

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI
UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS
DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Akademis Dalam Menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana
(Strata-1) Teknik Sipil*

Disusun Oleh:

Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq

NPM. 2112218018



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YAYASAN PENDIDIKAN
KEUANGAN DAN PERBANKAN (USB-YPKP)

2025

LEMBAR PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR

Dengan mengucap puji serta syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan atas dukungan dari orang - orang yang telah membantu dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini sehingga dapat diselesaikan dengan semaksimal mungkin dengan tepat sesuai dengan batas waktu yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, terimakasih kepada:

1. Dimulai dari Tuhan Yang Maha Esa, kedua orang tua serta teman - teman yang telah memberikan dukungan dan semangat pada saat proses pengerjaan Tugas Akhir untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak dan ibu Fakultas Teknik yang telah mengizinkan untuk melaksanakan penelitian diluar kampus yaitu di PT. Oseano Adhiprasarana.
3. Bapak dan ibu bagian prodi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung yang telah banyak memberikan bantuan serta masukan terkait Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan ibu PT. Oseano Adhiprasarana yang telah mengizinkan untuk melaksanakan penelitian di perusahaan bapak dan ibu.
5. Kang Fauzan yang telah membantu untuk memasukkan proposal penelitian di PT. Oseano Adhiprasarana.
6. Bapak Ir. Ossa Setiawan, ST., MT yang telah membantu mengarahkan pada saat proses pembuatan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Drs. Ir. H. Rosadi, MT sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan segenap waktu dan fikirannya untuk mengarahkan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Bapak dan Ibu dosen penguji dan pengajar yang selama ini turut membantu dalam perkuliahan dan memberikan masukan selama ini yang tiada ternilai harganya yang dapat menjadi acuan agar menjadi lebih baik lagi.
9. Tak lupa untuk mengucapkan terimakasih kepada diri sendiri yang telah berjuang dengan cukup keras sampai titik dimana telah terselesaikannya Tugas Akhir ini.

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK
PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH
SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG**

Disusun Oleh:

Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq
NPM. 2112218018

Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan, guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

Disetujui Oleh:
Dosen/Pembimbing


Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Sangga Buana YPKP


H. Muhammad Syukri, ST., MT
NIP. 432.200.200

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK
PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH
SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG

Disusun Oleh:

Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq
NPM. 2112218018

Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan, guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

Disetujui Oleh:
Dosen Penguji 1

Disetujui Oleh:
Dosen Penguji 2


Dr. Ir. Abdul Chalid, M.Eng
NIP. 432.200.177


Ir. Doni Romdhoni Witarsa, ST., MT. IPM
NIP. 432.200.226

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Sangga Buana YPKP


H. Muhammad Syukri, ST., MT
NIP. 432.200.200

**LEMBAR PERNYATAAN
TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq
NPM : 2112218018
Prodi : S1 Teknik Sipil A Angkatan 2021
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Bersama ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang telah saya kerjakan dengan judul: "Perencanaan Embung Sebagai Solusi Untuk Pengendalian Banjir Studi Kasus Daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang", merupakan hasil asli (orsinil) atau tidak plagiat (menjiplak) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Dengan demikian lembar pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian ditemukan bahwa saya memberikan keterangan palsu dan/atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa Tugas Akhir yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari Universitas Sangga Buana YPKP Bandung dicabut/dibatalkan.

Bandung, 13 Agustus 2025



Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq
NPM. 2112218018

LEMBAR HAK CIPTA
TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK
PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH
SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG**

Disusun Oleh:

Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq
NPM. 2112218018

*Naskah Tugas Akhir Ini Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Akademis
Dalam Menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil*

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang – Undang

Dilarang dengan keras untuk memperbanyak dalam secara bentuk apapun baik itu memfotocopy baik sebagian maupun seluruh isi Tugas Akhir ini, serta memperjualbelikannya tanpa mendapat izin dari Penulis.

© 2025, Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq USB-YPKP Bandung.

Judul : Perencanaan Embung Sebagai Solusi Untuk Pengendalian Banjir
Studi Kasus Daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.
Penulis : Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq.
Fakultas : Teknik.
Prodi : Teknik Sipil.
Tahun Ajaran : 2024/2025.

Universitas Sangga Buana Yayasan Pendidikan Keuangan dan Perbankan (USB-YPKP).

ABSTRAK

Daerah Sukamulya, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten, merupakan wilayah dengan potensi sumber daya alam yang melimpah, namun menghadapi permasalahan banjir tahunan akibat kurang optimalnya pengelolaan sumber daya air. Banjir yang terjadi berdampak pada kerusakan infrastruktur, penurunan ekonomi, serta membahayakan kesehatan dan keselamatan masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi uraian pekerjaan dalam perencanaan embung, menentukan metode teknis yang tepat, serta merumuskan tahapan perencanaan yang efektif sebagai acuan pembangunan embung di wilayah tersebut. Metode yang digunakan meliputi pendekatan komparatif untuk membandingkan berbagai metode teknis serta studi kasus pada wilayah DAS Sukamulya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perencanaan embung didasarkan pada data curah hujan Stasiun BMKG Curug Bandara Budiarto dengan luas DAS 0,87 km². Metode Normal dipilih sebagai dasar analisis curah hujan rencana berdasarkan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Debit banjir dihitung menggunakan berbagai metode HSS Nakayasu dan dikalibrasi untuk menentukan desain saluran, dengan patok 7 sebagai penampang rencana. Dimensi embung yang direncanakan dinilai efektif dalam mengurangi debit banjir dengan tambahan lima pompa otomatis. Namun, hasil evaluasi stabilitas menunjukkan bahwa faktor keamanan terhadap geser dan guling belum memenuhi syarat ($SF > 1,5$), sehingga diperlukan perbaikan material timbunan dengan tanah merah untuk meningkatkan kestabilan struktur.

Kata kunci: embung, metode normal, stabilitas timbunan.

ABSTRACT

Sukamulya, located in Tangerang Regency, Banten Province, is an area with abundant natural resource potential, yet it faces recurring annual flooding due to suboptimal water resource management. These flood events result in infrastructure damage, economic decline, and pose threats to public health and safety.

This study aims to identify the scope of work required in the planning of a retention pond (embung), determine appropriate technical methods, and formulate effective planning stages as a reference for embung development in the region. The research employs a comparative approach to evaluate various technical methods and a case study focused on the Sukamulya watershed area.

The analysis is based on rainfall data from the BMKG Curug Bandara Budiarto Station, covering a watershed area of 0.87 km². The Normal method was selected for rainfall analysis based on Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov tests. Flood discharge was calculated using several synthetic unit hydrograph Nakayasu methods and calibrated to design the outlet channel, with cross-section reference at stake 7. The proposed embung dimensions are considered effective in reducing flood discharge, supported by the addition of five automatic pumps. However, the stability evaluation shows that the safety factors for sliding and overturning do not meet the required threshold ($SF > 1.5$), thus necessitating backfill improvement using red soil to enhance structural stability.

Keywords: *retention pond, log normal method, backfill stability.*

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kesehatan dan kesabaran kepada penulis untuk dapat mengerjakan Tugas Akhir, sehingga penulis dapat sampai pada tahap pembuatan, penulisan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik – baiknya.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak - banyak terima kasih kepada pihak yang terlibat dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan sebaik – baiknya dan dapat diselesaikan sesuai dengan batas waktu yang telah ditentukan.

Dimulai dari Tuhan Yang Maha Esa, kedua orang tua penulis serta teman - teman penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

1. Seluruh Pengurus Yayasan Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
2. Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si. Sebagai Rektor Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
3. Dr. Teguh Nurhadi Suharsono, ST., MT. Sebagai Wakil Rektor I urusan Akademik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
4. Bambang Susanto, SE., M.Si. Sebagai Wakil Rektor II urusan Keuangan dan SDM Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
5. Dr. Nurhaeni Sikki, S.A.P., M.A.P. Sebagai Wakil Rektor III urusan Kemahasiswaan, Alumni & Kerjasama Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
6. Seluruh Pimpinan Direktorat Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
7. Slamet Risnanto, ST., M.Kom., Ph.D Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
8. Ir. Doni Romdhoni Witarsa, ST., MT. IPM. Sebagai Dosen Wali Program Studi Teknik Sipil A Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

9. Drs. Ir. H. Rosadi, MT, sebagai Dosen Pembimbing mata kuliah Tugas Akhir.
10. Seluruh Dosen dan staf Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
11. Pimpinan serta seluruh staf PT. Oseano Adhiprasarana Jl. Budiman Utama Komp. Cinangka Harja No.99, Pasirwangi, Kec. Ujung Berung, Kota Bandung, Jawa Barat 40618.
12. Dan seluruh teman-teman yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penyusun.

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini mengingat tentang pengalaman yang benar-benar baru penulis alami, terutama dalam hal-hal yang menyangkut dalam pembuatan Tugas Besar ini, sehingga harus mengumpulkan bahan - bahan untuk mengantisipasi agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Berkat kerjasama dengan berbagai pihak akhirnya semua permasalahan dapat diselesaikan dengan baik.

Besar harapan penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan generasi mendatang dan dapat dijadikan pedoman pembuatan Tugas Akhir bagi Mahasiswa Universitas Sangga Buana Yayasan Pendidikan Keuangan dan Perbankan (USB-YPKP) Bandung.

Bandung, 13 Agustus 2025

Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq
NPM. 2112218018

DAFTAR ISI

COVER

Lembar Persembahan.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan.....	iv
Lembar Hak Cipta.....	v
Abstrak.....	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat	4
1.6. Sistematika Penulisan	5

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Embung	7
2.1.1. Umum.....	7
2.1.2. Manfaat Embung.....	8
2.1.3. Tipe – Tipe Tubuh Embung	9
2.1.4. Tinjauan Perencanaan Embung.....	10
2.1.5. Penelitian Terdahulu	12

2.2.	Analisa Hidrologi	13
2.2.1.	Umum.....	13
2.2.2.	Curah Hujan	20
2.2.3.	Daerah Aliran Sungai (DAS)	22
2.2.4.	Analisa Hujan Rencana	23
2.2.5.	Analisa Debit Banjir Rencana.....	28
2.3.	Analisa Hidrolika	35
2.3.1.	Umum.....	35
2.3.2.	Analisa Kapasitas Penampang Saluran Pembuangan Embung.....	35
2.3.3.	Desain Dimensi Embung	36
2.4.	Stabilitas Konstruksi	37
2.4.1.	Umum.....	37
2.4.2.	Gaya – Gaya Pengaruh.....	37
2.4.3.	Pertimbangan Stabilitas Konstruksi	40

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Konsep Dasar Penelitian	43
3.1.1.	Umum.....	43
3.1.2.	Desain Penelitian.....	43
3.1.3.	Metode Penelitian	44
3.1.4.	Teknik Pengumpulan Data.....	44
3.2.	Subjek Penelitian.....	44
3.2.1.	Umum.....	44
3.2.2.	Gambaran Umum Kabupaten Tangerang.....	45
3.2.3.	Gambaran Umum Kecamatan Sukamulya	51
3.2.4.	Kondisi Lokasi Penelitian	52
3.3.	Data Penelitian	53
3.3.1.	Umum.....	53
3.3.2.	Data Primer	53
3.3.3.	Data Sekunder	59
3.3.4.	Teknik Analisa Data.....	60

3.3.5. Diagram Alir Penelitian	61
--------------------------------------	----

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Analisa Perhitungan Hidrologi.....	62
4.1.1. Umum.....	62
4.1.2. Ketersediaan Data Curah Hujan.....	62
4.1.3. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)	63
4.1.4. Analisa Uji Outlier	63
4.1.5. Analisa Curah Hujan Rencana	67
4.1.6. Analisa Debit Banjir Rencana.....	82
4.1.7. Kalibrasi Debit Banjir Rencana	96
4.1.8. Pemodelan Kondisi Menggunakan Aplikasi HEC-HMS.....	99
4.2. Analisa Hidrolika	101
4.2.1. Umum.....	101
4.2.2. Analisa Kapasitas Penampang Saluran Pembuangan Embung.....	101
4.2.3. Desain Dimensi Embung	102
4.2.4. Pemodelan Kondisi Menggunakan Aplikasi Google Earth	105
4.3. Stabilitas Konstruksi	106
4.3.1. Umum.....	106
4.3.2. Gaya – Gaya Pengaruh.....	106
4.3.3. Stabilitas Konstruksi	111
4.3.4. Pemodelan Kondisi Menggunakan Aplikasi Plaxis.....	113

BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan	116
5.2. Saran.....	117

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Embung	8
Gambar 2.2.	Tubuh Embung Type Urugan Homogen.....	9
Gambar 2.3.	Tubuh Embung Type Urugan Zonal	10
Gambar 2.4.	Ilustrasi Kerusakan dan Kurangnya Pemeliharaan Pada Embung	11
Gambar 2.5.	Siklus Hidrologi	14
Gambar 2.6.	Proses Perjalanan Air dalam Siklus Hidrologi.....	17
Gambar 2.7.	Peta Curah Hujan Provinsi Banten.....	21
Gambar 2.8.	Daerah Aliran Sungai	23
Gambar 2.9.	Metoda Hidrograph Satuan Sintetis Menurut Snyder	29
Gambar 2.10.	Model Hidrograf Nakayasu.....	32
Gambar 2.11.	Diagram Tekanan Air.....	38
Gambar 3.1.	Peta Geologi Kabupaten Tangerang.....	47
Gambar 3.2.	Peta Kecamatan Sukamulya	51
Gambar 3.3.	Peta Lokasi Pekerjaan Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya.....	52
Gambar 3.4.	Lokasi Penelitian	54
Gambar 3.5.	Peta Situasi DED Embung Sukamulya	56
Gambar 3.6.	Potongan Memanjang.....	57
Gambar 3.7.	Potongan Melintang	57
Gambar 3.8.	Flow Chart (Diagram Alir Penelitian).....	61
Gambar 4.1.	Peta Batas Daerah Aliran Sungai (DAS) Embung Sukamulya Kabupaten Tangerang.....	63
Gambar 4.2.	Hidrograf Debit Banjir Metode UH Snyder	85
Gambar 4.3.	Hidrograf Debit Banjir Metode UH Nakayasu	88
Gambar 4.4.	Grafik Debit Banjir Metode Der Weduwen	90
Gambar 4.5.	Grafik Debit Banjir Metode Hasper	92
Gambar 4.6.	Grafik Debit Banjir Metode Mononobe	94
Gambar 4.7.	Grafik Rangkuman Hasil Analisis Debit Banjir.....	95
Gambar 4.8.	Kondisi Eksisting Saluran Pembuangan DED Embung Sukamulya	96
Gambar 4.9.	Penampang Saluran Pembuangan DED Embung Sukamulya.....	97

Gambar 4.10. Lengkung Debit Saluran Pembuangan Embung Sukamulya	98
Gambar 4.11. Data Terrain HEC-HMS.....	99
Gambar 4.12. Data Sink HEC-HMS	100
Gambar 4.13. Data Viewshed Google Earth.....	100
Gambar 4.14. Elevasi Panjang DAS Menggunakan Google Earth.....	105
Gambar 4.15. Diagram Pembebanan Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya	108
Gambar 4.16. Total Displacements.....	113
Gambar 4.17. Incremental Displacements	114
Gambar 4.18. Total Cartesians Strain	114
Gambar 4.19. Incremental Volumetric Strain	115
Gambar 4.12. Data Sink HEC-HMS	100



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Penelitian Terdahulu	12
Tabel 2.2.	Alokasi Air dalam Bumi	16
Tabel 2.3.	Nilai Reduced Standart Deviation (S_n) dan Nilai Reduced Mean (Y_n)	25
Tabel 2.4.	Nilai Reduced Variate (Y_t)	25
Tabel 2.5.	Nilai Variabel Reduksi Gauss (KT)	26
Tabel 2.6.	Nilai Faktor Reduksi Frekuensi KT Untuk Distribusi Pearson Type III (G atau C_s)	28
Tabel 2.7.	Nilai Koefisien Manning (n)	36
Tabel 2.8.	Berat Volume Bahan Bangunan	38
Tabel 2.9.	Faktor Bentuk Pondasi	42
Tabel 2.10.	Koefisien Daya Dukung Pondasi	42
Tabel 3.1.	Data Koefisien di Kabupaten Tangerang, Tahun 2021 (Data Tahun 2020)	46
Tabel 3.2.	Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk Menurut Kecamatan, Tahun 2021	50
Tabel 3.3.	Luas Wilayah Kecamatan Sukamulya Menurut Masing - Masing Desa / Kelurahan	52
Tabel 3.4.	Hasil Analisa Daya Dukung Tanah Berdasarkan Sondir	58
Tabel 3.5.	Hasil Daya Dukung Tanah Berdasarkan Hasil Laboratorium	59
Tabel 4.1.	Data Curah Hujan Harian Maksimum, Sta BMKG Curug Bandara Budiarto, Tahun 2014 s/d 2024	62
Tabel 4.2.	Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Embung Sukamulya Kabupaten Tangerang	63
Tabel 4.3.	Nilai K_n Uji Outlier	64
Tabel 4.4.	Hasil Uji Outlier Hujan Maksimum Harian	65
Tabel 4.5.	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Probabilitas Gumble	68
Tabel 4.6.	Tabel Distribusi Probabilitas Gumble	69
Tabel 4.7.	Tabel Distribusi Probabilitas Normal	70

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal	72
Tabel 4.9. Tabel Distribusi Probabilitas Log Normal	73
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Probabilitas Log Pearson III	75
Tabel 4.11. Tabel Distribusi Probabilitas Log Pearson III.....	76
Tabel 4.12. Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Kuadrat (Uji Satu Sisi).....	78
Tabel 4.13. Nilai ΔP Kritis Untuk Uji Smirmov-Kolmogorov	80
Tabel 4.14. Analisa Uji Kecocokan	81
Tabel 4.15. Nilai Curah Hujan Rencana Terpilih	81
Tabel 4.16. Rekapitulasi Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana dengan Metode Snyder	84
Tabel 4.17. Rekapitulasi Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana dengan Metode Nakayasu	87
Tabel 4.18. Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Der Weduwen	89
Tabel 4.19. Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Der Hasper	91
Tabel 4.20. Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Mononobe	93
Tabel 4.21. Rangkuman Hasil Analisis Debit Banjir.....	95
Tabel 4.22. Hasil Perhitungan Lengkung Debit Saluran Pembuangan DED Sukamulya	98
Tabel 4.23. Penampang Desain Kapasitas Saluran Outlet Embung.....	101
Tabel 4.24. Hasil Perhitungan Kapasitas Saluran	102
Tabel 4.25. Kebutuhan Volume Embung dan Jumlah Pompa Untuk Penanganan Banjir / Genangan.....	103
Tabel 4.26. Hasil Analisa Embung Sukamulya Q = 25 Tahun	104
Tabel 4.27. Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Penahan Tanah Embung Sukamulya (Kondisi Kering).....	109
Tabel 4.28. Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya (Kondisi Basah).....	110
Tabel 4.29. Perhitungan Data Tanah Embung Sukamulya	111
Tabel 4.30. Perhitungan Data Tanah Embung Sukamulya	111
Tabel 4.31. Perhitungan Stabilitas Konstruksi Pada Dinding Embung Sukamulya.	112

DAFTAR LAMPIRAN

Surat Pengantar Izin Penelitian	L-1
Permohonan Izin Melaksanakan Penelitian Tugas Akhir	L-2
Surat Persetujuan Penelitian Tugas Akhir	L-3
Peta Lokasi Embung Sukamulya Kecamatan Sukamulya	L-4
Dokumentasi Eksisting Lapangan.....	L-5
Peta Zona Gempa Indonesia	L-6
Hasil Pengujian Kelulusan Air.....	L-7
Pengujian Sondir	L-8
Ringkasan Hasil Laboratorium	L-9
Cover	L-10
Daftar Gambar.....	L-11
Peta Situasi Embung Skala 1 : 1000	L-12
Peta Situasi Embung Skala 1 : 600	L-13
Potongan Melintang Embung.....	L-14
Potongan Melintang Embung.....	L-15
Potongan Melintang Embung.....	L-16
Potongan Memanjang Saluran Gendong Embung	L-17
Potongan Melintang Saluran Gendong Embung.....	L-18
Potongan Melintang Saluran Gendong Embung.....	L-19
Potongan Melintang Saluran Gendong Embung.....	L-20
Denah dan Potongan Inlet Embung.....	L-21
Potongan Inlet Embung.....	L-22
Potongan Inlet Embung.....	L-23
Denah dan Potongan Outlet Embung.....	L-24
Potongan Outlet Embung	L-25
Denah dan Potongan Tangga Inspeksi Embung.....	L-26
Detail Rumah Panel.....	L-27
Detail Saringan Sampah.....	L-28
Detail Guard Rail	L-29
Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 1	L-30

Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 2	L-31
Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 3	L-32
Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 4	L-33
Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 5	L-34
Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 6	L-35
Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 7	L-36
Lembar Bimbingan Tugas Akhir 1	L-37
Lembar Bimbingan Tugas Akhir 2	L-38
Lembar Bimbingan Tugas Akhir 3	L-39
Lembar Bimbingan Tugas Akhir 4	L-40
Lembar Bimbingan Tugas Akhir 5	L-41
Lembar Bimbingan Tugas Akhir 6	L-42
Lembar Bimbingan Tugas Akhir 7	L-43
Lembar Bimbingan Tugas Akhir 8	L-44
Lembar Hasil Cek Plagiarisme Pustakalaya	L-45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Wilayah Sukamulya yang terletak di Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten, memiliki kekayaan sumber daya alam yang beragam dan cukup melimpah. Meskipun demikian, daerah ini masih menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan air, terutama pada upaya pengendalian banjir. Genangan air yang kerap muncul hampir setiap tahun menimbulkan berbagai kerugian bagi masyarakat, mulai dari rusaknya infrastruktur, terganggunya kegiatan perekonomian, hingga risiko terhadap kesehatan serta keselamatan warga..

Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk menghadapi permasalahan tersebut adalah dengan membangun embung. Embung berperan sebagai tempat penampungan air yang berfungsi mengurangi volume aliran yang masuk ke sungai, sehingga risiko banjir pada area permukiman maupun lahan pertanian dapat ditekan. Oleh karena itu, pembangunan embung di Sukamulya tidak hanya berorientasi pada aspek teknis semata, tetapi juga merupakan langkah strategis untuk mendukung kebijakan pengelolaan sumber daya air serta upaya pencegahan bencana banjir.

Dalam perencanaan pembangunan embung sebagai salah satu bentuk pengendalian banjir di wilayah Sukamulya, Kabupaten Tangerang, terdapat sejumlah regulasi yang dijadikan dasar hukum. Salah satunya adalah Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, yang menekankan pentingnya pengelolaan air secara berkelanjutan guna menjaga keseimbangan ekosistem sekaligus meminimalkan potensi bencana. Selain itu, terdapat Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai, yang memberikan arahan mengenai tata kelola sumber daya air, termasuk pemanfaatan embung sebagai sarana pengendalian banjir. Lebih lanjut, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 30/PRT/M/2015 juga menjadi acuan, karena berisi pedoman teknis serta prosedur dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan embung infrastruktur pengendalian banjir, yang mencakup

pembangunan embung sebagai bagian dari upaya mitigasi bencana banjir secara komprehensif dan terstruktur.

Pembangunan embung merupakan salah satu langkah strategis dalam rangka mitigasi bencana banjir yang dilakukan secara terencana dan menyeluruh. Berdasarkan kondisi tersebut, perencanaan embung di wilayah Sukamulya, Kabupaten Tangerang, memiliki urgensi yang tinggi sebagai solusi pengendalian banjir, sekaligus memastikan bahwa proses pembangunan mengacu pada ketentuan hukum yang berlaku serta memberikan manfaat nyata bagi masyarakat.

Menurunnya luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) maupun Daerah Resapan Air (DRA) menjadi faktor penting yang mempercepat laju limpasan permukaan (*run-off*), sehingga meningkatkan risiko terjadinya banjir. Kondisi ini tidak terlepas dari pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk di kawasan perkotaan (Kodoatie, 2002).

Perkembangan ekonomi serta bertambahnya jumlah penduduk di suatu daerah membawa dampak ganda terhadap lingkungan. Salah satu konsekuensi negatifnya adalah munculnya persoalan ekologi akibat pembangunan infrastruktur dan kawasan permukiman yang kerap mengabaikan kemampuan lingkungan untuk menampung perubahan tersebut. Alih fungsi lahan yang didorong oleh pertumbuhan ekonomi maupun kebutuhan pembangunan sering memicu masalah seperti banjir, genangan, serta turunnya muka air tanah (Anam dkk, 2015). Situasi ini kemudian berkontribusi terhadap penurunan kualitas sungai melalui proses sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan, sehingga air mudah meluap dan meningkatkan risiko banjir, terutama di wilayah hilir (Azwarman, 2018).

Dalam menanggapi permasalahan tersebut embung adalah salah satu cara untuk mengatasi peningkatan aliran permukaan (*run-off*) akibat hujan (Quan dkk, 2014) yang bermanfaat sebagai tempat menampung dan reservoir. Bukan seperti kolam retensi yang memanfaatkan infiltrasi sebagai pembuangan utama (Travis & Mays, 2015) embung dapat cukup berguna dalam menanggulangi masalah banjir (Fitri dkk, 2011).

Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberi informasi dalam perencanaan embung yang efektif dan efisien terutama di daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang yang mempunyai tantangan besar dalam pengelolaan banjir melalui

rekomendasi kebijakan pemerintah, panduan teknis maupun desain dari embung itu sendiri guna menjadi acuan untuk melaksanakan perancangan embung.

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk menyusun perencanaan pembangunan embung di wilayah Sukamulya, Kabupaten Tangerang, sebagai salah satu langkah pengendalian banjir sesuai ketentuan yang berlaku. Selain itu, penelitian ini juga dimaksudkan sebagai acuan dalam mengidentifikasi aspek teknis serta dasar hukum yang perlu diperhatikan dalam proses perencanaan dan pelaksanaan pembangunan embung. Diharapkan hasil Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak terkait dalam meningkatkan ketahanan wilayah terhadap ancaman banjir.

1.2. Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan utama yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana uraian pekerjaan yang perlu dilaksanakan dalam perencanaan embung dan bagaimana pula landasan terkait hal tersebut?
2. Metode apa yang paling tepat sebagai upaya perencanaan bangunan embung di daerah Sukamulya yang mempertimbangkan beberapa aspek teknis?
3. Bagaimana tahapan efektif dalam perencanaan yang perlu dilaksanakan sebagai acuan untuk pembangunan embung di daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang?

1.3. Tujuan

Dengan mempertimbangkan pembahasan pada bagian latar belakang serta rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini meliputi hal-hal berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana uraian pekerjaan yang perlu dilaksanakan dalam perencanaan embung dan bagaimana pula landasan terkait hal tersebut.

2. Untuk mengetahui metode apa yang paling tepat sebagai upaya perencanaan bangunan embung didaerah Sukamulya yang mempertimbangkan beberapa aspek teknis.
3. Untuk mengetahui bagaimana tahapan efektif dalam perencanaan yang perlu dilaksanakan sebagai acuan untuk pembangunan embung didaerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.

1.4. Batasan Masalah

Kajian dalam Tugas Akhir ini dipusatkan pada perencanaan fisik embung, dengan pembahasan komponen pendukung secara terbatas. Batasan penelitian yang ditetapkan meliputi:

1. Langkah – langkah perencanaan embung didaerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.
2. Gambaran umum wilayah sekitar embung didaerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.
3. Kondisi permukaan wilayah (kontur) didaerah sekitar embung daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang berdasarkan data, namun tidak membahas perhitungan kondisi permukaan tanah (kontur) lebih spesifik.
4. Data hidrologi sebagai sarana untuk merencanakan embung didaerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.
5. Analisa kebutuhan volume embung sebagai upaya penanganan banjir didaerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.
6. Sedikit membahas kondisi tanah berdasarkan data, namun tidak membahas perhitungan lebih lanjut.
7. Membahas stabilitas embung didaerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.
8. Membahas saran optimalisasi embung guna memaksimalkan potensi pembangunan embung sebagai upaya pengendalian banjir.

1.5. Manfaat

Tugas Akhir ini memiliki beberapa manfaat yang dapat diambil dari pembahasan yang dibahas didalamnya:

1. Tugas Akhir ini memberikan kesempatan untuk mengembangkan potensi

dalam hal menganalisa perencanaan yang dilihat dari berbagai faktor serta mencari solusi yang sesuai dalam merencanakan embung terkhusus untuk daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.

2. Sebagai sarana mengaplikasikan pembelajaran yang telah dipelajari guna mendapatkan pengalaman langsung dalam perencanaan embung terkhusus untuk daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang.
3. Memungkinkan untuk mengasah keterampilan riset mulai dari merencanakan pengambilan data, mengorganisir informasi yang diperlukan dan akhirnya mampu membahas dan menarik kesimpulan diakhir Tugas Akhir.
4. Mempersiapkan mahasiswa untuk bekerja dibidang terkait dalam hal ini dibidang sumber daya air.
5. Secara keseluruhan Tugas Akhir dapat memberikan pengalaman kepada mahasiswa guna mengembangkan pemahaman serta mencari solusi terhadap suatu perencanaan.

1.6. Sistematika Penulisan

Struktur penulisan dalam Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 (lima) bab utama, yang secara garis besar mencakup pembahasan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Manfaat dan Sistematika Penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas kajian teori dan penelitian terdahulu yang mendukung pembahasan mengenai perencanaan embung di kawasan Sukamulya, Kabupaten Tangerang.

Bab III Metodologi

Membahas tentang tahapan Tugas Akhir terhadap perencanaan embung daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang, dimulai dari metode pengambilan data, langkah – langkah dan analisa disertai pengolahan data Tugas Akhir yang menghasilkan hasil akhir yang sesuai dengan bahasan.

Bab IV Pembahasan

Bab ini menguraikan perencanaan embung di daerah Sukamulya, Kabupaten Tangerang, yang dilakukan melalui pengumpulan serta analisis data sehingga menghasilkan temuan sesuai dengan pokok pembahasan.

Bab V Penutup

Membahas tentang kesimpulan dari Tugas Akhir Perencanaan Embung di daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang, selain itu membahas mengenai saran terhadap penulis selanjutnya guna menghasilkan hasil karya yang lebih baik.

Daftar Pustaka

Pada bagian daftar Pustaka menggunakan format APA (*American Psychological Association*) mencakup informasi penting terkait sumber referensi yang dipergunakan didalam laporan Tugas Akhir ini.

Lampiran

Membahas mengenai tambahan pendukung Tugas Akhir meliputi beberapa dokumentasi, surat izin penelitian dan beberapa dokumen yang berhubungan dengan kosep pembahasan Tugas Akhir.

Riwayat Hidup

Bagian riwayat hidup berisi informasi mengenai penulis yang diantaranya memuat nama, alamat, riwayat pendidikan, nama orang tua dan lain sebagainya yang mencakup informasi pribadi penulis yang menunjang Tugas Akhir ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Embung

2.1.1. Umum

(Kasiro, 1994) embung merupakan salah satu jenis bangunan air yang berfungsi sebagai wadah penyimpanan, terutama pada area depresi sungai. Embung berperan menampung air hujan saat musim penghujan sehingga dapat mengurangi potensi banjir, sekaligus menyediakan cadangan air yang dapat dimanfaatkan masyarakat pada musim kemarau. Ketersediaan air dari embung ini menjadi alternatif sumber pemenuhan kebutuhan yang tidak selalu dapat ditopang hanya dengan pasokan dari PDAM maupun sumur air tanah. Oleh karena itu, besarnya kebutuhan air dan potensi limpasan banjir menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan kapasitas tampungan maupun ketinggian tubuh embung.

Dalam proses perencanaan embung, diperlukan keterlibatan berbagai bidang ilmu untuk mendukung rancangan yang dapat dipertanggungjawabkan. Hal ini bertujuan agar embung yang dibangun memiliki konstruksi yang kokoh, mampu berfungsi sebagai pengendali banjir, serta memberi manfaat nyata bagi masyarakat sekitar.

Secara umum, perencanaan embung memerlukan kajian dari berbagai disiplin ilmu, antara lain manajemen proyek, geologi dan geografi, survei pemetaan, hidrologi, hidrolika, mekanika tanah, hingga perencanaan konstruksi. Selain itu, penyusunan perencanaan juga harus merujuk pada standar dan literatur teknis yang relevan, seperti SNI 2415-2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana (BSN, 2016), buku *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air* karya Made Kamiana (Graha Ilmu, 2011), serta *Hydraulics of Open Channels* karya Ven Te Chow (diterjemahkan E.V. Nensi Rosalia, disunting Yani Sianipar, Erlangga, 1997), dan berbagai sumber lain. Acuan tersebut menjadi landasan penting agar perencanaan embung dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah serta memberi manfaat berkelanjutan bagi masyarakat.

Setiap daerah aliran sungai (DAS) memiliki ciri dan kondisi yang berbeda-beda, sehingga perlu dilakukan analisis mendalam terkait besarnya debit air yang dapat ditampung embung agar tidak menimbulkan permasalahan di kemudian hari. Oleh sebab itu, kajian pustaka ini berperan penting dalam menentukan spesifikasi serta tahapan lanjutan yang diperlukan dalam proses perencanaan embung.



Gambar 2. 1. Embung
(Sumber: SwaDayaOnline, 2018)

2.1.2. Manfaat Embung

Dalam perencanaan embung hendaknya untuk menganalisa manfaatnya guna menghasilkan hasil yang lebih maksimal makadari itu (Kasiro dkk, 1997) mengemukakan bahwa manfaat embung diantaranya adalah:

1. Sarana penyediaan air untuk mengairi lingkungan pada saat musim kemarau.
2. Memaksimalkan fungsi lahan dengan menganalisa pola tata tanam dan meningkatkan pendapatan petani pada lahan tadah hujan.
3. Membantu kerja petani pada musim kemarau untuk mencegah laju urbanisasi dari pedesaan ke kota.

4. Mengendalikan luapan air pada musim penghujan sekaligus meminimalkan potensi banjir.

2.1.3. Tipe – Tipe Tubuh Embung

Tubuh embung merupakan konstruksi yang dibangun melintang pada alur sungai dengan tujuan utama menahan aliran air serta mengatur perembesannya. Secara umum, tubuh embung terbagi menjadi dua kategori, yaitu tipe urugan tanah serta pasangan batu kali atau beton. Tipe urugan masih dapat dikelompokkan lagi menjadi beberapa bentuk, antara lain urugan homogen dan urugan zonal. Apabila material di lokasi relatif seragam, padat, dan tersedia dalam jumlah cukup, maka tipe urugan homogen lebih tepat digunakan. Sebaliknya, bila material yang ada memiliki perbedaan sifat dan karakteristik, maka tipe urugan zonal lebih sesuai untuk diterapkan.

Embung atau bendungan dengan urugan zonal dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan letak dan bentuk zona kedap airnya, yaitu:

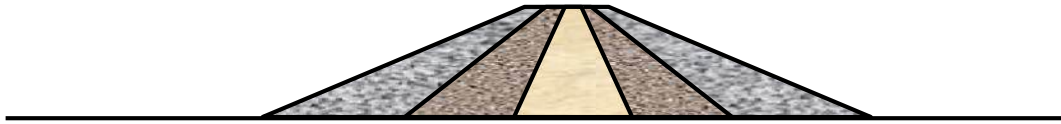
Embung atau bendungan urugan zonal ini dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, berdasarkan posisi dan struktur zona kedap airnya, yaitu:

1. Embung atau bendungan urugan yaitu bendungan urugan zonal dengan tirai kedap air yang terletak pada lereng bagian hulu embung.
2. Embung atau bendungan urugan zonal dengan inti kedap air miring yaitu embung dengan zona kedap air yang berada di dalam tubuh bendungan dan posisinya miring ke arah hilir..
3. Embung atau bendungan urugan zonal dengan inti kedap air tegak atau biasa yaitu embung dengan inti kedap air yang ditempatkan di bagian tengah tubuh bendungan dalam posisi vertical.



Gambar 2. 2. Tubuh Embung Type Urugan Homogen

(Sumber: Dream Litera Buana, 2018)



Gambar 2. 3. Tubuh Embung Type Urugan Zonal

(Sumber: Dream Litera Buana, 2018)

2.1.4. Tinjauan Perencanaan Embung

Dalam perencanaan embung melibatkan analisa mendalam mengenai fungsi embung sebagai tempat penampungan air dan pengendalian banjir suatu daerah. Aspek yang perlu diperhatikan meliputi pemilihan tubuh embung yang mempertimbangkan aspek material yang tersedia di lokasi. Selain itu, perencanaan embung harus mempertimbangkan aspek geografis, geologi, kondisi lingkungan, hidrologi dan hidrolika, mekanika tanah serta tidak lupa stabilitas konstruksi embung dan ada beberapa faktor lain yang menjadi dasar perencanaan embung tersebut.

a. Topografi

Dalam merencanakan pembangunan embung, kondisi topografi kawasan rencana merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan. Beberapa aspek yang menjadi fokus antara lain bentuk permukaan lahan di sekitar tubuh bendungan dan area genangan, tingkat kemudahan akses menuju lokasi, serta ketersediaan jalur untuk pengadaan material konstruksi. Lembah dengan tebing curam memerlukan perhatian khusus karena dapat menimbulkan risiko seperti longsor, aliran debris, maupun gangguan lain yang berpotensi merusak tubuh embung, menyumbat bangunan pelimpah, atau mengurangi kapasitas tampung. Selain itu, analisis terhadap anak sungai di sekitar lokasi juga penting dilakukan, khususnya apabila terdapat indikasi longsor, slumping, atau perembesan.

b. Geologi

Evaluasi kondisi batuan dan jenis tanah yang digunakan sebagai fondasi embung sangat penting, karena kondisi geologi dapat mempengaruhi pemilihan tipe bendungan yang tepat untuk lokasi tersebut. Faktor - faktor yang perlu dipertimbangkan meliputi kekuatan, ketebalan, arah dan kemiringan lapisan

Tanah maupun batuan dengan sifat kelulusan air tertentu, termasuk adanya retakan, kekar, dan struktur sesar, perlu menjadi perhatian dalam perencanaan embung. Retakan, sesar, atau kekar pada batuan dasar yang berada di area genangan, tumpuan bendungan, ataupun di bawah galian dinding halang (*cut off trench*) dapat menimbulkan potensi rembesan air. Kondisi ini berisiko menurunkan stabilitas bendungan sekaligus mengurangi kapasitas tampungan air.

c. Hidrologi

Karakteristik curah hujan di wilayah Indonesia, baik kawasan Barat maupun Timur, sangat berpengaruh dalam penentuan desain banjir pada bangunan pelimpah. Variasi intensitas, distribusi, serta pola curah hujan di kedua wilayah tersebut memengaruhi besarnya debit banjir yang perlu diantisipasi. Oleh karena itu, pemilihan tipe pelimpah harus disesuaikan dengan kondisi hidrologi setempat, yang umumnya ditentukan melalui analisis menyeluruh terhadap pola curah hujan dan karakteristik aliran di daerah aliran sungai (DAS).

d. Lingkungan

Dalam perencanaan embung, faktor lingkungan seperti kondisi vegetasi, bentuk lahan, serta kemiringan wilayah hilir merupakan aspek yang penting diperhatikan. Vegetasi penahan tanah di bagian hilir dapat menjadi indikator ketersediaan suplai air. Namun demikian, perubahan pada permukaan tanah maupun muka air tanah akibat pembangunan embung dapat berdampak pada penurunan kualitas vegetasi, mempercepat proses erosi, dan memicu terbentuknya alur aliran yang lebih curam.



Gambar 2. 4. Ilustrasi Kerusakan dan Kurangnya Pemeliharaan Pada Embung
(Sumber: Modul Pengantar Perancangan Embung, 2017)

2.1.5. Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Penelitian	Institusi	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Prasoni Agung, dkk 2019	Universitas Sangga Buana YPKP	KAJIAN DAMPAK PEMBANGUNAN EMBUNG KONSERVASI MENDEKATI ZERO RUN OFF DALAM PENGENDALIAN BANJIR KAWASAN	Embung di DAS Cipamokolan berfungsi mengurangi limpasan untuk mengendalikan banjir. Analisis dengan HECHMS 3.5 menunjukkan embung dapat mengurangi debit puncak banjir hingga 34,76%, menurunkan debit dari 32,084 m ³ /det menjadi 24,441 m ³ /det, meskipun zero runoff belum tercapai.
2	Deny Ferdian, dkk 2020	Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNSRI	EFEKTIFITAS PENGENDALIAN BANJIR DENGAN EMBUNG: STUDI KASUS TAMAN FIRDAUS UNIVERSITAS SRIWIJAYA	Banjir di hilir Universitas Sriwijaya disebabkan oleh berkurangnya daerah resapan. Pada tahun 2019, area seluas 100 ha digali menjadi embung di Taman Firdaus. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas embung dalam mengurangi tinggi banjir di Sungai Kelekar. Dengan menggunakan pemodelan satu dimensi, embung ini dapat menampung air sebanyak 1.446.409,39 m ³ dan menurunkan tinggi banjir sebesar 1 hingga 1,5 meter.

2.2. Analisa Hidrologi

2.2.1. Umum

Hidrologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari pergerakan, distribusi, serta kualitas air di bumi, baik yang berada di permukaan maupun yang tersimpan di dalam tanah. Kajian ini meliputi analisis siklus hidrologi yang mencakup proses evaporasi, kondensasi, presipitasi, infiltrasi, hingga aliran permukaan, serta bagaimana faktor alam maupun aktivitas manusia memengaruhi keberlanjutan dan kualitas sumber daya air. Ilmu hidrologi memiliki peranan penting dalam pengelolaan sumber daya air, perencanaan daerah aliran sungai (DAS), mitigasi banjir, hingga pelestarian ekosistem perairan.

a. Pengertian

Secara umum, hidrologi dipahami sebagai ilmu yang membahas siklus serta peredaran air di bumi. Istilah *hidrologi* berasal dari bahasa Yunani yang berarti “ilmu tentang air”. Kajian mengenai hidrologi telah dilakukan sejak abad ke-17, misalnya pada tahun 1608 seorang peneliti asal Prancis meneliti hubungan antara curah hujan dan aliran permukaan (*runoff*) di suatu DAS. Penelitian tersebut kemudian dilanjutkan oleh E. Mariotte pada tahun 1620 serta Edmund Halley pada tahun 1656.

1. (Asdak, 1995) hidrologi adalah cabang ilmu dalam teknik sipil yang mempelajari pergerakan air atau fluida dalam berbagai bentuknya—baik cair, gas, maupun padat—yang berada di atas maupun di dalam tanah.
2. (Arsyad, 2009) menjelaskan bahwa hidrologi merupakan cabang ilmu yang menelaah proses-proses yang berkaitan dengan penambahan, penyimpanan, dan pengurangan air di bumi.
3. Selain kedua pendapat tersebut, masih terdapat berbagai definisi lain yang pada dasarnya menegaskan makna yang serupa.

Berdasarkan cabang ilmunya, hidrologi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. **Hidrologi Ilmiah (*Scientific Hydrology*):** Fokus pada aspek akademik dan umumnya dikenal sebagai hidrologi atau Ilmu Hidrologi.

2. Hidrologi Teknik (*Engineering Hydrology*): Berfokus pada aspek penerapan dan dikenal dengan istilah hidrologi terapan atau *Applied Hydrology*.

Hidrologi terapan merupakan cabang dari ilmu hidrologi yang berfokus pada penerapan konsep dan prinsip hidrologi dalam perencanaan maupun pengelolaan infrastruktur yang berkaitan dengan sumber daya air. Ruang lingkupnya mencakup bidang hidraulika, penyediaan dan distribusi air bersih, pengolahan air serta limbah, sistem irigasi dan drainase, pengendalian limpasan permukaan, pengaturan aliran untuk kepentingan navigasi, hingga upaya mitigasi erosi dan sedimentasi. Selain itu, hidrologi terapan juga berperan dalam pengembangan pariwisata berbasis air, konservasi ekosistem perairan beserta keanekaragaman hayatinya, serta pemanfaatan air untuk kegiatan perikanan budidaya.

1. Estimasi dan perhitungan potensi sumber daya air untuk mengetahui manfaat sekaligus risiko kerusakan yang dapat ditimbulkan.
2. Analisis terhadap proses hidrologi seperti curah hujan, limpasan permukaan, evaporasi, transpirasi, serta hubungan antarproses tersebut.
3. Penelitian mengenai permasalahan banjir maupun kekeringan serta penyusunan strategi mitigasi guna meminimalkan dampaknya.



Gambar 2. 5. Siklus Hidrologi

(Sumber: Cerdika, 2023)

b. Ruang Lingkup

Berikut adalah berbagai cabang ilmu hidrologi yang berkaitan, seperti hidrometeorologi, limnologi, hidrogeologi dan ilmu-ilmu penunjang lainnya:

1. Meteorologi: ilmu yang menelaah fenomena serta karakteristik fisik atmosfer.
2. Klimatologi: ilmu yang mengkaji fenomena serta interpretasi terhadap kondisi cuaca.
3. Geografi dan Agronomi: ilmu yang meneliti komposisi serta susunan lapisan batuan di dalam bumi.
4. Geologi: ilmu yang meneliti komposisi serta susunan lapisan batuan di dalam bumi.
5. Hidrolika: ilmu yang mengkaji pergerakan dan karakteristik aliran air baik pada saluran alami maupun buatan.
6. Mekanika Fluida: ilmu yang mempelajari sifat-sifat fluida dalam keadaan statis.
7. Sedimentologi: ilmu yang meneliti karakteristik sedimen yang terbawa aliran air dan faktor-faktor yang memengaruhinya.

Ilmu hidrologi memiliki hubungan yang sangat erat dengan bidang teknik sipil, khususnya cabang hidroteknik yang berhubungan langsung dengan pengelolaan sumber daya air. Namun, penerapannya juga menjangkau bidang teknik sipil lainnya. Pada bidang struktur, misalnya, hidrologi berperan dalam perencanaan sistem drainase dan sanitasi, sementara dalam bidang transportasi, prinsip-prinsip hidrologi dibutuhkan untuk merancang jaringan drainase pada jalan raya, bandara, maupun kawasan perkotaan yang memerlukan penerapan hidraulika.

1. Memperkirakan besarnya banjir rencana maksimum beserta frekuensinya untuk merancang struktur bangunan pengendali banjir.
2. Memproyeksikan kebutuhan air bagi tanaman (misalnya padi sawah) sehingga dapat dirancang jaringan irigasi berupa bangunan maupun saluran yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut.
3. Menghitung ketersediaan air atau debit pada suatu sumber air yang dapat dimanfaatkan.

c. Distribusi Air

Distribusi air dalam kajian hidrologi merupakan bagian dari siklus biogeokimia yang menggambarkan pergerakan sekaligus perubahan wujud air (H_2O) di permukaan bumi. Air mengalami sirkulasi yang berlangsung secara terus-menerus melalui tahapan penguapan, kondensasi, transpirasi, hingga presipitasi, di mana pada setiap prosesnya air dapat berubah bentuk menjadi cair, padat, maupun gas. Secara global, distribusi air di bumi menunjukkan bahwa air tawar hanya sekitar 2,5% dari total ketersediaan, sehingga upaya konservasi sumber daya air menjadi sangat penting untuk menjaga keberlanjutannya **Tabel 2.2.**

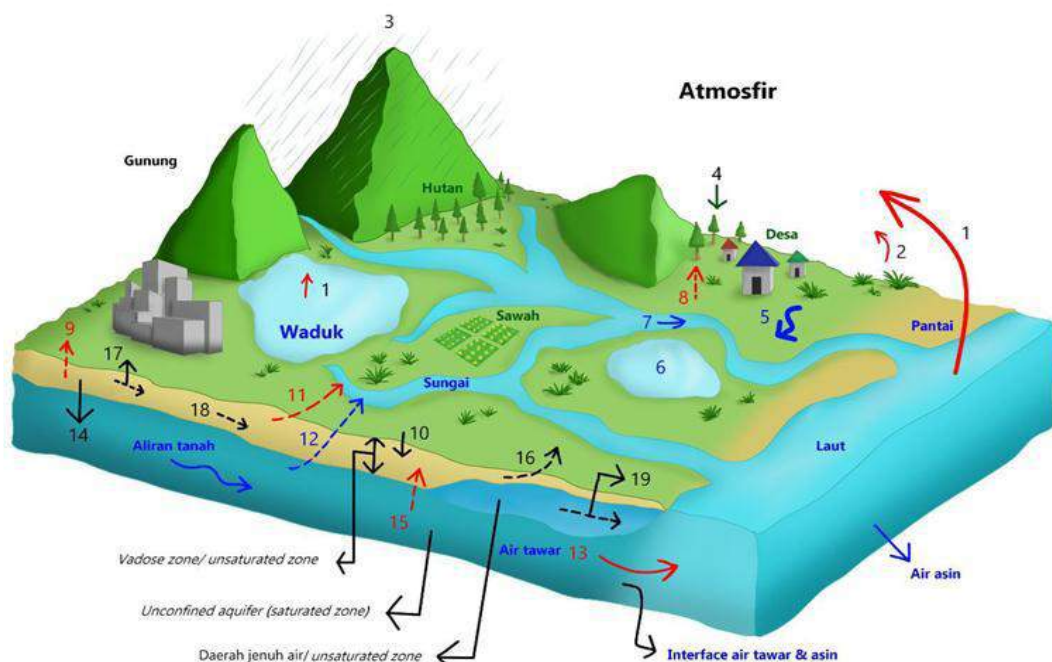
Tabel 2. 2. Alokasi Air dalam Bumi

Posisi	Area	Volume (Km ³)	Kedalaman (m)	Total air (%)
Lautan	316.300.000	1.338.000.000	3.700	96,5
Air bawah permukaan	134.800.000	23.400.000	174	1.69
• Air tawar		10.530.000		0,76
• Air asin		12.870.000		0,93
Air danau	2.058.700	176.400	85,7	0,013
• Tawar	1.236.400	91.000	76,6	0,007
• Air asin	822.300	85.400	103,8	0,006
Air rawa	2.682.600	11.470	4,28	0,0008
Saluran Sungai	148.800.000	2.120	0,014	0,0002
Air tawar	148.000.000	35.029.210	235	2,5

(Sumber: Dasar-dasar Hidrologi Terapan, 2023)

Proses distribusi air diawali oleh evaporasi atau penguapan air laut akibat pemanasan sinar matahari, sehingga air berubah menjadi uap dan bergerak menuju atmosfer. Uap air tersebut selanjutnya akan mengalami kondensasi, yaitu perubahan menjadi titik-titik air pada suhu tertentu. **Gambar 2.6**, memperlihatkan gambaran siklus perjalanan air dalam suatu wilayah, yang menjelaskan bagaimana air berputar melalui berbagai fase dalam sistem hidrologi.

1. Penguapan (Evaporasi): Merupakan proses berubahnya air dari permukaan badan air menjadi uap yang bergerak ke atmosfer.
2. Evapotranspirasi: Pergerakan air melalui vegetasi, dimulai dari penyerapan oleh akar, kemudian dialirkan ke daun, dan selanjutnya dilepaskan ke udara. Proses masuknya air melalui akar disebut transpirasi, sedangkan pelepasan air dari permukaan tanaman akibat radiasi matahari disebut evaporasi.
3. Presipitasi: Uap air hasil evaporasi dan evapotranspirasi di atmosfer mengalami kondensasi hingga membentuk butiran air. Setelah massa butiran tersebut cukup berat, air turun kembali ke permukaan bumi karena pengaruh gravitasi.
4. Air Hujan pada Vegetasi/Tanaman: Air hujan yang tertahan oleh daun kemudian mengalir melalui batang tanaman (*stem flow*), fenomena ini dikenal sebagai intersepsi. Perjalanan air menuju tanah memerlukan waktu karena harus melewati berbagai bagian vegetasi, mulai dari daun hingga akar. Komponen distribusi air pada tahap ini sulit diukur secara kuantitatif dan biasanya diabaikan, kecuali untuk penelitian khusus terkait kandungan air dalam vegetasi.



Gambar 2. 6. Proses Perjalanan Air dalam Siklus Hidrologi
(Sumber: Kodoatie, et.al., 2012)

d. Komponen Hidrologi

Beberapa komponen yang mempengaruhi siklus hidrologi antara lain:

1. Curah Hujan

Sebagai salah satu jenis presipitasi, hujan terbentuk ketika uap air di atmosfer mengalami kondensasi menjadi awan, kemudian butirannya menyatu hingga mencapai ukuran dan berat tertentu yang menyebabkan jatuhnya air ke permukaan bumi. Proses ini diawali oleh penguapan air dari laut maupun daratan yang kemudian membentuk awan. Saat awan mencapai kondisi jenuh, butir-butir air akan turun sebagai hujan. Curah hujan berperan sangat penting dalam siklus hidrologi karena menjadi sumber utama air di permukaan bumi.

2. Evaporasi dan Transpirasi/Evapotranspirasi

❖ Evaporasi

Evaporasi adalah proses perubahan air dari permukaan daratan atau badan air menjadi uap. Sumber energi utama dalam proses ini adalah radiasi sinar matahari. Beberapa parameter utama yang mempengaruhi proses evaporasi antara lain:

- **Sinar Matahari**

Sinar matahari adalah faktor utama yang memberikan panas untuk mempengaruhi proses evaporasi, yang bervariasi tergantung pada kondisi iklim.

- **Temperatur**

Temperatur berperan erat dalam proses penguapan, karena suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju evaporasi.

- **Kecepatan Angin**

Kecepatan angin dapat mempengaruhi kelembapan udara dan mempengaruhi proses - proses hidrologi lainnya, termasuk evaporasi.

❖ Transpirasi dan Evapotranspirasi

Transpirasi adalah proses distribusi air dalam vegetasi yang dimulai dari akar dan bergerak menuju daun. Sementara itu, evapotranspirasi adalah penguapan air dari seluruh bagian vegetasi. Meskipun jumlah air

yang terlibat dalam proses transpirasi dan evapotranspirasi relatif sedikit, proses ini sering diabaikan dalam analisis hidrologi.

3. Limpasan

Secara umum, limpasan merupakan bagian dari air hujan yang tidak meresap ke dalam tanah dan mengalir di permukaan bumi. Aliran ini bisa bersifat merata maupun terkonsentrasi, lalu ditampung oleh sungai atau saluran buatan. Limpasan terbagi dalam beberapa jenis sesuai dengan media alirannya, namun dalam kajian hidrologi, limpasan permukaan dianggap paling penting karena sangat memengaruhi kondisi hidrologi pada suatu daerah aliran sungai (DAS).

4. Perkolasi

Perkolasi adalah proses pergerakan air yang meresap ke dalam lapisan tanah. Analisis perkolasi biasanya dilakukan dengan persamaan yang memperhitungkan faktor jenis tanah, kelembapan, serta kecepatan air meresap. Perhitungan perkolasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = q \times t \quad (2.1)$$

Dimana:

Q = Tebal perkolasi; t = Periode terjadinya perkolasi;

q = Volume air yang melewati luasan area per unit waktu.

5. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah yang terbentuk secara alami dan dibatasi oleh punggung kontur, seperti pegunungan atau perbukitan. DAS menjadi tempat tertampungnya air hujan dari proses presipitasi, yang kemudian masuk ke dalam tanah melalui infiltrasi atau mengalir di permukaan sebagai limpasan. Dalam pengelolaan DAS, terdapat tiga aspek utama yang harus diperhatikan, salah satunya adalah jumlah ketersediaan air (*water yield*) yang mencakup potensi pasokan air untuk berbagai kebutuhan. air secara alamiah dan menjadi dasar dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air.

aspek ketiga dalam pengelolaan DAS adalah jenis sedimen yang terbawa bersama aliran permukaan, yang berpengaruh terhadap kapasitas saluran. Ketiga aspek tersebut—jumlah air, pola aliran, dan sedimen—sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti intensitas curah hujan, tingkat evapotranspirasi, serta kapasitas infiltrasi tanah. Beberapa komponen utama yang turut menentukan proses hidrologi dalam DAS antara lain tata guna lahan (*land use*), kondisi topografi, serta bentuk DAS itu sendiri, karena faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi volume air yang tertampung dalam sistem aliran. Selain itu, kemiringan lereng dan jenis tanah pada DAS juga berperan penting dalam mengatur laju infiltrasi maupun besarnya limpasan permukaan.

2.2.2. Curah Hujan

Curah hujan didefinisikan sebagai jumlah air hujan yang jatuh di permukaan tanah tanpa memperhitungkan kehilangan akibat proses penguapan, infiltrasi, maupun limpasan. Secara teknis, nilai 1 mm hujan menggambarkan kondisi dimana air hujan menutupi permukaan tanah setinggi 1 mm pada area seluas 1 m². Sebagai negara beriklim tropis di sekitar garis khatulistiwa, Indonesia memiliki curah hujan yang relatif tinggi, terutama dipengaruhi oleh mekanisme konveksi.

Intensitas hujan merupakan jumlah air hujan yang jatuh dalam suatu periode waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan mm/jam, mm/hari, atau mm/tahun. Dalam praktik analisis hidrologi, data curah hujan yang digunakan umumnya mencakup nilai maksimum, minimum, dan rata-rata.

Perhitungan curah hujan rata-rata pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari beberapa stasiun penakar hujan di kawasan tersebut. Alat penakar hujan hanya mampu memberikan informasi kedalaman hujan pada lokasi tertentu, yang dikenal sebagai hujan titik (*point rainfall*). Data ini belum cukup mewakili kondisi hujan dalam skala kawasan yang lebih luas. Oleh karena itu, untuk memperoleh gambaran yang lebih representatif, diperlukan analisis hujan kawasan (*areal rainfall*) yang memadukan data dari beberapa stasiun penakar hujan yang tersebar di area DAS.

Rata-rata curah hujan suatu wilayah dihitung berdasarkan data dari beberapa stasiun hujan yang berada di dalam maupun di sekitar kawasan tersebut. Pada DAS dengan distribusi stasiun hujan yang tidak merata, intensitas curah hujan yang tercatat di masing-masing stasiun sering kali berbeda. Semakin banyak stasiun yang tersedia, semakin lengkap pula informasi yang diperoleh sehingga hasil perhitungan hujan rata-rata menjadi lebih representatif. Namun, keberadaan banyak stasiun juga memerlukan biaya operasional yang lebih besar.

Dalam analisis hidrologi, metode pengolahan data curah hujan untuk mengubah hujan setempat (*point rainfall*) menjadi hujan rata-rata kawasan (*areal rainfall*) biasanya ditentukan berdasarkan luas wilayah yang ditinjau. Faktor seperti sebaran stasiun, ukuran daerah, serta kondisi topografi sangat memengaruhi metode yang dipilih. Untuk DAS yang luas dengan karakteristik topografi berbukit, metode Isohyet sering digunakan dengan cara menggambar garis yang menghubungkan titik-titik yang memiliki intensitas curah hujan sama. Sebaliknya, untuk wilayah dengan cakupan relatif sempit, metode rata-rata aritmetika lebih sering diterapkan. Pada metode ini, curah hujan rata-rata diperoleh dengan menjumlahkan nilai curah hujan dari seluruh stasiun, kemudian membaginya dengan jumlah stasiun pengamatan.



Gambar 2. 7. Peta Curah Hujan Provinsi Banten

(Sumber: Pengolahan Data)

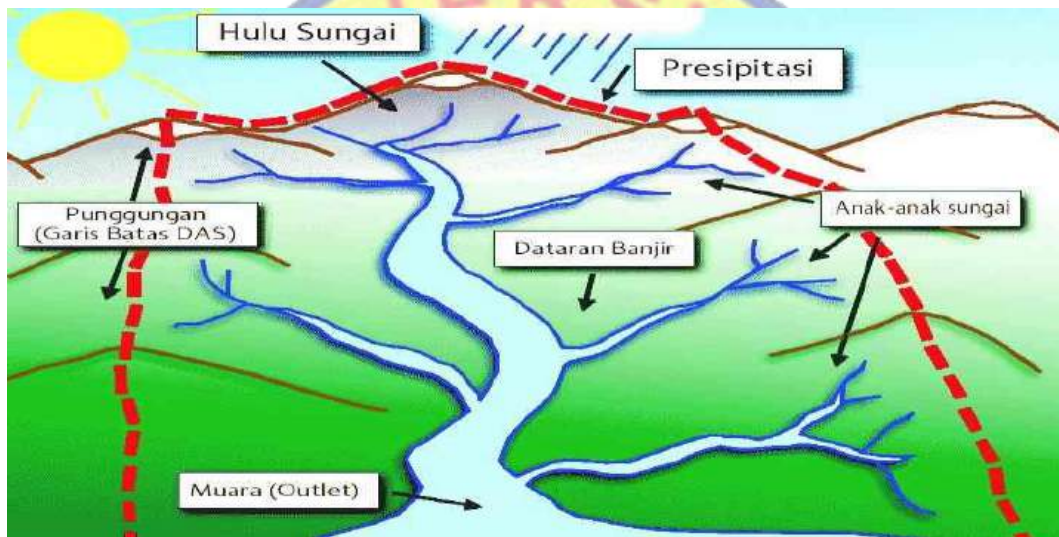
2.2.3. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Istilah Daerah Aliran Sungai (DAS) telah dijelaskan oleh berbagai ahli dengan definisi yang memiliki kesamaan maupun perbedaan. Beberapa menyamakannya dengan *catchment area*, *watershed*, atau *drainage basin*. Menurut (Notohadiprawiro, 1985), DAS merupakan suatu wilayah yang berfungsi mengumpulkan air dalam satu kesatuan sistem, yang juga dapat disebut sebagai *catchment area*. (Martopo, 1994) mendeskripsikan DAS sebagai daerah yang dibatasi oleh pemisah air alami, di mana seluruh aliran air dalam kawasan tersebut terkumpul dan keluar melalui satu saluran utama. Sementara itu, (Soemarwoto, 1985) mengartikan DAS sebagai wilayah yang dikelilingi oleh punggung gunung dengan aliran permukaannya bermuara ke sungai induk. Secara lebih luas, DAS dapat dipahami sebagai suatu sistem yang terdiri dari komponen abiotik (tanah, air, udara), biotik (tumbuhan, hewan, organisme), serta aktivitas manusia yang saling berinteraksi. Dengan keterkaitan tersebut, DAS dapat dipandang sebagai sebuah ekosistem utuh. Apabila hubungan antar komponen telah terbentuk, maka pengelolaan terhadap tanah, air, hutan, masyarakat, dan unsur lainnya perlu dilakukan dengan memperhatikan fungsi masing-masing komponen demi menjaga keseimbangan ekosistem.

Pengelolaan secara sektoral mungkin terlihat lebih sederhana, misalnya hanya pada pengelolaan hutan dengan memperhatikan faktor lingkungan. Namun, ketika hutan dikaitkan dengan unsur lain seperti tanah, air, serta aktivitas manusia, maka permasalahan menjadi lebih kompleks. Oleh karena itu, keterkaitan antar komponen dalam DAS harus dianalisis secara komprehensif pada setiap unsurnya. Pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem secara menyeluruh menjadi sangat penting, karena pendekatan sektoral saja tidak cukup. Meskipun konsep pembangunan berkelanjutan telah diadopsi dalam kebijakan, praktik di lapangan sering kali tidak terkendali, sehingga berpotensi menimbulkan degradasi lingkungan dan mengancam keberlanjutan sumber daya alam.

Dengan demikian, keberadaan DAS memiliki peran yang sangat vital dalam menjaga ketersediaan air, kestabilan tanah, serta keberlanjutan ekosistem di sekitarnya.

Upaya pengelolaan DAS terpadu di Indonesia sebenarnya telah dimulai sejak lama dengan melibatkan berbagai disiplin ilmu serta koordinasi lintas sektor. Salah satu contohnya dapat dilihat pada pengelolaan DAS Brantas dan Jiratunseluna yang kemudian dijadikan sebagai model rujukan bagi pengembangan pengelolaan DAS lainnya di Indonesia. Namun demikian, masih terdapat berbagai tantangan yang dihadapi, baik dari segi kompleksitas permasalahan, jumlah DAS yang sangat banyak, maupun kendala teknis dan non-teknis yang belum sepenuhnya terselesaikan. Akibatnya, sebagian besar DAS di Indonesia belum terkelola secara optimal, bahkan di beberapa wilayah kondisi kerusakannya cenderung semakin parah dan meluas.



Gambar 2. 8. Daerah Aliran Sungai

(Sumber: Sisipil.com, 2024)

2.2.4. Analisa Hujan Rencana

Hujan rencana merupakan estimasi atau perkiraan besarnya curah hujan yang kemungkinan terjadi dalam periode tertentu, yang diperoleh melalui serangkaian analisis hidrologi. Data ini umumnya digunakan dalam perencanaan dan perancangan infrastruktur sumber daya air seperti bendungan, embung, saluran irigasi, maupun sistem drainase. Estimasi hujan rencana menjadi dasar penting dalam menentukan kapasitas dan dimensi bangunan air agar mampu menampung debit yang terjadi tanpa menimbulkan risiko kerusakan maupun kegagalan fungsi.

Drainase, pembangunan embung, maupun infrastruktur lainnya memerlukan perhitungan curah hujan rencana untuk memastikan kapasitas bangunan mampu menampung air sesuai dengan intensitas hujan yang diperkirakan. Estimasi tersebut biasanya diperoleh dari data historis curah hujan maupun model klimatologi yang digunakan untuk memperkirakan pola hujan di masa mendatang.

Penentuan curah hujan rencana, khususnya curah hujan harian, dilakukan melalui analisis terhadap data curah hujan maksimum tahunan dengan metode analisis frekuensi. Dalam kajian hidrologi, terdapat beberapa jenis distribusi probabilitas yang umum dipakai, di antaranya distribusi Gumbel, distribusi Normal, distribusi Log Normal, serta distribusi Log Pearson Tipe III.

a. Distribusi Probabilitas Gumbel

Distribusi Gumbel merupakan salah satu distribusi statistik yang banyak digunakan dalam hidrologi untuk memodelkan kejadian ekstrem, seperti nilai maksimum atau minimum dari data iklim, termasuk suhu maupun curah hujan. Distribusi ini berfokus pada kejadian ekstrem tahunan, sehingga sangat relevan dalam menghitung hujan rencana. Persamaan dasar distribusi Gumbel dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X_T = X_{rata} + S \times K \quad (2.2)$$

Dimana:

X_T = Hujan atau debit rencana dengan periode ulang T ;

X_{rata} = Nilai rata - rata dari data hujan atau debit (X_i);

S = Standar deviasi dari data hujan atau debit (X_i);

K = Faktor reduksi Gumbel, dihitung dengan persamaan:

K = $(Y_t - Y_n)/S_n$;

Y_t = *Reduced variate*, dihitung dengan rumus: $Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T}$ atau

Y_t bisa ditentukan berdasarkan **Tabel 2.4**;

S_n = *Reduced standard deviasi* (lihat **Tabel 2.3**);

Y_n = *Reduced mean* (lihat **Tabel 2.3**).

Tabel 2. 3. Nilai Reduced Standart Deviation (Sn) dan Nilai Reduced Mean (Yn)

n	Sn	Yn	n	Sn	Yn
10	0,9497	0,4952	45	1,1520	0,5463
15	1,0210	0,5128	50	1,1610	0,5485
20	1,0630	0,5236	60	1,1750	0,5521
25	1,0910	0,5390	70	1,1850	0,5548
30	1,1120	0,5362	80	1,1940	0,5567
35	1,1280	0,5403	90	1,2010	0,5586
40	1,1410	0,5436	100	1,2060	0,5600

(Sumber: Teknik Perhitungan Debit Banjir Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, 2011)

Tabel 2. 4. Nilai Reduced Variate (Yt)

Periode Ulang T (Tahun)	Yt
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9019
100	4,6001

(Sumber: Teknik Perhitungan Debit Banjir Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, 2011)

b. Distribusi Probabilitas Normal

Distribusi normal adalah distribusi probabilitas yang menunjukkan bagaimana data tersebar di sekitar nilai rata-rata, dengan mayoritas data berada di sekitar rata-rata dan semakin sedikit data yang berada jauh darinya. Kurva distribusi normal berbentuk lonceng simetris dengan dua parameter utama, yaitu mean (μ) sebagai pusat distribusi dan standar deviasi (σ) yang menggambarkan sebaran data. Distribusi ini sering digunakan karena banyak fenomena alam maupun sosial yang mengikuti pola sebaran normal. Dalam analisis hidrologi, distribusi normal dapat digunakan untuk memodelkan curah hujan dengan persamaan umum:

$$X_T = X_{rata} + S \times K_T \quad (2.3)$$

Dimana:

X_T = Hujan atau debit rencana dengan periode T;

X_{rata} = Nilai rata - rata dari data (X_i);

S = Standar deviasi dari data (X_i);

K_T = Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari T (lihat **Tabel 2.5**).

Tabel 2. 5. Nilai Variabel Reduksi Gauss (K_T)

No	Periode Ulang T (Tahun)	K_t
1	1,05	-1,64
2	1,33	-0,67
3	2	0
4	2,50	0,25
5	3,33	0,52
6	4,00	0,67
7	5,00	0,84
8	10,00	1,28
9	20,00	1,64
10	50,00	2,05
11	100,00	2,33

(Sumber: Teknik Perhitungan Debit Banjir Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, 2011)

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Probabilitas log-normal adalah jenis distribusi probabilitas yang digunakan untuk menggambarkan variabel acak yang nilai logaritmanya mengikuti distribusi normal. Artinya, jika suatu variabel memiliki distribusi log-normal, maka ketika nilai variabel tersebut diubah menjadi logaritma, data tersebut akan tersebar secara normal. Distribusi log-normal sering digunakan untuk memodelkan data yang memiliki sebaran positif dan nilai yang sangat bervariasi, seperti harga saham, waktu kehidupan suatu produk, atau ukuran partikel dalam proses industri. Ciri khas dari distribusi ini adalah nilai data yang selalu positif dan tidak simetris dengan sebagian besar nilai terkonsentrasi di sisi kiri dan beberapa nilai ekstrem di sisi kanan, maka dilakukan dengan persamaan:

$$\text{Log } X_T = (\text{Log } X_{rata}) + K_T \times (S \text{ Log } X) \quad (2.4)$$

Dimana:

$\text{Log } X_T$ = Nilai logaritmis hujan atau debit rencana dengan periode ulang T;

$\text{Log } X_{rata}$ = Nilai rata-rata dari Log X_i ;

$S \text{ Log } X$ = Deviasi standar dari Log X_i , dihitung dengan persamaan:

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}}$$

K_T = Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari T (lihat **Tabel 2.5**).

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Distribusi Log Pearson Tipe III merupakan salah satu distribusi yang paling banyak digunakan dalam analisis hidrologi, khususnya untuk data yang tidak simetris serta hanya bernilai positif, seperti data banjir tahunan atau curah hujan ekstrem. Distribusi ini dikembangkan dari distribusi Pearson Tipe III dengan terlebih dahulu melakukan transformasi logaritma pada data. Metode ini sangat sesuai untuk memprediksi kejadian ekstrem dalam perencanaan infrastruktur, seperti bendungan, embung, maupun sistem drainase. Persamaan umum distribusi Log Pearson Tipe III adalah:

$$\text{Log } X_T = (\text{Log } X_{rata}) + K_T \times (S \text{ Log } X) \quad (2.5)$$

Dimana:

$\text{Log } X_T$ = Nilai logaritmis hujan atau debit rencana dengan periode ulang T;

$\text{Log } X_{rata}$ = Nilai rata - rata dari Log X;

$S \text{ Log } X$ = Standar Deviasi dari Log X;

K_T = Variable standar, besarnya bergantung koefisien kepencengan (C_s atau G), (lihat **Tabel 2.6**).

Tabel 2. 6. Nilai Faktor Frekuensi KT Untuk Distribusi Pearson Type III (G atau Cs)

G atau Cs	Periode Ulang, T (Tahun)						
	2	5	10	25	50	100	200
1	-0,165	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,78	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,79	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,91	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,05	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,4	2,67
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	0,017	0,846	1,27	1,716	2	2,252	2,482
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178	2,388
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,995	2,108
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88	2,016
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926

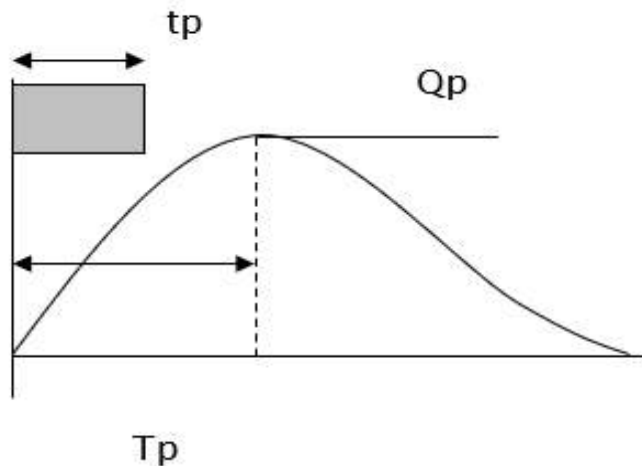
(Sumber: Teknik Perhitungan Debit Banjir Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, 2011)

2.2.5. Analisa Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir rencana bertujuan untuk memperkirakan besarnya debit banjir pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terjadi dalam periode ulang tertentu. Debit rencana tersebut mewakili aliran maksimum yang dipertimbangkan dalam perencanaan bangunan hidrolis, seperti saluran drainase, bendung, maupun embung, sehingga struktur dapat berfungsi optimal tanpa menimbulkan dampak merugikan bagi lingkungan sekitar. Dengan demikian, analisis ini menjadi salah satu tahap krusial dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air.

a. Metode Unit Hydrograph Snyder

Metode hidrograf satuan (Unit Hydrograph Method) merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam memperkirakan respon aliran sungai akibat hujan efektif pada DAS tertentu.



Gambar 2. 9. Metoda Hidrograph Satuan Sintetis Menurut Snyder
(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

1. Menentukan log-time

$$T_p = 1,1 - 1,4 (L \times L_g)^{0,3} \text{ dalam jam} \quad (2.6)$$

Dalam hal ini:

t_p = Log-time dan titik berat hujan efektif selama t_r ke puncak Hidrograph (Jam);

L = Jarak dari stasiun ke batas teratas dari daerah pengaliran (Km);

L_g = Jarak dari stasiun ke titik berat daerah pengaliran (Km).

2. Lama hujan efektif

$$T_{p1} = t_p + 0,25 (t_r - t_e) \quad (2.7)$$

3. Rise to peak

$$T_p = t_p + t_r \quad (2.8)$$

4. Peak discharge (1/det), untuk hujan efektif 1 mm pada 1 km²

$$q_p = \frac{275 \times C_p}{t_p} \quad (2.9)$$

5. Peak discharge untuk hujan efektif 1 inci (25.4 mm) pada daerah seluas A km², dalam m²/det

$$Q_p = q_p \frac{25 \times 4}{1000} A \quad (\text{m}^2/\text{det}) \quad (2.10)$$

Berdasarkan parameter-parameter yang telah dihitung sebelumnya, dapat disusun Hidrograf Satuan Sintetis yang menjadi dasar dalam analisis debit banjir. Setelah bentuk hidrograf satuan diperoleh, langkah berikutnya adalah menghitung debit banjir yang dihasilkan akibat hujan rencana. Dalam perencanaan ini, hujan rencana didistribusikan selama 6 jam dengan pola distribusi hujan yang dianjurkan oleh Dr. Boerema untuk wilayah Indonesia. Distribusi temporal ini kemudian digunakan sebagai input dalam proses superposisi untuk memperoleh respon aliran pada setiap interval waktu.

Pembuatan lengkung hidrograph menurut cara Alexseyev didasarkan pada fungsi sebagai berikut:

$$y = 10^{-a} \frac{(1-x)^2}{x} \quad (2.11)$$

Dalam hal ini

$$Y = \frac{Q}{Q_p} \dots \dots (1a), \quad Y = \frac{t}{t_p} \dots \dots (1b), \quad a = f(x) \quad (2.12)$$

Sedangkan:

$$\lambda = \frac{Q_p \times t_p}{w} \quad (2.13)$$

$$W = 1000 \times h \times A \quad (2.14)$$

Dalam hal ini :

h = *Excess rain (run-off)* dalam mm;

A = Luas daerah pengaliran dalam km²;

t_p = *Rise to peak* dalam detik.

Pembuatan lengkung hidrograf menurut metode Alexeyev dilakukan dengan pendekatan fungsi tertentu yang menggambarkan hubungan antara hujan efektif dengan respon debit aliran. Metode ini menghasilkan bentuk hidrograf yang lebih realistis, terutama dalam merepresentasikan bagian rising limb (kenaikan debit) dan recession limb (penurunan debit). Setelah hidrograf satuan terbentuk, dilakukan perhitungan debit banjir rencana dengan cara mengaplikasikan distribusi curah hujan ke dalam hidrograf tersebut.

Proses superposisi diterapkan untuk menjumlahkan kontribusi debit dari setiap interval hujan, sehingga terbentuk Hidrograf Banjir Rencana.

Dimana:

A = Luas DPS (km²);

tg = Waktu konsentrasi (jam);

b. Metode Unit Hydrograph Nakayasu

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu. Metode ini merupakan pendekatan empiris yang membentuk hidrograf satuan berdasarkan kondisi fisik daerah aliran sungai. Rumus umum yang digunakan dalam metode Nakayasu dapat dijumpai pada literatur yang ditulis oleh (Soemarto, 1995).

$$QP = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 (0,3 \times T_p + T_{0,3})}$$

$$T_p = tg + 0,8 tr$$

$$tg = 0,21 \times L^{0,7} \quad (L < 15 \text{ Km})$$

$$tg = 0,4 + 0,058 \times L \quad (L > 15 \text{ Km})$$

$$T_{0,3} = \alpha \times tg$$

Dimana :

Qp = Debit puncak banjir (m³/det);

C = Koefisien pengaliran;

R_{0,3} = Hujan satuan (mm);

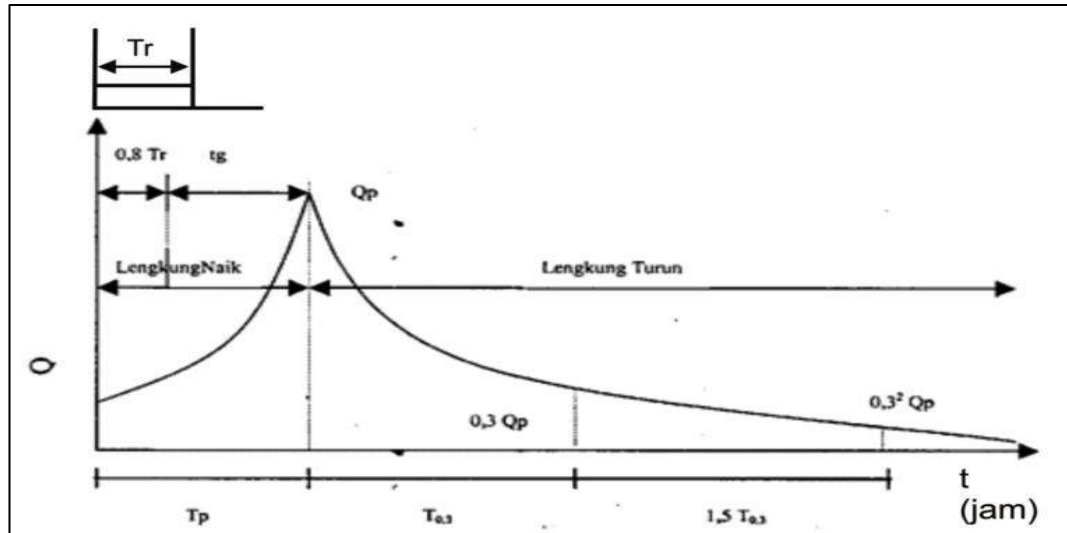
T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam);

T_{0,3} = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak;

A = Luas DPS (km²);

tg = Waktu konsentrasi (jam).

- T_r = Satuan waktu hujan, diambil 1 jam;
 α = Parameter hidrograf, bernilai antara 1,5 - 3,5;
 L = Panjang sungai (m).



Gambar 2. 10. Model Hidrograf Nakayasu
 (Sumber: Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987)

Persamaan hidrograf satuannya adalah:

1. Pada kurva naik

$$Q_t = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \times Q_p \quad (2.15)$$

2. Pada kurva turun

$$\diamond T_p < t < (T_p + T_{0,3}) \quad (2.16)$$

$$\diamond (T_p + T_{0,3}) \leq t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\left[\frac{t - T_p + 0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}}\right]}$$

$$t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\left[\frac{t - T_p + 0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}}\right]} \quad (2.17)$$

Dimana:

Q_t = Debit pada saat t jam (m^3/det).

c. Metode Der Weduwen

Persamaan yang diterapkan dalam perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode Der Weduwen adalah sebagai berikut:

$$Q_T = \alpha \beta q_T f \quad (2.18)$$

$$\beta = \frac{120 + f \left[\frac{t+1}{t+9} \right]}{120 + f} \quad (2.19)$$

$$q_T = \frac{R_T}{240} \times \frac{67,65}{t + 1,45} \quad (2.20)$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta q_T + 7} \quad (2.21)$$

$$t = 0,25 L \times Q_T^{-0,125} \times I^{-0,25} \quad (2.22)$$

Dimana:

- Q_T = Debit banjir dengan periode ulang T tahun ($m^3/detik$);
- R_T = Curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun ($mm/hari$);
- α = Koefisien limpasan air hujan;
- β = Koefisien pengurangan luas untuk curah hujan di DAS;
- q_T = Debit banjir per Km^2 DAS;
- f = Luas DAS sampai $100 Km^2$;
- t = Waktu konsentrasi (jam);
- L = Panjang sungai (Km);
- I = Kemiringan dasar sungai.

d. Metode Hasper

Persamaan yang digunakan untuk menghitung debit banjir dengan metode Hasper adalah sebagai berikut:

1. Debit Banjir (Q)

$$Q = f \times \alpha \times \beta \times q \quad (m^3/dtk) \quad (2.23)$$

2. Koefisien Runoff (α), dihitung dengan persamaan:

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \times f^{0,7}}{1 + 0,075 \times f^{0,7}} \quad (2.24)$$

3. Koefisien Reduksi (β), dihitung dengan persamaan:

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{T + 3,7 + 10^{-0,4} \times T}{T^2 + 15} \times \frac{f^{3/4}}{12} \quad (2.25)$$

4. Waktu Konsentrasi (T)

$$T = 0,1 \times L^{0,8} \times I^{-0,3} \quad (2.26)$$

5. Hujan Maksimum (q)

Hujan maksimum tergantung dari durasi hujan.

❖ **Untuk $T < 2$ jam**

$$r_T = \frac{T \times R_{24}}{T + 1 - 0,0008 \times (260 - R_{24}) (2 - T)^2} \quad (2.27)$$

dimana T dalam jam dan r_T , R_{24} dalam mm.

❖ **Untuk $2 \text{ jam} \leq T \leq 19 \text{ jam}$**

$$r_T = \frac{T \times R_{24}}{T + 1} \text{ dimana } T \text{ dalam jam dan } r_T, R_{24} \text{ dalam mm.} \quad (2.28)$$

❖ **Untuk $19 \text{ jam} \leq T \leq 30 \text{ hari}$**

$$r_T = 0,707 \times R_{24} \times \sqrt{T + 1} \text{ dimana } T \text{ dalam jam dan } r_T, R_{24} \text{ dalam mm.}$$

Hujan maksimum dihitung dengan rumus:

$$q = \frac{r_T}{3,6 \times T} \text{ dimana } T \text{ dalam jam dan } q \text{ dalam m}^3/\text{km}^2/\text{dtk.} \quad (2.29)$$

e. Metode Mononobe

Persamaan yang digunakan dalam metode Mononobe adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{\alpha \times r \times f}{3,6} \quad (2.30)$$

$$V = 72 \left(\frac{\Delta H}{L} \right)^{0,6} \quad (2.31)$$

$$t = \frac{L}{V} \quad (2.32)$$

$$r = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{2/3} \quad (2.33)$$

Dimana:

Q = Debit banjir (m^3/dtk);

a = Koefisien pengaliran;

f = Luas daerah pengaliran (km^2);

r = Intensitas hujan (mm/jam);

V = Kecepatan aliran (km/jam);

R = Curah hujan maksimum (mm).

2.3. Analisa Hidrolika

2.3.1. Umum

(Triatmodjo, 1993) mengemukakan bahwasannya hidrolika merupakan suatu pengetahuan keteknikan yang mencari bagaimana perilaku air baik yang bergerak maupun yang diam.

Secara umum, hidrolika adalah cabang dari ilmu teknik yang mempelajari aliran dan perilaku fluida, terutama air, serta penerapannya dalam berbagai sistem yang berhubungan dengan air seperti dalam pembangunan infrastruktur, pengelolaan sumber daya air dan pembangkit energi.

Rencana pengembangan Embung Sukamulya sebagai ruang publik akan membutuhkan fungsi tidak hanya sebagai bangunan pengendali banjir tetapi fungsi-fungsi lain yang akan meningkatkan pemanfaatannya.

2.3.2. Analisa Kapasitas Penampang Saluran Pembuangan Embung

Untuk menghitung kapasitas penampang saluran, dihitung dengan menggunakan rumus Manning, yaitu:

$$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.34)$$

$$Q = V A \quad (2.35)$$

Dimana:

Q = Debit pengaliran ($m^3/detik$);

V = Kecepatan pengaliran ($m/detik$);

n = Koefisien kekasaran (Nilainya diambil berdasarkan **Tabel 2.7**);

R = Jari - jari Hidrolis (m) = A/P ;

A = Luas penampang basah (m^2);

P = Keliling basah (m);

S = Kemiringan dasar sungai arah memanjang.

Tabel 2. 7. Nilai Koefisien Manning (n)

No	Jenis Saluran / Sungai	n
1.	Saluran Buatan	
a.	Betonan	0,012 – 0,018
b.	Pasangan batu asah	0,013 – 0,017
c.	Pasangan batu kasar	0,017 – 0,030
d.	Pasangan kering dari batu kasar	0,025 – 0,035
e.	Saluran galian tanah, lurus dan berprofil sama	0,017 – 0,025
f.	Saluran galian tanah, berkelok - kelok dan berarus lambat	0,023 – 0,030
g.	Saluran galian tanah padas, halus	0,025 – 0,035
h.	Saluran galian tanah padas, kasar	0,035 – 0,045
2.	Sungai Alam	
a.	Trase dan profil teratur, air dalam	0,025 – 0,033
b.	Trase dan profil teratur, bertanggul kerikil dan rumput	0,030 – 0,040
c.	Berbelok - belok dengan tempat - tempat dangkal	0,033 – 0,040
d.	Berbelok - belok, air tidak dalam	0,040 – 0,055
e.	Berumput banyak dibawah air	0,050 – 0,080

(Sumber: Perbaikan dan Pengatran Sungai, Suyono Sosrodarsono, cetakan 3, 2008)

2.3.3. Desain Dimensi Embung

Embung atau kolam retensi serta sumur resapan berfungsi sebagai infrastruktur pengendali banjir dengan memperlambat laju aliran permukaan saat hujan lebat. Peran utamanya adalah menampung kelebihan air hujan di kolam retensi sehingga mengurangi volume limpasan yang langsung masuk ke sungai. Setelah kondisi banjir mereda dan debit sungai berada di bawah kapasitas alirannya, air yang tersimpan di kolam retensi dialirkan kembali ke sungai secara perlahan. Dengan mekanisme ini, kedua sistem tersebut mampu menurunkan risiko banjir di wilayah sekitarnya.

Dimana pada saat banjir sebagian air ditampung pada kolam retensi dan kemudian pada saat air telah surut (debit air < debit kapasitas sungai) air kolam retensi dibuang / dialirkan ke sungai lagi.

Keperluan kapasitas tampung Kolam Retensi dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_{\text{kolam}} = Q_{\text{banjir}} - Q_{\text{kap}} \quad (2.36)$$

Dimana:

- Q_{kolam} = Debit yang dialirkan ke Kolam Retensi (m^3/dtk);
 Q_{banjir} = Debit banjir periode ulang tertentu (m^3/dtk);
 Q_{kap} = Debit Kapasitas sungai (m^3/dtk).

2.4. Stabilitas Konstruksi

2.4.1. Umum

Perhitungan struktur dilakukan untuk menentukan ukuran embung sehingga mampu menahan berbagai beban dan gaya yang bekerja dalam kondisi apapun. Desain embung harus dipastikan aman dari risiko geser, penurunan tanah, rembesan, serta tetap stabil saat kosong, terisi penuh, maupun ketika terjadi penurunan muka air secara cepat (*rapid draw-down*).

Gaya - gaya yang diperhitungkan dalam perhitungan stabilitas konstruksi ini adalah:

- Berat sendiri Bangunan.
- Tekanan air (hidrostatik).
- Tekanan Tanah.
- Gaya Gempa.

Suatu bangunan dikatakan akan stabil, jika memenuhi 3 persyaratan penting yaitu:

- Tidak mengalami penggulingan atau *overturning*.
- Tidak mengalami penggeseran atau *sliding*.
- Tidak mengalami penurunan atau *settlement*.

2.4.2. Gaya – Gaya Pengaruh

a. Gaya Akibat Berat Sendiri

Gaya tersebut timbul akibat berat sendiri dari bangunan air yang dirancang, dan besarnya dipengaruhi oleh jenis material yang digunakan.

Nilai berat volume berbagai material bangunan dapat dilihat pada **Tabel 2.8** dibawah ini.

Tabel 2. 8. Berat Volume Bahan Bangunan

No	Bahan Bangunan	Berat Volume (ton/m ³)
1	Beton bertulang	2,40
2	Beton biasa, tumbuk	2,20
3	Baja tulangan	7,85
4	Pasangan batukali	2,10

(Sumber: Buku Teknik Sipil, Ir. Sunggono KH, 1984)

Berat sendiri bangunan dihitung dengan rumus:

$$W_i = \gamma_c \times V_i \quad (2.37)$$

Dimana:

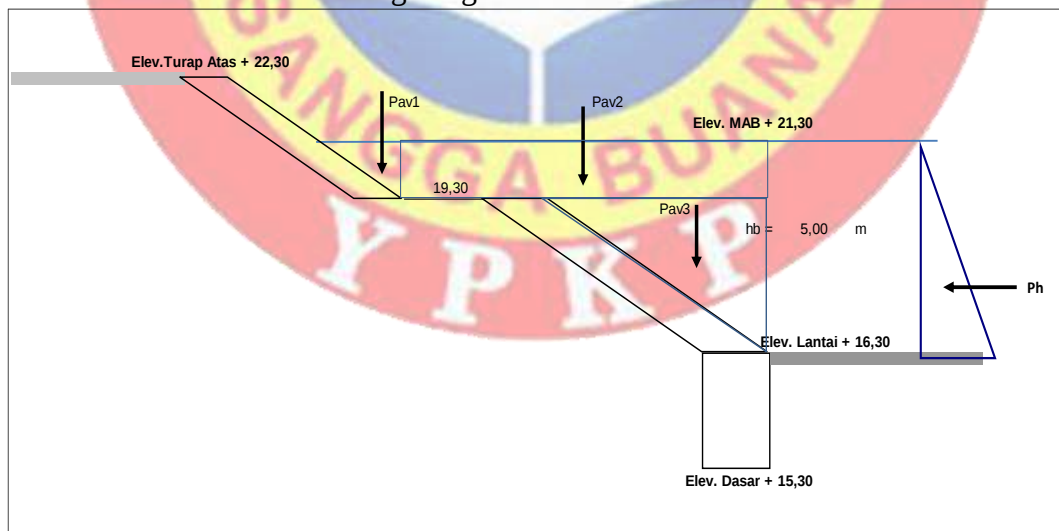
W_i = Berat sendiri bangunan pada segmen i (ton);

γ_c = Berat volume bahan bangunan (ton/m³);

V_i = Volume bangunan pada segmen i (m³).

b. Gaya Akibat Tekanan Air (Gaya Hidrostatik)

Tekanan air statik dihitung dengan rumus:



Gambar 2. 11. Diagram Tekanan Air

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

$$P_v = \frac{1}{2} \gamma_w \times mH^2 \quad (2.38)$$

$$P_h = \frac{1}{2} \gamma_w \times H^2 \quad (2.39)$$

Dimana:

P_v = Gaya vertikal akibat tekanan air (ton);

P_h = Gaya horizontal akibat tekanan air (ton);

γ_w = Berat volume air (ton/m³);

H = Tinggi muka air terhadap dasar bangunan (m);

m = Kemiringan bangunan.

c. Gaya Akibat Tekanan Tanah

Tekanan yang bekerja pada bangunan berasal dari tanah di sekitarnya. Tekanan yang mendorong bangunan disebut gaya aktif, sedangkan yang berfungsi menahan dorongan tersebut disebut gaya pasif. Besar kecilnya gaya tekanan tanah dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P_a = \frac{1}{2} \times \gamma_t \times H^2 \times K_a \quad (2.40)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \times \gamma_t \times H^2 \times K_p \quad (2.41)$$

Dimana :

p_a = Tekanan tanah aktif;

p_p = Tekanan tanah pasif;

γ_t = Berat jenis tanah;

H = Tinggi muka tanah;

K_a = Koefisien tekanan tanah aktif = $\tan^2 (45 - \phi/2)$;

K_p = Koefisien tekanan tanah pasif = $\tan^2 (45 + \phi/2)$.

d. Gaya Sebagai Akibat Gempa

Gaya akibat gempa diperoleh dari hasil perkalian antara berat bangunan dengan koefisien gempa. Titik kerjanya berada di pusat massa bangunan, dengan arah gaya horizontal yang memberikan tekanan pada struktur.

$$K = k_1 \times \Sigma W \quad (2.42)$$

dimana:

K = Gaya akibat gempa;

k_1 = Koefisien gempa;

ΣW = Berat sendiri bangunan.

2.4.3. Pertimbangan Stabilitas Konstruksi

a. Stabilitas Terhadap Bahaya Penggulingan (*Overturning*)

Kontrol Terhadap Bahaya Penggulingan (*Overturning*)

$$SF_{\text{Guling}} = \frac{\Sigma M_t}{\Sigma M_g} > 1,50$$

dimana:

ΣM_t = Momen vertikal di titik guling atau momen yang menahan;

ΣM_g = Momen horisontal di titik guling atau momen yang menggulingkan.

b. Stabilitas Terhadap Bahaya Penggeseran (*Sliding*)

Kontrol Terhadap Bahaya Penggeseran (*Sliding*)

$$SF_{\text{Guling}} = \frac{\Sigma V \times f}{\Sigma H} > 1,50$$

dimana:

ΣV = Gaya vertikal total yang menekan bangunan;

f = Koefisien geseran antara tanah dasar dengan pondasi;

ΣH = Gaya horisontal total yang menekan bangunan.

c. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah (*settlement*)

Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah (*settlement*).

$$\sigma_{12} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) < q_{\text{all}}$$

$$e = \left| \frac{\sum M_t - \sum M_g}{\sum V} - \frac{B}{2} \right| < \frac{B}{6}$$

Dimana:

$\sum M_t$ = Momen vertikal di titik guling atau momen yang menahan;

$\sum M_g$ = Momen horizontal di titik guling atau momen yang menggulingkan;

$\sum V$ = Gaya vertikal total yang menekan bangunan;

e = Eksentrisitas bangunan (m);

B = Lebar pondasi bangunan (m);

L = Panjang bangunan, untuk pondasi menerus diambil 1 m.

$$\text{Atau } \sigma_{max} = \frac{\sum V}{3 d L} < q_{all}, \text{ dimana } d = B/2 - e$$

$$e = \left| \frac{\sum M_t - \sum M_g}{\sum V} - \frac{B}{2} \right| > \frac{B}{6}$$

Perhitungan daya dukung tanah (q_{ult}):

$$q_{ult} = \alpha C N_c + \gamma_{sat} D N_q + \beta B N_\gamma$$

Dimana:

α, β = Faktor berdasarkan bentuk bidang pondasi;

C = Kohesi tanah dasar (t/m^2);

γ_{sat} = Berat volume tanah jenuh (t/m^3);

D = Kedalaman pondasi (m);

B = Lebar pondasi (m).

N_c, N_q, N_γ = Koefisien daya dukung tanah, nilainya tergantung nilai ϕ .

Sedangkan berdasarkan N-SPT, daya dukung tanah (q_{ult}) dapat dihitung sebagai berikut:

$$q_{ult} = \frac{40 N_{spt} \times L}{B}$$

Dimana:

- N_{spt} = Jumlah Nilai SPT;
 L = Kedalaman Pondasi (m);
 B = Lebar Pondasi (m).

Daya dukung tanah ijin (q_{all}) :

$$q_{all} = \frac{q_{ult}}{SF}$$

Dimana:

- q_{ult} = Daya dukung tanah ultimate (t/m^2);
 SF = Faktor keamanan, diambil 3.

Tabel 2. 9. Faktor Bentuk Pondasi

Faktor Bentuk	Bentuk Pondasi			
	Menerus	Bujur Sangkar	Persegi	Lingkaran
α	1,0	1,3	$1 + 0,3 (B/L)$	1,3
β	0,5	0,4	$0,5 - 0,4 (B/L)$	0,3

(Sumber : Buku Teknik Sipil, Ir. Sunggono KH, 1984)

Tabel 2. 10. Koefisien Daya Dukung Tanah

f	Nc	Nq	N γ	f	Nc	Nq	N γ
15	10,98	3,94	2,65	28	25,80	14,72	16,72
16	11,63	4,34	3,06	29	27,86	16,44	19,34
17	12,34	4,77	3,53	30	30,14	18,40	22,40
18	13,10	5,26	4,07	31	32,67	20,63	25,99
19	13,93	5,80	4,68	32	35,49	23,16	30,22
20	14,83	6,40	5,39	33	38,64	26,09	35,19
21	15,82	7,07	6,20	34	42,16	29,44	41,06
22	16,88	7,82	7,13	35	46,12	33,30	48,03
23	18,05	8,66	8,20	36	50,59	37,75	56,31
24	19,32	9,60	9,44	37	55,63	42,92	66,19
25	20,72	10,66	10,88	38	61,35	48,93	78,03
26	22,25	11,85	12,54	39	67,87	55,96	92,25
27	23,94	13,20	14,47	40	75,31	64,20	109,41

(Sumber : Buku Teknik Sipil, Ir. Sunggono KH, 1984)

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Konsep Dasar Penelitian

3.1.1. Umum

Secara umum suatu penelitian tentu memerlukan metode atau konsep dasar yang tentunya melibatkan suatu rangkaian langkah – langkah yang sistematis untuk mencari jawaban atas suatu permasalahan atau fenomena tertentu yang akan diteliti. Pada proses penelitian untuk keperluan tugas akhir ini melibatkan beberapa konsep dasar pendukung yang dapat dipergunakan sebagai patokan atau landasan dalam tugas akhir. Selanjutnya, proses dimulai dengan membahas secara umum mengenai konsep dasar penelitian, menerangkan desain penelitian, membahas soal metode pengumpulan data dan tidak lupa mengenai teknik pengumpulan data yang akan dipergunakan.

3.1.2. Desain Penelitian

Tugas akhir ini menggunakan metode campuran (*Mixed Method*) merupakan suatu pendekatan penelitian yang menggabungkan kedua jenis penelitian, yaitu metode kuantitatif dan kualitatif dalam suatu studi kasus. Pendekatan ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam atau komprehensif mengenai suatu fenomena atau hal yang diteliti dengan memanfaatkan kedua metode tersebut.

Metode kuantitatif yang berfokus terhadap pengumpulan dan analisa data numerik yang memungkinkan mahasiswa untuk menguji hubungan antar variabel dan mengetahui hasil yang dapat digeneralisasi. Sementara itu, pendekatan menggunakan metode kualitatif memungkinkan untuk lebih memahami konteks atau fenomena yang diteliti baik itu data atau dari sumber rujukan lain.

Dengan memanfaatkan metode campuran, mahasiswa dapat mendapatkan hasil yang lebih maksimal dari kedua pendekatan tersebut. Dengan menggunakan kedua metode tersebut diharapkan memberikan hasil yang lebih kaya, lengkap dan lebih kredible dalam menjawab pertanyaan yang akan diteliti.

3.1.3. Metode Penelitian

Untuk menganalisa data pada tugas akhir ini menggunakan 2 (dua) metode yang diterapkan guna menghasilkan hasil yang maksimal yaitu metode penelitian komparatif dan metode studi kasus:

- a. **Penelitian Komparatif:** jenis penelitian yang bertujuan untuk membandingkan dua atau lebih variabel, kelompok, fenomena atau objek penelitian dalam rangka memahami perbedaan dan persamaan diantara mereka. Penelitian ini sering digunakan untuk mengevaluasi bagaimana faktor - faktor tertentu mempengaruhi hasil yang berbeda atau untuk mengidentifikasi faktor - faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut.
- b. **Studi Kasus:** Penelitian studi kasus secara umum adalah jenis penelitian yang mendalam dan terperinci tentang satu kasus atau fenomena tertentu dalam konteks yang spesifik. Studi kasus sering digunakan untuk menganalisis masalah, peristiwa, individu, kelompok atau situasi dalam keadaan nyata, dengan tujuan memahami fenomena tersebut secara lebih menyeluruh.

3.1.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam tugas akhir merupakan data sekunder yang diterima dari proyek PT. Oseano Adhiprasarana yang melibatkan beberapa pihak dalam pengumpulannya. File yang diterima dari perusahaan tersebut terdiri atas laporan pendahuluan dan laporan akhir yang disertakan beberapa data pendukung lain yang nantinya akan dilampirkan dan beberapanya akan ditinjau kondisinya melalui beberapa aplikasi, hal tersebut ditujukan untuk menjadi landasan awal dalam perencanaan embung sebagai solusi penanggulangan banjir.

3.2. Subjek Penelitian

3.2.1. Umum

(Meleong, 2012, p. 32) menjelaskan bahwa subjek penelitian adalah informan, yang merujuk pada individu yang berada di lokasi penelitian dan memberikan informasi terkait situasi serta kondisi dilokasi tersebut. Sementara itu,

menurut (Arikunto Suharsimi, 2016, p. 26), subjek penelitian dapat dipahami sebagai objek, fenomena, ataupun individu yang menjadi sumber terkumpulnya data untuk setiap variabel yang diteliti serta menjadi pusat perhatian dalam perumusan masalah penelitian. Dengan kata lain, subjek penelitian memiliki peranan yang sangat penting karena melalui subjek inilah peneliti memperoleh informasi yang relevan terhadap variabel yang diamati.

Pada tugas akhir ini, sumber data berasal dari proyek pembangunan embung yang dilaksanakan oleh PT. Oseano Adhiprasarana tahun 2024. Data yang digunakan berupa dokumen perencanaan teknis (Detail Engineering Design/DED) pembangunan Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya, yang juga melibatkan Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten.

3.2.2. Gambaran Umum Kabupaten Tangerang

Kabupaten Tangerang berada di bagian timur Provinsi Banten dengan posisi geografis pada koordinat $106^{\circ}20'-106^{\circ}43'$ BT dan $6^{\circ}00'-6^{\circ}20'$ LS. Luas wilayahnya sekitar $959,6 \text{ km}^2$ atau sekitar 9,93% dari total area Provinsi Banten. Secara administratif, Kabupaten Tangerang berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah utara, Kota Tangerang serta Kota Tangerang Selatan di bagian timur, Kabupaten Bogor dan Kota Depok di selatan, sementara di sisi barat berbatasan dengan Kabupaten Serang dan Kabupaten Lebak.

a. Kondisi Topografi

Dilihat dari kondisi topografinya, Kabupaten Tangerang terdiri atas wilayah dataran rendah dan dataran tinggi. Bagian utara didominasi oleh dataran rendah yang meliputi Kecamatan Teluknaga, Mauk, Kemiri, Sukadiri, Kresek, Kronjo, Pakuhaji, serta Sepatan. Adapun dataran tinggi tersebar di kawasan tengah hingga selatan Kabupaten Tangerang. Secara administratif, daerah ini terbagi menjadi 29 kecamatan, 28 kelurahan, dan 246 desa.

b. Kondisi Klimatologi

Keadaan iklim pada tahun 2021, berdasarkan data dari BMKG Stasiun Geofisika Klas III Budiarto, Curug yang tercatat dalam Kabupaten Tangerang

dalam Angka Tahun 2022, mencakup informasi mengenai temperatur udara, kelembaban udara, intensitas matahari, curah hujan dan rata-rata kecepatan angin. Rata-rata temperatur udara berada pada kisaran 26,2 – 27,7°C, dengan kelembaban udara antara 79,5 – 86,1%. Kecepatan angin tercatat antara 2,4 – 5,2 m/detik, sedangkan intensitas matahari berkisar antara 28,06 – 68,33%. Curah hujan bulanan bervariasi antara 98,10 – 533,5 mm dan jumlah hari hujan antara 8 – 22 hari.

Tabel 3. 1. Data Klimatologi di Kabupaten Tangerang, Tahun 2021 (Data Tahun 2020)

Bulan	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kec. Angin (m/dtk)	Penyinaran Matahari (%)	Jumlah Curah Hujan (mm)	Jumlah Hari Hujan (Hari)
Januari	26,2	86,1	3,9	29,45	326,4	20
Februari	26,6	85,8	4,3	28,07	533,5	22
Maret	27,1	82,7	3,5	39,74	104,4	14
April	27,3	82	3,2	41,93	203,3	18
Mei	27,7	82,2	2,6	37,26	279,1	20
Juni	26,6	85,3	2,4	43,67	236,8	18
Juli	26,9	79,5	2,5	51,26	98,1	8
Agustus	26,8	81	2,8	62,42	251,4	10
September	27,1	80,8	2,9	68,33	259,8	17
Oktober	27,1	82,3	2,9	55	278,1	16
November	26,8	82,7	5,2	50,27	116,9	15
Desember	26,8	83,9	3,7	28,06	328,5	21

(Sumber: Kabupaten Tangerang Dalam Angka, Tahun 2022)s

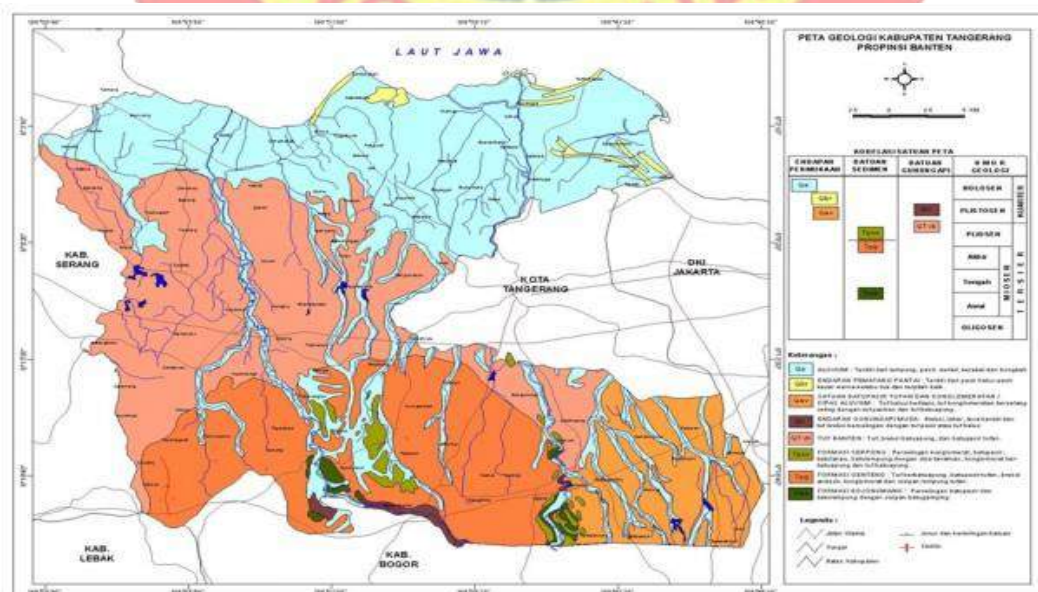
c. Kondisi Geografi

Sebagian besar wilayah Kabupaten Tangerang berada pada kawasan dataran rendah. Sungai Cisadane, yang merupakan sungai terpanjang di wilayah ini, mengalir dari arah selatan menuju Laut Jawa. Kabupaten Tangerang sendiri termasuk dalam kawasan penyangga yang berkembang pesat di sekitar Jakarta. Secara garis besar, wilayah ini dapat dibagi menjadi tiga pusat pertumbuhan utama, yaitu:

1. Pusat Pertumbuhan Balaraja dan Tigaraksa terletak di bagian barat dengan fokus utama sebagai kawasan industri, perumahan, serta pusat pemerintahan.
2. Pusat Pertumbuhan Teluk Naga berada di kawasan pesisir, mengutamakan pengembangan industri pariwisata alam dan kelautan, serta sektor maritim, perikanan, pertambakan dan pelabuhan.
3. Pusat Pertumbuhan Curug, Kelapa Dua, Legok dan Pagedangan terletak dibagian timur, dekat dengan perbatasan Kota Tangerang Selatan yang difokuskan sebagai kawasan pemukiman dan pusat bisnis.

d. Kondisi Geologi

Wilayah Kabupaten Tangerang terbentuk dari berbagai satuan batuan atau formasi yang berasal dari periode Miosen Tengah hingga Holosen. Susunan formasi tersebut, mulai dari yang paling tua hingga yang termuda, dapat dilihat pada Peta Geologi Kabupaten Tangerang.



Gambar 3. 1. Peta Geologi Kabupaten Tangerang
(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

1. **Formasi Bojong Manik (Tmb):** formasi ini disusun oleh batupasir, batulempung, serta sisipan batugamping. Batupasir berbutir halus hingga sedang, berbentuk hampir bulat, terpilah baik, dengan kandungan mineral kuarsa dan glaukoni, memiliki ketebalan sekitar 10–30 cm. Batugamping bersifat padat, berlapis, dengan tebal 50–100 cm, serta mengandung fosil moluska dan karang yang tercampur bersama material tufaan seperti tufa batu apung, batupasir tufaan, dan fragmen vulkanik lainnya. Formasi Bojong Manik ditemukan di bagian tenggara Kabupaten Tangerang, meliputi daerah Pasir Rahang, Bojong Sengked, Cikau, Babakan, dan sekitarnya, dengan total ketebalan mencapai ± 1.000 m.
2. **Formasi Genteng (Tpg):** formasi ini terdiri atas batu apung, batupasir tufaan, breksi andesit, konglomerat, serta lempung tufaan. Batu apung memiliki ukuran butir halus hingga kasar, berlapis baik, dengan sisipan tipis tufa debu dan kayu terkersik dengan ketebalan ± 90 cm. Batupasir tufaan berbutir sedang sampai kasar, mengandung glaukoni dan kuarsa, dengan struktur silang-siur serta sisipan kayu terkersik, tebal beberapa puluh cm. Breksi andesit berbutir kasar hingga kerakal, membundar tanggung, dengan komponen utama berupa andesit basal, dan ketebalan hingga puluhan meter. Konglomerat agak padat, berbutir kasar sampai kerakal dengan fragmen andesit, kuarsa, serta batu apung dalam matriks tufa pasir, tebal 15–60 cm.
3. **Formasi Serpong (Tpss)** merupakan salah satu satuan batuan sedimen yang tersusun atas perselingan batupasir, konglomerat, batulanau, dan batulempung. Karakter utama konglomerat pada formasi ini adalah adanya fragmen andesit, basal, batugamping, serta rijang, dengan bentuk butiran cenderung membundar tanggung, pemilahan sedang, dan kemas yang relatif terbuka. Kondisi tersebut mengindikasikan proses pengendapan yang dipengaruhi oleh energi aliran cukup tinggi, kemungkinan berasal dari lingkungan sungai purba atau aliran arus deras yang mampu mengangkut fragmen berukuran besar namun belum sepenuhnya mengalami transportasi jauh. Batuan tersebut terdiri dari:

Tufa, breksi batu apung, dan batupasir tufaan merupakan satuan batuan penyusun utama. Tufa memiliki massa dasar berupa gelas vulkanik dengan kandungan feldspar, mineral gelap, sedikit kuarsa, serta fragmen batu apung. Breksi batu apung tersusun atas komponen yang membundar tanggung hingga menyudut, berukuran tidak seragam, dengan kemas relatif terbuka namun cukup padu, terdiri dari batu apung, andesit, obsidian, dan kaca vulkanik. Sementara itu, batupasir tufaan berbutir sedang hingga kasar, agak padat, mengandung batu apung, serta memiliki sisipan tufa batu apung setebal sekitar 10–15 cm. Komposisinya didominasi batu apung dan andesit dengan massa dasar tufa berbutir halus. Satuan ini tersebar luas di bagian tengah wilayah, memanjang dari barat ke timur.

4. **Kipas Alluvium (Qav):** formasi ini tersusun atas tufa halus, tufa konglomerat, serta tufa pasiran. Tufa halus biasanya berlapis tipis dan cukup padat, sementara tufa konglomerat maupun tufa pasiran memiliki pemilahan yang kurang baik, dengan ukuran butir bervariasi dari halus hingga kasar berbentuk membundar tanggung.
5. **Endapan Pematang Pantai (Qbr):** endapan ini didominasi oleh pasir berukuran halus hingga kasar yang membentang dari arah barat ke timur, mengikuti garis pantai.
6. **Alluvium (Qa):** endapan aluvium terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, serta lempung, yang hingga kini masih mengalami proses sedimentasi aktif. Sebarannya cukup luas, terutama di bagian utara wilayah Kabupaten Tangerang dan sepanjang jalur sungai utama.

e. Data Kependudukan dan Luas Wilayah

Berdasarkan data Kabupaten Tangerang Dalam Angka Tahun 2022, jumlah penduduk Kabupaten Tangerang Tahun 2021 adalah 3.293.533 orang, dimana terbanyaknya berada di Kecamatan Pasarkemis yakni 277.214 Orang dan yang paling sedikit berada di Kecamatan Mekar Baru yakni 41.932 Orang.

Kepadatan penduduk terbanyak juga di Kecamatan Pasar Kemis yaitu 10.695 Orang/km², sedangkan kepadatannya terkecil berada kecamatan Kronjo yaitu 1.410 Orang/Km².

Tabel 3. 2. Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk Menurut Kecamatan, Tahun 2021

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk Per Km ²
1.	Cisoka	26,98	98.285	3.643
2.	Solear	29,01	97.880	3.374
3.	Tigaraksa	48,74	159.539	3.273
4.	J a m b e	26,02	52.319	2.011
5.	Cikupa	42,68	208.208	4.878
6.	Panongan	34,93	134.311	3.845
7.	C u r u g	27,41	175.690	6.410
8.	Kelapa Dua	24,38	169.264	6.943
9.	L e g o k	35,13	120.502	3.430
10.	Pagedangan	45,69	109.164	2.389
11.	Cisauk	27,77	93.924	3.382
12.	Pasar Kemis	25,92	277.214	10.695
13.	Sindang Jaya	37,15	92.628	2.493
14.	Balaraja	33,56	120.152	3.580
15.	Jayanti	23,89	65.717	2.750
16.	Sukamulya	26,94	70.325	2.610
17.	K r e s e k	25,97	68.760	2.648
18.	Gunung Kaler	29,63	51.421	1.735
19.	K r o n j o	44,23	62.366	1.410
20.	Mekar Baru	23,82	41.932	1.760
21.	M a u k	51,42	86.348	1.679
22.	K e m i r i	32,7	48.829	1.493
23.	Sukadiri	24,14	64.567	2.674
24.	R a j e g	53,7	197.619	3.680
25.	Sepatan	17,32	119.308	6.888
26.	Sepatan Timur	18,27	108.186	5.922
27.	Paku haji	51,87	120.619	2.325
28.	Teluknaga	40,58	163.248	4.023
29.	Kosambi	29,76	115.208	3.871
Jumlah		959,61	3.293.533	3.432

(Sumber: Kabupaten Tangerang Dalam Angka, Tahun 2022)

3.2.3. Gambaran Umum Kecamatan Sukamulya

Kecamatan Sukamulya adalah salah satu kecamatan di Kabupaten Tangerang yang memiliki luas wilayah mencapai 2.903,1 hektar yang terdiri dari 354 km² area daratan dan 526 km² area persawahan. Jumlah penduduknya mencapai 51.929 orang dengan kepadatan penduduk sekitar 150 orang per hektar. Suhu udara di daerah ini rata-rata 30°C, dengan ketinggian wilayah berada disekitar 27 meter diatas permukaan laut (DPL). Kecamatan Sukamulya terbagi menjadi 8 desa dan memiliki batas wilayah sebagai berikut:

1. Di sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Kemiri.
2. Di sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Balaraja.
3. Di sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Jayanti.
4. Di sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Kresek.



Gambar 3. 2. Peta Kecamatan Sukamulya

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

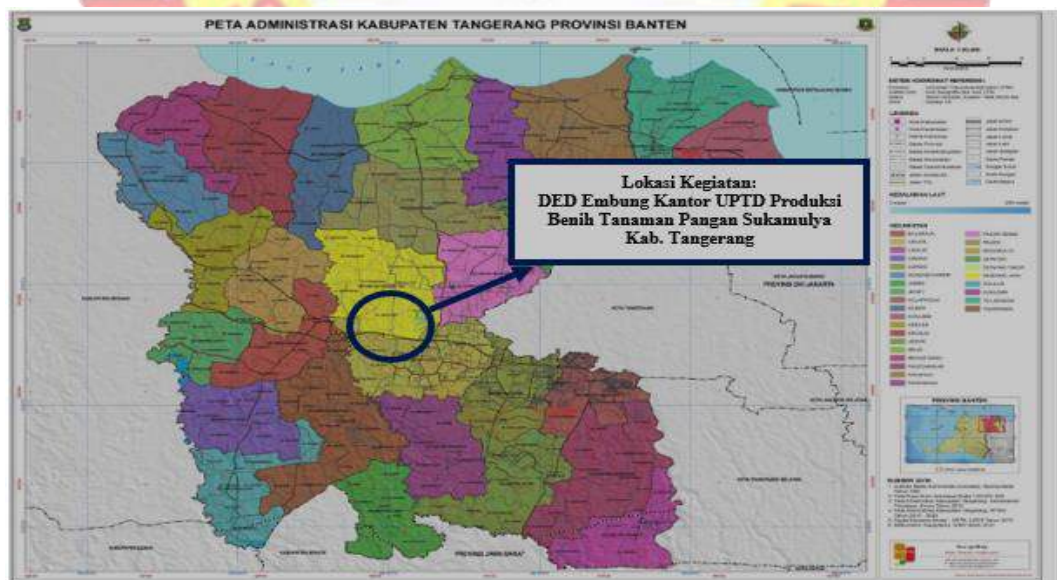
Tabel 3. 3. Luas Wilayah Kecamatan Sukamulya Menurut Masing-masing Desa/ Kelurahan

No.	Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)	Persentase (%)
1	Kubang	3,45	13,89
2	Parahu	3,61	14,53
3	Sukamulya	2,96	11,92
4	Kaliasin	2,44	9,82
5	Merak	2,33	9,38
6	Bunar	3,70	14,90
7	Benda	3,05	12,28
8	Buniayu	3,30	13,29
Kec. Sukamulya		24.84	100

(Sumber: Kecamatan Sukamulya Dalam Angka Tahun 2020)

3.2.4. Kondisi Lokasi Penelitian

Tugas Akhir ini berlokasi di DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya yang berlokasi di Kecamatan Sukamulya Kabupaten Tangerang.



Gambar 3. 3. Peta Lokasi Penelitian DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

3.3. Data Penelitian

3.3.1. Umum

Meskipun penelitian tugas akhir ini sebagian besar memanfaatkan data sekunder yang berasal dari hasil pekerjaan PT. Oseano Adhiprasarana, namun untuk memudahkan proses analisis tetap dilakukan pengelompokan data menjadi dua kategori, yaitu data primer dan data sekunder.

Data primer diperoleh langsung dari lapangan, baik melalui laporan hasil observasi maupun survei yang dilaksanakan secara langsung di lokasi. Informasi tersebut memberikan gambaran yang lebih nyata dan relevan terhadap topik penelitian. Sebaliknya, data sekunder bersumber dari dokumen atau catatan yang telah tersedia sebelumnya, misalnya data curah hujan serta data kependudukan yang umumnya disediakan oleh pihak eksternal yang memiliki otoritas dan kredibilitas.

Penggabungan kedua jenis data ini memberikan keuntungan dalam bentuk pemahaman yang lebih menyeluruh serta meningkatkan validitas hasil analisis.

3.3.2. Data Primer

Dalam penelitian tugas akhir yang dilaksanakan pada PT. Oseano Adhiprasarana, data primer yang diperoleh mencakup berbagai informasi yang langsung didapatkan seperti laporan hasil survey pendahuluan yang memberikan gambaran awal terkait kondisi lapangan, survei hidrologi yang mengidentifikasi karakteristik air dan aliran di sekitar area yang diteliti, serta pengukuran topografi dan pemetaan yang bertujuan untuk menggambarkan bentuk lahan dan fitur geospasial lainnya. Selain itu, penyelidikan tanah juga dilakukan untuk mengevaluasi kualitas dan karakteristik tanah yang ada, yang sangat penting untuk mendukung analisis teknis. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai data primer yang diperoleh:

a. Survey Pendahuluan

Survei pendahuluan merupakan langkah awal yang penting dalam perencanaan sistem drainase yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kondisi lapangan. Dalam tahap ini, lokasi titik - titik banjir dan sistem saluran drainase yang ada dipelajari secara seksama untuk mengetahui potensi masalah yang mungkin timbul. Selanjutnya, dilakukan

inventarisasi kondisi eksisting saluran secara terinci untuk mengumpulkan data lengkap mengenai situasi saluran dan bangunan pelengkap yang ada, seperti pompa atau pintu air. Berdasarkan data yang diperoleh, konsultan memberikan rekomendasi untuk tahapan pekerjaan selanjutnya guna memperbaiki atau merancang sistem yang lebih efisien. Semua hasil survei pendahuluan kemudian disusun dalam laporan yang dilengkapi dengan foto berwarna untuk menggambarkan keadaan saluran beserta masalah - masalah yang ada. Penentuan dan perkiraan area lokasi saluran juga dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi sekitar, profil saluran atau sungai, arah aliran air, serta faktor-faktor ekonomi dan sosial yang mungkin mempengaruhi desain dan pembangunan saluran drainase tersebut.



Gambar 3. 4. Lokasi Penelitian

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

Lokasi yang akan dijadikan area embung berada didalam kawasan kantor UPTD PUSKESWAN Sukamulya. Ketika musim hujan datang, area tersebut berubah menjadi rawa - rawa dengan ketinggian air sekitar 50 cm dari permukaan tanah. Luapan air tersebut sering menggenangi kantor UPTD PUSKESWAN dan DISNAKER, yang dapat mengganggu aktivitas operasional dikedua instansi

tersebut. Jalur air yang direncanakan sebagai saluran inlet sebelumnya berada di bagian pinggir lahan milik PUSKESWAN. Namun, setelah terjadi sedimentasi pada bagian hulu, jalur air tersebut berbelok dan mengalir masuk ke tengah - tengah lahan milik UPTD PUSKESWAN. Saluran air yang akan dijadikan sebagai outlet embung masih satu sistem jaringan dengan saluran inlet, namun pada saluran outlet ini tidak terdapat akses jalan karena pada bagian kiri-kanan saluran sudah dipadati oleh pemukiman dan tertutup benteng.

b. Survei Hidrologi

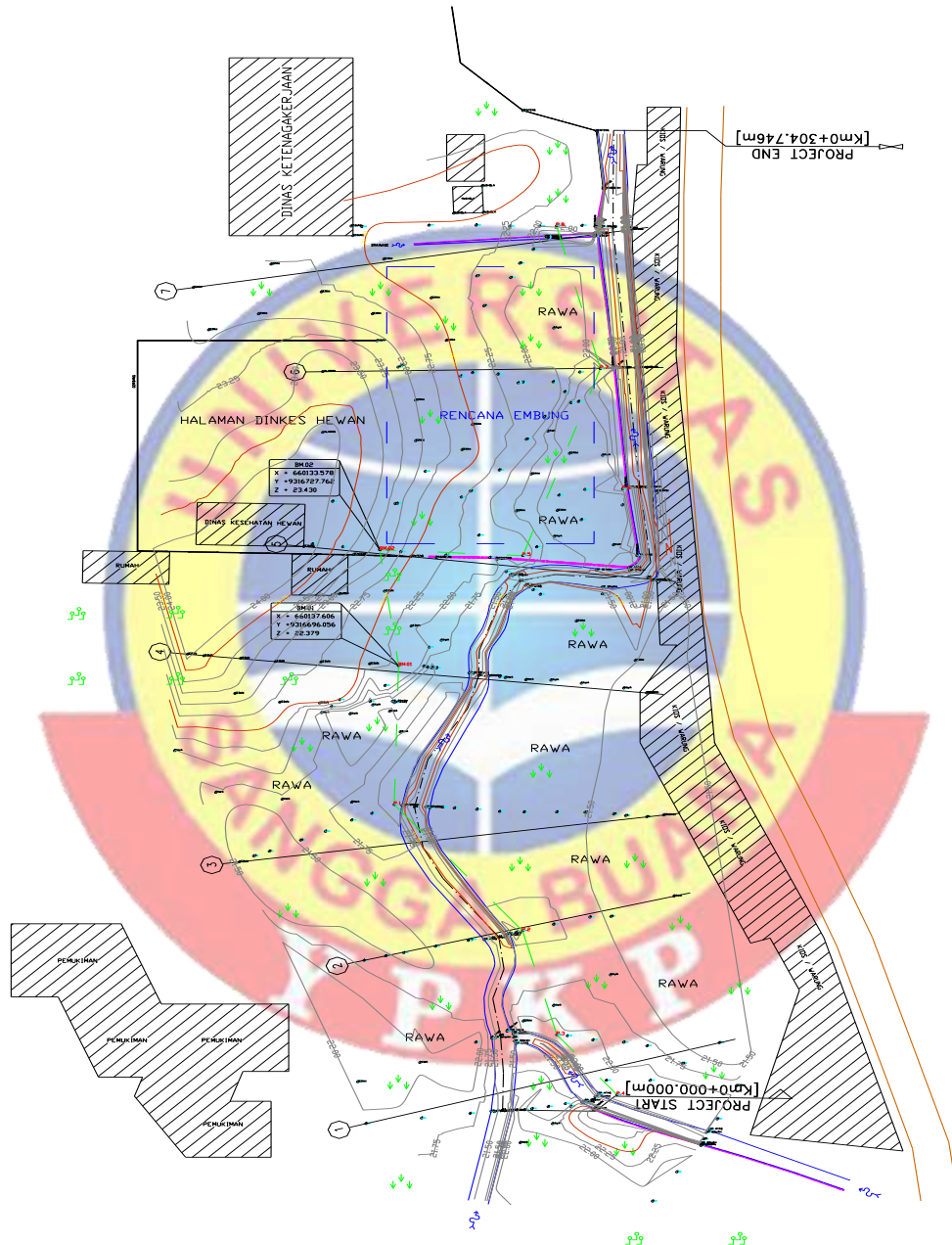
Survei hidrologi merupakan salah satu tahapan krusial dalam perencanaan sumber daya air, yang bertujuan menilai ketersediaan serta kualitas air di wilayah studi. Dalam prosesnya, konsultan perlu melakukan kajian menyeluruh terhadap seluruh sumber air yang ada, sekaligus meninjau potensi sumber air baru yang direncanakan dalam desain teknis pekerjaan.

Kegiatan ini meliputi pengumpulan sekaligus analisis data mengenai kondisi hidrologi, geohidrologi, dinamika aliran air, dan proses sedimentasi. Selain pemanfaatan data sekunder, dilakukan pula survei lapangan untuk mendapatkan informasi aktual, antara lain pengukuran debit serta variasi aliran pada periode waktu dan musim yang berbeda. Informasi yang diperoleh dari survei hidrologi ini menjadi dasar penting dalam penyusunan sistem pengelolaan air yang efektif, efisien, dan berkelanjutan.

c. Pengukuran Topografi dan Pemetaan (*Long Section dan Cross Section*)

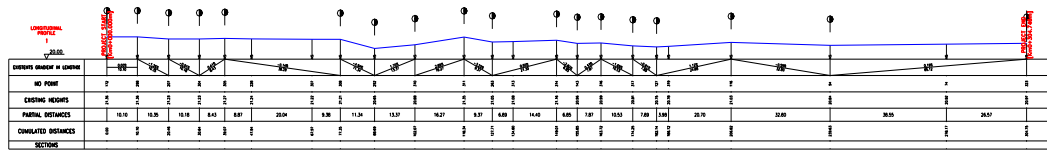
Pengukuran topografi dan pemetaan merupakan tahap penting dalam perencanaan jaringan utama dan bangunan pengambilan air yang bertujuan untuk memperoleh data akurat mengenai kondisi fisik lahan dan struktur yang ada. Pada tahap ini, dilakukan inventarisasi terhadap *Bench Mark* yang sudah ada untuk memastikan referensi pengukuran yang tepat. Selanjutnya, pengukuran dan pemetaan situasi dilakukan untuk menggambarkan kondisi sekitar lokasi proyek secara detail, termasuk pengukuran trase saluran yang akan dirancang. Pengukuran juga mencakup bangunan air yang ada, serta penampang memanjang dan melintang dari saluran untuk mendapatkan gambaran topografi yang lebih lengkap. Selain itu, inventarisasi kebutuhan lahan dilakukan untuk menentukan apakah perlu ada pelebaran saluran guna

mendukung kelancaran aliran air. Terakhir, pengambilan video udara menggunakan drone dilakukan untuk mendokumentasikan lokasi dan merencanakan pembangunan jaringan saluran secara lebih efisien, memberikan perspektif yang lebih luas mengenai area yang akan dikerjakan.



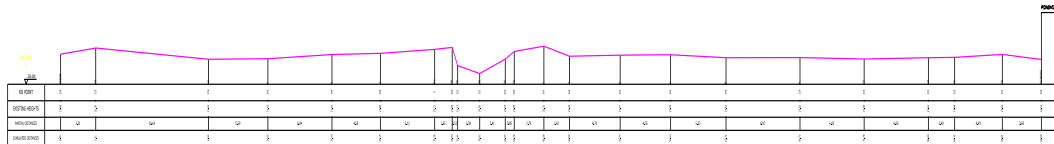
Gambar 3. 5. Peta Situasi DED Embung Kantor UPTD

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)



Gambar 3. 7. Potongan Melintang

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)



Gambar 3. 6. Potongan Memanjang

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

d. Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dilaksanakan dengan mengacu pada layout atau sistem perencanaan yang disusun oleh konsultan, dengan tujuan memperoleh informasi terkait kondisi mekanika tanah di lokasi proyek. Kegiatan ini mencakup evaluasi terhadap kapasitas dukung tanah serta kestabilan lereng saluran dan tanggul, yang menjadi aspek penting dalam menentukan kelayakan suatu konstruksi.

Proses penyelidikan dilakukan melalui serangkaian tahapan, dimulai dari investigasi tanah (soil investigation) pada area yang direncanakan untuk jaringan maupun bangunan. Konsultan bertanggung jawab dalam menentukan titik uji yang dianggap representatif sehingga dapat menggambarkan karakteristik tanah secara menyeluruh di lokasi studi. Data hasil penyelidikan kemudian dijadikan dasar dalam perencanaan fondasi yang tepat serta untuk menjamin aspek keamanan dan stabilitas struktur yang akan dibangun.

1. Daya Dukung Tanah Berdasarkan Hasil Sondir

Hasil pengujian lapangan yang telah dilakukan dengan metode Sondring Test, daya dukung ijin tanah untuk konstruksi pondasi dangkal, dapat dihitung dengan menggunakan formula *L.Herminier* dengan uraian sebagai berikut:

$$Q_u = \frac{CR}{10} \quad (3.1)$$

$$Q_i = \frac{Qu}{SF} \quad (3.2)$$

Dimana:

Q_u = Daya dukung ultimate tanah (ton/m²);

Q_i = Daya dukung ijin tanah (ton/m²);

CR = Perlawanan ujung Konus (kg/cm²);

SF = Safety factor (3).

Daya dukung tanah untuk pondasi dangkal dilokasi DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya Kecamatan Sukamulya Berdasarkan Data Hasil Penyelidikan Sondir dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 4. Hasil Analisa Daya Dukung Tanah Berdasarkan Sondir

Kedalaman (m)	CR (kg/cm ²)	CR (ton/m ²)	SF (3x10)	Qi (ton/m ²)
1,00	9,00	90,00	30,00	3,000
2,00	12,00	120,00	30,00	4,000
3,00	11,00	110,00	30,00	3,667
4,00	10,00	100,00	30,00	3,333
5,00	10,00	100,00	30,00	3,333
6,00	19,00	190,00	30,00	6,333
7,00	50,00	500,00	30,00	16,667
8,00	81,00	810,00	30,00	27,000
9,00	60,00	600,00	30,00	20,000
10,00	70,00	700,00	30,00	23,333
11,00	100,00	1000,00	30,00	33,333
12,00	100,00	1000,00	30,00	33,333
13,00	100,00	1000,00	30,00	33,333
14,00	90,00	900,00	30,00	30,000
15,00	90,00	900,00	30,00	30,000
16,00	120,00	1200,00	30,00	40,000
17,00	175,00	1750,00	30,00	58,333

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

2. Daya Dukung Tanah Berdasarkan Hasil Laboratorium

Berdasarkan data sifat teknis tanah, hasil analisis daya dukung tanah dibatasi hanya diperuntukan untuk daya dukung jenis pondasi langsung / pondasi telapak yang didasarkan pada rumus *Terzaghi* berikut ini:

$$Q_{ult} = C \cdot N_c + \gamma_t \cdot h \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (3.3)$$

$$Q_{ijin} = Q_{ult} / 3 \quad (3.4)$$

Dimana:

- Qult = Daya dukung ultimate tanah (t/m^2);
Qijin = Daya dukung ijin tanah (t/m^2);
C = Nilai koneksi tanah dan hasil pengujian geser (t/m^2);
 γ_t = Berat volume tanah rata - rata diatas telapak pondasi (t/m^2);
 γ = Berat volume tanah dibawah / pada telapak pondasi (t/m^2);
h = Kedalaman pondasi dari muka tanah / kedalaman sampel (m);
B = Lebar pondasi;
Nc, Nq, Ny = Faktor daya dukung yang bergantung pada sudut geser.

Daya dukung tanah untuk kebutuhan pondasi dangkal dilokasi DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya Kecamatan Sukamulya Berdasarkan Data Hasil Laboratorium Mekanika Tanah dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 5. Hasil Daya Dukung Tanah Berdasarkan Hasil Laboratorium

Daya Dukung Tanah Berdasarkan Formula Terzaghi											
No Bor	C (t/m^2)	Nc	γ_t (t/m^2)	h (m)	Nq	Koef	γ (t/m^2)	B (m)	Ny	Qult (t/m^2)	Qijin (t/m^2)
BT.1	0,52	7,53	1,419	1,00	2,06	0,5	0,94	0,4	0,86	7,00	2,33
BT.2	0,66	7,92	1,469	1,00	2,25	0,5	0,89	0,4	1,03	8,72	2,91

(Sumber: DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya)

3.3.3. Data Sekunder

Dalam penelitian tugas akhir yang dilaksanakan pada PT. Oseano Adhiprasarana, data sekunder yang diperoleh mencakup berbagai informasi yang didapatkan dari pihak eksternal perusahaan yang kredible dan dapat dipercaya keabsahannya. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai data sekunder yang diperoleh:

a. Gambaran Umum Kabupaten Tangerang

Pada gambaran umum kabupaten Tangerang menjelaskan letak geografis perencanaan embung, kondisi topografi lingkungan sekitar, data klimatologi, geografi dan geologi yang menjadi salah satu acuan dalam perencanaan embung didaerah Sukamulya kabupaten Tangerang sebagai salah satu metode pengentasan banjir wilayah.

b. Data Hidrologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi informasi curah hujan, luas daerah aliran sungai (DAS), hasil analisis hujan rencana dengan berbagai metode distribusi probabilitas seperti Gumbel, Normal, Log-Normal, dan Log Pearson Tipe III, serta perhitungan debit rencana yang berkaitan dengan saluran pembuang pada DAS tersebut.

3.3.4. Teknik Analisa Data

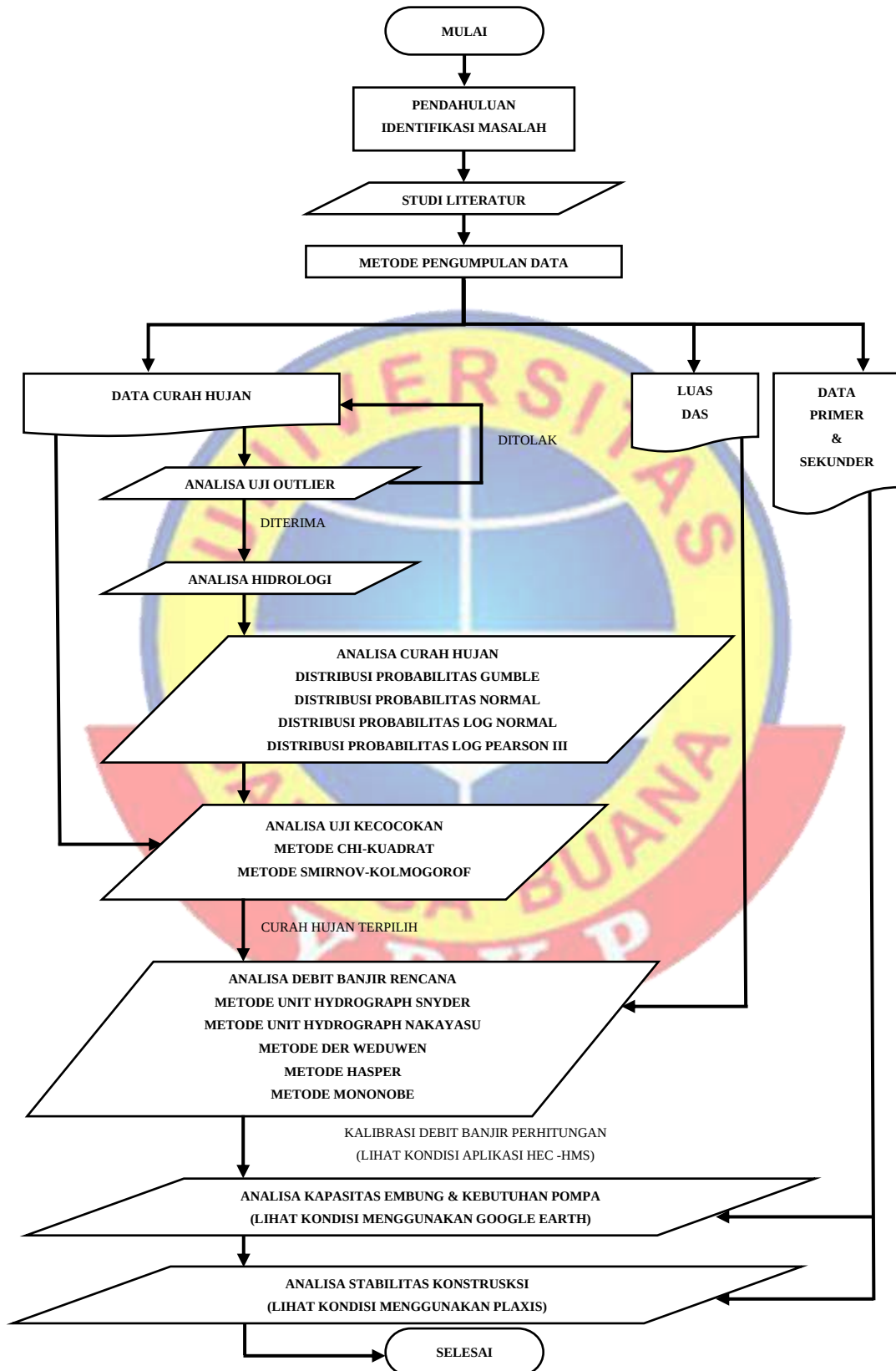
Dalam penelitian tugas akhir ini digunakan dua pendekatan, yaitu metode penelitian komparatif dan studi kasus. Melalui penerapan kedua metode tersebut diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap topik yang dikaji. Fokus penelitian adalah perencanaan embung sebagai salah satu alternatif solusi pengendalian banjir dengan studi kasus di wilayah Sukamulya, Kabupaten Tangerang.

Data curah hujan yang digunakan diperoleh melalui perbandingan antara hasil perhitungan manual dengan rumus hidrologi serta pengujian kesesuaian distribusi menggunakan metode statistik, seperti uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov, guna menentukan curah hujan maksimum yang representatif. Selanjutnya, debit banjir hasil perhitungan dibandingkan dengan kondisi eksisting di lapangan untuk mendapatkan kurva debit yang sesuai.

Hasil analisis hidrologi tersebut menjadi dasar dalam perhitungan stabilitas konstruksi embung, yang mencakup penentuan dimensi, volume tampungan, kapasitas pompa, serta kebutuhan retensi. Perhitungan ini ditujukan agar desain embung mampu berfungsi secara optimal dalam upaya mitigasi banjir di daerah Sukamulya.

Tahap berikutnya adalah membandingkan hasil analisis, baik dari aspek hidrologi, hidrolika, maupun stabilitas, dengan kondisi lapangan melalui dukungan perangkat lunak seperti HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center), Google Earth, dan Plaxis (Bentley Software). Aplikasi tersebut digunakan untuk memvalidasi hasil perhitungan serta mensimulasikan respon konstruksi embung terhadap beban yang mungkin terjadi pada saat implementasi, yang ditampilkan melalui diagram reaksi pada perangkat lunak Plaxis.

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 8. Flow Chart (Diagram Alir Penelitian)

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Analisa Perhitungan Hidrologi

4.1.1. Umum

Analisis hidrologi dilakukan untuk memperoleh curah hujan rancangan serta debit banjir rancangan. Nilai debit banjir tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan kapasitas tampungan saluran pembuang dan sebagai dasar dalam perencanaan dimensi embung maupun saluran pembuang.

4.1.2. Ketersediaan Data Curah Hujan

Untuk kebutuhan analisa debit banjir digunakan data curah hujan harian maksimum dalam rentang 10 tahun dari Stasiun BMKG Curug Bandara Budiarto yang berada pada koordinat geografis $06^{\circ}17'27''$ LS dan $106^{\circ}33'57''$ BT, dengan ketersediaan data dari tahun 2014 sampai dengan 2024 (10 tahun).

Tabel 4. 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum, Sta BMKG Curug Bandara Budiarto, Tahun 2014 s/d 2024
(Sumber: BMKG Curug Bandara Budiarto Tangerang, 2024)

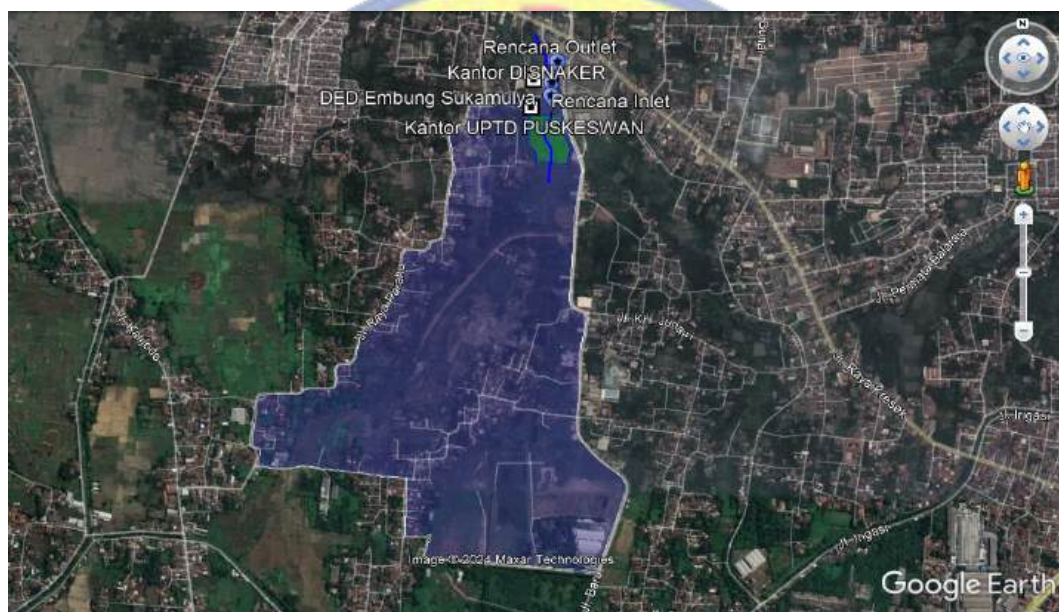
Tahun	Data Curah Hujan Harian Maksimum (mm)	Keterangan
2014	112,50	
2015	152,50	
2016	103,50	
2017	162,60	
2018	78,00	
2019	93,00	
2020	141,00	
2021	84,50	
2022	129,30	
2023	101,80	
2024	100,30	

4.1.3. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)

Berdasarkan peta batas wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) yang telah ditentukan diketahui luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Embung Sukamulya Kabupaten Tangerang adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Embung Sukamulya Kabupaten Tangerang

No.	Nama DAS	Luas DAS (Km ²)	Keterangan
1	Embung Sukamulya	0,87	



Gambar 4. 1. Peta Batas Daerah Aliran Sungai (DAS) Embung Sukamulya Kabupaten Tangerang (Sumber: Google Earth)

4.1.4. Analisa Uji Outlier

Uji outlier dilakukan untuk menilai apakah data curah hujan terkecil maupun terbesar pada suatu sebaran masih berada dalam batas kewajaran. Dari data curah hujan harian maksimum yang diperoleh sebelumnya terlihat bahwa distribusinya tidak merata, sehingga diperlukan uji outlier guna menentukan batas bawah dan batas atas yang dapat diterima dari sebaran data tersebut.

$$\text{Batas atas (XH)} = 10^{(\log X_{rata} + K_n \times S)} \quad (4.1)$$

$$\text{Batas bawah (XL)} = 10^{(\log X_{rata} - K_n \times S)} \quad (4.2)$$

Dimana:

$\text{Log}X_{\text{rata}}$ = Log curah hujan maksimum harian rata - rata;

K_n = Nilai koefisien uji outlier berdasarkan jumlah data. lihat **Tabel 4.3**;

S = Standar deviasi log X .

Makadari itu hasil dari perhitungan analisa uji outlier untuk menentukan sebaran data curah hujan harian maksimum adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3. Nilai K_n Uji Outlier

Jumlah Data (n)	K_n	Jumlah Data (n)	K_n	Jumlah Data (n)	K_n	Jumlah Data (n)	K_n
10	2,036	16	2,279	22	2,429	28	2,534
11	2,088	17	2,309	23	2,448	29	2,549
12	2,135	18	2,335	24	2,467	30	2,563
13	2,175	19	2,361	25	2,486	31	2,577
14	2,213	20	2,385	26	2,502	32	2,591
15	2,247	21	2,408	27	2,519	33	2,604

(Sumber: Teknik Perhitungan Debit Banjir Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, 2011)

Tabel 4. 4. Hasil Uji Outlier Hujan Maksimum Harian

No	Tahun	X	Log X	LogX-logXr	(LogX-logXr) ²	(LogX-logXr) ³
1	2014	112,50	2,051	0,004	0,0000	0,0000
2	2015	152,50	2,183	0,136	0,0186	0,0025
3	2016	103,50	2,015	-0,032	0,0010	0,0000
4	2017	162,60	2,211	0,164	0,0269	0,0044
5	2018	78,00	1,892	-0,155	0,0240	-0,0037
6	2019	93,00	1,968	-0,079	0,0062	-0,0005
7	2020	141,00	2,149	0,102	0,0104	0,0011
8	2021	84,50	1,927	-0,120	0,0145	-0,0017
9	2022	129,30	2,112	0,065	0,0042	0,0003
10	2023	101,80	2,008	-0,039	0,0015	-0,0001
11	2024	100,30	2,001	-0,046	0,0021	-0,0001
Rerata					=	2,05
Standar Deviasi (Stdev)					=	0,10
Skewness (Cs)					=	0,23

Ditinjau dari **Tabel 4.4.** Hasil Uji Outlier Hujan Maksimum Harian kita perlu untuk mencari beberapa nilai yang perlu diperhatikan meliputi nilai (n, Kn, XH, dan XL).

a. Menghitung nilai n

Nilai n merupakan jumlah data yang diperoleh dari **Tabel 4.4**. Hasil Uji Outlier Hujan Maksimum Harian.

$$n = 11$$

b. Menghitung nilai Kn

Nilai Kn merupakan jumlah data yang diperoleh dari **Tabel 4.3**. Nilai Kn Uji Outlier.

$$Kn = 2,088$$

c. Menghitung nilai XH

Nilai XH diperlukan untuk mencari batas atas dan dibandingkan dengan data yang telah tersedia (nilai maximum suatu data) kemudian dianalisa apakah dalam keadaan tersebut suatu data dapat diterima atau tidak.

$$\text{Batas atas (XH)} = 10^{(\log X_{rata} + Kn \times S)}$$

$$\text{Batas atas (XH)} = 10^{(2,05 + (2,09 \times 0,1))}$$

$$\text{Batas atas (XH)} = 184,27$$

d. Menghitung nilai XL

Nilai XL diperlukan untuk mencari batas bawah dan dibandingkan dengan data yang telah tersedia (nilai minimum suatu data) kemudian dianalisa apakah dalam keadaan tersebut suatu data dapat diterima atau tidak.

$$\text{Batas bawah (XL)} = 10^{(\log X_{rata} - Kn \times S)}$$

$$\text{Batas bawah (XL)} = 10^{(2,05 - (2,09 \times 0,1))}$$

$$\text{Batas bawah (XL)} = 67,40$$

Berdasarkan uraian tersebut didapatkan beberapa data yang meliputi beberapa nilai yaitu:

$$n = 11$$

$$Kn = 2,09 \quad \text{(Tabel 4.4)}$$

$$\text{Batas Atas (XH)} = 184,27 \quad \text{Batas Atas Diterima} = 162,60$$

$$\text{Batas Bawah (XL)} = 67,40 \quad \text{Batas Bawah Diterima} = 78,00$$

Pada tabel analisa uji outlier terlihat bahwa batas ambang atas dan bawah diterima, maka data curah hujan maksimum harian tersebut dapat diterima.

4.1.5. Analisa Curah Hujan Rencana

Dalam penelitian ini, curah hujan rencana ditentukan dari data curah hujan harian maksimum yang dianalisis dengan metode analisis frekuensi. Proses ini dilakukan menggunakan beberapa model distribusi probabilitas yang umum dipakai dalam kajian hidrologi, seperti distribusi Gumbel, Normal, Log-Normal, dan Log-Pearson Tipe III.

a. Distribusi Probabilitas Gumble

Distribusi Gumbel merupakan salah satu distribusi ekstrem yang banyak digunakan pada analisis hidrologi untuk menggambarkan kejadian dengan nilai maksimum, seperti curah hujan harian tertinggi, debit banjir tahunan, atau beban puncak lainnya. Distribusi ini termasuk dalam kelompok distribusi ekstrem Tipe I dan sangat berguna untuk memperkirakan peluang terjadinya peristiwa ekstrem pada periode ulang tertentu, misalnya banjir besar yang muncul setiap 10, 25, atau bahkan 100 tahun. Karakteristik distribusi Gumbel cenderung asimetris dengan ekor yang memanjang ke kanan, menunjukkan bahwa meskipun kejadian ekstrem jarang, kemungkinannya tetap ada dan signifikan.

Dalam penggunaannya, distribusi Gumbel melibatkan dua parameter utama, yaitu parameter lokasi (location parameter) yang menentukan letak kurva dan parameter skala (scale parameter) yang mengatur penyebaran data. Dengan kedua parameter ini, distribusi Gumbel mampu memberikan gambaran yang realistis mengenai penyebaran data maksimum, sehingga sangat bermanfaat dalam perencanaan infrastruktur yang harus tahan terhadap risiko bencana, seperti bendungan, sistem drainase, maupun sarana pengendali banjir. Selain itu, penerapan distribusi ini juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat berbasis analisis risiko, terutama dalam menghadapi ketidakpastian iklim dan fenomena cuaca ekstrem.

Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Gumbel adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Probabilitas Gumbel

No	Xi (mm)	Xi - X (mm)	(Xi - X) ² (mm ²)	(Xi - X) ³ (mm ³)	(Xi - X) ⁴ (mm ⁴)
1	112,50	-1,95	3,82	-7,47	14,59
2	152,50	38,05	1447,46	55069,14	2095130,64
3	103,50	-10,95	120,00	-1314,57	14400,50
4	162,60	48,15	2317,98	111600,43	5373053,50
5	78,00	-36,45	1328,93	-48445,68	1766065,27
6	93,00	-21,45	460,30	-9875,47	211873,81
7	141,00	26,55	704,66	18705,55	496547,35
8	84,50	-29,95	897,27	-26877,46	805102,05
9	129,30	14,85	220,39	3271,75	48570,66
10	101,80	-12,65	160,14	-2026,47	25644,03
11	100,30	-14,15	200,35	-2835,88	40140,59
S	1259,0		7861,31	97263,88	10876542,98
X	114,45				

$$\begin{aligned}
 X_{rata} &= \frac{\sum \text{Nilai } Xi}{\sum \text{Data}} \\
 &= \frac{(112,50+152,50+103,50+162,60+78,00+93,00+141,00+84,50+129,30+101,80+100,30)}{11} \\
 &= 114,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (S)} &= \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{\sum \text{Data} - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(7861,31)^2}{(11 - 1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{61800152,04}{10}} \\
 &= 28,038 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Untuk $n = 11$, dari **Tabel 2.3**. Nilai Reduced Standart Deviation (S_n) dan Nilai Reduced Mean (Y_n) melalui interpolasi diperoleh $Y_n = 0.4987$ dan $S_n = 0.9640$.

Dari **Tabel 2.4**. Nilai Reduced Variate (Y_t) diperoleh Y_t , maka kemudian dapat dihitung faktor K dan Curah Hujan Rencana sebagai berikut:

Tabel 4. 6. Tabel Distribusi Probabilitas Gumble

Periode Ulang T (Tahun)	Faktor K	Curah Hujan Rencana (mm)
2	-0,19941	108,864
5	1,03861	143,575
10	1,81717	165,404
25	2,72499	190,858
50	3,53042	213,440
100	4,25472	233,748

b. Distribusi Probabilitas Normal

Distribusi probabilitas normal merupakan salah satu pendekatan statistik yang menggambarkan sebaran data secara simetris terhadap nilai rata-rata. Dalam perhitungan hujan rencana, metode ini digunakan apabila data historis menunjukkan distribusi yang relatif seimbang antara nilai yang lebih kecil maupun lebih besar dari rata-ratanya. Dengan memanfaatkan distribusi normal, besarnya curah hujan untuk periode ulang tertentu, seperti 5 tahun, 10 tahun, atau 25 tahun, dapat diperkirakan. Nilai tersebut memiliki peran penting dalam perencanaan infrastruktur sumber daya air, misalnya saluran drainase, bendungan, ataupun sistem irigasi, agar mampu mengalirkan maupun menampung air secara aman ketika terjadi kondisi ekstrem. Meskipun demikian, distribusi normal tidak selalu sesuai untuk seluruh data curah hujan, terutama jika sebaran data sangat miring atau terdapat banyak nilai ekstrem. Karena itu, pemilihan jenis distribusi perlu diuji terlebih dahulu, dan pada beberapa kondisi distribusi log-normal atau Gumbel dapat memberikan representasi yang lebih tepat.

Hasil perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal adalah sebagai berikut:

Berdasarkan data dari distribusi probabilitas Gumbel:

$$\begin{aligned}
 X_{rata} &= \frac{\Sigma \text{Nilai } Xi}{\Sigma \text{Data}} \\
 &= \frac{(112,50+152,50+103,50+162,60+78,00+93,00+141,00+84,50+129,30+101,80+100,30)}{11} \\
 &= 114,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (S)} &= \sqrt{\frac{\Sigma (Xi - X)^2}{\Sigma \text{Data} - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(7861,31)^2}{(11 - 1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{61800152,04}{10}} \\
 &= 28,038 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari **Tabel 2. 1.** Nilai Variabel Reduksi Gauss (KT) diperoleh nilai faktor K_T , maka Curah Hujan Rencana sebagai berikut:

Tabel 4. 7. Tabel Distribusi Probabilitas Normal

Periode Ulang T (Tahun)	Faktor K_T	Curah Hujan Rencana (mm)
2	0,000	114,455
5	0,840	138,006
10	1,280	150,343
25	1,708	162,353
50	2,050	171,932
100	2,330	179,783

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Dalam perencanaan teknik sipil, terutama pada bidang sumber daya air, penentuan hujan rencana merupakan langkah penting dalam merancang berbagai infrastruktur, seperti bendungan, sistem drainase, serta fasilitas pengendali banjir. Hujan rencana didefinisikan sebagai perkiraan curah hujan maksimum yang mungkin terjadi dalam kurun waktu tertentu, yang umumnya dikenal sebagai periode ulang. Salah satu metode statistik yang sering dipakai untuk memperkirakan besaran ini adalah distribusi probabilitas log-normal.

Distribusi log-normal dipilih karena data curah hujan maksimum tahunan biasanya tidak berdistribusi simetris, melainkan cenderung miring ke kanan dengan adanya nilai ekstrem yang tinggi. Dengan mengubah data ke dalam bentuk logaritmik, pola distribusinya dapat mendekati distribusi normal yang bersifat simetris. Setelah transformasi logaritma dilakukan, analisis statistik seperti perhitungan rata-rata dan deviasi standar dilaksanakan untuk mendapatkan parameter yang diperlukan. Nilai-nilai ini kemudian dimanfaatkan dalam memperkirakan curah hujan rencana untuk berbagai periode ulang yang relevan.

Sebelum digunakan lebih lanjut, model distribusi log-normal perlu melalui uji kecocokan, misalnya menggunakan Kolmogorov-Smirnov atau Chi-kuadrat, untuk memastikan bahwa data hasil transformasi benar-benar sesuai dengan pola distribusi normal. Apabila hasil pengujian menunjukkan kesesuaian, maka model ini dapat diaplikasikan dalam memperkirakan curah hujan yang akan menjadi dasar perencanaan teknis. Oleh karena itu, distribusi log-normal berperan penting dalam analisis hidrologi karena mampu meningkatkan ketepatan dan keandalan perencanaan bangunan air maupun sistem drainase yang didasarkan pada data historis curah hujan.

Hasil estimasi curah hujan rencana dengan metode distribusi probabilitas log-normal adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 8. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Probabilitas Log Normal

No	Xi (mm)	Log Xi	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) ²
1	112,50	2,051	0,004	0,000
2	152,50	2,183	0,136	0,019
3	103,50	2,015	-0,032	0,001
4	162,60	2,211	0,164	0,027
5	78,00	1,892	-0,155	0,024
6	93,00	1,968	-0,079	0,006
7	141,00	2,149	0,102	0,010
8	84,50	1,927	-0,120	0,014
9	129,30	2,112	0,065	0,004
10	101,80	2,008	-0,039	0,002
11	100,30	2,001	-0,046	0,002
S	1259,00	22,518		0,109
Log X		2,047		

$$\begin{aligned}
 \text{Log } X_{\text{rata}} &= \frac{\sum \text{Nilai } Xi}{\sum \text{Data}} \\
 &= \frac{(2,051+2,183+2,015+2,211+1,892+1,968+2,149+1,927+2,112+2,008+2,001)}{11} \\
 &= 2,047 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (S Log X)} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{\sum \text{Data} - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(0,109)^2}{(11 - 1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,011881}{10}} \\
 &= 0,1046 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari **Tabel 2. 2**. Nilai Variabel Reduksi Gauss (KT) diperoleh nilai faktor K_T , maka Curah Hujan Rencana sebagai berikut:

Tabel 4. 9. Tabel Distribusi Probabilitas Log Normal

Periode Ulang T (Tahun)	Faktor K_T	Log X_T	Curah Hujan Rencana (mm)
2	0,000	2,0471	111,448
5	0,840	2,1349	136,436
10	1,280	2,1809	151,687
25	1,708	2,2258	168,171
50	2,050	2,2615	182,594
100	2,330	2,2908	195,331

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Curah hujan merupakan elemen penting dalam studi hidrologi yang mempengaruhi perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, khususnya pembangunan bendungan, saluran irigasi dan sistem drainase. Karena variabilitasnya yang tinggi, analisis statistik diperlukan untuk memahami pola dan meramalkan kejadian hidrologi ekstrem seperti hujan intens yang berpotensi menimbulkan banjir. Salah satu metode yang umum digunakan adalah distribusi probabilitas dengan Log Pearson Tipe III sebagai model yang banyak direkomendasikan termasuk oleh United States. *Water Resources Council* (USWRC), karena kemampuannya dalam menangani data yang

memiliki kemencengan (skewness) positif yang umum ditemukan dalam data curah hujan maksimum tahunan.

Distribusi Log Pearson III merupakan pengembangan dari distribusi Pearson Tipe III yang diterapkan pada data setelah ditransformasi ke bentuk logaritmik. Dengan metode ini, data curah hujan ekstrem dapat dimodelkan secara lebih representatif sehingga memungkinkan estimasi curah hujan rancangan pada berbagai periode ulang, misalnya 2, 5, hingga 100 tahun. Informasi tersebut sangat penting dalam menentukan kapasitas perencanaan bangunan air agar tetap berfungsi optimal serta aman menghadapi kejadian iklim ekstrem. Oleh karena itu, penerapan distribusi Log Pearson III menjadi salah satu strategi penting dalam memperkuat ketahanan infrastruktur terhadap risiko hidrometeorologi.

Dalam penelitian tugas akhir ini, dilakukan analisis data curah hujan maksimum tahunan dengan memanfaatkan distribusi Log Pearson III untuk memperoleh besarnya curah hujan rancangan sebagai dasar perencanaan teknis bangunan air. Hasil kajian ini diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis analisis statistik yang lebih andal serta berkontribusi pada peningkatan ketahanan infrastruktur terhadap perubahan iklim maupun cuaca ekstrem.

Hasil perhitungan curah hujan rencana metode Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Log } X_{\text{rata}} &= \frac{\sum \text{Nilai } X_i}{\sum \text{Data}} \\ &= \frac{(2,051+2,183+2,015+2,211+1,892+1,968+2,149+1,927+2,112+2,008+2,001)}{11} \\ &= 2,047 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (S Log X)} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}{\sum \text{Data} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(0,109)^2}{(11 - 1)}} \end{aligned}$$

$$= \sqrt{\frac{0,011881}{10}} = 0,1046 \text{ mm}$$

Cs

$$= \frac{n \times \Sigma (\text{Log } Xi - \text{Log } X_{rata})^3}{((n-1) \times (n-2) \times (S \text{ Log } X)^3)}$$

$$= \frac{11 \times 0,00214}{((11-1) \times (11-2) \times (0,10459)^3)} = 0,229$$

Tabel 4. 10. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Probabilitas Log Pearson III

No	Xi (mm)	Log Xi	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³
1	112,50	2,051	0,004	0,0000	0,00000
2	152,50	2,183	0,136	0,0186	0,00253
3	103,50	2,015	-0,032	0,0010	-0,00003
4	162,60	2,211	0,164	0,0269	0,00441
5	78,00	1,892	-0,155	0,0240	-0,00372
6	93,00	1,968	-0,079	0,0062	-0,00049
7	141,00	2,149	0,102	0,0104	0,00107
8	84,50	1,927	-0,120	0,0145	-0,00174
9	129,30	2,112	0,065	0,0042	0,00027
10	101,80	2,008	-0,039	0,0015	-0,00006
11	100,30	2,001	-0,046	0,0021	-0,00010
S	1259,00	22,518		0,1094	0,00214
Log X		2,047			

Dengan interpolasi dari **Tabel 2. 3.** Nilai Variabel Reduksi Gauss (KT) diperoleh nilai faktor K_T , hasil perhitungan curah hujan rencana metode distribusi probabilitas log pearson type III adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 11. Tabel Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Periode Ulang T (Tahun)	Faktor K_T	Log X_T	Hujan Rencana (mm)
2	-0,038	2,0431	110,436
5	0,828	2,1337	136,051
10	1,303	2,1834	152,541
25	1,827	2,2382	173,042
50	2,174	2,2744	188,126
100	2,493	2,3078	203,136
500	3,265	2,3886	244,670
1000	3,699	2,4339	271,586

e. Analisa Uji Kecocokan

Menurut Soewaro (1995) untuk mengevaluasi apakah distribusi frekuensi dari data sampel sesuai dengan fungsi distribusi peluang yang diasumsikan, diperlukan uji kesesuaian. Dalam proses ini, beberapa parameter yang digunakan antara lain:

1. Uji Chi-Kuadrat

Berdasarkan pendapat (Soewarno, 1995), uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menilai sejauh mana distribusi peluang yang dipilih dapat menggambarkan distribusi statistik dari data sampel. Penentuan hasil pengujian dilakukan dengan memanfaatkan parameter χ^2 , sehingga metode ini dikenal dengan nama uji Chi-Kuadrat. Nilai χ^2 diperoleh melalui rumus perhitungan yang telah ditetapkan.

$$\chi^2 = \sum_{f=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$$

Dimana:

χ^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung;

- n = Jumlah sub – kelompok;
 O_f = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke I;
 E_f = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke I.

Tingkat signifikansi (α) yang umum digunakan adalah sebesar 5%. Sementara itu, derajat kebebasan (dk) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$K = 1 + 3,3 \text{ Log } n$$

Dimana:

Dk = Derajat kebebasan;

P = Banyaknya parameter, untuk uji Chi-kuadrat adalah 2;

K = Jumlah kelas distribusi;

n = Banyaknya data.

Dalam penentuan curah hujan rencana, distribusi probabilitas yang dipilih adalah yang menghasilkan nilai simpangan maksimum paling kecil dan tidak melebihi batas simpangan kritis pada tingkat signifikansi tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi tersebut secara statistik sesuai dengan data curah hujan yang dianalisis, sehingga dapat digunakan secara andal dalam perhitungan. Kesesuaian ini umumnya diuji menggunakan metode seperti uji Kolmogorov-Smirnov. Kriteria tersebut dapat dinyatakan secara matematis melalui rumus berikut:

$$\chi^2 < \chi^2_{cr}$$

Dimana:

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung;

$\chi^2 < \chi^2_{cr}$ = Parameter Chi-Kuadrat Kritis, Lihat **Tabel 4.12**.

Tabel 4. 12. Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Kuadrat (Uji Satu Sisi)

dk	α (derajat kepercayaan)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,21	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,2070	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,86
5	0,4112	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,75
6	0,6760	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,9890	1,239	1,69	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,3440	1,646	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,7350	2,088	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,1560	2,558	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188

(Sumber: Teknik Perhitungan Debit Banjir Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, 2011)

2. Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov, yang juga dikenal sebagai uji kecocokan non-parametrik, disebut demikian karena dalam pelaksanaannya tidak bergantung pada bentuk distribusi peluang tertentu. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

❖ Susun data secara berurutan, baik dari nilai terbesar ke terkecil maupun sebaliknya, lalu tentukan nilai peluang untuk setiap data yang telah diurutkan tersebut:

- X_1 $P(X_1)$
- X_2 $P(X_2)$
- X_m $P(X_m)$
- X_n $P(X_n)$

❖ Hitung nilai peluang teoritis untuk setiap data berdasarkan hasil pemodelan distribusi (mengacu pada persamaan distribusi yang digunakan):

- X_1 $P'(X_1)$
- X_2 $P'(X_2)$
- X_m $P'(X_m)$
- X_n $P'(X_n)$

❖ Hitung selisih maksimum antara nilai peluang hasil pengamatan dan peluang teoritis dari keduanya yang diperoleh melalui rumus berikut:

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i)$$

❖ Tahap berikutnya adalah mengevaluasi apakah nilai simpangan maksimum (ΔP_i) yang diperoleh berada di bawah batas simpangan kritis (ΔP kritis). Jika ΔP_i melebihi ΔP kritis, maka distribusi probabilitas yang diuji dinyatakan tidak layak karena tidak memenuhi kriteria kesesuaian. Sebaliknya, apabila ΔP_i lebih kecil daripada ΔP kritis, distribusi tersebut dianggap sesuai dan dapat dipakai dalam analisis curah hujan rencana. Acuan nilai ΔP kritis yang digunakan ditunjukkan pada **Tabel 4.13** sebagai berikut:

Tabel 4. 13. Nilai ΔP Kritis Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

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	0,23	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	<u>1,07</u> $N^{0,5}$	<u>1,22</u> $N^{0,5}$	<u>1,36</u> $N^{0,5}$	<u>1,63</u> $N^{0,5}$

(Sumber: Teknik Perhitungan Debit Banjir Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, 2011)

Berdasarkan hasil uji kecocokan dari kedua metode yang telah dilakukan, maka rangkuman atau rekapitulasi hasilnya disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. 14. Analisa Uji Kecocokan

No	Distribusi Probabilitas	Metode Chi-Kuadrat			Metode Smirnov-Kolmogorof		
		c ² Terhitung	X ² _{cr}	Keterangan	DP Maksimum	DP Kritis	Keterangan
1	Gumbel	0,974	3,841	Diterima	0,917	0,410	Ditolak
2	Normal	3,495	3,841	Diterima	0,106	0,410	Diterima
3	Log Normal	0,344	3,841	Diterima	0,076	0,410	Diterima
4	Log Pearson Type III	1,656	3,841	Diterima	0,085	0,410	Diterima

Berdasarkan hasil uji kecocokan, Distribusi Probabilitas Normal terpilih sebagai distribusi curah hujan rencana, dengan nilai-nilai sebagai berikut:

Tabel 4. 15. Nilai Curah Hujan Rencana Terpilih

Periode Ulang T (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
2	114,45
5	138,01
10	150,34
25	162,35
50	171,93
100	179,78
500	195,2
1000	201,09

4.1.6. Analisa Debit Banjir Rencana

Perhitungan besarnya debit banjir dilakukan melalui analisis hidrologi dengan memanfaatkan beragam pendekatan. Pemilihan pendekatan tersebut bergantung pada kondisi dan karakteristik dari daerah aliran sungai (DAS), meliputi:

- a. Metode Unit Hidrograf Snyder, Nakayasu, Hasper dan Mononobe digunakan untuk DAS dengan luas sembarang.
- b. Metode Der Weduwen diterapkan khusus untuk DAS dengan luas kurang dari 100 km².

Analisis debit banjir dilakukan berdasarkan periode ulang, yaitu 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

a. Metode Unit Hydrograph Snyder

Setelah bentuk unit hidrograf diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung debit banjir yang ditimbulkan oleh hujan rencana. Dengan menggunakan distribusi hujan tersebut, kemudian dilakukan superposisi terhadap kontribusi hujan setiap jam sehingga terbentuk hidrograf banjir.

Adapun parameter - parameter perhitungan yang diperlukan untuk analisa debit banjir DAS Saluran DED Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik DAS, meliputi:

- ❖ Luas daerah aliran saluran pembuang (A) = 0,87 Km²
- ❖ Panjang saluran pembuang utama (L) = 1,54 Km
- ❖ Panjang dari pembuang ke titik berat DAS (L_C) = 0,74 Km
- ❖ Koefisien waktu (C_t) = 1.00
- ❖ Koefisien puncak (C_P) = 0.66
- ❖ Koefisien nilai n = 0.30
- ❖ Durasi hujan (tr) = 1

2. Parameter-parameter hidrograf

- ❖ Time Lag (T_p)

$$\begin{aligned}T_p &= C_t (L \times L_C)^n \\&= 1,2 (0,95 \times 0,50)^{0.3} \\&= 1,033 \text{ jam}\end{aligned}$$

❖ Lama curah hujan efektif (T_p) tergantung dari (t_e)

$$t_e = \frac{t_p}{5,5} = \frac{1,033}{5,5} = 0,188 \text{ jam}$$

$t_e > t_r = 1 \text{ jam}$, maka $T_p = t_p + 0,25 (t_r - t_e)$

$t_e < t_r = 1 \text{ jam}$, maka $T_p = t_p + 0,50 t_r$, jadi

$$T_p = t_p + 0,50 (t_r) = 1,033 + 0,50 (1,0) = 1,533 \text{ jam}$$

❖ Debit puncak (Q_p)

$$Q_p = \frac{0,275 \times C_p \times A}{T_p} = \frac{0,275 \times 0,50 \times 0,65}{1,033} = 0,058 \text{ m}^3/\text{det}$$

❖ Time base (T_b)

$$T_b = 5,0 \left(T_p + \frac{T_r}{2} \right) = 5,0 \left(1,033 + \frac{1}{2} \right) = 10,17 \text{ jam}$$

3. Metode Alexeyev

$$\lambda = \frac{(Q_p \times T_p)}{(h \times A)} = \frac{0,058 \times 1,033}{1 \times 0,65} = 0,138$$

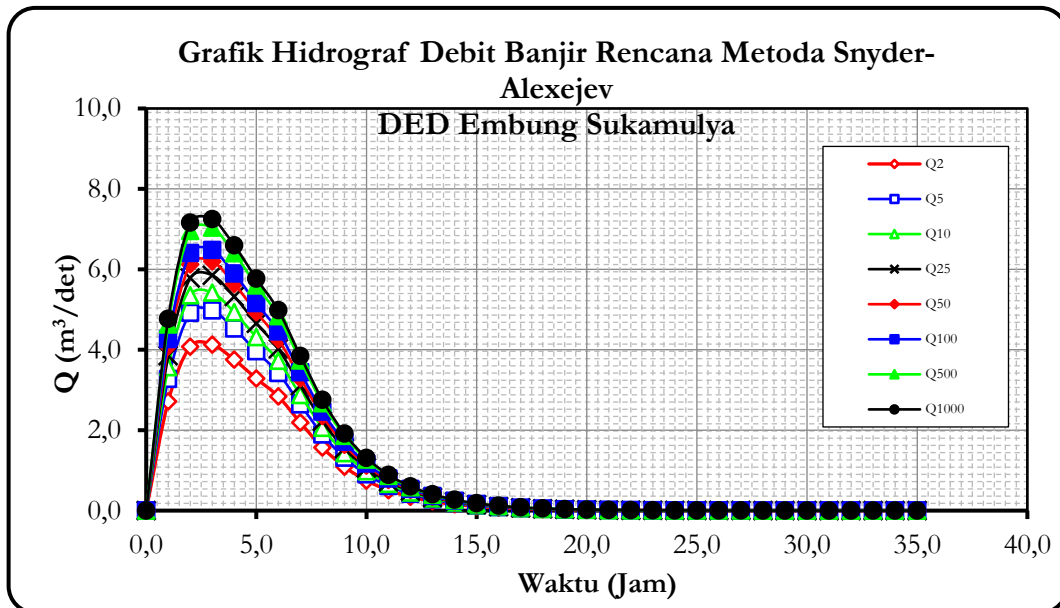
$$\alpha = 1,32 \times \lambda + 0,15 \times \lambda + 0,045 = 0,247$$

4. Perhitungan Unit Hidrograf Satuan

Rekapitulasi hasil perhitungan hidrograf banjir rancangan Metode Snyder DAS Saluran DED Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 16. Rekapitulasi Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana dengan Metode Snyder

Waktu (Jam)	Kala Ulang (Tr)							
	Q _{2th}	Q _{5th}	Q _{10th}	Q _{25th}	Q _{50th}	Q _{100th}	Q _{500th}	Q _{1000th}
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	2,71	3,27	3,57	3,85	4,08	4,26	4,63	4,77
2,00	4,08	4,91	5,35	5,78	6,12	6,40	6,95	7,16
3,00	4,13	4,97	5,42	5,85	6,20	6,48	7,04	7,25
4,00	3,75	4,52	4,93	5,32	5,64	5,89	6,40	6,59
5,00	3,28	3,96	4,31	4,66	4,93	5,16	5,60	5,77
6,00	2,84	3,42	3,72	4,02	4,26	4,45	4,84	4,98
7,00	2,19	2,64	2,87	3,10	3,29	3,44	3,73	3,84
8,00	1,57	1,89	2,06	2,22	2,35	2,46	2,67	2,75
9,00	1,09	1,31	1,43	1,54	1,64	1,71	1,86	1,91
10,00	0,75	0,90	0,98	1,06	1,12	1,17	1,27	1,31
11,00	0,51	0,61	0,66	0,72	0,76	0,79	0,86	0,89
12,00	0,34	0,41	0,45	0,48	0,51	0,54	0,58	0,60
13,00	0,23	0,28	0,30	0,33	0,34	0,36	0,39	0,40
14,00	0,15	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27
15,00	0,10	0,12	0,14	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18
16,00	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12
17,00	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
18,00	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
19,00	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
20,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
21,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
22,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
23,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	4,13	4,97	5,42	5,85	6,20	6,48	7,04	7,25



Gambar 4. 2. Hidrograf Debit Banjir Metode UH Snyder

b. Metode Unit Hydrograph Nakayasu

Adapun parameter - parameter perhitungan yang diperlukan untuk analisis debit banjir DAS Saluran DED Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik DAS, meliputi:

- ❖ Luas daerah aliran sungai (A) = 0,87 Km²
- ❖ Panjang sungai utama (L) = 1,54 Km
- ❖ Koefisien karakteristik fisik DAS (α) = 3
- ❖ Hujan netto satuan = 1 mm/jam
- ❖ Run off coefficient (C) = 0,55

2. Parameter - parameter hidrograf

- ❖ Waktu konsentrasi (Tg)

Dengan $L < 15$ Km, maka $Tg = 0,21 \times L^{0,7}$

$$Tg = 0,21 \times 0,95^{0,7} = 0,202 \text{ jam}$$

- ❖ Satuan waktu hujan (Tr)

$$Tr = 0,75 Tg$$

$$= 0,75 \times 0,202 = 0,151 \text{ jam}$$

- ❖ Tenggang waktu (Tp)

$$Tp = Tg + 0,8 \cdot Tr$$

$$= 0,202 + 0,8 \times 0,151 = 0.323 \text{ jam}$$

❖ Waktu penurunan debit, dari debit puncak sampai dengan menjadi

$$0,3 Q_{maks} (T_{0,3})$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot Tg$$

$$= 3,0 \times 0,202 = 0,606 \text{ jam}$$

❖ Debit puncak (QP)

$$Q_P = \frac{C \cdot A \cdot R_0}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})}$$

$$= \frac{0.3 \times 0.65 \times 1}{3,6(0,3 \times 0,323 + 0,606)} = 0,08 \text{ m}^3/\text{det}$$

3. Durasi waktu yang diperlukan

❖ Waktu lengkung naik ($0 \leq t \leq T_p$) $\rightarrow 0 < t < 0,323$

Persamaan lengkung hidrograf unit satuan yang digunakan adalah:

$$Q_a = Q_P \cdot \left(\frac{1}{T_p} \right)^{2,4}$$

❖ Waktu lengkung turun 1 ($T_p \leq t \leq T_p + T_{0,3}$) $\rightarrow 0,323 \leq t \leq 0,929$

Persamaan lengkung hidrograf unit satuan yang digunakan adalah:

$$Q_{d1} = Q_P \cdot 0,3^{\left(\frac{1-T_p}{T_{0,3}} \right)}$$

❖ Waktu lengkung turun 2 ($T_p + T_{0,3} \leq t \leq T_p + 1,5 T_{0,3}$) $\rightarrow 0,929 \leq t \leq 1,838$

Persamaan lengkung hidrograf unit satuan yang digunakan adalah:

$$Q_{d2} = Q_P \cdot 0,3^{\left(\frac{1-T_p+0,5}{1,5 \cdot T_{0,3}} \right)}$$

❖ Waktu lengkung turun 3 ($t \geq T_p + 1,5 T_{0,3}$) $\rightarrow t \geq 1,838$

Persamaan lengkung hidrograf unit satuan yang digunakan adalah:

$$Q_{d3} = Q_P \cdot 0,3^{\left(\frac{1-T_p+1,5 T_{0,3}}{2 \cdot T_{0,3}} \right)}$$

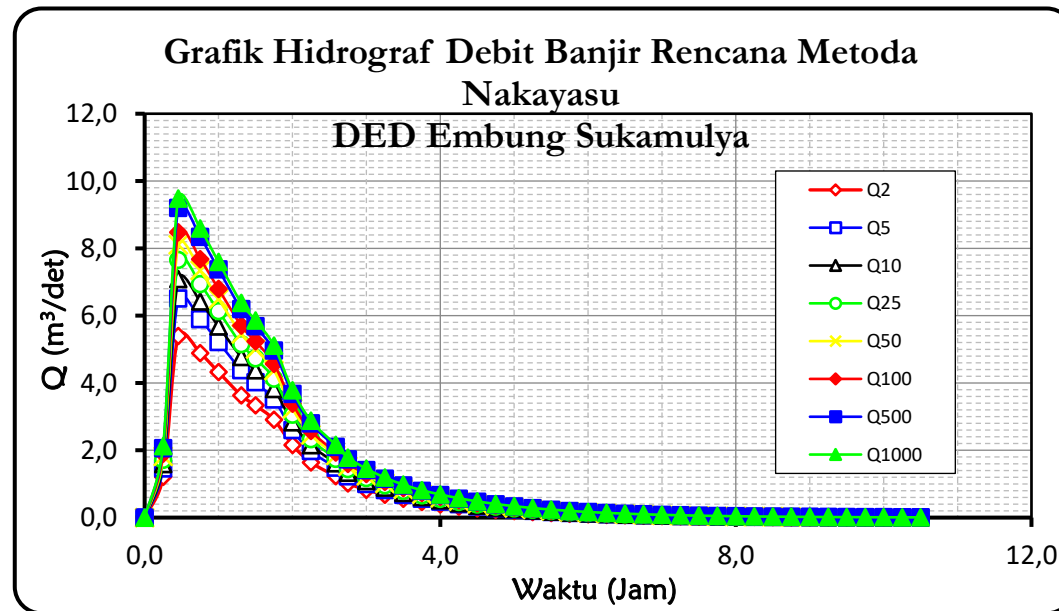
4. Perhitungan Unit Hidrograf Satuan.

Rekapitulasi hasil perhitungan hidrograf banjir Metode Nakayasu DAS

Saluran Pembuang DED Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 17. Rekapitulasi Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana dengan Metode Nakayasu

Waktu (Jam)	Kala Ulang (Tr)							
	Q _{2th}	Q _{5th}	Q _{10th}	Q _{25th}	Q _{50th}	Q _{100th}	Q _{500th}	Q _{1000th}
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	1,21	1,46	1,59	1,72	1,82	1,90	2,06	2,13
0,45	5,39	6,51	7,09	7,65	8,10	8,47	9,20	9,48
0,75	4,89	5,89	6,42	6,93	7,34	7,68	8,34	8,59
1,00	4,32	5,21	5,68	6,13	6,49	6,79	7,37	7,60
1,31	3,63	4,38	4,77	5,15	5,45	5,70	6,19	6,38
1,50	3,33	4,02	4,38	4,73	5,01	5,24	5,69	5,86
1,75	2,91	3,51	3,82	4,13	4,37	4,57	4,96	5,11
2,00	2,15	2,60	2,83	3,06	3,24	3,38	3,67	3,79
2,25	1,64	1,98	2,15	2,33	2,46	2,58	2,80	2,88
2,59	1,23	1,48	1,62	1,74	1,85	1,93	2,10	2,16
2,75	1,01	1,22	1,33	1,44	1,52	1,59	1,73	1,78
3,00	0,83	1,00	1,09	1,17	1,24	1,30	1,41	1,45
3,25	0,68	0,82	0,89	0,96	1,02	1,06	1,15	1,19
3,50	0,56	0,67	0,73	0,79	0,84	0,88	0,95	0,98
3,75	0,46	0,56	0,61	0,66	0,70	0,73	0,79	0,81
4,00	0,39	0,47	0,51	0,55	0,59	0,61	0,67	0,69
4,25	0,33	0,40	0,43	0,47	0,49	0,52	0,56	0,58
4,50	0,27	0,33	0,36	0,39	0,41	0,43	0,47	0,48
4,75	0,23	0,28	0,30	0,33	0,35	0,36	0,39	0,40
5,00	0,19	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,33	0,34
5,25	0,16	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,28	0,28
5,50	0,14	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24
5,75	0,11	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
6,00	0,10	0,11	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17
6,25	0,08	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14
6,50	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12
6,75	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10
7,00	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
7,25	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
7,50	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
7,75	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
8,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
8,25	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8,50	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
8,75	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
9,000	0,011	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,020	0,020
9,250	0,010	0,012	0,013	0,014	0,014	0,015	0,016	0,017
9,500	0,008	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,014	0,014
9,750	0,007	0,008	0,009	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012
10,000	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010	0,010
10,250	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008
10,500	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007
Max	5,39	6,51	7,09	7,65	8,10	8,47	9,20	9,48



Gambar 4. 3. Hidrograf Debit Banjir Metode UH Nakayasu

c. Metode Der Weduwen

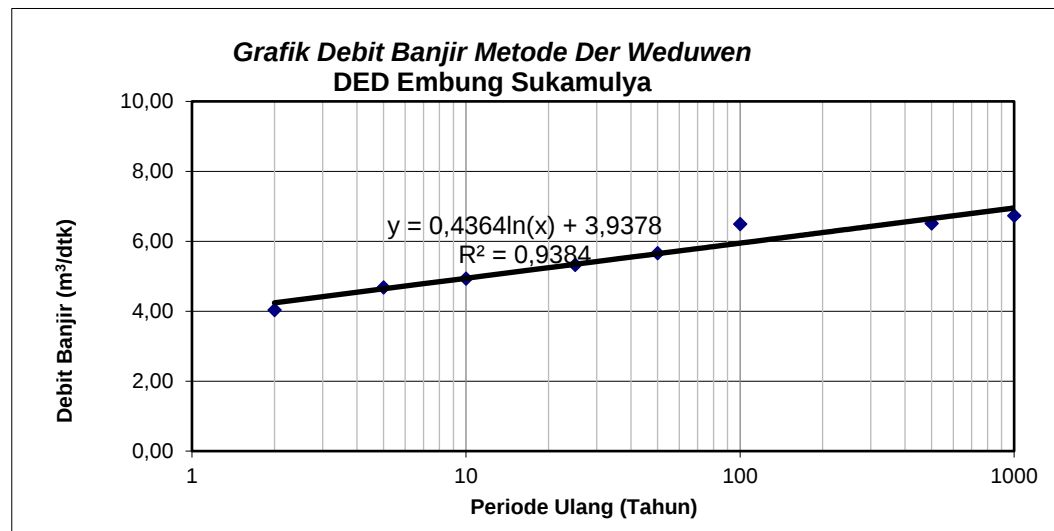
Adapun parameter - parameter perhitungan yang diperlukan untuk analisis debit banjir DAS Saluran DED Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

- ❖ Luas daerah aliran sungai (f) = 0,87 Km²
- ❖ Beda tinggi hulu dan ujung sungai (ΔH) = 0,007 Km

- ❖ Panjang sungai (L) = 1,54 km
- ❖ Kemiringan sungai (i) = 0,0051

Tabel 4. 18. Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Der Weduwen

Periode Ulang (Tahun)	R_{Tr} (mm)	t (Jam)	Q_{Tr} (m ³ /dtk)
2	114,45	1,21	4,03
5	138,01	1,19	4,68
10	150,34	1,18	4,93
25	162,35	1,17	5,32
50	171,93	1,16	5,66
100	195,20	1,14	6,49
500	195,20	1,14	6,51
1000	201,09	1,14	6,73



Gambar 4. 4. Grafik Debit Banjir Metode Der Weduwen

d. Metode Hasper

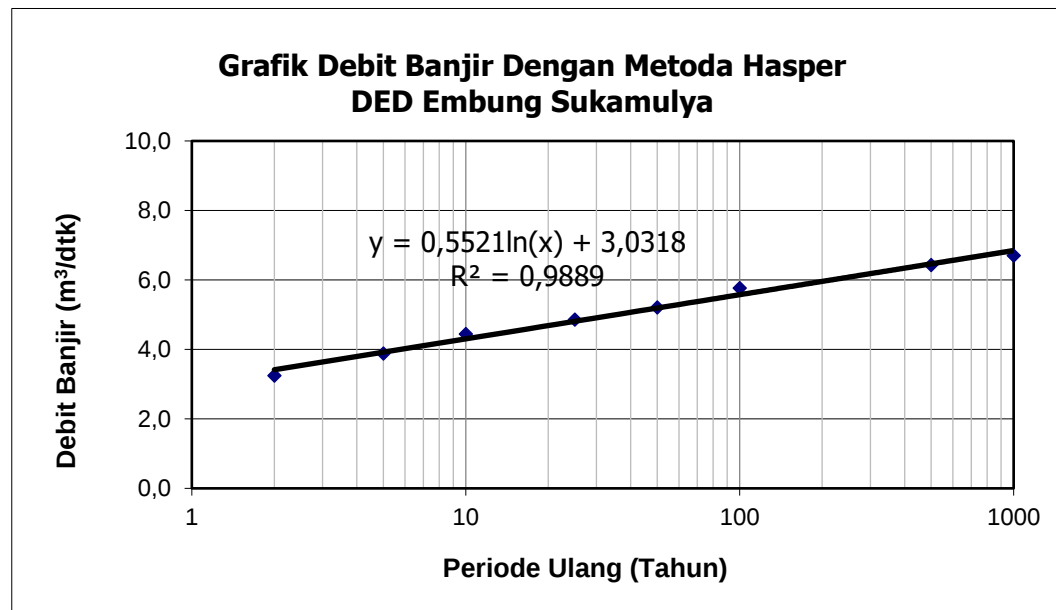
Adapun parameter - parameter perhitungan yang diperlukan untuk analisis debit banjir DAS Saluran DED Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

- ❖ Luas daerah aliran sungai (f) = 0,87 Km²
- ❖ Beda tinggi hulu dan ujung sungai (ΔH) = 7,00 m
- ❖ Panjang sungai (L) = 1,54 km
- ❖ Kemiringan sungai (i) = 0,0051

- ❖ Koefisien runoff (α) = 0,946
- ❖ Waktu Konsentrasi (T) = 0,690 jam
- ❖ Koefisien reduksi © = 0,987

Tabel 4. 19. Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Hasper

Periode Ulang (Tahun)	R_{Tr} (mm)	r (mm)	q ($m^3/km^2/dtk$)	Q_{Tr} (m^3/dtk)
2	114,450	53,00	4,08	3,32
5	138,010	62,56	4,82	3,92
10	150,340	67,40	5,42	4,41
25	162,350	72,01	5,80	4,71
50	171,930	75,62	6,09	4,95
100	179,780	78,53	6,61	5,38
500	195,200	84,14	7,09	5,76
1000	201,090	86,25	7,26	5,91



Gambar 4. 5. Grafik Debit Banjir Metode Hasper

e. Metode Mononobe

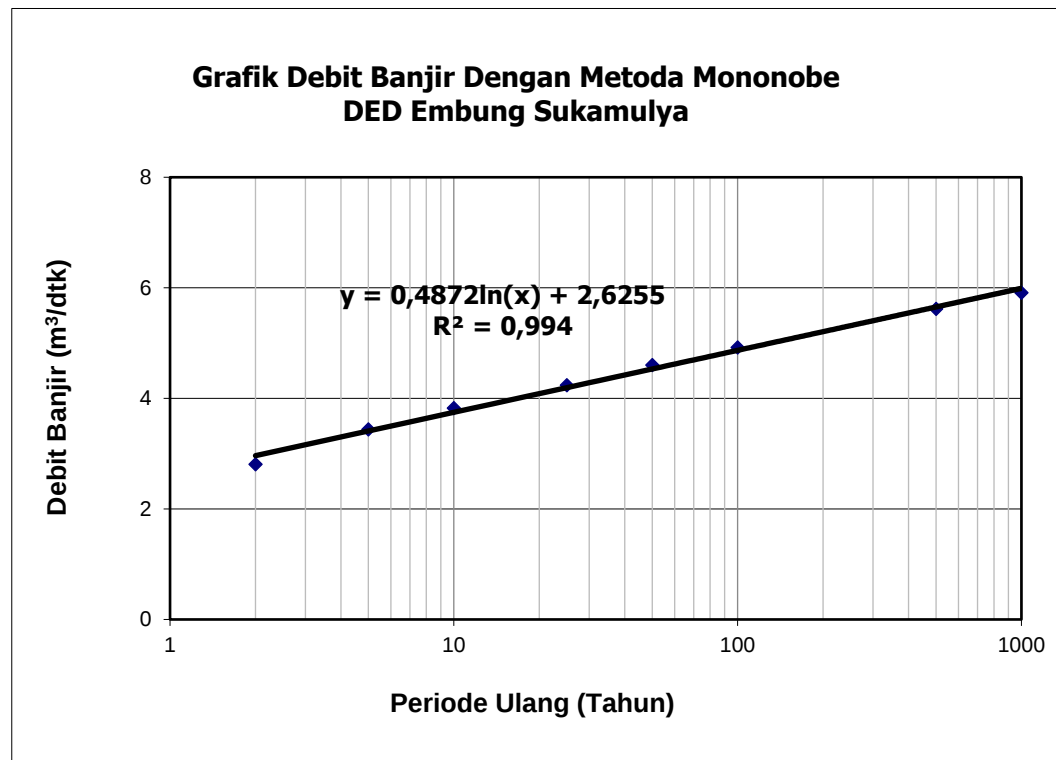
Adapun parameter - parameter perhitungan yang diperlukan untuk analisis debit banjir DAS Saluran DED Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

- ❖ Luas daerah aliran sungai (f) = 0,87 Km²
- ❖ Beda tinggi hulu dan ujung sungai (ΔH) = 0,007 Km
- ❖ Panjang sungai (L) = 1,54 km

- ❖ Koefisien pengaliran (a) = 0,95
- ❖ Kecepatan aliran (V) = 2,83 Km/jam
- ❖ Waktu (t) = 0,54 jam

Tabel 4. 20. Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Mononobe

Periode Ulang (Tahun)	R _{Tr} (mm)	r (mm/jam)	Q _{Tr} (m ³ /dtk)
2	114,450	59,54	2,88
5	138,010	71,79	3,48
10	150,340	78,21	3,79
25	162,350	84,45	4,09
50	171,930	89,44	4,33
100	179,780	93,52	4,53
500	195,200	101,54	4,92
1000	201,090	104,61	5,07



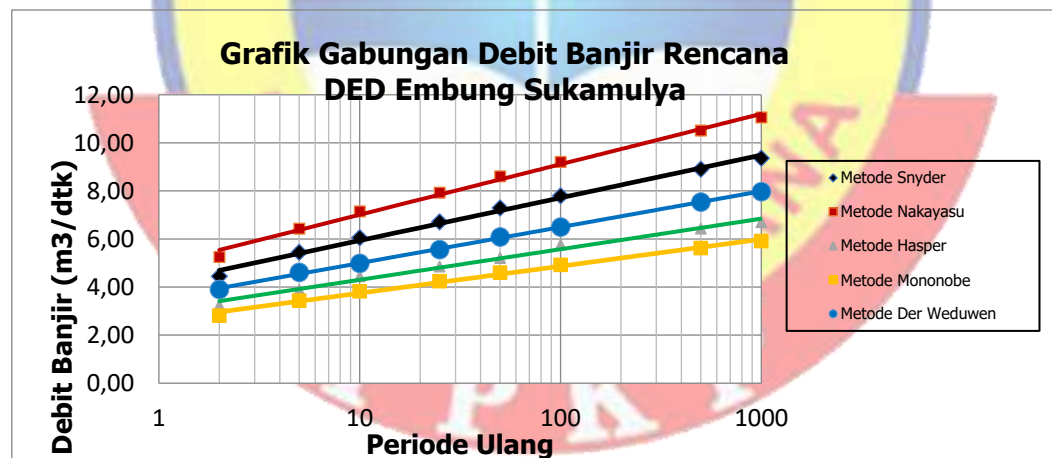
Gambar 4. 6. Grafik Debit Banjir Metode Mononobe

f. Rangkuman Hasil Analisa Debit Banjir Rencana

Rangkuman hasil analisis debit banjir DAS Saluran Pembuang DED Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 21. Rangkuman Hasil Analisis Debit Banjir

Periode Ulang (Tahun)	R _{Tr} (mm)	Debit Banjir (m ³ /detik)				
		Snyder	Nakayasu	Der Weduwen	Hasper	Mononobe
2	114,45	4,13	5,39	4,03	3,32	2,88
5	138,01	4,97	6,51	4,68	3,92	3,48
10	150,34	5,42	7,09	4,93	4,41	3,79
25	162,35	5,85	7,65	5,32	4,71	4,09
50	171,93	6,20	8,10	5,66	4,95	4,33
100	179,78	6,48	8,47	6,49	5,38	4,53
500	195,20	7,04	9,20	6,51	5,76	4,92
1000	201,09	7,25	9,48	6,73	5,91	5,07



Gambar 4. 7. Grafik Rangkuman Hasil Analisis Debit Banjir

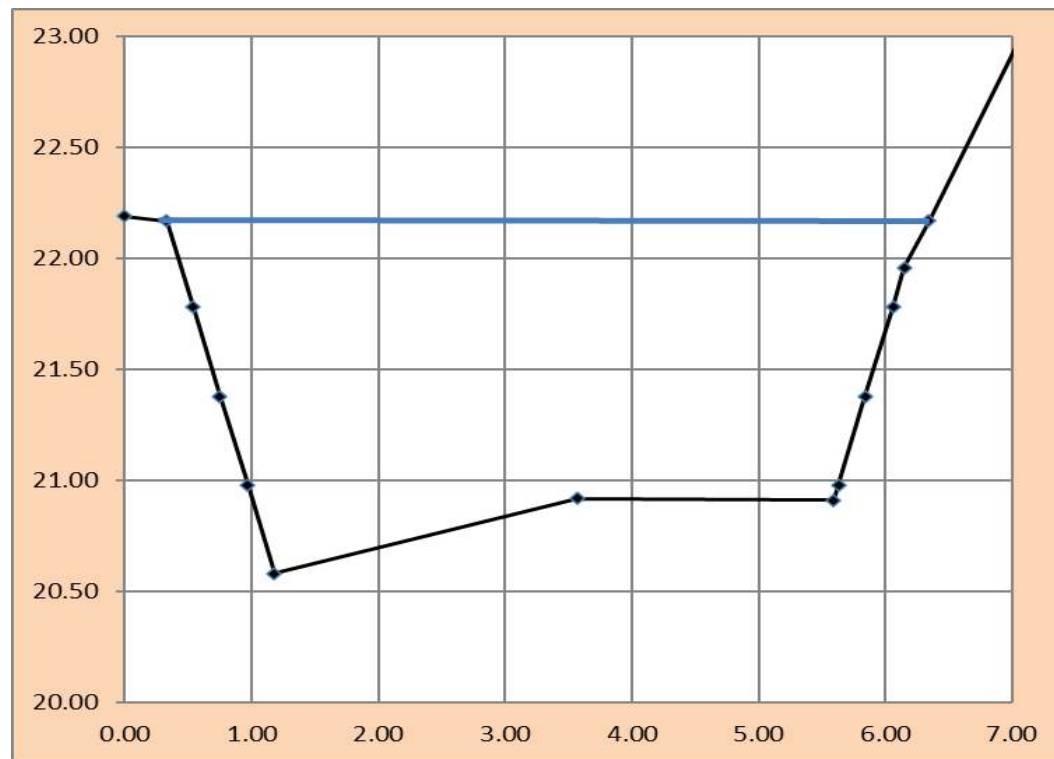
4.1.7. Kalibrasi Debit Banjir Rencana

Kalibrasi debit banjir rencana merupakan tahapan penting dalam perancangan embung yang bertujuan untuk memastikan bahwa model hidrologi yang digunakan mampu merepresentasikan kondisi aktual di lapangan secara akurat. Proses ini dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi model terhadap data observasi debit sungai atau curah hujan historis, sehingga parameter - parameter model seperti koefisien limpasan, waktu konsentrasi dan karakteristik DAS dapat disesuaikan secara iteratif hingga diperoleh kesesuaian yang optimal. Kalibrasi yang baik akan meningkatkan keandalan perhitungan debit banjir rencana, yang selanjutnya menjadi dasar dalam menentukan kapasitas tampungan embung, dimensi saluran pelimpah, serta strategi pengendalian banjir secara keseluruhan. Dengan demikian, kalibrasi berperan penting dalam menjamin bahwa embung yang dirancang mampu mereduksi puncak banjir secara efektif dan berfungsi sesuai tujuan pengendalian banjir di wilayah perencanaan.

Penampang saluran pembuang pada DED Embung Sukamulya (outlet) dirancang dengan bentuk melengkung guna menyesuaikan karakteristik aliran debit yang keluar dari embung. Desain ini dipilih untuk memastikan aliran dapat mengalir secara lebih stabil dan efisien, serta meminimalkan potensi erosi pada struktur saluran.



Gambar 4. 8. Kondisi Eksisting Saluran Pembuang DED Embung Sukamulya



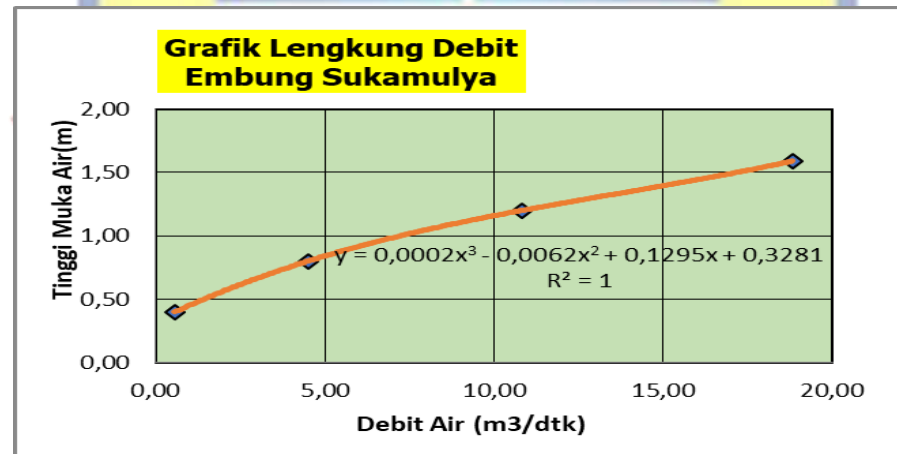
Gambar 4. 9. Penampang Saluran Pembuang DED Embung Sukamulya

Dengan kedalaman air (H) dari 0 sampai dengan 1.60 m (Kedalaman Saluran Pembuang) diperoleh debit Saluran Pembuang DED Embung Sukamulya seperti tabel berikut ini:

Tabel 4. 22. Hasil Perhitungan Lengkung Debit Saluran Pembuang DED Embung Sukamulya

No	h (m)	B (m)	A (m ²)	P (m)	R	S (%)	n	V (m/dtk)	Q-Kap (m ³ /dtk)	Keterangan
1	0,40	4,66	0,72	4,97	0,15	0,505	0,025	0,79	0,57	
2	0,80	5,09	2,67	5,87	0,46	0,505	0,025	1,68	4,50	
3	1,20	5,52	4,80	6,78	0,71	0,505	0,025	2,26	10,82	
4	1,59	6,01	7,04	7,71	0,91	0,505	0,025	2,67	18,82	

Berdasarkan nilai debit tersebut kemudian digambarkan lengkung debit sebagai berikut:



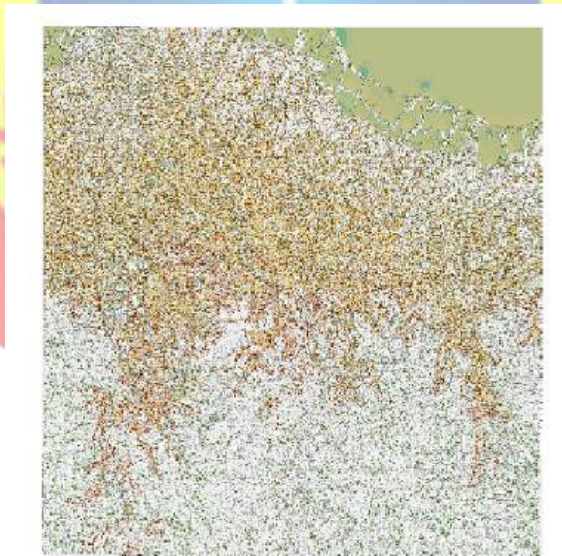
Gambar 4. 10. Lengkung Debit Saluran Pembuang DED Embung Sukamulya

Berdasarkan kurva hubungan antara tinggi muka air dan debit (lengkung debit), diperoleh bahwa pada kedalaman air 0,90 meter, hasil perhitungan dengan metode coba - coba menghasilkan debit sebesar 5,110 m³/detik. Nilai debit ini identik dengan debit banjir rencana untuk periode ulang 2 tahun (Q₂).

Dari berbagai metode yang digunakan dalam analisis debit banjir, nilai Q_{2th} yang paling mendekati hasil perhitungan debit sebesar 5,110 m³/detik diperoleh dari metode Unit Hidrograf Nakayasu, yaitu sebesar 5,25 m³/detik (lihat Tabel 4.10). Oleh karena itu, dalam analisis hidrolika untuk penentuan debit banjir rencana, digunakan metode Unit Hidrograf Nakayasu sebagai dasar perhitungan.

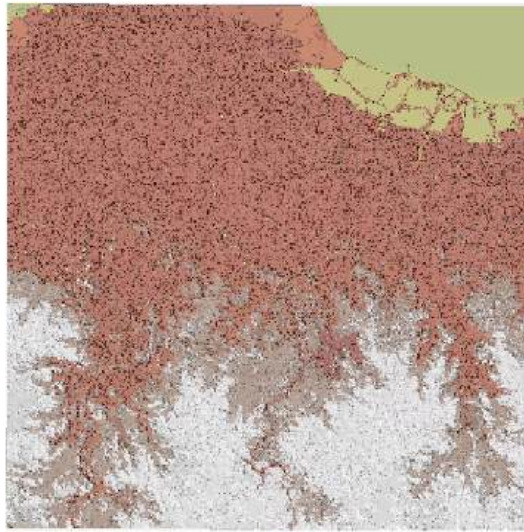
4.1.8. Pemodelan Kondisi Menggunakan Aplikasi HEC-HMS

Pemodelan menggunakan aplikasi HEC-HMS berfungsi sebagai sarana untuk melihat kondisi eksisting daerah rawan tergenang yang ditinjau dari data terrain dan data processing sink yang dilakukan melalui aplikasi HEC-HMS. Selain itu, sebagai patokan adapun daerah batas DAS dan posisi embung yang ditinjau dari aplikasi bantuan seperti Google Earth.



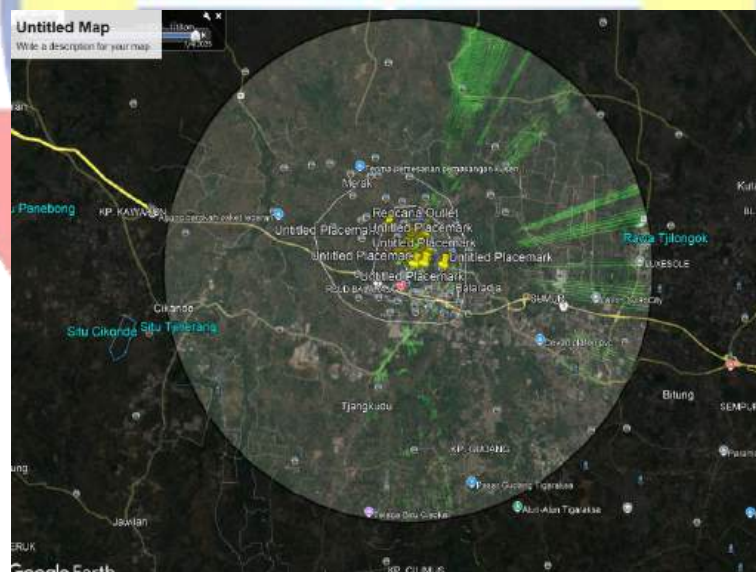
Gambar 4. 11. Data Terrain HEC-HMS

Data terrain pada HEC-HMS merupakan informasi topografi berupa model elevasi digital (DEM) yang digunakan untuk membentuk batas daerah aliran sungai, jaringan aliran, serta perhitungan parameter hidrologi secara spasial.



Gambar 4. 12. Data Sink HEC-HMS

Data sink pada HEC-HMS merupakan titik terendah dalam suatu wilayah tangkapan air yang berfungsi sebagai lokasi keluaran aliran (outflow) dari suatu sub-basin atau jaringan sungai.



Gambar 4. 13. Data Viewshed Google Earth

Data viewshed pada Google Earth menunjukkan area yang dapat terlihat dari suatu titik pengamatan tertentu, berdasarkan analisis elevasi permukaan lahan di sekitarnya.

4.2. Analisa Hidrolika

4.2.1. Umum

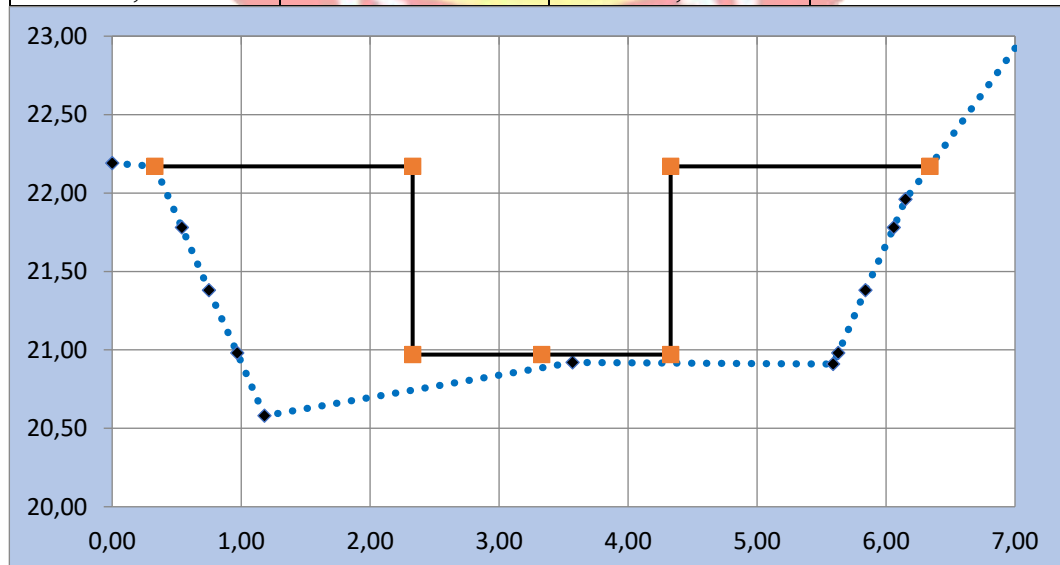
Rencana pengembangan Embung Sukamulya sebagai ruang publik akan membutuhkan fungsi tidak hanya sebagai bangunan pengendali banjir tetapi fungsi - fungsi lain yang akan meningkatkan pemanfaatannya.

4.2.2. Analisa Kapasitas Penampang Saluran Pembuangan Embung

Penampang yang dibuat lengkung debit adalah saluran pembuang pada patok 7, dengan luas penampang basah saluran sebagai berikut:

Tabel 4. 23. Penampang Desain Kapasitas Saluran Outlet Embung

Jarak Eksisting (m)	Jarak Desain (m)	Elevasi Eksisting (m)	Elevasi Desain (m)
0,00	0,33	22,19	22,17
0,33	2,33	22,17	22,17
0,54	2,33	21,78	20,97
0,75	3,33	21,38	20,97
0,97	4,33	20,98	20,97
1,18	4,33	20,58	22,17
3,57	6,34	20,92	22,17
5,59		20,91	
5,63		20,98	
5,84		21,38	
6,06		21,78	
6,15		21,96	
6,34		22,17	
7,48		23,47	



Dengan kedalaman air (h) dari 0,00 m sampai dengan 0,90 m diperoleh debit kapasitas saluran sebagai berikut:

Tabel 4. 24. Hasil Perhitungan Kapasitas Saluran

No	w (m)	h (m)	B (m)	A (m ²)	P (m)	R	S (%)	n	V (m/dtk)	Q-Kap (m ³ /dtk)	Keterangan
P.7	0,30	0,90	2,00	1,80	3,80	0,47	0,51	0,020	2,16	3,89	

4.2.3. Desain Dimensi Embung

Berdasarkan analisa untuk mengatasi debit banjir rencana periode ulang 25 tahun, direncanakan adanya pembuatan embung dan kebutuhan pompa sebagai berikut:

Dimensi Saluran Outlet:

Lebar (B) = 2,00 m
 Kedalaman (h) = 0,90 m
 Kapasitas Saluran (Q_{kap}) = 3,89 m³/dtk

Danau/Kolam Retensi:

Luas Kolam = 10.000,00 m²
 Tinggi Air = 5,00 m
 Volume Retensi = 50.000,00 m³

Tabel 4. 25. Kebutuhan Volume Embung dan Jumlah Pompa Untuk Penanganan Banjir / Genangan

Periode Ulang T (Tahunan)	Saluran Outlet		Pompa Air, Kap 1000 m ³ /jam		Kolam Retensi				Keterangan
	Lebar (m)	Dalam (m)	Perlu Pompa (Unit)	Waktu Operasi Pompa (Jam)	Volume Yang Diperlukan (m ³)	Luas Areal (m ²)	Kedalaman Kolam (m ²)	Volume Kolam (m ³)	
25	2,00	0,90	5,00	6,84	41057,71	10000,00	5,00	50000,00	

Dimensi Saluran Outlet:

Kapasitas Pompa = 1200 m³/jam

Jumlah Pompa = 5 Unit

Waktu Pengoperasian Pompa = 6,84 Jam

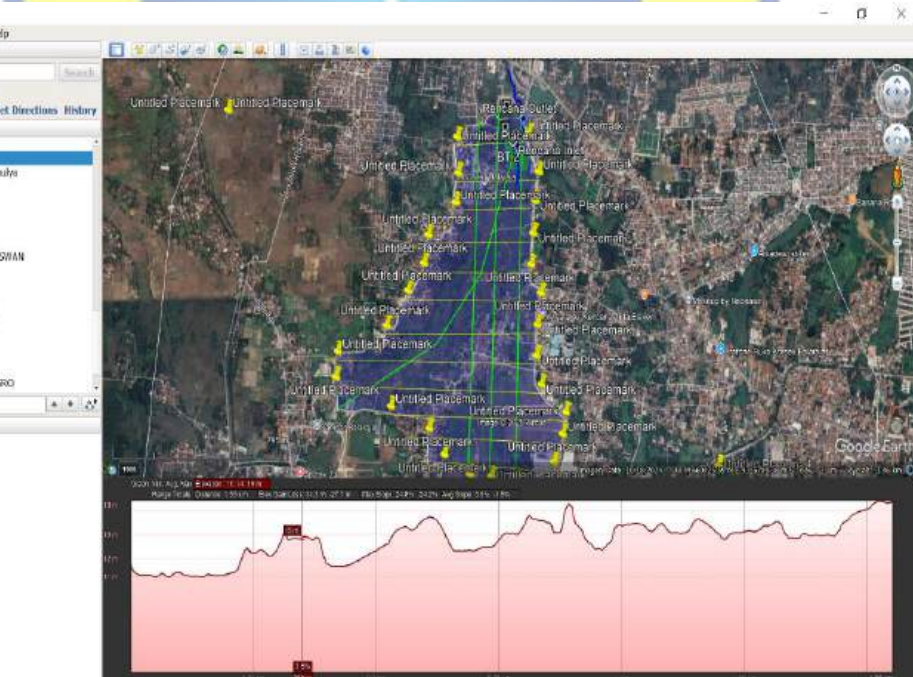
Tabel 4. 26. Hasil Analisa Embung Sukamulya Q = 25 Tahun

Waktu (Jam)	Debit		Kondisi	Qkolam Retensi (m ³ /det)	Volume Kolam Retensi (m3)	Volume Pompa (m3)
	Q _{25th} (m ³ /det)	Q-kap (m ³ /det)				
0,00	0,000	3,89	Tdk Meluap	0,000	0,000	
1,00	1,716	3,89	Tdk Meluap	0,000	0,000	
2,00	7,653	3,89	Meluap	3,766	6779,075	
3,00	6,934	3,89	Meluap	3,047	12264,306	
4,00	6,132	3,89	Meluap	2,246	9527,728	
5,00	5,151	3,89	Meluap	1,264	6318,434	
6,00	4,729	3,89	Meluap	0,842	3792,245	
7,00	4,125	3,89	Meluap	0,239	1946,113	
8,00	3,056	3,89	Tdk Meluap	0,000	429,805	
9,00	2,326	3,89	Tdk Meluap			5618,91
10,00	1,744	3,89	Tdk Meluap			6000,00
11,00	1,439	3,89	Tdk Meluap			6000,00
12,00	1,172	3,89	Tdk Meluap			6000,00
13,00	0,960	3,89	Tdk Meluap			6000,00
14,00	0,792	3,89	Tdk Meluap			6000,00
15,00	0,658	3,89	Tdk Meluap			6000,00
16,00	0,555	3,89	Tdk Meluap			
17,00	0,465	3,89	Tdk Meluap			
18,00	0,390	3,89	Tdk Meluap			
19,00	0,327	3,89	Tdk Meluap			
20,00	0,274	3,89	Tdk Meluap			
21,00	0,230	3,89	Tdk Meluap			
22,00	0,192	3,89	Tdk Meluap			
23,00	0,161	3,89	Tdk Meluap			
24,00	0,135	3,89	Tdk Meluap			
25,00	0,113	3,89	Tdk Meluap			
26,00	0,095	3,89	Tdk Meluap			
27,00	0,080	3,89	Tdk Meluap			
28,00	0,067	3,89	Tdk Meluap			
29,00	0,056	3,89	Tdk Meluap			
30,00	0,047	3,89	Tdk Meluap			
31,00	0,039	3,89	Tdk Meluap			
32,00	0,033	3,89	Tdk Meluap			
33,00	0,028	3,89	Tdk Meluap			
34,00	0,023	3,89	Tdk Meluap			
35,00	0,019	3,89	Tdk Meluap			
36,00	0,016	3,89	Tdk Meluap			
37,00	0,014	3,89	Tdk Meluap			
38,00	0,011	3,89	Tdk Meluap			
39,00	0,010	3,89	Tdk Meluap			
40,00	0,008	3,89	Tdk Meluap			
41,00	0,007	3,89	Tdk Meluap			
42,00	0,006	3,89	Tdk Meluap			
43,00	0,003	3,89	Tdk Meluap			
44,00	0,000	3,89	Tdk Meluap			
Max	7,653		Jumlah	11,405	41057,71	41618,91

Modelan Kondisi Menggunakan Aplikasi Google Earth

Fitur *Show Elevation Profile* pada Google Earth merupakan alat yang berguna untuk menganalisis perubahan ketinggian sepanjang suatu jalur yang ditentukan oleh pengguna, baik itu berupa lintasan jalan, jalur pendakian, aliran sungai. Dengan mengaktifkan fitur ini setelah menggambar suatu jalur di atas permukaan bumi, Google Earth akan menampilkan grafik di bagian bawah layar yang menunjukkan perubahan tinggi permukaan bumi dari awal hingga titik akhir jalur tersebut. Informasi ini sangat berguna sebagai bidang, seperti perencanaan teknis dan sipil, studi lingkungan transportasi, kegiatan geospasial, hingga kebutuhan rekreasi seperti trekking rute pendakian atau bersepeda. Elevation profile yang ditampilkan menunjukkan jarak horizontal total, elevasi minimum dan maksimum, serta lereng sepanjang jalur, yang semuanya sangat penting untuk analisis topografi dan pengambilan keputusan berbasis medan.

bagai bidang, seperti perencanaan teknis dan sipil, studi transportasi, kegiatan geospasial, hingga kebutuhan rekreasi. Elevasi profile yang dihasilkan menunjukkan rute pendakian atau bersepeda. Elevation profile yang dihasilkan menunjukkan jarak horizontal total, elevasi minimum dan maksimum, serta kemiringan lereng sepanjang jalur, yang semuanya sangat penting dalam analisis topografi dan pengambilan keputusan berbasis medan.



Gambar 4. 14. Elevasi Panjang DAS Menggunakan Google Earth

4.3. Stabilitas Konstruksi

4.3.1. Umum

Dalam merancang stabilitas suatu konstruksi, terdapat beberapa gaya utama yang harus diperhitungkan guna memastikan bangunan dapat bertahan dengan aman dalam berbagai kondisi. Gaya - gaya tersebut meliputi berat sendiri bangunan yang bekerja secara vertikal ke bawah dan memberikan kontribusi terhadap kestabilan, tekanan air atau gaya hidrostatis yang dapat memberikan dorongan lateral terutama pada struktur yang bersinggungan langsung dengan air, tekanan tanah yang timbul akibat beban lateral dari massa tanah disekitar struktur, serta gaya gempa yang bersifat dinamis dan dapat menimbulkan beban mendadak dari arah horizontal. Agar bangunan dinyatakan stabil, maka perlu dipastikan bahwa struktur tidak mengalami tiga hal utama yang menjadi indikator ketidakstabilan. Pertama, bangunan harus mampu menahan momen penggulingan yang ditimbulkan oleh gaya lateral, sehingga tidak terjadi rotasi atau overturning. Kedua, struktur harus cukup kuat terhadap gaya geser agar tidak mengalami perpindahan mendatar atau sliding. Ketiga, fondasi dan tanah di bawah bangunan harus mampu mendukung beban tanpa menyebabkan penurunan berlebihan atau settlement yang dapat mengganggu fungsi maupun keamanan struktur. Dengan memperhatikan ketiga aspek tersebut dalam perencanaan dan analisis, stabilitas konstruksi dapat dijamin secara menyeluruh.

4.3.2. Gaya – Gaya Pengaruh

Dalam analisa stabilitas suatu konstruksi, terdapat gaya - gaya pengaruh yang wajib diperhitungkan karena dapat memengaruhi kinerja struktur baik secara vertikal maupun horizontal. Gaya - gaya tersebut meliputi berat sendiri bangunan yang memberikan gaya tekan ke bawah, serta tekanan air, tekanan tanah dan gaya gempa yang bekerja sebagai gaya lateral dan dapat menyebabkan ketidakstabilan. Keberadaan gaya - gaya ini dapat menimbulkan risiko terhadap struktur jika tidak ditangani dengan tepat. Oleh karena itu, sebuah bangunan dikatakan stabil apabila memenuhi tiga kriteria utama, yaitu tidak mengalami penggulingan (overturning), tidak bergeser secara horizontal (sliding) dan tidak mengalami penurunan berlebihan (settlement). Ketiga syarat tersebut menjadi dasar dalam perencanaan

fondasi dan sistem penahan gaya luar untuk memastikan keamanan dan keandalan struktur secara keseluruhan.

a. Gaya Akibat Tekanan Air (Gaya Hidrostatik)

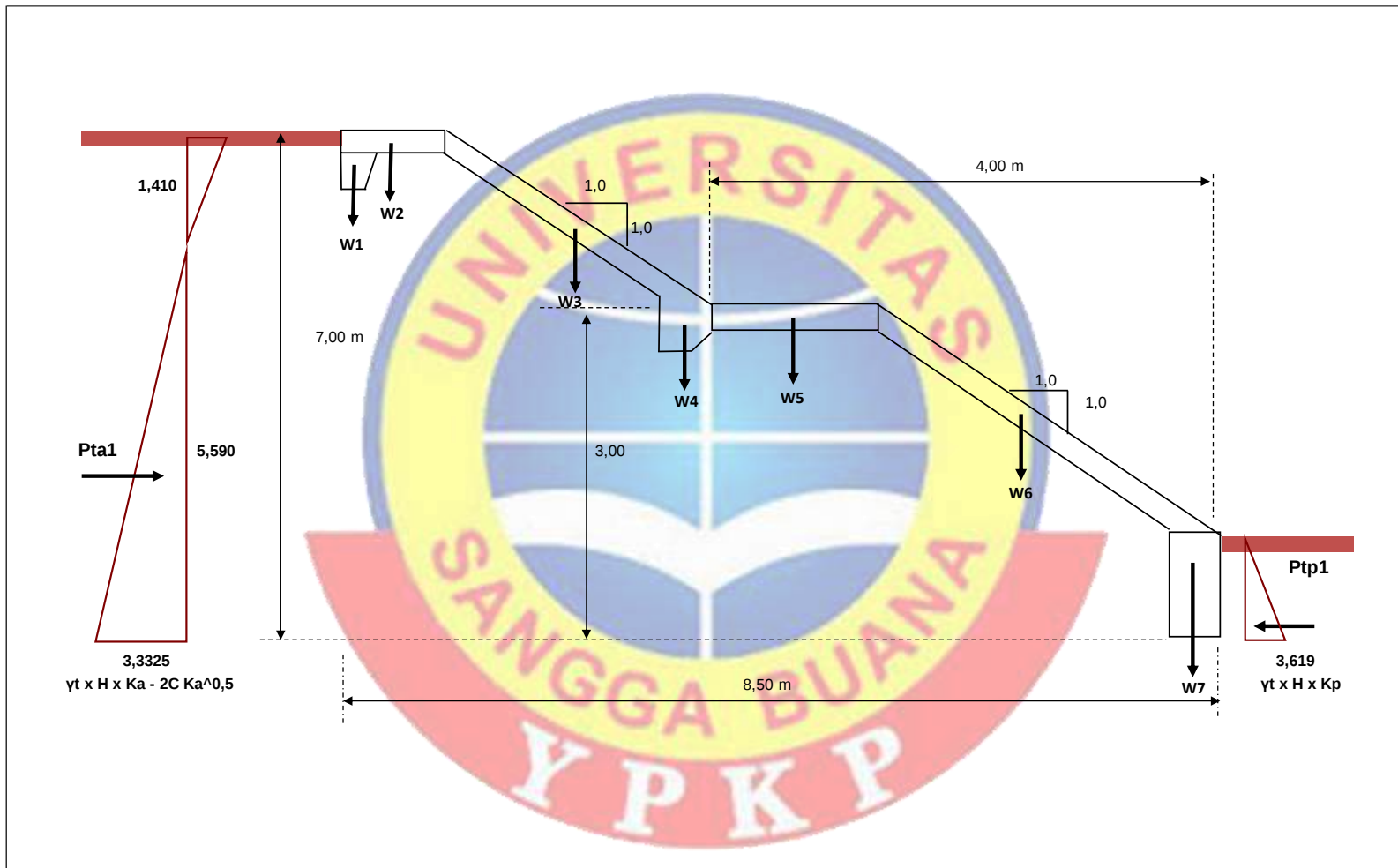
Gaya akibat tekanan air atau yang dikenal sebagai gaya hidrostatik, merupakan gaya lateral yang bekerja pada permukaan struktur yang bersentuhan langsung dengan air, seperti dinding penahan tanah atau pondasi bawah tanah dan besarnya bergantung pada kedalaman serta massa jenis air. Gaya ini cenderung mendorong struktur ke arah luar dan harus diperhitungkan secara cermat agar tidak menyebabkan penggulingan atau pergeseran, terutama pada konstruksi didaerah dengan muka air tanah tinggi atau yang berada di lingkungan basah.

b. Gaya Akibat Tekanan Tanah

Gaya akibat tekanan tanah adalah gaya lateral yang timbul dari massa tanah yang menekan permukaan struktur, seperti pada dinding penahan atau elemen bawah tanah dan nilainya bergantung pada jenis tanah, kepadatan, kemiringan, serta kedalaman tanah tersebut. Tekanan ini dapat bersifat aktif, pasif, atau netral, tergantung pada kondisi pergerakan struktur terhadap tanah, dan jika tidak direncanakan dengan baik, dapat menyebabkan kegagalan struktural seperti penggulingan atau pergeseran dinding.

c. Gaya Sebagai Akibat Gempa

Gaya sebagai akibat gempa merupakan gaya dinamis yang muncul akibat percepatan tanah selama gempa bumi dan bekerja secara horizontal maupun vertikal pada struktur bangunan. Besarnya gaya ini dipengaruhi oleh massa bangunan, kondisi tanah, bentuk serta kekakuan struktur, dan intensitas gempa yang terjadi. Gaya ini dapat menimbulkan respons berupa getaran, deformasi, hingga pergeseran antar lantai yang berpotensi menyebabkan kerusakan serius. Oleh karena itu, dalam perencanaan struktur, gaya gempa harus diperhitungkan melalui pendekatan analisis gempa, baik secara statik ekuivalen maupun dinamis, guna menentukan sistem struktur yang sesuai. Tanpa perencanaan yang tepat, gaya gempa dapat mengakibatkan kegagalan struktural bahkan keruntuhan total, sehingga penerapan sistem tahan gempa seperti elemen daktail, sambungan fleksibel, dan fondasi yang mampu meredam getaran menjadi sangat penting.



Gambar 4.15. Diagram Pembebanan Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya

Tabel 4. 27. Gaya - Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya (Kondisi Air Kering)

Gaya -Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya (Kondisi Kering)												
Notasi	Uraian Gaya							Gaya (Ton)		Lengan (m)	Momen (Ton m)	
								V	H		Mt	Mg
I	Berat Sendiri											
	Koef	x	γ_c	x	Lebar	x	Tinggi					
W1	1,00	x	2,20	x	0,60	x	0,90	1,19		5,98	7,10	
W2	1,00	x	2,20	x	1,38	x	0,60	1,82		6,71	12,18	
W3	1,00	x	2,20	x	3,82	x	0,60	5,04		5,36	26,99	
W4	1,00	x	2,20	x	1,73	x	0,60	2,28		3,71	8,45	
W5	1,00	x	2,20	x	0,68	x	0,60	0,89		3,13	2,79	
W6	1,00	x	2,20	x	3,82	x	0,60	5,04		2,36	11,88	
W7	1,00	x	2,20	x	0,80	x	1,00	1,76		0,50	0,88	
	Jumlah (I)							18,00	0,00		70,28	0,00
II	Tekanan Tanah											
	Koef	x	γ_t	x	Lebar	x	Tinggi					
Pta1	0,50	x		x	3,33	x	5,59		9,31	1,89		17,60
Ptp1	0,50	x		x	3,62	x	1,00		-1,81	0,17	-0,31	
	Jumlah (II)							0,00	7,50		-0,31	17,60
III	Gaya Gempa											
	Koef	x	γ_c	x	Lebar	x	Tinggi	x	K			
G1	1,00	x	2,20	x	0,60	x	0,90	x	0,03	5,98		0,19
G2	1,00	x	2,20	x	1,38	x	0,60	x	0,03	6,71		0,32
G3	1,00	x	2,20	x	3,82	x	0,60	x	0,03	5,36		0,71
G4	1,00	x	2,20	x	1,73	x	0,60	x	0,03	3,71		0,22
G5	1,00	x	2,20	x	0,68	x	0,60	x	0,03	3,13		0,07
G6	1,00	x	2,20	x	3,82	x	0,60	x	0,03	2,36		0,31
G7	1,00	x	2,20	x	0,80	x	1,00	x	0,03	0,50		0,02
	Jumlah (III)							0,00	0,48		0,00	1,86
	JUMLAH							18,00	7,98		69,97	19,46

Tabel 4. 28. Gaya - Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya (Kondisi Air Banjir)

Gaya - Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya (Kondisi Air Banjir)												
Notasi	Uraian Gaya							Gaya (Ton)		Lengan (m)	Momen (Ton m)	
								V	H		Mt	Mg
I	Berat Sendiri											
	Koef	x	γ_c	x	Lebar	x	Tinggi					
W1	1,00	x	2,20	x	0,60	x	0,90	1,19		5,98	7,10	
W2	1,00	x	2,20	x	1,38	x	0,60	1,82		6,71	12,18	
W3	1,00	x	2,20	x	3,82	x	0,60	5,04		5,36	26,99	
W4	1,00	x	2,20	x	1,73	x	0,60	2,28		3,71	8,45	
W5	1,00	x	2,20	x	0,68	x	0,60	0,89		3,13	2,79	
W6	1,00	x	2,20	x	3,82	x	0,60	5,04		2,36	11,88	
W7	1,00	x	2,20	x	0,80	x	1,00	1,76		0,50	0,88	
	Jumlah (I)							18,00	0,00		70,28	0,00
II	Tekanan Air Statik											
	Koef	x	γ_w	x	Lebar	x	Tinggi					
Pav1	0,50	x	1,00	x	2,00	x	2,00	1,99		4,83	9,63	
Pav2	1,00	x	1,00	x	4,00	x	2,00	7,98		4,50	35,89	
Pav3	0,50	x	1,00	x	3,00	x	3,00	4,49		2,50	11,22	
Ph	0,50	x	6,00	x	5,00				-15,00	2,17		-32,55
	Jumlah (II)							14,46	-15,00		56,74	-32,55
III	Tekanan Tanah											
	Koef	x	γ_t	x	Lebar	x	Tinggi					
Pta1	0,50	x		x	3,33	x	5,59		9,31	1,89		17,60
Ptp1	0,50	x		x	3,62	x	1,00		-1,81	0,17	-0,31	
	Jumlah (III)							0,00	7,50		-0,31	17,60
IV	Gaya Gempa											
	Koef	x	γ_c	x	Lebar	x	Tinggi	x	K			
G1	1,00	x	2,20	x	0,60	x	0,90	x	0,03	5,98		0,19
G2	1,00	x	2,20	x	1,38	x	0,60	x	0,03	6,71		0,32
G3	1,00	x	2,20	x	3,82	x	0,60	x	0,03	5,36		0,71
G4	1,00	x	2,20	x	1,73	x	0,60	x	0,03	3,71		0,22
G5	1,00	x	2,20	x	0,68	x	0,60	x	0,03	3,13		0,07
G6	1,00	x	2,20	x	3,82	x	0,60	x	0,03	2,36		0,31
G7	1,00	x	2,20	x	0,80	x	1,00	x	0,03	0,50		0,02
	Jumlah (IV)							0,00	0,48		0,00	1,86
	Jumlah							32,46	7,02		126,71	13,09

4.3.3. Stabilitas Konstruksi

Stabilitas konstruksi merupakan kondisi di mana suatu struktur mampu mempertahankan keseimbangannya terhadap berbagai gaya yang bekerja, baik gaya vertikal maupun horizontal, tanpa mengalami kegagalan dalam bentuk penggulingan, penggeseran, maupun penurunan. Untuk mencapai stabilitas yang baik, seluruh gaya luar seperti berat sendiri, tekanan tanah, tekanan air, dan gaya gempa harus dianalisis secara menyeluruh agar dapat ditahan oleh sistem struktur dan fondasi dengan aman. Suatu konstruksi dikatakan stabil apabila mampu berdiri kokoh dalam jangka panjang tanpa perubahan posisi atau deformasi yang berbahaya terhadap fungsi maupun keselamatan bangunan.

Hasil perhitungan daya dukung tanah pada Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 29. Perhitungan Data Tanah Embung Sukamulya

No	Lokasi	Jenis Tanah	Kedalaman (m)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_d (t/m ²)	Gs	ϕ (°)	C (t/m ²)
1	Embung Sukamulya	Lanau Lempungan	5,00	1,469	0,890	2,68	8,59	0,66
2	Back Fill	Tanah Merah	5,00	1,610	1,150	2,68	25,00	0,75

Tabel 4. 30. Perhitungan Daya Dukung Tanah Pada Dinding Embung Sukamulya

No	Lokasi	Jarak	Dimensi (m)			γ_s (ton/m ³)	C (ton/m ²)	ϕ (°)	Faktor Bentuk Pondasi		Koefisien Daya Dukung Tanah			q_{ult} (ton/m ²)	FS	q_{ijin} (ton/m ²)
			B	L	D				α	β	Nc	Nq	$N\gamma$			
1	Embung Sukamulya		8,50	1,00	1,00	1,47	0,66	8,59	1,00	0,50	7,53	2,06	0,86	8,16	3,00	2,72
2	Cerucuk Bambu ϕ 8-10 cm	3,00	0,10	2,00	2,00	1,47	0,66	8,59	1,30	0,30	7,53	2,06	0,86	8,36	3,00	2,79
Jumlah																5,51

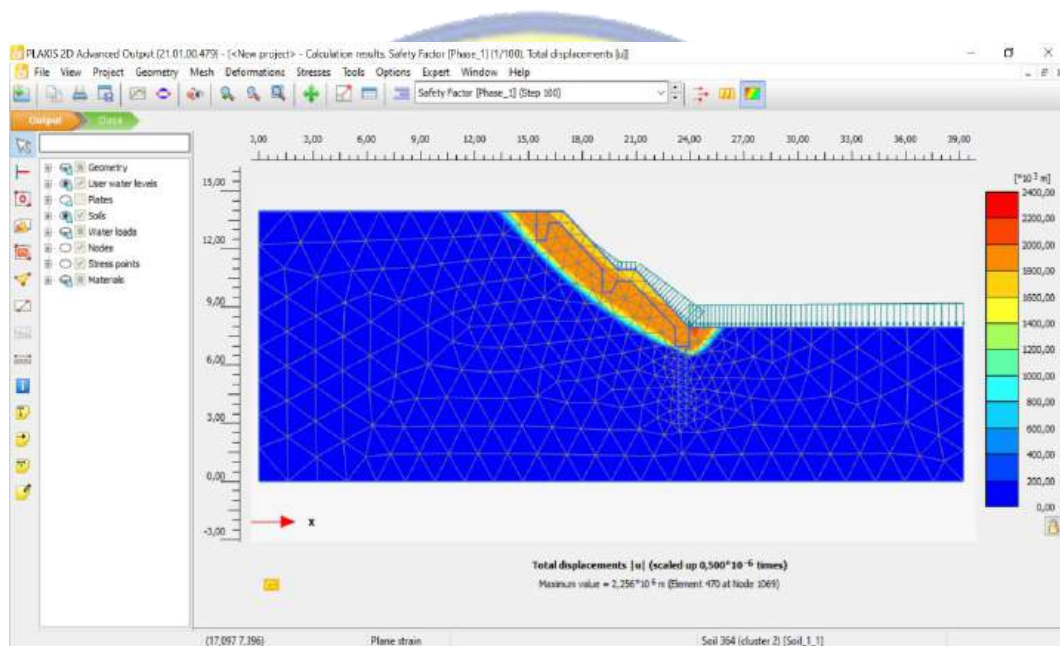
Tabel 4. 31. Perhitungan Stabilitas Konstruksi Pada Dinding Embung Sukamulya

Perhitungan Stabilitas Dinding Perkuatan Tanah Embung Sukamulya					
No	Uraian	Rumus	Kondisi Air		Ket
			Kering	Banjir	
I	Gaya Yang Bekerja				
1,1	Gaya Vertikal (ton)	$\sum V$	18,00	32,46	
1,2	Gaya Horizontal (ton)	$\sum H$	7,98	7,02	
1,3	Momen Tahan (ton meter)	$\sum Mt$	69,97	126,71	
1,4	Momen Guling (ton meter)	$\sum Mg$	19,46	13,09	
II	Data Perencanaan				
2,1	Koefisien Geser Antara Material Konstruksi dan Tanah dasar	$\tan \delta$	0,47	0,47	
2,2	Adhesi Antara Dasar Tanah dan Tembok	C_a	0,66	0,66	
2,2	Lebar Pondasi (m)	B	8,50	8,50	
	Panjang Pondasi (m)	L	1,00	1,00	
2,3	Syarat Faktor Keamanan Guling	SF Guling	> 1.5	> 1.5	
2,4	Syarat Faktor Keamanan Geser	SF Geser	> 1.5	> 1.5	
III	Stabilitas Terhadap Guling dan Geser				
3,1	Stabilitas Terhadap Guling	$SF = \frac{\sum Mt}{\sum Mg}$	3,60	9,68	> 1.5 OK
3,2	Stabilitas Terhadap Geser	$SF = \frac{\sum V \tan \phi + C_a \cdot B}{\sum H}$	1,76	2,95	> 1.5 OK
IV	Stabilitas Terhadap Daya Dukung				
4,1	Eksentrisitas	$e = \frac{(\sum Mt - \sum Mg)}{\sum V - B/2}$	1,44	0,75	$e < B/6$
		$B/6$	1,42	1,42	
		$d = B/2 - e$	2,81	3,50	$e > B/6$
4,2	Stabilitas Terhadap Daya Dukung (ton/m ²)	$\sigma_1 = \frac{(\sum V / (BL)) (1 + 6e/B)}{}$	4,28	5,84	
		$\sigma_2 = \frac{(\sum V / (BL)) (1 - 6e/B)}{}$	-0,04	1,80	
		$\sigma_{max} = \sum V / (3d L)$	2,14	3,09	< q_{ijin}
4,3	Daya Dukung Tanah Ijin (q_{ijin}) (ton/m ²)		5,51	5,51	OK

Berdasarkan perhitungan stabilitas konstruksi pada Dinding Perkuatan Talud Embung Sukamulya, konstruksi kuat terhadap guling, geser maupun daya dukung tanahnya.

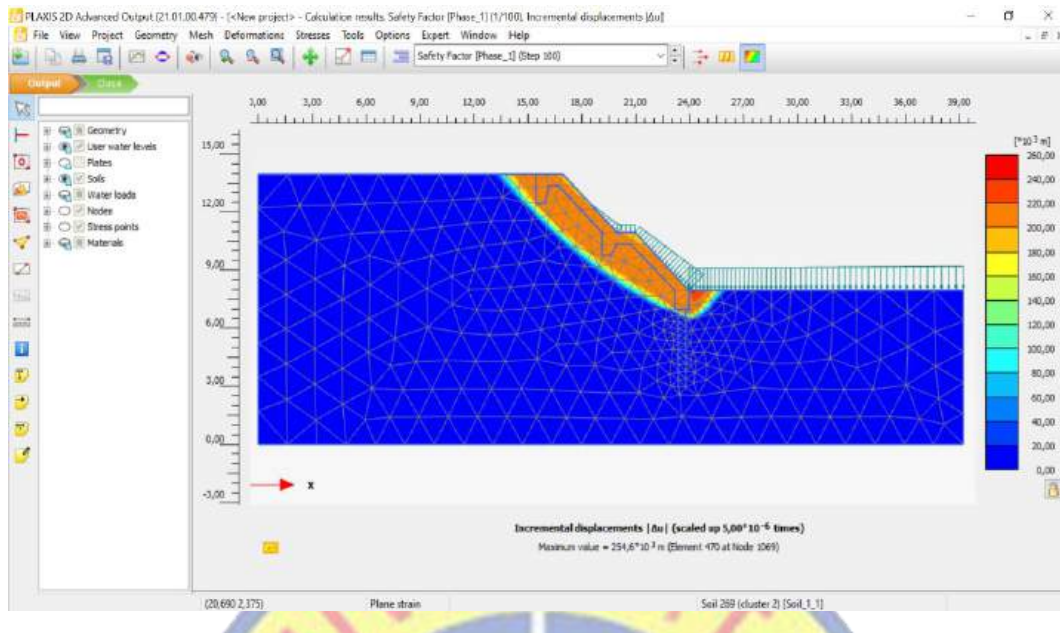
4.3.4. Pemodelan Kondisi Menggunakan Aplikasi Plaxis

Pemodelan menggunakan aplikasi Plaxis berfungsi sebagai sarana untuk meninjau kondisi keruntuhan dan bidang gelincir yang terjadi akibat tekanan tanah dan tekanan hidrostatik yang dialami oleh tubuh embung.



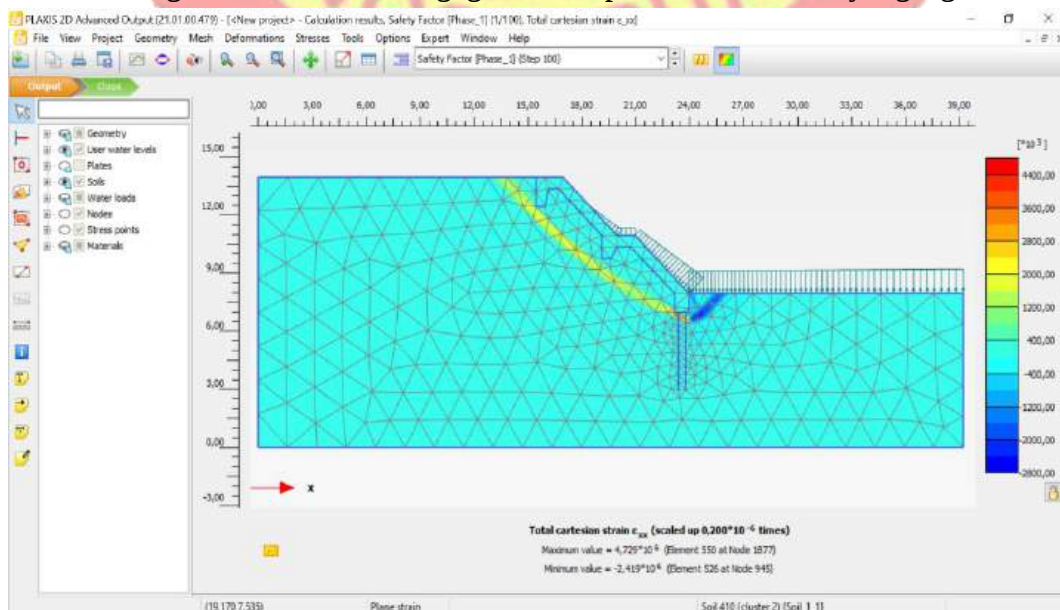
Gambar 4. 16. Total Displacements

Total displacements pada PLAXIS merupakan besaran perpindahan total suatu titik dalam model akibat pengaruh beban, tekanan air atau perubahan kondisi lainnya. Nilai ini mencerminkan gabungan perpindahan arah horizontal dan vertikal, yang menunjukkan seberapa jauh suatu titik bergeser dari posisi awalnya. Total displacement penting untuk mengevaluasi stabilitas tanah atau struktur, karena nilai yang terlalu besar dapat mengindikasikan potensi keruntuhan atau deformasi berlebih pada konstruksi.



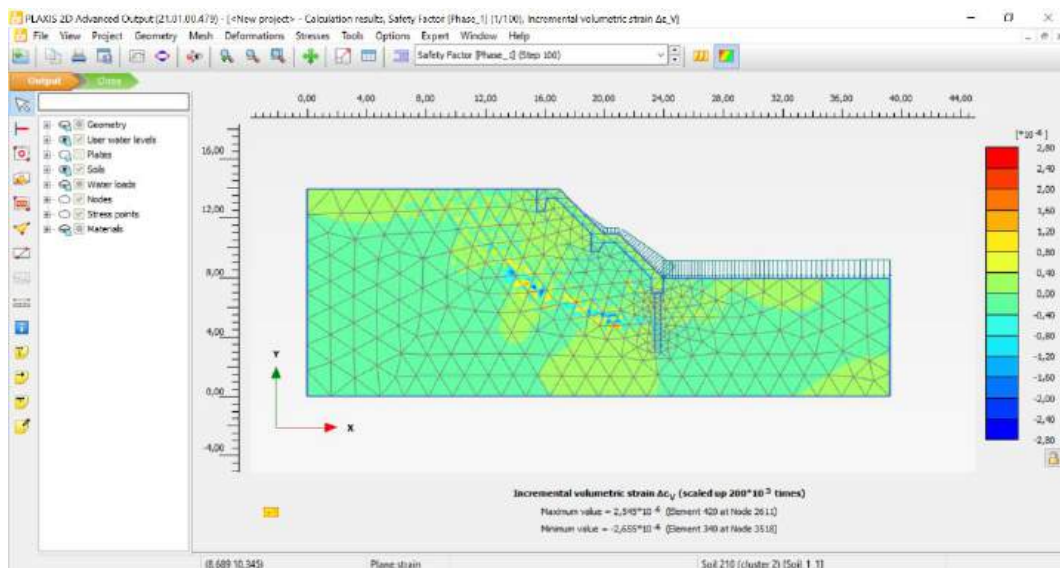
Gambar 4. 17. Incremental Displacements

Incremental displacements pada PLAXIS adalah besarnya perubahan perpindahan yang terjadi pada suatu tahap perhitungan tertentu dibandingkan dengan tahap sebelumnya. Nilai ini menunjukkan seberapa besar tambahan perpindahan yang terjadi akibat perubahan beban, kondisi tanah atau tahapan konstruksi pada langkah analisis tersebut. Incremental displacement berguna untuk memantau kestabilan progresif struktur atau tanah, karena lonjakan besar pada nilai ini bisa mengindikasikan awal kegagalan atau perubahan kondisi yang signifikan.



Gambar 4. 18. Total Cartesians Strain

Total Cartesian strain pada PLAXIS merupakan besaran yang menunjukkan total regangan atau deformasi relatif suatu material tanah dalam arah sumbu koordinat, seperti arah horizontal dan vertikal (x dan y pada model 2D). Nilai ini mencakup seluruh komponen regangan yang terjadi selama proses pembebanan, baik yang bersifat elastis maupun plastis. Total Cartesian strain digunakan untuk mengevaluasi seberapa besar perubahan bentuk yang terjadi pada elemen tanah akibat beban atau perubahan kondisi, serta membantu mengidentifikasi zona-zona dengan potensi kerusakan atau kegagalan struktural.



Gambar 4. 19. Incremental Volumetric Strain

Incremental volumetric strain pada PLAXIS adalah besaran perubahan regangan volumetrik yang terjadi pada suatu tahap analisis tertentu dibandingkan dengan tahap sebelumnya. Nilai ini menunjukkan seberapa besar volume tanah bertambah (mengembang) atau berkurang (mengonsolidasi) akibat perubahan beban, tekanan air atau kondisi lain dalam proses konstruksi. Incremental volumetric strain sangat berguna untuk memahami perilaku pemadatan atau pengembangan tanah secara bertahap, terutama dalam analisis stabilitas dan konsolidasi tanah pada konstruksi geoteknik.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Meninjau dari hasil yang diperoleh dalam Perencanaan Embung Sebagai Solusi Untuk Pengendalian Banjir Studi Kasus Daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa debit banjir yang digunakan dalam perencanaan diambil dari Stasiun BMKG Curug Bandara Budiarto yang berada pada koordinat geografis $06^{\circ}17'27''$ LS dan $106^{\circ}33'57''$ BT dengan rentang waktu maksimum yaitu 10 tahun yang dipergunakan untuk menganalisa Embung Sukamulya yang mencakup luasan DAS yaitu sekitar $0,87 \text{ Km}^2$.
2. Dengan menganalisa data curah hujan yang tersedia menggunakan Analisa Uji Outlier nilai XL (Batas Bawah) dan XH (Batas Atas) dapat diterima.
3. Analisa curah hujan rencana menggunakan 4 (empat) metode yaitu Distribusi Probabilitas Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson Normal.
4. Analisa yang diambil merupakan nilai terbesar yang diperoleh dari perhitungan ulang menggunakan Metode Chi-Kuadrat dan Metode Smirmov-Kolmogorof yaitu didapat Metode Normal.
5. Analisa debit banjir rencana menggunakan HSS Snyder, HSS Nakayasu, Der Wedywen, Hasper dan Mononobe dari analisa debit tersebut kemudian dikalibrasi untuk menentukan lengkung debit saluran pembuangan Embung Sukamulya maka dipilih metode HSS Nakayasu.
6. Penampang yang dipergunakan untuk kebutuhan lengkung debit saluran ada pada patok 7 saluran.
7. Dengan direncanakannya dimensi embung sebagai solusi untuk penanggulangan banjir dapat memenuhi syarat namun untuk lebih baiknya maka ditambahkan 5 buah pompa yang menyala secara otomatis pada debit tertentu.
8. Stabilitas geser dan guling tidak memenuhi syarat yaitu pada kondisi banjir atau kering tidak memenuhi ($SF > 1,5$) makadari itu untuk backfill konstruksi

dilakukan treatment yaitu menggunakan tanah merah untuk menjaga nilai SF.

5.2. Saran

Menurut hasil dari pembahasan Perencanaan Embung Sebagai Solusi Untuk Pengendalian Banjir Studi Kasus Daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang diperoleh saran sebagai berikut:

1. Untuk Tugas Akhir dengan judul yang sama pastikan untuk mencari data selengkap mungkin dan melihat berbagai macam referensi yang tersedia di internet terlebih yang disediakan pada situs review jurnal contohnya Google Scholar untuk mendapatkan gambaran lebih luas mengenai Tugas Akhir yang sedang dikerjakan.
2. Untuk keperluan perbandingan data alangkah lebih baiknya menggunakan data dari minimal 2 atau 3 stasiun pengawasan sebagai upaya untuk menghindari kesalahan dalam proses perhitungan.
3. Analisa curah hujan lebih baik menggunakan beberapa metode dalam analisa untuk mendapatkan data yang lebih beragam dan dapat dipilih nilai yang paling sesuai dalam proses perhitungannya.
4. Kalibrasi debit banjir rencana hendaknya dilihat dari kondisi eksisting lapangan bagian patok mana yang dipergunakan untuk menganalisa lengkung debit saluran terlebih untuk kebutuhan saluran pembuang.
5. Bandingkan design embung dengan kebutuhan yang sesuai dengan judul Tugas Akhir. Pada Tugas Akhir ini design embung dibutuhkan untuk kebutuhan penanggulangan banjir, makadari itu pada design embung dibutuhkan beberapa pompa agar air yang ada didalam embung dapat dikosongkan dengan waktu lebih cepat agar tidak meluap.
6. Ketika perhitungan stabilitas geser dan guling tanah tidak memenuhi syarat ($SF > 1,5$) maka coba perbesar dimensi embung dan ganti tanah menggunakan material yang lebih stabil kemudian catat dan gambarkan di file DED untuk keperluan treatment stabilitas tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Prasoni., AB, Bakhtiar & Didin Kusdian, R. (2019). *Kajian Dampak Pembangunan Embung Konservasi Mendekati Zero Run Off Dalam Pengendalian Banjir Kawasan*. Jurnal Techno-Socio Ekonomika. 12(1). 47-60.
- Alexander & Harahab, Syarifuddin. (2009). *Perencanaan Embung Tambaboyo Kabupaten Sleman D.I.Y Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik*. (Skripsi Sarjana, Universitas Diponegoro Semarang).
- Amini, Rosidah. (2022). *Pemetaan Lokasi Potensial Perencanaan Pembangunan Embung Berdasarkan Kondisi Biogeofisik Di Das Bulok Provinsi Lampung*. (Tesis Magister, Universitas Lampung Bandar Lampung).
- Anggraningtiyas, Retno Pri. (2017). *Alternatif Perencanaan Tipe Tubuh Embung Ngluyu, Kabupaten Nganjuk*. (Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Aprilliani, Silvi. (2024). *Analisis Tebal Perkerasan Pada Peningkatan Ruas Jalan Cimalaka-Cipadung Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024*. (Tugas Akhir Sarjana, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung).
- Budiarti, Lenny., Tarno & Warsito, Budi. (2013). *Analisis Intervensi Dan Deteksi Outlier Pada Data Wisatawan Domestik*. Jurnal Gaussian. 2(2). 39-48. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>.
- Dani, Muhammad Azhar Ariefkkha. (2020). *Peningkatan Embung Kedung Weru Sebagai Prasarana Pengendali Banjir Sungai Ijo Beserta Anak Sungainya Di Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah*. (Skripsi Sarjana, Universitas Muhammadiyah Mataram).
- Darmawan, Muhammad Ajie & Sumerman. *Perencanaan Embung Krajan Kabupaten Grobogan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Semarang.
- Dewi, Rahma & Wahidin. (2020). *Embung Sebagai Alternatif Cadangan Air Pada Sawah Tadag Hujan (Study Kasus Kecamatan Kroya Kabupaten Indramayu)*. Jurnal Rekayasa Teknologi dan Sains. 4(1). 1-6.

- Fadiah, Miftaqhul & Ratnasari, Ayu Kurnia. (2022). *Perencanaan Embung Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Domestik Desa Ngorogunung Kecamatan Bubulan Kabupaten Bojonegoro*. De'Teksi Jurnal Teknik Sipil Unigoro. 7(1). 58-70.
- Fath, Khoerunnisa Nurul. (2017). *Perencanaan Embung Di PT. Perkebunan Nusantara 7 Unit Usaha Bunga Mayang, Kabupaten Lampung Utara*. (Skripsi Sarjana, Universitas Lampung, Bandar Lampung).
- Ferdian, Deny., Saggaff, Anis & Sarino. (2020). *Efektifitas Pengendalian Banjir Dengan Embung: Studi Kasus Taman Firdaus Universitas Sriwijaya*. Cantilever, Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil. 9(1). 57-61. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v9i1.39>.
- Guntara, Ilham Raka., Yazid, Tantri Puspita & Rummyeni. (2023). *Strategi Komunikasi Dinas Pengendalian Penduduk Keluarga Berencana Pemberdayaan Perempuan Dan Perlindungan Anak Kabupaten Kampar Menuju Kota Layak Anak Tingkat Utama*. 4(1). 1-19.
- Kadir, Syarifuddin., Badaruddin & Indrayatie, Eko Rini. (2020). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu, Konsep Pembangunan Berkelanjutan*. CV IRDH.
- Kaliasin, Desa. (2023, Mei 6). *Kecamatan Sukamulya Salurkan Bantuan Bagi Korban Banjir Di Empat Desa*. Berita Desa. <https://www.kaliasin.desa.id/berita/detail/berita/kecamatan-sukamulya-salurkan-bantuan-bagi-korban-banjir-di-empat-desa>.
- Krisnayanti, Denik Sri., Hangge, Elsy E., Sir, Tri M.W., Mbauth, Eugenius Nino., Alvine & Damayanti, Alvine C. (2020). *Perencanaan Embung Wae Lerong Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Wae Lerong Ruteng Provinsi NTT*. 15(1). 15-30. <https://doi.org/10.31028/ji.v15.i1.15-30>.
- Kristiyanto., Septhiani, Silvia & Zulkarnain, Ihwan. (2021). *Pemanfaatan Sistem Embung Sebagai Sumber Air dan Pangan Keluarga Di Desa Cikalong Tasikmalaya Jawa Barat*. Prima, Journal Of Community Empowering And Services. 5(2). 191-198. <https://doi.org/10.20961/prima.v5i2.41255>.

- Kurniawan, Wawa. (2024, April 30). *Banjir Masih Rendam Ratusan Rumah Di Tangerang, Warga Mulai Terserang Penyakit*. Beritasatu.com. <https://www.beritasatu.com/megapolitan/2813953/banjir-masih-rendam-ratusan-rumah-di-tangerang-warga-mulai-terserang-penyakit>.
- Kustamar. (2018). *Pengendalian Banjir Berbasis Konservasi Sumber Daya Air (Bagian III) Optimasi Desain Tubuh Embung Pengendalian Banjir*. Dream Litera Buana. www.dreamlitera.com.
- Mujiarto., Jupri, Herwin., Kuba, Muhammad Syafaat S., Agusalm, M., Lucke & Dayanas, Ayurindra Margie. (2023). *Kajian Hidrolika Dan Analisis Kapasitas Tampang Sungai Lekopancing Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros*. Jurnal Teknik Hidro. 16(1). 13-24.
- Mulya, ADMIN Suka. (2024, April 29). *Camat Sukamulya Monitoring Daerah Terdampak Banjir Di Desa Bunar*. sukamulya.tangerangkab.go.id. <https://sukamulya.tangerangkab.go.id/detail-berita/camat-sukamulya-monitoring-daerah-terdampak-banjir-di-desa-bunar>.
- Mustofa, Muhammad Jaluzi., Kusumastuti, Dyah Indriana & Romdania, Yuda. 2015. *Analisis Hidrologi Dan Hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi (Menggunakan Program HEC-RAS)*. JRSDD, Edisi Juni 2015. 3(2). 303-312.
- Nafisah, Zakiyatun. (2017). *Perencanaan Embung Ohoinol Di Desa Ohoinol Kabupaten Maluku Tenggara*. (Tugas Akhir Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).
- Narayana, Arvie., W, Khoirom Bachtiar., Kadir, Abdul & Kurniani, Dwi. (2014). *Perencanaan Embung Tamanrejo Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal*. Jurnal Karya Teknik Sipil. 3(4). 107-115. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>.
- Nasrullah, Mochamad., Maharani, Okvi., Fahyuni, Eni Fariyatul., Nurdyansyah & Untari, Rahmania Sri. (2023). *Metodelogi Penelitian Pendidikan (Prosedur Penelitian, Subyek Penelitian, Dan Pengembangan Teknik Pengumpulan Data)*. Umsida Press.

- Nisa, Anette & H, Coki Romulus. (2008). *Perencanaan Detail Embung UNDIP Sebagai Pengendali Banjir Pada Banjir Kanal Timur*. (Tugas Akhir Sarjana, Universitas Diponegoro Semarang).
- Nurhazanah, Wiwin., Muda, Said Iskandar., Gunawan, Randi & Diva, Sri Devi Tara. (2022). *Analisis Perhitungan Debit Banjir Rencana Di Bendung Karet Bandar Sidoras*. 3(1). 190-198. <http://jurnal.alazhar-university.ac.id/index.php/vorteks>.
- P, Agus P & Brotodihardjo. (1994). *Embung Di Indonesia Dengan Berbagai Tipe Dan Fungsinya!*. Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia PP, Pertemuan Ilmiah Tahun Ke-23.
- Pemerintah Indonesia. 2011. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai*.
- Pemerintah Indonesia. 2015. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 30/PRT/M/2015 Tentang Pengembangan Dan Pengelolaan Sistem Irigasi*. Berita Negara Republik Indonesia No. 869, 2015 KEMENPU-PUPR Sistem Irigasi, Pengelolaan, Pengembangan.
- Pemerintah Indonesia. 2019. *Undang – Undang Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air*. www.peraturan.go.id.
- Phoa, Valentins Benediktus. (2014). *Perencanaan Embung Resapan Untuk Pengendalian Banjir Di Kabupaten Tulungagung*. (Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). *Modul Hidrolika Sungai Pelatihan Perencanaan Teknik Sungai*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi.
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). *Modul Pengantar Perencanaan Embung Pelatihan Perencanaan Embung*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi.

- Rani, Aimar. (2024, April 30). *Banjir 1 Meter Masih Rendam Perumahan Di Tangerang, Warga Mulai Terserang Penyakit*. megapolitan.okezone.com. <https://megapolitan.okezone.com/read/2024/04/30/338/3002469/banjir-1-meter-masih-rendam-perumahan-di-tangerang-warga-mulai-terserang-penyakit>.
- Rizani, Mohammad Debby., Ikhwanudin., Nurchamin, Nafiz & Ridwan, Mohammad. *Analisa Debit Banjir Rencana Pada Aliran Sungai Banger Di Wilayah Kota Semarang*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas PGRI Semarang. 1-14.
- Rustini, Ai & Permana, Sulwan. (2022). *Analisis Hidrologi Perencanaan Embung Bratayudha*. Jurnal Konstruksi Institut Teknologi Garut. 20(2). 339-347. <https://jurnal.itg.ac.id/>.
- Sakroni, Abd Azis., Salehudin & Hanifah, Lilik. (2015). *Perencanaan Embung Selong Telaga Desa Pengangat Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah*. Artikel Ilmiah, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram. 1-10.
- Salam, Abdus. (2015). *Perencanaan Embung Tambak Pocok Kabupaten Bangkalan*. (Tugas Akhir Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).
- Santoso, Muhammad Bagus Hari. (2017). *Studi Perencanaan Embung Bantuurip Kecamatan Kalidawir Kabupaten Tulungagung*. (Skripsi Sarjana, Universitas Brawijaya Malang).
- Suarasiber. (2024, April 30). *PJ Bupati Tangerang Tinjau Lokasi Banjir Di Desa Bunar Sukamulya*. Kabupaten Tangerang. <https://suarasiber.co.id/2024/04/30/pj-bupati-tangerang-tinjau-lokasi-banjir-di-desa-bunar-sukamulya/>.
- Sudaryono. (2002). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu, Konsep Pembangunan Berkelanjutan*. Jurnal Teknologi Lingkungan. 3(2). 153-158. www.irdhcenter.com.
- Sulistiyani, Kiki Farida & Irianto, Danang Bimo. *Alternatif Skenario Pemanfaatan Air Embung Nelas Berdasarkan Karakteristik Ketersediaannya*. Prokons, Jurnal Teknik Sipil. 1-7.

- Sumantri, Devie Arisandy. (2017). *Evaluasi Perencanaan Jembatan Beton Bertulang Balok T Dengan Variasi Mutu Antara K-200 - K-300*. (Skripsi Sarjana, Universitas Lampung).
- Oktaviani, Nahra Syafira. (2018). *Wilayah Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Lada*. Studi Kasus Di Provinsi Banten. Seminar Nasional Geomatika 2018 Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional. 653-660.
- Tallar, Robby Yussac. (2023). *Dasar – Dasar Hidrologi Terapan*. Ideas Publishing.
- Utami, Hesti Astria., Nalendra, Galang Sri., Sriyana & P, Priyo Nugroho.(2015). *Perencanaan Embung Somosari Di Jepara*. Jurnal Karya Teknik Sipil. 4(4). 529-537._<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>.
- Wahid, Abdul. (2015). *Konsep Dasar Penelitian Pendidikan*. 2(2). 169-175.



RIWAYAT HIDUP



Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq, lahir di Kota Bandung pada tanggal 13 Januari 2001. Pada saat mengerjakan Tugas Akhir bidang Pengembangan Sumber Daya Air yang berjudul “Perencanaan Embung Sebagai Solusi Untuk Pengendalian Banjir Studi Kasus Daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang” dibawah bimbingan Drs. Ir. H. Rosadi, MT ini saya merupakan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil di Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

Riwayat Pendidikan saya dimulai dari SDN Tilil 3 Bandung, kemudian dilanjutkan ke SMP Al – Falah Dago Bandung dan lulus dari SMKN 5 Bandung jurusan Teknik Gambar Bangunan pada tahun 2019. Sejak tahun 2021 saya diterima sebagai mahasiswa Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

Selama masa kuliah, saya aktif dalam kegiatan organisasi DKM Ulil Albab USB YPKP dimulai dari Anggota, Ketua Divisi, Ketua Acara, Wakil Ketua Operasional dan diakhiri dengan menjadi Dewan Pengawas di organisasi yang sama.

Selama perkuliahan saya sering turut aktif dalam membantu beberapa project milik teman saya, dimana saya berperan sebagai Drafter, Estimator, Designer 3D Modelling, hingga magang di perusahaan CV. Graha Utama. Tidaklupa pula saya pernah menjadi Asisten Laboratorium di kampus meliputi mata kuliah Mekanika Tanah dan saya pula beberapa kali menjadi Asisten Dosen untuk mata kuliah Struktur Beton, Geometri Jalan Raya, Rekayasa Perkerasan Jalan, Kimia dan Rekayasa Lalu Lintas.

Merupakan suatu kebanggaan telah menjadi bagian dari mahasiswa Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Besar harapan agar dikemudian hari ada bagian dari mahasiswa yang mengajak berdiskusi atau memberikan kritik dan saran melalui email shidroiki@gmail.com.



LAMPIRAN

Surat Pengantar Izin Penelitian

Hal : Surat Pengantar Izin Penelitian
Lampiran : 1 (Satu) Berkas

Kepada Yth.
Bapak Slamet Risnanto, ST., M. Kom., Ph.D
Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung
ditempat.

Dengan hormat,

Sehubungan akan dilaksanakannya Tugas Akhir bagi mahasiswa Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Tahun Akademik 2024/2025, maka saya mengajukan untuk melaksanakan penelitian di PT. Oseano Adhiprasarana. Sehubungan dengan hal tersebut saya mohon izin untuk meminta surat pengantar dari pihak kampus untuk melaksanakan penelitian diperusahaan tersebut.

Nama : Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq
NPM : 2112218018
Dosen Pembimbing : Drs. Ir. H. Rosadi, MT
Judul TA (Sementara) : Perencanaan Embung Sebagai Solusi Untuk Pengendalian Banjir Studi Kasus Daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang

Demikian Surat ini kami ajukan, atas perhatian dan bantuan Bapak, Kami ucapkan terima kasih.

Bandung, 17 Februari 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil USB YPKP

Muhamad Syukri, ST., MT

Pemohon,

Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq



Permohonan Izin Melaksanakan Penelitian Tugas Akhir



USB

UNIVERSITAS SANGGA BUANA
Fakultas Teknik
Y P K P

Terakreditasi BAN - PT

Jl. PHH. Mustopa No. 68 Telp. 022-7275489, 7202841 Fax. 022-7201756 BANDUNG 40124

Nomor : 035/06-FT/II/2025
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Melaksanakan Penelitian Tugas Akhir

Kepada Yth.
PT. Oseano Adhiprasarana

Dengan hormat,

Sebagai institusi yang bertanggung jawab dalam mengembangkan wawasan keilmuan dan membekali para mahasiswa dengan gambaran aplikasi di dunia nyata, kami dari Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana Program Studi S1 Teknik Sipil, mewajibkan mahasiswa untuk melaksanakan penelitian dan pengumpulan data dalam menyelesaikan tugas akhir yang sedang disusun.

Sehubungan dengan hal tersebut, melalui surat ini kami mengajukan permohonan kiranya para mahasiswa kami dapat memperoleh data di tempat yang Bapak/Ibu pimpin sesuai dengan waktu yang Bapak/Ibu izinkan. Mengenai waktu dapat dikonfirmasi pada mahasiswa yang bersangkutan.

Adapun mahasiswa yang membutuhkan data tersebut adalah sebagai berikut :

No	Nama	NPM	No Telepon
1	Dzaki Fadlurrohman Shiddiq	2112218018	085864073953

Demikian surat permohonan ini disampaikan, atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Bandung, 20 Februari 2025

Dekan Fakultas Teknik



Slamet Rizanto, M.Kom., Ph.D.

NIP : 432.200.125

Tembusan :

1. Yth. Wakil Rektor I USB YPKP
2. Yth. Ketua Program Studi Sistem Informasi
3. Arsip



Surat Persetujuan Penelitian Tugas Akhir



**PT. OSEANO
ADHITA PRASARANA**
Komp. Cinangka Harja No 9 - Kota Bandung
Telepon / Facsimile : (022) 87882555

Nomor : 05/SPP.TA/OAP/II/2025

Bandung, 21 Februari 2025

Lampiran : -

Perihal : Surat Persetujuan Penelitian Tugas Akhir

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Di Tempat

Menunjuk Surat dari Universitas Sangga Buana YPKP Bandung dengan Nomor surat 035/06-FT/II/2025, tanggal 20 Februari 2025, perihal Permohonan Izin Melaksanakan Penelitian Tugas Akhir di lembaga/perusahaan kami, atas nama mahasiswa :

Nama : Dzaki Fadlurrohman Shiddiq

N P M : 2112218018

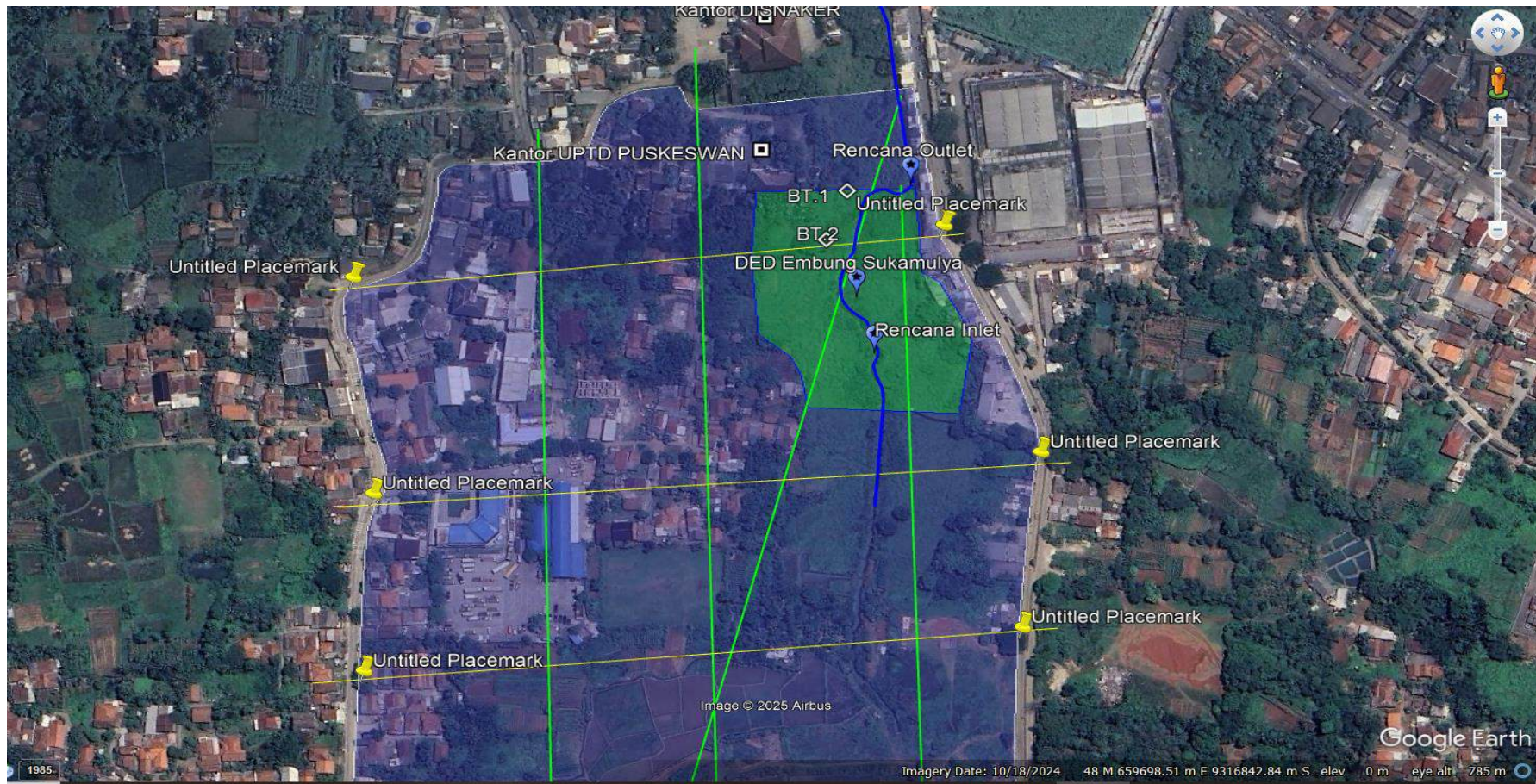
Maka dengan ini kami sampaikan bahwa kami menerima/ mengijinkan mahasiswa tersebut di atas untuk melaksanakan Penelitian Tugas Akhir di perusahaan kami.

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

PT. OSEANO ADHITA PRASARANA


Agus Rosady, S.T., M.T
Direktur Utama

Peta Lokasi Embung Sukamulya Kecamatan Sukamulya



Dokumentasi Eksisting Lapangan

No	Dokumentasi	Keterangan
1		Lokasi yang direncanakan sebagai area pembangunan embung terletak di dalam kawasan Kantor UPTD PUSKESWAN Sukamulya, dengan luas lahan yang disediakan mencapai kurang lebih 15.000 m ² .
2		Pada musim hujan, area tersebut kerap berubah menjadi lahan rawa dengan ketinggian air mencapai ± 50 cm dari permukaan tanah. Genangan air yang terjadi sering meluap hingga menggenangi bangunan Kantor UPTD PUSKESWAN dan Dinas Tenaga Kerja (DISNAKER).
3		Saluran air yang direncanakan sebagai jalur inlet sebelumnya terletak di bagian tepi lahan milik UPTD PUSKESWAN. Namun, akibat terjadinya sedimentasi pada bagian hulu, aliran air mengalami perubahan arah dan kini mengalir melewati bagian tengah lahan tersebut.
4		Saluran air yang direncanakan sebagai outlet embung masih berada dalam satu sistem jaringan dengan saluran inlet. Namun, pada bagian saluran outlet, tidak terdapat akses jalan karena sisi kiri dan kanan saluran telah dipadati oleh permukiman penduduk serta tertutup oleh struktur dinding pembatas (benteng).

Peta Zona Gempa Indonesia





Hasil Pengujian Kelulusan Air

Proyek : DED Embung Sukamulya Dasar Lubang Bor (m) h_1 : 6.00
Lokasi : Kec. Sukamulya Kedalaman M.A.T (m) h_2 : 0.00
Lubang Bor : BT.1 Tinggi Casing (m) h_3 : 0.05
Stage : 1 Kedalaman Casing (m) : 0.60
Kedalaman (m) : 0 - 6 Diameter Ruas Uji (cm) : 6.35

Panjang Ruas Uji		Jari-jari Ruas Uji	h			H	Debit Air		Koefisien Permeabilitas	Koefisien Permeabilitas (Rata-rata)
$L = 100 \times L'$						$H = h_1 + h_3$ $H = h_2 + h_3$		$q = (Q \times 1000) / 60$	$k = \frac{q}{2\pi LH} \ln \frac{L}{r}$	
L (m)	L (cm)	$r = 0.5 D$ (cm)	h_1 (m)	h_2 (m)	h_3 (m)	H (cm)	Q (lt/mnt)	q (cm ³ /det)	k (cm/det)	k (cm/det)
5.40	540.00	3.18	6.00	0.00	0.05	605.00	0.09	1.48	3.70E-06	1.85E-06
							0.03	0.42	1.06E-06	
							0.02	0.32	7.92E-07	

Proyek : DED Embung Sukamulya Dasar Lubang Bor (m) h_1 : 6.00
Lokasi : Kec. Sukamulya Kedalaman M.A.T (m) h_2 : 0.00
Lubang Bor : BT.2 Tinggi Casing (m) h_3 : 0.05
Stage : 2 Kedalaman Casing (m) : 0.60
Kedalaman (m) : 0 - 6 Diameter Ruas Uji (cm) : 6.35

Panjang Ruas Uji		Jari-jari Ruas Uji	h			H	Debit Air		Koefisien Permeabilitas	Koefisien Permeabilitas (Rata-rata)
$L = 100 \times L'$						$H = h_1 + h_3$ $H = h_2 + h_3$		$q = (Q \times 1000) / 60$	$k = \frac{q}{2\pi LH} \ln \frac{L}{r}$	
L (m)	L (cm)	$r = 0.5 D$ (cm)	h_1 (m)	h_2 (m)	h_3 (m)	H (cm)	Q (lt/mnt)	q (cm ³ /det)	k (cm/det)	k (cm/det)
5.40	540.00	3.18	6.00	0.00	0.05	605.00	0.06	1.06	2.64E-06	1.14E-06
							0.01	0.21	5.28E-07	
							0.01	0.11	2.64E-07	



Pengujian Sondir

DUTCH CONE PENETRATION TEST

Pekerjaan : DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan Sukamulya
Lokasi : Kecamatan Sukamulya
Titik Sondir : S - 1
Elevasi Tanah : 21 75 m
Elevasi Muka Air Tanah :
Total Kedalaman : 17.00 m

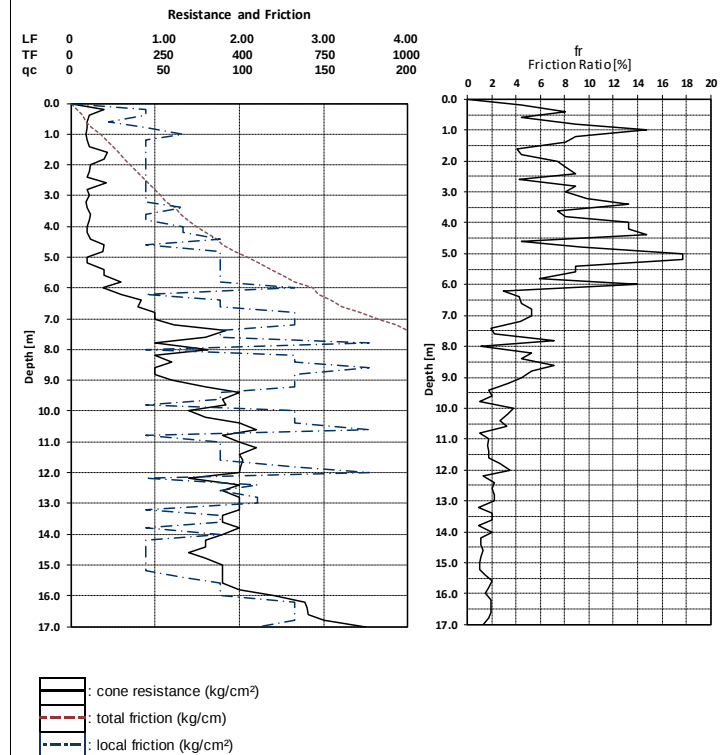
Juru Sondir : Bram Cs
Tanggal : 20 Mei 2024

Kedalaman (m)	R1 (qc) (kg/cm ²)	R2 (qc+f) (kg/cm ²)	LF (kg/cm ²)	TF (kg/cm)	%fr
0.00	0	0	0.000	0.00	0.00
0.20	20	30	0.885	17.70	4.43
0.40	11	21	0.885	35.40	8.05
0.60	10	15	0.443	44.25	4.43
0.80	10	20	0.885	61.95	8.85
1.00	9	24	1.328	88.50	14.75
1.20	10	20	0.885	106.20	8.85
1.40	11	21	0.885	123.90	8.05
1.60	22	32	0.885	141.60	4.02
1.80	20	30	0.885	159.30	4.43
2.00	12	22	0.885	177.00	7.38
2.20	11	21	0.885	194.70	8.05
2.40	10	20	0.885	212.40	8.85
2.60	21	31	0.885	230.10	4.21
2.80	10	20	0.885	247.80	8.85
3.00	11	21	0.885	265.50	8.05
3.20	9	19	0.885	283.20	9.83
3.40	10	25	1.328	309.75	13.28
3.60	12	22	0.885	327.45	7.38
3.80	11	21	0.885	345.15	8.05
4.00	10	25	1.328	371.70	13.28
4.20	10	25	1.328	398.25	13.28
4.40	12	32	1.770	433.65	14.75
4.60	20	30	0.885	451.35	4.43
4.80	19	39	1.770	486.75	9.32
5.00	10	30	1.770	522.15	17.70
5.20	10	30	1.770	557.55	17.70
5.40	20	40	1.770	592.95	8.85
5.60	20	40	1.770	628.35	8.85
5.80	30	50	1.770	663.75	5.90
6.00	19	49	2.655	716.85	13.97
6.20	30	40	0.885	734.55	2.95
6.40	42	62	1.770	769.95	4.21
6.60	40	60	1.770	805.35	4.43
6.80	50	80	2.655	858.45	5.31
7.00	50	80	2.655	911.55	5.31

DUTCH CONE PENETRATION TEST

Pekerjaan : DED Embung Kantor UPTD Produksi Benih Tanaman Pangan
Lokasi : Kecamatan Sukamulya
Titik Sondir : S - 1
Elevasi Tanah :
Elevasi Muka Air Tanah :
Total Kedalaman : 17.00 m

Juru Sondir : Bram Cs
Tanggal : 20 Mei 2024





Ringkasan Hasil Laboratorium



POLITEKNIK NEGERI BANDUNG - CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

SOIL TESTING LABORATORY

Jl. Geger Kalong Hilir, Desa Ciaruga Bandung

Project

: DED Embung Perumahan Aryana

: DED Embung KTR UPTD PBTP Sukamulya

Location

: Puskesmas

Checked by

: Luqman NH

Date

: Jul.24

Boring No.

: BT.01

Laboratory Test Resume

No. Sample			UDS1						
Depth			3.50-6.00						
Index Properties		symbol	unit						
1.	Density	γ	t/m ³	1.419					
2.	Water content	w	%	50.71					
3.	Specific of gravity	G_s	-	2.69					
	Dry density	γ_d	t/m ³	0.94					
	Void ratio	e	-	1.05					
	Porosity	n	-	0.65					
	Degree of saturation	S_r	%	73.46					
4.	Plastic limit	PL	%	33.15					
	Liquid limit	LL	%	53.10					
	Plasticity index	PI	%	19.95					
5.	Grain size Gravel	G	%	0.36					
	Sand	S	%	24.34					
	Silt	M	%	51.62					
	Clay	C	%	23.66					
Engineering properties									
6.	Unconfined	q_u	kg/cm ²	0.103					
	Compression Test	q_u'	kg/cm ²	0.116					
		S_u	-	1.380					
		c_u	kg/cm ²	0.061					
7.	Triaxial UU Test	ϕ	"	7.69					
		c	kg/cm ²	0.052					
8.	Consolidation Test	C_c	-	0.994					
		C_u	cm/dec	1.360E-02					

POLITEKNIK NEGERI BANDUNG - CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT									
SOIL TESTING LABORATORY									
Jl. Geger Kalong Hilir, Desa Ciaruga Bandung									
Project : DED Embung Perumahan Aryana DED Embung KTR UPTD PBTP Sukamulya				Checked by : Luqman NH					
Location : Puskesmas				Date : Jul.24					
				Boring No. : BT.02					
Laboratory Test Resume									
No. Sample			UDS1						
Depth			3.50-6.00						
Index Properties		symbol	unit						
1.	Density	γ	t/m ³	1.409					
2.	Water content	w	%	64.93					
3.	Specific of gravity	G_s	-	2.65					
	Dry density	γ_d	t/m ³	0.89					
	Void ratio	e	-	2.01					
	Porosity	n	-	0.67					
	Degree of saturation	S_r	%	66.55					
4.	Plastic limit	PL	%	36.29					
	Liquid limit	LL	%	63.90					
	Plasticity index	PI	%	27.61					
5.	Grain size Gravel	G	%	0.00					
	Sand	S	%	19.03					
	Silt	M	%	54.56					
	Clay	C	%	26.39					
Engineering properties									
6.	Unconfined	q_u	kg/cm ²	0.220					
	Compression Test	q_u'	kg/cm ²	0.176					
		S_u	-	1.250					
		c_u	kg/cm ²	0.110					
7.	Triaxial UU Test	ϕ	"	8.59					
		c	kg/cm ²	0.066					
8.	Consolidation Test	C_c	-	0.991					
		C_u	cm/dec	1.455E-02					



FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP
Jl. Phh. Mustofa No.68, Cikutra, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat 40124

NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUIJI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL							4 -10
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRIURROHMAN S NPM 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	COVER	SKALA : NTS
								TANGGAL: 11/07/2025

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Akademis Dalam Menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil



UNIVERSITAS SANGGA BUANA YAYASAN PENDIDIKAN
KEUANGAN DAN PERBANKAN (USB-YPKP)
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Jl. PHH. Mustofa No. 68

Bandung, Jawa Barat – 40124

2025

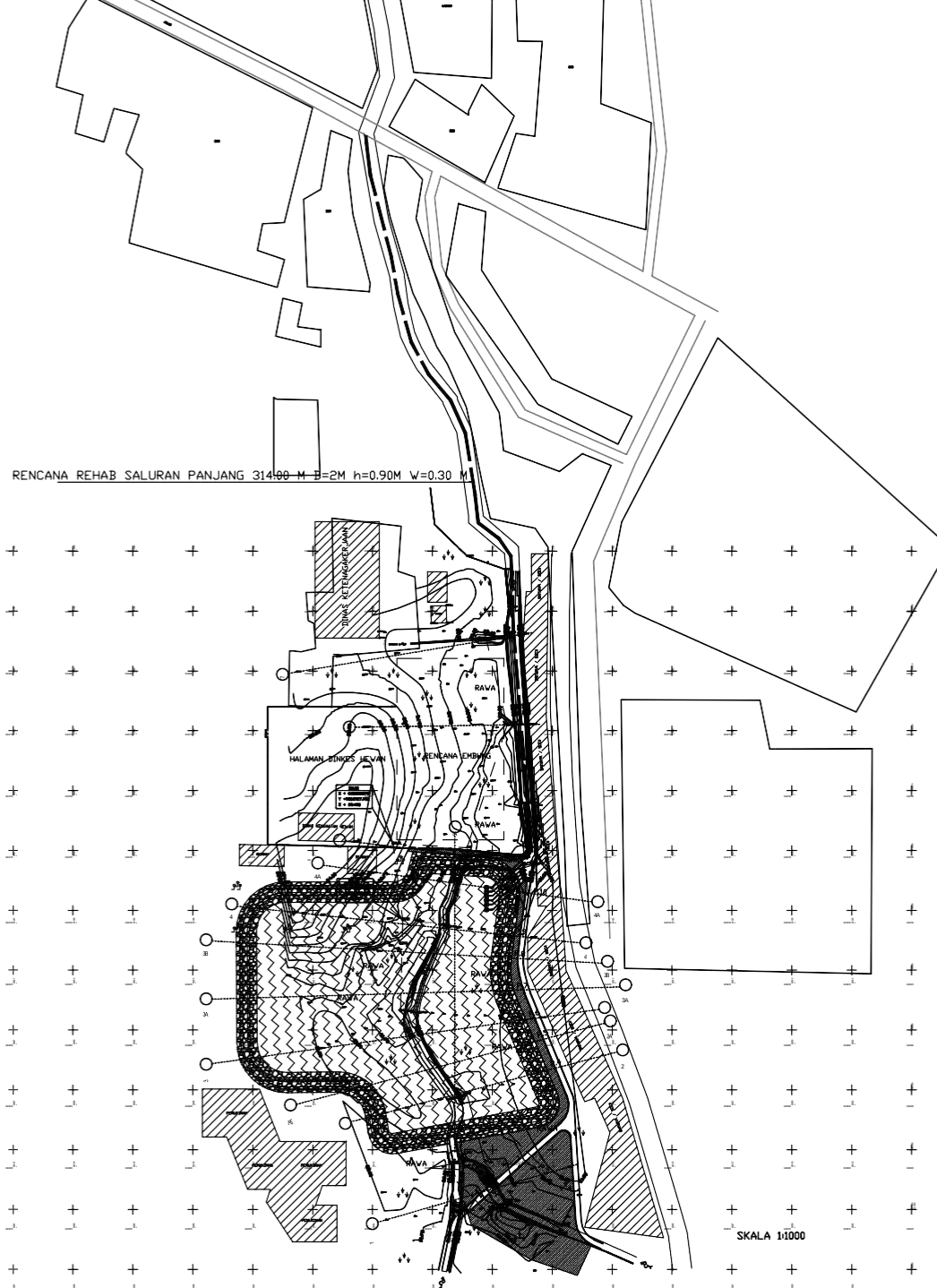
 FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP Jl. Pbb. Mustafa No.68, Cikutra, Kec. Cibunung Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat 401244	NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUIJI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR 4 -11
	PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL				DAFTAR GAMBAR	SKALA : NTS
	UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							TANGGAL: 11/07/2025

DAFTAR ISI

No.	NAMA GAMBAR	NOMOR LEMBAR	KET.
1. PETA SITUASI EMBUNG Skala 1:1000			
1	PETA SITUASI EMBUNG	01/01	
2. PETA SITUASI EMBUNG Skala 1:600			
2	PETA SITUASI EMBUNG	01/01	
4. POTONGAN MEMANJANG DAN MELINTANG EMBUNG			
3	POTONGAN MELINTANG EMBUNG SKALA 1:100	01/03	
4	POTONGAN MELINTANG EMBUNG SKALA 1:100	02/03	
5	POTONGAN MELINTANG EMBUNG SKALA 1:100	03/03	
5. POTONGAN MEMANJANG DAN MELINTANG SALURAN GENDONG			
6	SIT. TRASE DAN POTONGAN MEMANJANG SALURAN GENDONG	01/01	
7	POTONGAN MELINTANG SALURAN GENDONG	01/03	
8	POTONGAN MELINTANG SALURAN GENDONG	02/03	
9	POTONGAN MELINTANG SALURAN GENDONG	03/03	
6. INLET EMBUNG			
10	DENAH DAN POTONGAN INLET EMBUNG	01/03	
11	POTONGAN INLET EMBUNG	02/03	
12	POTONGAN INLET EMBUNG	03/03	
7. OUTLET EMBUNG			
13	DENAH DAN POTONGAN OUTLET EMBUNG	01/02	
14	POTONGAN OUTLET EMBUNG	02/02	
8. BANGUNAN PELENGKAP			
15	DENAH DAN POTONGAN TANGGA INSPEKSI	01/01	
16	DETAIL RUMAH PANEL	01/01	
17	DETAIL SARINGAN POMPA	01/01	
18	DETAIL GUARD RAIL	01/01	



NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL				PETA SITUASI EMBUNG SKALA 1 : 1000	4-12
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG			DZAKI FADHILURROHMAN'S NPM. 211221180118	Drs. Ir. H. ROSADI MT NIP. 432.200.199	H. MUHAMMAD SYUKRI ST MT NIP. 432.200.200	SKALA : NTS	TANGGAL : 11/07/2025



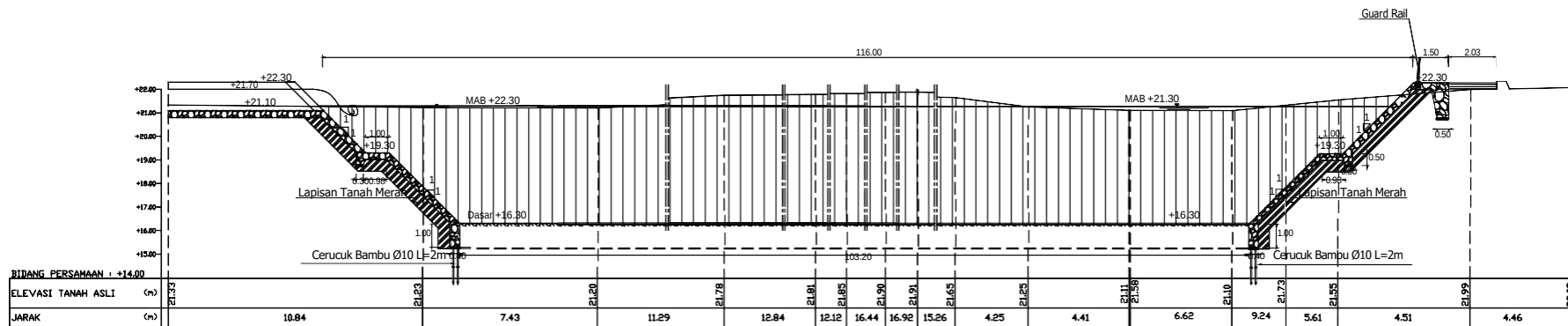


NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FADHIL BROHMAN S. NPM. 2112118018	Drs. Ir. H. ROSADI MT NIP. 432.200.190	H. MUHAMMAD SYUKRI ST. MT NIP. 432.200.200	PETA SITUASI EMBUNG SKALA 1 : 600	13
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							NTS
								TANGGAL
								11/07/2025

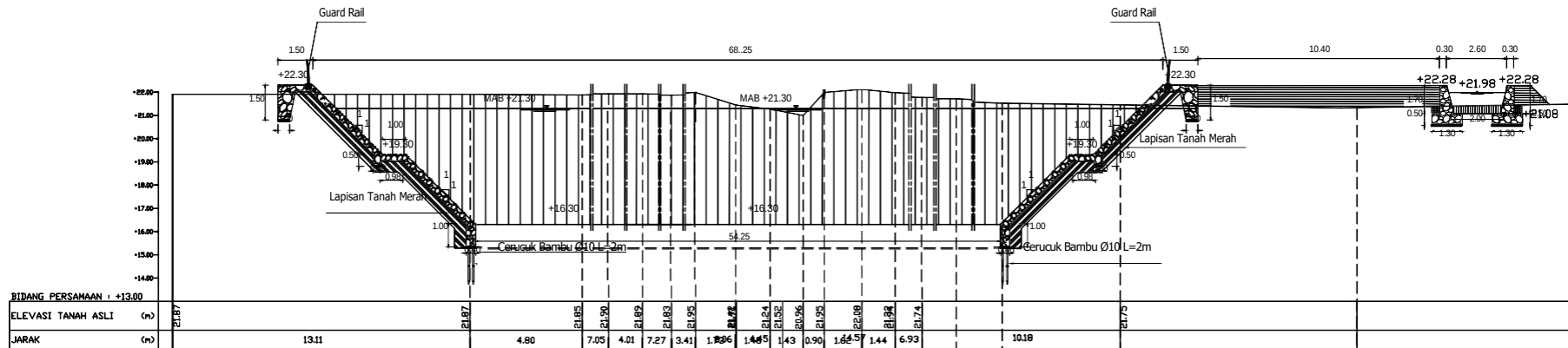




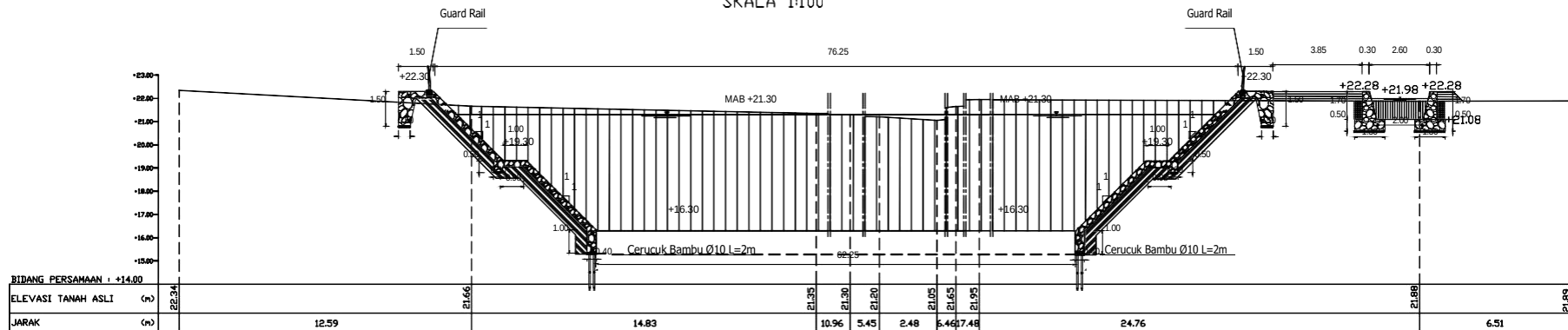
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI BURROHMANS NPM: 21122180118	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.280	POTONGAN MELINTANG EMBUNG	L-14
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL : 11/07/2025



POTONGAN (S.1A)
SKALA 1:100



POTONGAN (S.2)
SKALA 1:100



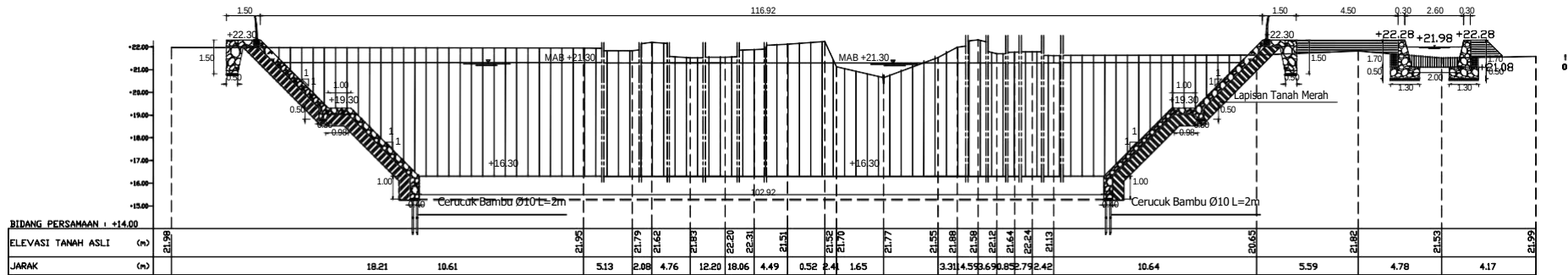
POTONGAN (S.2A)
SKALA 1:100

SKALA

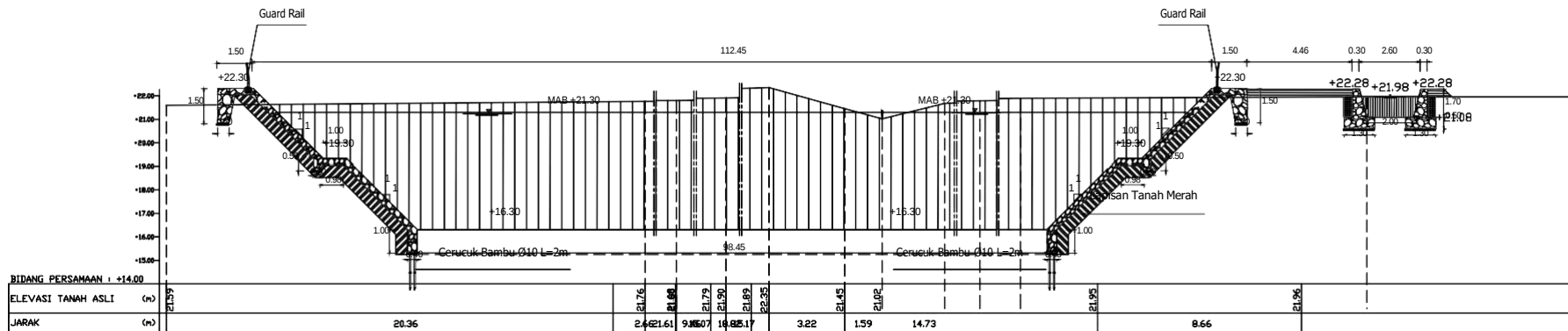
1:100



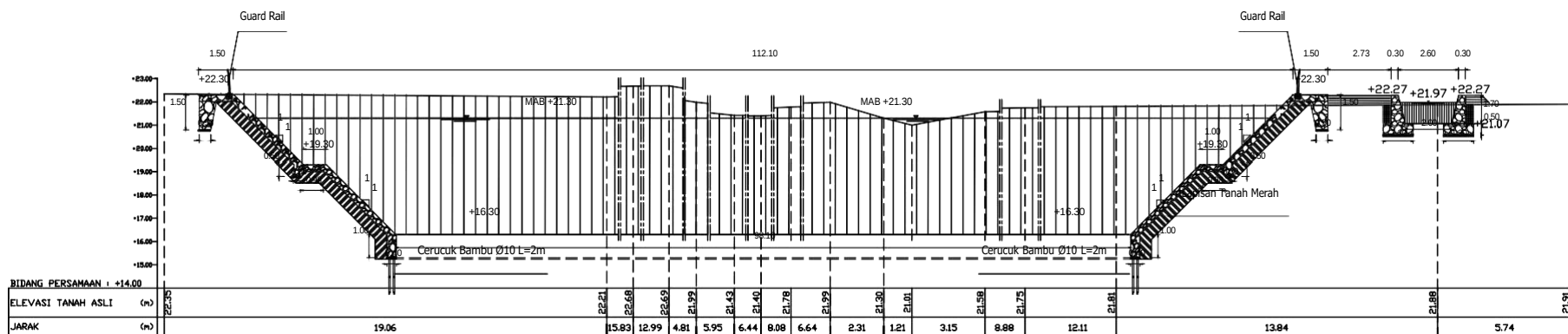
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUIJI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRIURROHMANS NPM. 21122180118	Des. H. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	H. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	POTONGAN MELINTANG EMBUNG	L-15
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL : 11/07/2025



POTONGAN (S.3)
SKALA 1:100



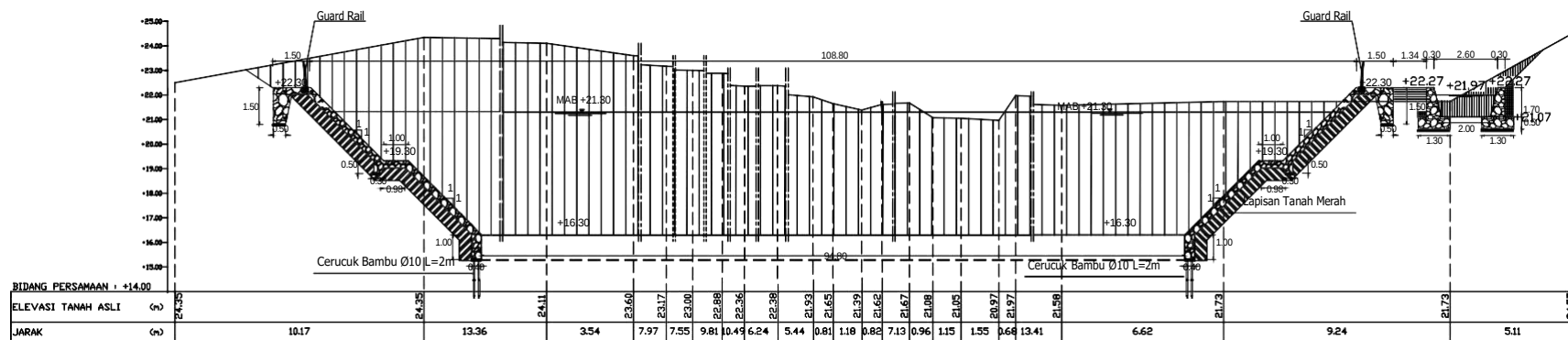
POTONGAN (S.3A)
SKALA 1:100



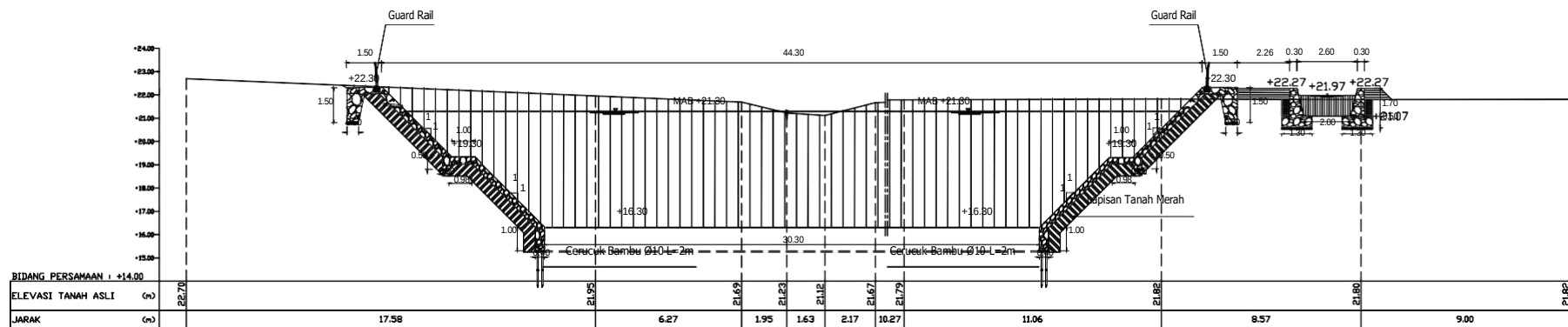
POTONGAN (S.3B)
SKALA 1:100



NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI URBHOMANS NPM. 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	POTONGAN MELINTANG EMBUNG	1-16
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL : 11/07/2025



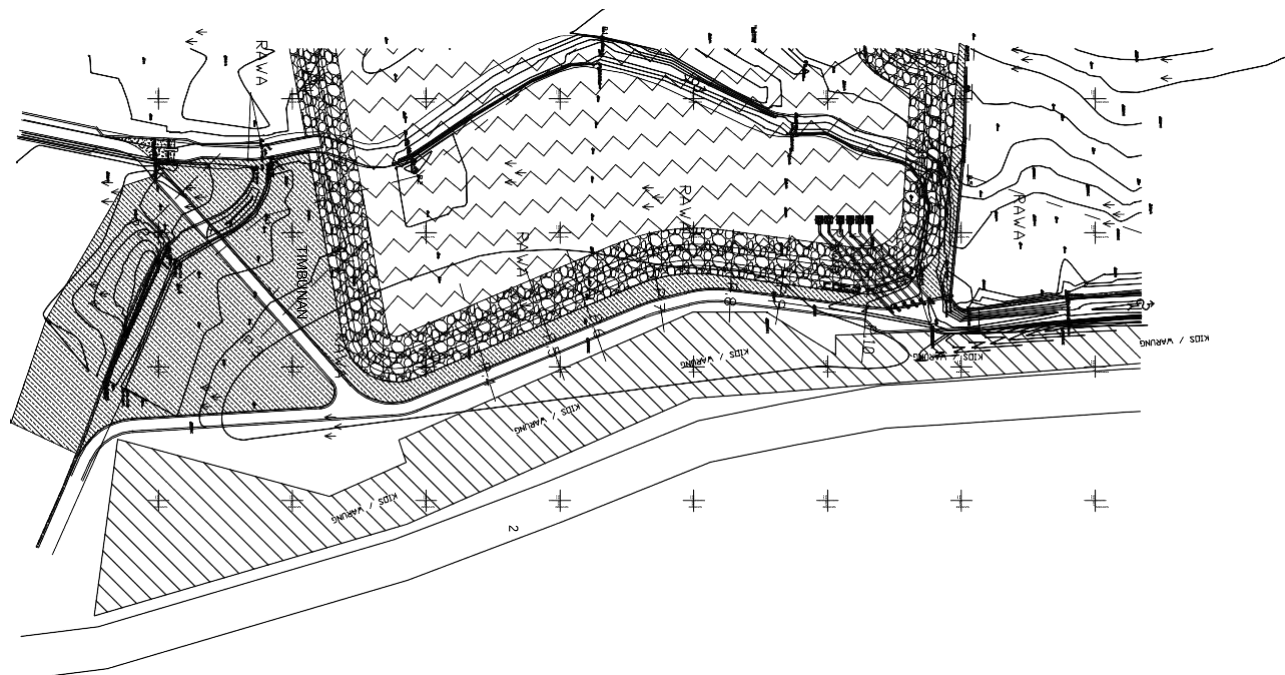
POTONGAN <4>
SKALA 1:100



POTONGAN <4A>
SKALA 1:100

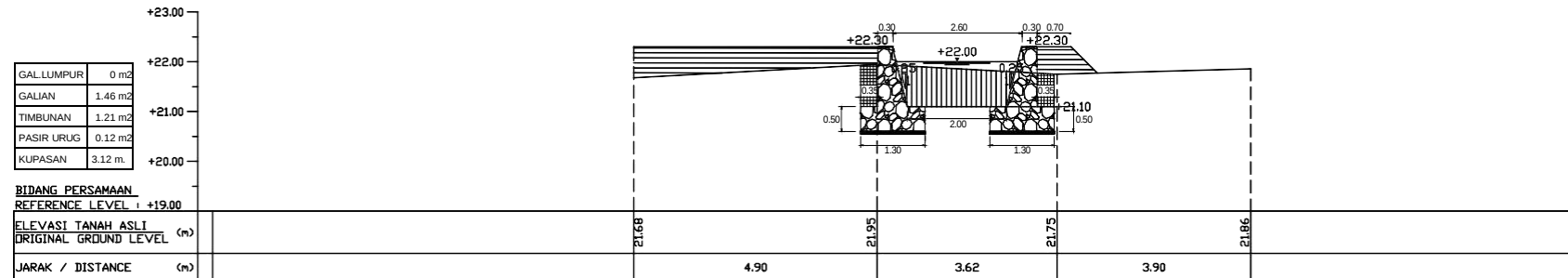


NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR 4-17
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL		TEKNIK SIPIL	DIGAMBAR OLEH DR. FATHUL HUSNAN S NPM. 211210018	DIPERIKSA OLEH DR. J. H. ROSADI MT NIP. 432.200.199	DISETUJUI OLEH IL MUHAMMAD SYUKRI ST MT NIP. 432.200.090	POTONGAN MEMANJANG SALURAN	SKALA : NTS
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR

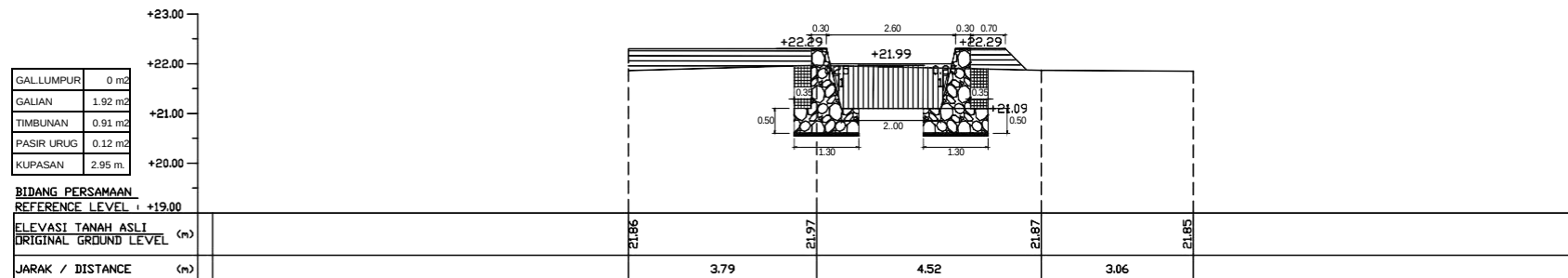
[illegible]



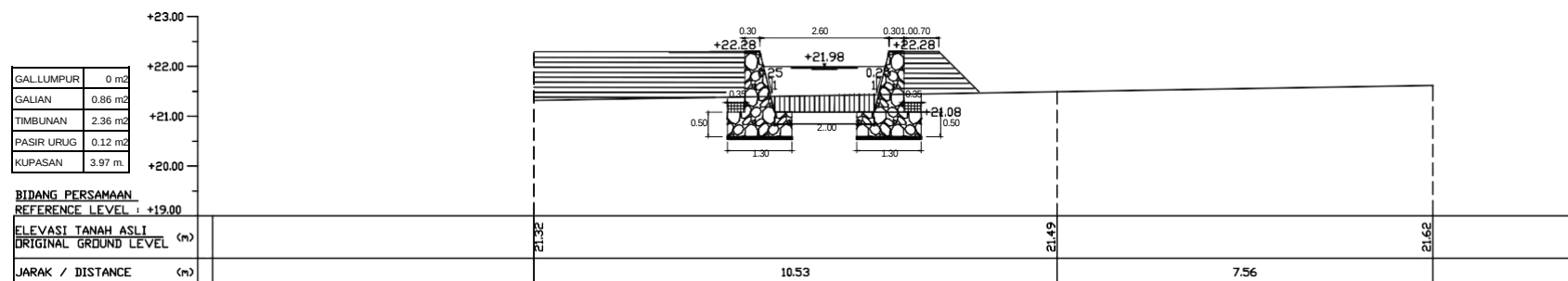
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI URBHOMANS NPM. 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	POTONGAN MELINTANG SALURAN	L-18
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS TANGGAL : 11/07/2025



P.2



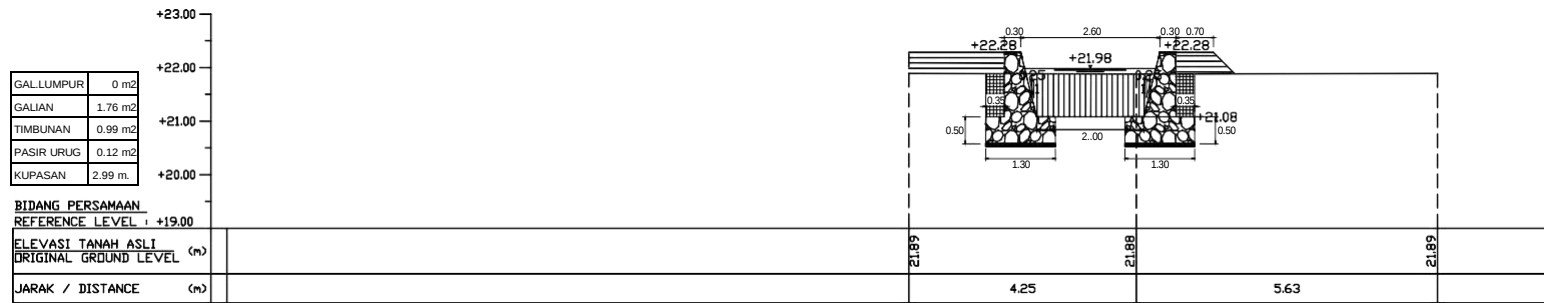
P.3



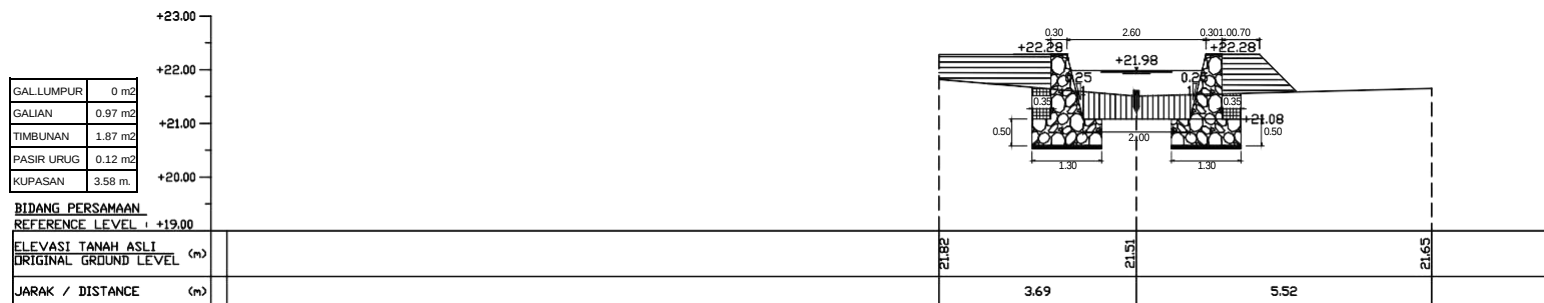
P.4



NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI UROHMAN S NPM. 21122180118	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	POTONGAN MELINTANG SALURAN	L-19
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS TANGGAL : 11/07/2025



P.5



P.6



P.7



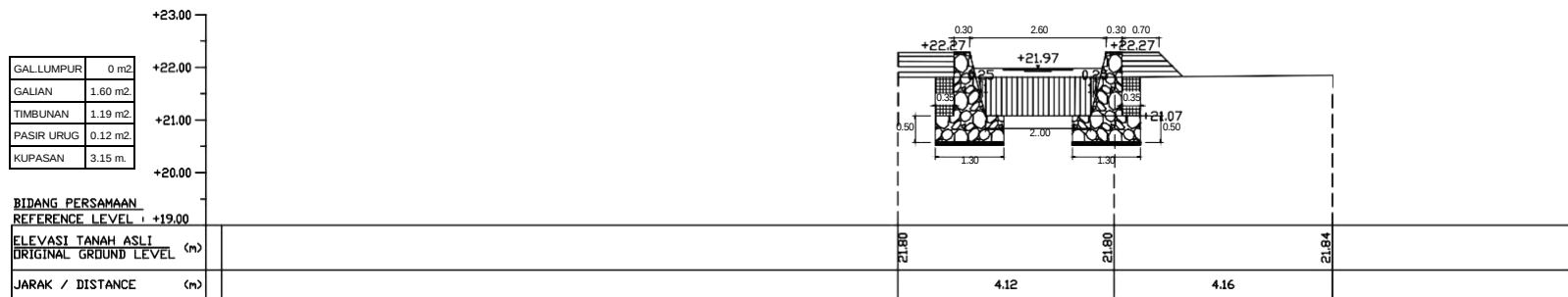
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI UROHMAN NPM 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	POTONGAN MELINTANG SALURAN	L-20
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL : 11/07/2025



P.8



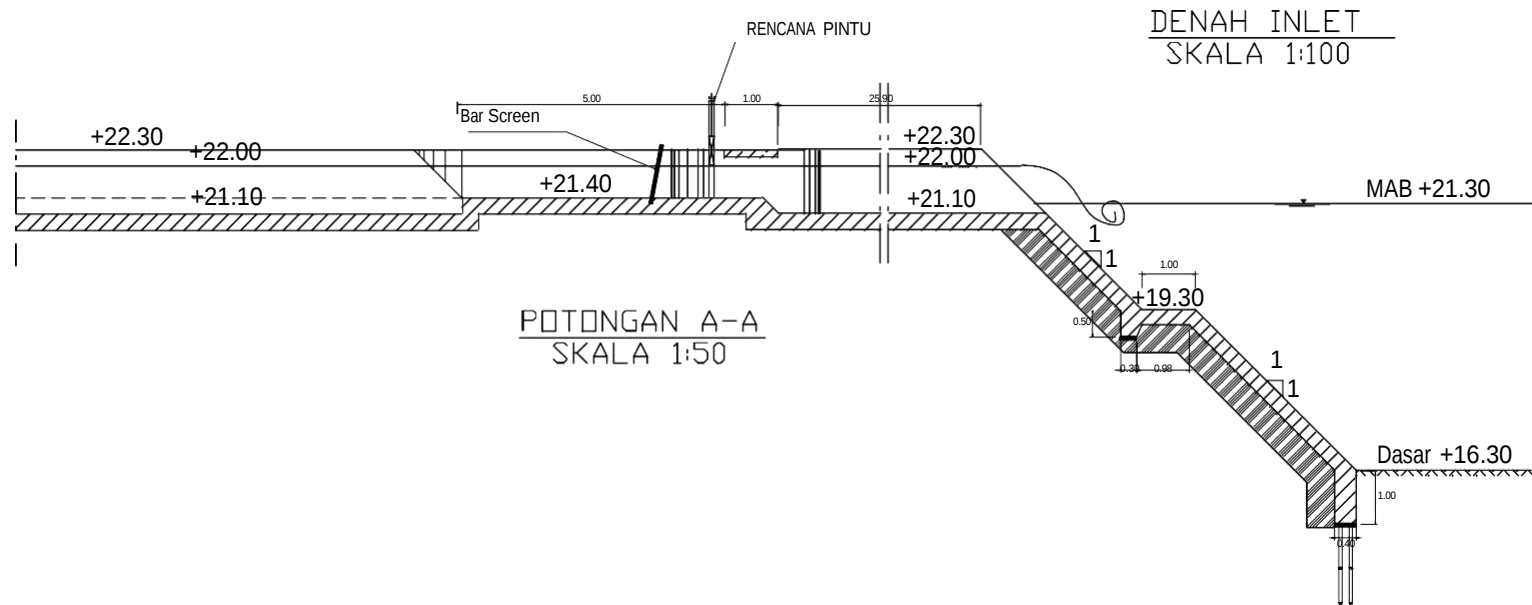
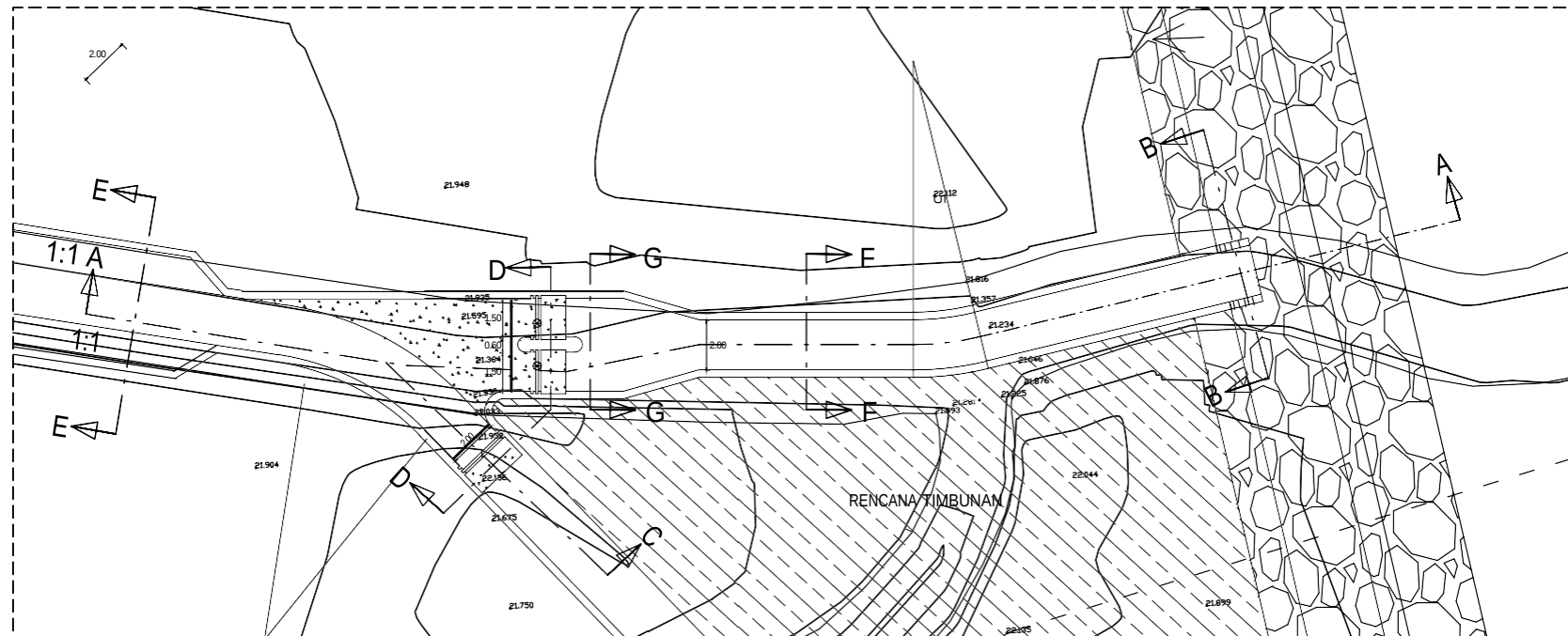
P.9



P.10

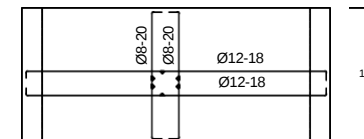
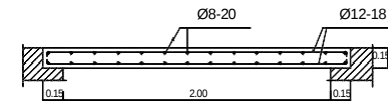
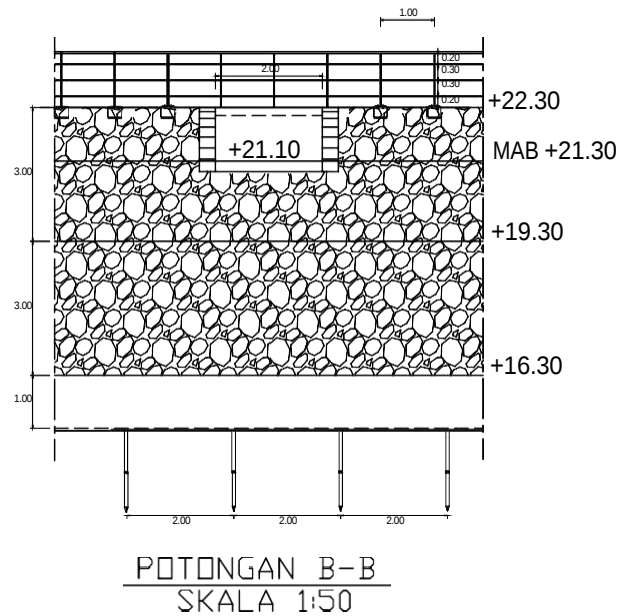
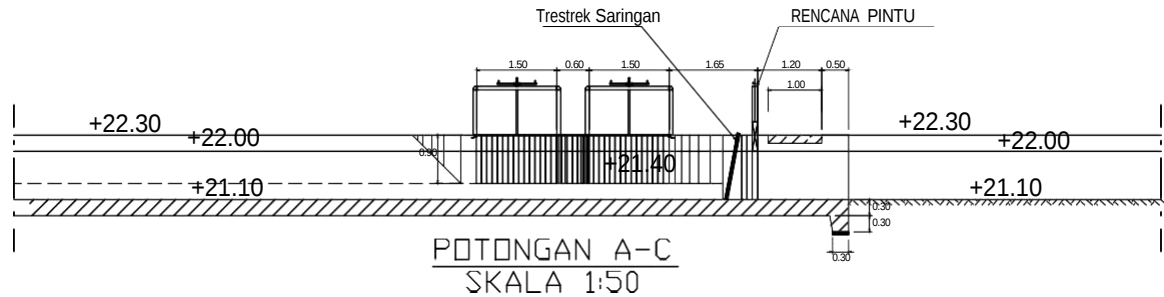


NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR 4-21
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL		TEKNIK SIPIL				DENAH DAN POTONGAN INLET EMBUNG	SKALA NTS
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG			<u>DZAKI FADHILURROHMAN S</u> NPM. 2112218018	<u>Drs. Ir. H. ROSADI, MT</u> NIP. 432.200.199	<u>H. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT</u> NIP. 432.200.200		TANGGAL 11/07/2025





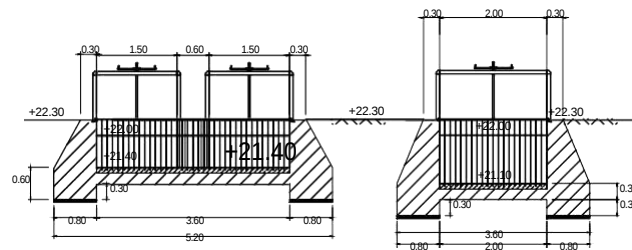
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI URBHOMANS NPM. 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	H. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	POTONGAN INLET EMBUNG	L-22
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL : 11/07/2025



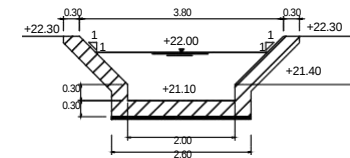
DETAIL PLAT PELAYANAN
SKALA 1:20



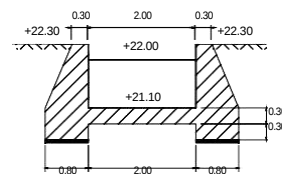
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUIJI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRIURROHMANS NPM. 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	POTONGAN INLET EMBUNG	L-23
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL : 11/07/2025



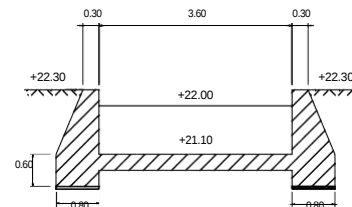
POTONGAN D-D
SKALA 1:50



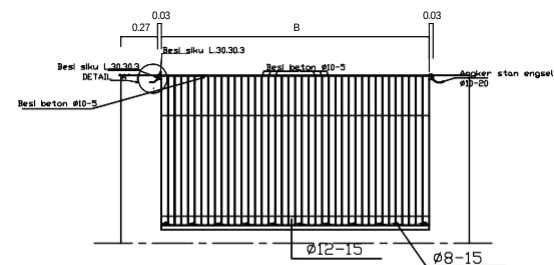
POTONGAN E-E
SKALA 1:50



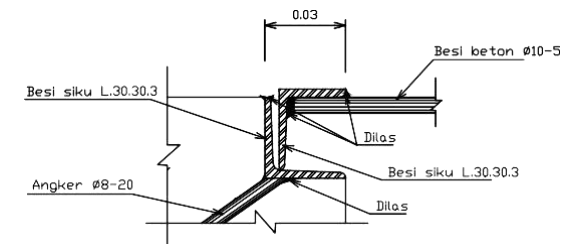
POTONGAN F-F
SKALA 1:50



POTONGAN G-G
SKALA 1:50



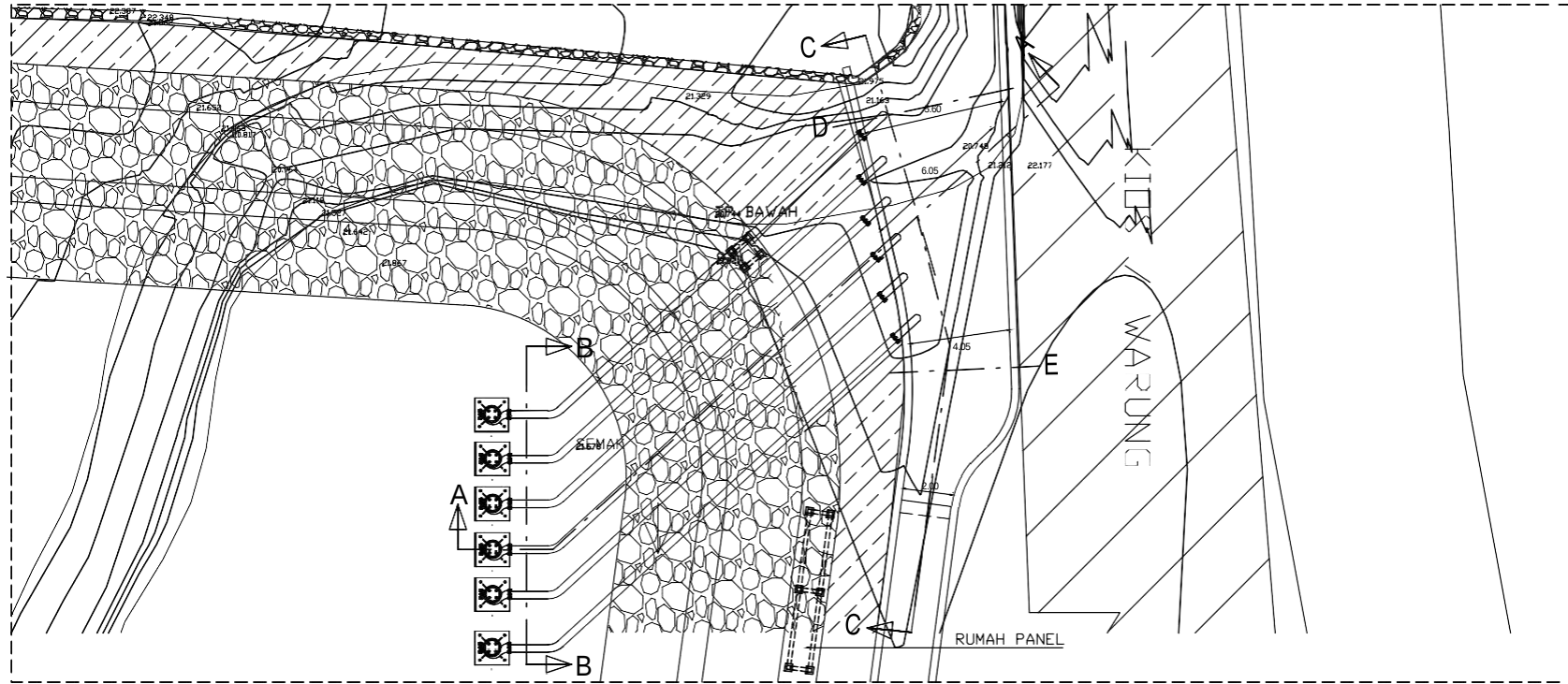
Trestrek Saringan
SKALA 1:20



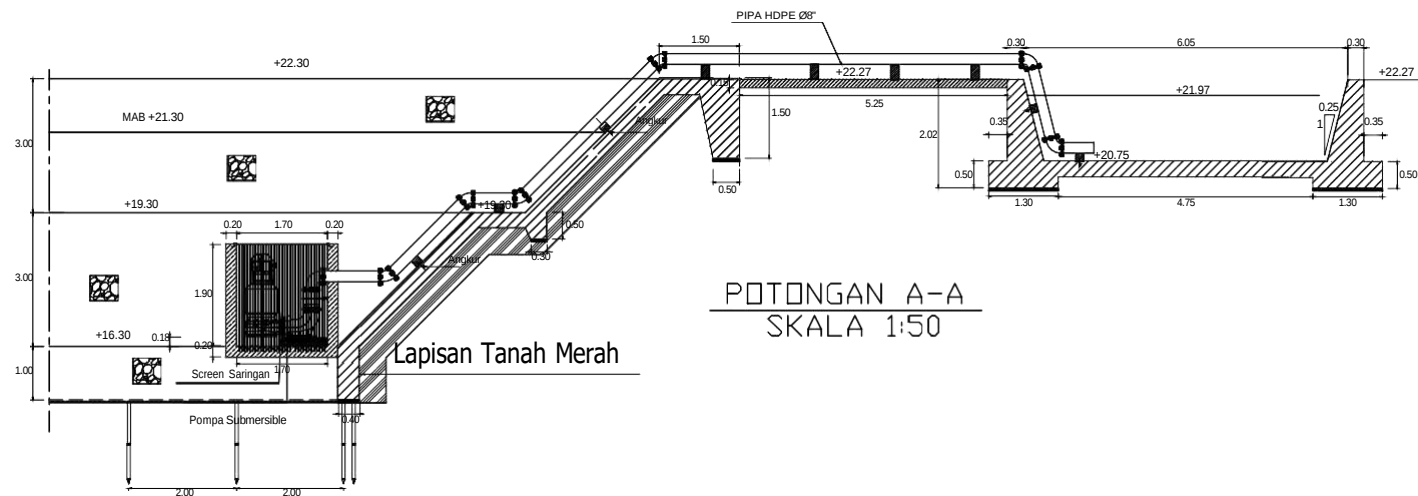
DETAIL A
NTS



NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUIJI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI LUBROHMANS NPM. 21122180118	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	DENAH DAN POTONGAN INLET EMBUNG	L-24
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL : 11/07/2025



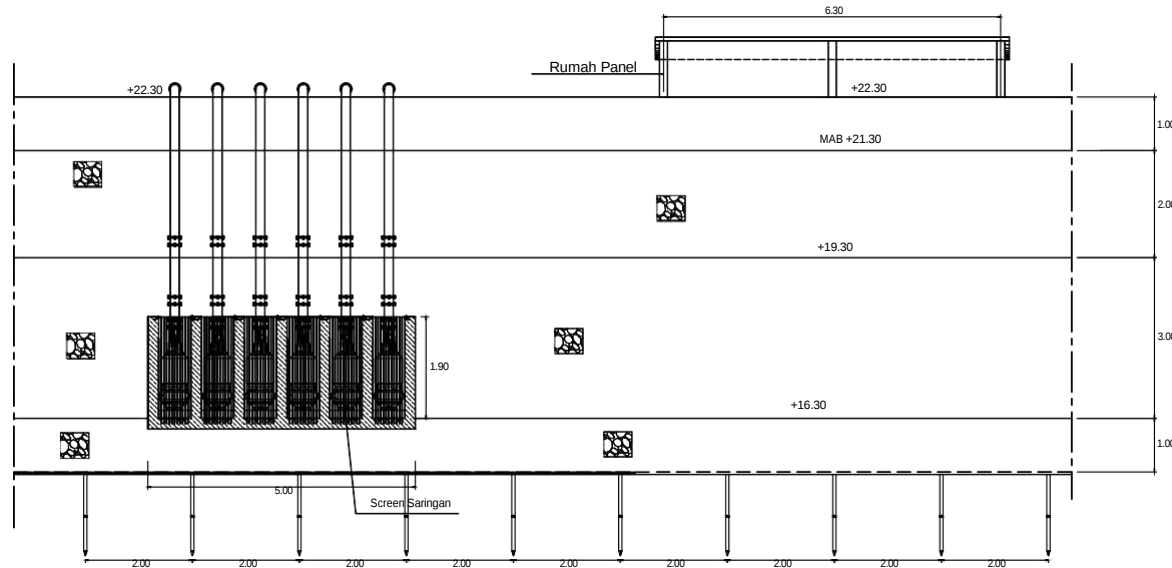
DENAH OUTLET POMPA
SKALA 1:100



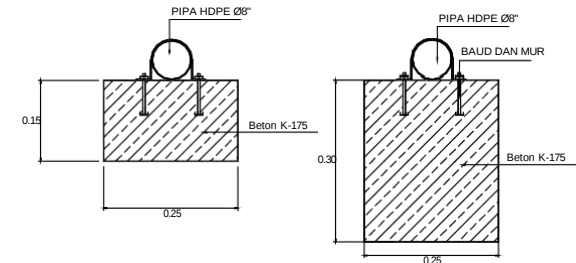
POTONGAN A-A
SKALA 1:50



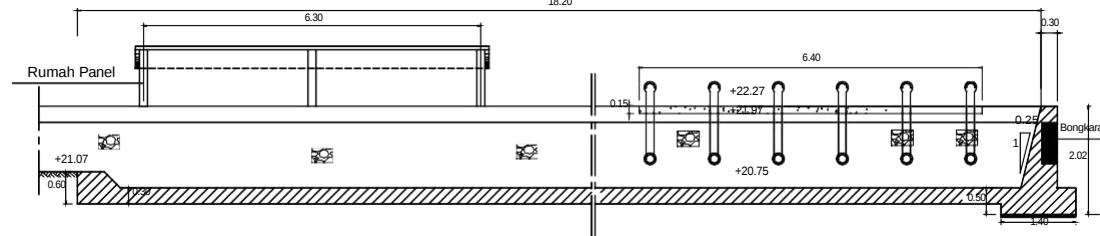
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI LUBROHMANS NPM. 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	POTONGAN INLET EMBUNG	L-25
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS TANGGAL : 11/07/2025



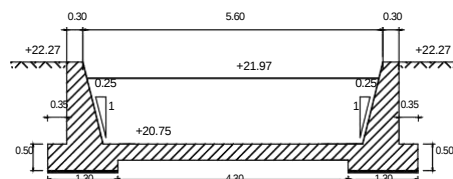
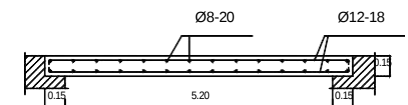
POTONGAN B-B
SKALA 1:50



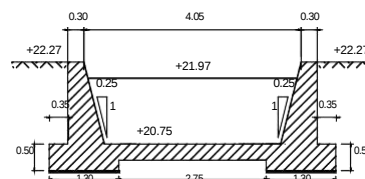
DETAIL TRASTBLOK
SKALA 1:5



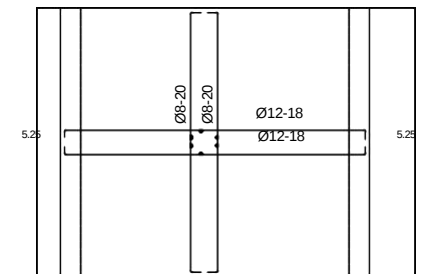
POTONGAN C-C
SKALA 1:50



POTONGAN D-D
SKALA 1:50



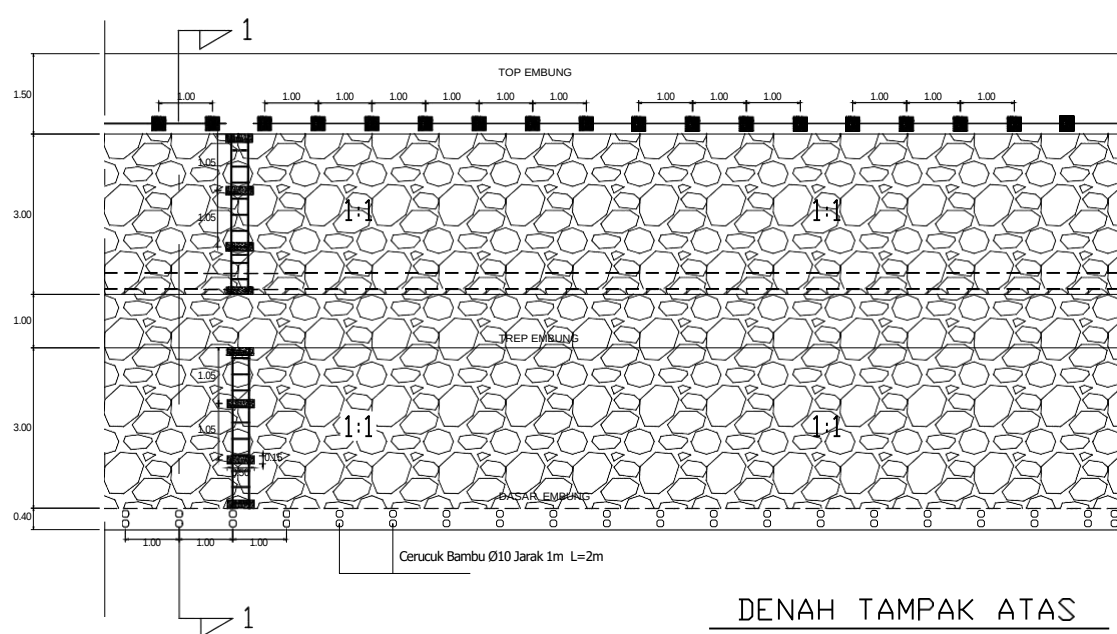
POTONGAN E-E
SKALA 1:50



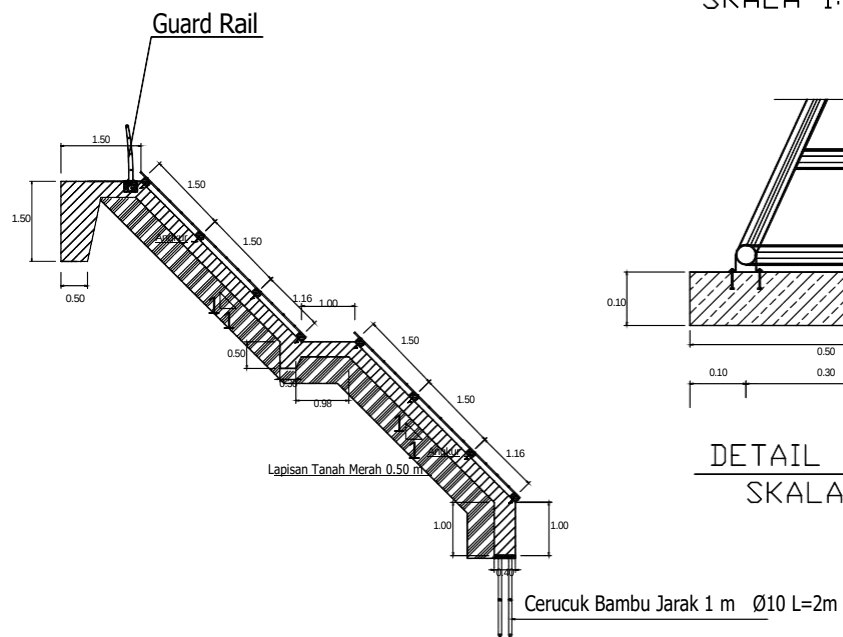
DETAIL PLAT PELAYANAN
SKALA 1:20



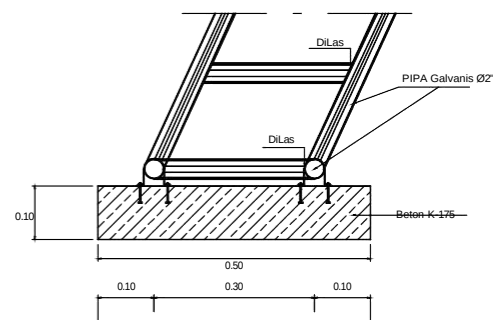
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRIURROHMANS NPM 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	DENAH DAN POTONGAN TANGGA INSPEKSI	4-26
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG						TANGGAL: 11/07/2025	SKALA : NTS



DENAH TAMPAP ATAS
SKALA 1:50



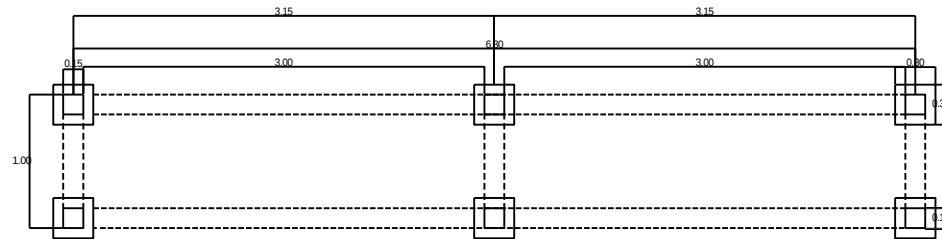
POTONGAN 1-1
SKALA 1:50



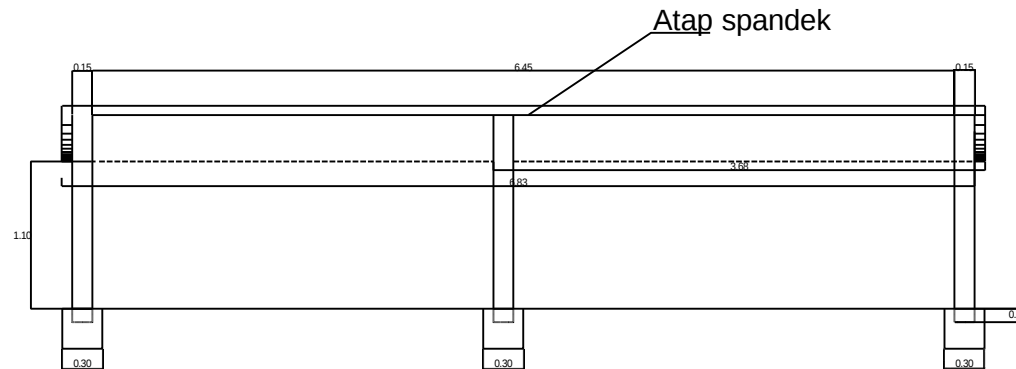
DETAIL TANGGA
SKALA 1:5



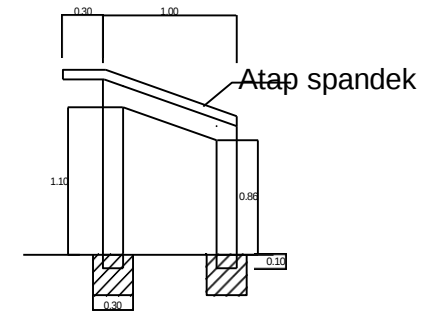
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FAHRI UROHMAN NPM 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI, MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI, ST, MT NIP. 432.200.200	DETAIL RUMAH PANEL	4-27
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL: 11/07/2025



DENAH
SKALA 1:20

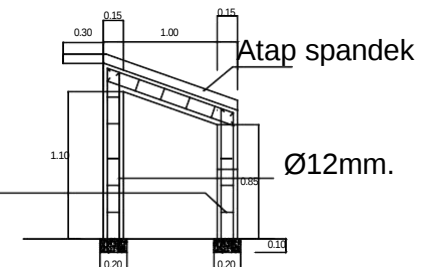


TAMPAK DEPAN
SKALA 1:20



TAMPAK SAMPIR
SKALA 1:20

Ø8mm-20cm.

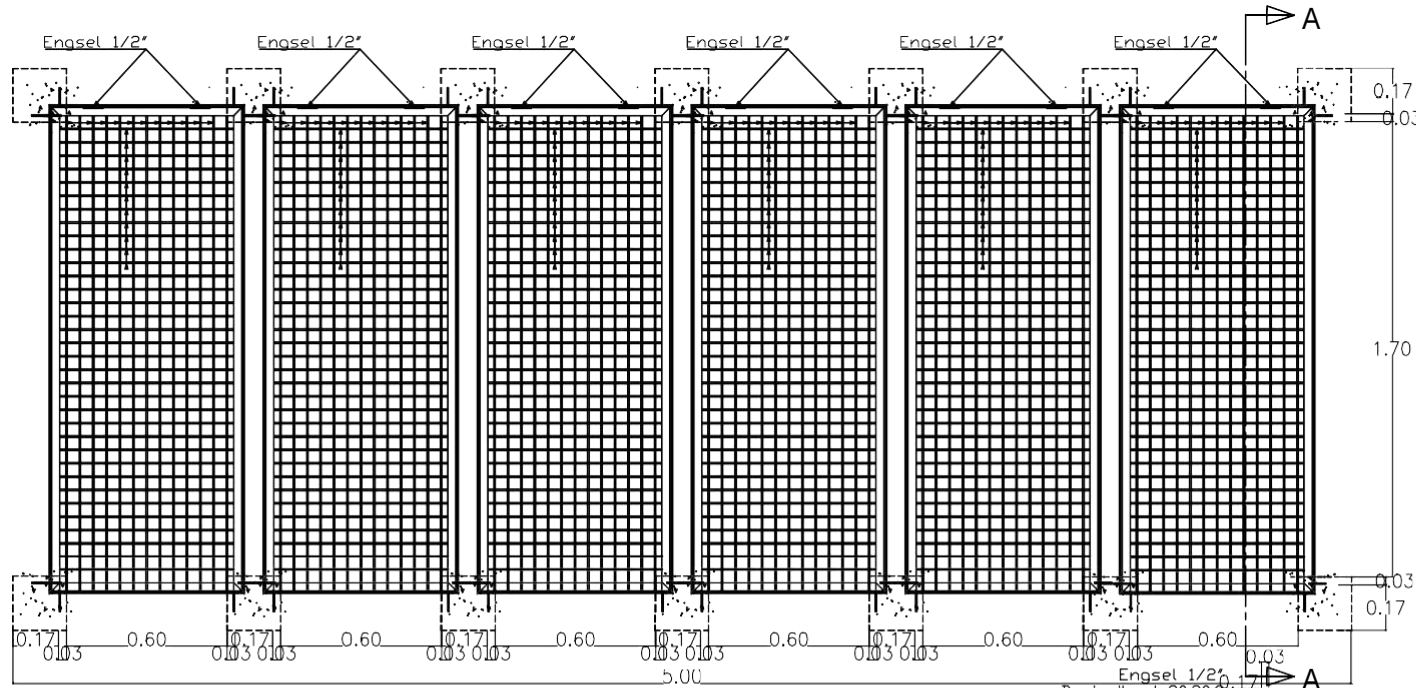


TAMPAK SAMPIR
SKALA 1:20



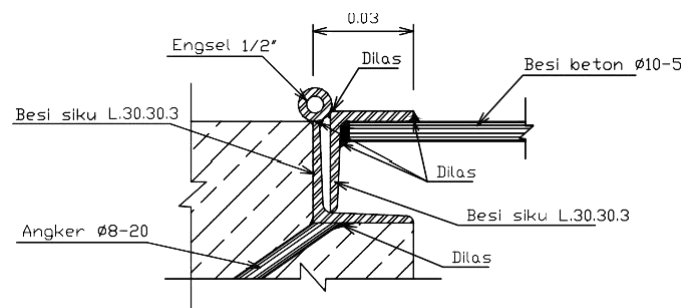
LEGENDA :

- 1:2:3 BETON BERTULANG K 225
- 1:3:6 BETON TUMBUK K 175
- 1:3:6 PASANGAN BATU KALI I

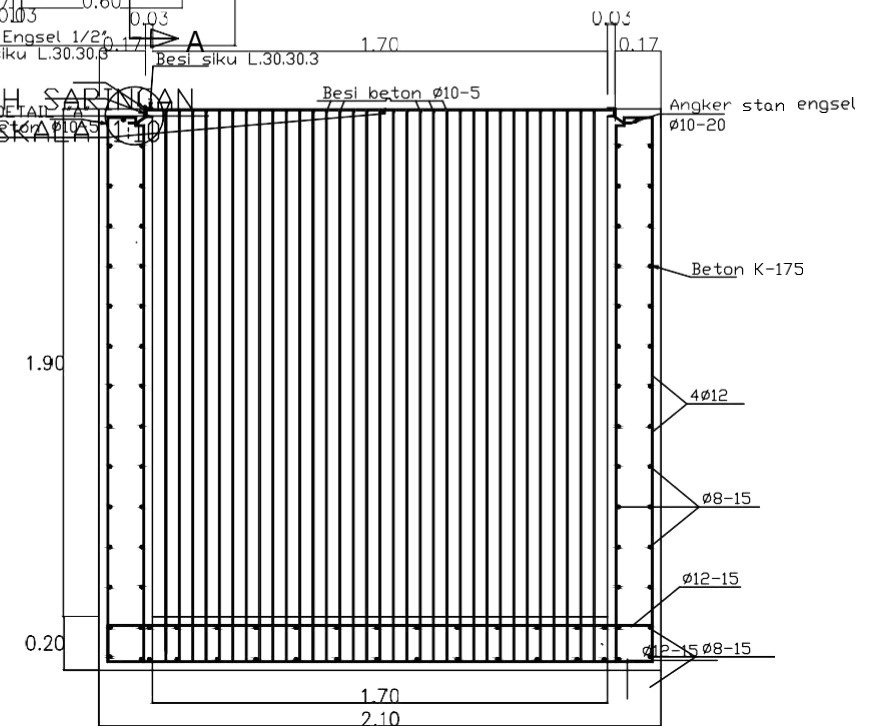


DENAH SARINGAN

SKALA 1:10



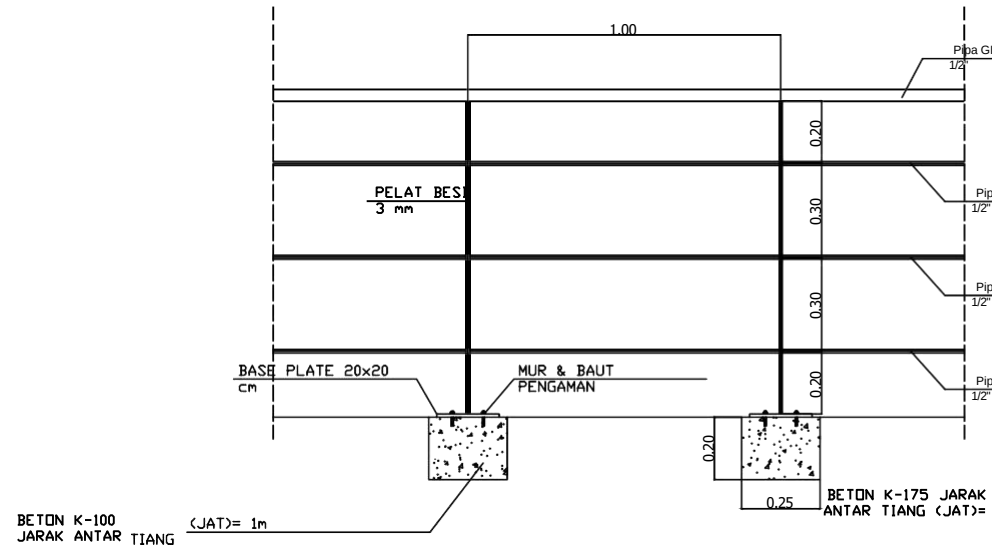
DETAIL A
NTS



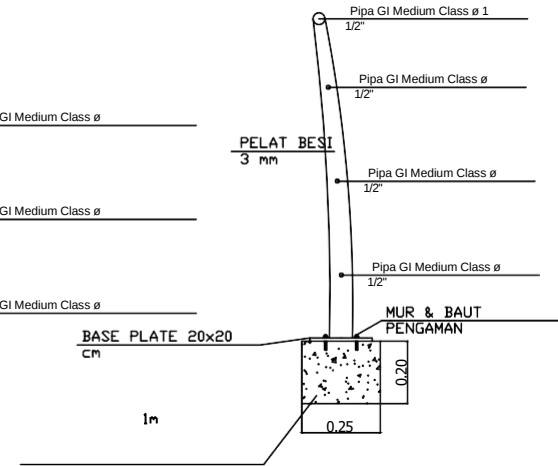
POTONGAN A-A
SKALA 1:10



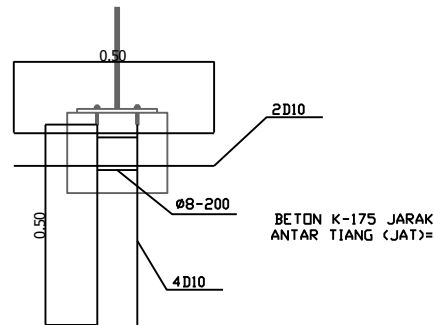
NAMA FAKULTAS	TEKNIK	TUGAS AKHIR	PROGRAM STUDI	DIGAMBAR OLEH	DIPERIKSA OLEH	DISETUIJUI OLEH	JUDUL GAMBAR	NO. LEMBAR
PROGRAM STUDI	TEKNIK SIPIL	PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR	TEKNIK SIPIL	DZAKI FADHILURROHMAN'S NPM. 2112218018	Des. Ir. H. ROSADI MT NIP. 432.200.199	Ir. MUHAMMAD SYUKRI ST-MT NIP. 432.200.200	DETAIL GUARD RAIL	4-29
UNIVERSITAS	SANGGA BUANA YPKP BANDUNG							SKALA : NTS
								TANGGAL : 11/07/2025



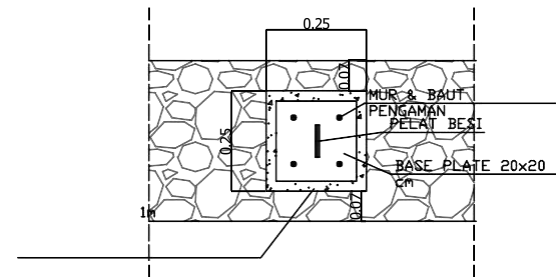
DETAIL MEMANJANG PAGAR



DETAIL MELINTANG PAGAR



DETAIL PENULANGAN PONDASI PAGAR



TAMPAK ATAS PONDASI PAGAR



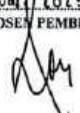
Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 1

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (USULAN TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohmah Shiddiq NPM. 2112218918	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Usulan Tugas Akhir 2024 Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
1	08 / 11 - 2024	Membahas mengenai Konsep Pengalihan data dan meluruskan Konsep yg sudah dibuat dan membahas pula mengenai revisi judul dan Konsep bahasan. "Evaluasi Embung Multifungsi Sebagai Solusi Perencanaan untuk Pengendalian Banjir dan Penyediaan Air Bersih Studi Kasus Daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang" diubah menjadi: "Perencanaan Embung Sebagai Solusi Untuk Pengendalian Banjir Studi Kasus Daerah Sukamulya Kabupaten Tangerang"	  

Catatan,

Bandung, 10 Januari 2025

DOSEN PEMBIMBING


Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 2

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (USULAN TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohmah Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Usulan Tugas Akhir 2024 Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
2	29/11-2024	Penentuan Bagian Tugas Akhir yg Meliputi 1. Cover 2. Lembar Persembahkan 3. Lembar Pengesahan 4. Lembar Pernyataan 5. Abstrak 6. Kata Pengantar 7. Daftar Isi 8. Daftar Gambar 9. Daftar Tabel 10. Daftar Lampiran 11. Bab 1 (Pendahuluan) 12. Bab 2 (Landasan Teori) 13. Bab 3 (Metodologi Penelitian) 14. Bab 4 (Hasil dan Pembahasan) 15. Bab 5 (Kesimpulan dan Saran) 16. Daftar Pustaka 17. Lampiran 18. Riwayat Hidup Bagian Awal Usulan Tugas Akhir 1. Cover 2. Lembar Persembahkan 3. Lembar Pengesahan 4. Lembar Pernyataan 5. Kata Pengantar	 

Catatan,

Bandung, 10 Januari 2025

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 3

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (USULAN TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohmah Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Usulan Tugas Akhir 2024 Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
3	13/12-2024	Asistensi Bab 1 (Pendahuluan) 1.1. Latar Belakang Penelitian 1.2. Rumusan Masalah 1.3. Tujuan Penelitian 1.4. Batasan Masalah Penelitian 1.5. Manfaat Penelitian 1.6. Sistematika Penulisan "Sudah OKE, Ada beberapa ejaan yg harus diperbaiki: Sesuai Ejaan Yang Disempurnakan" "Sitasi: Perlu diperhatikan, diusahakan sesuai dengan tema bahasan, jangan terlampau jauh."	  

Catatan,

Bandung, 10 Januari 2025
DOSIR PEMBIMBING


Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 4

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (USULAN TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohmah Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Usulan Tugas Akhir 2024 Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
4	20/12-2024	Bab 2 (Landasan Teori) 2.1. Embung 2.1.1. Umum 2.1.2. Manfaat Embung 2.1.3. Tipe - Tipe Tubuh Embung 2.1.4. Tinjauan Perencanaan Embung 2.1.5. Penelitian Terdahulu 2.2. Analisa Hidrologi: 2.2.1. Umum 2.2.2. Curah Hujan 2.2.3. Daerah Aliran Sungai (DAS) 2.2.4. Analisa Hujan Rencana 2.3. Analisa Hidrolika 2.3.1. Umum 2.3.2. Analisa Kapasitas Pemampatan Saluran Pembuangan Embung 2.3.3. Desain Dimensi Embung 2.4. Stabilitas Konstruksi 2.4.1. Umum 2.4.2. Gaya - Gaya Pengaruh 2.4.3. Pertimbangan Stabilitas Konstruksi "Mulai dari Pustaka Curah hujan Sampai tanggungan embung."	

Catatan,

Bandung, 10 Januari 2025
DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 5

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (USULAN TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohmah Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Usulan Tugas Akhir 2024 Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
5	27/12-2014	Bab 3 (Metode Penelitian) 3.1. Konsep Dasar Penelitian 3.1.1. Umum 3.1.2. Desain Penelitian 3.1.3. Metode Penelitian 3.1.4. Teknik Pengumpulan Data 3.2. Subjek Penelitian 3.2.1. Umum 3.2.2. Kondisi: Lokasi Penelitian 3.2.3. Kondisi: Masyarakat Sekitar 3.2.4. Gambaran Umum Lokasi Studi 3.3. Data Penelitian 3.3.1. Umum 3.3.2. Data Primer 3.3.3. Data Sekunder 3.3.4. Teknik Analisa Data 3.3.5. Diagram Alir Penelitian "Metode Penelitian Masalah Pengumpulan Data, Jenis Data, Pengolahan data sampe bikin diagram atau flowchartnya"	

Catatan,

Bandung, 10 Januari 2015

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 6

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (USULAN TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohmah Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Uslan Tugas Akhir 2024 Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
6	03/01-2015	Finishing Laporan Topsis dan Persiapan Seminar 1. Lembar Persembahan Topsis Usulan Tugas Akhir 2. Lembar Pengesahan Usulan Tugas Akhir 3. Kata Pengantar 4. Daftar Isi 5. Daftar Gambar 6. Daftar Tabel 7. Bab 1 (Pendahuluan) 8. Bab 2 (Tinjauan Pustaka) 9. Bab 3 (Metodologi Penelitian) 10. Daftar Pustaka 11. Lampiran Syarat Pengajuan 1. Lembar Pengesahan Penguji 2. Lembar Asistensi 6 Kali 3. Hasil Print 2 Exemplar 4. Kwitansi Sidang 5. Isi di Siforeter	 

Catatan,

Bandung, 10 Januari 2015

DOSEN PEMBIMBING



Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Usulan Tugas Akhir 7

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (USULAN TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Deaki Fadhlurrahman Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Usulan Tugas Akhir 2024 Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
7	18/ 01-2015	Menambahkan DAS & Luasan Project Embung (Pa Rosadi) Rapihkan Kembali Susunan Laporan Tugas Akhir (Pa Doni) Sidang Topsis	 

Catatan, Bandung, 18 Januari 2015

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199



Lembar Bimbingan Tugas Akhir 1

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP		Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohmah Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199
		Tugas Akhir 2025	
		Program Studi Teknik Sipil	
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
1	23/05-2025	Overview Topik Khas dan Pengembangan Menuju TA 1. Cover (X) 2. Surat Cover 3. Lembar Persembahan (i) 4. Surat Cover 5. Lembar Pengesahan (ii - iii) 6. Surat Cover 7. Lembar Peratapan (iv) 8. Surat Cover 9. Lembar Hal Ciri (v) 10. Surat Cover 11. Abstrak (vi - vii) 12. Surat Cover 13. Kata Pengantar (viii - ix) 14. Surat Cover 15. Daftar Isi (x - xi) 16. Surat Cover 17. Daftar Gambar (xii - xiii) 18. Surat Cover 19. Daftar Tabel (xiv - xv) 20. Surat Cover 21. Daftar Lampiran (xvi) 22. Surat Cover 23. Bab 1 (Pendahuluan) (1 - 6) 24. Surat Cover 25. Bab 2 (Tinjauan Pustaka) (7 - 41) 26. Surat Cover 27. Bab 3 (Metodologi) (42 - 61) 28. Surat Cover 29. Bab 4 (Pembahasan) (62 - 115) 30. Surat Cover 31. Bab 5 (Penutup) (116 - 117) 32. Surat Cover 33. Daftar Pustaka (Daftar Pustaka) 34. Surat Cover 35. Lampiran (L.1 - L.29) 36. Surat Cover 37. Riwayat Hidup (Riwayat Hidup) 38. -	

Catatan,

Bandung, 11 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199



Lembar Bimbingan Tugas Akhir 2

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Mahasiswa Dzaki Fadhlorrohmah Shiddiq NPM. 2112218018		Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Tugas Akhir 2025
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
2	30/05-2025	Revisi 1. Cover (X) 2. Lembar Persembahan (i) 3. Lembar Pengesahan (ii - iii) 4. Lembar Pernyataan (iv) 5. Lembar Han Cipta (v) 6. Kata Pengantar (viii - ix) 7. Daftar Pustaka (Daftar Pustaka) 8. Riwayat Hidup (Riwayat Hidup) 9. Abstrak (vi - vii)	

Catatan,

Bandung, 14 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Tugas Akhir 3

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhilurrahman Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Tugas Akhir 2025
		Program Studi Teknik Sipil	
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
3	06/10-2025	Bab 1 1.1. Latar Belakang 1.2. Rumusan Masalah 1.3. Tujuan 1.4. Batasan Masalah 1.5. Manfaat 1.6. Sistematika Penulisan	1 3 3 4 4 5

Catatan,

Bandung, 11 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Tugas Akhir 4

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (TUGAS AKHIR)					
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG					
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Tugas Akhir 2025 Program Studi Teknik Sipil		
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing		
4	13 / 106-1015	2.1. Embung	7		
		2.1.1. Umum	7		
		2.1.2. Manfaat Embung	8		
		2.1.3. Tipe - Tipe Tubuh Embung	9		
		2.1.4. Tinjauan Perencanaan Embung	10		
		2.1.5. Penelitian Terdahulu	11		
		2.2. Analisa Hidrologi	13		
		2.2.1. Umum	13		
		2.2.2. Curah Hujan	10		
		2.2.3. Daerah Aliran Sungai (DAS)	11		
		2.2.4. Analisa Hujan Rencana	13		
		2.2.5. Analisa Debit Banjir Rencana	18		
		2.3. Analisa Hidrolika	35		
		2.3.1. Umum	35		
		2.3.2. Analisa Kapasitas Penampang Saluran Pembuangan Embung	35		
		2.3.3. Desain Dimensi Embung	36		
		2.4. Stabilitas Konstruksi	37		
		2.4.1. Umum	37		
		2.4.2. Gaya - Gaya Pengaruh	37		
		2.4.3. Perhitungan Stabilitas Konstruksi	40		
		Bab 2			
		Gambar 2.1	8	Tabel 2.1 11	Tabel 2.9 41
		Gambar 2.2	9	Tabel 2.2 16	Tabel 2.10 41
		Gambar 2.3	10	Tabel 2.3 25	
		Gambar 2.4	11	Tabel 2.4 25	
		Gambar 2.5	14	Tabel 2.5 16	
		Gambar 2.6	14	Tabel 2.6 18	
		Gambar 2.7	11	Tabel 2.7 36	
		Gambar 2.8	13	Tabel 2.8 38	
		Gambar 2.9	14		
Gambar 2.10	31				
Gambar 2.11	38				

Catatan,

Bandung, 11 Juli 2015

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Tugas Akhir 5

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (TUGAS AKHIR)					
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG					
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Tugas Akhir 2025		
			Program Studi Teknik Sipil		
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing		
5	20/06-2025	3.1. Konsep Dasar Penelitian	43		
		3.1.1. Umum	43		
		3.1.2. Desain Penelitian	43		
		3.1.3. Metode Penelitian	44		
		3.1.4. Teknik Pengumpulan Data	44		
		3.2. Subjek Penelitian	44		
		3.2.1. Umum	44		
		3.2.2. Gambaran Umum Kabupaten Tangerang	45		
		3.2.3. Gambaran Umum Kecamatan Sukamulya	51		
		3.2.4. Kondisi Lokasi Penelitian	52		
		3.3. Data Penelitian	53		
		3.3.1. Umum	53		
		3.3.2. Data Primer	53		
		3.3.3. Data Sekunder	59		
		3.3.4. Teknik Analisa Data	60		
		3.4. Diagram Alir Penelitian	61		
		Bab 3			
		Gambar 3.1	47	Tabel 3.1.	46
		Gambar 3.2	51	Tabel 3.2.	50
		Gambar 3.3	52	Tabel 3.3.	51
		Gambar 3.4	54	Tabel 3.4.	58
		Gambar 3.5	56	Tabel 3.5.	59
		Gambar 3.6	57		
Gambar 3.7	57				
Gambar 3.8	61				

Catatan,

Bandung, 11 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Tugas Akhir 6

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhurrohman Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Tugas Akhir 2025 Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
6	27/06-2025	Bab 4	62
		4.1. Analisa Hidrologi	62
		4.1.1. Umum	62
		4.1.2. Ketersediaan Data Curah Hujan	63
		4.1.3. Luas DAS	63
		4.1.4. Uji Outlier	67
		4.1.5. Analisa Curah Hujan Rencana	82
		4.1.6. Analisa Debit Banjir Rencana	96
		4.1.7. Kalibrasi Debit Banjir Rencana	105
		4.1.8. Pemodelan Kondisi Menggunakan Aplikasi HEC-HMS	
		Gambar 4.1	63
		Gambar 4.2	95
		Gambar 4.3	98
		Gambar 4.4	90
		Gambar 4.5	91
		Gambar 4.6	94
		Gambar 4.7	95
		Gambar 4.8	96
		Gambar 4.9	97
		Gambar 4.10	98
		Gambar 4.11	99
		Gambar 4.12	100
		Gambar 4.13	100
		Gambar 4.14	x
		Gambar 4.15	x
		Gambar 4.16	x
		Gambar 4.17	x
Gambar 4.18	x		
Gambar 4.19	x		
Gambar 4.20	x		
		Tabel 4.1	62
		Tabel 4.2	63
		Tabel 4.3	64
		Tabel 4.4	65
		Tabel 4.5	68
		Tabel 4.6	69
		Tabel 4.7	70
		Tabel 4.8	72
		Tabel 4.9	73
		Tabel 4.10	75
		Tabel 4.11	76
		Tabel 4.12	78
		Tabel 4.13	80
		Tabel 4.14	81
		Tabel 4.15	84
		Tabel 4.16	87
		Tabel 4.17	89
		Tabel 4.18	91
		Tabel 4.19	93
		Tabel 4.20	95
		Tabel 4.21	95
		Tabel 4.22	98

Catatan,

Bandung, 11 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199



Lembar Bimbingan Tugas Akhir 7

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (TUGAS AKHIR)					
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG					
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohma Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.208.199	Tugas Akhir 2025 Program Studi Teknik Sipil		
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing		
7	04/07.2025	4.1. Analisa Hidrolika	101		
		4.1.1. Umum	101		
		4.2.2. Analisa Kapasitas Penampang Saluran Pembuangan Embung	101		
		4.2.3. Desain Dimensi Embung	101		
		4.2.4. Pemodelan Kondisi Menggunakan Aplikasi Google Earth	102		
		4.3. Stabilitas Konstruksi	106		
		4.3.1. Umum	106		
		4.3.2. Gaya - Gaya Pengaruh	106		
		4.3.3. Stabilitas Konstruksi	111		
		4.3.4. Pemodelan Kondisi Menggunakan Aplikasi Plaxis	113		
		Gambar 4.14	108	Tabel 4.23	101
		Gambar 4.15	108	Tabel 4.24	102
		Gambar 4.16	113	Tabel 4.25	103
		Gambar 4.17	114	Tabel 4.26	104
		Gambar 4.18	114	Tabel 4.27	105
		Gambar 4.19	115	Tabel 4.28	110
		Gambar 4.20	X	Tabel 4.29	111
		Gambar 4.21	X	Tabel 4.30	111
		Gambar 4.22	X	Tabel 4.31	111
		Gambar 4.23	X		112
		Gambar 4.24	X		
		Gambar 4.25	X		
		Gambar 4.26	X		
		Gambar 4.27	X		
Gambar 4.28	X				
Gambar 4.29	X				
Gambar 4.30	X				

Catatan,

Bandung, 11 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.208.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Bimbingan Tugas Akhir 8

FORMULIR BIMBINGAN ASISTENSI (TUGAS AKHIR)			
PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG			
Universitas Sangga Buana YPKP	Mahasiswa Dzaki Fadhlurrohmah Shiddiq NPM. 2112218018	Dosen Pembimbing Drs. Ir. H. Rosadi, MT NIP. 432.200.199	Tugas Akhir 2025
			Program Studi Teknik Sipil
No	Tanggal Asistensi	Uraian Kegiatan & Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
8	11/07-2025	Bab 5 5.1 Kesimpulan 116 5.2 Saran 117 Lampiran L-1. Surat Pengantar Izin Penelitian L-2. Permohonan Izin Melaksanakan Penelitian Tugas Akhir L-3. Surat Persetujuan Penelitian Tugas Akhir L-4. Peta Lokasi Embung Sukamulya Kedatangan Sukamulya L-5. Dokumentasi Eksisting Lapangan L-6. Peta Zona Gempa Indonesia L-7. Hasil Pengujian Kelulusan Air L-8. Pengujian Sondir L-9. Pengujian Sondir Ringkasan Hasil Laboratorium L-10. Cover DED Embung Kantor UPTD Sukamulya L-11. Daftar Gambar L-12. Peta Situasi Embung Skala 1:1000 L-13. Peta Situasi Embung Skala 1:600 L-14. Potongan Menjang Embung L-15. " " L-16. " " L-17. Potongan Memanjang Sawan Gendong Embung L-18. " " L-19. " " L-20. " " L-21. Denah dan Potongan Inlet Embung L-22. Potongan Inlet Embung L-23. " " L-24. Denah dan Potongan Outlet Embung L-25. Potongan Outlet Embung L-26. Denah dan Potongan Tangga Inspeksi Embung L-27. Detail Rumah Pangsi L-28. Detail Saringan Sampah L-29. Detail Gura Boti ACC Sidang & Plagiarisme	

Catatan,

Bandung, 11 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING

Drs. Ir. H. Rosadi, MT
NIP. 432.200.199

Kartu Bimbingan Minimal 8 Kali Bimbingan



Lembar Hasil Cek Plagiarisme Pustakalaya

 **PUSTAKALAYA**
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No.68, Kel. Cikutra, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung
Website: pustakalaya.usbypkp.ac.id Email: library@usbypkp.ac.id

Surat Keterangan Cek Plagiarisme
Nomor: 773/VIII/SKCP/USB-YPKP/2025

Sehubungan dengan kewajiban Cek Plagiarisme dengan *similarity check* maximal 25% sebagai salah satu kelengkapan persyaratan administrasi bagi mahasiswa tingkat akhir, dengan ini UPT Perpustakaan Universitas Sangga Buana menerangkan bahwa:

Nama : Dzaki Fadhlurrohman Shiddiq
NPM : 2112218018
Program Studi : S1 Teknik Sipil
Judul Karya Tulis Ilmiah : " PERENCANAAN EMBUNG SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGENDALIAN BANJIR STUDI KASUS DAERAH SUKAMULYA KABUPATEN TANGERANG"
Tanggal Cek Turnitin : 28 August 2025
Status : Lulus dengan 25% *Similiraty Check*

Adalah benar telah dilakukan *similarity check* sebagaimana data tersebut diatas, dan surat ini dibuat berdasarkan keadaan yang sebenar benarnya, untuk bisa dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 28 August 2025
Kepala UPT Perpustakaan


Widayanti Prasastiningtyas, S.Sos., M.I.kom.
NIP. 432.200.173