 2,47287503 \quad X_{1,67} = 296,8161 \text{ mm}$$

$$T = 1,25 \quad Log X_{1,25} = 2,434338659 \quad X_{1,25} = 271,8558 \text{ mm}$$

5) Menghitung Nilai C_2

a) Untuk Distribusi Gumbel

Tabel 4.12 Distribusi Gumbel

Kelas	Interval				O_i	E_i	$(O_i - E_i)$	$(O_i - E_i)^2$
1			P <	263,7	2	2	0	0
2	263,71	<	P <	291,4	2	2	0	0
3	291,4	<	P <	319,8	0	2	-2	4
4	319,8	<	P <	360,3	5	2	3	9
5			P >	360,3	1	2	-1	1
Jumlah					10	10	0	14

Dari tabel di atas dapat dilihat nilai $P < 2,263,7$ ada 2 data, nilai $263,71 < P < 291,4$ ada 2 data, nilai $291,4 < P < 319,8$ ada 0 data. Untuk nilai $319,8 < P < 360,3$ ada 5 data dan, terakhir nilai $P > 360,3$ ada 1 data.

b) Untuk Distribusi Normal

Tabel 4.13 Distribusi Normal

Kelas	Interval				O _i	E _i	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ²
1			P <	272,2	3	2	1	1
2	272,19	<	P <	299,6	1	2	-1	1
3	299,6	<	P <	322,8	1	2	-1	1
4	322,8	<	P <	350,1	4	2	2	4
5			P >	350,1	1	2	-1	1
Jumlah					10	10	0	8

Dari tabel di atas dapat dilihat nilai $P < 272,2$ ada 3 data, nilai $272,19 < P < 299,6$ ada 1 data, nilai $299,6 < P < 322,8$ ada 1 data. Untuk nilai $322,8 < P < 350,1$ ada 4 data dan, terakhir nilai $P > 350,1$ ada 1 data.

c) Untuk Distribusi Log Normal

Tabel 4.14 Distribusi Log Normal

Kelas	Interval				O _i	E _i	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ²
1			P <	271,9	3	2	1	1
2	271,86	<	P <	296,8	1	2	-1	1
3	296,8	<	P <	319,8	0	2	-2	4
4	319,8	<	P <	349,1	5	2	3	9
5			P >	349,1	1	2	-1	1
Jumlah					10	10	0	16

Dari tabel di atas dapat dilihat nilai $P < 271,9$ ada 3 data, nilai $271,86 < P < 296,8$ ada 1 data, nilai $296,8 < P < 319,8$ ada 0 data. Untuk nilai $319,8 < P < 349,1$ ada 5 data dan, terakhir nilai $P > 349,1$ ada 1 data.

d) Untuk Distribusi *Log Pearson Type III*

Tabel 4.15 Distribusi *Log Pearson Type III*

Kelas	Interval				O _i	E _i	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ²
1			P <	271,9	3	2	1	1
2	271,86	<	P <	296,8	1	2	-1	1
3	296,8	<	P <	319,8	0	2	-2	4
4	319,8	<	P <	349,1	5	2	3	9
5			P >	349,1	1	2	-1	1
Jumlah					10	10	0	16

Dari tabel di atas dapat dilihat nilai $P < 271,9$ ada 3 data, nilai $271,86 < P < 296,8$ ada 1 data, nilai $296,8 < P < 319,8$ ada 0 data. Untuk nilai $319,8 < P < 349,1$ ada 5 data dan, terakhir nilai $P > 349,1$ ada 1 data.

6) Rekapitulasi Nilai C_2 dan C_{2cr}

Tabel 4.16 Rekapitulasi Nilai C_2 dan C_{2cr}

Distribusi Probabilitas	C_2 Terhitung	c_{2cr}	$c_2 ? c_{2cr}$	Keterangan
Gumbel	14	5,9910	$c_2 < c_{2cr}$	Tidak Diterima
Normal	8	5,9910	$c_2 < c_{2cr}$	Tidak Diterima
Log Normal	16	5,9910	$c_2 > c_{2cr}$	Diterima
<i>Log Pearson Type III</i>	16	5,9910	$c_2 > c_{2cr}$	Diterima

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa distribusi probabilitas metode Log Normal dan *Log Pearson Type III* diterima sedangkan untuk metode Gumbel dan normal tidak diterima. Jika distribusi Chi-Square tidak diterima, ini menunjukkan bahwa data ekstrem curah hujan tidak sesuai dengan model distribusi yang cenderung sangat *skewed* (miring) atau hanya berlaku untuk data varians.

Distribusi Gumbel dan normal tidak diterima berarti data curah hujan tidak mengikuti pola distribusi nilai ekstrem standar, di mana

biasanya nilai puncaknya lebih besar dibandingkan nilai rata-rata dan data curah hujan tidak tersebar secara simetris di sekitar *mean* (rata-rata), dan kemungkinan data memiliki *skewness* (kemiringan) atau kurtosis (keruncingan) yang tidak seimbang.

Distribusi Log normal dan *Log Pearson Type III* diterima menunjukkan bahwa data curah hujan mengikuti pola di mana nilai-nilai rendah lebih umum, dan nilai-nilai tinggi jarang tetapi mungkin sangat ekstrem. Data yang sebenarnya *skewed* positif (kemiringan ke kanan) lebih baik dimodelkan menggunakan log normal dan data curah hujan memiliki sifat *skewness* dan/atau kurtosis yang lebih ekstrem, dan memerlukan model yang lebih kompleks untuk menggambarkan distribusi dengan baik.

Distribusi Log Normal dan *Log Pearson Type III* diterima karena lebih sesuai untuk menggambarkan data curah hujan yang memiliki *skewness* positif dan kemungkinan kejadian ekstrem yang lebih jarang tetapi sangat signifikan. Ini mengindikasikan bahwa model distribusi yang lebih fleksibel dan dapat menangani variasi dalam kemiringan serta keruncingan lebih baik dalam menggambarkan sifat-sifat dari data curah hujan tersebut.

b. Uji Smirnov-Kolmogorof

1) Distribusi Probabilitas Gumbel

Uji Smirnov-Kolmogorov (*Kolmogorov-Smirnov Test*) untuk distribusi probabilitas Gumbel adalah alat statistik yang digunakan

untuk menentukan apakah suatu sampel data berasal dari distribusi Gumbel. Distribusi Gumbel sering digunakan dalam analisis data ekstrem, seperti kejadian cuaca ekstrem, beban struktural maksimum, atau kejadian-kejadian langka lainnya. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai *plotting position* atau nilai estimasi kumulatif dari data sampel yang diurutkan. Rumus yang digunakan adalah

$$P(X_i) = \frac{x_i}{n + 1}$$

Dimana :

$P(X_i)$ = Probabilitas Kumulatif

x_i = Posisi *rank*/peringkat dari observasi X_i (Kecil-Besar)

n = Jumlah total observasi atau data

Selanjutnya, diketahui nilai data-data ini yaitu:

Nilai $X_{rata-rata}$ = 311 mm Y_n = 0,4952

Nilai S_x = 46,4 mm S_n = 0,9496

Untuk menghitung skor z (*z-score*) dari suatu data x_i yang di mana skor z ini menunjukkan seberapa jauh suatu nilai data x_i berada dari rata-rata (*mean*) sampel atau populasi. Rumusnya, yaitu:

$$f(x) = \frac{x_i - X_{rata-rata}}{S_x}$$

Dimana

x_i = Nilai data individu

$X_{rata-rata}$ = rata-rata dari seluruh nilai data (*mean*)

S_x = Simpangan baku (Standar deviasi) dari data

Sedangkan, untuk mendapat nilai Y_t (*Extream Value Theory*) menggunakan dua rumus, yaitu:

$$Y_t = f(t) \times S_n + Y_n$$

Dimana :

Y_t = Standardisasi pada waktu (t)

$f(t)$ = Skor-Z

S_n = Standar deviasi

Y_n = Lokasi atau rata-rata dari data yang standardisasi

Rumus ini digunakan dalam konversi dari data yang telah standardisasi (seperti *z-score*) kembali ke skala asli atau dalam konteks analisis distribusi ekstrem. Sedangkan, rumus kedua adalah rumus transformasi logaritmik ganda dalam teori nilai ekstrem. Rumusnya sebagai berikut:

$$Y_t = \text{Ln}\left(-\text{Ln}\left(\frac{T-1}{T}\right)\right)$$

Dimana :

Y_t = Nilai transformasi dari data ekstrem

Ln = Logaritma natural

T = Periode/waktu tertentu atau jumlah data

Setelah itu untuk menentukan nilai $P'(x_i)$ atau nilai probabilitas dari nilai x_i menggunakan rumus:

$$P'(x_i) = \frac{1}{T}$$

Dimana :

$P'(xi)$ = Probabilitas dari nilai xi

T = Jumlah total pengamatan atau periode waktu suatu data

Tabel di bawah merupakan hasil data dari rumus-rumus yang digunakan di atas. Dapat dilihat nilainya dari 10 data atau 10 tahun pengamatan.

**Tabel 4.17 Distribusi Probabilitas Gumbel
Uji Smirnov-Kolmogorf**

No	xi	P(Xi)	f(t)	P'(xi)	DP
1	250,50	0,09	-1,31	0,88	0,79
2	257,00	0,18	-1,17	0,84	0,66
3	267,20	0,27	-0,95	0,78	0,50
4	282,00	0,36	-0,63	0,67	0,31
5	322,00	0,45	0,23	0,39	-0,07
6	323,00	0,55	0,26	0,38	-0,17
7	325,20	0,64	0,30	0,37	-0,27
8	339,00	0,73	0,60	0,29	-0,44
9	349,00	0,82	0,82	0,24	-0,57
10	396,70	0,91	1,84	0,10	-0,81
				Max	0,79

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa DP Maksimum adalah 0,788 atau dibulatkan menjadi **0,79**. Jika jumlah data 10 dan a adalah 0,05 (dari tabel lampiran) maka DP kritisnya adalah 0,409. Jika dimasukkan ke rumus distribusi probabilitas gumbel yaitu:

$$DP \text{ Maksimum} > DP \text{ Kritis}$$

$$0,788 > 0,409$$

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas gumbel menggunakan Uji Smirnov-kolmogorof **diterima**.

2) Distribusi Probabilitas Normal

Uji Smirnov-Kolmogorov (*Kolmogorov-Smirnov Test*) untuk distribusi probabilitas normal adalah uji statistik non-parametrik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu sampel data berasal dari distribusi normal. Uji ini sangat berguna dalam banyak analisis statistik untuk memverifikasi asumsi normalitas data sebelum melakukan uji yang lebih lanjut, seperti uji-t atau ANOVA yang mengasumsikan normalitas. Rumus untuk mendapatkan $P(X_i)$ sama dengan rumus distribusi probabilitas Gumbel. Untuk nilai $X_{rata-rata}$ dan S_x yaitu 311,16 mm dan 46,40 mm. Rumus yang digunakan mendapatkan nilai Skor-z dan probabilitas nilai x_i untuk uji distribusi probabilitas normal berbeda dengan Distribusi gumbel. Rumus yang digunakan, yaitu:

$$f(t) = \left(\frac{x_i - x_{rata-rata}}{S_x} \right)$$

Dimana :

$f(t)$ = Skor-Z

$X_{rata-rata}$ = rata-rata dari seluruh nilai data (*mean*)

S_x = Simpangan baku (Standar deviasi) dari data

Rumus untuk melihat probabilitas nilai x_i , sebagai berikut:

$$P'(x_i) = 1 - \text{luas wilayah dibawah lurve normal}$$

Tabel di bawah merupakan hasil data dari rumus-rumus yang digunakan di atas. Dapat dilihat nilainya dari 10 data atau 10 tahun pengamatan.

Tabel 4.18 Distribusi Probabilitas Normal Uji Smirnov-Kolmogorf

No	xi	P(Xi)	f(t)	P'(xi)	DP
1	250,50	0,09	-1,31	0,94	0,85
2	257,00	0,18	-1,17	0,90	0,72
3	267,20	0,27	-0,95	0,84	0,57
4	282,00	0,36	-0,63	0,74	0,37
5	322,00	0,45	0,23	0,41	-0,05
6	323,00	0,55	0,26	0,40	-0,15
7	325,20	0,64	0,30	0,36	-0,27
8	339,00	0,73	0,60	0,27	-0,46
9	349,00	0,82	0,82	0,20	-0,62
10	396,70	0,91	1,84	0,00	-0,91
				Max	0,85

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa DP Maksimum adalah 0,0,852. Jika jumlah data 10 dan α adalah 0,05 (dari tabel lampiran) maka DP kritisnya adalah 0,409. Jika dimasukkan ke rumus distribusi probabilitas normal yaitu:

$$DP \text{ Maksimum} > DP \text{ Kritis}$$

$$0,852 > 0,409$$

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas normal menggunakan Uji Smirnov-kolmogorof **diterima**.

3) Distribusi Probabilitas Log Normal

Uji Smirnov-Kolmogorov (*Kolmogorov-Smirnov Test*) untuk distribusi probabilitas log-normal digunakan untuk menentukan apakah suatu sampel data mengikuti distribusi log-normal. Rumus

untuk mendapatkan P(Xi) sama dengan rumus distribusi probabilitas lainnya. Untuk nilai $X_{rata-rata}$ dan S_x yaitu 2,4887 mm dan 0,0647 mm. Rumus yang digunakan mendapatkan nilai Skor-z untuk uji distribusi probabilitas log normal berbeda. Rumus yang digunakan untuk menemukan nilai Z-score, yaitu:

$$f(t) = \left(\frac{\log xi - \log x_{rata-rata}}{S_x} \right)$$

Dimana :

$f(t)$ = Skor-Z

$X_{rata-rata}$ = Log rata-rata dari seluruh nilai data (*mean*)

S_x = Log simpangan baku (Standar deviasi) dari data

Tabel di bawah merupakan hasil data dari rumus-rumus yang digunakan di atas. Dapat dilihat nilainya dari 10 data atau 10 tahun pengamatan.

Tabel 4.19 Distribusi Probabilitas Log Normal Uji Smirnov-Kolmogorf

No	Log Xi	P(Xi)	$f(t)$	P'(xi)	DP
1	2,40	0,09	-1,39	0,98	0,89
2	2,41	0,18	-1,22	0,96	0,78
3	2,43	0,27	-0,96	0,87	0,60
4	2,45	0,36	-0,59	0,73	0,37
5	2,51	0,45	0,30	0,38	-0,07
6	2,51	0,55	0,32	0,37	-0,17
7	2,51	0,64	0,36	0,35	-0,29
8	2,53	0,73	0,64	0,26	-0,47
9	2,54	0,82	0,84	0,20	-0,62
10	2,60	0,91	1,70	-0,02	-0,93
				Max	0,89

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa DP Maksimum adalah 0,886 yang dibulatkan menjadi 0,89. Jika jumlah data 10 dan a

adalah 0,05 (dari tabel lampiran) maka DP kritisnya adalah 0,409.

Jika dimasukkan ke rumus distribusi probabilitas log normal yaitu:

$$DP \text{ Maksimum} > DP \text{ Kritis}$$

$$0,89 > 0,409$$

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas log normal menggunakan Uji Smirnov-komlogorof **diterima**.

4) Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Uji Smirnov-Kolmogorov untuk distribusi probabilitas Log *Pearson Type III* adalah uji statistik non-parametrik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu sampel data mengikuti distribusi *Log Pearson Type III*. Distribusi *Log Pearson Type III* sering digunakan dalam hidrologi, terutama dalam analisis banjir dan distribusi aliran sungai, karena dapat memodelkan data yang menunjukkan asimetri (*skewness*) yang signifikan. Rumus untuk mendapatkan $P(X_i)$ sama dengan rumus distribusi probabilitas lainnya. Untuk nilai $X_{\text{rata-rata}}$ dan S_x yaitu 2,4887 mm dan 0,0647 mm. Sedangkan, untuk nilai C_s yaitu 0,03990810.

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai *Z-Score*, yaitu:

$$f(t) = \left(\frac{\log xi - \text{Log } x_{\text{rata-rata}}}{S_n} \right)$$

Dimana :

$f(t)$ = Skor-Z

$X_{\text{rata-rata}}$ = Log rata-rata dari seluruh nilai data (*mean*)

S_x = Log simpangan baku (Standar deviasi) dari data

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan menentukan waktu atau periode pengamatan, yaitu:

$$T = \left(\frac{Kt}{100} \right) \%$$

Dimana :

T = Jumlah total pengamatan atau periode waktu suatu data

Kt = Nilai kuantil

Tabel di bawah merupakan hasil data dari rumus-rumus yang digunakan di atas. Dapat dilihat nilainya dari 10 data atau 10 tahun pengamatan.

Tabel 4.20 Distribusi Probabilitas Log Normal Uji Simornov-Kolmogorf

No	Log Xi	P(Xi)	$f(t)$	T	P'(xi)	DP
1	2,40	0,09	-1,3895	0,9208	0,08	-0,01
2	2,41	0,18	-1,2174	0,9127	0,09	-0,09
3	2,43	0,27	-0,9560	0,8291	0,17	-0,10
4	2,45	0,36	-0,5939	0,7132	0,29	-0,08
5	2,51	0,45	0,2970	0,4298	0,57	0,12
6	2,51	0,55	0,3178	0,4233	0,58	0,03
7	2,51	0,64	0,3634	0,4090	0,59	-0,05
8	2,53	0,73	0,6426	0,3217	0,68	-0,05
9	2,54	0,82	0,8378	0,2607	0,74	-0,08
10	2,60	0,91	1,6983	-0,0083	1,01	0,10
					max	0,12

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa DP Maksimum adalah 0,116 yang dibulatkan menjadi 0,12. Jika jumlah data 10 dan a adalah 0,05 (dari tabel lampiran) maka DP kritisnya adalah 0,409. Jika dimasukkan ke rumus distribusi probabilitas Log *Pearson Type* III yaitu:

$$DP \text{ Maksimum} < DP \text{ Kritis}$$

$$0,12 < 0,409$$

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas Log *Pearson Type III* menggunakan Uji Smirnov-komlogorof diterima.

Tabel 4.21 Rekapitulasi Nilai DP_{max} dan DP_{cr}

Distribusi Probabilitas	DP _{max}	DP _{cr}	DP _{max} ? DP _{cr}	Keterangan
Gumbel	0,788	0,4090	DP _{max} > DP _{cr}	Diterima
Normal	0,852	0,4090	DP _{max} > DP _{cr}	Diterima
Log Normal	0,886	0,4090	DP _{max} > DP _{cr}	Diterima
<i>Log Person Type III</i>	0,116	0,4090	DP _{max} < DP _{cr}	Diterima

4. Analisis debit Banjir Rencana (Q)

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan

Periode Ulang	Metode				Yang Digunakan
	Gumbel	Normal	Log Normal	<i>Log Pearson</i>	
2	304,8717	311,1600	308,0720	308,2869	308,0720
5	360,2497	350,1339	349,1129	311,1478	349,1129
10	396,9094	370,5488	372,7485	312,2977	372,7485
20	431,6196	387,2519	393,2721	312,9699	393,2721
25	443,2434	392,3557	399,7658	313,1045	399,7658
50	477,6116	406,2749	418,0260	313,4446	418,0260
100	511,7257	419,2662	435,8207	313,6287	435,8207

Analisis debit banjir rencana (Q) di lakukan dengan berdasarkan SNI 2415:2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. Pada penelitian ini menggunakan empat metode yaitu Metode Rational, Metode Weduwen, Metode Haspers, dan Metode Melchior dengan curah hujan periode kala ulang 50 tahun.

a. Metode Rational

- Curah hujan rata-rata 50 tahun (R₅₀) = 418,026 mm
- Luas daerah pengaliran (A) = 6,609 km²
- Panjang sungai (L) = 4,50 km
- Perbedaan elevasi hulu & lokasi (ΔH) = 137,00 m
- Kemiringan rata-rata (H/L) (s) = 0,0304

PERHITUNGAN

- Kecepatan aliran = V = 72 x(H/L)^{0,6} = 8,860 m/det
- Waktu = t = L/V = 0,508 jam
- Intensitas menggunakan rumus Mononobe

$$Rt = \frac{R24}{24x\left(\frac{24}{t}\right)^2} = 227,687177 \text{ mm/jam}$$

- Koefisien pengaliran *a*

Tabel Koefisien Pengaliran	
Daerah Pegunungan berlerang terjal	0,75-0,90
Daerah perbukitan	0,70-0,80
Daerah bergelombang dan semak-semak	0,50-0,75
Daerah datar yang digarap	0,45-0,60
Daerah persawahan irigasi	0,70-0,80
Sungai didaerah pegunungan	0,75-0,85
Sungai kecil didaerah daratan	0,45-0,75
Sungai yang besar dengan daerah pengaliran	0,50-0,75
Yang lebih dari seperduanya terdiri dari daratan	

Ambil *a* = 0,5

- Debit

$$Q = \frac{a \times Rt \times A}{3,60} = \frac{0,5 \times 227,687 \times 6,609}{3,60}$$

$$= 208,9839 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Metode Weduwen

- Curah hujan rata-rata 50 tahun (R_{50}) = 418,026 mm
- Luas daerah pengaliran (A) = 6,609 km²
- Panjang sungai (L) = 4,50 km
- Perbedaan elevasi hulu & lokasi (ΔH) = 137,00 m
- Kemiringan rata-rata (H/L) (s) = 0,0304

1) Dicoba $t = 1$ jam

- Koefisien Reduksi

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120 + A} = \frac{120 + \frac{1+1}{1+9} \times 6,609}{120 + 6,609} = 0,958$$

- Intensitas Hujan

$$I = \frac{67,65}{t + 1,45} = \frac{67,65}{1 + 1,45} = 27,612 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

- Koefisien Aliran

$$a = 1 - \frac{4,1}{I + 7} = \frac{4,1}{27,612 + 7} = 0,882$$

- Waktu

$$t = \frac{0,467 \times A^{\frac{3}{8}}}{(\alpha \beta x I)^{\frac{1}{8}} \times 0,005^{\frac{1}{4}}} = \frac{0,467 \times 6,609^{\frac{3}{8}}}{(0,882 \times 0,958 \times 27,612)^{\frac{1}{8}} \times 0,005^{\frac{1}{4}}}$$

$$= 2,40512 \text{ jam}$$

2) Hitung $Q_{\max \text{ standar}}$

$$Q_{\max \text{ standar}} = \alpha \beta x I x A = 0,882 \times 0,958 \times 27,612 \times 6,609$$
$$= 154,14463 \text{ m}^3/\text{det}$$

3) Debit \max dengan periode ulang 50 tahun

$$Q_{50} = \frac{Q_{\max\text{standar}} \times R_{50}}{240} = \frac{154,14463 \times 418,026}{240}$$

$$= 268,48527 \text{ m}^3/\text{det}$$

c. Metode Haspers

- Curah hujan rata-rata 50 tahun (R_{50}) = 418,026 mm
- Luas daerah pengaliran (A) = 6,609 km²
- Panjang sungai (L) = 4,50 km
- Perbedaan elevasi hulu & lokasi (ΔH) = 137,00 m
- Kemiringan rata-rata (H/L) (s) = 0,0304

1) Perhitungan Koefisien

- Koefisien pengaliran

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \times A^{0,7}}{1 + 0,075 \times A^{0,7}} \times I = \frac{1 + 0,012 \times 6,609^{0,7}}{1 + 0,075 \times 6,609^{0,7}} \times I = 0,816$$

- Waktu konsentrasi

$$t_c = 0,1 \times L^{0,85} \times S^{-0,3} = 1,024 \text{ jam}$$

- Koefisien reduksi

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{1 + 3,7 \times 10^{-0,4 \times t}}{t^2 + 15} \times \frac{A^{\frac{3}{4}}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{1 + 3,7 \times 10^{-0,4 \times 1,024}}{1,024^2 + 15} \times \frac{6,609^{\frac{3}{4}}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 2,031, \text{ jadi } \beta = \mathbf{0,49241}$$

2) Hitung r

Untuk $t < 2$ jam

$$r = \frac{txR_{24}}{t + 1 - 0,0008x(260 - R_{24})x(2 - t)^2}$$

Untuk 2 jam < t < 19 jam

$$r = \frac{txR_{24}}{t + 1}$$

Untuk 19 jam < t < 30 hari

$$r = 0,707xR_{24}x(t + 1)^{1/2}$$

Untuk $t = 1$ jam, gunakan rumus

$$r = \frac{txR_{24}}{t + 1 - 0,0008x(260 - R_{24})x(2 - t)^2}$$

$$r_{50} = 199,58 \text{ mm}$$

3) Hitung I

$$I_{50} = \frac{r_{50}}{3,6 \times t} = \frac{199,58}{3,6 \times 1,024} = 54,1544 \text{ m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$$

$$Q_{\max\text{standar}} = \alpha x \beta x I x A = 0,816 \times 0,49241 \times 54,1544 \times 6,609$$

$$= 11,2056 \text{ m}^3/\text{det}$$

4) Debit max dengan periode ulang 50 tahun

$$Q_{50} = \alpha x \beta x I_{50} x A = 0,816 \times 0,49241 \times 54,1544 \times 6,609$$

$$= 143,727 \text{ m}^3/\text{det}$$

d. Metode Melchior

- Curah hujan rata-rata 50 tahun (R_{50}) = 418,026 mm
- Luas daerah pengaliran (A) = 6,609 km²
- Panjang sungai (L) = 4,50 km
- Perbedaan elevasi hulu & hilir
- Elevasi Hulu (H1) = 133,00 m

Elevasi Hilir (H2) = 0,00 m

1) Menghitung Luas *Ellips*

- Sumbu panjang

$$a = 0.9 L = 0.9 \times 4,50 = 4,05$$

- Sumbu pendek *ellips*

$$b = \frac{2}{3} a = \frac{2}{3} \cdot 4,05 = 2,7$$

- Luas *ellips*

$$F = \frac{1}{4} \pi a b = \frac{1}{4} \pi 4,05 \times 2,7 = 8,584$$

2) Menghitung kemiringan rata-rata

$$I = \frac{H_1 - H_2}{1000 \times 0.9 \times L} = \frac{133,00 - 0,00}{1000 \times 0.9 \times 4,50} = 0,0328$$

3) Menghitung β_1

$$F = \frac{1970}{\beta - 0.12} - 3960 + 1720 \beta_1$$

$$8,584 = \frac{1970}{\beta - 0.12} - 3960 + 1720 \beta_1$$

$$8,584 + 3960 - 1720 \beta_1 = \frac{1970}{\beta_1 - 0.12}$$

$$(8,584 + 3960 - 1720 \beta_1) (\beta_1 - 0.12) = 1970$$

$$3968,584 \beta_1 - 1720 \beta_1^2 - 476,230 + 206,400 \beta_1 = 1970$$

$$(-1720 \beta_1^2) - 4174,984 \beta_1 + 2446,230 = 0$$

Menentukan nilai β^l dengan rumus abc

$$\beta_{1(1,2)} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\beta_{1(1,2)} = \frac{4174,984 \pm \sqrt{-4174,984^2 - 4(1720)(2446,230)}}{2x(172)}$$

$$\beta_{1(1,2)} = \frac{4174,984 \pm 774,8730617}{3440}$$

$$\beta_{1(1)} = \frac{4174,984 + 774,8730617}{3440} = 1,439$$

$$\beta_{1(2)} = \frac{4174,984 - 774,8730617}{3440} = 0,988$$

Jadi, nilai $\beta_1 = 0,988$

4) Menaksir besar hujan maksimum sehari (R_i)

Dengan melihat hubungan F dan R , nilai taksir R_i ($m^3/km^3/dt$) terhadap *ellips* (km^2) karena $F = 8,584$ maka, untuk mendapatkan nilai R_i harus diinterpolasi dengan cara

$$R_i = R_i \text{ atas} - \frac{F \text{ atas} - F}{F \text{ atas} - F \text{ bawah}} (R_i \text{ atas} - R_i \text{ bawah})$$

$$R_i = 11,85 - \frac{14 - 8,584}{14 - 7} (11,85 - 14,15)$$

$$R_i = 13,682 \text{ m}^3/km^2/dt$$

5) Menghitung Q taksir

$$Q = \beta_1 \cdot R_i \cdot A \left(\frac{m^3}{dt} \right)$$

$$Q = 0,988 \times 13,682 \times 6,609$$

$$Q = 89,369144 \text{ m}^3/dt$$

6) Menghitung kecepatan aliran (V)

$$V = 1,31 (Q \cdot I^2)^{0,2} \frac{m}{dt}$$

$$V = 1,31 (89,368 \times 0,033^2)^{0,2}$$

$$V = 0,820 \text{ m/dt}$$

7) Menghitung waktu konsentrasi (T)

$$T = \frac{(10 L)}{(36 V)} \text{ jam}$$

$$T = \frac{(10 \times 4,500)}{(36 \times 0,820)} = 1,524 \text{ jam}$$

8) Menghitung nilai koefisien reduksi

$$\beta = \beta_1 \times \beta_2$$

Dengan diketahuinya nilai β_1 , F, dan T. Hubungan antara F dan T didapatkan nilai $\beta_2 = 42,934 \%$ atau 0,4293

$$\beta = 0,988 \times 0,4293 = 0,424 \text{ mm}$$

9) Menghitung intensitas hujan yang diperhitungkan (R)

$$R = \frac{10\beta \cdot R_{24 \text{ maks}}}{36 T}$$

$$R = \frac{10 \times (0,424) \times 418,026}{36 \times 1,524} = 32,344 \text{ m}^3/\text{Km}^3/\text{dt}$$

10) Menghitung Nilai Q

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = a \cdot R \cdot A \cdot \frac{R_{24}}{200} \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_1 = 0,424 \times 32,344 \times 6,609 \times \frac{418,026}{200} \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_1 = 189,583815 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_2 = Q_1 \times n$$

Nilai n adalah persentase perjumlahan yang bergantung dari harga T dengan nilai T = 1,524 jam atau 91,4 menit diperoleh nilai n = 3%

$$Q_2 = 189,583815 \times \frac{3}{100}$$

$$Q_2 = 5,688 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{50} = 189,583815 + 5,688 = \mathbf{195,271 \text{ m}^3/\text{dt}}$$

Tabel 4.23 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Untuk Tiap Metode

No.	Debit Banjir Rancangan (m ³ /dtk)	
	Metode Rational	Debit Banjir
1	Metode Rational	208,984
2	Metode Weduwen	268,485
3	Metode Haspers	143,727
4	Metode Melchior	195,271
	Maksimum	268,485

Lebar rata-rata sungai (B) = 65,00 m

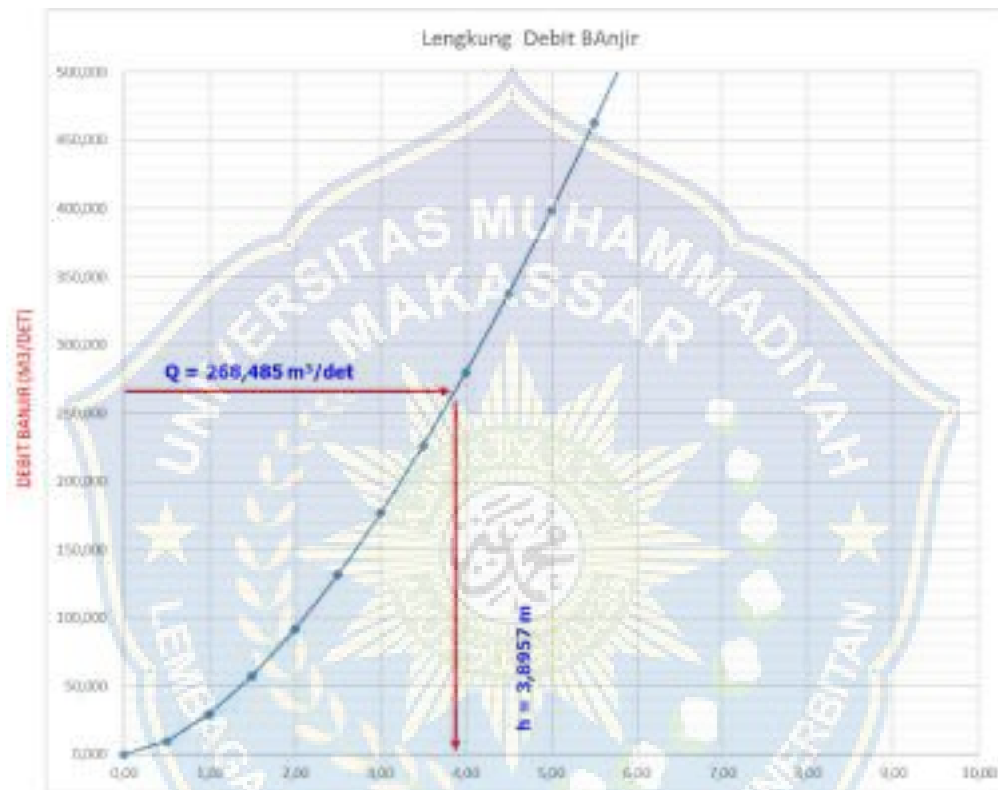
Koefisien *manning* (n) = 0,5

Kemiringan sungai (i) = 0,0532 m

Tinggi air banjir maksimum (h) = 3,8957 m

Tabel 4.24 Hubungan Tinggi Muka Air Banjir dan Debit

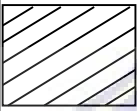
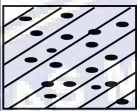

No	Elevasi (m)	Dh (m)	Kel. Basah = P (m)	Luas Basah = A (m ²)	R. Hidrolis (m)	Kecepatan = V (m/det)	Debit = Q (m ³ /det)
1	2= naik 0,5 m	3 = 0.5 m	(4) = B + 2*Dh	(5) = Bx Dh	(6) = (5)/(4)	(7)=1/n*R ^{2/3} *i ^{0.5}	(8) = (5)*(7)
1	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,50	0,50	66,00	32,500	0,492	0,288	9,349
3	1,00	0,50	67,00	65,000	0,970	0,452	29,385
4	1,50	0,50	68,00	97,500	1,434	0,587	57,189
5	2,00	0,50	69,00	130,000	1,884	0,704	91,476
6	2,50	0,50	70,00	162,500	2,321	0,809	131,417
7	3,00	0,50	71,00	195,000	2,746	0,905	176,404
8	3,50	0,50	72,00	227,500	3,160	0,993	225,961
9	4,00	0,50	73,00	260,000	3,562	1,076	279,698
10	4,50	0,50	74,00	292,500	3,953	1,153	337,288
11	5,00	0,50	75,00	325,000	4,333	1,226	398,451
12	5,50	0,50	76,00	357,500	4,704	1,295	462,941
13	6,00	0,50	77,00	390,000	5,065	1,360	530,542
14	6,50	0,50	78,00	422,500	5,417	1,423	601,061
15	7,00	0,50	79,00	455,000	5,759	1,482	674,325
16	7,50	0,50	80,00	487,500	6,094	1,539	750,178
17	8,00	0,50	81,00	520,000	6,420	1,593	828,478
18	8,50	0,50	82,00	552,500	6,738	1,645	909,093
19	9,00	0,50	83,00	585,000	7,048	1,696	991,906
20	9,50	0,50	84,00	617,500	7,351	1,744	1.076,804



Gambar 4.1 Grafik Lengkung Tinggi MAB VS Debit

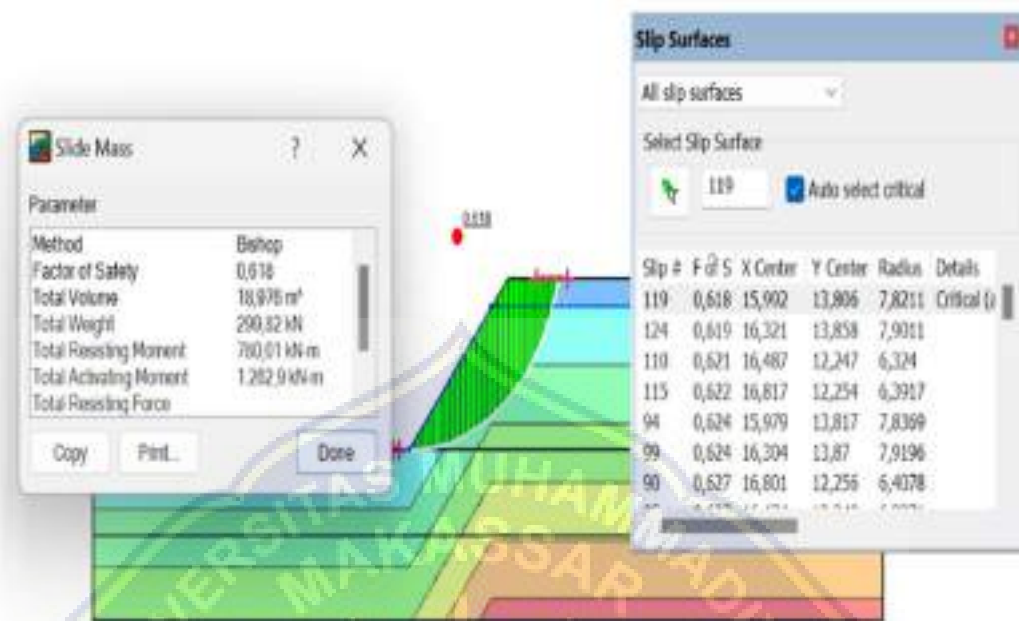
B. Perancangan Model Dinding Penahan Menggunakan *Geotextile*

Tabel 4.25 Data Tanah

No.	Name	Pattern	Depth	MC		
				γ	Cohesion	Φ
				KN/m ²	KPa	°
1	Soil 1		0 - 6	15,8	8,07	10
2	Soil 2		6 - 9	15,98	9,59	12
3	Soil 3		9 - 12	15,35	10,64	11

1. Menentukan Nilai *Safety Factor* (Sf)

Permodelan lereng 2D dan analisis *safety factor* dilakukan dengan bantuan *software* Geostudio 2012 dengan menggunakan metode analisis *slope stability type bishop*. Menggunakan Parameter *input* data tanah sehingga, diperoleh hasil data-data yang dapat digunakan untuk melakukan perencanaan perbaikan tanah dasar dengan bantuan *geotextile*.



Gambar 4.2 Permodelan Lerang 2D

Dari hasil *running* pada *software* Geostudio dengan menggunakan metode *Bishop* diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.26 Hasil *Running Software* Geostudio 2012

Parameter	
Method	Bishop
Factor of Safety	0,618
Total Volume	18,976 m ³
Total Weight	299,82 KN
Total Resisting Moment	780,01 KNm
Total Activating Moment	1.262,90 KNm
X	15,992 m
Y	13,806 m
Radius	7,8211 m

2. Menentukan Nilai *Delta Moment* (ΔMR)

Nilai ini digunakan untuk mengetahui perubahan momen yang terjadi pada dinding penahan sebagai akibat dari perubahan dalam kondisi tertentu, seperti tekanan tanah, beban, atau penyesuaian desain. Momen (*Moment*)

dalam mekanika struktur mengacu pada gaya rotasi yang dihasilkan oleh gaya yang bekerja pada suatu struktur pada jarak tertentu dari titik atau sumbu rotasi. Dalam kasus dinding penahan *geotextile*, momen ini penting karena mempengaruhi stabilitas dan kekuatan dinding penahan tersebut.

Tabel 4.27 Acuan Faktor Keamanan Kepmen ESDM No. 1827 Tahun 2018

<i>Types of Slopes</i>	<i>Consequences of Failure (CoF)</i>	<i>Acceptance Criteria</i>		
		<i>Static Safety Factor (Min)</i>	<i>Dynamic Safety Factor (Min)</i>	<i>Probability of Failure (Maks)</i>
<i>Single Slopes</i>	<i>Low to high</i>	1,1	<i>None</i>	25-50%
<i>Inter-ramp</i>	<i>Low</i>	1,15-1,2	1,0	25%
	<i>Moderate</i>	1,2-1,3	1,0	20%
	<i>High</i>	1,2-1,3	1,1	10%
<i>The entire slope</i>	<i>Low</i>	1,2-1,3	1,0	15-20%
	<i>Moderate</i>	1,3	1,05	10%
	<i>High</i>	1,3-1,5	1,1	5%

Sumber: (Purwaningsih et al., 2020)

Pada Penelitian ini menggunakan SF_{desain} yaitu 1,2 di mana data ini ditemukan dari data Kepmen ESDM No. 1827 Tahun 2018 mengenai nilai faktor keamanan (FK) yang direkomendasikan. Penelitian ini mengambil lereng keseluruhan dengan keparahan longsor yang berkategori rendah.

Tabel 4.28 Nilai Delta Moment (ΔMR)

SF	Circle Center		Radius	Mres	Md	ΔMR
	x	y	(m)	(KNm)	(KNm)	(KNm)
0,618	15,992	13,806	7,8211	780,01	1262,9	735,47

Data di atas didapatkan dari hasil perhitungan di bawah ini:

$$SF = \frac{M_{res}}{M_d}$$

$$M_d = \frac{M_{res}}{SF} = \frac{780,01 \text{ KNm}}{0,618}$$

$$= 1262,9 \text{ KN/m}$$

$$SF_{Desain} = 1,2$$

$$M_{res (req)} = M_d \times SF_{Desain}$$

$$= 1262,9 \text{ KN/m} \times 1,2$$

$$= 1515,48 \text{ KN/m}$$

$$\Delta MR = M_{res (req)} - M_{res}$$

$$= 1515,48 \text{ KN/m} - 780,01 \text{ KN/m}$$

$$= 735,47 \text{ KN/m}$$

Shingga, hasil dari *Delta Moment* dari menggunakan rumus ini yaitu 735,47 KN/m.

3. Menghitung Kekuatan *Geotextile* yang Tersedia (T_{Allow})

Rumus yang digunakan untuk menentukan kekuatan *geotextile* yang tersedia, yaitu:

$$T_{All} = T_{Ult} \left(\frac{1}{FS_{ID} FS_{CR} FS_{CD} FS_{BD}} \right)$$

Dimana :

T_{All} = Kekuatan geotekstil yang tersedia

T_{Ult} = Kekuatan tarik maksimum geotekstil

FS_{ID} = Faktor keamanan akibat kesalahan pemasangan

FS_{CR} = Faktor keamanan akibat rangkai

FS_{CD} = Faktor keamanan akibat pengaruh kimia

FS_{BD} = Faktor keamanan akibat pengaruh biologi

Spesifikasi dari material *geotextile* yang digunakan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut

Jenis *geotextile* : *Geotextile Woven*

Kekuatan tarik *max* : 52 KN/m

Tabel 4.29 Faktor-faktor Pengurangan Kekuatan *Geotextile*

Penggunaan <i>Geotextile</i>	Faktor Pemasangan FS_{ID}	Faktor Rangkak FS_{CR}	Faktor Kimia FS_{CD}	Faktor Biologi FS_{BD}
<i>Separation</i>	1,1 – 2,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
<i>Chusioning</i>	1,1 – 2,0	1,2 – 1,5	1,0 – 2,0	1,0 – 1,2
<i>Unpaved Roads</i>	1,1 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
<i>Walls</i>	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
<i>Embankments</i>	1,1 – 2,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
<i>Bearing Capacity</i>	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
<i>Slope Stabilitation</i>	1,1 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
<i>Pavement Overlays</i>	1,1 – 1,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
<i>Railroads</i>	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2
<i>Flexible Form</i>	1,1 – 1,5	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
<i>Silt Fences</i>	1,1 – 1,5	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1

Dari tabel di atas diperoleh nilai, yaitu:

$$FS_{ID} = 1,5$$

$$FS_{CR} = 2,5$$

$$FS_{CD} = 1,2$$

$$FS_{BD} = 1,1$$

Maka,

$$T_{All} = 52 \left(\frac{1}{1,5 \times 2,5 \times 1,2 \times 1,1} \right)$$

$$= \frac{52}{4,95}$$

$$= 10,505 \text{ KN/m}$$

Sehingga, dari perhitungan di atas didapatkan nilai kekuatan *geotextile* yang tersedia adalah 10,505 KN/m.

4. Menentukan Nilai Jarak Vertikal Geotekstil (S_v)

Nilai jarak vertikal *geotextile* rencana yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,25 m.

5. Menghitung Kebutuhan *Geotextile*

Dalam menghitung kebutuhan *geotextile* dapat menggunakan rumus di bawah ini

$$T_{i_1} = Y_{pusat} - Y_{permukaan}$$

$$\Delta MR_i = T_{all} \times T_{i_1}$$

Sehingga, dengan menggunakan rumus didapatkan lapisan 1, 2, 3, dan seterusnya.

Lapisan 1

$$T_{i_1} = Y_{pusat} - Y_{permukaan}$$

$$T_{i_1} = 13,806 - 6$$

$$T_{i_1} = 7,806 \text{ m}$$

$$\Delta MR_i = T_{all} \times T_{i_1}$$

$$\Delta MR_i = 10,505 \times 7,806$$

$$\Delta MR_i = 82,002 \text{ KNm}$$

Lapisan 2

$$T_{i_2} = T_{i_1} - S_{v_{rencana}}$$

$$T_{i_2} = 7,806 - 0,25$$

$$T_{i_2} = 7,556 \text{ m}$$

$$\Delta MR_i = T_{all} \times Ti_2$$

$$\Delta MR_i = 10,505 \times 7,556$$

$$\Delta MR_i = 79,37587 \text{ KNm}$$

Dan didapatkan,

$$\Delta MR_{cum} = \Delta MR_{i_1} + \Delta MR_{i_2}$$

$$\Delta MR_{cum} = 82,002 + 79,37578$$

$$\Delta MR_{cum} = 161,378 \text{ KNm}$$

Lapisan 3

$$Ti_3 = Ti_2 - Sv_{rencana}$$

$$Ti_3 = 7,556 - 0,25$$

$$Ti_3 = 7,306 \text{ m}$$

$$\Delta MR_i = T_{all} \times Ti_3$$

$$\Delta MR_i = 10,505 \times 7,306$$

$$\Delta MR_i = 76,74953 \text{ KNm}$$

Dan didapatkan,

$$\Delta MR_{cum} = \Delta MR_{i_1} + \Delta MR_{i_2} + \Delta MR_{i_3}$$

$$\Delta MR_{cum} = 82,002 + 79,37578 + 76,74953$$

$$\Delta MR_{cum} = 238,127 \text{ KNm}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai dari lapisan *geotextile* yang akan digunakan yaitu:

Tabel 4.30 Rekapitulasi Hasil Kebutuhan *Geotextile*

Lapis	Ti	Jumlah Lapis	ΔMR_i (KN/m)	ΔMR_{cum} (KN/m)
1	7,806	1	82,002	82,002
2	7,556	1	79,37578	161,378
3	7,306	1	76,74953	238,127
4	7,056	1	74,12328	312,251
5	6,806	1	71,49703	383,748
6	6,556	1	68,87078	452,618
7	6,306	1	66,24453	518,863
8	6,056	1	63,61828	582,481
9	5,806	1	60,99203	643,473
10	5,556	1	58,36578	701,839
11	5,306	1	55,73953	757,579

Dari tabel di atas berkaitan dengan resistansi momen kumulatif (ΔMR_{cum}) dari berbagai lapisan dalam konteks struktural atau geoteknik, untuk analisis kestabilan lereng atau desain struktur penahan. Lapisan pertama memiliki resistansi momen tambahan sebesar 82,002 KN/m. Karena ini adalah lapisan pertama, resistansi momen kumulatif juga sebesar 82,002 KN/m. Pada Lapisan kedua menambah resistansi sebesar 79,375.78 KN/m. Resistansi momen kumulatif setelah lapisan ini menjadi 161,378 KN/m. Lapisan ketiga memberikan kontribusi sebesar 76,749.53 KN/m, membawa total kumulatif menjadi 238,127 KN/m. Polanya berlanjut hingga **Lapis 11**, di mana setiap lapisan tambahan memberikan kontribusi yang lebih kecil terhadap resistansi momen keseluruhan (yang konsisten dengan tren penurunan pada ΔMR_i), tetapi secara kumulatif, total resistansi meningkat. Meskipun demikian, resistansi momen kumulatif (ΔMR_{cum}) meningkat lapis demi lapis, mencerminkan kapasitas total sistem untuk menahan kegagalan

atau deformasi. Jadi, diperoleh hasil $\Delta MR_{cum} > \Delta MR$ yaitu $757,579 > 735,47$ sehingga, jumlah kebutuhan *geotextile* sebanyak 11 lapis.

Dari hasil yang didapatkan, peneliti memilih untuk menyarankan menggunakan *geotextile woven*. Bahan dari *geotextile woven* cocok untuk sebagai bahan dinding penahan banjir karena kekuatan tarik tinggi yang mampu menahan tekanan dari tanah dan air yang berarti efektif dalam mencegah erosi dan mempertahankan stabilitas struktur dinding penahan. Selain itu, karena permeabilitas yang terkontrol, dan bahan *woven* lebih fleksibel untuk dipasang dan disesuaikan dengan berbagai kontur tanah.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan tentang perencanaan dimensi dinding penahan model *geotextile* sebagai upaya pengendalian banjir sungai Saddang, Kabupaten Enrekang dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil analisis didapatkan frekuensi curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2021 dan frekuensi curah hujan terendah terjadi pada tahun 2022. Dari hasil perhitungan periode ulang curah hujan didapatkan curah hujan rata-rata 2 tahun sebesar 308,0720 mm, 5 tahun sebesar 349,1129 mm, 10 tahun sebesar 372,7485 mm, 20 tahun sebesar 393,2721 mm, 25 tahun sebesar 399,7658 mm, 50 tahun sebesar 418,0260 mm, dan 100 tahun sebesar 435,8207 mm. Sehingga, debit banjir rancangan (Q) didapatkan nilai maksimum 268,485 m³/dtk.
2. Perancangan dinding penahan tanah menggunakan *geotextile woven* dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 52 kN/m dengan *safety factor* (SF) tanpa perkuatan menggunakan metode bishop yaitu 0,618. Nilai dari delta momen (ΔMR) yaitu 735,47 KN/m, kekuatan *geotextile* yang tersedia (T_{all}) didapatkan 10,505 kN/m dengan nilai jarak vertikal *geotextile* rencana (S_v) yaitu 0,25 m, *safety factor* rencana yaitu 1,2 dan nilai dari delta momen kumulatif (ΔMR_{cum}) pada lapisan ke 11 yaitu 757,579 KN/m sehingga, jumlah *geotextile* yang digunakan pada dinding penahan tanah sebanyak 11 lapis.

B. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran yang dapat membantu dan memberikan manfaat yaitu:

1. Untuk mencegah terjadinya banjir, pembangunan dinding penahan banjir di sekitar Sungai Saddang, Kabupaten Enrekang perlu ditindaklanjuti, mengingat banjir menjadi fenomena yang terjadi setiap tahunnya terutama pada bulan dengan intensitas hujan yang tinggi.
2. Diadakannya sosialisasi mengenai kemungkinan terjadinya banjir yang terus menerus akan mengakibatkan longsor pada daerah pinggiran sungai yang bisa saja berdampak pada pemukiman warga sekitar Sungai Saddang, Kabupaten Enrekang.
3. Memastikan adanya penanaman pohon yang memiliki daya serap air yang tinggi sekitar Sungai Saddang, Kabupaten Enrekang seperti Bambu, Pohon Trembesi (*Samanea Saman*), pohon sawo kecil (*Manilkara Kauki*), dan pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*).

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2020). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* (8th ed., Vol. 1). Gadjah Mada University Press.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2018). *Panduan Edukasi Bencana Banjir* (1st ed., Vol. 1). Badan Penanggulangan Bencana. <https://perpustakaan.bnpb.go.id/bulian/index.php?p=fstream-pdf&fid=227&bid=1875>
- Bau Mau, D., Suhudi, & Frida Sulistyati, K. (2019). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada Jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya Sepanjang 50 Meter di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *EUREKA (Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil Dan Teknik Kimia)*, 3(2), 160–169. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik>
- BPS Kabupaten Enrekang. (2019). *Curah Hujan dan Hari Hujan*. <https://enrekangkab.bps.go.id/subject/151/iklim.html#subjekViewTab3>
- Dino. (2023, October). *Banjir: Pengertian, penyebab, dan dampaknya*. Badan Penanggulangan Bencana Jawa Timur. <https://web.bpbd.jatimprov.go.id/2023/10/19/banjir-pengertian-penyebab-dan-dampaknya/>
- Fadela, R., Setiawan, B., & Fitri, S. N. (2022). Pengaruh Kuat Tarik Geotekstil terhadap Analisis Stabilitas Lereng dengan Variasi Beban Vertikal dan Jarak Vertikal Geotekstil. *Matriks Teknik Sipil*, 10(3). <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/54166>
- Firma, H. (2010). *Analisa Pengaruh Efisiensi Interface Tanah Geotekstil Untuk Subsurface Drains pada Stabilitas Lereng Timbunan dengan Plaxis V.8* [Skripsi, Universitas Indonesia]. <https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-9/20248533-S50658-Herly%20Firma.pdf>
- Fuady, Z., & Azizah, C. (2008). Tinjauan Daerah Aliran Sungai Sebagai Sistem Ekologi dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. *Lentera*, 6(1).

- Ginting, S., & Putuhena, W. M. (2014). Sistem Peringatan Dini Banjir Jakarta . *Jurnal Sumber Daya Air*, 10(1), 71–84. <https://journalsda.pusair-pu.go.id/index.php/JSDA/article/download/143/131>
- Hardiyatmo, H. C. (2022). *Pemeliharaan Jalan Raya (Perkerasan, Drainase, Longsor)* (2nd ed., Vol. 1). Gadjah Mada University Press. <https://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/teknik-sipil/pemeliharaan-jalan-raya-edisi-kedua-perkerasan-drainase-longsor>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2007). *Basis Data Enrekang 2007*. <http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/images/docs/Basis%20data%20enrekang%202007.pdf>
- Kementerian PUPR. (2017). *Standard test method for strength of sewn or bonded seams of Geotextiles (ASTM D4884/D4884M-14a, MOD)*. www.bsn.go.id
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air* (1st ed.). Penerbit Andi.
- Kustamar, Hargono, E., & Subakti, B. (2018). Strategi Pengendalian Banjir di Kawasan Permukiman Padat. *Buletin Utama Teknik*, 14(1). <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/793/690>
- Latif, A., Musa, R., & Mallombassi, A. (2022). Kajian Pengendalian Banjir Sungai Kera Kabupaten Wajo. *Jurnal Konstruksi*, 1(4). <https://mail.pasca-umi.ac.id/index.php/kons/article/view/1064/1202>
- Mihov, S., & Hristov, I. (2011). *River Ecology*. WFF Danube Carpathian Programme. https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/riverecology_eng_bt13dec.pdf
- Nasution, S. (2022). *Dinding Penahan Tanah* (Vol. 1). ITB Press.
- National Park Service. (2022). *Rivers & Streams*. National Park Service. <https://www.nps.gov/subjects/rivers/index.htm>
- Pratiwi, & Ndraha, A. B. (2018). Strategi Pengendalian Banjir di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal MSDM*, 5(2), 141–156. <https://ejournal.ipdn.ac.id/JMSD/article/view/434/262>
- Purwaningsih, R., Sophian, R. I., Mulyo, A., & Firdiansyah, T. (2020). Desain Lereng Stabil Dengan Menggunakan Metode Probabilistik Pada Low Wall Pit

- Y, PT. Pamapersada Nusantara Site Kideco, Kalimantan Timur. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 4(4), 283–291.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). *Modul Metode Pengendalian Banjir Pelatihan Pengendalian Banjir* (4th ed.). Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia. https://simantu.pu.go.id/epel/edok/41622_04._Modul_4_Metode_Pengendalian_Banjir.pdf
- Rahadi W, B., Wirosedarmo, R., & Aprilia F, W. (2017). *Pemetaan Risiko Banjir sebagai Upaya Mitigasi di Sub Daerah Aliran Sungai Gunting* [Jurnal Ilmiah, Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/151410/38/Windy%20Aprilia%20Fransiska.pdf>
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Vol. 4). Alfabeta.
- Sul-Sel Prov. (2018). *Kabupaten Enrekang*. Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan. <https://sulselprov.go.id/>
- Suprayogi, S., Purnama, Ig. L. S., & Darmanto, D. (2022). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* (1st ed., Vol. 1). Gajah Mada University Press. <https://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/lingkungan/pengelolaan-daerah-aliran-sungai>
- Suripin, & Kurniani, D. (2016). Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hidrograf Banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Dan Terapan Bidang Teknik Sipil*, 22(2). <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/mkts/article/download/12881/10234>
- Triyani, M. D. (2021). Analisis Morfologi Sungai. In *Sungai* (1st ed., Vol. 1). UNG Press.
- Uca, Lamada, M. S., Mandra, Moh. A. S., & Jassin, A. M. I. Z. (2022). *Morfologi, Perubahan Penggunaan Lahan, Zonasi & Pemodelan Banjir* (1st ed., Vol. 1). Media Nusa Creative.
- Wahyuni, I. (2018). *Uji Efektivitas Keragaman Kerapatan Rajutan Biogeotekstil terhadap Limpasan Permukaan dan Erosi pada Lahan Kering di Desa*

- Jatikerto, Kabupaten Malang* [Skripsi, Universitas Brawijaya].
<http://repository.ub.ac.id/id/eprint/12871/1/ISTIYANA%20WAHYUNI.pdf>
- Wibowo, N. R. (2020). *Efektivitas Penerapan Sistem Peringatan Dini Dalam Upaya Pengurangan Risiko Bencana Banjir di Provinsi DKI Jakarta* [Skripsi, Institusi Pemerintahan Dalam Negeri].
http://eprints.ipdn.ac.id/15105/1/%28RINGKASAN%29Nanda%20Ramadhan%20Wibowo_30.0504_Efektivitas%20Penerapan%20Sistem%20Peringatan%20Dini%20Dalam%20Upaya%20Pengurangan%20Risiko%20Bencana%20Banjir%20di%20Provinsi%20DKI%20Jakarta.pdf
- Yulia, & Heldi, C. N. (2020). Sistem Perencanaan Penanggulangan Banjir dengan Geotextile Bag (Studi Kasus: Desa Kedai Runding Kecamatan Kluet Selatan Kabupaten Aceh Selatan). *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1).
<http://www.ojs.unmuha.ac.id/index.php/tameh/article/view/105/67>
- Yuliet, R. (2021). *Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall)*. CV Ferila.



LAMPIRAN

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2013

DAS : S. Sikapa
 Wilayah Sungai : Sadang
 Lokasi Pos : Salubarani
 Data Geografis : 03°16'54"LS 119°50'56,1"BT
 Kab./Kecamatan : Enrekang/Alla

Tahun Pendirian : 1 Mei 1999
 Elevasi Pos : + 830 m dpal
 Dibangun Oleh : DPUP
 Propinsi : Sulawesi Selatan
 Pelaksana : Unit Hidrologi dan Kualiatas Air
 BBWS Pompengan Jeneberang

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	20	12	-	-	-	21	25	5	4	-	-	2
2	31	25	-	30	-	16	7	14	1	-	-	4
3	12	18	-	20	-	9	8	-	-	6	3	-
4	4	-	-	15	-	11	-	56	-	-	17	20
5	-	-	-	7	-	-	6	13	4	8	-	6
6	-	-	-	5	10	-	11	-	5	1	-	16
7	2	-	-	9	20	54	31	-	1	-	-	-
8	4	-	-	30	12	13	14	-	-	86	-	3
9	7	-	-	-	40	29	7	5	-	-	-	-
10	-	-	-	-	5	30	5	2	-	-	-	12
11	-	3	-	-	12	10	9	7	-	-	-	-
12	-	7	15	15	-	20	-	-	1	-	-	7
13	-	6	20	2	-	50	-	-	-	-	8	2
14	-	5	50	6	30	12	-	-	3	-	-	-
15	-	-	-	1	25	7	22	-	-	7	-	-
16	-	-	4	-	39	-	7	53	-	3	20	15
17	-	5	5	-	2	-	15	4	2	1	-	30
18	-	2	-	3	-	-	5	5	-	-	2	29
19	-	-	-	12	10	-	21	3	-	-	10	27
20	-	-	-	7	15	-	8	-	-	-	3	2
21	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	18	-
22	65	-	3	-	40	-	-	-	-	37	7	15
23	12	2	4	2	56	-	-	-	-	-	5	3
24	5	4	12	4	-	-	18	2	-	-	-	9
25	-	1	-	15	2	4	28	4	-	6	-	-
26	-	-	-	2	5	2	5	-	-	10	-	-
27	-	-	-	-	1	-	2	-	-	2	-	-
28	3	-	-	16	-	-	-	-	-	12	-	-
29	6	-	-	20	-	-	-	-	-	6	1	4
30	-	-	1	49	-	3	-	2	-	-	4	7
31	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	5
Jumlah (mm)	171	90	114	270	349	291	254	180	21	185	98	218
Jml hari hujan(hari)	12	12	9	21	18	16	20	15	8	13	12	20
Rata-rata (mm)	14	8	13	13	19	18	13	12	3	14	8	11
Max (mm)	65	25	50	49	56	54	31	56	5	86	20	30

Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2014

DAS : S. Mata Allo
 Wilayah Sungai : Sadang
 Lokasi Pos : Salubarani
 Data Geografis : 03°16'54.3"LS 119°50'56.5"BT
 Kab./Kecamatan : Enrekang/Alla

Tahun Pendirian : 1 Mei 1998
 Elevasi Pos : + 830 m dpal
 Dibangun Oleh : DPUP
 Propinsi : Sulawesi Selatan
 Pelaksana : Unit Hidrologi dan Kualitas Air
 BBWS Pompengan Jeneberang

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	9	-	-	14	5	-	0	1	-	-	-	-
2	12	-	52	5	-	-	11	-	-	-	-	2
3	-	-	1	-	14	1	14	3	-	-	-	-
4	17	-	3	-	-	24	-	10	-	-	-	6
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
6	59	-	-	51	-	3	-	-	-	-	5	-
7	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	7	2
8	-	-	-	60	-	-	-	4	-	-	3	4
9	37	3	-	1	-	8	-	3	-	-	49	13
10	75	17	-	-	-	5	-	33	-	-	-	2
11	5	-	-	-	-	-	42	-	-	-	4	6
12	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	2
13	-	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-
14	3	-	1	1	-	-	-	-	-	3	-	-
15	2	-	8	-	2	42	-	-	-	-	-	1
16	-	1	1	-	22	-	-	-	-	11	28	7
17	-	-	14	-	-	-	2	-	-	-	2	-
18	-	-	-	3	5	3	-	-	2	-	-	-
19	-	-	-	15	13	92	-	-	-	-	-	39
20	-	-	4	-	-	3	-	12	-	-	-	-
21	-	-	59	-	-	-	12	23	-	-	15	9
22	-	-	4	-	-	12	-	7	-	-	42	15
23	-	-	-	-	-	18	-	17	-	4	2	14
24	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	12
25	-	-	-	1	-	13	-	-	-	21	-	43
26	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	12	4
27	-	4	-	-	2	23	-	-	-	-	2	11
28	-	1	17	-	-	0	-	-	-	-	-	-
29	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	17
31	-	-	7	-	16	-	-	-	-	-	-	9
Jumlah (mm)	219	28	180	164	119	247	81	113	2	39	176	257
Jml hari hujan(hari)	9	6	15	12	10	14	6	10	1	4	13	21
Rata-rata (mm)	24	5	12	14	12	18	14	11	2	10	14	12
Max (mm)	75	17	59	60	22	92	42	33	2	21	49	43

Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2015

DAS : S. Mata Allo
 Wilayah Sungai : Sadang
 Lokasi Pos : Salubarani
 Data Geografis : 03°16'54.3"LS 119°50'56,5"BT
 Kab./Kecamatan : Enrekang/Alla

Tahun Pendirian : 1 Mei 1998
 Elevasi Pos : + 830 m dpal
 Dibangun Oleh : DPUP
 Propinsi : Sulawesi Selatan
 Pelaksana : Unit Hidrologi dan Kualiatas Air
 BBWS Pompengan Jeneberang

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	1	-
2	3	-	-	7	-	1	-	-	-	-	15	-
3	-	-	-	24	5	5	-	-	-	-	15	31
4	-	17	-	3	-	13	-	-	5	-	-	24
5	-	49	-	-	2	22	-	-	-	-	9	-
6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	9	13
7	-	5	-	35	7	-	-	-	-	-	-	2
8	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
9	-	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	18
10	-	-	-	-	11	3	-	-	-	-	-	-
11	-	17	-	-	-	24	-	-	-	-	31	-
12	-	22	-	-	-	-	-	-	-	22	2	-
13	-	26	-	-	11	-	-	2	-	-	-	-
14	-	8	-	36	24	4	-	-	-	-	-	-
15	-	7	-	30	13	-	-	-	-	-	-	2
16	-	34	25	-	7	-	-	-	-	-	9	8
17	-	2	-	-	-	11	-	-	-	-	18	6
18	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
19	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
20	9	-	-	11	-	2	-	-	-	-	-	5
21	6	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	7
22	5	11	10	11	-	14	-	-	-	-	-	-
23	-	-	24	-	-	2	-	-	-	-	-	12
24	-	13	14	8	-	33	-	-	-	-	-	6
25	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	6
26	-	-	19	-	-	47	-	-	2	-	-	37
27	-	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
28	-	42	-	5	-	-	-	-	-	4	-	-
29	5	-	4	-	-	-	-	28	-	5	-	14
30	-	-	3	-	15	-	-	-	-	-	-	3
31	36	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	29
Jumlah (mm)	64	282	127	172	96	188	-	30	7	31	111	243
Jml hari hujan(hari)	6	18	11	11	10	15	-	2	2	3	10	20
Rata-rata (mm)	11	16	12	16	10	13	-	15	4	10	11	12
Max (mm)	36	49	25	36	24	47	-	28	5	22	31	37

Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2016

DAS : S. Mata Allo
 Wilayah Sungai : Sadang
 Lokasi Pos : Salubarani
 Data Geografis : 03°16'54.3"LS 119°50'56,5"BT
 Kab./Kecamatan : Enrekang/Alla, Desa Pana

Tahun Pendirian : 1 Mei 1998
 Elevasi Pos : + 830 m dpal
 Dibangun Oleh : DPUP
 Propinsi : Sulawesi Selatan
 Pelaksana : Unit Hidrologi dan
 Kualitas AirBBWS
 Pompengan Jeneberang

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	1	10	-	2	-	10	3	-	-	3	1	5
2	3	-	20	12	-	10	4	7	-	-	-	7
3	2	-	-	5	-	14	7	4	6	6	-	12
4	-	-	1	7	12	2	-	9	-	-	-	-
5	8	2	8	-	-	11	-	40	2	8	-	-
6	-	14	5	-	-	-	-	-	-	4	10	-
7	-	12	1	-	-	13	-	-	-	5	16	-
8	-	7	-	-	-	1	-	-	-	55	20	-
9	2	-	-	4	4	7	-	-	-	24	-	-
10	-	-	-	5	7	2	-	-	-	12	-	3
11	-	2	-	23	5	8	-	-	-	9	7	10
12	36	42	-	-	13	-	25	-	-	2	2	32
13	-	-	15	4	-	-	14	-	6	27	-	-
14	-	-	-	-	-	-	1	6	10	2	-	-
15	4	-	7	62	-	28	-	8	42	2	-	-
16	-	-	13	8	5	-	3	11	-	-	36	-
17	1	5	38	13	8	-	-	48	-	-	-	-
18	-	-	-	-	28	-	-	-	-	4	-	-
19	-	6	-	22	-	15	-	-	-	5	2	-
20	5	9	-	3	-	4	-	-	-	2	7	-
21	7	7	5	5	7	1	-	-	-	35	26	-
22	54	16	-	28	5	-	-	-	9	26	15	-
23	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	-
24	13	-	-	24	-	18	-	-	6	-	4	-
25	-	5	-	-	-	14	-	22	16	-	-	-
26	-	-	16	16	-	8	59	18	-	1	-	-
27	1	-	6	-	40	69	-	-	3	30	-	-
28	-	-	9	3	5	50	-	-	29	4	-	-
29	-	70	17	2	-	22	-	-	2	49	-	12
30	2	-	45	5	10	-	-	-	6	7	-	1
31	1	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah (mm)	144	137	224	253	149	307	116	173	141	322	148	82
Jml hari hujan(hari)	16	13	16	20	13	20	8	10	13	23	13	8
Rata-rata (mm)	9	11	14	13	11	15	15	17	11	14	11	10
Max (mm)	54	70	45	62	40	69	59	48	42	55	36	32

Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2017

DAS : S. Mata Allo
 Wilayah Sungai : Sadang
 Lokasi Pos : Salubarani
 Data Geografis : 03°16'54.3"LS 119°50'56,5"BT
 Kab./Kecamatan : Enrekang/Alla, Desa Pana

Tahun Pendirian : 1 Mei 1998
 Elevasi Pos : + 830 m dpal
 Dibangun Oleh : DPUP
 Propinsi : Sulawesi Selatan
 Pelaksana : Unit Hidrologi dan
 Kualiatas AirBBWS
 Pompengan Jeneberang

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	-	2	1	1	5	22	24	1	-	-	3	-
2	-	5	7	-	-	13	21	3	-	45	-	-
3	-	-	16	5	-	8	-	-	-	14	-	-
4	-	-	12	7	-	28	-	-	-	-	4	-
5	-	-	39	-	33	5	10	-	-	2	-	8
6	-	11	-	-	-	22	7	1	-	-	-	-
7	-	7	-	-	22	13	1	-	-	-	-	-
8	-	2	5	-	4	55	61	-	-	-	15	-
9	-	-	12	4	-	-	-	-	-	8	-	-
10	-	-	-	1	-	-	4	18	-	11	-	-
11	-	-	-	-	1	-	3	14	-	10	-	4
12	-	1	20	-	8	7	-	-	-	-	54	-
13	-	7	2	-	-	22	-	-	-	-	18	3
14	-	5	-	16	-	12	-	-	11	-	7	2
15	22	15	40	9	-	8	-	-	-	-	3	-
16	7	10	7	7	-	19	-	-	-	11	-	-
17	-	20	-	12	-	7	3	-	-	4	-	-
18	-	-	4	7	5	-	5	29	-	2	5	-
19	-	-	9	3	2	-	-	51	-	-	11	1
20	12	5	47	9	-	5	-	7	-	-	9	12
21	8	12	-	12	-	21	1	2	-	-	-	-
22	52	43	12	2	32	24	-	-	-	-	-	-
23	-	-	4	-	36	7	-	-	-	-	24	-
24	-	-	1	-	8	-	2	-	-	32	26	8
25	-	-	30	-	2	-	6	-	45	14	4	-
26	30	-	17	59	14	3	-	-	16	5	73	7
27	10	20	13	-	10	17	4	-	-	2	28	25
28	6	-	-	-	12	5	-	15	-	-	7	7
29	8	-	-	-	29	2	-	4	-	-	-	22
30	-	-	2	11	17	14	-	-	26	-	-	-
31	-	-	1	-	28	-	-	-	-	1	-	-
Jumlah (mm)	155	165	301	165	268	339	152	145	98	161	291	99
Jml hari hujan(hari)	9	15	22	16	18	23	14	11	4	14	16	11
Rata-rata (mm)	17	11	14	10	15	15	11	13	25	12	18	9
Max (mm)	52	43	47	59	36	55	61	51	45	45	73	25

Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2018

DAS : S. Mata Allo
 Wilayah Sungai : Sadang
 Lokasi Pos : Salubarani
 Data Geografis : 03°16'54.3"LS
 Desa/Kec/Kab. : Desa Pana Kec.

119°50'56.5"BT
 Alla Kab .Enrekang

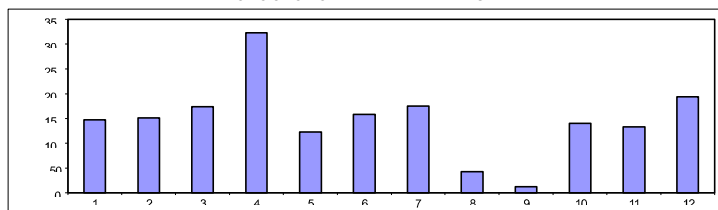
Tahun Pendirian : 1 Mei 1998
 Elevasi Pos : + 830 m dpal
 Dibangun Oleh : DPUP
 Propinsi : Sulawesi Selatan
 Pelaksana : Unit Hidrologi dan Kualiatas Air
 BBWS Pompengan Jeneberang

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	0	0	4	1	0	0	2	0	-	0	0	12
2	9	0	0	0	0	2	19	0	-	1	0	2
3	13	2	85	0	0	27	16	0	0	0	0	3
4	15	0	8	15	0	0	43	0	3	0	0	0
5	9	0	4	69	0	4	3	0	4	0	2	0
6	24	16	5	30	0	0	0	0	4	0	15	2
7	17	0	4	34	5	1	0	0	0	0	0	3
8	45	0	0	0	1	0	0	0	0	0	45	34
9	5	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
10	0	3	2	0	8	0	0	1	0	2,5	0	0
11	1	7	2	9	11	12	8	1	0	3	2	5
12	0	0	7	0	3	4	6	0	0	76	0	4
13	0	4	9	0	1	3	0	0	0	15	0	7
14	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	6	0
15	0	0	0	14	1	13	0	0	0	0	0	24
16	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	4	11
17	4	0	17	4	2	0	0	0	0	3	1	37
18	3	0	0	16	9	0	0	0	0	0	0	33
19	0	0	0	78	3	0	0	0	0	2	0	0
20	0	49	0	17	0	8	0	0	0	21	0	0
21	0	6	0	1	3	19	3	0	0	0	0	5
22	0	12	3	9	0	8	0	0	0	0	0	1
23	0	1	1	11	0	19	64	0	1	0	0	0
24	0	5	9	10	6	2	2	7	1	0	0	2
25	0	0	7	2	8	17	2	0	0	0	22	0
26	0	0	0	3	0	6	3	2	0	0	5	7
27	0	12	0	0	33	9	4	5	0	0	9	1
28	0	34	0	0	4	1	0	13	0	0	1	0
29	0		0	0	0	3	0	0	0	0	13	1
30	0		0	0	0	0	0	8	0	0	8	0
31	0		0		2		0	0		17		0
Jumlah (mm)	147	151	174	323	123	158	175	43	13	140,5	133	194
Jml hari hujan(hari)	31	28	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31
Rata-rata (mm)	5	5	6	11	4	5	6	1	0	5	4	6
Max (mm)	45	49	85	78	33	27	64	13	4	76	45	37

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2018

STASIUN SALUBARANI KAB. ENREKANG



Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2019

DAS : S. Mata Allo

Tahun Pendirian : 1 Mei 1998

Wilayah Sungai : Sadang

Elevasi Pos : + 830 m dpal

Lokasi Pos : Salubarani

Dibangun Oleh : DPUP

Data Geografis : 03°16'54.3"LS 119°50'56,5"BT

Propinsi : Sulawesi Selatan

Desa/Kec/Kab. : Desa Pana Kec. Alla Kab .Enrekang

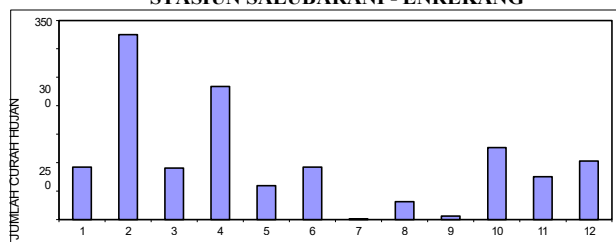
Pelaksana : Unit Hidrologi dan Kualiatas Air

BBWS Pompengan Jeneberang

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	1	8	-	2,5	-	1	-	-	-	2	-	-
2	-	8,8	-	0,2	-	7	-	1,5	1,5	-	0,8	1
3	3	4,5	-	1,3	-	-	-	-	-	15,5	-	6,5
4	31	16	16	3,7	-	-	-	-	-	0,2	-	-
5	1	100,5	1	-	-	-	-	-	-	33,5	-	-
6	-	20	13	-	-	-	-	-	-	0,5	8	-
7	-	35,5	5,2	-	-	9,2	-	-	-	1	-	13,5
8	1	-	0,3	-	-	16	-	-	-	1	-	-
9	7	14,5	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	0,7
10	0,3	7,6	-	-	-	-	-	-	-	29	-	7
11	-	9,4	-	2,4	14,5	2	-	-	-	-	4,5	29
12	-	12	21,5	-	-	26,5	1	-	-	-	-	0,3
13	-	10,5	0,5	4,7	4,5	-	-	-	-	4,5	-	11
14	4	-	2,5	4	-	0,8	-	-	-	1	-	3,7
15	3,4	6,6	-	1	-	-	-	-	-	25,5	-	-
16	0,8	8,6	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	2
17	-	7,5	-	16	-	18,6	-	1,7	-	-	-	5,5
18	24,4	-	-	29,5	5	3	-	4	-	-	-	-
19	15	-	1,5	-	-	2,5	-	14	-	-	-	-
20	-	2,6	-	52	14	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	1,5	2,5	-	-	-	-	1,6	-	33,7	8,5
22	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	16,5	1
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	43,6	6,7	29,5	12,3	-	-	10	-	-	3	-
25	-	-	-	2	6	-	-	-	3	-	-	5
26	-	-	8	1,6	-	-	-	-	-	1	-	4
27	-	-	0,3	8	-	-	-	-	-	-	-	1
28	-	9	-	38,2	-	-	-	-	-	-	8	-
29	-	-	9,2	32,5	-	-	-	-	-	-	-	1
30	-	-	3,5	0,2	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6
31	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	12	-	1
Jumlah (mm)	91,9	325,2	90,7	233,5	59,8	91,9	1	31,2	6,1	126,7	75	102,3
Jml hari hujan(hari)	12	18	15	21	7	11	1	5	3	13	8	19
Rata-rata (mm)	8	18	6	11	9	8	1	6	2	10	9	5
Max (mm)	31	100,5	21,5	52	14,5	26,5	1	14	3	33,5	33,7	29

**CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2019
STASIUN SALUBARANI - ENREKANG**



Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2020

DAS : S. Mata Allo

Tahun Pendirian : 1 Mei 1998

Wilayah Sungai : Sadang

Elevasi Pos : + 830 m dpal

Lokasi Pos : Salubarani

Dibangun Oleh : DPUP

Data Geografis : 03°16'54.3"LS 119°50'56.5"BT

Propinsi : Sulawesi Selatan

Desa/Kec/Kab. : Desa Pana Kec. Alla Kab .Enrekang

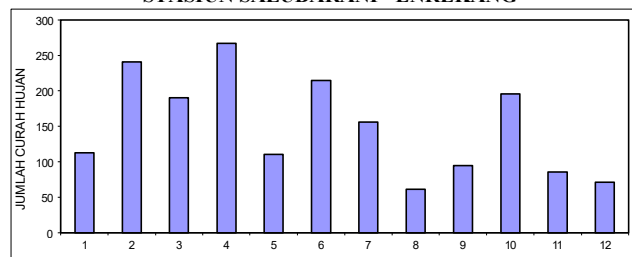
Pelaksana : Unit Hidrologi dan Kualiatas Air

BBWS Pompengan Jeneberang

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	1,5	1,0	9,0	-	2,5	-	4,0	-	1,0	-	-	-
2	-	15,5	17,0	-	11,3	5,5	0,5	-	2,3	-	-	-
3	2,5	0,3	0,5	37,6	0,5	-	4,0	11,5	5,2	-	-	3,5
4	2,0	1,5	0,5	18,7	2,7	-	6,0	44,0	2,0	-	2,5	0,0
5	-	0,7	4,7	-	-	0,5	6,0	-	-	-	7,0	0,2
6	10,0	0,8	0,5	-	-	17,7	18,0	-	-	4,0	4,3	-
7	5,0	23,7	-	-	3,0	7,0	2,5	0,6	9,0	42,5	-	-
8	0,5	2,2	-	3,3	-	28,0	1,0	0,5	-	1,0	-	-
9	-	16,5	-	-	4,5	0,2	18,0	-	-	7,8	-	0,7
10	6,0	-	-	12,0	1,0	7,7	-	-	-	20,0	-	0,5
11	2,2	-	5,3	9,5	-	-	6,4	-	4,5	-	-	1,9
12	5,6	-	0,8	1,0	-	3,0	38,5	-	-	-	-	2,1
13	-	-	-	41,0	-	3,5	20,5	-	11,0	-	-	-
14	-	-	4,5	2,3	2,5	33,5	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	1,0	-	7,0	2,6	-	-	22,0	19,5	-
16	2,2	1,6	2,0	-	-	5,7	10,0	-	-	7,0	-	-
17	5,2	81,0	-	-	-	34,5	-	-	-	45,0	-	-
18	1,0	3,0	8,5	-	24,5	1,0	18,0	-	2,5	7,5	3,0	7,5
19	14,5	2,0	13,0	21,0	-	3,3	-	-	-	2,0	-	-
20	0,5	62,0	14,3	32,0	-	1,0	-	-	-	-	7,0	-
21	-	15,0	27,4	-	27,0	3,0	-	-	-	-	4,8	-
22	2,5	-	55,0	11,8	0,3	-	-	-	-	-	2,0	-
23	8,0	1,5	-	24,0	0,0	-	-	-	4,0	0,5	-	2,0
24	26,2	4,5	-	7,5	6,7	-	-	-	-	-	1,5	16,0
25	7,0	5,0	-	17,5	11,0	41,2	-	-	1,0	-	19,5	0,4
26	3,0	3,5	-	25,0	-	1,5	-	-	43,4	13,0	14,5	0,2
27	-	-	4,0	-	3,0	-	-	-	4,0	16,0	0,5	-
28	-	-	4,0	2,0	6,0	4,0	-	-	-	-	-	0,2
29	-	-	16,0	-	4,0	-	-	-	-	3,3	-	0,3
30	-	-	1,5	-	-	6,0	-	-	5,0	4,0	-	3,0
31	7,5	-	2,0	-	-	-	-	5,0	-	-	-	33,0
Jumlah (mm)	112,9	241,3	190,5	267,2	110,5	214,8	156	61,6	94,9	195,6	86,1	71,5
Jml hari hujan(hari)	20	19	20	17	17	21	15	5	13	15	12	16
Rata-rata (mm)	6	13	10	16	7	10	10	12	7	13	7	4
Max (mm)	26,2	81	55	41	27	41,2	38,5	44	43,4	45	19,5	33

**CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2020
STASIUN SALUBARANI - ENREKANG**



Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

Nama Pos : Pos hujan Salubarani

No. 04-093-00-01

Tahun 2021

DAS : S. Mata Allo

Tahun Pendirian : 1 Mei 1998

Wilayah Sungai : Sadang

Elevasi Pos : + 830 m dpl

Lokasi Pos : Salubarani

Dibangun Oleh : DPUP

Data Geografis : 03°16'54.3"LS 119°50'56,5"BT

Propinsi : Sulawesi Selatan

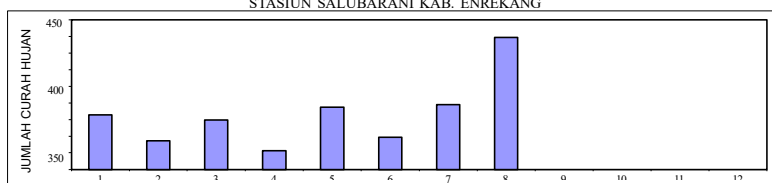
Desa/Kec/Kab. : Desa Pana Kec. Alla Kab .Enrekang

Pelaksana : Unit Hidrologi dan Kualiatas Air
BBWS Pompengan Jeneberang

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	1	-	2,2	1	-	-	0,5	4	-	-	-	-
2	26	-	10	-	-	-	21,6	51	-	-	-	-
3	5,4	1,2	12	-	-	-	-	38,7	-	-	-	-
4	10,5	-	-	-	-	-	42	-	-	-	-	-
5	8,5	10	3	2,5	8	-	3	40	-	-	-	-
6	-	0,2	4	-	22	-	1	8	-	-	-	-
7	14,5	-	0,2	19,5	30,5	5,5	10,5	11	-	-	-	-
8	-	-	10	1	-	-	8	6,5	-	-	-	-
9	2,5	-	7,5	-	1,5	-	2	-	-	-	-	-
10	0,5	-	1,5	-	22	0,3	-	10,7	-	-	-	-
11	0,5	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-
12	3	-	2	-	-	1	-	1	-	-	-	-
13	5	1	-	-	-	3	2	2,5	-	-	-	-
14	2	6	1,5	-	10,5	16	10	-	-	-	-	-
15	26	3,5	3	-	35	0,2	1	-	-	-	-	-
16	2	0,5	1	-	1	36	31,5	-	-	-	-	-
17	-	-	5,5	20	35,1	-	1	21	-	-	-	-
18	1,7	1,5	24,4	7	-	3	-	-	-	-	-	-
19	0,5	20	33,5	-	-	-	-	21	-	-	-	-
20	1,5	-	5,5	-	0,5	7	4	24	-	-	-	-
21	-	0,8	-	-	-	0,2	1	42	-	-	-	-
22	7	29	1,5	-	1,8	0,1	10	-	-	-	-	-
23	0,5	10	1	-	1	-	39	4,3	-	-	-	-
24	6,5	-	0,5	-	17	1	-	9,5	-	-	-	-
25	4,8	-	5,5	-	-	4	-	4,5	-	-	-	-
26	-	-	2	-	1,5	2,7	-	30,5	-	-	-	-
27	-	-	2,5	3	-	8,5	-	20	-	-	-	-
28	29,5	3	8	2,5	-	0,7	-	8	-	-	-	-
29	4,5	-	-	-	-	5,5	-	26	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	1	4,5	7	-	-	-	-
31	-	-	1,5	-	-	-	-	5,5	-	-	-	-
Jumlah (mm)	163,9	86,7	149,3	56,5	187,4	96,7	194,6	396,7	-	-	-	-
Jml hari hujan(hari)	23	13	25	8	14	19	19	23	-	-	-	-
Rata-rata (mm)	7	7	6	7	13	5	10	17	-	-	-	-
Max (mm)	29,5	29	33,5	20	35,1	36	42	51	-	-	-	-

**CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2021
STASIUN SALUBARANI KAB. ENREKANG**



Keterangan : "-" Tidak ada data

DATA HUJAN HARIAN

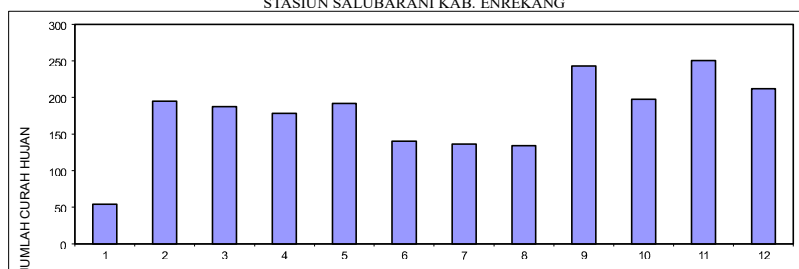
Nama Pos : Pos hujan Salubarani	No. 04-093-00-01	Tahun 2022
DAS : S. Mata Allo	Tahun Pendirian : 1 Mei 1998	
Wilayah Sungai : Sadang	Elevasi Pos : + 830 m dpal	
Lokasi Pos : Salubarani	Dibangun Oleh : DPUP	
Data Geografis : 03°16'54.3"LS 119°50'56.5"BT	Propinsi : Sulawesi Selatan	
Desa/Kec/Kab. : Desa Pana Kec. Alla Kab. Enrekang	Pelaksana : Unit Hidrologi dan Kualiatas Air	
	BBWS Pompengan Jeneberang	

Tabel Hujan Harian (mm)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	23	1,2
2	1	0,5	-	-	1,5	0,5	7	-	-	-	-	4,5
3	13	2,5	-	12,5	0,5	3	11,5	0,5	3	4	0,5	9
4	20,5	-	1	-	-	0,5	7,5	-	29	-	10,7	26
5	4,5	1	-	1	-	4	2	-	93	-	34	38,5
6	-	12	5,5	-	0,4	13,5	-	3	1	1,5	20,3	-
7	-	7	8	-	0,6	23,5	-	-	-	2,8	11	4
8	-	0,5	1,5	-	2,2	2,5	2,6	-	0,5	10,2	11	-
9	-	-	-	-	32	24,5	10	7	60	11,2	7	38,5
10	2	5	3	-	21,5	-	0,9	33	-	17,6	17,5	9
11	4	9	3,2	-	13,5	0,5	2	13,3	-	6,5	12	6
12	-	10	6,5	-	-	1,5	6,3	23	-	-	-	4
13	-	30	4	-	-	-	8	4,5	-	22,5	6,5	4,5
14	-	36	50	-	1,5	1,2	6,5	1,1	7	12,6	-	3
15	5	18	2	1,5	-	8,5	2	-	-	1	3	4
16	0,2	16	5	51	-	3	-	-	-	19,5	16	14
17	-	35	-	2,5	9,5	7,5	47	-	6,5	11	-	12,5
18	-	5	34	0,5	52,5	0,5	1	1,4	-	14,5	23,6	1,5
19	4	-	12	13	1	4,5	-	-	2	12,3	-	5
20	-	2	2	6	-	-	-	-	1,5	24	3,5	-
21	-	2	45	2	5	0,5	10	-	13,5	2,3	17,2	-
22	-	0,5	5	1	2	1	2	5	11,5	20	1	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	7,7	14,5
24	-	-	-	17	4,2	1	-	6	-	-	-	5
25	-	-	-	1	20	14	2	11,4	-	-	-	4
26	-	-	-	5,5	12,5	16	-	-	-	-	6,5	1
27	-	-	-	28,5	-	0,9	5	4	-	3,3	3	-
28	-	2,5	-	27,5	-	-	-	4,5	-	0,5	15,5	-
29	-	-	-	4,5	11,5	2	-	8	14	-	-	1
30	-	-	-	-	-	5,5	3	8,5	-	-	-	1,5
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah (mm)	54,2	194,5	187,7	178	191,9	140,1	136,3	134,2	243	197,3	250,5	212,2
Jml hari hujan(hari)	9	19	16	17	18	24	19	16	14	19	21	23
Rata-rata (mm)	6	10	12	10	11	6	7	8	17	10	12	9
Max (mm)	20,5	36	50	51	52,5	24,5	47	33	93	24	34	38,5

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2022

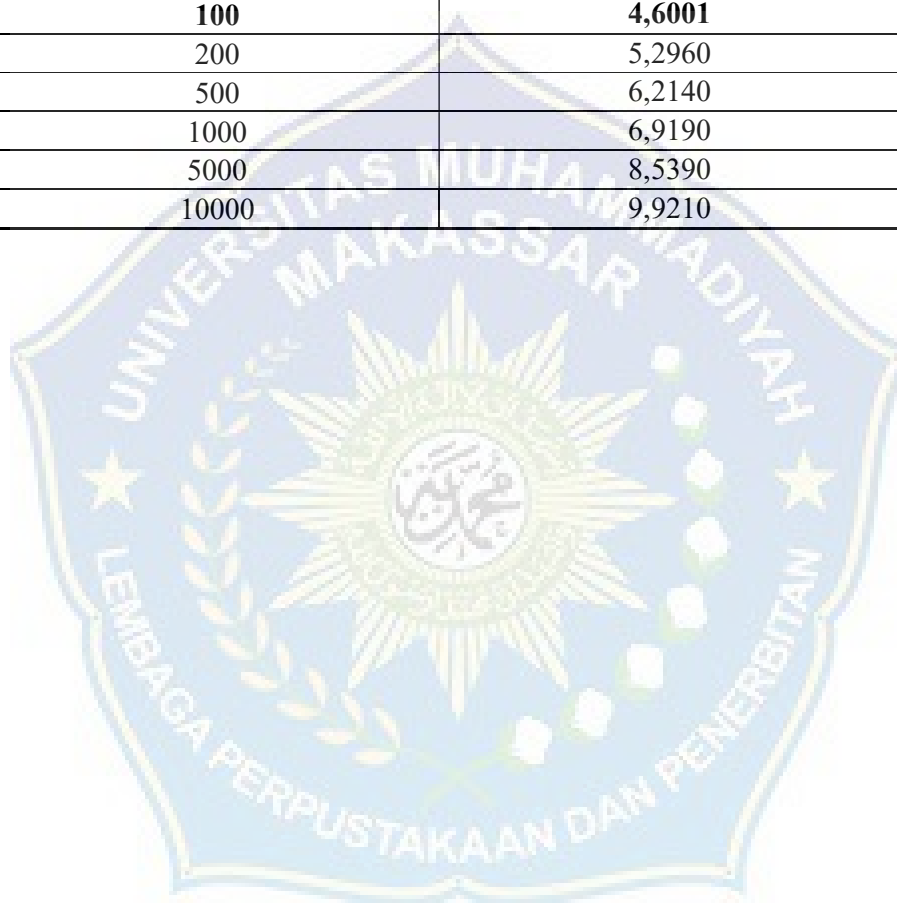
STASIUN SALUBARANI KAB. ENREKANG



Keterangan : "-" Tidak ada data

Tabel 1. Nilai Reduksi Variat (Yt)

Periode Ulang (Tahun)	Reduced Variate
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210



Gambar 2. Derajat Kepercayaan

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Tabel 2. Nilai D Kritis Uji Smirnov-Kolmogrov

N	Level of Significance (a)				
	20	15	10	5	1
1	0,9	0,925	0,95	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,829
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,734
5	0,446	0,474	0,51	0,563	0,669
6	0,41	0,436	0,47	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,4457	0,543
9	0,339	0,36	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,409	0,486
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,45
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,391
17	0,25	0,266	0,286	0,318	0,38
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,37
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,361
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,352
N > 50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,14}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA LAPANGAN





PENGAMBILAN SAMPEL TANAH



PENGAMBILAN SAMPEL TANAH



PENGUKURAN PINGGIRAN SUNGAI

DOKUMENTASI UJI LABORATORIUM DATA
TANAH





UJI ANALISIS SARING



PERCOBAAN KOMPAKSI



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat Kantor: Jl. Sultan Alauddin No.259 Makassar 90221 Tlp. (0411) 866972, 881593, Fax. (0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Sahril / Andi Muh. Risman
Nim : 105811120017 / 105811102619
Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	0 %	25 %
3	Bab 3	10 %	10 %
4	Bab 4	9 %	10 %
5	Bab 5	5 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperiunya.

Makassar, 07 September 2024
Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

Nuzuliatul Sum, M.I.P.
UPT PERPUS. 964 591

BAB I Sahril / Andi Muh.
Risman/ 105811120017
/105811102619

by Tahap Tutup



Submission date: 07-Sep-2024 07:00AM (UTC+0700)

Submission ID: 2446980865

File name: BAB_I_14.docx (35.58K)

Word count: 1003

Character count: 6564

BAB I Sahril / Andi Muh. Risman/ 105811120017
/105811102619

ORIGINALITY REPORT

10% SIMILARITY INDEX	10% INTERNET SOURCES	3% PUBLICATIONS	8% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repository.umsu.ac.id Internet Source		4%
2	pdffox.com Internet Source		3%
3	Submitted to Universitas Atma Jaya Yogyakarta Student Paper		2%
4	repository.unhas.ac.id Internet Source		2%

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches

BAB II Sahril / Andi Muh.
Risman/ 105811120017
/105811102619

by Tahap Tutup



Submission date: 07-Sep-2024 07:02AM (UTC+0700)

Submission ID: 2446981440

File name: BAB_II_14.docx (1.84M)

Word count: 5213

Character count: 33895

BAB II Sahril / Andi Muh. Risman/ 105811120017
/105811102619

ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX

0%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Exclude quotes

Exclude bibliography



BAB III Sahril / Andi Muh.
Risman/ 105811120017
/105811102619

by Tahap Tutup

Submission date: 07-Sep-2024 07:02AM (UTC+0700)

Submission ID: 2446981897

File name: BAB_III_16.docx (2.01M)

Word count: 661

Character count: 4292

BAB III Sahril / Andi Muh. Risman/ 105811120017
/105811102619

ORIGINALITY REPORT

10% SIMILARITY INDEX	10% INTERNET SOURCES	6% PUBLICATIONS	7% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source		5%
2	repository.usahidsolo.ac.id Internet Source		3%
3	repository.uinbanten.ac.id Internet Source		2%

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches



BAB IV Sahril / Andi Muh.
Risman/ 105811120017
/105811102619

by Tahap Tutup

Submission date: 07-Sep-2024 07:03AM (UTC+0700)

Submission ID: 2446982387

File name: BAB_IV_16.docx (821.11K)

Word count: 6954

Character count: 36252

BAB IV Sahril / Andi Muh. Risman/ 105811120017
/105811102619

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

1

123dok.com

Internet Source

4%

2

Submitted to Universiti Teknologi Petronas

Student Paper

3%

3

eprints.undip.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches



BAB V Sahril / Andi Muh.
Risman/ 105811120017
/105811102619

by Tahap Tutup



Submission date: 07-Sep-2024 07:04AM (UTC+0700)

Submission ID: 2446982779

File name: BAB_V_15.docx (22.42K)

Word count: 311

Character count: 1933

BAB V Sahril / Andi Muh. Risman/ 105811120017
/105811102619

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

digilib.uin-suka.ac.id

Internet Source

2%

2

zh.scribd.com

Internet Source

2%

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches

turnitin

LULUS

