

SKRIPSI

PERENCANAAN TEMBOK PENAHAN LONGSOR PADA TEBING
SUNGAI JENELATA DI HILIR JEMBATAN MONCONGLOE
KABUPATEN GOWA



HASRIANI
105 81 2570 15

WULAN NURMISBAH
105 81 2543 15

20/07/2020

1
2020
Wulan Nurmisbah

K/072/2020/2020
105
f

JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Siliwangi Makassar No. 255 Telp. (0411) 856 972 Fax (0411) 855 500 Makassar 90223

Website : www.umh.ac.id e-mail : umh@umh.ac.idWebsite : <http://www.fakultas.teknik.umh.ac.id>وَسُبْحَانَكَ اللَّهُمَّ رَبَّ السَّمَاوَاتِ السَّبْعِ
وَرَبَّ الْعَرْشِ الْكَرِيِّمِ

PENGESAHAN

ini atas nama Hasnani dengan nomor induk mahasiswa 105 81 2570 15 dan Wulan Nurshah dengan nomor induk mahasiswa 105 81 2543 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Salinan Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor 006/SH-K-Y/22701/091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengelasan Jurusan Teknik Sipl Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 29 Januari 2020.

Makassar, 23 Jumadil Akhir 1441 H
15 Februari 2020 M

Panitia Ujian :

Ketua Umum :

Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Raufan Fajrin, SE., MM

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Aliwan, ST., MT

Ketua :

Prof. Dr. Ir. H. Riwal K, MT

Sekretaris : Faisiah Umar, Sp. MT

Anggota 1: Dr. Ir. H. Abd. Rahim Nasir, Sp. MT., IPM

2: Dr. Ir. Nenny T. Karim, ST., MT., IPM

3: Ir. Riwal K, MT

Mengetahui :

Pembimbing I :

Pembimbing II :

Ir. H. Muhammad Idrus Ompo, Sp., PSDA

Dr. Moh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

Dengan

I. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

NBM : 855 500



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 865 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.umh.ac.id e-mail : umh@umh.ac.id

Website : <https://teknikuonlaimu.umh.ac.id/>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Gas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengantar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Judul Skripsi : **PERENCANAAN TEMBOK PENAHAN LONGSOR PADA TEBING SUNGAI JENELATA DI HILIR JEMBATAN MUNCONGLOE KABUPATEN GOWA**

Nama : **HASRIANI
WULAN NUR MISBAH**

Nombor : **105 81 2570 15
105 81 2543 15**

Makassar, 29 Februari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. H. Muhammad Idrus Ompo, Sp. PSDA

Dr. Mardiana Tumis Ail, ST., MT., IPM

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Anji Makbul Syamsuri, ST., MT

NBM : 1163 084

PERENCANAAN TEMBOK PENAHAN LONGSOR PADA TEBING SUNGAI JENELATA DI HILIR JEMBATAN MONCONGLOE KABUPATEN GOWA

(Hartono¹, Wulan Nur Mirah²)

Mahasiswa Program Studi Teknik Pengaliran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Email: hartono123@gmail.com, wulanmirah@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Jenelata merupakan salah satu anak sungai Jeneberang yang berada di Kecamatan Pencongloe Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai ini berada di wilayah Desa Moncongloe Kecamatan Marau. Sungai Jenelata terletak 3°17'24,02" LS dan 109°36' - 110°24'40,75"BT, dengan panjang sekitar 40 kilometer. Bantaran yang terdapat di sepanjang sungai merupakan bantaran sungai yang mengakibatkan terjadinya suatu konstruksi bangunan apil yaitu berdiri diatas tanah berbatu yang akan menyebabkan dan masalah ketika dari kesetaraan struktur di atasnya. Tanah memiliki karakteristik dan sifat-sifat yang berbeda dari satu lokasi dengan lokasi lainnya sehingga diperlukan pengamatan dan perlakuan khusus dalam mengatasi permasalahan yang muncul yaitu dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan apil. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dimensi tembok penahan tanah pada Sungai Jenelata dan menganalisis perhitungan stabilitas lerembek penahan tanah pada Sungai Jenelata. Analisa yang dilakukan meliputi analisa curah hujan rencana, debit banjir rencana, profil muka air banjir, desain ukuran dinding penahan tanah dan stabilitas dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah yang digunakan yaitu dinding penahan tanah type kantilever dengan dimensi dengan tinggi 7m, lebar bawah 4,5m dan lebar atas 0,5m. Berdasarkan hasil analisis untuk muka air normal dan muka air banjir dengan gempa dan tanpa gempa menunjukkan bahwa struktur desain dinding penahan tanah aman terhadap gaya giling dan gaya geser. Pelebaran bangunan dinding penahan tanah sepanjang 50m.

Kata kunci: banjir, perkuatan tebing, dinding penahan tanah

ABSTRACT

Jendata River is one of the Jenebarang tributaries located in Parangloe District, Gowa Regency, South Sulawesi Province. This river is in the area of Mawongle Village, Mantuju District. Geographically it is located $3^{\circ}17'24.02''$ LS and $119^{\circ}36' - 119^{\circ}34' 46.75''$ EE, with a river length of 40 kilometers. A lot happened in various rivers regarding river-bank damage which caused landslides, a construction of civil buildings always starting on a slope that would receive and hold the burden of the entire structure above it. Each has different characteristics and characteristics from one location to others then the special care and treatment is needed in overcoming problems that might occur in the planning of a civil construction. The purpose of this study was to analyze the dimensions of the retaining wall on the Jendata River and analyze the stability calculation of the retaining wall on the Jendata River. The analysis carried out includes analysis of planned rainfall, planned flow discharge, flood water profile, design of the retaining wall size and analysis of the retaining wall. The retaining wall based is cantilever type retaining wall with dimensions with height 5m, bottom $6.2m \times 5m$ and width top 0.5m. Based on the results of the analysis for normal water levels and flood waters with earthquake and wind of earthquake analysis that the structure of the retaining wall design is safe against sliding forces and shear forces. Laying of retaining wall building along that.

Keywords: flooding, cliff reinforcement, ground retaining wall.

5. Bapak dan Ibu Dosen serta para Staf Administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengajaran Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
6. Saudara-saudari kami di Fakultas Teknik khususnya Angkatan REAKSI 2015, sahabat sepanjang masa.
7. Ayah dan Ibu yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan kasih sayang dan doa-doa kalian secara moral maupun material.

Serie semua pihak yang telah membantu kami. Selama ini masih banyak terharunya kami tak luput dari ke-salahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan ini.

"Bilahi Fii Sabili Hak Garamqul Kullum"

Makassar, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Sungai	5
B. Hidrologi	7
C. Hidrolika	16
D. Tanah	19
E. Termbok Penahan	28
F. Gaya Gempa	34

BAB III METODE PENELITIAN	36
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	36
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	37
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	38
D. Prosedur Penelitian.....	38
E. Flow Chart/Bagan Alir.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
A. Analisis Hasil Uji.....	42
B. Analisis Hipotesis.....	63
C. Analisis Terhadap Kesimpulan.....	77
BAB V PENUTUP	105
A. KESIMPULAN.....	105
B. SARAN.....	106
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1.1. Kondisi Tebing Sungai Jenelata	2
2.1. Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam	25
2.2. Distribusi Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam	25
2.3. Keruntuhan Terhadap Bahaya DSS	28
2.4. Keruntuhan akibat banjir genangi	31
2.5. Koefisien zona gempa di Indonesia	33
3.1. Lokasi Penelitian	36
3.2. Bagan Alir Penelitian	41
4.1. Grafik Hidrograf Rancangan HSS Nakayasu	51
4.2. Grafik Rekapitulasi Hidrograf Banjir Metode HSS	56
4.3. Sketsa Penampang Sungai Jenelata STA 0 + 00	64
4.4. Sketsa Penampang Sungai Jenelata STA 0 + 25	66
4.5. Sketsa Penampang Sungai Jenelata STA 0 + 50	67
4.6. Sketsa Penampang Sungai Jenelata STA 0 + 00	68
4.7. Sketsa Penampang Sungai Jenelata STA 0 + 25	70
4.8. Sketsa Penampang Sungai Jenelata STA 0 + 50	72
4.9. Sketsa Penampang Sungai Jenelata (Debit kala ulang 2 tahun)	75
4.10. Profil Muka Air Sungai Jenelata Pada Q_2 , Q_3 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} dan Q_{100}	
4.11. Perencanaan Tembok Perahan	78
4.12. Tekanan Tanah Aktif Mula Air Banjir	81

4.13	Tekanan Tanah Pasif Muka Air Banjir.....	83
4.14	Gaya Uplift Muka Air Banjir.....	85
4.15	Berut sendiri komaksi.....	86
4.16	Tekanan Tanah Aktif Muka Air Normal.....	94
4.17	Tekanan Tanah Pasif Muka Air Normal.....	95
4.18	Gaya Uplift Muka Air Banjir.....	96



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
2.1 Reduce Variatasef.....	11
2.2 Reduced Mean.....	11
2.3 Reduce Standard deviation.....	12
2.4 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III.....	13
2.5 Harga Kritis Uji Keseluruhan Sampel Homogenitas.....	14
2.6 Nilai-Nilai Faktor Keseluruhan Dry & Dukung Tanah Tersebut.....	32
2.7 Keefektifan jenis tanah.....	33
2.8 Periode Ulang dan Percepatan Dasar Gempa.....	35
4.1 Pembagian Daerah Alat.....	42
4.2 Rekapitulasi Nilai, Maksimum, Harga Rata-Rata, Metode, Periode Tahun.....	43
4.3 Analisis Parameter Statistik Curah Hujan Maksimum Tahun Rata- Rata.....	45
4.4 Kesimpulan Pemilihan Jenis Metode.....	45
4.5 Analisis Curah Rencana dengan Metode Log Pearson Type III.....	47
4.6 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana untuk Periode Ulang Tahun (1) dengan Distribusi Log Pearson Type III.....	47
4.7 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Efektif.....	50
4.8 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayasu.....	51

4.9	Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik dengan Metode Nakayasu	53
4.10	Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu	55
4.11	Tabel Perhitungan Hasil Satuan Sintetik Snyder	59
4.12	Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Metode HSS Snyder	61
4.13	Tabel Kesimpulan	63
4.14	Hasil perhitungan dimensi Sungai Kencana	64
4.15	Hasil perhitungan tampungan Sungai Jendata Kondisi debit Normal (Q_n)	68
4.16	Hasil Perhitungan Tampungan Sungai Jendata Kondisi Debit Maksimum (Q_m)	74
4.17	Rekapitulasi Tinggi Air Sungai Jendata Pada Debit Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 , dan Q_m	76
4.18	Data Tanah	80
4.19	Perhitungan Momen	88
4.20	Perhitungan momen akibat gempa	87
4.21	Perhitungan Momen	100
4.22	Perhitungan momen akibat gempa	103



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- a_d = Percepatan Gempa Rencana (cm/det^2)
- a_r = Percepatan Kejut Dasar (cm/det^2) Untuk Jangka Periode Ulang
- B = Lebar Tembok Penahan (m)
- c = Kohesi Tanah (e)
- D_f = Kedalaman Pondasi (m)
- e = Angka pori
- E_a = Gaya Aktif/Tanah
- E_p = Gaya Pasif/Tanah
- G_s = Berat Spesifik Tanah
- g = Gravitasi Bumi ($9,81 \text{ m}/\text{det}^2$)
- H = Tinggi Tembok Penahan (m)
- H_e = Gaya yang di akibatkan oleh Gempa
- K_a = Koefisien Tanah Aktif
- K_p = Koefisien Tanah Pasif
- M_a = Momen aktif (kNm)
- M_p = Momen Pasif (kNm)
- P_a = Tekanan Aktif (kN)
- P_p = Tekanan Pasif (kN)
- SF = Safety Faktor
- q_u = Kapasitas Dukung Ultimate (ton/m^2)

- γ = Koefisien Jenis Tanah SG = Gaya Berat
- w = Kadat Air
- z = Faktor yang Bergantung Kepada Letak Geografis (Koefisien Zona)
- γ_s = Berat Volume Tanah Basah (kN/m^3)
- γ_d = Berat Volume Kering (kN/m^3)
- γ_w = Berat Volume Air (kN/m^3)
- γ = Berat Volume Tanah (kN/m^3)
- γ_{sat} = Berat Volume Tanah Jenuh (kN/m^3)
- ΣM = Momen Berat Bangunan (kN.m)
- ΣW = Berat Bangunan (kN)
- ϕ = Sudut Geser Tanah ($^\circ$)



DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Curah Hujan.....
2. Peta Topografi.....
3. Kota Tanah.....
4. Dokumentasi.....



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai Jenelani merupakan salah satu anak sungai Jeneberang yang berada di Kecamatan Parungloe Kabupaten Sowa-Purusa, Sulawesi Selatan. Sungai ini berada di wilayah Desa Marongga, Kecamatan Marone. Sungai jenelani terletak $5^{\circ}17'24,02''$ LS dan $119^{\circ}36' - 119^{\circ}34'46,75''$ BT, dengan panjang sungai 40 kilometer. Banyak yang sudah dibebanai rumah tinggal kemudian terjadi rusak yang mengakibatkan terdapatnya suatu konstruksi bangunan sipil seperti bendung, dam, tanah dasar yang akan menyempit dan memiring sedemikian sehingga menimbulkan bahaya dan atarnya. Tanah memiliki karakteristik dan sifat-sifat yang berbeda-beda, serta dan situ lokasi dengan lokasi lainnya. Sehingga diperlukan pengetahuan dan pertukaran khusus dalam masalah permasalahan yang mungkin terjadi dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan sipil.

Kondisi geologi, geomorfologi, hidrologi, dan kondisi tanah menjadi faktor utama dalam terjadinya keamanan suatu struktur bangunan. Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap struktur bangunan yang terletak di sekitar daerah lereng ataupun tanah dapat terganggu. Ekonomis saat ini sering dijumpai dalam perencanaan tata wilayah adalah penetapan kawasan permukiman atau pusat perkembangan justru di daerah-daerah rawan terhadap air sungai, terlebih lagi perkembangan tata wilayah juga sering tidak bias dikendalikan (Maryoto : 2002).

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan perencanaan tebing pada sungai, dengan menggunakan tembok penahan atau dinding penahan tanah agar kerusakan yang terjadi akibat pergerakan tanah pada tebing sungai dapat di minimalisir. Oleh karena itu kami mengangkat studi kasus tentang "Perencanaan Tembok Penahan Longsor pada Tebing Sungai Jenelata di Hulu Jembatan Klumpang Kecamatan Canna".



Gambar 1.1. Lokasi Penelitian di Sungai Jenelata

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut

1. Bagaimana dimensi dinding penahan tanah pada Sungai Jenelata ?
2. Bagaimana perhitungan stabilitas tembok penahan tanah pada Sungai Jenelata ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui dimensi tembok penahan tanah pada Sungai Jenelata.
2. Mengetahui perhitungan stabilitas tembok penahan tanah pada Sungai Jenelata.

D. Manfaat Penelitian :

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai konstruksi tembok penahan tanah pada Sungai Jenelata.
2. Diharapkan dapat bermanfaat dalam perencanaan.

E. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada analisis tembok penahan tanah pada sungai Jenelata.
2. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui batas pengambilan data pada desain tembok penahan pada sungai.
3. Rencana anggaran biaya tidak diperlihatkan.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini meliputi

Bab I Pendahuluan yang meliputi : latarbelakan, tujuan, masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, himpunan masalah, dan sistematika penulisan

Bab II Kajian Pustaka yang meliputi : literatur teoritis mengenai yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

Bab III Metode Penelitian yang meliputi : tentang metodologi penelitian mencakup lokasi penelitian, jenis penelitian dan sumber data, analisis dari pengolahan data, bentuk alat penelitian.

Bab IV Hasil dan Pembahasan yang meliputi : tentang tahap penelitian yang terdiri dari stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap geser, stabilitas terhadap kapasitas terhadap dukung tanah, analisis stabilitas lereng akibat beban gempa.

Bab V Penutup yang meliputi : merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis desain serta saran-saran dari penulis yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi rekayasa dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Defenisi Sungai

Sungai adalah tempat mengalirnya air secara terus-menerus dari sumber mata air bagian maupun dari sumber mata air tunggal tempat yang mana air telah jatuh yaitu laut, danau dan hamparan (Wibisono, 2019). Dengan kata lain sungai juga dapat diartikan sebagai salah satu sumber daya alam yang berair mengalir (*fluvial resources*) sehingga pemanfaatan air di hulu yang tak terlokalisasi akan menghilangkan peluang pemanfaatan air yang berada di hilir (*downstream water*), pencemaran di bagian hulu akan berdampak besar di bagian hilir, namun jika biaya sosial di hilir *lower* (*low*) dan sebaliknya peluang air di hilir akan memberikan dampak yang baik di bagian hilir. *John Okech* (1993) mengklasifikasikan sungai hulu sebagai kelas sungai dan hulu DAS.

2. Perilaku sungai

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Aksi tebing di samping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah sungai.

Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing. Tebing sungai diarah pengunungan kemiringan sungai yang curam, gaya tarik alamnya yang cukup besar. Tetapi setelah aliran sungai mencapai dataran,

tidak hanya terdanya sungai memutar. Pada sungai yang dididangnya dari pematang baru dengan dasar sungai tanah, geraman akan terjadi pada dasar sungai. (Malar, 2016).

3. Struktur Sungai

Struktur sungai dapat dilihat dari ruang alir sungai (tinggal sungai), alir bantaran, bantaran sungai dan tebing sungai, yang secara rinci di uraikan sebagai berikut :

a) Alir dan tinggal sungai

Alir sungai merupakan aliran bagian dari muka bumi yang selalu berubah-ubah mengikuti suatu kebutuhan dan aliran langsung, alir yang terjadi karena muka air dibawah tanah (dasar sungai).

b) Bantaran sungai

Bantaran sungai merupakan bagian dari struktur yang sangat rawan. Terletak secara melintang sungai dengan tinggal sungai, rawan dan tebing sungai tinggi diatas yang dapat banjir dan fungsinya sebagai perantara (AWP) untuk air, menghambat aliran permukaan dan pengendalian bebatu lian.

c) Tebing sungai

Berbagai alir yang menghubungkan antara dasar sungai dengan tinggal sungai disebut dengan tebing sungai. Tebing sungai umumnya berbentuk lereng atau sudut lereng, yang tergantung dari medannya. Semakin terjal semakin besar sudut lereng terbentuk. Tebing sungai

merupakan habitat dari komunitas vegetasi riparian, kadangkala sungai rawa langsung karena batuan dasarnya sering berbentuk cadas.

B. Hidrologi

Hidrologi merupakan tahapan awal perencanaan suatu rancangan bangunan dalam suatu DAS untuk penyesuaian besarnya debit banjir yang terjadi di daerah tersebut. Sebagai air pada lingkungan air mengalami evaporasi kembali karena pengaruh panas matahari (Yuda, 2010).

Analisa data hidrologi dimaksudkan untuk mengolah besarnya debit banjir rencana. Debit banjir rencana ialah debit maksimum rencana diturunkan menurut waktu dengan periode ulang rencana yang dapat tanpa harus membahayakan yang. Dalam mendapatkan debit banjir rencana yang ada yaitu dengan menggunakan data curah hujan maksimum pada daerah aliran sungai yang diperoleh dari beberapa stasiun hujan terdekat yang ada (Widada, Nurchayati, & Rafineswati, 2010).

1. Curah Hujan

Data curah hujan yang akurat diperoleh berdasarkan alat yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan besarnya curah hujan pada periode tertentu. Berikut dijabarkan tentang cara menentukan tinggi curah hujan area. Dengan melakukan penarikan atau pensetoran hujan, kita hanya mendapat curah hujan di satu titik tertentu (*point rainfall*). Jika di dalam suatu area terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan area. Pastinya menghitung curah hujan wilayah adalah untuk

penyusunan mata rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir (Surodarmono dan Takeda, 2003) dalam (Cina, Dinar, & Sarino, 2017)

Ada 3 macam cara yang berbeda dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada areal tertentu dari angka-angka curah hujan di beberapa titik pengukur atau pencatat, beberapa metode untuk mencari rata-rata hujan wilayah: cara rata-rata Metode Affluet, Metode Halyon Thiessen dan Metode isohyet (Suripin, 2004 : 26) dalam (Mulya, F. & Azhari, 2011) Selain pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Halyon Thiessen.

Metode Thiessen Thiessen digunakan untuk menentukan luas daerah pengaruh. Pemilihan area yang akan menggunakan basis metode Thiessen yang dekat dengan bangunan yang akan dirangsangkan. Metode perhitungan ini yaitu dengan menentukan titik pengukur hujan yang mewakili daerah tujuan yang disebut Koefisien Thiessen. Koefisien Thiessen didapatkan dengan cara membentuk daerah pengaruh dari masing-masing daerah pengaruh yang dengan menggambar garis-garis antara setiap titik yang terdistribusi garis pengaruhnya antara dua titik hujan. Untuk metode ini harus menggunakan minimum 3 stasiun hujan. Kelentutan menggunakan metode ini yaitu karena titik-titik pemantauan faktor topografi, tetapi penggunaan Metode Thiessen lebih tepat, objektif dan dapat dipakai pada daerah yang memiliki titik-pengamatan tidak merata. Koefisien Thiessen dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini.

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

P = curah hujan yang tercatat

A = Luas area polygon

n = banyaknya pos penakar hujan

2. Parameter Statistik

Varian (s^2) suatu variabel hidrologi tidak sama sama dengan nilai rata-rata dan kemungkinan nilai variabel lebih kecil atau lebih besar dari rata-ratanya yang disebut dispersi. Maka dari itu perlu dilakukan parameter statistik, parameter yang dihitung meliputi:

a) Standar Deviasi (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \quad (2.2)$$

N → jumlah data

b) Koefisien Skewness (C_k)

$$C_k = \frac{\sum x^3 - 3\sum x \cdot \bar{x} + 2n\bar{x}^3}{n(\sum x^2 - 2\bar{x} \sum x + n\bar{x}^2)}$$

Keterangan:

$\sum x$ → jumlah hujan di stasiun hujan ke i (mm)

$\sum x^2$ → jumlah hujan rata-rata (mm)

N → jumlah data

c) Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{\sum x^4 - 4\sum x^2 \cdot \bar{x} + 6\sum x \cdot \bar{x}^2 - 3n\bar{x}^4}{(n-1)(\sum x^2 - 2\bar{x} \sum x + n\bar{x}^2)^2} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\sum x$ → jumlah hujan di stasiun hujan ke i (mm)

$\sum x^2$ → jumlah hujan rata-rata (mm)

N → jumlah data

d) Koefisien Variasi (CV):

$$CV = \frac{sd}{\bar{x}} \quad (25)$$

Keterangan:

sd = standar deviasi

\bar{x} = rata-rata hitung (mean)

J. Curah Hujan Rencana

Dalam menentukan curah hujan rencana dengan periode tertentu digunakan metode statistik yaitu Metode Log Normal, Metode Gumbel dan Log Pearson III.

a) Metode Gumbel

Metode Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum seperti perancangan pada analisis $T_{return} = 1$ tahun. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah:

$$X = \bar{X} + S \cdot K \quad (26)$$

Keterangan:

X = nilai curah hujan

S = standar deviasi nilai sampel

Frekuensi pada distribusi gumbel dapat dicari dengan pendekatan:

$$K_r = \frac{Y_1 - Y_0}{k} \quad (27)$$

Keterangan:

Y_1 = reduksi banjir

Y_0 = reduksi banjir

(K) *reduce standard deviation*

Tabel 2.1. Reduce Varietas (Y)

Periode Uang (Tahun)	Reduced Variate
2	0.3005
5	14.000
10	22.000
20	28.000
25	31.000
50	39.010
6	48.001
200	5.000
500	8.004
1000	9.000

Sumber: Sugiyo, Buku *Statistik Business*, 1994, hal. 100
berdasarkan: 2004

Tabel 2.2. Reduced Mean (Y)

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	1000000000
100	100	10000	1000000	100000000	10000000000	1000000000000	100000000000000	10000000000000000	1000000000000000000
1000	1000	100000	10000000	1000000000	100000000000	10000000000000	1000000000000000	100000000000000000	10000000000000000000
10000	10000	1000000	100000000	10000000000	1000000000000	100000000000000	10000000000000000	10000000000000000000	1000000000000000000000
100000	100000	10000000	1000000000	100000000000	10000000000000	1000000000000000	100000000000000000	100000000000000000000	10000000000000000000000
1000000	1000000	100000000	10000000000	1000000000000	100000000000000	10000000000000000	1000000000000000000	1000000000000000000000	100000000000000000000000
10000000	10000000	1000000000	100000000000	10000000000000	1000000000000000	100000000000000000	10000000000000000000	10000000000000000000000	1000000000000000000000000
100000000	100000000	10000000000	1000000000000	100000000000000	10000000000000000	1000000000000000000	100000000000000000000	100000000000000000000000	10000000000000000000000000
1000000000	1000000000	100000000000	10000000000000	1000000000000000	100000000000000000	10000000000000000000	1000000000000000000000	1000000000000000000000000	100000000000000000000000000
10000000000	10000000000	1000000000000	100000000000000	10000000000000000	1000000000000000000	100000000000000000000	10000000000000000000000	10000000000000000000000000	1000000000000000000000000000
100000000000	100000000000	10000000000000	1000000000000000	100000000000000000	10000000000000000000	1000000000000000000000	100000000000000000000000	100000000000000000000000000	10000000000000000000000000000
1000000000000	1000000000000	100000000000000	10000000000000000	1000000000000000000	100000000000000000000	10000000000000000000000	1000000000000000000000000	1000000000000000000000000000	100000000000000000000000000000
10000000000000	10000000000000	1000000000000000	100000000000000000	10000000000000000000	1000000000000000000000	100000000000000000000000	10000000000000000000000000	100000000000000000000000000000	1000000000000000000000000000000
100000000000000	100000000000000	10000000000000000	1000000000000000000	100000000000000000000	10000000000000000000000	1000000000000000000000000	100000000000000000000000000	10000000000000000000000000000000	100000000000000000000000000000000
1000000000000000	1000000000000000	100000000000000000	10000000000000000000	1000000000000000000000	100000000000000000000000	10000000000000000000000000	1000000000000000000000000000	1000000000000000000000000000000000	10000000000000000000000000000000000
10000000000000000	10000000000000000	1000000000000000000	100000000000000000000	10000000000000000000000	1000000000000000000000000	1000000000000000000000000000	100000000000000000000000000000	100000000000000000000000000000000000	1000000000000000000000000000000000000
100000000000000000	100000000000000000	10000000000000000000	1000000000000000000000	100000000000000000000000	10000000000000000000000000	100000000000000000000000000000	100000000000000000000000000000000	10000000000000000000000000000000000000	100000000000000000000000000000000000000
1000000000000000000	10000000000000000000	1000000000000000000000	100000000000000000000000	10000000000000000000000000	100000000000000000000000000000	1000000000000000000000000000000000	100000000000000000000000000000000000	1000000000000000000000000000000000000000	100
10000000000000000000	1000000000000000000000	100000000000000000000000	10000000000000000000000000	1000000000000000000000000000000	1000000000000000000000000000000000	1000000000000000000000000000000000000	100	100	100

Sumber: Sugiyo, *Statistik Business*, 1994, hal. 104

Table 2.3. Reduce Standard deviation (Ss)

Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20	1.014	1.015	1.016	1.017	1.018	1.019	1.020	1.021	1.022	1.023
25	1.027	1.028	1.029	1.030	1.031	1.032	1.033	1.034	1.035	1.036
30	1.041	1.042	1.043	1.044	1.045	1.046	1.047	1.048	1.049	1.050
35	1.055	1.056	1.057	1.058	1.059	1.060	1.061	1.062	1.063	1.064
40	1.069	1.070	1.071	1.072	1.073	1.074	1.075	1.076	1.077	1.078
45	1.084	1.085	1.086	1.087	1.088	1.089	1.090	1.091	1.092	1.093
50	1.098	1.099	1.100	1.101	1.102	1.103	1.104	1.105	1.106	1.107
55	1.112	1.113	1.114	1.115	1.116	1.117	1.118	1.119	1.120	1.121
60	1.126	1.127	1.128	1.129	1.130	1.131	1.132	1.133	1.134	1.135
65	1.140	1.141	1.142	1.143	1.144	1.145	1.146	1.147	1.148	1.149
70	1.154	1.155	1.156	1.157	1.158	1.159	1.160	1.161	1.162	1.163
75	1.168	1.169	1.170	1.171	1.172	1.173	1.174	1.175	1.176	1.177
80	1.181	1.182	1.183	1.184	1.185	1.186	1.187	1.188	1.189	1.190
85	1.194	1.195	1.196	1.197	1.198	1.199	1.200	1.201	1.202	1.203
90	1.207	1.208	1.209	1.210	1.211	1.212	1.213	1.214	1.215	1.216
95	1.220	1.221	1.222	1.223	1.224	1.225	1.226	1.227	1.228	1.229
100	1.232	1.233	1.234	1.235	1.236	1.237	1.238	1.239	1.240	1.241

b) Standar Deviasi (Ss)

Data yang diberikan akan merupakan standar deviasi yang diberikan dalam bentuk deviasi dan koefisien kepekaan. Rumus yang digunakan dalam rumus ini adalah Triandji (2009).

$$\text{Log } Ss = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i \log x_i \quad (2.3)$$

Keterangan

X = nilai presentasi dari setiap bagian

K = kelas frekuensi yang terdistribusi fungsi dari kelas yang dan koefisien kepekaan

Ss = standar deviasi

Tabel 2.4: Nilai K untuk Distribusi Log-Persean III

Nilai K untuk Distribusi Log-Persean III

Nilai α	Persebaran peluang yang terdistribusi dengan parameter α dan β						
	1	2	3	4	5	6	7
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Sumber: Suryati, (2010), *Statistik dan Analisis Perilaku yang Berkelanjutan*, (2010)

c) Uji kecocokan Sebaran Log-Persean

Uji kecocokan Sebaran Log-Persean = Kolmogorov-Smirnov (K-S) kecocokan sebaran empiris. Langkah pertama yang tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Cara menggunakan uji yaitu dengan membandingkan probabilitas untuk setiap varian, dari distribusi empiris dan teorinya akan terdapat perbedaan (D) tertentu. Syarat persamaan distribusi teoritis apabila harga D_{maks} yang dihitung lebih kecil dari D_0 kritis, namun apabila D_{maks} lebih besar dari D_0 kritis maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

Tabel 2.5. Harga Kritis Uji Kecekakan Smirnov-Kolmogorov

Jumlah data n:	α derajat kepercayaan			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,22	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n=50	1,07/n	1,22/n	1,36/n	1,63/n

Sumber: Supria, Mulya, Soeryo, Lita, dan Permana, *Metode Hidrologi*, 2001

4. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Ada beberapa metode yang biasa digunakan untuk menghitung debit aliran permukaan. Pada umumnya metode perhitungan aliran permukaan yang digunakan adalah metode rasional yang merupakan hasil penelitian lapangan dari para ahli hidrologi.

Menurut Liman Subandiah (1980) metode ini menggunakan bahwa laju pengaliran maksimum terjadi jika lama hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah alirannya. Atau dapat juga diartikan debit puncak akibat intensitas berlangsung selama atau lebih lama dari waktu tiba banjir atau konsentrasi.

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh hujan yang jatuh pada titik terjal DAS untuk mencapai outletnya.

Rumus rasional ini hanya digunakan untuk menentukan banjir aktual untuk luang seluruh – seluruh (sungai – sungai) dengan daerah aliran kecil. Kita – kita 100 – 200 acres atau kita – kita 40 – 80 ha.

Metode ini pertama kali digunakan di Inggris oleh Mulvaney pada tahun 1847 dengan penulisan secara rasional yang dinyatakan sebagai aljabar dengan:

$$Q = C.L.A \text{ cfs (cubic feet per second, atau second feet)} \quad (2.9)$$

Dimana:

- A = luas daerah aliran sungai (mi²)
- L = koefisien luang maksimum selama waktu yang sama dengan waktu konsentrasi musmus
- C = angka pengalihan (% perdefenisi)

Jika digunakan untuk rumah maka rumus tersebut diturunkan menjadi:

$$Q = 0,278 C.L.A \text{ m}^3/\text{det}$$

Pemakaian ini dapat diartikan bahwa jika hujan sebesar 1 mm/jam selama 1 jam pada DAS seluas 1 km² pada permukaan yang licin (c = 1) maka akan terjadi debit air sebesar 0,278 m³/det.

Tidak melingkupi ketidakefektifan permukaan tersebut di atas maka perlu dikurasi nilai intensitas I dan waktu konsentrasi C.

Keterangan:

- X_i → curah hujan di stasiun hujan ke I (mm)
- X → curah hujan rata-rata (mm)

C. Hidrolika

Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka, menurut asalnya saluran dapat digolongkan menjadi saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*) (Ven Te Chow, 1992 dalam Rosalina Nenti E. V).

Saluran alam meliputi semua aliran yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari anak selok kecil di perkotaan, selok kecil, kali, sungai kecil dan sungai besar sampai ke muara sungai. Aliran air di bawah tanah dengan permukaan bebas juga dianggap sebagai saluran terbuka alamiah.

Sifat-sifat hidrolis saluran alam biasanya sangat tidak menentu. Dalam beberapa hal dapat dilihat tanggapan pendekatan yang cukup sesuai dengan pengamatan dan pengamatan langsungnya sendiri. Cara rupa sehingga penyusunan aliran pada saluran ini dapat diterima untuk menyelesaikan masalah hidrolika teoritis. Sifat selanjutnya tentang perilaku aliran pada saluran alam memerlukan pengetahuan dalam bidang lain, seperti hidrologi, geomorfologi, angkutan sedimen dan sebagainya. Hal ini merupakan ilmu tersendiri yang disebut hidrolika sungai.

1. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran disebabkan oleh tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan fluida udara dan air dan juga akibat gaya gesekan pada

dinding saluran (dasar maupun lebeng saluran) maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tidak seragam (Addison, 1944; Chow 1959 dalam Robert J Kodatie, 2009). Ketidakeragaman ini juga disebabkan oleh bentuk tampang melintang saluran, kekerasan saluran dan lokasi saluran (saluran lurus atau pada belokan)

Selanjutnya, Chow mengemukakan bahwa kecepatan maksimum umumnya terjadi pada jarak 0,25 sampai 0,25 di bagian kedalaman aliran dihitung dari permukaan air, namun pada saluran yang sangat lebar dengan kedalaman dangkal (shallow), kecepatan maksimum terjadi pada permukaan air (Addison, 1954 dalam Robert J Kodatie, 2009). Makin sempit saluran kecepatan maksimumnya makin dalam. Kekasaran dasar saluran juga mempengaruhi distribusi kecepatan.

2. Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang saluran persatuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/det) (Chay Asdak, 2014).

Pengukuran debit aliran dilapangan pada dasarnya dapat dilakukan melalui empat kategori (Gordon Et Al, 1992 dalam Chay Asdak, 2014)

1) Pengukuran volume air

- 2) Pengukur debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai menggunakan rumus:

$$Q = V \cdot A \quad (2.10)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (2.11)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.12)$$

$$P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \quad (2.13)$$

$$A_t = \left(\frac{b_1 + b_2}{2} \right) \cdot L \quad (2.14)$$

Dimana:

Q = debit aliran (m^3 / det.)

V = kecepatan aliran (m / det.)

A = luas penampang (m^2)

R = Jari-jari Hidrolis (m)

P = Keliling Basah Sungai (m)

n = Koefisien Manning

m = Kemiringan Talud

b = Lebar Sungai (m)

L = Kemiringan saluran

l = Kemiringan saluran

D. Tanah

Tanah, didalam tanah terdiri dari campuran butiran-butiran mineral seogen, atau tanpa ada kandungan organik. Tanah berasal dari pelapukan batuan, yang prosesnya dapat secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh umur-umur tua menjadi penyusun kesuburan pelapukan batuan tersebut. Inilah-itulah seperti kerak, pasir halus, liat lempung. Untuk itu dalam teknik sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Sebagai contoh ketiadaan berlainan adalah tanah berbutir yang memisahkan liat, dengan material utamanya adalah lempung, dan silika oksida (Mulyadi, H. & Zulfan, 2007)

Kondisi pedologi, geografi, hidrologi, dan karakteristik tanah tersebut faktor utama dalam hal ini. Kondisi tanah tersebut. Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap struktur bangunan yang akan didirikan. Tanah lereng atau patah tanah yang tidak kuat akan terjadi dengan kondisi tanah yang demikian serta dengan kondisi yang lain dan untuk itu, dengan maka kemahiran tanah dapat digunakan. Kemudian saat ini sangat dipengaruhi oleh perencanaan tata wilayah adalah perencanaan kawasan perumahan serta pusat perkembangan jawa di tanah – daerah rumah ternak dan sangat, melihat lagi perkembangan tata wilayah juga sering tidak bisa dikendalikan. (Yusuf & Dom, 2017)

1. Jenis-Jenis dan Identifikasi Tanah

Tanah berbutir kasar dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran butiran. Menurut *Massachusetts of Institute Technology (MIT)* butiran-butiran yang berdiameter lebih besar dari 2 mm diklasifikasikan sebagai kerikil. Jika butiran

diikuti dilihat oleh mata, tetapi ukurannya kurang dari 2 mm, disebut pasir. Tanah pasir kasar jika diameter berkisar antara 2-0,6 mm, pasir sedang jika diameter antara 0,6-0,2 mm, dan pasir halus bila diameter antara 0,2- 0,06 mm (Hardiyatno, C.H. 2006)

Menurut Bowles,dkk (2004) *Jacky, edisi 4, buku Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) (Azizah & Eko, 2013)* Tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari pasir, debu, lumpur, dan lempung berikut ini:

- a. Batu-batu (boulders) potongan batuan yang besar, ukuran & jenis pasir dari 250 sampai 300 mm. Ukuran kurang ukuran 150 sampai 250 mm, bagian batuan ini disebut kerikal (cobble) atau pebbles.
- b. Kerikal (gravel) potongan batuan yang berukuran 5 sampai 150 mm.
- c. Pasir (sand), partikel batuan yang berukuran 0,075 sampai 5 mm. Pasir dari kasar (3 sampai 5 mm) hingga halus (<1 mm).
- d. Lempung (silt), partikel lempung yang berukuran dari 0,062 sampai 0,075 mm. Lempung dalam jumlah besar disebut Keras Halus dan lempung yang tidak dimungkinkan ke dalam domain atau tidak pada pedas pada tanah disebut.
- e. Lempung (clay), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang "kohesif".
- f. Koloid (colloids), partikel mineral yang "diam". Berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

2. Sifat – sifat Teknis Tanah

Penjelasan umum dari sifat-sifat teknis berbagai jenis tanah:

a. Tanah Granuler

Tanah-tanah Granuler, seperti pasir, kerikil, hampas dan campurannya, mempunyai sifat-sifat teknis yang sangat baik. Sifat-sifat tanah tersebut, antara lain:

- 1) Merupakan material yang tidak mudah mengalami bangunan dan hancur jalan, karena mempunyai komposisi butiran yang rengas dan perantara kecil, maka tanahnya relative padat. Pemasangan sebagai seperti setelah pemampatan. Jika dipampatkan dengan roda maka akan terjadi pemampatan yang besar, dapat terjadi pada tanah yang tidak padat.
- 2) Merupakan material yang baik untuk membuat jalan berlubok per-dan tanah, struktur bawah tanah dan lain-lain, karena memudahkan ke dalam lapisan yang kecil.
- 3) Tanah yang baik untuk arisan karena mempunyai kuat geser yang tinggi.

b. Tanah Kerasif

Tanah kerasif seperti lempung, lempung berlemam, lempung berpasir atau berkerikil yang sebagian besar butiran-janya tanahnya terdiri dari butiran halus. Kuat geser tanah jenis ini ditentukan terutama dari kohesinya.

c. Tanah organik

Sembarang tanah yang mengandung bahan organik, yang mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah disebut tanah organik. Menurut Riyadati dan Winsoedarmo (2013) dalam (Ahmad, Iman, & Derang, 2017) sifat fisik tanah

yang perlu diperhatikan adalah terjadinya masalah degradasi organik tanah akibat tingkat pengolahan. Bahan-bahan organik tanah tumbuh-tumbuhan mati binatang. Jumlah bahan organik dinyatakan dalam istilah *kadar organik*, yaitu nilai binding antara berat bahan organik dapat ditentukan dengan menanaskan contoh tanah untuk membakar bahan organiknya (McFarland, 1949).

3. Kadar Air, Angka Pori, Porositas, dan Berat Volume Tanah

Tanah terdiri dari tiga komponen yaitu: udara, air, dan bahan padat. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh dalam volume air sangat kompetitifnya sifat-sifat tekstur tanah. Tanah yang tidak mengandung air serta sekali air (kadar airnya nol) disebut tanah kering. Hubungan antara kadar air, angka pori, porositas, berat volume dan lainnya tersebut sangat dipertukarkan dalam praktik (Hardjanto, C.H 2006).

Angka pori e , didefinisikan sebagai perbandingan volume rongga pori ($V_v = V_v + V_w$) terhadap volume total tanah (V_t) pada suatu volume bahan dan beratnya dinyatakan sebagai:

$$e = \frac{V_v}{V_t} \quad (2-14)$$

porositas (n) didefinisikan sebagai perbandingan volume rongga pori (V_v) terhadap volume total ($V = V_s + V_v$) dan bisa dinyatakan sebagai:

$$n = \frac{V_v}{V} \quad (2-15)$$

Kadar air (w), didefinisikan sebagai perbandingan berat air (W_w) terhadap berat butir tanah (W_s) dan dinyatakan dalam persentase tetapi biasanya digunakan dalam bentuk pecahan.

$$W = \frac{W_s}{\gamma_s} \times (100)\% \quad (2-17)$$

Berat volume kering (γ_d)

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (2-18)$$

Berat volume basah (γ_b)

$$\gamma_b = \frac{W_s + W_w + W_a}{V} = \frac{W_s + W_w}{V} \quad (2-19)$$

Berat udara (W_a) dianggap bernilai nol.

Berat volume butiran padat (γ_s)

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (2-20)$$

Berat jenis atau berat volume absolut partikel (G_s)

$$G_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (2-21)$$

Dimana γ_s merupakan berat volume butiran.

Dari persamaan-persamaan di atas dapat diturunkan hubungan sebagai berikut.

$$\gamma_b = \gamma_d (1 + w) \quad (2-22)$$

Hubungan antara γ_b , γ_d , G_s dan w

$$\gamma_b = G_s (1 + w) \quad (2-23)$$

Berat volume tanah jenis ($S=1$)

$$\gamma_{sat} = \frac{W_s + W_w + W_a}{V} \quad (2-24)$$

Berat volume tanah kering

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (2-25)$$

Bila tanah terendam air, berat volume apung (*buoyant unit weight*) atau berat volume efektif (γ'), dinyatakan dengan

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \quad (2-26)$$

berat volume air $\gamma_w = 1 \text{ ton} = 9,81 \text{ kN/m}^3$

Tanah merupakan aspek penting dalam perencanaan kontraksi, oleh karena itu ilusi dukung tanah merupakan faktor yang menentukan kestabilan, kelayakan dan umur suatu struktur. Beberapa bentuk permasalahan tanah diantaranya perencanaan dinding penahan tanah atau tembok penahan sehingga dapat meminimalisir terjadinya dampak yang timbul terutama pada daerah pemukiman dengan kondisi tanah yang berbedanya kemampuan menahan tumpuan dengan yang lain. Pada penampang a kondisi tanah dalam kedalaman z ada 3 kemungkinan, yaitu

- Dalam keadaan cair ($\gamma < \gamma_w$)
- Dalam keadaan aktif ($\gamma < \gamma_{sat}$)
- Dalam keadaan pasif ($\gamma > \gamma_{sat}$)

1. Tekanan Tanah

Tekanan tanah terjadi akibat gaya yang ditimbulkan oleh akibat kedudukan tanah dibelakang struktur peribahan tanah. Besar tekanan tanah lateral sangat dipengaruhi oleh peribahan tanah α yang sesuai dari tanah δ pemukiman dan difasilitasi tanah asli. Tegangan tanah lateral meliputi tekanan tanah saat diarah, tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif.

a. Tekanan tanah saat diarah

Pada gundah di bawah tanah dibatasi oleh tembok penahan dengan pemukiman luas AB yang dipotong sampai kedalaman tak terhingga. Suatu elemen tanah yang terletak pada kedalaman z akan mendapatkan tekanan arah vertikal σ_v dan tekanan arah horizontal σ_h , dimana σ_v dan σ_h merupakan

tekanan efektif dari tekanan total tanah. Apabila dinding AB dalam keadaan diam, maka tanah akan horizontal dan vertikal disebut koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam (*coefficient of earth pressure at rest*) K_0 . Dengan persamaan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam (sumber: <https://jurnal.unira.ac.id/index.php/relabnoma/article/view/320>)

$$K_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \quad (2.27)$$

Karena σ_h = σ_v maka tekanan lateral horizontal saat diam adalah:

$$\sigma_h = K_0 (\sigma_v) \quad (2.28)$$

Sehingga koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam dapat diwakili oleh bobotannya empiris yang dapat diambil oleh Levy (1971) dalam (Muli, Elan, & Azriah, 2018)



Gambar 2.2 Distribusi Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam (Sumber: <https://jurnal.unira.ac.id/index.php/relabnoma/article/view/320>)

Dengan persamaan

$$K_0 = 1 - \sin \phi \quad (2-29)$$

$$P_0 = \frac{1}{2} K_0 \gamma H \quad (2-30)$$

Dengan

K_0 = koefisien tekanan tanah setimbang

γ = berat volume tanah (kg/m^3)

h. Tekanan tanah aktif

Pada suatu saat, apabila tembok penahan selanjutnya mengakibatkan terjadi keruntuhan tanah dan volume tanah pada tembok menjadi kosong pada tekanan minimum. Tekanan tanah lateral maksimum, yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah oleh aksi tembok meniadakan tanah di belakangnya disebut tekanan tanah aktif (*active earth pressure*).

Dimana:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \quad (2-31)$$

Dimana harga K_a untuk tanah datar adalah

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2-32)$$

Dengan

γ = berat isi tanah (g/cm^3)

H = tinggi dinding (m)

ϕ = sudut geser tanah ($^\circ$)

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p = 2c\sqrt{K_p} H \quad (2-33)$$

c. Tekanan tanah saat pasif

Tekanan tanah lateral maksimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gerakan dinding menekan tanah urug disebut tekanan tanah pasif (*Passive earth pressure*)

Dimana harga K_a untuk tanah datar adalah

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 (45^\circ - \frac{\phi}{2}) \quad (2-34)$$

Dengan :

γ = berat satuan tanah (kg/m^3)

H = tinggi dinding (m)

ϕ = sudut geser tanah ($^\circ$)

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p + \gamma \sqrt{K_p} H \quad (2-35)$$

E. Tembok Pemahan

Tembok pemahan atau juga disebut dinding pemahan tanah adalah suatu konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah atau mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di atasnya. Kebersamaannya tidak dapat dijauhi oleh lereng tanah itu sendiri, serta untuk meniadakan bidang yang tegak.

Bangunan dinding pemahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang diumbulkan oleh tanah urugan atau tanah asli yang labil. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat itu bila dilakukan pekerjaan tanah seperti peninggulan atau pemotongan tanah. Berdasarkan buku Ir., Sudarmanto, Msc., 1996 dalam (Sumali, Andrea, & Kiki, 2017) Konstruksi Beton 2 dinyatakan bahwa, Tembok pemahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk

menahan tanah lepas atau aktif) dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemampuannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri.

f. Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan tembok penahan

Analisis stabilitas lereng merupakan analisis stabilitas tanah pada permukaan yang miring. Tujuannya untuk mengecek keamanan dari lereng alam, lereng galian dan lereng urugan tanah (Diantyana, (2014) dalam Gema, Yuhana, & Sofian, 2018)

g. Keruntuhan Terhadap Bahaya Geser

Gaya aktif tanah yang akan menimbulkan terjadinya geseran dapat menimbulkan geser-dorot sehingga tembok akan bergeser, bila tembok penahan tanah dalam keadaan rebul, maka gaya-gaya yang bekerja dalam kerohan selubung

$$\sum F_x = 0 \text{ dan } \sum M = 0$$



Gambar 2.3 Keruntuhan terhadap bahaya geser (Sumber: Subadi, 2017)

Ada dua kemungkinan gaya perlawanan ini di dasarkan pada jenis tanahnya.

a) Tanah dasar pondasi berupa tanah non kohesif

Besarnya gaya perlawanan adalah $F = N \cdot f$, dengan f adalah koefisien gesek antara dinding beton dan tanah dasar pondasi, sedangkan N dapat dicari dari keseimbangan gaya-gaya vertikal ($\sum F_y = 0$), maka diperoleh $N = V$. Besarnya f

diambil apabila alas pondasi relatif kasar maka $f = \tan \phi$ dimana ϕ merupakan sudut gesek dalam tanah, sebaliknya bila alas pondasi halus,

$$SF = \frac{\text{resistansi}}{\text{gaya dorong}} = \frac{V \cdot f}{E_a} \quad (2-35)$$

$SF \geq 1,5$ digunakan untuk jenis tanah non kohesif, misalnya tanah pasir.

Dimana:

SF = angka keamanan (safety factor)

V = gaya vertikal

E_a = gaya tarik tanah

Bila mana pada ketinggian tertentu dapat dibayangkan bahwa tanah pasir dapat dipertanggung jawabkan keberadaannya, maka besar gaya tarik tanah (E_p) perlu diperhitungkan sehingga gaya lawan menjadi:

$$V \cdot f + E_p$$

Dimana:

E_p = gaya tarik tanah

b) Tanah dasar pondasi berupa tanah kohesif

Gaya perlawanan yang terjadi berupa lekatan antara tanah dasar pondasi dengan alas pondasi tembok penahan tanah. Besarnya lekatan antara alas pondasi tembok penahan tanah dengan dasar pondasi adalah $(0,5-1,7) c$, dimana c adalah kohesi tanah. Dalam analisis biasanya di ambil sebesar $2/3 c$. Besarnya gaya lekat yang merupakan gaya lawan adalah luas alas pondasi tembok penahan tanah dikalikan dengan lekatan diperoleh gaya lawan = $2/3 c (b \cdot l)$ bilangan diambil dinding 1 m.

$$SF = \frac{\frac{2}{3} c \cdot b \cdot l}{E_a} \quad (2-38)$$

Untuk jenis tanah campuran (lempung pasir) maka besarnya

$$SF = \frac{c + \sigma' \tan \phi}{\tau} \quad (2-39)$$

$SF \geq 1,5$ digunakan untuk jenis tanah kohesif, misalnya tanah kohesif misalnya tanah lempung

Dimana:

c = koefisien tanah

ϕ = alas pondasi tembok per satuan

b) Stabilitas Terhadap Guncak (stabilisasi) Keruntuhan Akibat Putaran Guling

$$SF_{\text{guling}} = \frac{\sum M}{\sum MB} \geq 1,5 \quad (2-41)$$

Dimana:

$\sum M$ = jumlah dari momen-momen yang menstabilkan struktur tegulung dengan titik pusat putaran di titik O. $\sum M$ disebabkan oleh tekanan tanah aktif yang bekerja pada $\frac{1}{3}$ dari $H/3$.

$\sum MB$ = jumlah dari momen-momen yang menengahi struktur tegulung dengan titik pusat putaran di titik O. $\sum MB$ merupakan momen-momen yang disebabkan oleh gaya vertikal dari struktur dan berat tanah diatas struktur. Nilai angka keamanan minimum terhadap geser dalam perencanaan digunakan adalah 1,5.



Gambar 2.4 Keruntuhan akibat beban giling (Sumber: Sahaib, 2017)

e. Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah

Rumus persamaan aman beban ultimate per satuan luas mendasar (Terzaghi)

Terzaghi)

$$q_u = \left(\frac{1}{3} \right) \left[c N_c + \gamma \left(1 + \frac{B}{4L} \right) N_q + (0,5 \gamma B) N_\gamma \right] \quad (2.4)$$

Dimana:

q_u = kapasitas dukung ultimat

c, γ, γ_1 = faktor kedalaman d

N_c, N_q, N_γ = faktor koefisien beban

B = lebar dasar fondasi (m)

c = kohesi tanah (kN/m²)

D_f = kedalaman fondasi (m)

γ = berat volume tanah (kN/m³)

N_c, N_q dan N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung

Tabel 2.6. Nilai-nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi.

ϕ	N_60	N_{60}	S_60	S_{60}	S_{60}	S_{60}
0	1.3	1.0	0.0	1.7	1	0
5	1.3	1.6	0.0	2.1	1.4	0.2
10	2.8	2.7	1.2	3	1.9	0.5
15	11.9	4.4	2.3	4.1	2.7	0.9
20	11.7	7.4	3.0	11.8	2.9	1.7
25	23.1	12.0	4.7	14.1	3.4	2.2
30	37.2	17.5	19.7	19	4.7	3.5
34	52.4	24.2	35.8	23.2	47.7	4
35	57.8	41.4	41.4	29.2	11.4	10.1
40	95.7	61.3	106.4	31.4	29.2	16.3
45	172.3	113.9	197.4	41.5	15.0	25.4
48	238.2	247.4	199.7	46.3	35.4	39.4
50	347.6	415.1	1155.2	52.1	62.4	57.1

Sumber: *Haray Cresta dan Hery (2006: 40)*

$$q_{ult} = q_u - \gamma D_f \quad (2-42)$$

dimana:

$$q_{ult} = \text{kapasitas dukung ultimat (t/m}^2\text{)}$$

$$q_u = q - \gamma D_f \quad (2-43)$$

dimana:

$$q_u = \text{tekanan pondasi neto (t/m}^2\text{)}$$

$$F = \frac{q_{ult}}{\phi} = \frac{q_u - \gamma D_f}{\phi} \quad (2-44)$$

2. Beban Bekerja pada Tembak Penahan Banjir

Beban merupakan salah satu gaya yang akan dipikul oleh semua struktur bangunan. Adapun jenis-jenis beban yang bekerja pada bangunan struktur antara lain:

a. Beban Mati

Beban mati terdiri dari berat sendiri komponen termasuk bagian-bagiannya atau kelengkapannya yang melekat permanen. Semua beban yang melekat pada bangunan tersebut di golongan sebagai beban mati. Penghitungan beban mati dapat

dihitung dengan menggunakan pembebanan sendiri berdasarkan nilai-nilai satuan beratnya.

b. Beban Hidup

Beban hidup terdiri dari beban yang tidak menentu baik dari segi posisi, intensitas maupun rentang waktunya, seperti tekanan air, difraksi gelombang, beban angin, beban lumut, beban gempa, beban ledakan, dan lain-lain.

Penetapan besaran nilai pada beban hidup pada umumnya struktur dengan beban maksimum yang tercapai dalam struktur bangunan tersebut. Beban yang lebih besar bisa saja timbul akibat dengan diluar yang kecil sehingga terlihat rendah untuk di masukkan dalam perencanaan.

c. Tekanan Air

- 1) Gaya tekan ke atas bisa terjadi menjadi gaya hidrostatik dan gaya hidrodinamik. Tekanan hidrostatis adalah gaya ketidalarutan dibawah permukaan air. Tekanan air ke atas bisa bekerja ke atas atau terhadap muka bangunan.
- 2) Gaya tekan ke atas bangunan mendapat tekanan air bukan hanya pada permukaan luarnya, tetapi juga pada dasarnya dan dalam tubuh bangunan itu. Gaya tekan ke atas, yakni istilah umum untuk tekanan air dalam, menyebabkan berkurangnya berat efektif bangunan di atasnya.

d. Berat bangunan kepada bahan yang dipakai untuk membuat bangunan itu. Untuk tujuan perencanaan pendahuluan, boleh dipakai harga berat volume

untuk prangan batu: 22 kN/m^3 ($\approx 2.200 \text{ kgfm/m}^3$) (KB-06 Parameter Bangunan, 1986).

F. Gaya Gempa

Faktor = faktor beban akibat gempa yang akan digunakan dalam perencanaan bangunan- bangunan pengajaran diberikan dalam bentuk peta yang diterbitkan oleh DPMA dalam tahun 1981 dengan judul "Peta Zona Seismik untuk Perencanaan Bangunan Ar. Tanah Gempa". Gaya gempa ditunjukkan oleh berat konstruksi standar dan juga ditentukan oleh koefisien gempa.

Koefisien gempa dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H_e = E \cdot S_g$$

$$E = \frac{m \cdot d}{g}$$

$$m = z \cdot a_g \cdot v$$

Dimana:

H_e = gaya yang diakibatkan oleh gempa

S_g = percepatan gempa rencana (cm/det^2)

g = gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/det}^2$)

a_g = percepatan kejut dasar (cm/det^2) untuk harga per periode ulang

z = factor yang bergantung kepada letak geografis (koefisien Zona)

γ = koefisien jenis tanah SG = gaya berat

Tabel 2.7. Koefisien Jenis Tanah (KIP-06 Parameter Bangunan, 1986)

jenis	n	m
Batu	2,76	0,71
Diluvium	0,87	1,00
Alluvium	1,56	0,35
Alluvium lunak	0,50	0,31

Tabel 2.8. Periode ulang dan Percepatan Dasar Gempa di (KIP-06 Parameter Bangunan, 1986)

Periode ulang T_0 (tahun)	S_0 (%) (γ_{pas} = cm/det^2)
20	85
100	140
500	225
1000	275



Gambar 2.5. Koefisien zona gempa di Indonesia (Sumber: KIP-06 Parameter Bangunan, 1986)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Sungai Jenelata merupakan salah satu anak sungai Jenehrang yang berada di Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai ini berada di wilayah Desa Muttalaje Kecamatan Manna. Secara geografis terletak 5° 17' 24,02" LS dan 119° 36' 11,9" 3446,75" BT dengan panjang sungai 40 kilometer.



Gambar 3.1 : Lokasi Penelitian (Sumber : Google Earth, 2019)

Penelitian ini dilakukan di daerah aliran Sungai (DAS) Jenelata, Kabupaten Gowa yang dilakukan selama 4 bulan (empat bulan) yaitu dari bulan November 2019. Dimana pada bulan pertama melakukani pengamatan administrasi dan studi literatur, pada kedua dan ke tiga adalah pengumpulan data dan analisa data, dan pada bulan ke empat adalah proses penyusunan penelitian.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Penelitian Kasus/Lapangan adalah penelitian yang mempelajari secara intensif latar belakang kejadian sekarang dan interaksi lingkungan.

2. Sumber Data

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Mirat, Sungai (DAS) Jenetna dimulai pada bulan November 2015. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

- a. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi langsung ke lapangan yaitu di Sungai Jenetna. Dalam observasi lapangan ini dilakukan pengamatan kondisi fisik pada daerah aliran sungai jenetna dan pengumpulan data dengan menggunakan data kecapatan aliran sungai yang diperoleh dari pengukuran langsung di lokasi penelitian yang selanjutnya disebut saluran dengan luas penampang lateral sehingga diperoleh nilai debit per satuan yang terkandung kedalam data keseragaman data lebar dan kedalaman sungai yang nantinya akan digunakan untuk memperoleh profil dan luas dari penampang sungai.
- b. Sedangkan pengumpulan data sekunder yaitu mengumpulkan data yang bersifat teoritis, dokumen, diperoleh melalui skripsi-skripsi kepustakaan, diklat, jurnal, buku literatur yang sesuai dengan materi penelitian serta dari instansi terkait, adapun data yang di peroleh dari instansi yaitu data curah hujan.

C. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah:

1. Peta DAS Jelata
2. Meteran panjang, untuk mengukur panjang sungai
3. Kamera untuk dokumentasi hasil kegiatan
4. Alat tulis menulis
5. Kertas label

D. Prosedur Penelitian

Secara garis besar prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Survei Lapangan

Survei dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di lapangan dan juga melihat lingkungan sekitar yang ada di lokasi penelitian dan menentukan titik pengambilan data.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan membaca buku-buku dan referensi dari artikel penelitian yang ada di perpustakaan maupun hasil download dari internet untuk pembuatan hasil penelitian ini.

3. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data primer dilakukan dengan pengumpulan data secara langsung di lokasi studi penelitian dan data sekunder di peroleh pada instansi terkait: - Pemerintah Desa/Kecamatan, Dinas PU Provinsi Sulawesi Selatan, masyarakat setempat, dan lain-lain.

4. Analisis Data

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

- Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

- Koefisien tekanan tanah pasif

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

b. Perhitungan Tekanan Tanah

- Tekanan tanah aktif

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

- Tekanan tanah pasif

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$$

c. Perhitungan Stabilitas terhadap Volung

$$SF_{\text{volung}} = \frac{2W}{2WH} > 1,5$$

d. Perhitungan Stabilitas terhadap Geser

$$SF = \frac{(r \cdot d + \frac{1}{2} c \cdot H) + W}{r_a} > 1,5$$

e. Perhitungan stabilitas terhadap kemampuan kapasitas dukung tanah

$$q_u = \left(\frac{1}{2} \cdot c \cdot N_c \right) + (r \cdot d \cdot N_q) + (0,9 \cdot \gamma \cdot H \cdot N_\gamma)$$

f. Perhitungan Gaya Gempa

$$a_g = \alpha \cdot (a_s \cdot z)^m$$

E. Flow Chart Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan sesuai dengan bagan alur pada gambar berikut



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

1. Analisis Curah Hujan Wilayah dan Bujan Harian Maksimum

Curah hujan rata-rata wilayah dihitung dengan menggunakan metode *polygon Thiessen* yang terdiri dari 3 stasiun pengamatan curah hujan yaitu curah hujan Stasiun Malino, curah hujan Stasiun Malakaji, curah hujan Stasiun Tarraliti dengan pembagian-batas-batas stasiun curah hujan selama 10 tahun mulai tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 dan wilayah luas Daerah aliran sungai (DAS) sebesar 222,60 km². Adapun pembagian curah hujan menggunakan metode *polygon Thiessen* dapat dilihat pada tabel 4.1 dan hasil perhitungan curah hujan maksimum pada tanggal, bulan, dan tahun kejadian yang sama-sama dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.1. Pembagian Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Curah Hujan

No	Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Koefisien Thiessen
1	Malino	135,65	0,609
2	Malakaji	12,75	0,057
3	Tarraliti	74,20	0,333
Total		222,60	1,000

Sumber: Data

Selanjutnya dilakukan perhitungan hujan harian maksimum pada tanggal, bulan, dan tahun kejadian yang sama, dapat dilihat pada tabel 4.2

Untuk rekapitulasi hasil perhitungan hujan maksimum harian rata-rata menggunakan metode *Polygon Thiessen* dapat dilihat pada tabel 4.2, sebagai berikut:

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hujan Maksimum Harian Rata-Rata Metode *Polygon Thiessen*.

NO	Kejadian			Hujan Maksimum Harian Rata-Rata
	Tahun	Bulan	Tanggal	
1	2008	Maret	12	247,7
2	2009	Juni	24	26,00
3	2010	Januari	8	25,15
4	2011	April	25	18,72
5	2012	Desember	11	28,40
6	2013	Januari	5	102,28
7	2014	Januari	17	60,54
8	2015	Maret	25	48,97
9	2016	Oktober	10	31,61
10	2017	Desember	21	14,44

2. Analisis Frekuensi dan Ciri-ciri Hujan Rencana

Dari tabel 4.2 curah hujan maksimum harian rata-rata kemudian diurutkan dari yang terbesar ke terkecil dan dihitung dengan menggunakan analisis parameter statistik untuk mengetahui metode perhitungan curah hujan rencana yang dapat digunakan.

a. Analisa Parameter Statistik

$$\begin{aligned} \text{Harga rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \\ &= \frac{1}{10} (408,97) \end{aligned}$$

$$= 40,90$$

$$\text{Standar deviasi (S)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{n-1} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{1680,41}{9}}$$

$$= 26,42$$

Koefisien variansi (C_v)

$$= \frac{S}{\bar{X}}$$

$$= 0,65$$

$$\text{Koefisien skewness (C_s)} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3}$$

$$= \frac{10}{(10-1)(10-2)} \frac{(109716,739)}{1680,41}$$

$$= 1,40$$

$$\text{Koefisien kurtosis (C_k)} = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4}$$

$$= \frac{100}{(10-1)(10-2)(10-3)} \frac{18112,12}{1680,41^2}$$

$$= 4,21$$

Dari perhitungan di atas, selanjutnya dihitung analisis parameter statistik: corak hujan maksimum harian rata-rata. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.3, berikut:

Tabel 4.3. Analisis Parameter Statistik Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata.

Tm	Tahun	KH (mm) (Xi)	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2003	102.38	81.38	3317.46	21228.87	3419288.20
2	2004	89.93	68.93	2885.32	7760.42	148821.13
3	2005	51.41	30.41	1147.76	1229.24	1168.26
4	2005	88.67	77.67	3017.89	896.06	3644.43
5	2007	18.00	-2.00	4.00	-2.00	76.43
6	2008	28.00	8.00	22.00	-32.00	6527.44
7	2008	34.07	14.07	203.43	827.28	8800.33
8	2009	22.00	12.00	27.00	-35.20	808.00
9	2011	30.70	20.70	492.49	1991.31	21758.84
10	2012	18.13	8.13	33.07	162.94	675.18
	Jumlah	642.93		3582.25	1072.57	3534.07
	Rata-rata	64.293		358.225	107.257	353.407

Setelah diperoleh hasil pada tabel 4.3, selanjutnya untuk menentukan jenis metode yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.4, sebagai berikut.

Tabel 4.4. Kemampuan Pemilihan Jenis Metode

Metode	Syarat	Hasil Perhitungan	Kemampuan
Normal	$C_s = 0,50$	$C_s = 1,50$	Tidak dipilih
	$C_k = 3,00$	$C_k = 6,21$	
Gumbel	$C_s = 1,1396$	$C_s = 1,50$	Tidak dipilih
	$C_k = 5,4002$	$C_k = 6,21$	
Log Normal	$C_s = C_s^2 = 3C_s$	$C_s = 1,50$	Tidak dipilih
	$C_k = C_k^2 + 6C_s^2 = 13C_s^2 + 16C_s^2 + 3$	$C_k = 6,21$	
Log Pearson Type III	Tidak memenuhi sifat-sifat seperti pada kedua distribusi di atas		Dipilih

Dari analisis parameter statistik di atas, dapat dilihat pada tabel 10 diperoleh nilai C_s dan C_k tidak memenuhi syarat untuk metode Normal dan Gumbel. Maka, metode yang digunakan adalah metode *log pearson type III*.

karena untuk metode ini tidak memiliki syarat nilai C_x dan C_k seperti distribusi yang lain.

b. Analisis Curah Hujan Rencana Metode *Log Pearson Type III*

Adapun langkah perhitungannya sebagai berikut:

Nilai rata-rata ($\log X_i$) = $\frac{\sum X_i}{n}$

Standar deviasi (S_x)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Koefisien skewness (C_k)

$$C_k = \frac{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{n-1}}{S_x^3}$$

Hitung curah hujan rencana untuk kota yang 2 tahun:

$$\begin{aligned} \log X_i &= \log X_i - G S_x \\ &= 1,54 - (-0,069)(0,26) \\ &= 1,52 \end{aligned}$$

$$X = \text{antilog } X$$

$$X_i = 33,28 \text{ mm}$$

Untuk langkah perhitungan selanjutnya dapat dihitung dengan cara yang sama. Adapun hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Analisis Curah Rencana dengan Metode Log Pearson Type III

No.	Periode Ulang	P (%)	Xi	Log Xi	$(\log X_i - \log X_{rj})^2$	$(\log X_i - \log X_{rj})^3$
1	11,00	9,00	102,18	2,010	0,22088	0,16058
2	6,00	18,18	60,53	1,782	0,05645	0,01414
3	4,33	27,27	44,37	1,647	0,03525	0,00614
4	3,50	36,36	40,17	1,607	0,02164	0,00318
5	3,00	45,45	35,00	1,580	0,01317	0,00088
6	2,87	48,79	34,00	1,573	0,01267	0,00136
7	2,80	52,94	32,67	1,562	0,01191	0,00174
8	2,75	57,14	31,10	1,563	0,01216	0,00197
9	2,71	61,29	29,77	1,472	0,01149	0,00164
10	2,68	65,45	28,50	1,458	0,12547	0,04435
	Jumlah		397	17,40	0,89771	0,07127
	Rata-rata		39,7	1,74	0,08977	0,007127

Tabel 4.6 Rekomendasi Analisis Curah Hujan Rencana untuk Periode Ulang Tahun (t) dengan Distribusi Log Pearson Type III

No.	Periode Ulang	P (%)	G	Log Xi	X_i
1	2	50	-0,067	1,522	33,285
2	5	20	0,814	1,750	56,236
3	10	10	1,318	1,880	75,832
4	25	4	1,886	2,026	106,216
5	50	2	2,271	2,125	133,479
6	100	1	2,629	2,218	165,093

Dari tabel 12, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun = 33,285 mm, 5 tahun = 56,236 mm,

10 tahun = 75,832 mm, 25 tahun = 106,216 mm, 50 tahun = 133,479mm,
100 tahun = 165,093 mm.

3. Analisis Debit Banjir Rencana

a. Curah Hujan Jam-Jaman

Pada perencanaan ini tidak memiliki data persentase hujan jam-jaman, maka perhitungan pada distribusi hujan menggunakan rumus Mononobe;

$$I_t = \left[\frac{R_{24}}{t} \right] \left[\frac{t}{T} \right]^{2.5}$$

Dimana

I_t = Intensitas hujan dalam jam (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan rata-rata dalam 1 hari

T = Waktu mulai hujan

t = Waktu konsentrasi hujan

Adapun lama waktu konsentrasi hujan (T) di Tolojones, data-rata $T = 5$ jam, maka diperoleh

$$\text{Untuk } t = 1 \text{ jam, maka diperoleh } R_1 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{1}{5} \right]^{2.5} = 0,3848 R_{24}$$

$$\text{Untuk } t = 2 \text{ jam, maka diperoleh } R_2 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{2}{5} \right]^{2.5} = 0,3684 R_{24}$$

$$\text{Untuk } t = 3 \text{ jam, maka diperoleh } R_3 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{3}{5} \right]^{2.5} = 0,2811 R_{24}$$

$$\text{Untuk } t = 4 \text{ jam, maka diperoleh } R_4 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{4}{5} \right]^{2.5} = 0,3321 R_{24}$$

Untuk $t = 5$ jam, maka diperoleh $R_5 = \left[\frac{R_{50}}{t} \right] \left[\frac{t}{T} \right]^{2/T} = 0,2000 R_{50}$

Dari perhitungan di atas mengenai intensitas hujan jam-jaman, maka dengan menggunakan rumus di bawah ini diperoleh hujan jam-jaman sebagai berikut;

$$R_t = [t, R_t] - [(t - 1), (T - 1)]$$

Untuk 1 jam, diperoleh $R_1 = [1 \times 0,5848 R_{50}] - [(1 - 1) \times (5 - 1)]$

$$= (0,5848 R_{50}) - (0 \times 0,5848)$$

$$= 0,5848 \times 100\% = 58,48\%$$

Untuk 2 jam, diperoleh $R_2 = [2 \times 0,3467 R_{50}] - [(2 - 1) \times (0,5848)]$

$$= (0,6934 R_{50}) - (1 \times 0,5848)$$

$$= 0,1086 \times 100\% = 10,86\%$$

Untuk 3 jam, diperoleh $R_3 = [3 \times 0,2646 R_{50}] - [(3 - 1) \times (0,3467 R_{50})]$

$$= (0,7938 R_{50}) - (2 \times 0,3467)$$

$$= (0,0998 R_{50}) - (0,6934)$$

$$= (0,0998 \times 100\%) = 9,98\%$$

Untuk 4 jam, diperoleh $R_4 = [4 \times 0,2184 R_{50}] - [(4 - 1) \times (0,2646 R_{50})]$

$$= (0,8736 R_{50}) - (3 \times 0,2646)$$

$$= 0,0849 \times 100\% = 8,49\%$$

Untuk 5 jam, diperoleh $R_5 = [5 \times 0,1882 R_{50}] - [(5 - 1) \times (0,2184 R_{50})]$

$$= (0,9410 R_{50}) - (4 \times 0,2184)$$

$$= 0,0717 \times 100\% = 7,17\%$$

b. Curah Hujan Efektif

Untuk mencari curah hujan rata-rata efektif jam-jaman dalam periode ulang tertentu, data yang diperlukan:

Untuk prosedur perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$T_r = 2 \text{ tahun}$$

$$R_{\text{maks}} = 33,285$$

$$C = 0,78 \text{ (koefisien pengaliran)}$$

$$R_e = C \cdot R_{\text{maks}}$$

$$= 0,78 \times 33,285$$

$$= 25,962 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Jadi, curah hujan efektif} = 58,460 \text{ Pa} \times R_e$$

$$= 58,460 \text{ Pa} \times 25,962$$

$$= 15,180 \text{ mm/hari}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat dengan cara yang sama.

Untuk melihat rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan efektif dapat dilihat pada tabel 4.7, sebagai berikut:

Tabel 4.7. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Efektif.

Maks.	Waktu	Koefisien	Curah Hujan Rata-rata					
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	38,460	0,78	15,180	22,402	34,291	49,480	60,866	72,307
2	19,230	0,78	7,599	11,201	17,145	24,740	30,423	36,154
3	12,820	0,78	5,042	7,467	11,297	16,234	19,791	23,733
4	9,615	0,78	3,794	5,550	8,321	11,955	14,828	17,922
5	7,692	0,78	3,063	4,444	6,736	9,598	11,842	14,331
Rata-rata			27,962	40,804	59,140	82,848	104,113	126,773
Koefisien Pengaliran			0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Ppn. Hujan Makassar			55,765	56,219	75,927	106,716	133,479	165,033

c. Analisis Debit Banjir Metode HSS Nakayasu

Untuk menganalisis debit banjir rancangan, terlebih dahulu harus dibuat hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan. Adapun data-data diketahui sebagai berikut:

Luas DAS (A)	= 202,60 km ²
Panjang sungai utama (L)	= 15,00 km
Koefisien Pengaliran (p)	= 0,70
Parameter n (1/10)	= 1,670
Hujan satuan (Ro)	= 1,000
$t_p = 0,40 + (0,33 \times L) + (L > 15 \text{ km})$	= 2,720
$t_r = 0,5 \text{ sd } 1,0 \text{ (jam) (Lu} = 0,5 \text{ km)}$	= 2,176
$T_p = t_p + (0,8 \times t_r)$	= 4,461
$T_{0,5} = 0,8 \times t_p$	= 2,176
$Q_p = (A \times R_o) / (2,5 \times (0,7)^3 - (0,7)^3)$	= 10,472

Tabel 4.1. Waktu Lengkung Hidrograf Nakayasu

No	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1	Lengkung (Kurva) Naik	Qd0	0	0,000	Tp	4,461
2	Lengkung (Kurva) Turun Tahap 1	Qd1	Tp	4,461	Tp + T _{0,5}	9,026
3	Lengkung (Kurva) Turun Tahap 2	Qd2	Tp + T _{1,5}	9,026	Tp + 2,5 T _{1,5}	15,875
4	Lengkung (Kurva) Turun Tahap 3	Qd3	Tp + T _{0,5} + 1,5 T _{1,5}	15,875	-	-

Sumber: Buku Hidrologi Baniwang, Tradincoyo, 2008

Dari tabel 14, diperoleh lengkung kurva naik (Qd_1) berada pada waktu (t) 4,461 jam, lengkung kurva turun tahap 1 (Qd_2) berada pada waktu (t) 9,026 jam, lengkung kurva turun tahap 2 (Qd_3) berada pada waktu (t) 15,875 jam, lengkung kurva turun tahap 3 (Qd_4) berada pada waktu (t) 24 jam. Untuk hasil perhitungan usman integral dapat dilihat pada tabel 15 berikut.



Table 4.9. Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik dengan Metode Nakiyama

t (jam)	Q (m ³ /dt)	let
0,000	0,00000	Qd
1,000	0,28948	
2,000	1,42747	
3,000	4,04195	
4,000	6,06203	
4,461	6,06204	Qd
5,000	5,90522	
6,000	5,97909	
7,000	5,34145	
8,000	4,21868	
9,026	3,44264	
10,000	2,64773	
11,000	2,22087	
12,000	1,88282	
13,000	1,58270	
14,000	1,31062	Qd
15,000	1,05938	
15,875	0,94261	
16,000	0,92717	
17,000	0,81263	
18,000	0,71225	
19,000	0,62426	
20,000	0,54715	
21,000	0,47956	
22,000	0,42032	
23,000	0,36840	
24,000	0,32289	

Dari tabel di atas, diperoleh grafik hidrograf runtuhan dengan metode HSS Nakayama. Yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.1. Grafik Hidrograf runtuhan HSS Nakayama

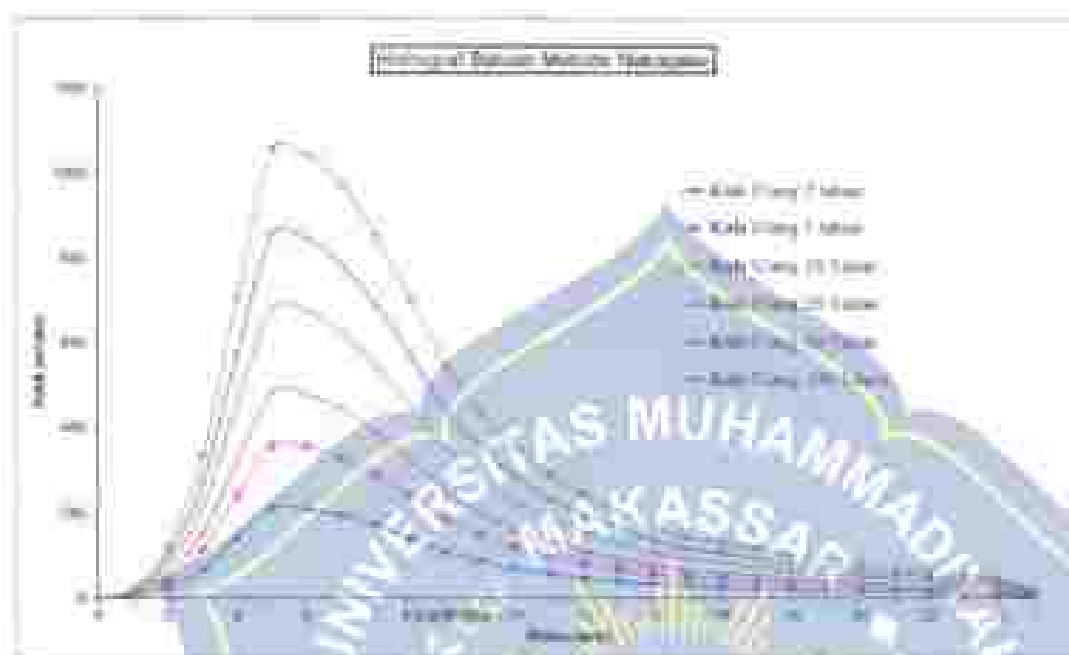
Dari gambar diatas dapat dimungkinkan bahwa debit puncak pada perhitungan hidrograf banjir dengan metode HSS Nakayama Q_{puncak} sebesar $10,47438 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan berada pada waktu $4,461 \text{ jam}$.

Adapun rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode HSS Nakayama, dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 4.10: Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

Jam No	Kala Ulang					
	2	5	10	25	50	100
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	4,39	7,42	10,01	14,02	17,62	21,79
2	34,33	41,11	55,44	77,65	97,58	120,69
3	68,20	115,22	155,37	217,62	273,48	338,26
4	143,22	241,58	326,30	457,03	574,34	710,38
4,461	213,34	360,45	486,05	680,79	855,53	1058,17
5	209,93	358,92	479,74	677,13	846,89	1043,39
6	196,10	341,32	446,35	623,74	786,40	972,66
7	172,18	290,91	387,27	549,45	690,48	859,02
8	142,53	230,80	324,71	454,81	571,35	706,93
9,0264	111,99	187,59	253,19	351,50	445,46	551,07
10	88,01	150,64	202,11	283,39	350,13	430,47
11	71,52	124,11	163,85	229,51	289,41	356,73
12	58,97	97,63	134,34	188,77	236,47	292,37
13	48,91	82,63	111,42	156,06	196,32	242,57
14	41,04	69,34	93,51	130,57	164,39	203,57
15	34,13	58,16	78,47	109,86	138,06	170,74
15,875	29,19	49,21	66,92	93,14	117,05	144,77
16	26,64	45,70	61,63	85,90	106,82	132,12
17	23,47	39,65	53,47	74,89	94,11	116,91
18	20,71	34,36	47,19	66,09	83,05	102,42
19	18,34	30,38	41,77	58,51	73,53	90,95
20	16,25	27,47	37,04	51,88	65,20	81,64
21	14,25	25,08	32,77	45,97	57,35	73,08
22	12,49	22,10	28,80	39,80	50,99	63,98
23	10,95	18,90	24,94	34,53	43,90	54,39
24	9,59	16,21	21,80	30,62	38,45	47,39
0	4,11	6,95	9,75	13,17	17,49	20,80
Qmax	213,34	360,45	486,05	680,79	855,53	1058,17

Dari tabel diatas, rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir rencana metode HSS Nakayasu dapat dinyatakan bahwa debit banjir rencana maksimum periode ulang: 2 tahun = 213,34 m³/dtk, 5 tahun = 360,45 m³/dtk, 10 tahun = 486,05 m³/dtk, 25 tahun = 680,78 m³/dtk, 50 tahun = 855,53 m³/dtk, 100 tahun = 1058,17 m³/dtk. Untuk grafik hidrograf banjir HSS Nakayasu dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.2. Grafik Kelengkapan Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayama

Dari gambar diatas dapat dikatakan bahwa debit puncak pada perhitungan hidrograf banjir dengan metode HSS Nakayama pada periode ulang 100 tahun sebesar $1039,17 \text{ m}^3/\text{dtk}$ pada waktu $4,461 \text{ jam}$.

d. Analisis Debit Banjir Metode HSS Snyder

Untuk menganalisis debit banjir rancangan, terlebih dahulu harus dibuat hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan. Adapun data-data diketahui sebagai berikut: Luas DAS (A) : $222,60 \text{ km}^2$, Panjang Sungai Utama (L) : $40,00 \text{ km}$ (Sumber: Buku Poth Sastriani Kabupaten Sijunjung), Jarak Titik Berat DAS dengan Outlet (L_c) : $17,8 \text{ km}$, Tinggi Hujan (h) : $1,70 \text{ mm}$, Koefisien dari Slope Basinnya (C_1) : $1,20$, Koefisien dari Slope Basinnya (n) : $0,3$, Koefisien Karakteristik Basin (C_p) : $1,40$, Lamanya Hujan Efektif 1 Jam (t_r) : $2,50$

$$\begin{aligned}
 T_p &= C_t \times (L \times L_e)^2 \\
 &= 1,20 \times (40,00 \times 17,5)^2 \\
 &= 8,56 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_p &= 235,64 \times (C_p / T_p) \\
 &= 235,64 \times (1,40 / 8,56) \\
 &= 38,52 \text{ m}^3/\text{dtk/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_c &= T_p / 5,5 \\
 &= 8,56 / 5,5 \\
 &= 1,56 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Untuk $L > 25 \text{ km}$

$$\begin{aligned}
 t_p' &= t_p + 0,25 \times (L - 25) \\
 &= 8,56 + 0,25 \times (27,50 - 25) \\
 &= 8,80 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_p &= t_p' + 5 \times n \\
 &= 8,80 + (5 \times 2,50) \\
 &= 21,30 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_p &= q_p \times \frac{1}{1000} \times (A) \\
 &= 38,52 \times \frac{1}{1000} \times (222,6) \\
 &= 8,57 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

Lenggang Alexeyef

$$W = 1000 \times E \times A$$

$$= 1000 \times 1,00 \times 222,6$$

$$= 222.600$$

$$2. \quad \frac{(97 \times 72 \times 3400)}{w}$$

$$= \frac{0,57 \times 21,30 \times 3400}{222,00}$$

$$= 2,95$$

$$3. \quad = 1,32 \cdot x^2 + 0,15 \cdot x + 0,045$$

$$= 1,32 \times (295)^2 + 0,15 \times (295) + 0,045$$

$$= 12,00$$

$$4. \quad = \frac{t}{7p} \quad (t = 1 \text{ jam})$$

$$= \frac{1}{21,41}$$

$$= 0,05$$

$$5. \quad = 10 \cdot (4) \times \left(\frac{t - 0,05}{t} \right)$$

$$= 10 \cdot (12,00) \times \left(\frac{1 - 0,05}{12,00} \right)$$

$$= 10 \cdot (22,34) = 223,4$$

Tabel 4.11. Tabel Perhitungan Hasil Satuan Sintetik Snyder

t (Jam)	X	Y	Q (m ³ /dtk)
0	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0469	0,0000	0,0000
2	0,0939	0,0000	0,0000
3	0,1408	0,0000	0,0000
4	0,1878	0,0000	0,0000
5	0,2347	0,0000	0,0000
6	0,2817	0,0000	0,0000
7	0,3286	0,0000	0,0000
8	0,3756	0,0001	0,0005
9	0,4225	0,0002	0,0020
10	0,4695	0,0004	0,0076
11	0,5164	0,0008	0,0259
12	0,5634	0,0011	0,0783
13	0,6103	0,0026	0,2113
14	0,6573	0,0052	0,5773
15	0,7042	0,0109	1,2118
16	0,7512	0,0208	2,0613
18	0,7981	0,4073	3,4832
19	0,8451	0,6994	4,3948
20	0,8920	0,8121	4,8532
21	0,9390	0,9608	6,2378
21,3	0,9859	1,0007	6,6491
22	1,0328	0,9948	6,2576
23	1,0798	0,7767	6,1692
24	1,1267	0,5692	4,8815
25	1,1737	0,3701	3,1733
26	1,2206	0,2133	1,8292
27	1,2676	0,1090	0,9349
28	1,3145	0,0494	0,4235
29	1,3615	0,0198	0,1701
30	1,4084	0,0071	0,0605
31	1,4554	0,0032	0,0191
32	1,5023	0,0006	0,0053
33	1,5493	0,0002	0,0013
34	1,5962	0,0000	0,0003
35	1,6432	0,0000	0,0001
36	1,6901	0,0000	0,0000
37	1,7371	0,0000	0,0000

Dari tabel di atas, diperoleh grafik hidrograf rancangan dengan metode HSS Snyder yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini;



Gambar 7. Grafik Hidrograf Rancangan HSS Snyder

Dari gambar di atas, dapat disimpulkan bahwa debit puncak pada perhitungan hidrograf banjir dengan metode HSS Snyder Q_p sebesar 8.5491 m³/detik dan berada pada waktu 25.3 jam.

Adapun rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir rancangan dengan menggunakan metode HSS Snyder, dapat dilihat pada tabel berikut;

Tabel 4.12. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Metode HSS Snyder

t (jam)	Q total					
	1 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001
5	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
6	0,0011	0,0011	0,0015	0,0016	0,0015	0,0019
7	0,0060	0,0060	0,0087	0,0096	0,0094	0,0101
8	0,0082	0,0082	0,0106	0,0117	0,0114	0,0129
9	0,1002	0,1002	0,1501	0,1732	0,1796	0,2041
10	0,0597	0,0579	0,0771	0,0867	0,0853	0,0909
11	1,5243	1,7794	2,9160	3,7306	3,4715	3,7555
12	4,8264	5,7912	9,3648	11,9982	11,4500	12,0491
13	13,2166	15,8976	27,1692	36,0543	36,7403	38,4533
14	26,4448	30,0872	54,3336	70,1285	68,4989	71,6244
15	36,9709	42,0932	74,0277	97,5009	94,0171	97,9561
16	73,9490	84,1348	148,0554	195,0124	188,0350	195,9137
17	140,7142	165,0136	283,0180	367,0027	354,0743	368,0251
18	241,2220	274,4631	483,5641	647,7960	628,5112	650,7882
19	373,0533	435,4639	743,7901	980,1200	940,8818	975,2722
20	521,0885	597,8875	1,030,0951	1,352,5312	1,289,1381	1,336,7582
21	652,7483	743,7901	1,294,2942	1,692,5025	1,625,9067	1,680,2892
21,7	748,2806	850,3482	1,471,6550	1,928,7882	1,852,9903	1,911,1792
22	736,4005	837,8375	1,456,3311	1,901,1678	1,833,6073	1,890,9978
23	688,2440	783,0802	1,351,2585	1,692,2609	1,660,0903	1,689,2575
24	573,2450	654,4793	1,147,2829	1,509,3311	1,490,7116	1,527,2266
25	478,4420	498,8333	569,5665	632,1022	688,0216	744,8257
26	305,6913	347,7975	397,1162	406,7135	479,7106	519,3087
27	193,3519	222,2598	253,7736	281,6390	306,8989	331,8640
28	114,4754	130,2437	148,7115	165,0393	179,6422	194,4710
29	61,4418	69,9649	79,0172	88,5807	96,4185	104,8774
30	30,1280	34,2778	39,1363	43,4356	47,3788	51,1815
31	15,4502	15,3028	17,4727	19,5912	21,1069	22,8492
32	5,4459	6,1960	7,0746	7,8513	8,5460	9,2614
33	1,9922	2,2666	2,5880	2,8722	3,1263	3,3644
34	0,6562	0,7466	0,8524	0,9466	1,0297	1,1147
35	0,1940	0,2208	0,2521	0,2707	0,3045	0,3296
36	0,0514	0,0585	0,0667	0,0741	0,0806	0,0875

Dari tabel diatas, rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir rencana metode HSS Snyder dapat dinyatakan bahwa debit banjir rencana maksimum periode ulang 2 tahun = 748,2876 m³/dtk, 5 tahun = 851,3492 m³/dtk, 10 tahun = 972,0681 m³/dtk, 25 tahun = 1078,7967 m³/dtk, 50 tahun = 1174,2503 m³/dtk, 100 tahun = 1271,1797 m³/dtk. Untuk grafik hidrograf banjir HSS Snyder dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Grafik Rekapitulasi Hidrograf Banjir Metode HSS Snyder

Dari gambar diatas dapat dinyatakan bahwa debit puncak pada perhitungan hidrograf banjir dengan metode HSS Nakayasu pada periode ulang 100 tahun sebesar 1271,1797 m³/dtk pada waktu 21,3 jam.

Tabel 4.13. Tabel kesimpulan

No	Jenis Debit	HSS Nakayasu	HSS Snyder
1	Debit Kala Ulang 2 tahun (Q2)	213,34	748,2806
2	Debit Kala Ulang 5 tahun (Q5)	360,45	851,3492
3	Debit Kala Ulang 10 tahun (Q10)	436,05	972,0681
4	Debit Kala Ulang 25 tahun (Q25)	640,79	1078,7967
5	Debit Kala Ulang 50 tahun (Q50)	835,87	1174,2503
6	Debit Kala Ulang 100 tahun (Q100)	1058,17	1271,1797

Debit maksimal yang mungkin terjadi terdapat pada HSS Snyder, dapat dinyatakan bahwa debit bergin-gencam maksimum Snyder untuk 2 tahun = 748,2806 m³/dtk, 5 tahun = 851,3492 m³/dtk, 10 tahun = 972,0681 m³/dtk, 25 tahun = 1078,7967 m³/dtk, 50 tahun = 1174,2503 m³/dtk, 100 tahun = 1271,1797 m³/dtk.

B. Analisis Hidraulika

1. Analisis Kapasitas Sungai

Analisa dan perhitungan debit di Sungai Jenehna dibagi menjadi 2 bagian yaitu Debit normal (Q_n) dan debit maksimal (Q_m)

a. Perhitungan Debit Normal (Q_n)

Berikut ini adalah perhitungan debit sungai jeneslata pada saat sungai dalam kondisi normal, yang mana sebelumnya telah dilakukan survei lapangan dengan menggunakan alat ukur kecepatan aliran (*current meter*) di 5 titik pengamatan :

Tabel 4.14. Hasil pengukuran dimensi Sungai Jenelata

No	Lokasi	Lebar Sungai (B)	Kedalaman Sungai (h)	Kecepatan Aliran (V)	V rata-rata m/detik	
		M	M	M		
1	0+00	33,14	h1	1,02	V3	0,6
			h2	0,93	V1	0,8
			h3	0,55	V3	0,7
2	0+25	37,74	h1	1,05	V1	0,8
			h2	0,87	V2	0,9
			h3	0,88	V3	0,7
3	0+50	38,1	h1	1,05	V2	0,8
			h2	0,84	V2	1,1
			h3	0,67	V3	0,7

Sumber: Data Pengukuran

Dari data pengukuran yang dilakukan maka dilakukanlah analisis dan perhitungan debit sungai Jenelata sebagai berikut.

1) STA 0+00

Data yang diperoleh yaitu

Lebar Sungai (B)

$$= 33,14 \text{ m}$$

Kedalaman Sungai (h)

$$h_1 = 1,02 \text{ m} \quad h_2 = 0,93 \text{ m} \quad h_3 = 0,55 \text{ m}$$

Kecepatan Aliran (V)

$$V_1 = 0,6 \text{ m/dtk} \quad V_2 = 0,8 \text{ m/dtk} \quad V_3 = 0,7 \text{ m/dtk}$$

Maka nilai V rata-rata = 0,70 m/dtk



Gambar 4.3. Sketsa Penampang Sungai Jenelata STA 0+00

Luas Penampang (A)

$$A_1 = \frac{1}{2} (1,02) \times 3,93 = 2,00$$

$$A_2 = \left(\frac{1,02 + 0,93}{2} \right) \times 13,80 = 13,46$$

$$A_3 = \left(\frac{0,93 + 0,55}{2} \right) \times 9,70 = 7,26$$

$$A_4 = \frac{1}{2} (0,55) \times 5,71 = 1,57$$

$$A_{\text{total}} = 24,21$$

Maka diperoleh debit air/skor :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,70 \times 24,21$$

$$Q = 16,95 \text{ m}^3/\text{dk}$$

2) STA 0+25

Data yang diperoleh ialah

Lebar Sungai (B)

$$= 37,74 \text{ m}$$

Kedalaman Sungai (h)

$$h_1 = 1,04 \text{ m} ; h_2 = 0,87 \text{ m} ; h_3 = 0,68 \text{ m}$$

Kecamatan Aliran (V)

$$V_1 = 0,8 \text{ m/dtk} ; V_2 = 0,9 \text{ m/dtk} ; V_3 = 0,7 \text{ m/dtk}$$

Maka nilai V rata-rata = 0,80 m/dtk



Gambar 4-4. Sketsa Penampang Sungai Jendela STA 0+25.

Luas Penampang (A)

$$A_1 = \frac{1}{2} (1,04) \times 4,10 = 2,13$$

$$A_2 = \left(\frac{1,04 + 0,67}{2} \right) \times 13,80 = 13,18$$

$$A_3 = \left(\frac{0,67 + 0,68}{2} \right) \times 13,62 = 10,56$$

$$A_4 = \frac{1}{2} (0,68) \times 0,22 = 0,07$$

$$A_{\text{total}} = 27,98$$

Maka diperoleh debit $Q = 22,39$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,80 \times 27,98$$

$$Q = 22,39 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

3) STA 0 + 50

Data yang diperoleh yaitu :

Lebar Sungai (B)

$$= 38,10 \text{ m}$$

Kedalaman Sungai (h)

$$h_1 = 1,05 \text{ m} ; h_2 = 0,84 \text{ m} ; h_3 = 0,67 \text{ m}$$

Kecepatan Aliran (V)

$$V_1 = 0,8 \text{ m/dtk} ; V_2 = 1,1 \text{ m/dtk} ; V_3 = 0,7 \text{ m/dtk}$$



Gambar 4.5. Sketsa Pemampung Sungai Jendata STA 0 + 50

Luas Pemampung (A)

$$A_1 = \frac{1}{2} (1,05) \times 4,23 = 2,13$$

$$A_2 = \left(\frac{1,05 + 0,87}{2} \right) \times 13,80 = 13,01$$

$$A_3 = \left(\frac{0,87 + 0,68}{2} \right) \times 15,62 = 10,28$$

$$A_4 = \frac{1}{2} (0,68) \times 6,43 = 2,16$$

$$A_{\text{total}} = 27,71$$

Maka diperoleh debit sebesar

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,87 \times 27,71$$

$$Q = 24,01 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Tabel 4.15. Hasil perhitungan tampang Sungai Jendela Kondisi debit Normal (Q_n)

NO	LOKASI	LEBAR SUNGAI	KEDALAMAN SUNGAI		KECEPATAN ALIRAN (V)		$V_{rata-rata}$ m/dtk	A_{sal} m ²	Q_n m ³ /dk
		m	m	m/dtk	m/dtk				
1	STA 0+00	33,38	h1	1,02	V1	0,6	0,70	34,23	16,55
			h2	0,91	V2	0,8			
			h3	0,85	V3	0,7			
2	STA 0+25	37,74	h1	1,04	V1	0,8	0,90	37,98	21,39
			h2	0,87	V2	0,8			
			h3	0,71	V3	0,7			
3	STA 0+52	38,34	h1	1,05	V1	0,8	0,97	39,71	24,01
			h2	0,84	V2	1,1			
			h3	0,67	V3	0,7			
Jumlah Rata-rata									21,12

Jadi, dari perolehan debit diatas dapat diambil rata-ratanya sebesar 21,12 m³/dkk dengan kondisi air normal.

b. Perhitungan Debit Musim anam (Q_{mus})

1) STA 0+00

Data yang diperoleh ialah

Lebar Sungai (B)

$$= 85,90 \text{ m}$$

Kedalaman Sungai (H)

$$= 11,72 \text{ m}$$



Gambar 4.6. Sketsa Penampang Sungai Jendela STA 0+00

Luas Penampang (A)

$$A_1 = \frac{1}{2} (7,48) \times 16,30 = 60,96$$

$$A_2 = \left(\frac{7,48 + 11,72}{2} \right) \times 24,61 = 236,16$$

$$A_3 = \left(\frac{11,72 + 8,82}{2} \right) \times 34,59 = 325,78$$

$$A_4 = \frac{1}{2} (8,82) \times 7,05 = 31,04$$

$$A_{\text{total}} = 710,04$$

Keliling basah (P)

$$\begin{aligned} P &= B + 2H\sqrt{1 + m^2} \\ &= 85,90 + 2 \times 11,72 \sqrt{1 + 3,72^2} \\ &= 114,77 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemiringan dasar tongga (I)

$$I = \left(\frac{5,32 - 5,30}{27,42} \right) = 0,000729 = 7,29 \times 10^{-4}$$

Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{710,04}{114,77} = 6,19 \text{ m}$$

Kecapatan aliran (V)

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,030} \times 6,19^{\frac{2}{3}} \times 0,000729^{\frac{1}{3}}$$

$$= 3,03 \text{ m/dtk}$$

Debit sungai (Q) :

$$Q = A \cdot V$$

$$= 710,04 \times 3,03$$

$$= 2154,17 \text{ m}^3/\text{dkk}$$

2) STA 0 + 25

Data yang diperoleh ialah

Lebar Sungai (B)

$$= 91,00 \text{ m}$$

Kedalaman Sungai (h)

$$= 11,69 \text{ m}$$



Gambar 4.7. Sketsa Penampang Sungai Jenclata STA 0 + 25

Luas Penampang (A)

$$A_1 = \frac{1}{2} (7,46) \times 17,60 = 65,65$$

$$A_2 = \left(\frac{7,46 + 11,691}{2} \right) \times 21,72 = 207,97$$

$$A_3 = \left(\frac{11,69 + 8,89}{2} \right) \times 41,28 = 424,77$$

$$A_s = \frac{1}{2} (8,89) \times 10,40 = 46,23$$

$$A_{\text{total}} = 744,62$$

Keliling busah (P):

$$\begin{aligned} P &= B + 2H\sqrt{1 + m^2} \\ &= 91,00 + 2 \times 11,64\sqrt{1 + 0,006^2} \\ &= 119,07 \text{ m} \end{aligned}$$

Jari-jari busah (R):

$$R = \frac{A}{P} = \frac{744,62}{119,07} = 6,25 \text{ m}$$

Kemiringan dasar (f):

$$f = \left(\frac{5,30 - 5,28}{31,11} \right) \times 0,000643 = 6,43 \times 10^{-6}$$

Kecepatan aliran (V):

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} R^{\frac{1}{3}} S^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0,030} \times 6,25^{\frac{1}{3}} \times 0,000643^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$= 2,87 \text{ m/dtk}$$

Debit sungai (Q):

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V \\ &= 744,62 \times 2,87 \\ &= 2136,17 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

3) STA 0+30

Data yang diperoleh ialah:

Lebar Sungai (B)

$$= 83,52 \text{ m}$$

Kedalaman Sungai (h)

$$= 11,64 \text{ m}$$



Gambar 4.3. Sketsa Penampang Sungai di STA 0+30

Luas Penampang (A)

$$A_1 = \frac{1}{2} (7,45) \times 15,70 = 58,49$$

$$A_2 = \left(\frac{7,45 + 11,641}{2} \right) \times 10,73 = 178,68$$

$$A_3 = \left(\frac{11,64 + 8,46}{2} \right) \times 39,28 = 394,76$$

$$A_4 = \frac{1}{2} (8,46) \times 9,82 = 41,54$$

$$A_{\text{total}} = 673,47$$

Keliling basah (P)

$$P = B + 2H\sqrt{1 + m^2}$$

$$= 83,52 + 2 \times 11,64\sqrt{1 + 0,74^2}$$

$$= 112,50 \text{ m}$$

Kemiringan dasar sungai (I):

$$I = \left(\frac{5,28 - 5,27}{31,11} \right) = 0,000321 = 3,21 \times 10^{-4}$$

Jari-jari hidrolis (R):

$$R = \frac{A}{P} = \frac{673,47}{112,50} = 5,99 \text{ m}$$

Kecapatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/4}$$

$$= \frac{1}{0,030} \times 5,99^{2/3} \times 0,000321^{1/4}$$

$$= 1,97 \text{ m/dtk}$$

Debit sungai (Q):

$$Q = A \cdot V$$

$$= 673,47 \times 1,97$$

$$= 1326,95 \text{ m}^3/\text{dk}$$

Tabel 4.16. Hasil Perhitungan Tampang Sungai Jendela Kondisi Debit Maksimum (Q_{max})

NO	LOKASI	p	b	KEBRAMPAAN SUNGAI		A	P	I	R	V	Q
				m	m						
1	STA 0+00	33,24	33,24	p1	7,84	720,04	334,79	0,000729	0,29	3,08	2194,17
				p2	13,23						
				p3	8,82						
2	STA 5+25	37,34	37,34	p1	7,86	744,62	328,07	0,000949	0,29	2,89	2136,17
				p2	13,23						
				p3	8,82						
3	STA 10+50	38,1	38,10	p1	7,86	871,49	322,1	0,00092	0,29	2,89	2176,25
				p2	13,23						
				p3	8,86						
Debit Maksimum											1872,43

Jadi, debit perolehan debit di titik yang dapat diambil rata-ratanya sebesar

1872,43 m³/dtk.

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan

No	Jenis Debit	Besar Debit m ³ /det
1	Debit normal (Q_n)	2112
2	Debit maksimum (Q_{max})	1872,43
3	Debit kala ulang 2 tahun (Q_2)	748,2895
4	Debit kala ulang 5 tahun (Q_5)	851,2202
5	Debit kala ulang 10 tahun (Q_{10})	972,6411
6	Debit kala ulang 25 tahun (Q_{25})	1076,7967
7	Debit kala ulang 50 tahun (Q_{50})	1174,2803
8	Debit kala ulang 100 tahun (Q_{100})	1271,1797

2. Analisis Tinggi Muka Air Sungai

Dari hasil perhitungan debit yang di peroleh kita bisa memperhitungakan tinggi muka air sesuai dengan debit yang terjadi, adapun perhitungannya untuk memperoleh tinggi muka air sungai Jendela adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan tinggi muka air Q_2 :

Luas penampang sungai (A) :

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{748,2806}{2,81}$$

$$= 181,602 \text{ m}^2$$

Tinggi muka air maksimum (H) :

$$H1 = \sqrt{\frac{A}{1-m}} = \sqrt{\frac{181,602}{0,316 - 0,166}}$$

$$= 4,52 \text{ m}$$

Gambar 4.9. Skema Perencanaan Saluran Jemolan (Dipin) Lela (dipin) 2 m lebar

Tabel 4.17. Rekapitulasi Tinggi Muka Air Sungai Jenelita Pada Debit Q_2 , Q_3 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} dan Q_{100}

Debit	Q	$V_{rata-rata}$	A	H
	$m^3/detik$	$m^3/detik$	m^2	m
Q_2	748,2806	2,81	1111,602	4,52
Q_3	851,3492	2,81	219,785	5,88
Q_{10}	972,0681	2,81	265,826	6,83
Q_{25}	1078,7987	2,81	588,319	8,08
Q_{50}	1174,2502	2,81	381,066	9,06
Q_{100}	1271,1797	2,81	457,48	10,08

Dari hasil perhitungan diperoleh profil muka air rata-rata seperti ilustrasi penampang Sungai Jenelita pada gambar berikut.



Gambar 4.10. Profil Muka Air Sungai Jenelita Pada Q_2 , Q_3 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} dan Q_{100}

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa penampang Sungai Jenelita pada debit Q_2 , Q_3 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} dan Q_{100} berada pada titik jangam tanggul sungai.

C. Analisis Tembok Penahan Tanah

Tinggi Air Normal = 2,5 m

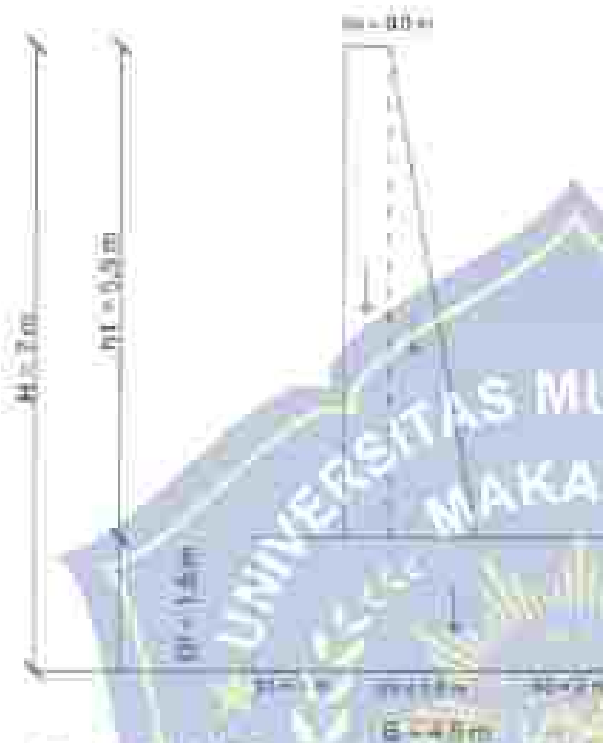
Tinggi Air Banjir = 7,0 m

1. Perencanaan Tembok Penahan Tanah

Tembok penahan tanah dimaksudkan yaitu tembok penahan gravitasi

Data perencanaan (dengan dimensi)

- | | | |
|---------------------------|----------|--------|
| a. Tinggi Tana | $H = 10$ | -10 |
| b. Tinggi Dinding Penahan | H_1 | $+5,5$ |
| c. Lebar Bawah Total | D | $+4,5$ |
| d. Lebar Atas | b_0 | $+0,5$ |
| e. Kedalaman Pondasi | D_1 | $+1,5$ |
| f. Lebar Lembar 1 | b_1 | $+1$ |
| g. Lebar Lembar 2 | b_2 | $+2$ |
| h. Lebar bawah | b_3 | $+1,5$ |



Gambar 4.17 Zoning pada Jenis Pile

2. Data Tanah

a. Angka pori $(e) \rightarrow 1,116$

b. Berat spesifik tanah $(\gamma_s) \rightarrow 2,69$

c. Berat volume tanah kering (γ_d)

$$\rightarrow \frac{G_s}{V_s}$$

$$\rightarrow \frac{205 \times 100}{1 + 1,116}$$

$$\rightarrow 1273 \text{ g/cm}^3$$

$$\rightarrow 1 \text{ g/cm}^3 \rightarrow 9,806635 \text{ kN/m}^3$$

$$\rightarrow 1273 \times 9,806635$$

$$\rightarrow 12484 \text{ kN/m}^3$$

d. Kadur air tanah $(w) \rightarrow 15,83\% \rightarrow 0,15831$

e. Berat volume tanah jenuh $(\gamma_{sat}) \rightarrow \frac{w \times (\gamma_s + 1)}{1 + e}$

$$\frac{3,83 \times (2,69 + 1,18)}{1 + 0,118}$$

$$= 17,65 \text{ kN/m}^3$$

f. Berat volume total basal (γ_b) = $\gamma_d (1 + e)$

$$= 12,464 (1 + 0,15831)$$

$$= 14,45 \text{ kN/m}^3$$

g. Berat volume tanah (γ) = $\gamma_d + \gamma_w$

$$= 17,65 + 9,81$$

$$= 27,46 \text{ kN/m}^3$$

h. Berat volume air (γ_w) = $\rho_w g$

$$= 1000 \times 9,81$$

$$= 9810 \text{ N/m}^3$$

$$= 9,81 \text{ kN/m}^3$$

i. Koefisien tanah (e) = $\frac{V_v}{V_s}$

$$= \frac{1 \text{ kg/cm}^3}{0,353 \text{ kg/cm}^3} = 0,00283$$

$$= 0,353 \times 0,00283$$

$$= 0,00100$$

j. Sifat geser tanah (c) = 20 kN/m^2

Tabel 4.18. Data Tanah

No	Notasi	Σ	Satuan
1	G_s	2,69	kN/m^3
2	γ_b	14,45	kN/m^3
3	γ_{fl}	17,484	kN/m^3
4	γ_{sat}	17,65	kN/m^3
5	γ'	7,83019	kN/m^3
6	γ_w	9,81	kN/m^3
7	e	1,188	
8	c	0,0035	kN/m^2
9	ϕ	20,01	°

3. Perhitungan Koefisien Tanah

a. Koefisien Tekan Aktif (K_a)

$$\begin{aligned}
 K_a &= \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) \\
 &= \tan^2(45 - \frac{20,01}{2}) \\
 &= 0,405
 \end{aligned}$$

b. Koefisien Tanah Pasif (K_p)

$$\begin{aligned}
 K_p &= \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) \\
 &= \tan^2(45 + \frac{20,01}{2}) \\
 &= \tan^2(55,01) \\
 &= 2,041
 \end{aligned}$$

4. Kondisi Muka Air Banjir Tanpa Gempa

a. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif



Gambar 4.12. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$\begin{aligned}
 Pa1 &= \frac{1}{2} \times 18 \times 10^2 - 12 \times 10 \\
 &= \frac{1}{2} \times 18 \times 180 - 120 \\
 &= 1530 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Pa2 &= \frac{1}{2} \times 18 \times 10^2 - 12 \times 10 \\
 &= \frac{1}{2} \times 170 \times 25^2 - 0,69 \\
 &= 7.098 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja :

$$\begin{aligned}
 \Sigma Pa &= Pa1 + Pa2 \\
 &= 1530 + 7,1 \\
 &= 1537,1 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Perhitungan momen untuk tekaman aktif adalah mengkalikan tekaman tanah aktif (P_{aktif}) dengan titik tangkap gaya pada tekaman tanah aktif, yaitu $H/3$ dari dasar dinding.

b. Momen Aktif

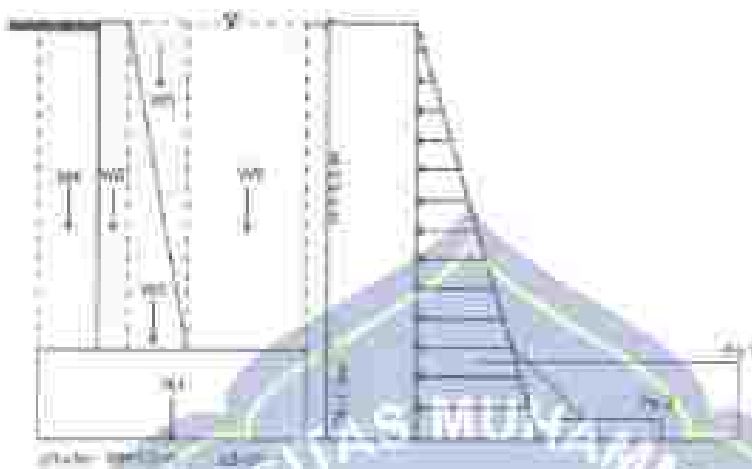
$$\begin{aligned} M_{a1} &= P_{a1} \left(\frac{1}{2} H \right) = 172 \\ &= 115932 \text{ kg} \cdot \text{m} \\ &= 277.008 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{a2} &= P_{a2} \left(\frac{1}{2} H \right) \\ &= 7.008 \times \left(\frac{1}{2} \times 3 \right) \\ &= 10.512 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Jumlah semua nilai yang bekerja

$$\begin{aligned} \Sigma M_a &= M_{a1} + M_{a2} \\ &= 277.008 + 10.512 \\ &= 287.520 \text{ Nm} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Tekanan Tanah Pasif



Contoh 4.1. Ditentukanlah gaya gesek dan gaya tekan pada profil adalah tanah yang bekerja terhadap dinding

tekanan tanah air yang bekerja sama menahan dan menahan kesetimbangan.

Tentukan Tanah (air)

$$H_1 = 10 \text{ m (diketahui)}$$

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \times \gamma_w \times H_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 9,81 \times 10^2 = 204$$

$$= 204,35 \text{ kN}$$

$$P_{p2} = \frac{1}{2} \times \gamma_{\text{air}} \times K_p \times D^2 + 2 \times \gamma_{\text{air}} \times K_p \times D$$

$$= \frac{1}{2} \times 17,0 \times 2,04 \times 2,25 + 2 \times 0,035 \sqrt{2} \times 2$$

$$= 40,515 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan profil yang bekerja

$$\Sigma P_p = P_{p1} - P_{p2}$$

$$= 240,55 + 40,5$$

$$= 280,96 \text{ kN}$$

Momen Pasif:

$$M_{p1} = -P_{p1} \cdot \frac{2}{3} \cdot H_1$$

$$= 240,55 \times \frac{2}{3} \times 7$$

$$= 560,81 \text{ kNm}$$

$$M_{p2} = -P_{p2} \cdot \frac{2}{3} \cdot H_2$$

$$= 10,5 \times \frac{2}{3} \times 7$$

$$= 20,23 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_p = M_{p1} + M_{p2}$$

$$= 560,81 + 20,23$$

$$= 581,05 \text{ kNm}$$

Jumlah momen pasif (Sangat kecil)

$$\Sigma M = \Sigma M_H + \Sigma M_p$$

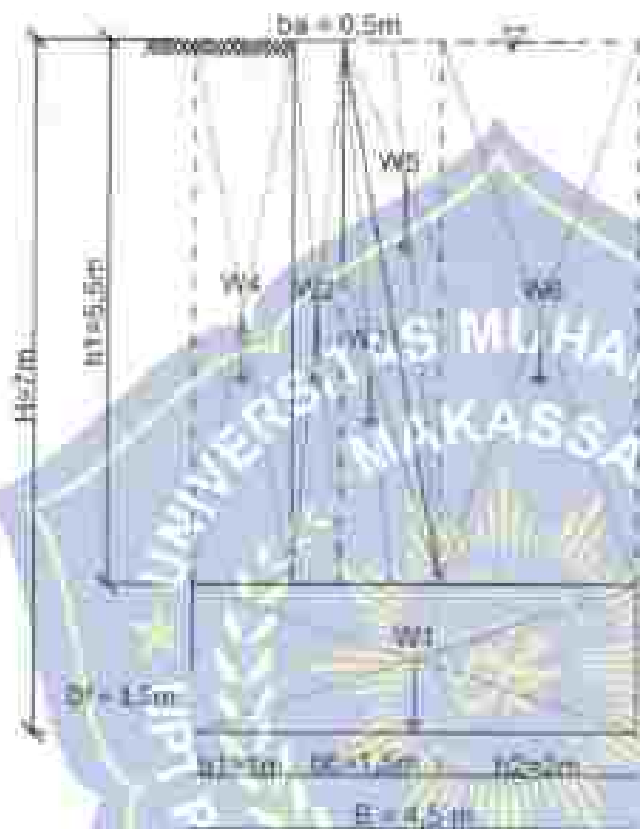
$$= 581,05 + 275,22$$

$$= 856,27 \text{ kNm}$$

d. Gaya Lpifit



e. Berat Konstruksi



Gambar 4.11. Area struktur konkrit

$$\begin{aligned}
 W1 &= A1 \times \gamma_{beton} \\
 &= B \times D_f \times \gamma_{beton} \\
 &= 4,5 \times 1,5 \times 21,5732 \\
 &= 145,62 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W2 &= A2 \times \gamma_{beton} \\
 &= H \times b_1 \times \gamma_{beton} \\
 &= 5,5 \times 0,5 \times 21,5732 \\
 &= 59,326 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W3 &= A3 \times \gamma_{batu} \\
 &= 0,5 \times (b_1 - b_2) \times H \times \gamma_{batu} \\
 &= 0,5 \times (1,5 - 0,5) \times 3,5 \times 21,573 \\
 &= 39,326 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W4 &= A4 \times \gamma_{mud} \\
 &= b_1 \times H \times \gamma_{mud} \\
 &= 1 \times 3,5 \times 11,604 \\
 &= 40,614 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W5 &= A5 \times \gamma_{air} \\
 &= 0,5 \times (b_2 - b_1) \times H \times \gamma_{air} \\
 &= 0,5 \times (1,5 - 0,5) \times 3,5 \times 9,7773 \\
 &= 15,643 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W6 &= A6 \times \gamma_{air} \\
 &= b_1 \times b_2 \times \gamma_{air} \\
 &= 1,5 \times 2 \times 9,7773 \\
 &= 29,332 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

f. Jarak beban terhadap titik berat (B) titik A:

$$\begin{aligned}
 X1 &= \frac{a}{3} \\
 &= \frac{1,5}{3} \\
 &= 0,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X2 &= b1 + \left(\frac{2b_2}{3}\right) \\
 &= 1 + \left(\frac{2 \times 0,5}{3}\right)
 \end{aligned}$$

$$= 0,02015711 + 18,8461374 + 15,294291$$

$$= 34,160585 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{net}} = q_u - r \cdot D_f$$

$$= 34,16 - 2 \times 1,5$$

$$= 31,17 \text{ kN/m}^2$$

$$F = \frac{q_{\text{net}} \cdot A_{\text{kolom}}}{4}$$

$$F = \frac{31,17}{4}$$

$$= 7,79$$

$$= 0,975$$

a. Stabilitas Terhadap Geser

$$SF = \frac{14,775 \times 1,05}{12,800} > 1,5$$

$$\frac{(14,775 \times 1,05) + (12,800 \times 0,975)}{12,800} > 1,5$$

$$\frac{201,75}{12,800} > 1,5$$

$$= 15,76 > 1,5$$

b. Stabilitas Terhadap Guling

$$SF = \frac{2M + EM_y}{EM_x} > 1,5$$

$$= 1,25 \text{ m}$$

$$X3 = (b) - ba = ((bb) - ba) \times \frac{2}{3}$$

$$= 1 - 0,5 = (1,5 - 0,5) \times \left(\frac{2}{3}\right)$$

$$= 1,833 \text{ m}$$

$$X4 = \frac{A}{2}$$

$$= \frac{1}{2}$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

$$X5 = (b) - ba = ((bb) - ba) \times \frac{2}{3}$$

$$= 1 - 0,5 = (1,5 - 0,5) \times \left(\frac{2}{3}\right)$$

$$= 2,167 \text{ m}$$

$$X6 = ba - (a) = \frac{2}{3}$$

$$= 1 - 1,5 = \frac{2}{3}$$

$$= 3,5 \text{ m}$$

Tabel 4.19. Perhitungan Momen

No	Berat Sendiri W (kN/m)	Jarak ke Titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	145,62	2,25	327,64
2	59,33	1,25	74,16
3	59,33	1,83	108,76
4	60,19	0,50	30,10
5	26,89	2,17	58,26
6	107,55	3,50	376,43
Σ	324,4648256		975,34

- g. Kapasitas Dukung Tanah, Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling:

$$q_{ult} = q_u + \gamma \cdot Df$$

Dimana:

$$q_u = \text{kapasitas dukung ultimate netto (t/m}^2\text{)}$$

$$q_u = \text{kapasitas dukung ultimate (t/m}^2\text{)}$$

ϕ	N_c	N_q	N_{γ}
20	17,7	7,4	5,0
25	21,1	9,7	6,3

Untuk $\phi = 20^\circ$ dapat dihitung dengan cara interpolasi.

$$N_c = 17,7 + \left(\frac{25 - 20}{25 - 20} \right) \times (21,1 - 17,7)$$

$$N_c = 17,73$$

$$N_q = 7,4 + \left(\frac{25 - 20}{25 - 20} \right) \times (9,7 - 7,4)$$

$$N_q = 7,421$$

$$N_{\gamma} = 5,0 + \left(\frac{25 - 20}{25 - 20} \right) \times 6,3 = 5,019$$

$$N_{\gamma} = 5,019$$

$$W = \left(\frac{1}{3} \times c \cdot N_c \right) + \left(\gamma \cdot d \cdot N_q \right) + \left(0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \right)$$

$$= \left(\frac{1}{3} \times 0 \times 17,73 \right) + \left(1,693 \times 1,5 \times 7,42 \right) + \left(0,4 \times 1,693 \times 4,5 \times 5,019 \right)$$

$$= \frac{27034 + 291262}{278222} \rightarrow 1,5$$

$$= 5,6551 \rightarrow 1,5$$

5. Kondisi Mula Air Banjir dengan Gempa

a. Gaya Gempa

Gaya gempa yang terjadi yaitu

$$Gp = luas\ lantai \times tinggi\ pondasi \times g_{max}$$

$$Gp1 = (Df \times 9) \times 1 \times g_{max} \times E$$

$$= (13,5 \times 4,5) \times 1 \times 21,57 \times 0,157$$

$$= 18,9713$$

$$Gp2 = (Df \times 5d) \times 1 \times g_{max} \times E$$

$$= (3,3 \times 2,5) \times 1 \times 21,57 \times 0,157$$

$$= 11,8716$$

$$Gp3 = 0,5 \times (1 \times 30) \times 1 \times g$$

$$= 0,5 \times (5,5 \times 1,5) \times 1 \times 21,573 \times 0,157$$

$$= 14,7512$$

b. Momen Gempa

$$MGp1 = Gp1 \times X1$$

$$= 18,95 \times 2,25$$

$$= 42,59 \text{ kNm}$$

$$M_{Gp3} = G_{p2} \times X_2$$

$$= 11,87 \times 1,25$$

$$= 14,84 \text{ kNm}$$

$$M_{Gp4} = G_{p3} \times X_3$$

$$= 18,75 \times 1,25$$

$$= 23,44 \text{ kNm}$$

Tabel 4.20. Perhitungan momen akibat gempa

No	Luas Pus (m ²)	Tinggi (K _s =4,5)	Jarak (m)	Koefisien Gempa (C)	Jarak Gempa (km)	Tinggi Momen (Terdapat Tinggi m)	Momen (K _s =1)
1	4,75	21,57	40,32	0,150001	10,5	2,25	47,59
2	2,75	21,57	38,13	0,150001	11,87	1,25	14,84
3	2,75	21,57	38,27	0,150001	18,75	1,25	23,44
		JG			41,15	2460	85,87

c. Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$SF = \frac{\sum c + \left(\frac{\sum W}{3} - \sum U \right) \cdot f}{\sum W} > 1,2$$

$$= \frac{0 + \left(\frac{\sum 2460}{3} - \sum 0 \right) \cdot (14,66)}{2460} > 1,2$$

$$= \frac{281,706}{233,011} > 1,2$$

$$= 2,29 > 1,2$$

Stabilitas terhadap guling

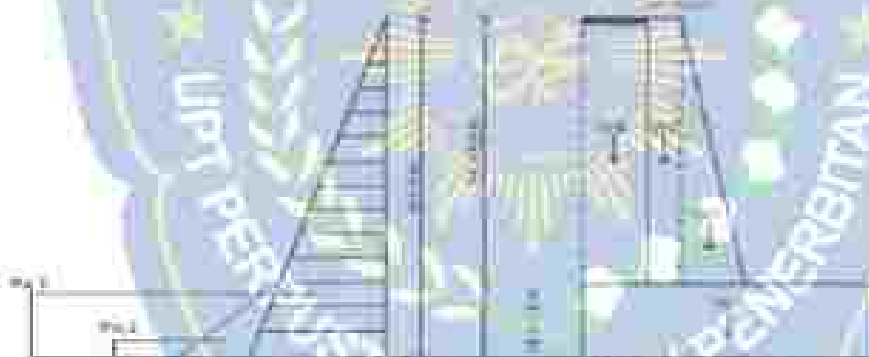
$$SF = \frac{\sum M_{\text{Dry}}}{\sum M_{\text{air}}} > 1,2$$

$$= \frac{9447 + 711203}{275738} > 1,2$$

$$= 2,418 > 1,2$$

6. Kondisi Muka Air Normal Tanpa Gempa

a. Perhitungan Tegangan Tanah Aktif



Gambar 4.7.7. Titik berat resultan gaya aktif tanah di belakang

$$H1 = 2,50 \text{ (tinggi muka air)}$$

$$Pa1 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_b \cdot H1^2 \cdot Ka$$

$$= \frac{1}{2} \times 14,4 \times 7^2 \times 0,49$$

$$= 115,93 \text{ kN}$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{air}} \cdot H2^2 \cdot Ka$$

$$= \frac{1}{2} \times 17,6 \times 2,5^2 \times 0,49$$

$$= 7,098 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja :

$$\Sigma P_u = P_{u1} + P_{u2}$$

$$= 115,95 + 7,1$$

$$= 123,05 \text{ kN}$$

Perhitungan momen aktif, dengan ΔH adalah mengalikan tekanan tanah aktif (K_{akt}) dengan ($H \times \Delta H$) pada setiap tekanan tanah aktif yang ada pada dinding.

b. Momen Aktif

$$M_{a1} = P_{u1} \left(\frac{H}{3} \right) = 102$$

$$= 115,95 \times \left(\frac{1}{3} \times 7 \right) = 272,608$$

$$= 272,608 \text{ kNm}$$

$$M_{a2} = P_{u2} \left(\frac{1}{2} \right) = 1,21$$

$$= 7,098 \times \left(\frac{1}{2} \times 2 \right)$$

$$= 3,214 \text{ kNm}$$

Jumlah momen aktif yang bekerja

$$\Sigma M_a = M_{a1} + M_{a2}$$

$$= 272,608 + 3,214$$

$$= 275,824 \text{ kNm}$$

c. Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

Tekanan tanah pasif adalah tanah yang bekerja berlawanan dengan tekanan tanah aktif yang berfungsi untuk menahan dan menjaga kestabilan.



Gambar 4.17 Tekanan tanah pasif maksimum normal

$$H_1 = 2,5 \text{ m (tinggi muka air)}$$

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \gamma_w H_1^2 K_p$$

$$= \frac{1}{2} \times 9,81 \times 2,5^2 \times 3,04$$

$$= 82,917 \text{ kN}$$

$$P_{p2} = \frac{1}{2} \gamma_w K_p H_1^2 z = \sqrt{K_p \cdot D \cdot \gamma}$$

$$= \frac{1}{2} \times 17,01 \times 3,04 \times 2,25 + 2 \times 0,00035 \sqrt{2} \times 2$$

$$= 96,148 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan pasif yang bekerja :

$$SP_p = P_{p1} + P_{p2}$$

$$= 82,838 + 96,1$$

$$= 179,07 \text{ kN}$$

d. Momen Pasif:

$$\begin{aligned}
 M_{p1} &= P_{p1} \cdot \frac{1}{2} \cdot H_1 \\
 &= 79,835 \times \frac{1}{2} \times 2,5 \\
 &= 102,47 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{p2} &= P_{p2} \cdot \frac{1}{2} \cdot D_2 \\
 &= 96,148 \times \frac{1}{2} \times 1,5 \\
 &= 78,65 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_p &= M_{p1} + M_{p2} \\
 &= 102,47 + 78,65 \\
 &= 181,12 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Jumlah momen pada satu belah taja

$$\begin{aligned}
 \Sigma M &= \Sigma M_p + \Sigma M_r \\
 &= 181,12 + 275,222
 \end{aligned}$$

e. Gaya Uplift

$$\begin{aligned}
 U_1 &= B \times h_2 \times \gamma_w \\
 &= 4,5 \times 2,5 \times 9,81 \\
 &= 110,38 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gambar 4.18. Gaya Uplift Staku Air Normal

$$\begin{aligned}
 U_2 &= 0,5 \times 118,31 \times 4,5 \times \tan \alpha \\
 &= 0,5 \times 4,5 \times 4,5 \times 10,944 \\
 &= 110,81 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma U &= U_1 + U_2 \\
 &= 110,36 + 110,81 \\
 &= 221,17 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Momen Uppod

$$\begin{aligned}
 M_{u_1} &= U_1 \times (0,5 \times D) \\
 &= 110,36 \times (0,5 \times 4,5) \\
 &= 248,32 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{u_2} &= U_2 \times L \\
 &= 110,81 \times 4,5 \\
 &= 498,65 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_u &= M_{u_1} + M_{u_2} \\
 &= 248,32 + 498,65 \\
 &= 746,97 \text{ kNm} \\
 &= 526,56 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

f Berat Konstruksi

$$\begin{aligned}
 W_1 &= A_1 \times \gamma_{\text{batu}} \\
 &= D \times D \times \gamma_{\text{batu}} \\
 &= 4,5 \times 4,5 \times 21,5732
 \end{aligned}$$

$$= 145,62 \text{ kNm}$$

$$W2 = A2 \times y_{batu}$$

$$= H \times b1 \times y_{batu}$$

$$= 5,5 \times 0,5 \times 21,5732$$

$$= 59,326 \text{ kNm}$$

$$W3 = A3 \times y_{batu}$$

$$= 0,5 \times (b1 + b2) \times H \times y_{batu}$$

$$= 0,5 \times (1,5 + 0,5) \times 5,5 \times 21,5732$$

$$= 59,326 \text{ kNm}$$

$$W4 = A4 \times y_{tulang}$$

$$= b1 \times H \times y_{tulang}$$

$$= 1 \times 5,5 \times 10,944$$

$$= 60,192 \text{ kNm}$$

$$W5 = A5 \times y_{tulang}$$

$$= 0,5 \times (b1 + b2) \times H \times y_{tulang}$$

$$= 0,5 \times (1,5 + 0,5) \times 5,5 \times 9,7773$$

$$= 26,088 \text{ kNm}$$

$$W6 = A6 \times y_{air}$$

$$= H \times b2 \times y_{air}$$

$$= 5,5 \times 2 \times 9,77728$$

$$= 107,55 \text{ kNm}$$

g. Jarak bahan terhadap tembok pembar di titik 0

$$X1 = \frac{1}{2} a t^2$$

$$= \frac{1}{2} (2)$$

$$= 225 \text{ m}$$

$$X2 = bt + \left(\frac{1}{2} a t^2\right)$$

$$= (1 + \left(\frac{1}{2} (2)\right)$$

$$= 125 \text{ m}$$

$$X3 = -bt - ct = (1b - 1c) \times \frac{1}{2} a t^2$$

$$= (1 - 0,5) = (1,5 - 0,5) \times \frac{1}{2} (2)$$

$$= 1,833 \text{ m}$$

$$X4 = \frac{1}{2} a t^2$$

$$= \frac{1}{2} (2)$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

$$X5 = -bt - ct = (1b - 1c) \times \frac{1}{2} a t^2$$

$$= (1 - 0,5) = (1,5 - 0,2) \times \frac{1}{2} (2)$$

$$= 2,167 \text{ m}$$

$$X6 = bt + ct = \frac{bt}{1}$$

$$= (1 + 1,5) \times \frac{1}{2}$$

$$= 3,5 \text{ m}$$

Tabel 4.21 Perhitungan Momen

No	Berat Sendiri W (kNm)	Jarak ke Titik 0 (m)	Momen (kNm)
1	145,62	2,25	327,64
2	59,33	1,25	74,16
3	59,33	4,00	108,76
4	60,10	0,50	30,10
5	26,89	2,17	58,26
6	107,55	0,50	53,78
Σ	324,460286		675,34

b. Faktor Koreksi Tegangan Kejut Akibat Tanah, Geser dan Guling

Stabilitas Terhadap Geser

$$SF = \frac{1,4 \times 1000 \times 1000}{1000} > 1,5$$

$$\frac{1,4 \times 1000 \times 1000}{1000} > 1,5$$

$$= 1,4 > 1,5$$

$$= 1,4 > 1,5$$

Stabilitas Terhadap Guling

$$SF = \frac{DN + CR}{TW} > 1,5$$

$$= \frac{97534 + 211238}{215222} > 1,5$$

$$= 1,457 > 1,5$$

7. Kondisi Muka Air Normal dengan Gempa

Gaya gempa ditimbulkan oleh berat konstruksi dan juga ditentukan oleh koefisien gempa. Dalam KP-96 Parameter Bangunan dipakai rumus :

$$W_g = W (a_g \cdot z)^{0,5}$$

$$F_g = \frac{W_g}{A}$$

$S = 1,56$ (Lima puluh enam persen dari gempa selanjutnya terjadi erupsi antara lain gempa, tsunami, banjir, gempa, dan lain-lain, yang termasuk ini adalah salah satu jenis.)

$$m = 1,56$$

$$R_g = 100 \text{ cm/s}^2 \text{ untuk periode } 100 \text{ tahun}$$

$$g = 981 \text{ cm/det}^2$$

$$z = 0,56 \text{ (koefisien gempa)}$$

maka

$$R_g = 0,118 \cdot z^2$$

$$= 1,56 (100 \cdot 0,56)^{0,5}$$

$$= 153,9 \text{ cm/det}^2$$

$$F_g = \frac{W_g}{A}$$

$$= \frac{153,9}{981}$$

$$= 0,157$$

a. Gaya gespa yang terjadi yaitu

$$Gp = \text{luas bidang} \times \text{lm perafet} \times \gamma_{\text{pas}}$$

$$Gp1 = (D1 \times B) \times l \times \gamma_{\text{pas}} \times F$$

$$= (1,5 \times 4,5 \text{ m}) \times 1 \times 21,57 \times 0,157$$

$$= 18,93 \text{ kN}$$

$$Gp2 = (D2 \times B) \times l \times \gamma_{\text{pas}} \times F$$

$$= (1,5 \times 0,5 \text{ m}) \times 1 \times 21,57 \times 0,157$$

$$= 1,67 \text{ kN}$$

$$Gp3 = (D3 \times B) \times l \times \gamma_{\text{pas}} \times F$$

$$= (0,5 \times 1,5 \text{ m}) \times 1 \times 21,57 \times 0,157$$

$$= 1,67 \text{ kN}$$

b. Momen Gespa

$$MGp1 = Gp1 \times X1$$

$$= 18,93 \times 1,83$$

$$= 42,59 \text{ kNm}$$

$$MGp3 = Gp2 \times X2$$

$$= 11,87 \times 1,25$$

$$= 14,84 \text{ kNm}$$

$$MGp4 = Gp3 \times X3$$

$$= 14,75 \times 1,83$$

$$= 27,181 \text{ kNm}$$

Tabel 4.22. Perhitungan momen akibat gempa

No	Lantai Pis (m)	Waktu (Ks/m ²)	Beban (kN)	Koefisien Gempa (Ks)	Deformasi Gempa (cm)	Lantai Momen Tertinggi Dasar (k)	Momen (kNm)
1	6,75	21,57	175,02	0,150001	18,93	2,25	42,89
2	2,75	21,57	59,34	0,150001	11,87	1,25	7,46
3	2,75	21,57	76,33	0,150001	11,75	1,11	27,88
		20			46,55	2,66	88,22

c. Faktor Keahanan Terhadap Karet Dukung Tumpul (CNS) dan Oling

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$SF = \frac{0,27 \times \left(\frac{1}{2} \times 0,17 \times 1,2 \right)}{1,245} > 1,2$$

$$= \frac{0,27 \times \left(\frac{1}{2} \times 0,0021 \times 1,2 \right) + 0,17 \times 1,2}{1,245} > 1,2$$

$$= \frac{0,007284}{1,245} > 1,2$$

$$= 1,6803 > 1,2$$

Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{\sum M_{stabil} - \sum M_{guling}}{\sum W} > 1,2$$

$$= \frac{33.774 + 275.398}{275.472} > 1,2$$

$$= 1,223 > 1,2$$

Tabel 4.23. Faktor keamanan terhadap kuat dukung tanah geser dan guling

No	Keterangan	Geser (SF)	Guling (SF)
1	Muka Air Normal Tanpa Gempa	1,693 > 1,2	4,475 > 1,5
2	Muka Air Normal Dengan Gempa	1,083 > 1,2	1,223 > 1,2
3	Muka Air Tinggi Tanpa Gempa	2,266 > 1,5	3,655 > 1,5
4	Muka Air Tinggi Dengan Gempa	2,295 > 1,2	2,418 > 1,2

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tembok penahan tanah merupakan suatu struktur dinding yang digunakan untuk menahan tanah agar tidak terjadi longsor. Tembok penahan yang dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah tembok penahan tipe kantilever dengan menggunakan pakuantan batu. Tembok penahan tanah tipe kantilever ini dibuat dengan dimensi tinggi = 7m, lebar 0,5m dan lebar alas = 5 m.
2. Hasil analisa stabilitas tembok penahan, ternyata adalah sebagai berikut:
 - a. Untuk kondisi air banjir dengan gempa:
 - Bahaya geser SF = 2,2105 > 1,5
 - Bahaya guling SF = 5,8511 > 1,5
 - b. Untuk kondisi air banjir dengan gempa:
 - Bahaya geser SF = 2,2915 > 1,2
 - Bahaya guling SF = 2,418 > 1,2
 - c. Untuk kondisi air normal tanpa gempa:
 - Bahaya geser SF = 1,6807 > 1,5
 - Bahaya guling SF = 4,4751 > 1,5
 - d. Untuk kondisi air normal dengan gempa:

Bahaya geser SF = 1,6803 > 1,2

Bahaya guling SF = 1,225 > 1,2

B. Saran

1. Hasil penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi masukan yang berguna dalam proses pengambilan keputusan untuk kepentingan perencanaan tembok penahan tanah Sirga Terduta.
2. Penelitian mengenai perencanaan tembok penahan lereng pada tambak Sirga Terduta diharapkan mampu menambah ilmu dan wawasan yang lebih terbaru agar penerapannya menjadi semakin lebih baik dan dapat menjadi pemenuhan yang sesuai dengan kemaslahatan di masa sekarang.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, B., Idris, & Danning, W. (2017). Karakteristik Fisik Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan di Desa Bika Kecamatan Marwota Kabupaten Sigi. *Jurnal Agrotekno*, 423.
- Ahmad, N., Ahmad, M., & Luki, W. (2017). Studi Debit Aliran Pada Sungai Antaran Kelurahan Sungai Antan Kecamatan Latta. *Jurnal Purus Teknik*, 8.
- Ainiwati, & Elis, N. P. (2018). Analisis Hidrologis Banjir pada Sungai Desa Muna Baru Oga Kecamatan Iba. *Jurnal Desentralisasi*, 10(1), 141.
- Arif, D. W., Eko, N., & Anwar, R. (2018). Studi Perencanaan Dinding Pematang Tanah pada Selang Sungai Beton di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) KAM Malang. *Jurnal Sains dan Seni*, 58.
- Dawwal, D., Sumarto, Bambang, I., & Walya, P. U. (2015). Kinerja Pemukiman Talang Salama Dengan Bronjong Di Bantaran Jalan Desa Jember Bantar Uj. *Engineering and Laboratory*, 1(1), 1-5.
- Elstiana, A. B., C. M. U., & Salsya, G. (2017). Pelebaran Selang Menggunakan Bronjong Di Sungai Mberikan. *Jurnal Teknik Sipil*, 190.
- Gina, P. V., Dinar, D. A., & Satrio. (2013). Analisis Alir Bif pada Sub DAS Lamang Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 23.
- Humaira, A. M. (2014). Analisis Hidrolika Banjir pada Kris Perumahan Pada Saluran Tanah (L). *Model Lanjutan*, 1(1), 1-5.
- Janus, Z., & Yitarti, E. K. (2010). Efektivitas Krib Dangkal Mengurangi Gerakan Di Tikungan Luar Sungai Bengawan Solo. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 116.
- Juwidi, F. F. (2014). ANALISIS DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN SUNGAI MUSI (RUAS JEMBATAN AMPERA SAMPAI DENGAN PULAU KEMARU). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 544.
- Juwidi, H. H., & Zulfah, S. (2017). Perencanaan Dinding Pemisah Tanah Pada Pemanganan Longsor di Jembatan Lesan Kabupaten Derau Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Sipil*, 3.

- Juwadi, M.T., D. H., & Z. S. (1945). Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Perungutan Leugoran Jembatan Lantai Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik*, 3.
- Karna, C., Yuhana, Y., & Soflan, M. S. (2018). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Konstruksi Dinding Penahan Tanah Tipe Counterfort. *Jurnal Aspek Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 69.
- M. Sahriat, F., Eldina, F., & Marlina. (2016). Kajian Perencanaan Krib Pada Aliran Sungai Krung Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 2.
- M., S. T., Eldina, F., & Marlina. (2016). Kajian Perencanaan Krib pada Aliran Sungai Krung Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 129.
- Maimun, S., Eshima, L., & Azman. (2018). Analisis Kapasitas Garamungan Lantai Perumahan Lantai Kersakan Sungai Ab. Ulu Kabupaten Genu Lant. *Jurnal Teknik Sipil*, 7.
- Muar. (2016). Analisis Rebovanit Sebagai Perlindungan Tetang Sungai Dalam Upaya Pempertahanan Bumi (Studi Kasus Pada Sungai Buntang Muar di Kabupaten Talang Kemuning). *Jurnal Teknik Sipil*, 39.
- Raida, K., Siti, S., & Haidir, S. (2017). Analisis Perencanaan Struktur Sungai Rokon Berbasis sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh. *Jurnal ETEKNA*, 1.
- Senono, E. (2007). Krib Impemudat sebagai Pelindung Pada Perahu Sungai. *Media Teknik Sipil*, 5.
- Sugiyarto. (2017). Perencanaan Pembuatan Tembok Penahan Tanah (TPT) Di Desa Nagis RT.04/01 Kecamatan Tembakrejo Kabupaten Bojonegara. *Jurnal Teknik Sipil*, 64.
- Sugiyarto. (lun.). Perencanaan Pembuatan Tembok Penahan Tanah (TPT) Di Desa Nagis RT. 04/01 Kecamatan Tembakrejo Kabupaten Bojonegara. *Jurnal Teknik Sipil*, 64.
- Suhadi, Andrian, & Kiki, F. S. (2017). Perencanaan Dinding Penahan Pasangit Bumi Kab Pada Sungai Celiker Desa Gading Kulon Kecamatan Doo Kabupaten Malang. *Jurnal R&R Bangsa*, 107.
- Wihisono, A. G., Nurhayati, E., & Rahmawati, A. (2018). Studi Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Tebing Sungai Bantas di Area Kampus

Universitas Muhammadiyah Malang (UNM) Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 57.

Yogilazary, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan terhadap Kualitas Air Sungai Witungo. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 42.

Yuni, A., & Dioni, K. (2017). Perencanaan Dinding Perahan Tanah Sungai Way Binanghari Kota Metro dengan Metode Retention Retaining Wall. *Tipikal*, 4(1), 158.





Lampiran 1

Data Curah Hujan

STASIUN MALAKAJI



Tanggal Perhitungan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Oktr	Nov	Dkr
1	11	11	27	10	15					27	26	24
2	18	18	30	13						17	28	18
3	25	25	12	21						24	27	19
4	24	29	26									25
5	31	28	23								13	16
6	13	22	15								15	13
7	22	11	18								21	
8		19	22								11	
9		23	29								18	
10		12	25	28							14	21
Jumlah	203	244	300	180	150						222	183
11	28	28	17							22	27	19
12	26	27								18		11
13	26	18								27	28	19
14	22									18	17	28
15	29										18	
16	18	18	25	11							18	11
17	16	18	7	11								11
18	12	12	18	12							18	11
19		19	28	12						13		15
Jumlah	280	298	287	184	110	10	10			88	110	110
21		14	12							12	12	18
22		20	18								17	
23		18	25								18	
24	16	12									17	26
25	27	12									21	11
26	31	25									24	28
27	21	24	14			1				18	17	10
28	20	18	17							26	20	27
29		22								27	17	18
30	18									18		25
31	21									18		18
Jumlah	348	346	327	180	117	41	1	13		217	212	217
Jumlah Perbulan	600	611	586	300	155	95	14	15		295	289	300
Jumlah Per Triwulan	181	177	184	112	111	13	2	1		146	110	114
Jumlah Tahun	181	181	177	112	111	14	10	10		146	111	114
Rekap	26	23	25	17	14	19	1	1		18	25	21

Tanggal Perhitungan	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th
1	25	21	16									20
2	26	26	15									25
3	11	11	16									24
4	24	16	18				15					
5	17	25										
6	18	18										
7	27	14										22
8	29		20	11	15							27
9	18	11	19	19	10							24
10	16	17	16	18	10							20
Jumlah	241	229	281	6	15	6						228
11		15	19		18							
12	2	19	7	17	19							
13	2	16			18							
14	24	6			19							
15	19	11			21							
16	19				18							
17	14				17							
18		15										
19		11										
20	19	17			19							
Jumlah	147	108			141							136
21	30				17							
22	11				17							
23	27				17							
24	19	16			18							
25	16	21			11							
26	16	14										
27	16	22	15						10			
28	17	26	14		11				3			
29	17		20		11							
30	19											
31	17											
Jumlah	295	281	79	13	123	24	11		15			136
Jumlah Per Bulan	681	624	765	146	209	76	116	28	15			655
Jumlah Per Minggu	28	32	32	7	19	4	4	2	2			18
Jumlah Sisa	45	39	25	23	30	24	30	66	19			11
Total	24	21	17	20	19	19	13	14	8			21

Tanggal Presentasi	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1					14	14		16	15	16		14
2					20	24	19	22	20	19	18	20
3		20				17	20	19	20	20	18	21
4		19	15	16	24	22	16	17	15	16	21	27
5	20	21	20	20	25	22	17	19	19	1	18	18
6	27	17	17	20	17	17	17				21	20
7	22	20		14	18					17	20	
8	23			16				20		19	18	
9	24		17					20	20	17	18	17
10			18				18	20	20	20	21	19
Jumlah	128	84	111	108	142	137	140	142	136	147	148	148
11		18			19	18	18	20	21	18	18	18
12				17	18	15	18	18	24	19	14	18
13	17		19	18	17	19	18	18	18	15	18	18
14	20	18		17	21	19		17	17	17	20	20
15	17	11		18	18			18	17	18	18	18
16	18	18	18				18	18	18	18	18	18
17	19			18	18		18	18	18	18	18	18
18			18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
20		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Jumlah	84	84	108	108	137	137	140	142	146	148	148	148
21		17			18	18	18	18	18	18	18	18
22		18			18	18	18	18	18	18	18	18
23	18	18			18	18	18	18	18	18	18	18
24	17	18			17	18	18	18	18	18	18	18
25		17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
26	18		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
27	19		17	18	18					18		18
28	20	18	18	18	18		18			18	18	18
29	17			18	18		18			18	18	18
30	18			18			18			18	18	18
31	18						18					18
Jumlah	111	111	71	108	137	137	140	142	142	148	148	148
Jumlah Per Bulan	84	108	108	137	137	140	140	142	147	148	148	148
Jumlah Mak Hujan	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Prinsip Maj	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Total	11	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

Tanggal Persebaran	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	23		17	18	16							20	14
2	12		20	20	18							22	18
3	12	10	25	27	23							26	22
4			15	14								15	11
5		15	18	21									11
6		21											
7												17	
8	20		18	11	13	16						18	17
9	18	11	18	18	20	18						20	18
10	17		20	20	18								
Jumlah	208	17	142	146	142	46						148	108
11	11	16	11	11	11								
12	16	14	15	17	19							14	11
13		10	11	11	11							11	11
14		11	11	11	11							11	11
15		11	11	11	11							11	11
16	11		11	11	11							11	11
17	19	11	11	11	11	11						11	11
18	20	17	11	11	11							11	11
19		11	11	11	11							11	11
20		11	11	11	11							11	11
Jumlah	88	136	138	147	146	11	11			11	11	11	11
21	14	17	17	17									
22	17	18	18	18									
23	20	18											
24	21												
25	14												
26		11										11	11
27		15	20				11			11	11	11	11
28		11	11	21	21					11	11		
29	11	11	11	11	11					11			
30	11	11	11	11	11						11		
31	11	11	11										
Jumlah	140	111	148	154	150	48	11			48	111	118	118
Jumlah Persebaran	362	314	414	411	394	104	28			81	378	344	344
Jumlah Hasil panen	15	17	21	22	15	7	3			5	22	28	28
Hujan bulan	18	27	25	28	23	28	24			28	24	27	27
Panas	18	14	18	18	18	18	11			14	17	17	17

Tanggal Pengambilan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	28	21			18	14	10					15
2	22	23	16		14	20	26					28
3	24	16	18		25	23					16	24
4	14		16			22					20	20
5	11	20	22	27							18	10
6		22	17	20								
7		17		22	18							
8		15		18	24						26	21
9	17	20		18	22	20					21	27
10	24	15	20	22	20	20					20	26
Jumlah	222	181	129	15	114	111	11				106	116
11	15		16									
12			11	14								
13			20	24								18
14		14										22
15	22	19	17	17	11	18	21				14	14
16	23	22	27	22	18	20	21				14	20
17	18	18	20	24	18					20	20	18
18		18	18	18	18					18	18	18
19	18	22	15	24	15	17					17	17
20	21		18	18								
Jumlah	222	185	180	127	110	111	17			11	114	116
21	18	18	17									
22	15	20	18									
23	18	18	14									14
24		14	17									17
25		14	25	11	11					14	14	15
26			18	18	14	17					18	
27	12	11		17	18	18				16	11	
28	17	25		11					21	10	14	19
29		17	16							21	25	17
30			18	12						14	16	19
31	14		14									15
Jumlah	189	170	186	71	101	111	11		11	11	116	145
Jumlah Per Bulan	341	458	441	287	308	179	117		11	119	219	300
Jumlah Masi' Budget	20	22	19	17	13	12	8		3	10	11	21
Mulai Masi'	34	17	14	15	18	18	15		17	18	15	15
Total	177	20	24	17	16	15	14		10	14	19	18

Tanggal Penjualan	VI	IV	III	II	MI	VI	IV	III	II	MI	OP	VI	OP
1	10			10		20	15						25
2	20	11	13		16	24	22					15	21
3	25	15	16	17		18	17					18	20
4	28	18	17		25							16	27
5	25		20	28		30						11	
6	21	21		16		17	17						20
7	24			18	20	18	15	14					18
8	19	22		20	21	11						18	23
9	24	15	18	18									24
10	19	17		18			21						24
11	14	18	17		17	17	17						18
12	18			17	19	17	18						17
13	17			17	17	17						18	17
14	14	17		15	15							17	17
15	20	11	18		17		18	18					18
16	21	15	17									17	18
17	15	15		18	18	18					17		18
18	20												18
19				17		17							18
20	21	20		18	18	18	18						18
Jumlah	179	126	10	104	144	74	41	41	41			18	110
21	22	21		17									17
22	17	18	18	17	17	17	17						17
23	15			18	18	18							17
24				17	17	17							17
25		18		17	18							17	17
26	21			18	18								17
27	17	18				18							17
28	14	17		17	17	17							17
29	15		18		17	17					18	17	
30	15											18	17
31					17								17
Jumlah	177	88	26	104	103	40	11				20	74	894
Jumlah Per Bulan	594	324	176	476	798	338	170	25			11	232	468
Jumlah Hari Hujan	27	18	11	19	19	14	14	1			1	24	30
Hujan Mac	28	19	11	17	15	14	11	10			10	24	28
RHAC	28	18	11	20	11	13	11	13			17	14	20

Tanggal Persewaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		15					11					
2	21	21	21			19						
3	30	27	18	15								20
4	25			20								
5	21			23								
6	27		25		11	14						
7	17	18	24			23		21				10
8	10	20										19
9		23										23
10												21
11	25	11	20	14								20
Jumlah	288	123	85	74	132	84	164	44				118
12	18	25	17									
13	25											
14	23											25
15	12			17	21	15					15	18
16	16			20	20							
17	21	18	21	20	18	21	17					20
18	17	10	24	24			15					17
19	10			15	15							
20	25	14										
Jumlah	262	22	80	107	127	84	86					60
21	11	24										
22	14	21		20	24	10						12
23	21	14		25	20							13
24	25	15	15									18
25		10	18									
26	14						15	11				21
27	25			20	20	18	19				11	24
28	25	15				17					10	20
29	25											21
30	11		24									
31	24											
Jumlah	380	107	50	47	71	180	21				29	179
Jumlah Perbulan	548	107	251	308	219	182	120	11			100	107
Jumlah Net Income	27	17	12	14	12	11	4	1			7	14
Nilai Min	10	20	24	24	21	11	22	21			21	24
Ket.1	20	14	10	11	17	19	13	10			10	20

Tanggal Perhitungan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		10	11				11					
2			10				10					
3	20	15	21	26								
4		20		26								
5	27	25		28	26		11					
6	23	23	17		25							
7	24	27	21	20								
8	24		27	27			11					
9	25		27	28								
10	24	20	28	27								
Jumlah	100	118	141	160	127		60					
11		23										
12												
13												
14	20	21										
15	21	24	21	21								
16	23											
17	24											
18	24	22										
19	24	22										
20	24	24										
Jumlah	140	155										
21		24										
22												
23	18											
24	21		21									
25	26	18	24									
26	24	24	27			17						
27	26		27	19	20							
28	26		21	17								
29	27		26	19								
30	24		27		20							
31	18		19									
Jumlah	210	60	206	96	47	18						
Jumlah Perbaikan	45	154	451	342	128	158						
Jumlah Perbaikan	22	14	21	18	4	9						
Nilai Max	28	31	27	28	28	28						
TKA2	17	14	20	19	14	14						

Tanggal Perhitungan	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1		10	12							16		18
2	17	15	20	11						11		14
3	18		15	14	11	16						20
4	23	16	26	21	18	15						18
5	21		17	22	17					20		21
6			18	17	14					18		
7		11	14	13	16							
8		12	16		15	16						
9		18	21									
10	14		24	18		18						
Jumlah	86	109	186	134	124	46	46			191		68
11	20	15								18		12
12	20		15	14						15		11
13	18		11	12		12				7		11
14	18			11						13		
15	22	11		17		11				14		
16	19	11					16	11				16
17	18	18			18		15	11				18
18	24	18	11				19			18		17
19	25	14	11	16	14	11	11					
20	29	10	14	24	14	13	18					
Jumlah	180	142	182	127	116	61	108	21	18	118	118	112
21			11	11	11					11		11
22	21			15	11					11		11
23	21			17						11		11
24	30	15	21	14						11		17
25	18	18	22		11	11				18		11
26	18	20	19		18					18		
27		19	20	18	24	11				16		
28		21	21	21		11				11		18
29			20	20		12				11		21
30	18		15	15	17							18
31			14		16							18
Jumlah	172	94	188	177	181	88	81			138	138	147
Jumlah Per Bulan	86	108	186	134	124	46	46	21	18	118	118	112
Jumlah Hari hujan	20	18	23	18	18	11	14	2	9	11		18
Hujan Awal	23	23	25	25	21	18	18	15	21	21		24
Hujan Akhir	20	18	20	18	17	17	15	11	18	11		17

Tanggal Persewaan	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	16	17	18									
2	19	19	20	20	19	19				12		
3	11	21	19	22	20	22				25		
4		18		22	15	17		17			11	
5	14	20	15								14	11
6	18	15	15			16	17	16			12	
7	20	15	11								12	11
8	22	23	17	21	21	19			17			
9				19	17	14						8
10			14								11	15
Jumlah	100	147	176	14	12	60	12	12	27	14	67	40
11		14	19		19	18		18			14	14
12	16	15				15	18			19	14	11
13	17	19	14	14		19	19			19	14	11
14	18	18		19	15						14	11
15	20	19		25			16					
16	18	21		12	19	18					11	
17	16	15	14		19	15			14		14	14
18		16	19		19	15			14		14	14
19			19		19	19			19		14	14
20	10	14	15	12	12	14			14		14	14
Jumlah	114	136	124	124	14	14	14	14	21	14	14	14
21	14	15	14			14				14	14	14
22	11	20	14	19		12				14	14	14
23		12									14	14
24		18									14	14
25	18	14	14				14			14	14	14
26	17	19			12	12	14			14	14	14
27	14	19	12	11		15	14		10	12		14
28	11	14		14	15				14	12	14	
29	19				12						14	
30	14		14		14						14	
31	11				14							14
Jumlah	102	132	118	11	11	11	12		14	14	123	137
Jumlah Perbaikan	176	125	100	100	100	140	111	42	121	111	108	100
Jumlah Hari Kerja	21	14	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Hujan Hari	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Kesel	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11



Tanggal Pengambilan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	30	31	27	11	24					25	21	20
2	37	35	11	17						18	22	21
3	38	32	30	31						30	27	15
4	41	25	21									17
5	33	26	25								25	26
6	27	21	18								27	18
7	23	21	16								30	22
8		23	21								31	
9		22	27	21	21						33	
10		30	25	25	25						37	
Jumlah	200	181	245	116	144						288	158
11	20	15								20	17	11
12	48	11	47			27				33	33	15
13	30	17	24			17				11	35	11
14	21					14				11	28	20
15	26		25			24				24	24	14
16	19	6	28	25	25					24	24	14
17	15	28	17	21	21	21				24	24	14
18	11	15	13	17	17	20				24	24	14
19	14	25	14	14	14					24	24	14
20		14	24	24	24	20				24	24	14
Jumlah	228	210	248	241	241	241	241	241		241	241	241
21		15	15							12	12	12
22		21	15							12	12	12
23		14	15							12	12	12
24	29	18	30			21				24	24	12
25	24	14				14	14			24	24	12
26	31	17				11	15			24	24	12
27	12	14	17			8				24	24	12
28	18	13	18							24	24	12
29		20		21						24	24	12
30	14			18	15					24	24	12
31	14				11					24	24	12
Jumlah	167	117	128	88	96	44	10	8		128	117	111
Jumlah Perbaikan	496	671	328	221	132	37	21	24		226	174	128
Jumlah Hari Hujan	21	27	24	12	11	6	2	1		14	12	24
Hujan Hari	15	16	17	21	21	25	11	10		25	20	15
Total	18	11	25	12	14	19	11	8		18	25	21

Tanggal Pengisian	SP	TP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
1	25	21	17									20
2	25	27	12									28
3	31	30	18									26
4	28	22	18			17		17			15	
5	22	25									17	
6	25	28						24				
7	26	25						25				
8	29		26	22	22							20
9	17	10	22	19	15							21
10	15	19	16	18	18							21
Jumlah	202	224	152	61	76						27	177
11		25	18			18						
12	22	21	1	24	22							
13	26	23			24							
14	22	17			18							
15	18	12			15							
16	18				18							
17	18				18							
18		15	18		18							
19		12	17		18							
20	25	21	17	17	18							20
Jumlah	140	129	141	124	188	66	60				115	125
21	11		14		15							
22	20				18							
23	27				18							
24	11	20			18							
25	15	21			17							
26	16	17			18							
27	14	18	15									
28	17	16	18		15							
29	22		21		11							
30	19											
31	18											
Jumlah	282	286	191	124	222	124	124				152	152
Jumlah Per Bulan	877	822	208	125	290	66	148	17			365	401
Jumlah Hari Kerja	28	22	17	7	15	4	4	7			14	18
Hujan Mus	18	18	14	30	11	21	25	17			14	32
Total	34	34	17	18	18	20	18	24			20	25

Tanggal Perhitungan	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	7					20		29	5	17	15	23
2					16	27	20	12	21	26	19	28
3		23			21	27	24	16	20	23	21	24
4		28		17	23	24	26	15	20	25	17	27
5	21	31	17	20	20	18	17	20	10	16	28	24
6	25	17	21	21	16	17	14				25	22
7	25	18		21	26					24	26	
8	29			26				17		21	22	
9	28		24					23	8	22	25	19
10								23	21	14	22	21
Jumlah	344	34	47	28	149	183	162	261	108	147	248	160
11		25	14	20	20	16	21	21	14	21	19	18
12			17	17	17	21	13	18	14	21	17	17
13	26		17	16	20	18		12	18	17	18	18
14	21	17		18	21	14		14	21	17	18	17
15	18	17		18	17			18	17	11	18	17
16	20	25	17					16		17	17	17
17	25							19		18		16
18			17		17			20				16
19			17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
20		17		14	18	18	17	17	17	17	17	17
Jumlah	97	64	128	147	149	147	148	117	146	146	175	148
21		14		17	17	17		17	17	17	17	17
22	17	12			17	17		17	17	17	17	17
23	28	20			17	17		17	17	17	17	17
24		17			17	17		17	17	17	17	17
25	17	14	15	17	17	17	17	17	17	17	17	17
26	17		14	17	17	17	17	17	17	17	17	17
27	24		17	17	17					17		17
28	18	15	16	14	17		17			17	17	17
29	15			17	17		14			14	17	17
30	11						17				17	17
31	12											17
Jumlah	196	120	68	129	127	121	128	112	118	206	190	176
Jumlah Perbaikan	67	288	264	174	460	375	225	368	340	487	323	511
Jumlah Hari Kerja	26	16	14	16	22	19	21	21	21	21	26	21
Hujan	19	21	24	14	28	22	19	25	24	29	27	19
Habit	20	18	19	17	21	20	19	18	17	18	20	20

Tanggal Perhitungan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	22		20	19	18						18	15
2	23		19	17	16						20	18
3	24	21	20	17	16						18	15
4	25		18	16							18	15
5		18	16	15								15
6		17	15									
7												
8	11			16		11					15	17
9	12	12	9	8	7						15	17
10	13		18	15								
Jumlah	100	34	162	140	125	48	24				128	108
11	14	28	20		12							
12	15	25	18	14	13							
13		20		6								10
14		18										18
15		15		11							14	14
16	14			20							14	14
17	13	14	17		17	16				11	17	18
18	12	10	18		17					10	17	18
19			14	9						9	17	14
20			12	10						10	15	14
Jumlah	35	128	128	120	85	24	14			30	128	108
21	14	17	15								9	
22	13	20	18	13							12	13
23	12	14		11							13	14
24	11	12		8	8							17
25	10		10	14	13							16
26		11								10	11	10
27		10	10							10	10	10
28		7	24	21						10		
29	15		15	14							14	
30	17		20	17	17						17	
31	18		15									
Jumlah	140	134	128	162	73	34	12			46	120	120
Jumlah Perbaikan	105	100	417	410	249	114	97			120	107	103
Jumlah Hati-hati	30	14	22	22	15	7	4			7	21	18
Hujan Mata	14	17	26	28	13	24	15			11	24	16
Resol	18	14	18	18	18	16	12			17	18	17

Tanggal	MT	CP	MT	MT	MT	PT	PT	MT	MT	CP	CP	PT
1	18	21	-	-	17	15	15	-	-	-	-	15
2	11	24	15	-	20	28	12	-	-	-	-	20
3	24	17	18	-	15	12	-	-	-	-	14	16
4	18	-	20	-	-	-	-	-	-	-	18	21
5	11	-	15	-	-	-	-	-	-	-	12	6
6	-	22	12	18	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	22	-	24	15	-	-	-	-	-	-	-
8	-	16	-	14	25	-	-	-	-	-	21	25
9	17	21	-	25	19	15	-	-	-	-	16	18
10	22	22	15	18	19	21	18	-	-	-	25	17
Jumlah	134	291	121	24	128	11	14	-	-	-	114	186
11	14	-	15	-	-	-	17	-	-	-	-	11
12	19	-	22	14	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	15	18	-	-	-	-	-	-	-	11
14	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
15	21	15	-	-	14	-	-	-	-	-	15	18
16	14	21	17	15	14	11	14	-	-	-	14	18
17	18	18	14	18	18	-	-	-	-	-	18	20
18	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	25	18
19	14	14	15	14	15	13	-	-	-	-	-	14
20	18	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	122	128	144	122	117	11	17	-	-	-	114	186
21	17	17	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-
22	14	18	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-
23	18	20	14	-	-	-	12	-	-	-	-	11
24	-	13	18	12	-	-	-	-	-	-	15	17
25	-	15	24	18	18	-	-	-	-	-	14	17
26	-	-	12	14	14	15	-	-	-	-	18	-
27	16	21	-	21	21	16	-	-	-	18	22	-
28	11	14	-	-	-	-	-	-	11	11	18	18
29	-	26	22	12	-	-	-	-	-	18	26	20
30	-	-	15	15	-	-	-	-	-	18	21	24
31	14	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Jumlah	81	102	154	88	85	11	41	-	11	67	143	145
Jumlah Per Bulan	341	497	425	228	311	122	117	-	11	174	411	579
Jumlah Hari Kerja	20	22	22	17	19	11	6	-	1	9	21	21
Hujan Bulan	24	31	28	21	22	25	18	-	25	28	27	26
Selam?	11	22	18	18	15	18	14	-	18	18	15	15

Tanggal Penjualan	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	29	30		30		29	31				29	31
2	29	30	31		31	32	33				32	34
3	31	32	33	34		34	35				35	37
4	31	32	33		34		35				35	37
5	31		32	33		34					35	37
6	31	32		33		34					35	37
7	31			32	33		34				35	37
8	31	32		33	34		35				36	38
9	31	32	33		34		35				36	38
10	31	32	33	34		35					36	38
jumlah	324	330	336	342	348	354	360	366			372	378
11	31	32		33	34		35				36	38
12	31	32		33	34		35				36	38
13	31	32		33	34		35				36	38
14	31	32		33	34		35				36	38
15	31	32		33	34		35				36	38
16	31	32		33	34		35				36	38
17	31	32		33	34		35				36	38
18	31	32		33	34		35				36	38
19	31	32		33	34		35				36	38
20		30					31				32	34
jumlah	302	308	314	320	326	332	338	344			350	356
21	31	32		33	34		35				36	38
22	31	32		33	34		35				36	38
23	31	32		33	34		35				36	38
24	31	32		33	34		35				36	38
25		30		31	32		33				34	36
26												36
27	31	32					33					36
28	31	32		33			34					36
29	31	32			33		34			35	37	
30	31	32			33		34			35	37	
31					31						32	34
jumlah	140	30	36	36	36	36	36	36		36	36	36
jumlah Per Bulan	522	528	534	540	546	552	558	564	570		576	582
jumlah Hari Kerja	27	19	18	18	18	18	18	18	18		18	18
Waktu Min	38	21	25	37	32	35	33	35		35	25	38
total	38	17	17	38	18	20	17	19		16	18	38

Tanggal Persewaan	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1		15				10						
2	12	17	17		20							
3	14	12	10	6								21
4	12			10								
5	20			11								
6	18		10		10							21
7	18	15	25		10			11				21
8	11	20			10							21
9		22			10							21
10	26	10	20	10								21
Jumlah	194	124	154	8	14	10						108
11	17	17	11									
12						11						
13	14					17						21
14	21					11						21
15	18			14	11	16		16			11	14
16	11			10	10							
17	10	11	9	20	10	11	10					21
18	10	10	10	10			10					11
19	17											
20	11	21										
Jumlah	194	114	101	170	111	11	11				11	11
21	15	16										11
22	18	21		11	11	11						11
23	15	18		11								11
24	20	11	10									11
25		10	10									
26	11					11	10					11
27	18			11	10	11	10				11	11
28	25	17			11						11	11
29	14											11
30	10		10									
31	16											
Jumlah	176	101	111	111	111	111	111	11			111	176
Jumlah Per Bulan	244	214	221	206	271	186	171	11			121	187
Jumlah Hari Kerja	29	17	11	14	14	17	11	1			11	11
Hujan Awal	11	20	15	11	11	11	11	11			11	11
Jumlah	311	111	111	11	17	11	11	11			11	11

Urutan Perseorotan	10/1	10/2	10/3	10/4	10/5	10/6	10/7	10/8	10/9	10/10	10/11	10/12
1		11	17		18							
2	17		18		19							
3	18	21	24	29								
4		25		27								30
5		22		26	30							31
6	19	20	27		23							
7	23	25	21	31	28					2		
8	28		22	28	25							3
9	24		19	30								4
10	26	28		31	29							5
Jumlah	341	329	305	348	342					16	20	21
11		33										
12		36										
13	30	32		34								6
14	31	33	37	32	35							7
15	34		35		38							8
16	35		36	40								9
17	37	37										10
18	33	32										11
19	36	37	39	36								12
Jumlah	350	327	311	344	337							13
20		38										
21												
22	38											14
23	39		39									15
24	40	38	41									16
25	36	35	41									17
26	36	35	41									
27	37		38	44								
28	35		37	47								18
29	37		35	48						19		19
30	34		37									20
31	39		37									21
Jumlah	313	311	318	381	360					32	38	22
Jumlah Per Bulan	305	317	305	342	330					33	39	23
Jumlah Hari Hujan	23	17	19	21	9					4	11	24
Hujan Maks	19	20	20	21	19					20	21	25
Kumul	12	20	20	21	18					20	11	26

Tanggal Persebaran	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
1		18	15							11		18
2	16	11	18							17		15
3	23		14	17	20	17						15
4	22	13	15	20	21	15						18
5	24		21	21	17					11		17
6			18	17	15					17		
7		20	15	19	18							
8		17	20		17		18			18		
9		14	17							17		
10	15		15	17	15	15	15			17		
Jumlah	96	134	139	130	127	60	62			117		60
11							17			11		17
12							11					17
13	17		17	17	17	17	17					17
14	17			17	17	17	17					17
15	18	17		17	17	17	17					17
16	19	17		17	17	17	17	17				17
17	19	17		17	17	17	17	17				17
18	14	17		17	17	17	17			17		17
19	16	17		17	17	17	17			17		17
20	12	17	17	17	17	17	17	17		17		17
Jumlah	240	143	139	134	134	60	137	137		117		137
21				17	17	17	17			17		17
22	17			17	17	17	17			17		17
23	17	17		17	17	17	17			17		17
24	17	17		17	17	17	17			17		17
25	17	17		17	17	17	17			17		17
26	17	17		17	17	17	17			17		17
27		17	17	17	17	17	17			17		17
28		17	17	17	17	17	17			17		17
29		17	17	17	17	17	17			17		17
30	17	17		17	17	17	17			17		17
31		17	17	17	17	17	17			17		17
Jumlah	111	94	134	131	86	94	42			137		147
Jumlah Persebaran	323	332	499	401	254	721	112	26	178	386		348
Jumlah Hari hujan	19	18	25	21	15	13	14	2	10	18		20
Musim Musim	12	13	15	14	11	13	12	11	12	12		12
Batal	18	14	20	19	16	17	15	11	18	17		17

Urutan Perseorangan	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
1	19	17	25									
2	30	35	19	10		10				10		
3	12	20	10	12	20	25				10		
4		18		11	15	19		18			10	
5	14	21	20								18	11
6	12	19	17			16	20				17	
7	28	15	18					17			10	10
8	19	22	17	11	15	11			16			
9		10		9	11							17
10			15								15	14
Jumlah	110	107	125	66	44	60	14	19	20	34	60	60
11		10	9		10	10	12	10	10	10	10	10
12	10	10				17	17			11	10	10
13	19	17	14	14		17	9			10	10	10
14	15	12	11	11	10					16	10	10
15	21	10		17			10					
16	19	11		10		10				10	10	10
17	11	10		10	10	10			10	10	10	10
18			10	10	10					10	10	10
19			10	10	10					10	10	10
20	10	10	10	10	10	10				10	10	10
Jumlah	124	130	94	140	20	100	20	11	10	40	114	114
21	10	10								10	10	10
22	10	10	10	10	10	10				10	10	10
23		10										10
24		10										10
25		10	14				10			10	14	10
26	10	11	17		10	11	10			10		10
27	10	10	10	10		10	10		10	10		10
28	10	10			10				10	11	10	
29	10	10		10	10						10	
30	10	10	10		10					10		
31	10	10			14							17
Jumlah	140	140	84	140	80	100	10		10	80	100	100
Jumlah Periode	120	140	80	110	100	140	100	40	110	150	100	100
Jumlah Hari Kerja	10	10	10	10	10	10	0	0	0	10	10	10
Hujan	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Salah	17	18	15	10	14	10	10	14	10	10	15	10



TANGGAL PENCATATAN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1				10	44							
2					3		5		2			
3				12	10							
4					4				3			
5				4	39							28
6				53			6					1
7				18	1							
8												30
9				30								43
10				4								40
Jumlah	0	0	0	270	218	0	24	25	7	40	0	122
11				8								5
12				15			9					53
13				29								47
14				12	3							3
15												18
16												5
17												14
18				30								29
19				7								23
20				2								16
Jumlah	0	0	0	115	44	0	9	0	0	40	0	122
21												28
22						11						
23				5	28							10
24					2							9
25												
26										13		4
27										26		10
28						11				3		
29						38						3
30				10	7							41
31						10						20
Jumlah	0	0	0	18	112	17	4	0	0	40	0	122

Jumlah per bulan	0	0	0	270	218	0	24	25	7	40	0	474
Jumlah hari hujan	0	0	0	17	15	0	4	1	2	3	0	23
Hujan mm	0	0	0	53	44	0	9	25	5	30	0	47
Rata-rata	0	0	0	16	15	0	6	25	4	13	0	21

TANGGAL PENCATATAN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
Jumlah												

Jumlah per bulan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah tiap bulan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ruang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TANGGAL PENCATAYAN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DES
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Jumlah per bulan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah per tahun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TANGGAL PENCATATAN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Jumlah per bulan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah saat laporan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Harga rata-rata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TANGGAL PENCATATAN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1										3		
2											1	
3										5	2	23
4											10	3
5											27	1
6											2	14
7												10
8										7		
9												
10											1	
11											8	174
12												40
13												41
14												42
15											1	25
16											2	25
17									22	6	1	20
18									3			18
19											5	17
20											6	
21											2	1
22												2
23											53	40
24										10		4
25											7	32
26											0	36
27										4	4	
28									3	2	41	
29									1			84
30												5
31												61
Jumlah	0	0	0	0	0	0	0	0	32	38	115	254

Jumlah per bulan	0	0	0	0	0	0	0	0	32	38	114	691
Jumlah hari hujan	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	17	23
Hujan mm	0	0	0	0	0	0	0	0	22	10	66	114
Rata-rata	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	15	30

TANGGAL PENCATATAN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DES
1	125	15				6	43					
2	135	61		39			6					6
3	99	47	17			2	5					2
4	182	22	34	41		21	40					8
5	255		227	11	11	7		4		15		5
6	136		15	24		18				7		
7	51		11	18		21	32	4				58
8	66	1	4	32	8	72	2	9			16	9
9	49		25	1		9		6				30
10	11		11	15	5	36	23					36
Jumlah	124	118	28	78	33	100	85	19	11	22	16	111
11	26	67	33	20	24	12	19					7
12	63		7	38	11	31	10					
13	30	48	4	4	15	68	27				8	36
14	119	8		24	10	32	8				2	33
15	56	91	102	30	5	3						44
16	4	4		14	100		6	2				71
17	92	15			7	36	8			10	11	
18	45	88				7				17	2	37
19	65	55		99	2	27					4	18
20	10	18			2							2
Jumlah	67	57	14	107	100	85	12	12	17	27	15	111
21	36	52		8	24		15					
22	17				11						10	18
23	12			2	20		3					128
24	44				1					3		46
25	1		8	5	20						1	142
26	18			1	36		18					189
27	28				12				16			30
28	2				72	4				5		20
29	10				13				12	2		12
30	1		79		2				47	2	21	
31	28				15		8			12		15
Jumlah	181	99	78	14	243	4	74	9	77	23	63	352

Jumlah per bulan	1814	736	504	433	442	396	315	19	86	72	150	900
Jumlah hari hujan	31	15	16	19	23	18	17	4	3	9	10	23
Hujani max.	255	118	227	99	100	77	72	9	47	17	42	159
Rata-rata	59	49	32	23	19	22	19	5	17	8	15	30

TANGGAL PENCATATAN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	63	65	1	3	4	10	1					
2	81	90	9			22	6					
3	5	18	10	1	11	1						
4	47	8	2	8								
5	39	1	8	7		7		2			4	
6	15	1	1	11								
7	42	6	13	21	6	4		4			21	
8	20			42		4		23				
9	34	1		3							16	
10	60	15	9	13	2	18					1	
11	27	2	11								1	
12			4			47						
13	32					45						
14	25		52	25		10	3				21	
15	49	20		1	2	19	12				27	
16	51	18	1	10	3	5	6					
17	118	57	14	8		12	2	13			31	
18	35	24	11	7	18	9	1					
19	30	1	28	11	3	2			2			
20	27	20	17		7	1	16	9				
Jumlah	477	257	131	108	107	107	107	107	107	107	107	107
21	38		3		1	13	19	11				
22	38	24	11			1	18				7	
23	39	68	5	28	5							
24	50	37		25	34	25					2	
25	67	11	7		18	25					1	
26	11	23	2		5	2					3	
27	10					6					5	
28	20		3								17	
29	13		27		7						1	
30	69		1		10						33	
31	31		9									
Jumlah	352	228	111	74	11	105	107	107	107	107	107	107

Jumlah per bulan	1209	519	269	279	241	265	90	48	2	10	20	0
Jumlah hari hujan	30	25	25	17	20	21	4	8	1	1	13	0
Waktu rata-rata	114	90	52	42	67	48	34	23	2	10	33	0
Rata-rata	40	26	11	14	12	11	10	6	2	10	13	0



Lampiran 2

Peta Topogafi







UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR



Lampiran 3

Data Tanah



Lampiran 4

Dokumentasi



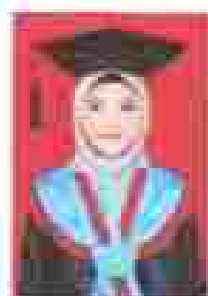
PENGAMBILAN SAMPEL TANAH



PENGUKURAN LONGSOR PADA TEBING SUNGAI



PENYUKUTAN KECEPATAN ALIRAN DAN PENAMPANG SUNGAI



Elasmari, lahir di Lappi pada Tanggal 31 Desember 1995, anak ke 6 dari 7 bersaudara dari pasangan ayahnya Saling dan ibunya Daba. Penulis mulai menempuh pendidikan formal di SD Negeri 07 Tobali, Sulawesi Selatan pada Tahun 2003 dan tamat

pada Tahun 2008, kemudian melanjutkan pendidikan SMP Negeri 1 Barakan pada Tahun 2008 dan tamat pada Tahun 2011. Penulis melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 1 Duraki pada Tahun 2011 dan tamat pada Tahun 2014. Pada Tahun 2015 penulis ditugaskan sebagai mahasiswa jurusan Teknik Sipil Pengantar Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan menyelesaikan studinya pada Tahun 2020.





Wulan Nur Mublah, lahir di Karori, pada tanggal 24 Juni 1996
anak tunggal dari pasangan ayahanda Baharuddin P dan ibunda
Mira. Penulis mulai memasuki pendidikan formal di SD Negeri
1 Karori, Sulawesi Tenggara pada Tahun 2003 dan tamat pada

Tahun 2008. Kemudian melanjutkan pendidikan SMP Negeri 2 Kodoha pada
Tahun 2008 dan tamat pada Tahun 2011. Penulis melanjutkan pendidikan ke
SMA Negeri 1 Luwatu pada Tahun 2011 dan tamat pada Tahun 2014. Pada
Tahun 2015 penulis diangkat sebagai mahasiswa Jurusan Pendidikan
Pegawai Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan
menyebutkan studinya pada Tahun 2016.

