

TESIS

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN
PENDEKATAN *VALUE ENGINEERING*
(STUDI KASUS KONSERVASI DAS GUNG KABUPATEN TEGAL)**

**Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)**



Oleh :

ARDIAN FACHRURROZI

NIM : 20201800043

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PENDEKATAN *VALUE ENGINEERING*

(STUDI KASUS KONSERVASI DAS GUNG KABUPATEN TEGAL)

Disusun oleh :

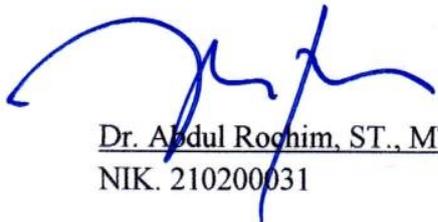
ARDIAN FACHRURROZI

NIM : 20201800043

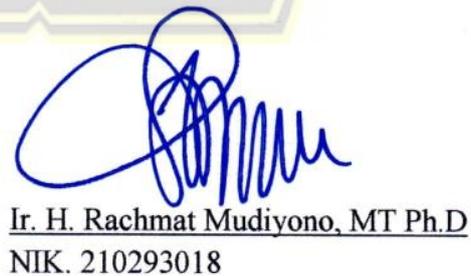
Telah disetujui oleh :

Tanggal, Agustus 2022
Pembimbing I,

Tanggal, Agustus 2022
Pembimbing II,



Dr. Abdul Rochim, ST., MT
NIK. 210200031



Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT Ph.D
NIK. 210293018

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PENDEKATAN
VALUE ENGINEERING
(STUDI KASUS KONSERVASI DAS GUNG KABUPATEN TEGAL)**

Disusun oleh :

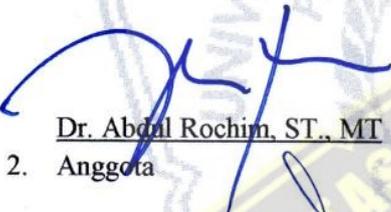
ARDIAN FACHRURROZI

NIM : 20201800043

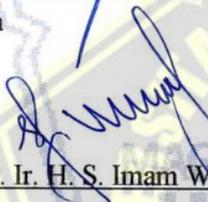
Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

Tim Penguji:

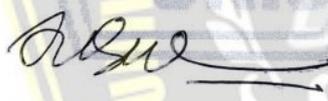
1. Ketua


Dr. Abdul Rochim, ST., MT

2. Anggota

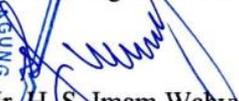

Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA

3. Anggota

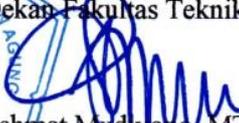

Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)
Semarang,

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA
NIK. 210291014

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik


Ir. H. Rachmat Mudlyono, MT., Ph.D
NIK. 210293018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ardian Fachrurrozi

NIM : 20201800043

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PENDEKATAN *VALUE ENGINEERING* (STUDI KASUS KONSERVASI DAS GUNG KABUPATEN TEGAL). Adalah benar hasil karya saya dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 23 Agustus 2022



Ardian Fachrurrozi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT Atas Rahmat-Nya dapat menyelesaikan Tesis ini dan Jujungan Nabi Besar Muhammad SAW semoga kita semua mendapat Syafaatnya di hari akhir. Saya persembahkan Tesis ini untuk ;

❖ *Orang Tua ku, Harto Nurso dan Yuli Asrini, dan juga adek ku Nurmalita Aisyah dan Gamma Rasyid*

Terimakasih atas doanya yang tiada lelah dan tiada henti-hentinya, restu dan kasih sayangnya.

❖ *Teman -Teman MTS Uniussula Angkatan 40*

Terimakasih atas motivasi, kebersamaan dan doanya

❖ *Teman-teman PT. Gracia Widyakarsa*

Terimakasih atas dukungan dalam belajar sehingga tercapai apa yang diinginkan.

❖ *Istriku Laelatal Maghfiroh dan anakku Atharrazka Yusuf Rafasya yang sangat ku sayangi*

Terimakasih atas dukungan moral dan doanya atas pembuatan skrip laporan tesis ini.

❖ *Kedua Mertua saya Bapak Sanusi dan Ibu Tuslikha*

Terimakasih atas restunya untuk dapat menyelesaikan laporan tesis ini.

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ
وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ
وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik. (Al-Imron 110).

الشَّهْرُ الْحَرَامُ بِالشَّهْرِ الْحَرَامِ وَالْحُرُمَاتِ قِصَاصٌ فَمَنْ اعْتَدَى عَلَيْكُمْ
فَاعْتَدُوا عَلَيْهِ بِمِثْلِ مَا اعْتَدَى عَلَيْكُمْ وَاتَّقُوا اللَّهَ وَاعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ مَعَ
الْمُتَّقِينَ

Bulan haram dengan bulan haram, dan pada sesuatu yang patut dihormati, berlaku hukum qishaash. Oleh sebab itu barangsiapa yang menyerang kamu, maka seranglah ia, seimbang dengan serangannya terhadapmu. Bertakwalah kepada Allah dan ketahuilah, bahwa Allah beserta orang-orang yang bertakwa (Al- Baqoroh 194).

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ حَقَّ تَقَاتِهِ وَلَا تَمُوتُنَّ إِلَّا وَأَنْتُمْ مُسْلِمُونَ

Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah sebenar-benar takwa kepada-Nya; dan janganlah sekali-kali kamu mati melainkan dalam keadaan beragama Islam. (Ali-Imron 102)

يَا أَيُّهَا النَّاسُ إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ وَجَعَلْنَاكُمْ شُعُوبًا وَقَبَائِلَ لِتَعَارَفُوا
إِنَّ أَكْرَمَكُمْ عِنْدَ اللَّهِ أَتْقَاكُمْ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ

Hai manusia, sesungguhnya Kami menciptakan kamu dari seorang laki-laki dan seorang perempuan dan menjadikan kamu berbangsa-bangsa dan bersuku-suku supaya kamu saling kenal-mengenal. Sesungguhnya orang yang paling mulia diantara kamu disisi Allah ialah orang yang paling takwa diantara kamu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui lagi Maha Mengenal. (Al - Hujurat 13)



KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan kehendak-Nya Penulis dapat menyelesaikan laporan Tesis ini yang berjudul “Analisis Stabilitas Lereng Dengan Metode Plaxis 2d Dalam Pendekatan *Value Engineering* (Studi Kasus Konservasi Das Gung Kabupaten Tegal)”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh derajat Starata 2 pada (S2) Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Sultan Agung Semarang dapat bermanfaat bagi masyarakat sekitar khususnya masyarakat yang tinggal di daerah sekitar Kecamatan Guci Kabupaten Tegal.

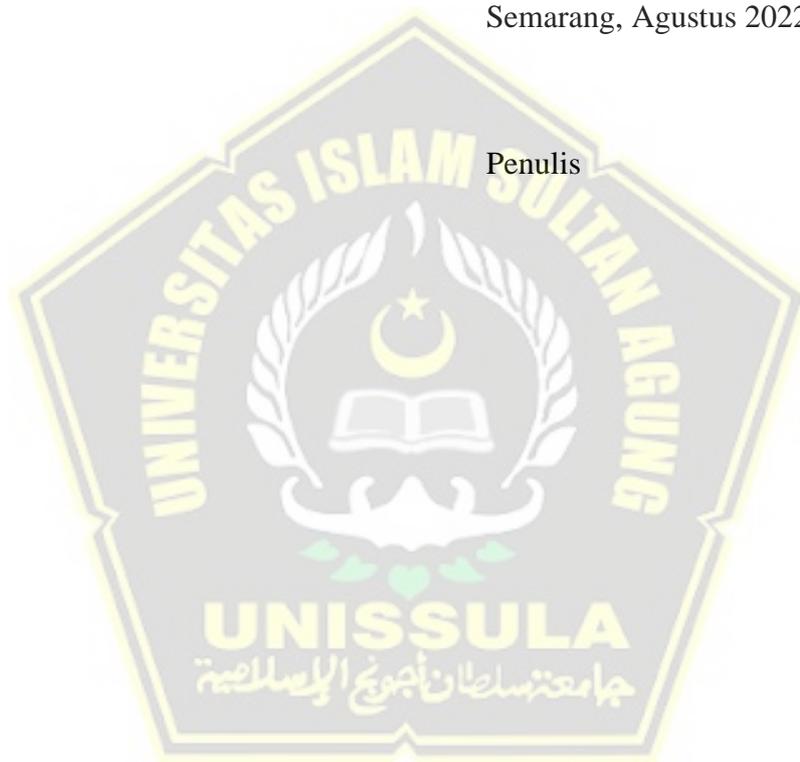
Dalam Penyusunan Tesis ini penulis mendapat bimbingan, arahan, semangat dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada ;

1. Dr. Abdul Rochim, ST., MT selaku Dosen Pembimbing atas perhatian serta kesediaan membimbing, membantu dan mendukung penelitian ini dari awal hingga akhir.
2. Dr. Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberi masukan yang membangun dalam penyusunan laporan Tesis ini.
3. Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA selaku Ketua Program Pascasarjana Universitas Sultan Agung Semarang
4. Seluruh Dosen di Lingkungan Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Sultan Agung Semarang
5. Orang Tua, Kakak dan Adik yang selalu memberikan doanya dan semangat setiap harinya kepada Penulis untuk menyelesaikan Tesis ini.
6. Teman-teman Magister Teknik Sipil Angkatan 40, Khususnya Sulih Dhianto, Anex Fachrian, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

7. Pak Jaka Pras, Bu Prini, Mas Risnaldi, Mas Agus Mamik, Mas Dodit dari PT. Gracia Widyakarsa dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
8. Seluruh Staf dan Pengajar di Lingkungan Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Sultan Agung Semarang
9. Seluruh Karyawan di Lingkungan Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Sultan Agung Semarang

Semarang, Agustus 2022

Penulis



ABSTRAK

Penelitian ini dilatar-belakangi oleh adanya potensi longsor yang cukup tinggi di daerah sekitar DAS Gung Kabupaten Tegal. Salah satu factor yang berpengaruh terhadap potensi longsor adalah penggunaan lahan vegetasi penutup di sekitar daerah tersebut. Lahan konservasi yang seharusnya ditanami berbagai tanaman keras diganti dengan tanaman pertanian yang memiliki akar serabut dangkal. Tujuan penelitian ini adalah mendesain beberapa alternatif perbaikan tanah dan mengkaji sejauh mana penerapan analisis *Value Engineering* pada lereng sungai di Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal. Jenis penelitian ini adalah *explanatory research*, tentang proyek Perencanaan Konservasi DAS Gung. Permodelan pada Penelitian ini diperlukan untuk menganalisis hasil *Total Displacement* pada tanah penurunan analisa stabilitas lereng pada pembangunan perencanaan Dinding Penahan Tanah dan hasil *Value Engineering*. Perencanaan struktur ini menggunakan program Plaxis 2D, diperoleh 3 (tiga) alternatif perbaikan lereng menggunakan Plaxis 2D menghasilkan keluaran berupa *Safety Factor* dan penurunan tanah mencapai angka aman untuk dilakukan pekerjaan konstruksi dikarenakan nilai keamanan melebihi ambang batas yaitu lebih dari 1,5 ($>1,5$). Melalui analisa *value engineering* dapat disimpulkan bahwa paling besar dan dengan analisa metode *paired comparison* didapatkan nilai DPT Alternatif 1 *Sheetpile Wall* dengan biaya Rp.345.543.185 atau ada penghematan sebesar Rp. 893.037.900 dari DPT Rencana *Retaining Wall* dan ada Penurunan biaya dari DPT Rencana *Retaining Wall* sebesar 57.8%

Kata kunci : DAS Gung, Stabilitas Tanah, *Value Engineering*

ABSTRACT

This research was motivated by the presence of a fairly high potential for landslides in the area around the Gung watershed, Tegal district. One of the factors that influence the potential for landslides is the use of land cover vegetation around the area. Conservation land that should be planted with various perennials is replaced with agricultural crops that have shallow fibrous roots. The purpose of this study was to design several alternative soil improvements and to examine the extent to which Value Engineering analysis was applied to river slopes in Guci Village, Bumijiwa District, Tegal Regency. This type of research is explanatory research, about the Gung Watershed Conservation Planning project. The modeling in this study is needed to analyze the results of Total Displacement on soil settlement, analysis of slope stability in the design of retaining walls and the results of Value Engineering. Planning this structure using the Plaxis 8.2 program, obtained 3 alternative slope repairs namely Retaining Wall, Sheetpile Wall and Revetment Wall. Application of Slope Stability in 3 alternative slope improvement using Plaxis 2D produces output in the form of Safety Factor and Land Subsidence reaches a safe number for construction work because the safety value exceeds the threshold, which is more than 1.5 (>1.5). Through value engineering analysis, it can be concluded that after being analyzed by comparing the cost and worth of DPT Alternative 1 Sheetpile Wall shows the greatest savings value and by using paired comparison method, the value of Alternative DPT 1 Sheetpile Wall is obtained at a cost of Rp. 345,543,185 or there is a savings of Rp. 893,037,900 from the DPT Retaining Wall Plan and there is a decrease in costs from the DPT Retaining Wall Plan by 57.8%.

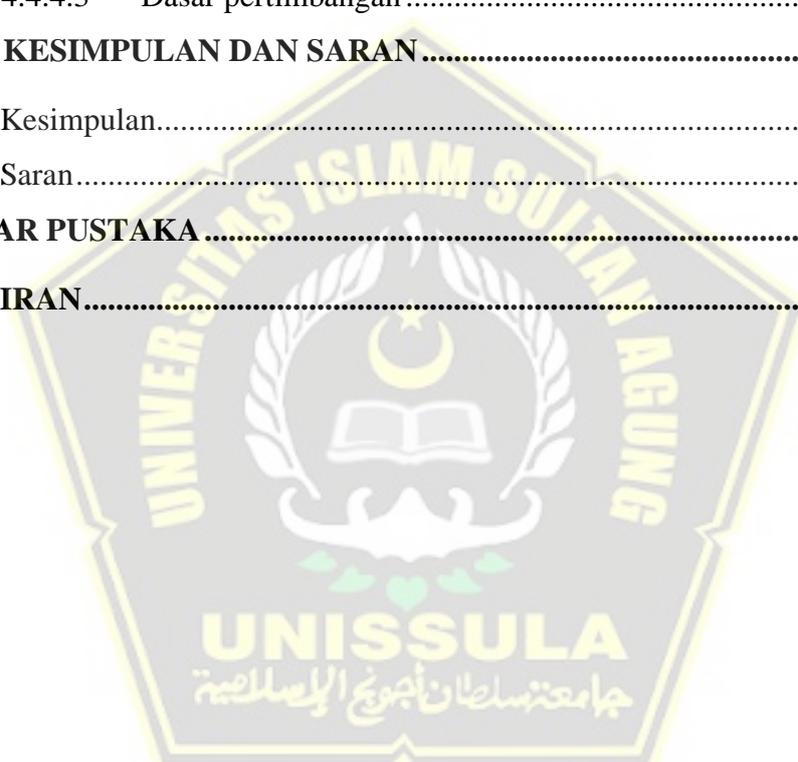
Keyword: Gung Watershed, Slope Stability, Value Engineering

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Manfaat serta Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sitematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Dasar	4
2.2 Klasifikasi Tanah.....	5
2.2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO	5
2.2.2 Komposisi Kategorisasi Tanah <i>Unified</i> (USCS).....	6
2.3 Sifat Fisik Tanah	8
2.3.1 Tanah Lempung (<i>Clay</i>)	9
2.4 Parameter Tanah.....	9
2.4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Standart Penetration Testa</i> (N-SPT)	9

2.4.2	Permeabilitas	11
2.4.3	Modulus <i>Young</i> dan <i>Poisson Ratio</i> (ν).....	11
2.4.4	Sudut Geser Dalam.....	12
2.4.5	Kohesi.....	13
2.4.6	Kekuatan Geser Tanah	14
2.4.7	Daya Dukung Tanah.....	15
2.5	Lereng.....	15
2.5.1	Stabilitas Lereng.....	16
2.5.2	Angka Keamanan (<i>Safety Factor</i>).....	18
2.5.3	Jenis Stabilisasi Lereng	20
2.6	Plaxis 2D Versi 8.2.....	25
2.7	<i>Value Engineering</i>	25
2.7.1	Definisi <i>Value Engineering</i>	25
2.7.2	Tujuan <i>Value Engineering</i>	27
2.7.3	Manfaat <i>Value Engineering</i>	27
2.7.4	Beberapa Istilah dalam <i>Value Engineering</i>	27
2.8	Studi Penelitian Terdahulu	29
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		32
3.1	Bentuk Penelitian	32
3.2	Lokasi Penelitian	33
3.3	Tahapan Penelitian	34
3.4	Variabel Penelitian	35
3.5	Metode Penggabungan Data.....	36
3.5.1	Informasi Pokok	36
3.5.2	Informasi Minor	36
3.6	Metode Pengolahan Data.....	36
3.7	Metode Analisis Data	53
3.8	Bagan Alir Penelitian	55
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		56
4.1	Data Umum	56
4.2	Detail Desain Struktur Dinding Penahan Tanah	58
4.3	Hasil Perhitungan Stabilitas Tanah	58

4.3.1	Permodelan <i>Retaining Wall</i>	59
4.3.2	Permodelan <i>Sheetpile Wall</i>	62
4.3.3	Permodelan <i>Revetment Wall</i>	65
4.4	Perhitungan <i>Value Engineering</i>	68
4.4.1	Tahap Informasi	68
4.4.2	Tahap Analisis.....	69
4.4.3	Tahap Kreatif.....	70
4.4.4	Tahap Rekomendasi	76
4.4.4.1	Desain/ dimensi desain awal.....	76
4.4.4.2	Usulan alternatif dimensi desain.....	76
4.4.4.3	Dasar pertimbangan	77
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN.....		82



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kategorisasi Tanah (AASHTO).....	6
Tabel 2.2. Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	7
Tabel 2.3. Hubungan antara kepadatan, berat jenis tanah kering, nilai N-SPT, q_c , dan ϕ	10
Tabel 2.4. Hubungan antara nilai N-SPT dengan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat})	10
Tabel 2.5. Hubungan Antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering.....	11
Tabel 2.6. Nilai Permeabilitas (k) dalam (m/s)	11
Tabel 2.7. Hubungan Modulus Elastisitas (E_s) dan Nilai <i>poisson ratio</i>	12
Tabel 2.8. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah	12
Tabel 2.9. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas, dan Jenis Tanah.	13
Tabel 2.10. Hubungan Antara N-SPT, Kohesi, Sudut Geser Tanah.....	13
Tabel 2.11. Studi Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 3.1. Sifat Fisis Tanah pada titik BH-5.....	37
Tabel 4.1. Parameter Tanah	57
Tabel 4.2. Parameter Beton.....	57
Tabel 4.3. Hasil Analisa Plaxis 2D 8.2	68
Tabel 4.4. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan	69
Tabel 4.5. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Struktur.....	70
Tabel 4.6. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT Rencana <i>Retaining Wall</i>	70
Tabel 4.7. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT Alternatif 1 <i>Sheetpile Wall</i>	71
Tabel 4.8. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT Alternatif 2 <i>Revetment Wall</i> ..	71
Tabel 4.9. Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan DPT Rencana <i>Retaining Wall</i>	71
Tabel 4.10. Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan DPT Alternatif 1 <i>Sheetpile Wall</i>	72
Tabel 4.11. Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan DPT Alternatif 2 <i>Revetment Wall</i> ..	72
Tabel 4.12. Perbandingan Harga/ Cost Desain DPT Rencana <i>Retaining Wall</i> dan Alternatif 1 <i>Sheetpile Wall</i> , dan Alternatif 2 <i>Revetment Wall</i>	72
Tabel 4.13. Analisa Fungsi Pekerjaan Dinding Penahan Tanah	73
Tabel 4.14. Kriteria desain DPT Alternatif 1 <i>Sheetpile Wall</i> dan DPT Alternatif 2 <i>Revetment Wall</i>	74

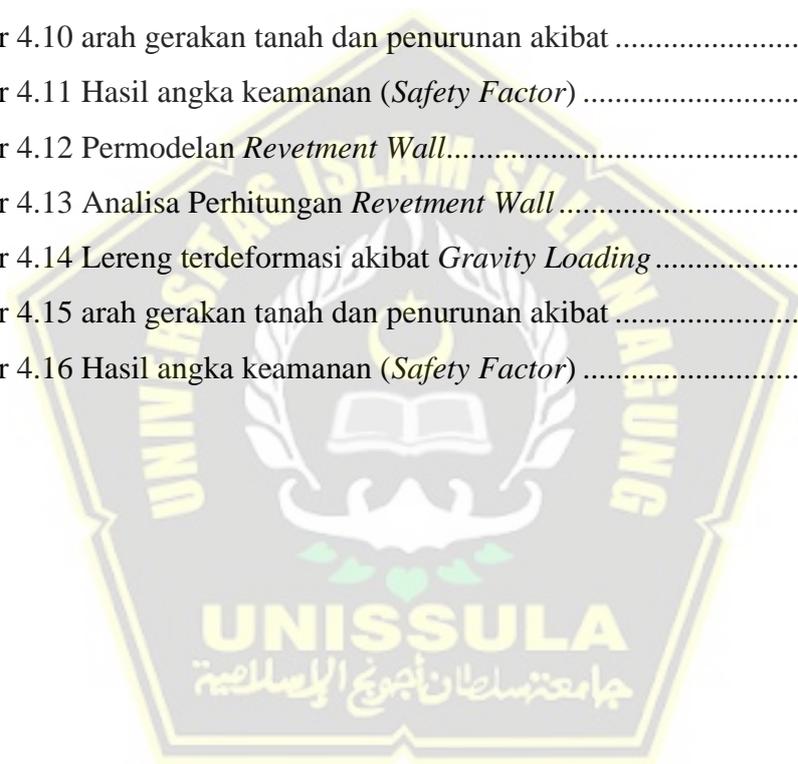
Tabel 4.15. Metode <i>paired comparison</i> bobot.....	75
Tabel 4.16. Matriks analisis fungsi	75
Tabel 4.17. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT rencana.....	76
Tabel 4.18. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT alternatif 1.....	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kelongsoran Lereng	16
Gambar 2.2 Teras Bangku.....	21
Gambar 2.3 Teras Guludan	21
Gambar 2.4 Stabilitas Lereng Konstruksi <i>Sheet Pile</i>	22
Gambar 2.5 Stabilitas Lereng Konstruksi <i>Soil Nailing</i>	22
Gambar 2.6 Stabilitas Lereng Konstruksi Dinding Penahan Tanah	24
Gambar 2.7 Stabilitas Lereng Konstruksi <i>Revetment</i>	25
Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan Perbaikan Lereng	33
Gambar 3.2 Lokasi Perencanaan Berdasarkan Pengukuran Lapangan.....	34
Gambar 3.3 Desain <i>Retaining Wall</i>	38
Gambar 3.4 Desain <i>Sheetpile FSP</i>	38
Gambar 3.5 Desain <i>Revetment</i>	39
Gambar 3.6 Desain Perencanaan Potongan Melintang <i>Retaining Wall</i>	40
Gambar 3.7 Desain Perencanaan Potongan Melintang <i>Sheetpile Wall</i>	41
Gambar 3.8 Desain Perencanaan Potongan Melintang <i>Revetment Wall</i>	42
Gambar 3.9. Kotak Dialog <i>Toolbar</i>	44
Gambar 3.10. Kotak Dialog <i>General Settings – Tab Project</i>	44
Gambar 3.11. Kotak Dialog <i>General Settings – Tab Dimensions</i>	44
Gambar 3.12 Penginputan <i>Material Sets</i> Lapisan Tanah.....	45
Gambar 3.13 Material Tanah pada lapisan tanah tab General	45
Gambar 3.14 Material Tanah pada lapisan tanah tab Parameter.....	46
Gambar 3.15 Penginputan <i>Material Sets</i> Lapisan Beton	46
Gambar 3.16 Material Tanah pada lapisan beton.....	47
Gambar 3.17 <i>Generate Mesh</i> Dinding Penahan Tanah.....	47
Gambar 3.18 Tinggi Permukaan air tanah (<i>Phreatic Level</i>)	48
Gambar 3.19 <i>Phreatic Level</i>	49
Gambar 3.20 Tekanan air aktif (<i>Active Pore Water Pressure</i>).....	49
Gambar 3.21 Mengaktifkan Konfigurasi Geometri	50
Gambar 3.22 <i>K0 - Procedure</i>	51
Gambar 3.23 <i>Generate Initial Stress</i>	51

Gambar 3.24 Permodelan Dinding Penahan Tanah	52
Gambar 3.25 Bagan Alir Penelitian	55
Gambar 4.1 Lapisan Tanah	58
Gambar 4.2 Permodelan <i>Retaining Wall</i>	59
Gambar 4.3 Analisa Perhitungan <i>Retaining Wall</i>	60
Gambar 4.4 Lereng terdeformasi akibat <i>Gravity Loading</i>	60
Gambar 4.5 arah gerakan tanah dan penurunan akibat	61
Gambar 4.6 Hasil angka keamanan (<i>Safety Factor</i>)	61
Gambar 4.7 Permodelan <i>Sheetpile Wall</i>	62
Gambar 4.8 Analisa Perhitungan <i>Sheetpile Wall</i>	63
Gambar 4.9 Lereng terdeformasi akibat <i>Gravity Loading</i>	63
Gambar 4.10 arah gerakan tanah dan penurunan akibat	64
Gambar 4.11 Hasil angka keamanan (<i>Safety Factor</i>)	64
Gambar 4.12 Permodelan <i>Revetment Wall</i>	65
Gambar 4.13 Analisa Perhitungan <i>Revetment Wall</i>	66
Gambar 4.14 Lereng terdeformasi akibat <i>Gravity Loading</i>	66
Gambar 4.15 arah gerakan tanah dan penurunan akibat	67
Gambar 4.16 Hasil angka keamanan (<i>Safety Factor</i>)	67



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Tegal merupakan suatu tempat dengan struktur tanahnya jika ditinjau dari satu di antara kota-kota di Jawa Tengah yang mempunyai potensial longsor yang cukup tinggi ketimbang dengan kabupaten kebanyakan. Di bagian selatan Tegal, tepatnya di sepanjang DAS Gung Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal di sungai Enggang longsor berturut-turut selama hujan lebat. Lereng memiliki perkuatan alami dari komponen tanah, tetapi wajar untuk melawan dan memindahkan gaya geser di tanah. Kondisi ini disebut sebagai stabilitas lereng (Hardiyatmo, 2010). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan agar tidak terjadi adanya kelongsoran pada alur sungai di sungai Enggang di DAS Gung. Penanggulangan longsor banyak cara yang dilakukan dengan salah satunya yaitu perbaikan lereng dengan dinding penahan tanah. Perbaikan lereng yaitu suatu kejadian dimana Struktur Tanah pada suatu lereng harus dilakukan perbaikan dari adanya kekuatan geser (*Shear Strength*) dan juga dari tegangan geser (*Shear Stress*).

Permasalahan akan adanya kelongsoran dapat diselesaikan dengan perbaikan lereng yang dapat dilakukan dengan perencanaan desain Dinding Penahan Tanah yang akan dipergunakan pada lereng di sungai Enggang. Untuk perbaikan lereng yang dapat dilakukan perencanaan yaitu dengan Terasiring, *Sheetpile*, *Retaining Wall*, *Revetment*, dan juga *Soil Nailing*. Kemudian setelah adanya desain Dinding Penahan Tanah dapat dilakukan pengecekan kekuatan daya dukung tanah yang akan dilaksanakan perbaikan dengan aplikasi Plaxis 2D. Pada aplikasi Plaxis 2D akan keluar hasil dari perbaikan lereng desain Dinding Penahan Tanah dengan hasil keluaran yaitu penurunan tanah dan nilai keamanan (*Safety Factor*).

Dari hasil yang dikeluarkan oleh Plaxis 2D, kemudian pada penelitian ini dilanjutkan dengan metode *Value Engineering* yaitu metode analisis yang bisa mengefisiensi kan biaya dari pekerjaan yang akan dilaksanakan, nantinya bisa keluar nilai dari proses rekayasa nilai yang menghasilkan nilai profitabilitas. Pada metode ini akan dilakukan perbandingan nilai dari rencana anggaran biaya dan juga

kekuatan desain Dinding Penahan Tanah yang akan dilaksanakan di bidang tanah miring di sungai Enggang

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana perencanaan desain dinding penahan tanah yang tepat untuk penerapan stabilitas lereng sungai Enggang, Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal?
- b. Apa hasil Analisa stabilitas lereng Plaxis 2D dengan beberapa alternatif perbaikan tanah pada lereng?
- c. Apa hasil dari analisis *Value Engineering* dengan beberapa alternatif perbaikan tanah pada lereng?

1.3 Manfaat serta Tujuan Penelitian

Sasaran pada survei yang dilakukan :

- a. Merencanakan desain dinding penahan tanah yang tepat untuk penerapan lereng sungai Enggang di Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal.
- b. Mengetahui hasil dari analisa stabilitas lereng Plaxis 2D dengan beberapa alternatif perbaikan tanah pada lereng
- c. Mengetahui hasil dari analisis *Value Engineering* dengan beberapa alternatif perbaikan tanah pada lereng

1.4 Batasan Masalah

Pemeriksaan pada penelitian harus dibatasi supaya tiada melenceng dari alasan eksplorasi.

Sejauh mana penelitian ini dibatasi pada pengaturan yang menyertainya: Lokasi Penelitian di Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal di Sungai Enggang.

- a. Analisis stabilitas tanah menggunakan Plaxis 2D versi 8.2
- b. Perhitungan rencana anggaran biaya dengan menggunakan metode *Value Engineering*.

1.5 Sitematika Penulisan

Penulisan laporan makalah ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian pembuka, bagian pembahasan utama, dan bagian penutup. Pertama, saya akan menjelaskan halaman judul, lembar masuk, pendahuluan, dan daftar isi. Bagian terakhir berisi referensi dan lampiran. Bagian utama dari diskusi, di sisi lain, adalah isi laporan lima bab. Sistem penulisan ini dapat disajikan sebagai:

BAB I PENDAHULUAN

Bab 1 memberikan latar belakang, definisi masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, dan sistem kesekretariatan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II yaitu berisikan atas kajian Pustaka dari topik pembahasan tesis seperti klasifikasi tanah, sifat fisik tanah, parameter tanah, lereng, Aplikasi Stabilitas Tanah (*Plaxis*), dan *Value Engineering*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab III berisikan tentang bentuk riset, lokasi riset, tingkatan riset, variable riset, metode penggabungan informasi, metode pembuatan informasi, metode studi informasi, dan skema alir riset

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV yaitu berisikan hasil data umum yang akan dilakukan diantaranya yaitu merancang detail desain dinding penahan tanah dengan 3 alternatif desain, kemudian Perhitungan kestabilan lereng menggunakan *Plaxis2D* yang akan keluar hasil yaitu nilai keamanan (*Safety Factor*) dan penurunan tanah, kemudian melakukan analisis *Value Engineering* dengan membandingkan rencana anggaran biaya yang paling efektif dan dinding penahan tanah yang paling aman untuk di laksanakan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V merupakan isi kesimpulan dari riset yang sudah di lakukan analisis serta saran yang ditujukan kepada para peneliti selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Dasar

Stabilitas bidang tanah miring memerlukan pengindahan khusus guna periset lantaran acap kali bertabat khusus dan kasus krusial guna seluruh periset pada aspek konstruksi. Penyelidikan senantiasa mengakses rancangan yang stabil pada keadaan kestabilan subgraded tanah bidang miring. Riset mengenai prosedur kegagalan mempunyai peranan pokok. Pengertian stabilitas tanah bisa diartikan sebagai resistensi lereng terhadap kegagalan dalam keadaan geser maupun lungsur. Ketika sebagian tahun belakangan, kajian komponen menjadikan satu dari sekian proses numerik terpilih menanggulangi kasus kestabilan serta sudah diadopsi secara leluasa menjadi proses numerik saat mengkaji model geo-teknis bersumber pada komputer (Newmark, 1965). PLAXIS2D merupakan aplikasi FEM stabilitas tanah yang sering digunakan oleh para insinyur geo-teknis pada kasus analisis stabilitas yang berhubungan dengan batuan dan tanah. Aplikasi FEM Plaxis-2D ini perdana ditingkatkan saat tahun 1987 lewat The Technical University dari Delft yang berfungsi sebagai analisa tanah gembur pada dataran rendah Belanda (Brinkgreve & Vermeer, 2001). Aplikasi Plaxis2D secara efektif diharuskan atas menganalisa kestabilan maka untuk penyelidikan penyusutan tanah serta yang berpengaruh pada struktur eksisting dampak aktifitas pengeboran pada konstruksi tanah.

Dalam pekerjaan proyek konstruksi butuh dipersiapkan anggaran dalam melakukan pelaksanaan proyek. Perkiraan anggaran untuk perencanaan sesuatu proyek sangatlah berarti dalam memperkirakan anggaran yang hendak dikeluarkan ataupun disediakan oleh pemilik/owner dalam merealisasikan proyek tersebut. Alternatif desain serta bahan yang dibutuhkan dalam proyek, akan mendapatkan sesuatu kualitas serta mutu dari bangunan, serta akan berpengaruh terhadap besarnya rencana anggaran. Biaya. Anggaran yang efisien serta efektif bisa menentukan sebagai patokan oleh pemilik untuk perencanaan serta realisasi pembangunan.

Analitis Manajemen Konstruksi, satu dari sekian keahlian memiliki fungsi dalam ketepatangunaan biaya yaitu *Value Engineering* / rekayasa nilai. Dimana *Value*

Engineering diperuntukkan sesudah rancangan awal berakhir, hingga dipelajari kembali produk rancangan awal terucap beserta metoda Value Engineering. Value Engineering diperuntukkan dalam meminimalisir, mengirit biaya serta mengurangi biaya saat tidak dibutuhkan tatkala suatu proyek, tetapi senantiasa bisa penuhi kebutuhan atau keperluan yang disyaratkan dalam desain awal ataupun perencanaan yang sudah terbuat.

2.2 Klasifikasi Tanah

Karakterisasi tanah yaitu kumpulan tipe tanah berbeda namun memiliki keistimewaan yang sama saat tandan dalam hal pemanfaatan, dengan tujuan memberikan data tentang kualitas dan sifat sebenarnya dari kotoran dan mengumpulkannya seperti yang ditunjukkan oleh cara keseluruhan berperilaku kotoran. Klasifikasi tanah pula bermanfaat buat riset yang lebih terperinci dalam kondisi tanah tersebut dan juga kebutuhan pengujian dalam memastikan ciri sistem tanah semacam ciri perkerasan, ketahanan tanah, bobot isi, serta lain-lainnya (Bowles, 1991).

Ada sebagian berbagai kategorisasi tanah antara lain sistem kategorisasi AASHTO serta komposisi kategorisasi tanah *unified* (USCS).

2.2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

Komposisi kategorisasi AASHTO memilah tanah atas 8 kategori, A-1 hingga A-7 tecantum dalam sub-sub kelompok. Kategorisasi tanah bersumber pada komposisi kategorisasi AASHTO yang ada pada Tabel 2.1. bersama ini :

Tabel 2.1. Kategorisasi Tanah (AASHTO)

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b			A-2-4	A-2-5	A-2-6
Analisa saringan (% lolos)							
No.10	Maks 50						
No.40	Maks 30	Maks 50	Maks 51				
No.200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40							
Batas cair (LL)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Maks 41
Indeks plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						

Klasifikasi umum	Tanah lanau – lempung (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6 ^N
Analisa saringan (% lolos)				
No.10				
No.40				
No.200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos No.4				
Batas cair (LL)	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks plastisitas (IP)	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

Sumber : Bowles, 1991

* $PI \leq LL - 30$

^N $PI > LL - 30$

2.2.2 Komposisi Kategorisasi Tanah *Unified* (USCS)

Komposisi kategorisasi tanah *unified* ataupun USCS (*Unified Soil Classification System*). (ASTM) *American Society for Testing and Materials* sudah mengenakan USCS selaku baku mutu sederhana dalam mengklasifikasi tanah. Kategorisasi tanah pada USCS hal hal berikut ini:

1. Tanah berbintik besar (*granulose soils*) terdiri atas gravel serta pasir kurang dari 50% tanah yang lolos dalam penyaringan $F_{200} < 50$ Nomor 200. Kerikil dengan symbol G ataupun tanah berkerikil dan juga pasir ataupun tanah berpasir dengan symbol S.
2. *Fine soils* atau juga tanah berbintik halus yakni pelolosan tanah penyaringan $F_{200} \geq 50$ nomor 200 yang melebihi lima puluh persen. Pada lempung inorganik (*inorganic clay*) memakai simbol C, lanau inorganik (*inorganic silt*) memakai tanda M, lempung serta lanau organic memakai simbol kelompok O. Pt (*peat*) untuk gambut, serta tanah dengan faktor yang mengandung organic tinggi. Tanah yang bergradasi baik memakai simbol W (*well graded*), gradasi kurang baik dengan simbol P (*poorly graded*), tanah plastisitas rendah (*low plasticity*) – P, tanah tinggi plastis (*high plasticity*).

Menurut (Bowles, 1991) sistem klasifikasi *Unified* bisa dilihat pada Tabel 2.2. berikut ini :

Tabel 2.2. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

<i>Symbol</i>	<i>Sub Group</i>	<i>Symbol</i>	<i>Type of Soil</i>
G	Silt	M	Sand
	Clay	C	
S	Good Gradation	W	Gravel
	Bad Gradation	P	
M			Peat
C	WL<50%	H	Organic
O	WL>50%	L	Clay
Pt			Silt

(Bowles, 1991)

Dimana :

W = *Well Graded* (gradasi tanah yang baik),

P = *Poorly Graded* (gradasi tanah yang buruk),

L = *Low Plasticity* (tingkat plastisitas yang rendah, $LL < 50$),

H = *High Plasticity* (tingkat plastisitas yang tinggi, $LL > 50$),

2.3 Sifat Fisik Tanah

Tanah pada kondisi alami atau asli mempunyai sejumlah ciri umum. Ciri-ciri umum tadi berbagai ciri materi berkaitan atas bentuk serta karakteristik generik berdasarkan tanah. Ciri fisik tanah bermanfaat dalam mendapati ciri tanah tercantum.

Demi memahami ciri-ciri materi tanah bisa diamati dalam tahapan berikut :

1. Barometer Unsur

Barometer unsur ada pada tanah beraneka ragam bergantung ciri tanah. Barometer butiran dilakukan karena menjalankan uji saringan menggunakan ayakan yang di tata dalam rongga terbesar di atas dan lubang terkecil di bawah.

2. Persentase Air

Persentase air merupakan perpaduan antara bobot air serta bobot butiran padat serta isi tanah berdasarkan penyelidikan volume tanah.

3. Bobot Ciri Tanah

Yakni perbedaan ciri bobot butiran atas persentase bobot air dalam daya muat serta temperature terbatas. Bobot tanah berbutir yaitu perpaduan antar bobot butir dan isi butir. Demikian pula bobot isi air merupakan perpaduan antar bobot air dan isi air.

4. Angka Pori

Selaku perpaduan antar kapasitas celah kosong serta kapasitas butir padat. Jika jumlah angka pori tambah besar hingga kecil juga daya dukung tanah.

5. Porositas

Porositas mampu disimpulkan selaku analogi antar kapasitas total rongga bebas atas kapasitas total bobot tanah.

6. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menyatakan hubungan antar kapasitas air dan kapasitas pori Derajat kejenuhan dibenarkan tatkala persentase beserta bervariasi antar 0% sampai 100% maupun 01. Jika tanah saat kondisi jenuh, angka derajat jenuhnya ialah 1 (100%), andaikan tanahnya kering lalu angka derajat jenuhnya ialah 0 (0%).

7. Batas-batas Atteberg

Batas persentase air tanah melewati tahap selanjutnya dinamakan sebagai batas viskositas/konsistensi dan merupakan titik luluh (LL), batas plastis (PL), titik susut (SL).

2.3.1 Tanah Lempung (*Clay*)

Tanah liat/lempung yaitu tanah liat/lempung mengendap memiliki komponen ukuran terkecil 0,0002 cm dan juga bisa lebih dari 50 % (Bowles, 1991).

Karakteristik ada berdasarkan tanah liat/lempung merupakan diantaranya berukuran butiran halus lebih kecil dari 0,0002 cm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi serta proses konsolidasi yang lambat (Hardiyatmo, 2010).

Tanah lempung adalah tanah yang menggunakan dimensi mikro hingga mikro yang berasal dari pelapukan berbagai unsur kimia penyusun batuan. Tanah liat sangat keras di musim kemarau dan tidak mudah lepas hanya dengan jari Anda. Permeabilitas lempung sangat rendah, plastik dengan kadar air sedang. Di Amerika Barat, tanah liat dalam bentuk plastik, sabun, atau lilin, misalnya, yakni "gumbo". semenjak dalam kondisi air lebih tinggi, lempung akan lengket (lengket) dan sangat lunak (Terzaghi & Peck, 2010).

Komponen-komponen ada dalam tanah lempung yaitu sebagai berikut : (Hardiyatmo, 2010)

1. Permeabilitas rendah
2. Ukuran 0,0002 cm yang bergradasi halus
3. Berciri sangat kohesif
4. Reaksi konsolidasi lamban
5. Persentase kembang susut tinggi
6. Kenaikan air kapiler tinggi

2.4 Parameter Tanah

2.4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Standart Penetration Test* (N-SPT)

Hal umum terhadap pengujian onsite dengan pengaplikasian N-SPT pada Indonesia yakni **SNI 4153-2008**, prosedur pengujian menyontoh atas

unsur ASTM D 1586-84 “*Standard Penetration test and split barrel sampling of soils*”.

Ketahanan tanah yang sudah pernah diuji via tes penetrasi, yaitu jumlah pukulan dalam jarak 30 cm yang diperlukan untuk dimasukkan kedalam *Split tube sampler* beserta *hammer* yang dilepaskan pada tinggi 75 cm serta beserta bobot 63.5 kg.

Afiliasi antar kerapatan tanah, bobot ciri tanah kering, bobot ciri tanah jenuh, jumlah N-SPT, serta q_c , dan ϕ adalah sepadan. Keadaan itu boleh dijumpa dalam Tabel 2.3, Tabel 2.4, serta Tabel 2.5:

Tabel 2.3. Hubungan antara kepadatan, berat jenis tanah kering, nilai N-SPT, q_c , dan ϕ

Kepadatan	Berat Jenis Tanah Kering (γ_d)	Nilai N SPT	Tekanan Conus q_c (kg/cm ²)	Sudut Geser (°)
<i>Very loose</i> (sangat lepas)	< 0,2	< 4	< 20	< 30
<i>Loose</i> (lepas)	0,2 – 0,4	4 – 10	20 – 40	30 – 35
<i>Medium Dense</i> (agak padat)	0,4 – 0,6	10 – 30	40 – 120	35 – 40
<i>Dense</i> (padat)	0,6 – 0,8	30 – 50	120 – 200	40 – 45
<i>Very Dense</i> (sangat padat)	0,8 – 1,0	> 50	> 200	> 45

(Saran, 2017)

Tabel 2.4. Hubungan antara nilai N-SPT dengan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat})

N-SPT (blows/ft)	Konsentrasi	q_u (Unconfined Compressive Strength) (ton/ft ²)	γ_{sat} (kN/m ³)
< 2	Very soft	< 0,25	16 – 19
2 – 4	Soft	0,25 – 0,50	16 – 19
4 – 8	Medium	0,5 – 1,00	17 – 20
8 – 15	Stiff	1,00 – 2,00	19 – 22
15 – 30	Very stiff	2,00 – 4,00	19 – 22
> 30	Hard	>4,00	19 – 22

(Terzaghi & Peck, 2010)

Tabel 2.5. Hubungan Antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering

Jenis Tanah	γ_{sat} (kN / m ³)	γ_{dry} (kN / m ³)
Kerikil	20 – 22	15 – 17
Pasir	18 – 20	13 – 16
Lanau	18 – 20	14 – 18
Lempung	16 – 22	14 – 21

(Budhu, 2011)

2.4.2 Permeabilitas

Permeabilitas adalah tingkat di mana air menembus tanah dalam keadaan tidak bercampur. Kerangka tanah *vertical* dan juga *horizontality* amat berarti kontribusinya atas penataan tanah dan air.

Koefisien tanah diseleksi berlandaskan riset yang difungsikan oleh (Wesley, 1973). Adapun koefisien permeabilitas berbagai ciri tanah, yang ditunjukkan pada Tabel 2.6 dibawah ini:

Tabel 2.6. Nilai Permeabilitas (k) dalam (m/s)

Ukuran Partikel	Koefisien Permeabilitas,k (m/s)
Pasir berlempung, pasir berlanau	$5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-4}$
Pasir halus	$1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5}$
Pasir kelanauan	$1 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-5}$
Lanau	$1 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-6}$
Lempung	$1 \times 10^{-11} - 1 \times 10^{-8}$

(Wesley, 1973)

2.4.3 Modulus Young dan Poisson Ratio (ν)

Kuantitas *Modulus Young* yakni hal tentang perumpamaan pada tegangan serta regangan yang membuktikan banyaknya angka elastisitas tanah. Angka *poisson ratio* dipengaruhi oleh rasio kompresi poros pada regangan pemuai lateral. Modulus Elastisitas (E_s) serta *poisson ratio* mampu dinyatakan sesuai dengan ciri tanah pada Tabel 2.7 sebagai berikut:

Tabel 2.7. Hubungan Modulus Elastisitas (Es) dan Nilai *poisson ratio*

Type of soil	Young's modulus, Es		Poisson's ratio,
	MN/m ²	lb/in ²	
Loose sand	10,35 – 24,15	1500 - 3500	0,20 – 0,40
Medium dense sand	17,25 – 27,60	2500 – 4000	0,25 – 0,40
Dense sand	34,50 – 55,20	5000 – 8000	0,30 – 0,45
Silty sand	10,35 – 17,25	1500 – 2500	0,2 – 0,40
Sand and Gravel	69,00 – 172,50	10000 – 25000	0,15 – 0,35
Soft clay	2,07 – 5,18	300 – 750	0,20 – 0,50
Medium clay	5,18 – 10,35	750 – 1500	
Stiff clay	10,35 – 24,15	1500 – 3500	

(Saran, 2017)

2.4.4 Sudut Geser Dalam

Sudut geser dalam merupakan sudut yang dibentuk oleh rasio antara tegangan normal dan tegangan geser pada bahan tanah atau batuan. Sudut geser dalam adalah sudut patahan yang terbentuk ketika bahan terpasang pada tegangan atau gaya terhadapnya yang melebihi tegangan gesernya. Suatu material akan lebih tahan terhadap tegangan eksternal yang dikenakan padanya karena sudut pemotongan yang lebih besar pada bahan itu. Ketahanan geser dalam memegang sudut geser dalam beserta kohesi variabel. Daya tahan tanah karena tegangan mampu beroperasi dalam bentuk tekanan lateral tanah boleh ditegaskan oleh sudut geser setara atas kohesi. Angka itu pula didapatkan lewat penyidikan *engineering properties* tanah berbentuk *Direct Shear Test* serta *Triaxial Test*.

Pada Tabel 2.8 serta Tabel 2.9 dijelaskan tentang kaitan sudut geser dalam dengan tingkat plastisitas serta jenis tanah, bisa dilihat berikut ini:

Tabel 2.8. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam (°)
Kerikil kepasiran	35-40
Kerikil kerakal	35-40
Pasir padat	35-40

Pasir lepas	30
Lempung kelanauan	25-30
Lempung kelanauan	20-25

(Das & Sivakugan, 2019)

Tabel 2.9. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas, dan Jenis Tanah.

Jenis tanah	Tingkat plastisitas	Sudut Geser Dalam (°)
Lanau	Rendah	35-37
Lanau berlempung	Sedang	31-35
Lempung	Tinggi	<31

(Bjerrum & Simons, 1960)

2.4.5 Kohesi

Kohesi adalah gaya tarik antar molekul di dalam batuan, dibuktikan pada dasar bobot per satuan luas. Semakin tinggi daya geser, bertambah tinggi angka kohesif satu bebatuan. Nilai kohesi (c) diterima sejak pengujian laboratorium yaitu uji kuat geser langsung (*direct shear strength test*) serta uji triaxial (*triaxial test*) menurut empiris nilai kohesi bisa ditegaskan sambil mendapati angka tegangan konus (Qc) pada data uji sondir.

$$C = Qc / 20 \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

C = Kohesi (kN/m²)

Qc = Nilai Tahanan Konus (kN/m²)

Hubungan antara kohesi, N-SPT dan sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 2.10 berikut:

Tabel 2.10. Hubungan Antara N-SPT, Kohesi, Sudut Geser Tanah

N – SPT	c (kN/m ²)	φ (°)
0 – 2	12,5	0
2 – 4	12,5 – 25	0
4 – 8	25 – 50	0

8 – 15	50 – 100	0
15 – 30	100 – 200	0
> 30	> 200	0

(Kumar et al., 2016)

2.4.6 Kekuatan Geser Tanah

Kuat geseran pada bobot tanah adalah tekanan dalam tanah mengenai kerlungsuran serta perpindahan sejauh aspek geser pada tanah. Tanah yang terbebani hendak memicu tekanan geser yang mencegah tanah runtuh. Andaikan tekanan geser telah menjangkau batas, bahwa dapat cenderung runtuh. Pada bidang miring jika tegangan geser tanah menggapai batasan, hingga kemungkinan seakan timbul longsor.

Kekuatan geser tanah (τ_f) di aspek terbatas disebutkan bagi *Coulomb* bak lain fungsi linear pada tegangan normal (σ_f) di aspek tersebut, sebagai berikut :

$$\tau_f = c + \sigma_f \tan \varphi \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- τ_f = Kekuatan geser (kN/m²)
- c = Kohesi (kN/m²)
- σ_f = Tegangan normal (kN/m²)
- $\tan \varphi$ = Aspek geser dalam butiran
- φ = Sudut geser dalam tanah (°)

Bersumber pada rancangan awal Terzaghi, tegangan geser dalam tanah sekadar bisa dibatasi atas molekul padat. Kuat geser tanah dapat dinyatakan sebagai fungsi dari tegangan normal efektif sebagai berikut:

$$\tau_f = c' + \sigma_f' \tan \varphi' \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

- τ_f = Kekuatan geser (kN/m²)
- c' = Kohesi (kN/m²)
- σ_f' = Tegangan efektif = $\sigma_f - u$
- φ' = Sudut geser dalam tanah (°)

Sumber: (Terzaghi & Peck, 2010)

2.4.7 Daya Dukung Tanah

Dalam pengembangan perbaikan dan pertanahan, sangat penting untuk memiliki batas pengangkutan tanah yang memadai. Batas penyampaian kotoran adalah kapasitas kotoran untuk menahan tumpukan di atasnya tanpa mengalami kerusakan karena pencukuran. Jika kekuatan atau batas pengangkutan kotoran melampaui, penurunan atau penurunan yang berlebihan akan terjadi. (Das & Sivakugan, 2019)

Teori Terzaghi bisa digunakan untuk menghitung daya dukung tanah pada hitungan berikut:

- a. Daya dukung untuk tanah jenuh

bila permukaan tanah dengan letak jarak D di permukaan dasar pondasi.

$$q_{ult} = \gamma(D_f - D) + \gamma'D \dots \dots \dots (2.4)$$

- b. Daya dukung tanah untuk pondasi lajur

$$q_{ult} = cN_c + \gamma DN_q + \frac{1}{2} \gamma BN_\gamma \dots \dots \dots (2.5)$$

- c. Daya dukung tanah untuk pondasi bujur sangkar

$$q_{ult} = 1,3cN_c + \gamma DN_q + 0,4\gamma BN_\gamma \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ = Berat volume efektif dari tanah

D = Kedalaman pondasi

B = Lebar pondasi

γ = Berat isi tanah

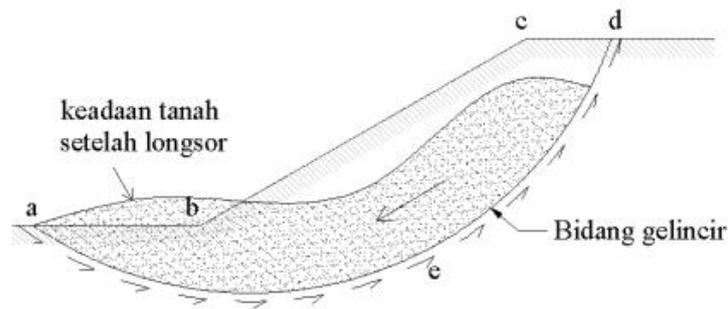
N_c, N_q, N_γ = Faktor daya dukung tanah tergantung pada sudut geser

Sumber : (Das & Sivakugan, 2019)

2.5 Lereng

Lereng adalah permukaan tanah yang memiliki sudut kemiringan yang tetap terhadap bidang horizontal. Pada tanah dengan sudut kemiringan yang tetap, gaya berat bumi cenderung menggerakkan komponen-komponen massa tanah pada permukaan gelincir ke bawah. Jika ada gravitasi yang cukup, lereng akan longsor. Keadaan ini dapat dihindari jika gaya dorong tidak melebihi gaya hambat yang

diperoleh dari kuat geser tanah sepanjang penampang geser, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Kelongsoran Lereng

Sumber: (Das & Sivakugan, 2019)

Dalam banyak kasus, para insinyur sipil/hidrolik diharapkan mampu melakukan stabilitas lereng untuk memverifikasi keamanan suatu kondisi lereng alami, lereng galian, atau timbunan.

Variabel yang harus dilihat seperti dalam penilaian adalah untuk mengerjakan dan menganalisis tekanan geser yang dibentuk sepanjang lapisan luar istirahat dari kotoran yang bersangkutan.

2.5.1 Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng pada semua pokok bahasan ada dua kelompok besar yaitu:

a. Prosedur Massa (*Mass Procedure*)

Analisa massa tanah pada dasarnya tersedia pada permukaan aspek gelincir yang menjadi kepaduan mekanismenya bermanfaat jika tanah bila menciptakan lereng diibaratkan homogen (Das & Sivakugan, 2019).

b. Metode Sayatan (*Method of Slice*)

Dalam metode kajian ini, tanah pada permukaan bidang gelincir ada bermacam-macam lapisan yang sejajar secara vertikal. Stabilitas setiap bagian dialokasikan secara terbagi. Cara ini kian akurat lantaran tanah heterogen juga boleh dikenakan saat perhitungan. (Das & Sivakugan, 2019)

Maka dari itu ketika menelaah Stabilitas Lereng bakal terus berkaitan atas perhitungan demi memahami angka faktor keamanan oleh lereng tersebut. Banyak macam yang mempengaruhi stabilitas lereng, yaitu:

1. Sebaran Batuan

Sebaran berbagai macam ciri bebatuan terkait yang menggunakan stabilitas lereng, ini lantaran kekuatan, sifat fisik serta macam jenis teknis bebatuan tidak sama menggunakan batuan lainnya.

2. Struktur Geologi

Stabilitas lereng yang dipengaruhi oleh struktur geologi dan perlu diperhatikan pada analisa yaitu struktur lokal serta regional. Struktur ini meliputi bidang perlapisan, sesar, kekar, liniasi, sinklin serta antiklin, ketidakselarasan, dan lain-lain.

3. Morfologi

Kondisi morfologi kawasan akan sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng kawasan Das Gung. Berbagai jenis morfologi dari kondisi fisik, sifat dan lanskap permukaan bumi, menentukan sekali bagi pengendapan dan laju erosi.

4. Iklim

Jumlah hujan dan temperatur yang sangat mempengaruhi iklim, sangat mempengaruhi proses pelapukan. Proses pelapukan batuan yang sering terjadi akibat cuaca panas, lembab dengan intensitas curah hujan yang tinggi di daerah tropis yang mempercepat prosesnya dibandingkan dengan daerah yang bukan tropis.

5. Tingkat Pelapukan

Karakteristik asli dari batuan yang berpengaruh dengan tingkat pelapukan diantaranya angka kohesi, sudut geser dalam yang besar, bobot isi dan lainnya. Kekuatan batuan akan menurun apabila tingkat pelapukannya yang semakin tinggi.

6. Hasil Kerja Manusia

Perusakan daerah lereng juga memberikan efek besar, yaitu efek penebangan hutan yang memiliki banyak pepohonan sebagai pelindung

lereng, tanah yang pengolahan awalnya baik menjadi tidak baik sehingga terjadi longsor serta erosi yang sering terjadi.

Terjadinya longsor diakibatkan dua hal, adalah kekuatan geser (*Shear Strength*) yang turun serta tegangan geser (*Shear Stress*) yang naik. Macam-macam faktor pada yang mengakibatkan tegangan geser naik yaitu:

- a. Longsoran, erosi yang terjadi mengakibatkan lereng baru dan aktifitas manusia ciri-ciri dari pengurangan penyangga lateral.
- b. Penambahan beban, rembesan, tekanan air, serta penumpukan akibat pertambahan tegangan.
- c. Gempa dan getaran di permukaan lereng akibat dari gaya dinamik.
- d. Gerakan dari pembentukan timbunan serta berubahnya sudut kemiringan lereng akibat dari adanya naik atau turunan regional.
- e. Pemotongan tebing yang dilakukan di sungai, erosi bawah permukaan, pertambangan dan terowongan, material dasar yang berkurang/dihancurkan yang disebabkan untuk pemindahan penyangga.
- f. Tegangan lateral yang terjadi karena retakan dari pembekuan air, perpindahan sisa tegangan serta pemadatan lapisan lempung.

Ciri-ciri berkurangnya kekuatan geser yaitu:

- a. Rendahnya komposisi tekstur struktur tanah dalam keadaan pada rona awal.
- b. Reaksi fisik serta pelapukan yang berubah mengakibatkan tanah lempung yang lunak, batu granular yang mensintegrasi, kohisi kecil, serta material batuan yang larut untuk perkuatan.
- c. Tekanan kandungan air pori yang berubah gaya antar butiran
- d. Retakan pada tanah lempung terjadi di tebing akibat perubahan struktur

2.5.2 Angka Keamanan (*Safety Factor*)

Analisa stabilitas lereng bertujuan untuk menentukan angka aman yang ada pada umumnya bisa dijelaskan sebagai berikut:

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_d} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan :

F_s = faktor keamanan

τ_f = tahanan geser rata-rata (kN/m^2)

τ_d = tegangan geser rata-rata

Terdapat dua jenis komponen tahanan geser tanah, yaitu adalah: Gaya rekat (C) dan gaya geser dipengaruhi oleh sudut geser dalam (ϕ) dan dapat ditulis sebagai:

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

c = gaya rekat (kN/m^2)

ϕ = sudut geser tanah ($^\circ$)

σ = tegangan normal rata-rata pada permukaan bidang longsor (kN/m^2)

Andaikata $F_s = 1$, bahwa lereng dalam keadaan longsor. Secara umum, nilai $F_s = 1,50$ dapat diterima untuk kekuatan geser dalam merancang stabilitas lereng. Nilai 1,50 digunakan untuk memprediksi kesalahan sampel tanah, pengujian laboratorium, kesalahan manusia dalam menentukan parameter tanah (γ, C, ϕ).

$$F_s = \frac{c + \sigma \tan \phi}{cd + \sigma \tan \phi d} \dots\dots\dots(2.9)$$

Atau;

$$F_c = \frac{c}{cd} \text{ dan } F_\phi = \frac{\tan \phi}{\tan \phi d} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

F_c = Angka Keamanan pada kohesi

F_ϕ = Angka Keamanan pada sudut geser

Bisa juga dituliskan :

$$F_s = F_c = F_\phi$$

Jika Nilai $F_s = 1$, maka lereng dalam keadaan akan longsor.

2.5.3 Jenis Stabilisasi Lereng

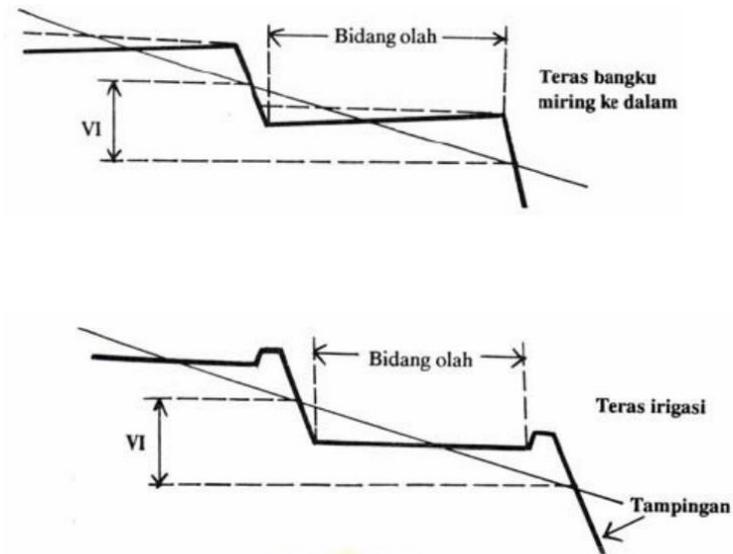
1. Terasering

Terasering yakni pekerjaan perlindungan tanah serta air dapat dilakukan sambil menggali tanah tanpa henti, menyusun struktur primer sebagai ladang guudan dan garis air mengikuti bentuknya, dan juga dapat dilengkapi dengan struktur tambahan seperti selokan (SPA) dan kaskade yang berlawanan dengan bentuknya.

Ada begitu banyak cara untuk merancang dalam merubah disintegrasi air serta angin. Cara utamanya yakni sambil merancang penutup tanah serta juga meletakkan kombinasi daun dan ranting yang jatuh di tanah dan membingkai pegangan aliran air, misalnya dengan membingkai beranda di lereng (teras), dan membentuk peternakan. Ada teknik yaitu mulsa, yang merupakan endapan tumbuhan, kepingan plastik, maupun formasi batuan dihamburkan pada bidang tanah. Mulsa bermanfaat dalam membentengi bagian atas tanah pada terjangan hujan, erosi, & membentengi humiditas, morfologi, produktifitas tanah, dan merusak perkembangan gulma (semak-semak liar). Adanya terasering bermanfaat bagi lereng demi menahan serta memangkas jarak lereng serta juga menyusutkan rembesan supaya teresap pada struktur tanah. Macam-macam terasering terdiri dari teras guludan, teras bangku, teras datar, dan lainnya. Lebih rincinya terasering merupakan timbunan dan atau galian tinggi yang berbentuk bertangga-tangga pada lereng yang berfungsi sebagai:

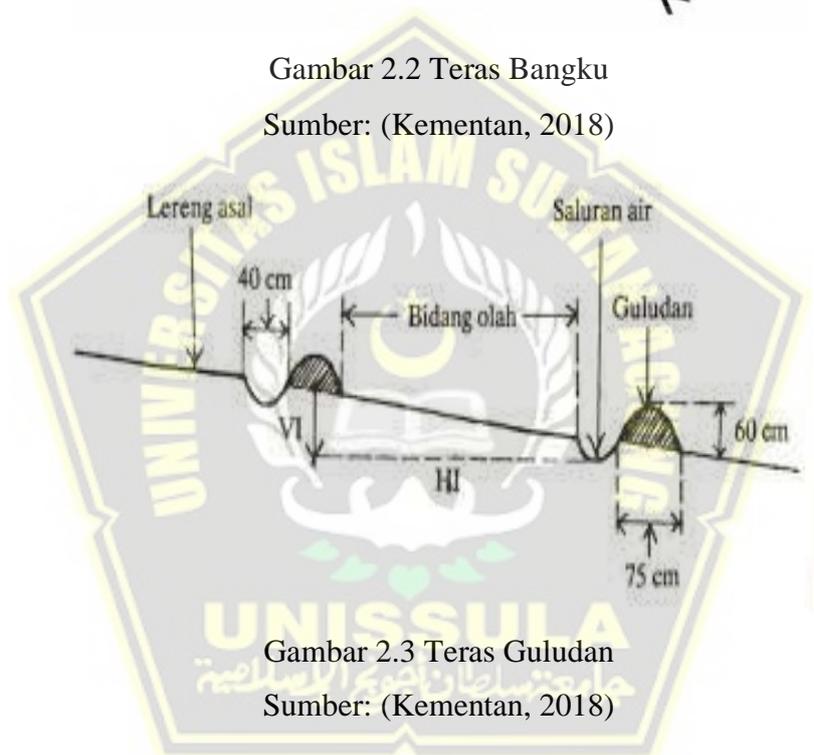
- a. Persingkat panjang miring serta kurangi kemiringan miring.
- b. Kurangi laju rembesan permukaan (run off).
- c. Sanggup dimanfaatkan demi adegan.
- d. Stabilitas lereng.
- e. Konservasi lereng.
- f. Kawasan yang mudah meresap air.

Banyak sekali macam terasering seringkali dikerjakan, macam ciri tersebut bisa diamati di Gambar 2.2 dan 2.3 berikut.



Gambar 2.2 Teras Bangku

Sumber: (Kementan, 2018)

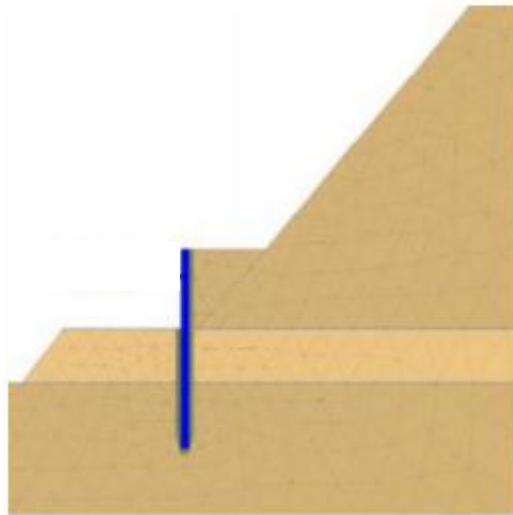


Gambar 2.3 Teras Guludan

Sumber: (Kementan, 2018)

2. Sheet Pile

Pondasi tiang *Sheet Pile* adalah struktur yang dapat menahan tanah di sekitarnya, menahan longsor dan sering kali mencakup dinding penahan tanah serta penyangga. Ada kurang lebih ciri *Sheet Pile* dapat diaplikasikan pada konstruksi, yakni *Sheet Pile* beton, *Sheet Pile* baja serta *Sheet Pile* kayu. Gambar sistem konstruksi dinding penahan tanah dapat dilihat pada Gambar 2.4. dibawah ini.

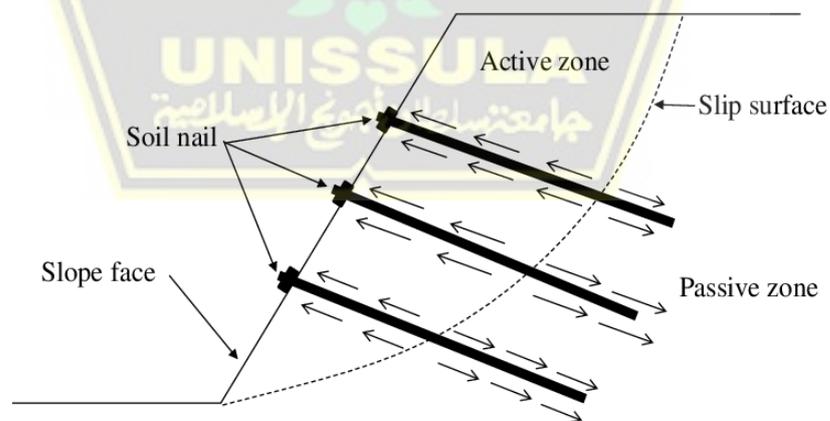


Gambar 2.4 Stabilitas Lereng Konstruksi *Sheet Pile*

Sumber: Analisa Plaxis 2D

3. *Soil Nailing*

Penguatan ini dilakukan dengan menggunakan metode perkuatan lapangan yang menimbun material seperti baja ataupun logam menggunakan grouting pada lubang galian, akan tetapi bahan ini bukan merupakan *pre-stressed*. Gambar sistem konstruksi *Soil Nailing* dapat dilihat pada Gambar 2.5. dibawah ini.

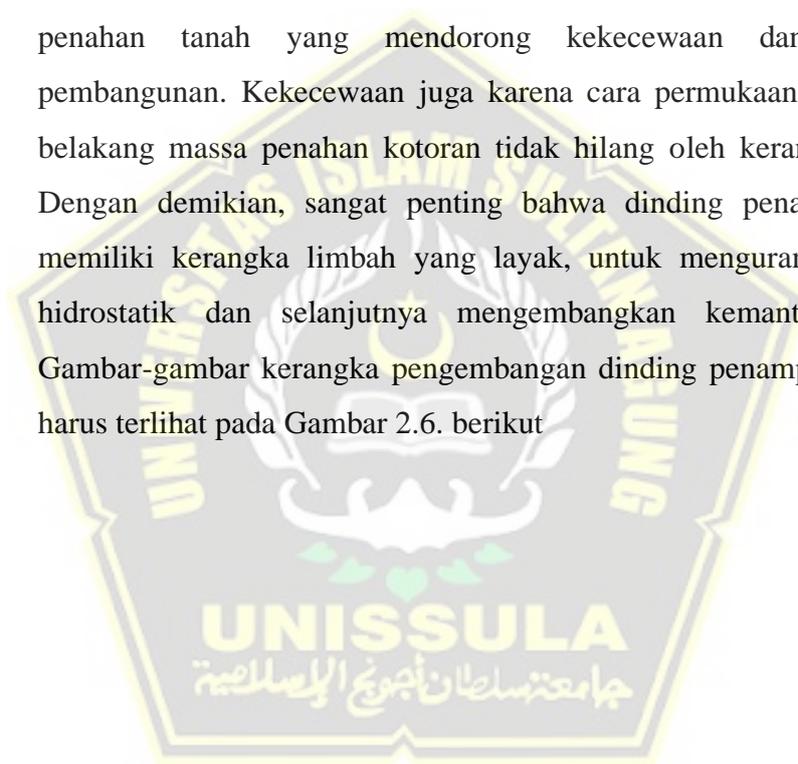


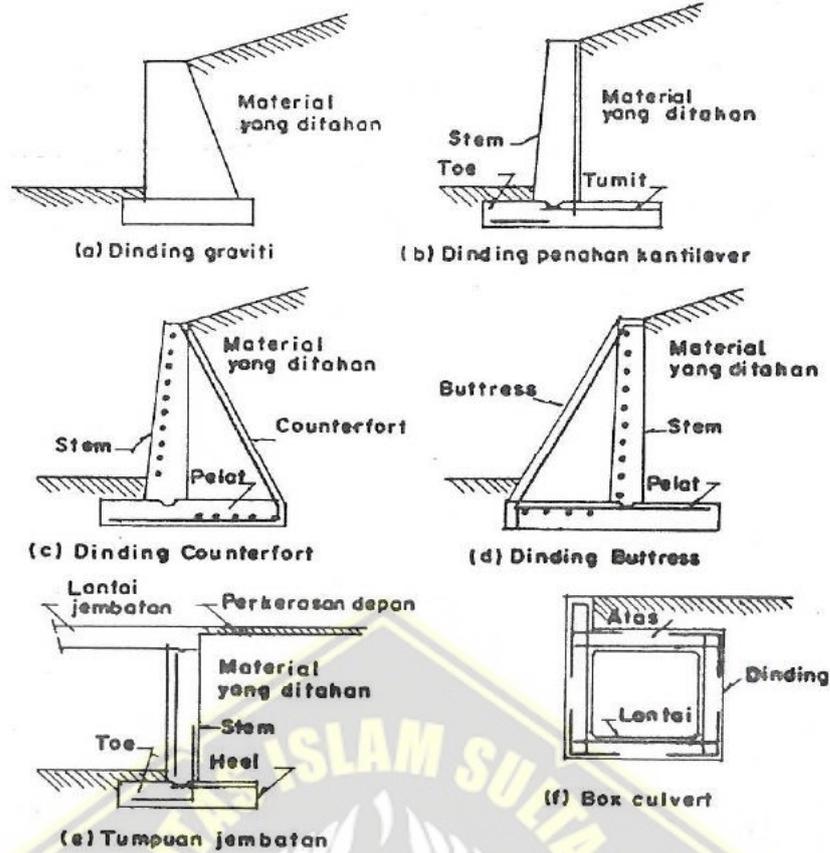
Gambar 2.5 Stabilitas Lereng Konstruksi *Soil Nailing*

Sumber: (Mohamad Ismail et al., 2018)

4. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan adalah desain yang direncanakan dan dikembangkan untuk menahan ketegangan paralel (genap) dari kotoran ketika ada penyesuaian tingkat kotoran yang melampaui titik longsoran salju di tanah. Elemen-elemen penting dalam rencana dan pengembangan dinding penahan tanah stasioner atau longsoran karena kekuatan gravitasi. Regangan paralel di tanah di belakang massa penahan kotoran bergantung pada titik geser di tanah (ϕ) dan penyatuan (c). Peningkatan ketegangan sidelong mulai selesai dari massa penahan tanah. Jika tidak diatur seperti yang diharapkan, ketegangan tanah akan mendorong massa penahan tanah yang mendorong kekecewaan dan longsoran pembangunan. Kekecewaan juga karena cara permukaan air tanah di belakang massa penahan kotoran tidak hilang oleh kerangka limbah. Dengan demikian, sangat penting bahwa dinding penahan kotoran memiliki kerangka limbah yang layak, untuk mengurangi regangan hidrostatik dan selanjutnya mengembangkan kemantapan tanah. Gambar-gambar kerangka pengembangan dinding penampungan bumi harus terlihat pada Gambar 2.6. berikut





Gambar 2.6 Stabilitas Lereng Konstruksi Dinding Penahan Tanah

Sumber: (Sudarmanto, 1996)

5. *Revetment*

Jenis struktur sederhana yang digunakan untuk memperkuat lereng/tebing dan melindunginya dari gesekan aliran sungai dan gelombang di perairan pantai. Pada dasarnya struktur jenis ini memiliki fungsi pelindung terhadap efek gesekan/erosi yang dapat disebabkan oleh ketidakstabilan lereng/timbunan, daripada fungsi utama menahan tekanan lateral aktif tanah. Dapat menyebabkan tanah longsor/longsor. Diagram sistem konstruksi revetment dijelaskan di Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Stabilitas Lereng Konstruksi *Revetment*.

Sumber : (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Konstruksi dan Sumber Daya Air, 2017)

2.6 Plaxis 2D Versi 8.2

Aplikasi yang banyak dipergunakan oleh pengguna aplikasi geoteknik khusus peneliti Teknik Sipil. Plaxis merupakan perangkat lunak yang digunakan dengan dua dimensi menggunakan metode elemen. Secara spesial aplikasi Plaxis digunakan dalam menganalisa deformasi, stabilitas dan aliran air tanah dalam rekayasa tanah. Permodelan regangan bidang dan asimetris pada program Plaxis dapat diterapkan pada metode 2 dimensi yang simpel untuk diaplikasikan, sehingga peneliti dapat dengan mudah memodelkan elemen grid pada penampang melintang di kondisi yang dianalisa. Aplikasi Plaxis pada umumnya ada 4 macam yaitu, input, kalkulasi, output serta hasil kalkulasi dan output dengan kurva.

Kondisi bidang simulasi pada program PLAXIS adalah untuk melaksanakan tahap implementasi lapangan pada tahap kerja program, dan kami berharap dapat mengerjakan implementasi lapangan semaksimal mungkin. Program respon yang dihasilkan oleh program sehingga dapat ditampilkan sebagai refleksi dari kondisi lapangan yang sebenarnya.

2.7 Value Engineering

2.7.1 Definisi Value Engineering

Pengertian pernggambaran taraf pada dasarnya yakni metode analisis demi memaksimalkan profitabilitas (biaya ekonomis), juga dapat menyebabkan peningkatan biaya karena biaya anggaran kerja yang tidak perlu di awal, dan menjalankan proses rekayasa nilai Mengembalikan nilai profitabilitas setelah Anda tidak mengecualikan kinerja/kinerja, daya tahan,

keandalan, kualitas, fungsionalitas, keunggulan, estetika, dan aspek lain yang dianggap penting oleh item pekerjaan yang ditentukan dalam analisis rekayasa nilai Keputusan tetap berdasarkan prinsip. Proses rekayasa nilai biasanya membutuhkan inovasi dan kreativitas dalam proses peningkatan biaya dan pengurangan faktor biaya. Proses inovasi dapat berasal dari landasan (knowledge base), pengalaman (experience), dan informasi.

Pada artikel kali ini, saya akan membahas lebih dalam fungsi dari metode ini yang diterapkan pada semua *project*, terutama di fase pertama dimulai. Dalam melakukan proses rekayasa nilai, hal ini harus direncanakan pada fase awal sehingga kita dapat mengetahui terlebih dahulu elemen biaya mana bisa sangat dibutuhkan. Penyebabnya ialah analisa yang dilakukan untuk rekayasa nilai selama proses konstruksi, akan terlihat waktu yang molor untuk tenaga kerja, biaya menambah untuk konsultasi, pada akhirnya akan banyak kerugian yang terjadi jika fase pelaksanaan/konstruksi dilakukan. Untuk hal ini sebab digunakannya rekayasa nilai di anggap penting dalam penerapan suatu *project* pembangunan, diantaranya:

- a. Sebuah keterbatasan waktu dalam proses perencanaan
- b. Informasi yang hilang saat merencanakan
- c. Kurangnya kreativitas dalam mengembangkan ide-ide baru.
- d. Kegagalan konsep
- e. Kondisi
- f. Tidak dirancang untuk bertahan lama Kebijakan pejabat lokal dan pemerintah.

Pada problematika itu dapat disimpulkan metode ini harus dibutuhkan pada seluruh penerapan pembangunan, dikarenakan:

- a. Harga pembangunan meninggi.
- b. Minim anggaran konstruksi.
- c. Bunga yang selalu tinggi.
- d. Inflasi yang meningkat setiap tahun.
- e. Kemajuan teknologi yang semakin pesat.
- f. Terjadinya persaingan ketat hampir semua bidang kegiatan.

2.7.2 Tujuan *Value Engineering*

Rekayasa Nilai yakni demi mendapatkan product yang seimbang ataupun konstruksi antara fungsionalitas biaya yang dilakukan oleh penghapusan anggaran yang membengkak, tanpa harus mengorbankan kualitas, keandalan, kinerja suatu produk atau bangunan tersebut.

2.7.3 Manfaat *Value Engineering*

Dalam aplikasi VE, khususnya di sektor konstruksi dalam manfaat umum yang dapat disediakan, pada hal berikut:

- a. Mudah dicegah serta mengurangi munculnya biaya potensial yang tidak perlu (biaya rugi) dalam pekerjaan konstruksi.
- b. Mudah dicegah adanya pemborosan anggaran di proyek konstruksi pada tahap terakhir.
- c. Mudah akan menciptakan budaya, inovasi, dan insinyur dapat berkeaktivitas di proyek konstruksi dari lembaga konsultan serta penyedia jasa maupun *owner*.
- d. Mudah untuk terlahirnya ahli rekayasa nilai pada insinyur teknik yang orientasinya ke kerja tim dari banyak bidang keteknikan.
- e. Mudah untuk dipelajari semua pekerja pembangunan yang proses awal hingga pelaksanaan pada proyek pembangunan wajib dilakukan secara akurat, dalam konsep implementasi rekayasa nilai pada tingkat kesulitan tinggi jika proses rekayasa nilai dilakukan pada fase pembangunan.

2.7.4 Beberapa Istilah dalam *Value Engineering*

6. Nilai (*Value*)

Nilai merupakan tolak ukur pelanggan akan kepuasan pada sejumlah barang yang sesuai akan kualitas, biaya, serta kegunaan barang itu.

Pada riset rekayasa nilai ada empat jenis nilai yaitu:

- a. Nilai kegunaan (*Use Value*).
- b. Nilai kebanggaan (*Esteem Value*).
- c. Nilai ganti (*Exchange Value*).
- d. Nilai harga (*Cost Value*).

secara konsep Nilai (*Value*) yaitu tolak ukur antara *Worth* (harga) dan juga *Cost* (biaya), yang dijabarkan pada berikut ini (Mahdi et al., 2015):

$$\mathbf{Ratio} = \frac{\mathbf{Cost}}{\mathbf{Worth}} \dots\dots\dots (2.11)$$

Terjadi penghematan apabila rekayasa nilai di ratio lebih dari 2

Setengah peluang penghematan apabila rekayasa nilai di ratio 1 sampai 2

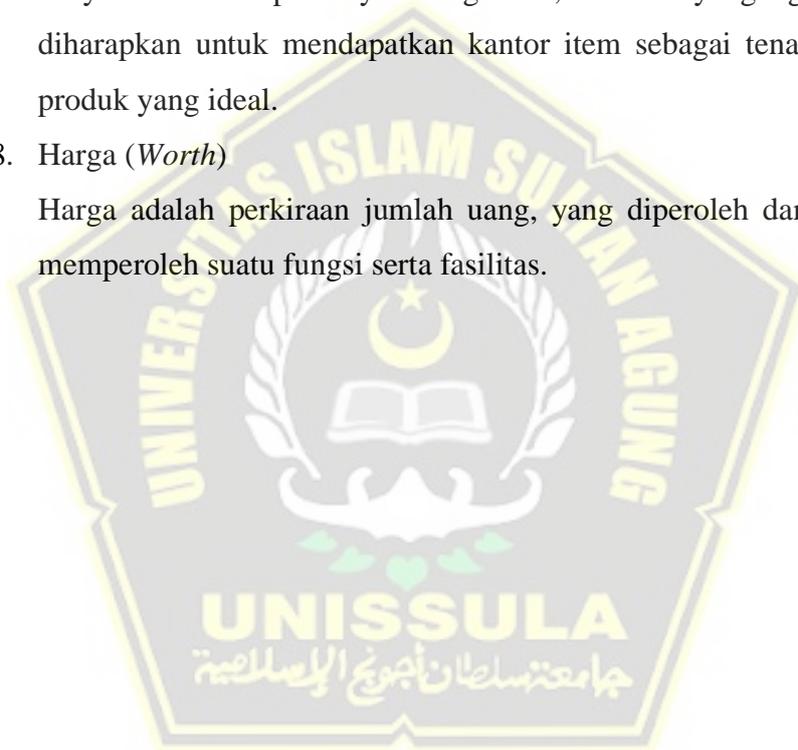
Tidak terjadi penghematan apabila rekayasa nilai di ratio kurang dari 1

7. Biaya (*Cost*)

Biaya adalah berapa banyak uang tunai, investasi yang signifikan yang diharapkan untuk mendapatkan kantor item sebagai tenaga kerja dan produk yang ideal.

8. Harga (*Worth*)

Harga adalah perkiraan jumlah uang, yang diperoleh dari waktu saat memperoleh suatu fungsi serta fasilitas.



2.8 Studi Penelitian Terdahulu

Studi Penelitian Terdahulu yang membahas Stabilitas Lereng dan juga *Value Engineering* yang dapat menjadi pedoman penulisan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.11 berikut :

Tabel 2.11. Studi Penelitian Terdahulu

JUDUL	PENELITI	METODE	KELEBIHAN PENELITIAN	KEKURANGAN PENELITIAN	PERBANDINGAN DENGAN METODE USULAN PENELITIAN
Analisis Stabilitas Lereng di DAS Tirtomoyo Wonogiri Akibat Hujan Periode Ulang	(Putra et al., 2015)	Analisa Stabilitas dengan Plaxis 2D dan Metode Bowles	penelitian yaitu untuk mengetahui stabilitas yang terjadi di lereng akibat hujan dan sebelum hujan	Tidak ada beban luar yang berpengaruh besar terhadap kesetabilan lereng dan tidak ada perkuatan lereng	Peneliti menggunakan pembanding untuk mengetahui kesetabilan tanah dengan analisa curah hujan
Analisa Stabilitas Kelongsoran pada Masa Konstruksi di Proyek Pembangunan Turap <i>Sheetpile</i>	(Sutanto, 2018)	Analisa Stabilitas Kelongsoran dengan permodelan dinding penahan tanah menggunakan metode equilibrium	Analisa kestabilan kelongsoran yang digunakan dengan metode equilibrium dan aplikasi Rocscience Slide 6.0	Tidak ada nilai gaya akibat gaya geser di penelitian tersebut	Peneliti menggunakan aplikasi Rocscience Slide 6.0 dengan pembanding menggunakan hitungan manual metode equilibrium.



dengan Metode Equilibrium		dan Rocscience Slide 6.0			
Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Dalam Penanganan Banjir Penerapan Metode <i>Value Engineering</i> pada Pengembangan Desain Jamban Sehat dan Ekonomis (Studi Kasus : Pengusaha Sanitasi Jawa Timur)	(Nur Cahyono & Trisunarno, 2012)	Metode <i>Value Engineering</i>	Dapat mengetahui hasil perhitungan cost estimed dengan menggunakan perbandingan jenis struktur yang akan digunakan pada perencanaan sanitasi	Tidak ada analisa stabilitas lereng	Peneliti menggunakan 3 perbandingan untuk menyimpulkan jenis desain perencanaan yang akan digunakan untuk konstruksi sanitasi.
Perencanaan Konstruksi Sheet Pile Wall Sebagai Pengganti Gravity Wall	(Hertiany & Asyifa, 2014)	Metode Dinding Penahan Tanah dengan Sheet Pile Wall	Metode yang digunakan pada perencana konstruksi dengan menggunakan sheet	Tidak ada aplikasi pembanding untuk menghitung kestabilan tanah dengan plaxis 2d	Peneliti menggunakan nilai-nilai stabilitas tanah meliputi gaya guling (overtunning), gaya geser (sliding), dsn pengaruh



			pile wall dengan perbandingan struktur gravity wall.		desak dengan hasil hitungan manual.
Determination of Alternative Design of Hornbill Estuary Embankment in Semarang City with Process Hierarchy Analysis Method	(Purbangsa et al., 2022)	Menggunakan analisis hierarchy process	Metode dengan perbandingan ccsp dengan SF	Tidak ada analisa stabilitas lereng	Peneliti menggunakan 3 perbandingan untuk menyimpulkan jenis desain perencanaan yang akan digunakan
Slope Stability Analysis of a Jamuna River Embankment	(Fatema & Ahmed Ansary, 2014)	Menggunakan perangkat lunak STB2010	perangkat lunak STB 2010 dan hasil analisa penelitan bisa menghasilkan safety factor dengan banyak layer soil.	Desain yang digunakan tidak ekonomis	Peneliti menggunakan aplikasi STB 2010 dan uji laboratorium

Sumber: Studi Pustaka Penelitian Terdahulu



BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bentuk Penelitian

Dari landasan, rencana masalah dan target yang baru-baru ini digambarkan, pemeriksaan ini menggabungkan semacam eksplorasi ilustratif, khususnya pemeriksaan yang menciptakan dan memahami gagasan penalaran dengan berkonsentrasi pada sebagian dari eksplorasi masa lalu yang telah dilakukan, pedoman yang terkait dengan titik dan konsekuensi persepsi di lapangan tentang proyek Perencanaan Konservasi DAS Gung.

Metodologi penelitian merupakan salah satu cara bagi ilmuwan untuk memperoleh data yang digunakan serta dapat digunakan untuk dianalisa, pada akhirnya diperoleh berakhir untuk dicapai dalam peninjauan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menangani informasi penting dari pemeriksaan informasi dan mengumpulkan beberapa data yang diperlukan sebagai informasi tambahan.

Pemodelan studi ini diperlukan untuk menganalisis hasil perpindahan total terhadap penurunan tanah dalam analisis stabilitas lereng pada desain dinding penahan tanah dengan 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yakni *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*. Selanjutnya hasil *Value Engineering* akan dibandingkan antara nilai dari rencana anggaran biaya dengan hasil dari perhitungan Plaxis 2D.

3.2 Lokasi Penelitian

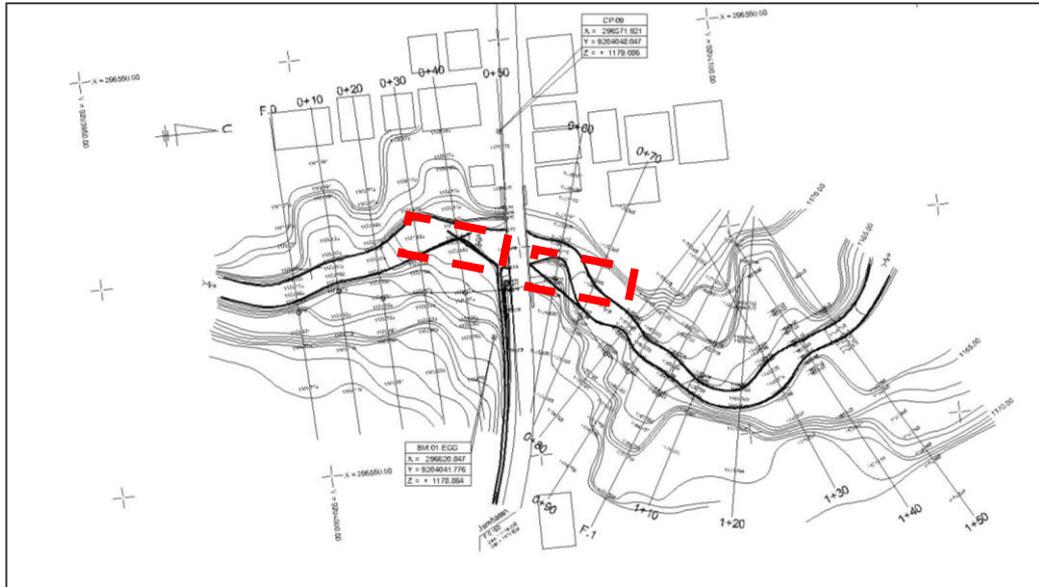
Penelitian ini dilaksanakan di lereng sungai Enggang, Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal yang bisa dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan Perbaikan Lereng

Sumber: PT. Gracia Widyakarsa, 2018

Adapun hasil pengukuran dari pengecekan lapangan yang terdiri dari pengukuran situasi dan potongan memanjang di sungai Enggang, Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal yang bisa dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Lokasi Perencanaan Berdasarkan Pengukuran Lapangan
 Sumber: PT. Gracia Widyakarsa, 2018

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian Analisa ini meliputi:

a. Perencanaan Desain Dinding Penahan Tanah

Pada tahapan ini melakukan perencanaan desain dinding penahan tanah dengan 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Retaining Wall*, *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*.

b. Pengumpulan Data Parameter Tanah

Pada tahapan ini data-data parameter tanah yang berada di hulu jembatan dan hilir jembatan dengan uji *bore log* kemudian di gabungkan untuk di Analisa pada tahapan perhitungan stabilitas tanah dengan Plaxis 2D.

c. Perhitungan Analisa Stabilitas Tanah dengan Plaxis 2D.

Pada tahapan ini dilakukan analisa dengan Plaxis 2D untuk menentukan mana desain perencanaan yang efektif dan efisien dari 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Retaining Wall*, *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*.

d. Perhitungan Analisa atas *Value Engineering*

Dalam tahapan ini dilakukan analisa dengan menghitung rencana anggaran biaya dari 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yang bisa dijadikan patokan perencanaan dinding penahan tanah dengan melihat estimasi biaya manakah yang terjadi penghematan dan pemborosan dari desain dinding penahan tanah yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian yang digunakan dalam analisa stabilitas lereng dengan pendekatan *value engineering* yaitu:

a. Perencanaan Desain Dinding Penahan Tanah

Perencanaan dinding penahan tanah pada penelitian ini setelah adanya pengukuran di lapangan di lokasi lereng sungai Enggang, Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal yang kemudian dilakukan penerapan 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*.

b. Parameter yang Digunakan Dalam Analisa Stabilitas Lereng dengan Plaxis 2D.

Parameter yang digunakan yaitu parameter tanah dan beton dengan Plaxis 2D yang kemudian di analisa dengan 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*. Pada tahap ini nantinya akan keluar hasil penurunan tanah dan nilai keamanan (*Safety Factor*).

c. Perhitungan Metode *Paired Comparison* dalam *Value Engineering*

Studi metode ini dilakukan melalui metode *paired comparison* diharapkan nantinya oleh perencanaan 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall* bisa dijadikan patokan pemilihan

desain mana yang paling efektif dan efisien dari segi struktur dinding penahan tanah serta estimasi biaya rencana anggaran biaya.

3.5 Metode Penggabungan Data

Didalam metode penggabungan data ini dibutuhkan informasi bagi melengkapi riset. Pada metode ini informasi yang digunakan yakni Informasi pokok serta informasi minor.

3.5.1 Informasi Pokok

Merupakan sebuah informasi setelah dilaksanakan langsung dilapangan dan objek riset. Data primer dimaksud untuk membandingkan data sekunder dengan kondisi lapangan serta untuk menyempurnakan dari objek riset. Informasi pokok sudah muncul di waktu riset yaitu:

- Dokumentasi di lokasi lereng sungai Enggang, Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal.
- Perencanaan 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*.

3.5.2 Informasi Minor

Merupakan informasi yang sudah ada pada riset sebelumnya dan literasi lain, data sekunder yang ada meliputi:

- Parameter parameter yang ada di dalam analisa stabilitas lereng.
- Analisa Plaxis 2D
- Analisa *Value Engineering* Dalam metode *Paired Comparison*.

3.6 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data untuk penelitian ini yang digunakan dalam Analisa stabilitas lereng dengan pendekatan *value engineering* adalah sebagai berikut:

a. Analisa Penyelidikan Tanah

Analisa penyelidikan tanah ini telah dilakukan dengan pengujian *bore log* yang kemudian dirangkum dalam bentuk table agar memudahkan penelitian ini. Untuk mengetahui jenis tanah dan batuan pada lokasi telah dilakukan pemboran pada lereng sungai di Sungai Enggang. Kondisi lapisan tanah di lokasi adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Sifat Fisis Tanah pada titik BH-5

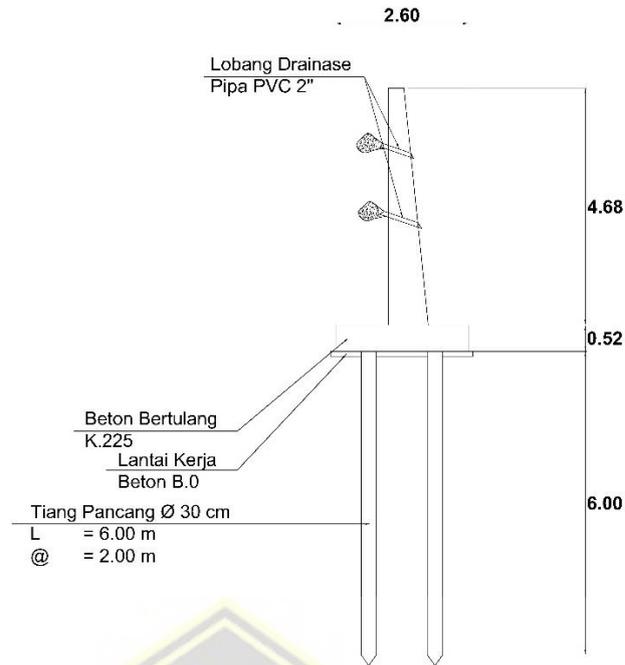
Kedalaman (meter)	Ciri Fisis Tanah
0 - 3	LEMPUNG, coklat, teguh, terdapat kerakal, nilai SPT = 7.
3 - 3.5	LEMPUNG, coklat keabu-abuan, teguh, terdapat kerakal.
3.5 - 10	LEMPUNG, coklat keabu-abuan, kaku, terdapat kerakal, nilai SPT = 11 - 15.

b. Perencanaan Desain Dinding Penahan Tanah

Dari analisis survei tanah di DAS Gun Kabupaten Tegal, karakteristik tanah lempung mulai dari keras sampai keras memiliki nilai N-SPT 10-15. Metode alternatif yang digunakan digunakan untuk memilih alternatif perbaikan lereng yang dapat diterapkan untuk menangani lokasi restorasi lereng dengan sudut geser 20-30 ° dan kohesi 20-30 kN / m².

9. *Retaining Wall*

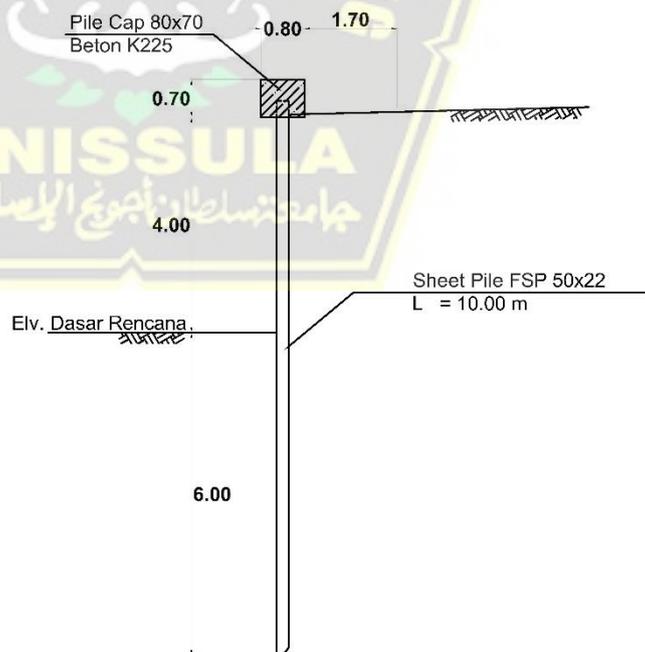
Pemilihan jenis perbaikan lereng dengan struktur *Retaining Wall* pada perencanaan awal diharapkan dapat menahan gaya geseran serta roboh pada bidang miring tanah. Selama seleksi struktur kerangka, beton dan lain-lain bisa disimak pada Gambar 3.3. berikut :



Gambar 3.3 Desain *Retaining Wall*

10. *Sheetpile FSP*

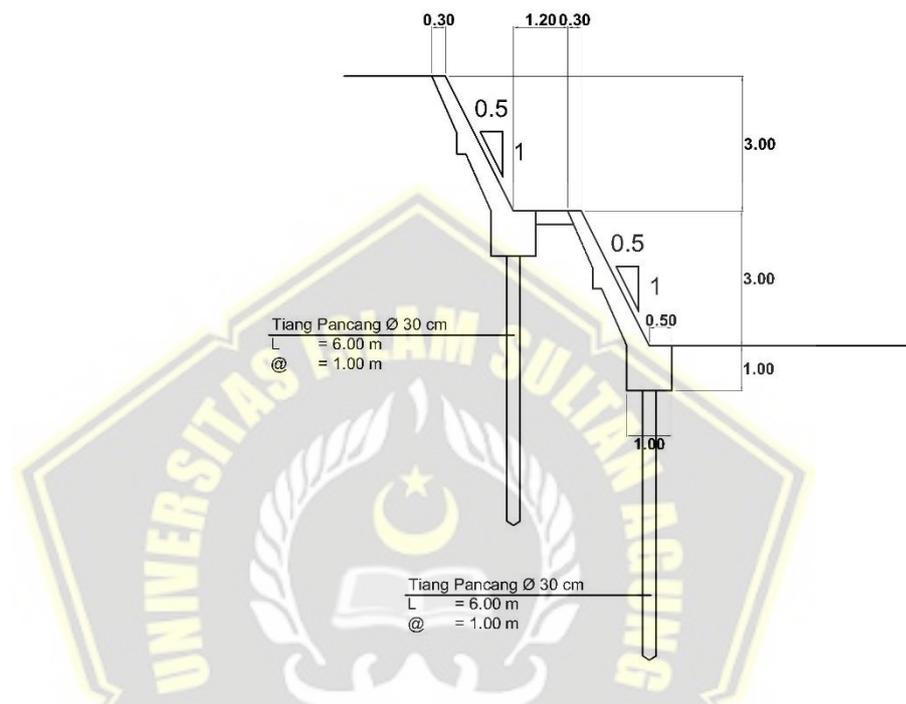
Pemilihan jenis perbaikan lereng dengan struktur *Sheetpile FSP* pada alternatif 1 diharapkan dapat menahan gaya geseran serta roboh pada bidang miring tanah. Selama seleksi struktur kerangka, beton dan lain-lain bisa disimak pada Gambar 3.4. berikut :



Gambar 3.4 Desain *Sheetpile FSP*

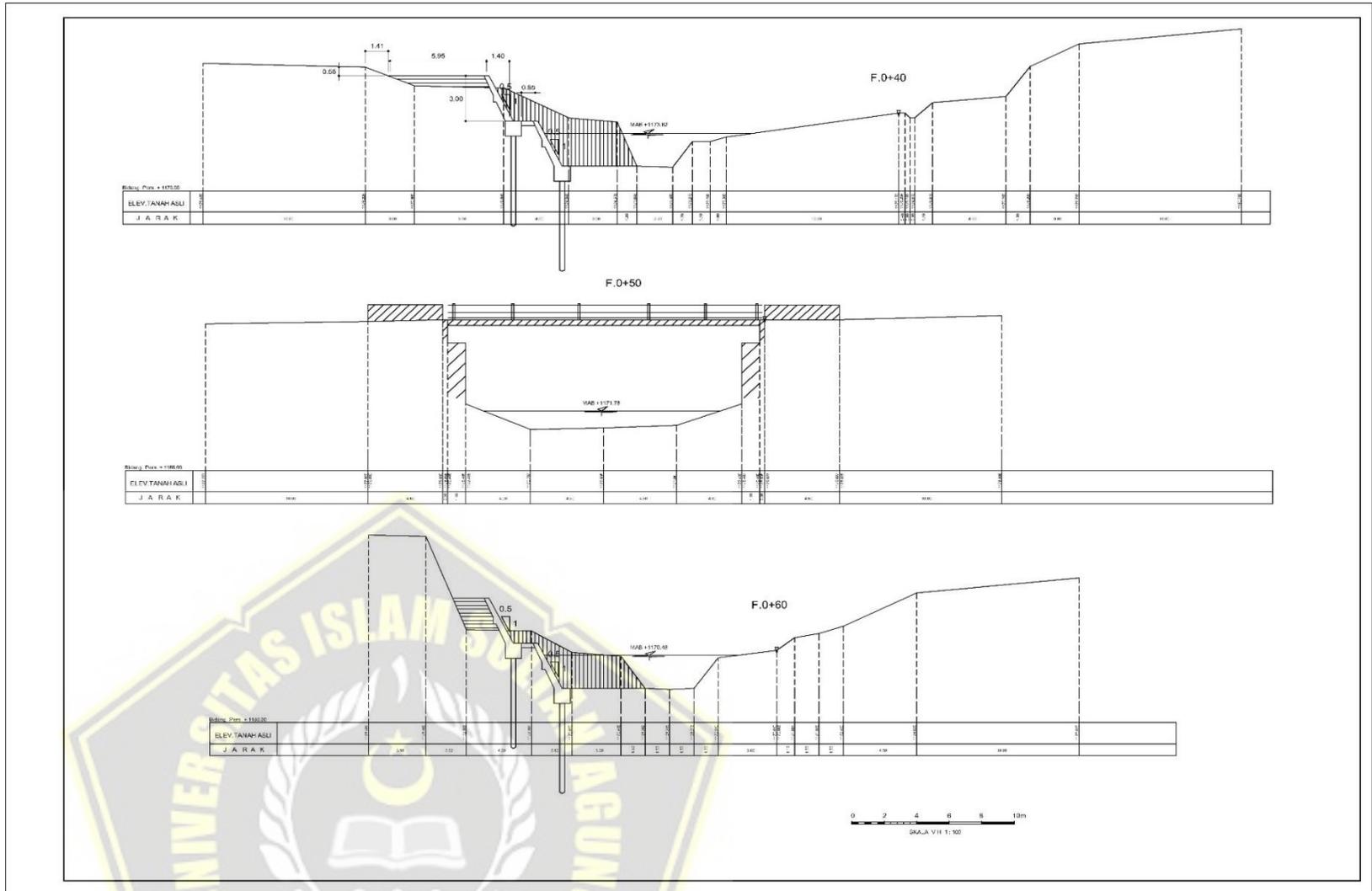
11. *Revetment Wall*

Pemilahan ciri rekonstruksi lereng atas bangunan *Revetment* pada alternatif 2 diwajibkan bisa meredam gaya geseran serta roboh pada bidang miring tanah. Selama seleksi struktur kerangka, beton dan lain-lain bisa disimak pada Gambar 3.5. berikut :

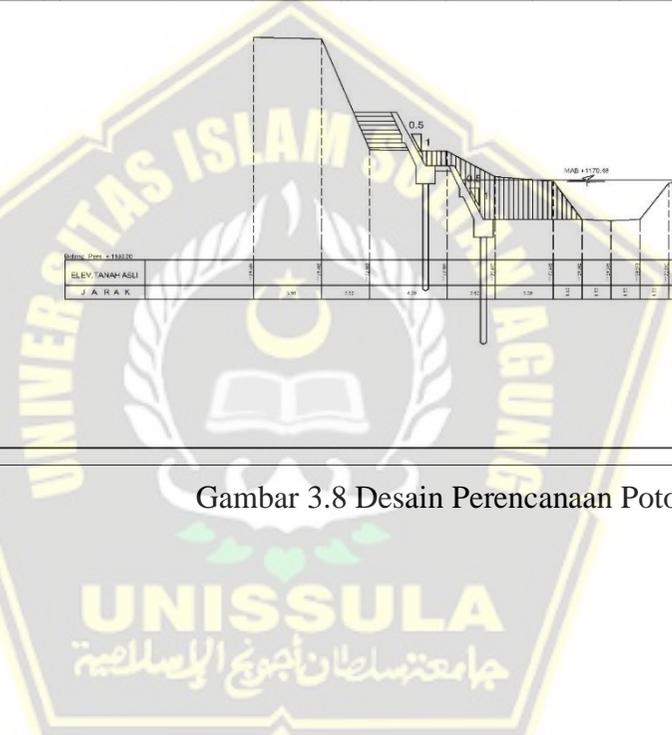


Gambar 3.5 Desain *Revetment*

Kemudian setelah dilakukan perencanaan 1 (satu) desain rencana serta 2 (dua) alternatif desain dinding penahan tanah, penelitian ini mengaplikasikan desain tersebut kedalam perencanaan potongan melintang di hulu jembatan sungai Enggang dan hilir sungai Enggang. Pada 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall* yang bisa dilihat pada Gambar 3.6 sampai dengan 3.8 berikut:



Gambar 3.8 Desain Perencanaan Potongan Melintang *Retevment Wall*



c. **Permodelan Plaxis 2D**

Pemasukan kriteria atas *Material Sets* demi memperoleh informasi riwayat dapat dimanfaatkan saat mengkupas saat pemanfaatan aplikasi Plaxis 8.2, adalah :

- Tanah Asli

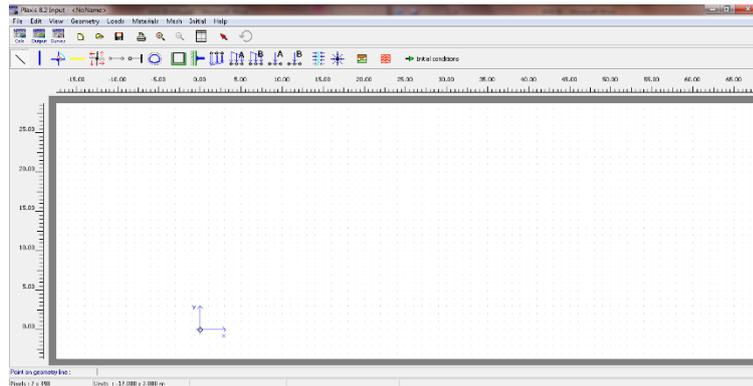
Pada permodelan plaxis 2D ini data yang digunakan yaitu data bore-log di lokasi penelitian yang diambil dalam penyelidikan tanah. Versi tanah yang dapat digunakan adalah *Mohr-Coloumb* bersama kriteria yang diperlukan :

- Bobot kapasitas tanah jenuh air (γ_{sat})
- Bobot kapasitas tanah tidak jenuh air (γ_{unsat})
- Sudut geser (\emptyset)
- Sudut dilatasi (Ψ)
- Permeabilitas arah vertikal (k_y)
- Modulus elastisitas (E)
- *Poisson rasio* (μ)
- Permeabilitas arah horizontal (k_x)
- Kohesi (c)

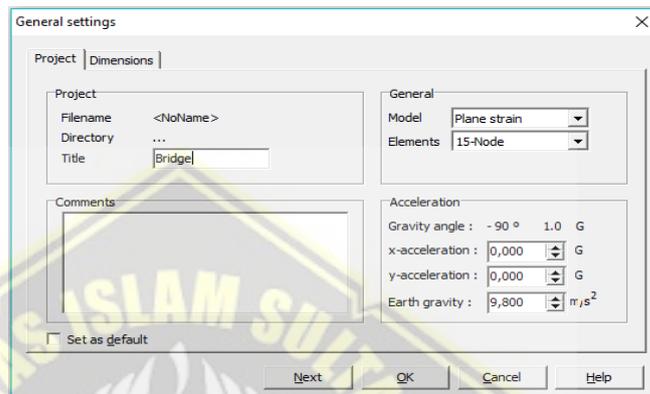
Pemasukan bahan struktur tanah setimpal yang sudah dipastikan sebelumnya dalam *Material Sets*. Lantas taruh informasi setahap struktur pada jendela *Material Sets* ke zona struktur tanah selaras bersama informasi yang diperoleh dalam perancangan Dinding Penahan Tanah dalam penerangan Gambar 3.9 sampai dengan 3.11. berikut:

- Penetapan *entry*

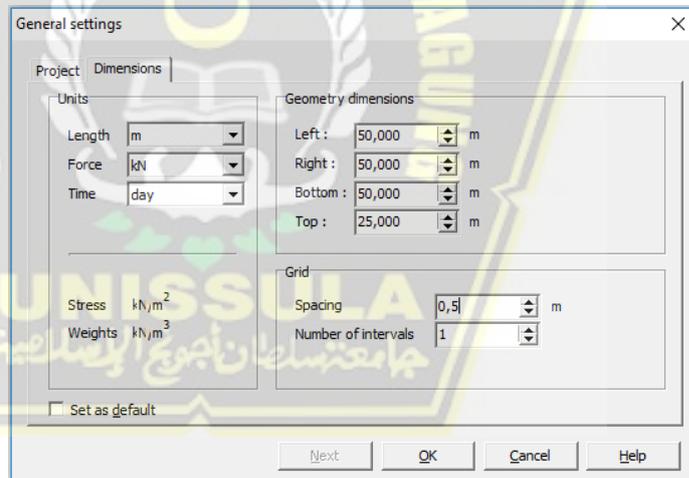
Penetapan entry diaplikasikan dalam pengaplikasian *general setting : project*, serta *dimension tool*



Gambar 3.9. Kotak Dialog *Toolbar*



Gambar 3.10. Kotak Dialog *General Settings – Tab Project*

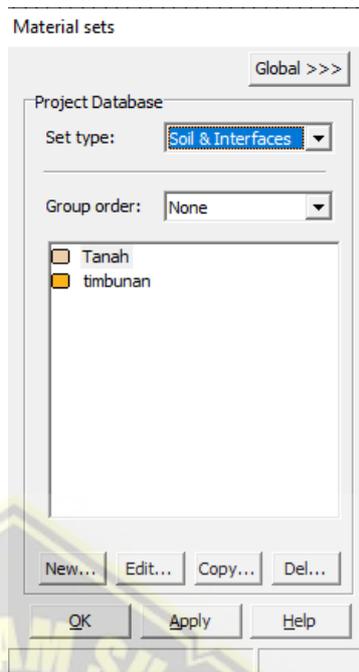


Gambar 3.11. Kotak Dialog *General Settings – Tab Dimensions*

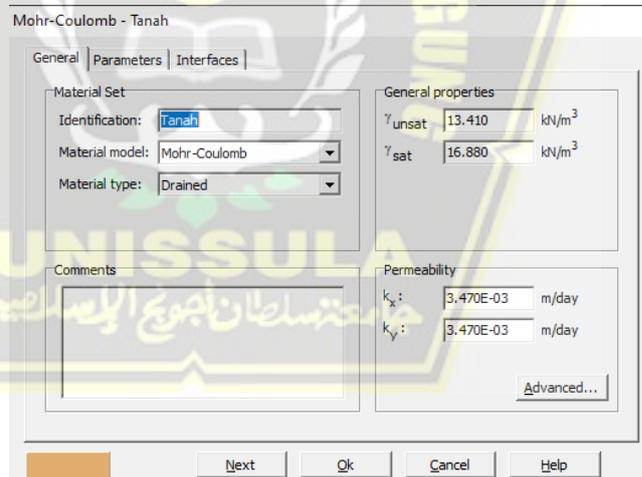
- Struktur *entry*

Entry yang dibutuhkan disusun sebegitu rupa serta jadi nyata. Pola aplikasi komputer mempersiapkan beberapa macam sebagai citra memformasi serta menerima data dalam monitor. Demi melancarkan identifikasi bagian-bagian beberapa jenis masukan

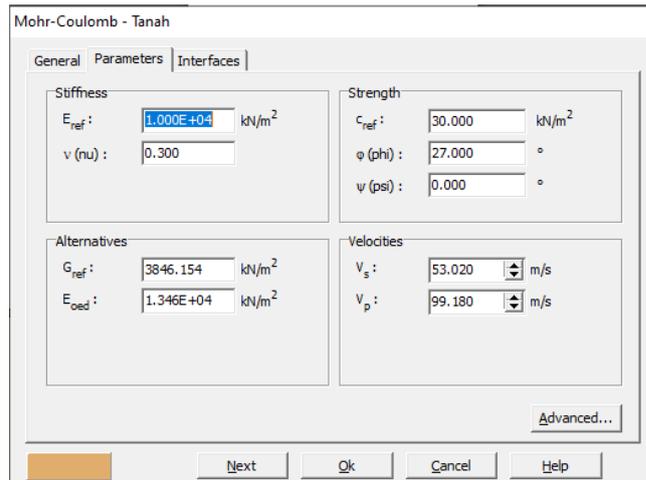
terstruktur akan dibahas pada Gambar 3.12 sampai dengan Gambar 3.16. berikut ini :



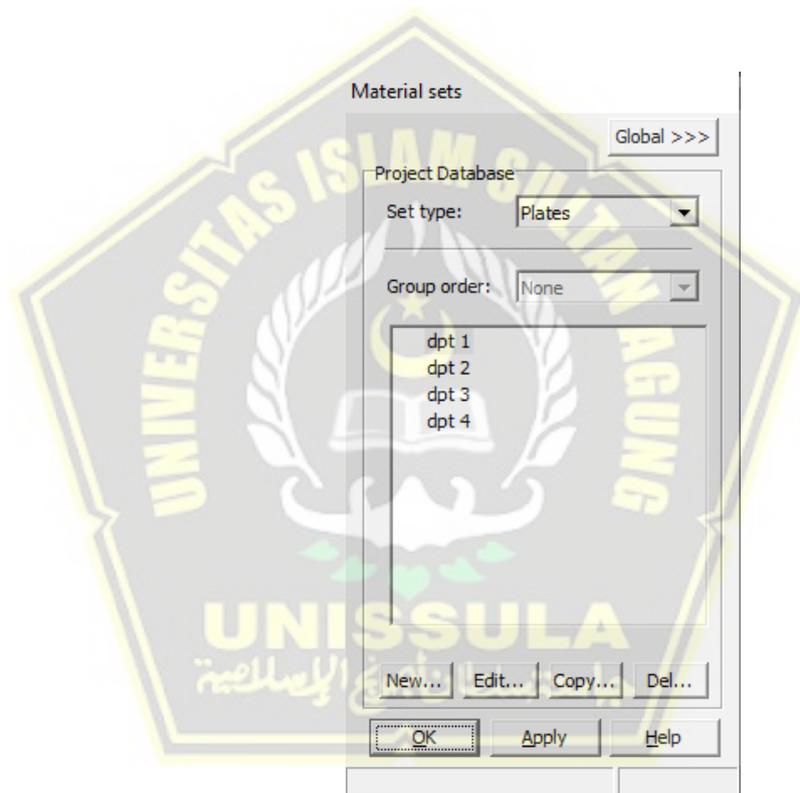
Gambar 3.12 Penginputan *Material Sets* Lapisan Tanah



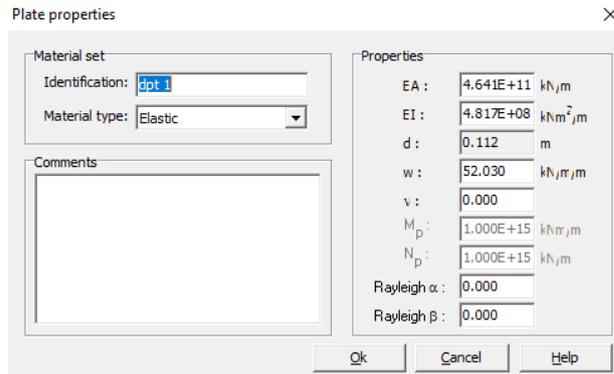
Gambar 3.13 Material Tanah pada lapisan tanah tab
General



Gambar 3.14 Material Tanah pada lapisan tanah tab
Parameter



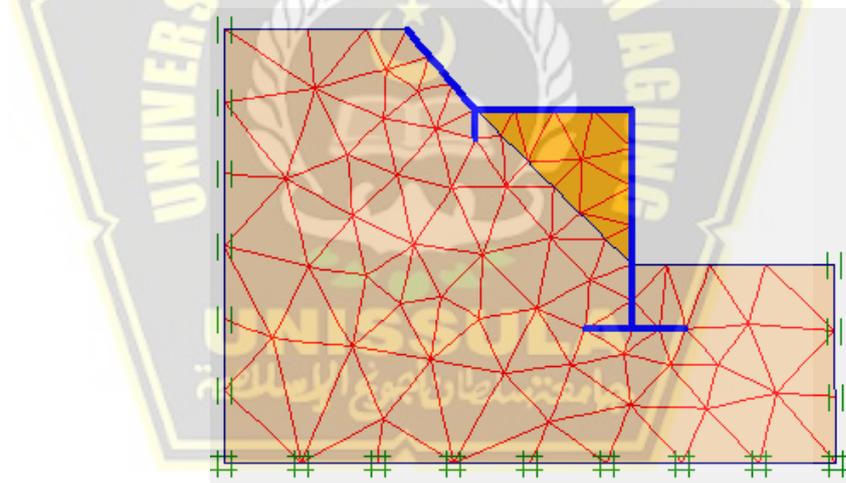
Gambar 3.15 Penginputan *Material Sets* Lapisan Beton



Gambar 3.16 Material Tanah pada lapisan beton

- Mengkompilasi jaringan elemen dengan program Plaxis (pembuatan mesh)

Penempatan jaringan elemen (pembuatan mesh) terdiri dari penggunaan GenerateMesh toolbar untuk membagi tanah menjadi elemen individu. Pada tahap pemodelan ini, bahannya adalah jaring halus, jadi klik Perbarui.. Tampilan *General Mesh* pada pemodelan seperti pada Gambar 3.17.



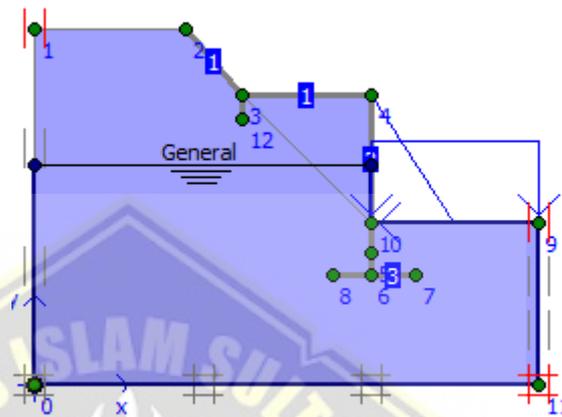
Gambar 3.17 *Generate Mesh* Dinding Penahan Tanah

- Kondisi awal
Keadaan awal adalah keadaan yang menentukan garis freatik yang digunakan untuk menganalisis jumlah airtanah dengan berat jenis

1 kN/m³. Penentuan kondisi awal harus dilakukan pada model geometri yang dibuat. Ada empat tingkat kondisi awal:

Langkah 1 Penentuan muka air tanah (groundwater level)

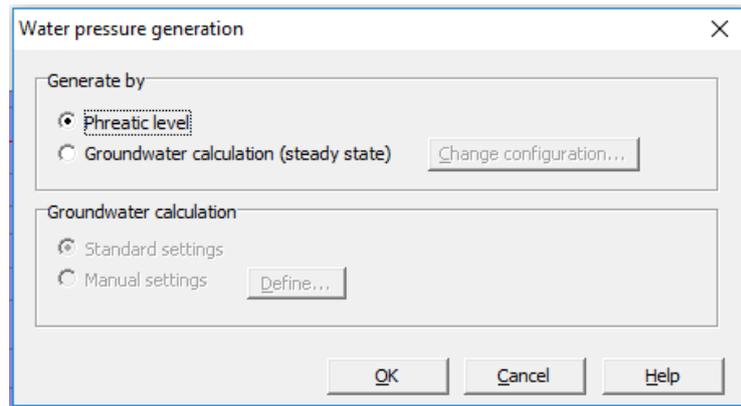
Jika Anda mengklik toolbar , muka air model sekarang akan berada 4,5 meter di bawah permukaan aslinya, dan muka air tanah akan terlihat seperti Gambar 3.18.



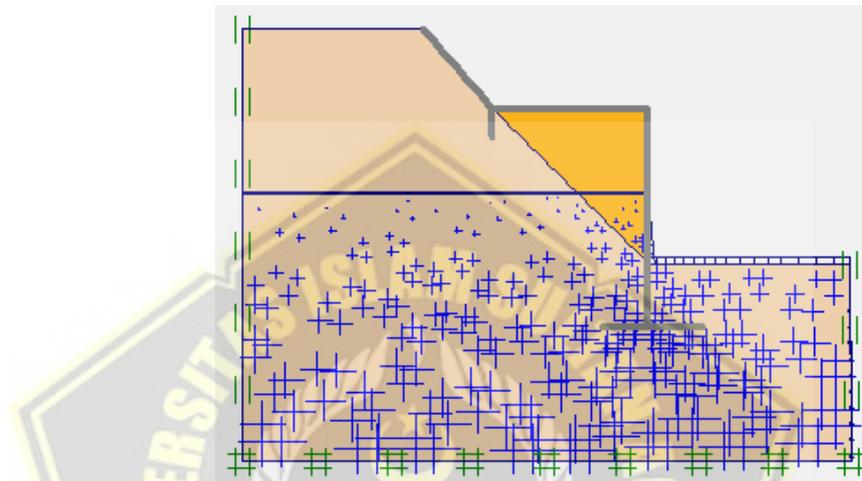
Gambar 3.18 Tinggi Permukaan air tanah (*Phreatic Level*)

Langkah 2 mengaktifkan tekanan air pori (menghasilkan tekanan air)

Untuk mengaktifkan pembangkitan tekanan air dengan mengklik toolbar  , Anda akan melihat panel yang mirip dengan yang ditunjukkan pada Gambar 3.19. Kemudian klik OK. Kemudian Gambar 3.20 ditampilkan. Kemudian klik Perbarui..



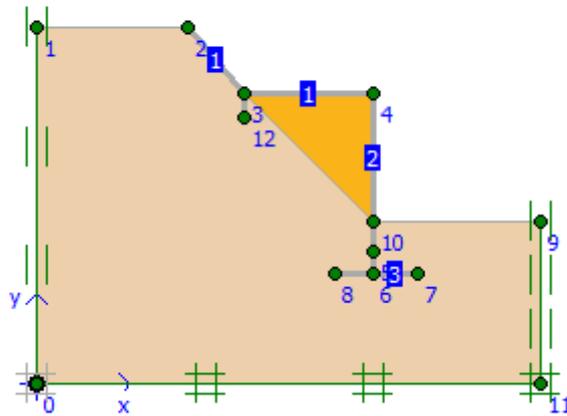
Gambar 3.19 Phreatic Level



Gambar 3.20 Tekanan air aktif (Active Pore Water Pressure)

Langkah 3 Aktifkan konfigurasi geometri (mode geometri yang diaktifkan)

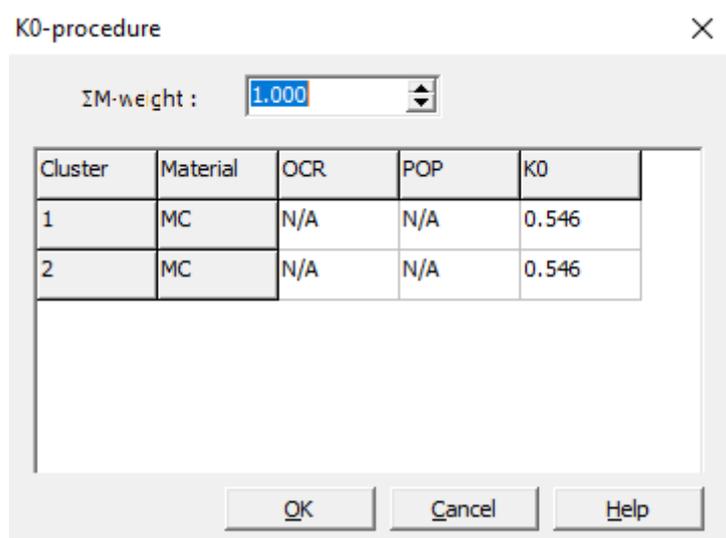
Pemodelan geometri memiliki beberapa elemen yang awalnya tidak aktif dan harus aktif terlebih dahulu dalam mode ini. Secara default, Plaxis menonaktifkan semua elemen model yang dijelaskan dalam fase persiapan geometri sebelumnya. Untuk mengaktifkan komponen komposisi geometri, klik toolbar , lalu klik hingga heap dan agregat berwarna putih untuk memaatkannya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.21.



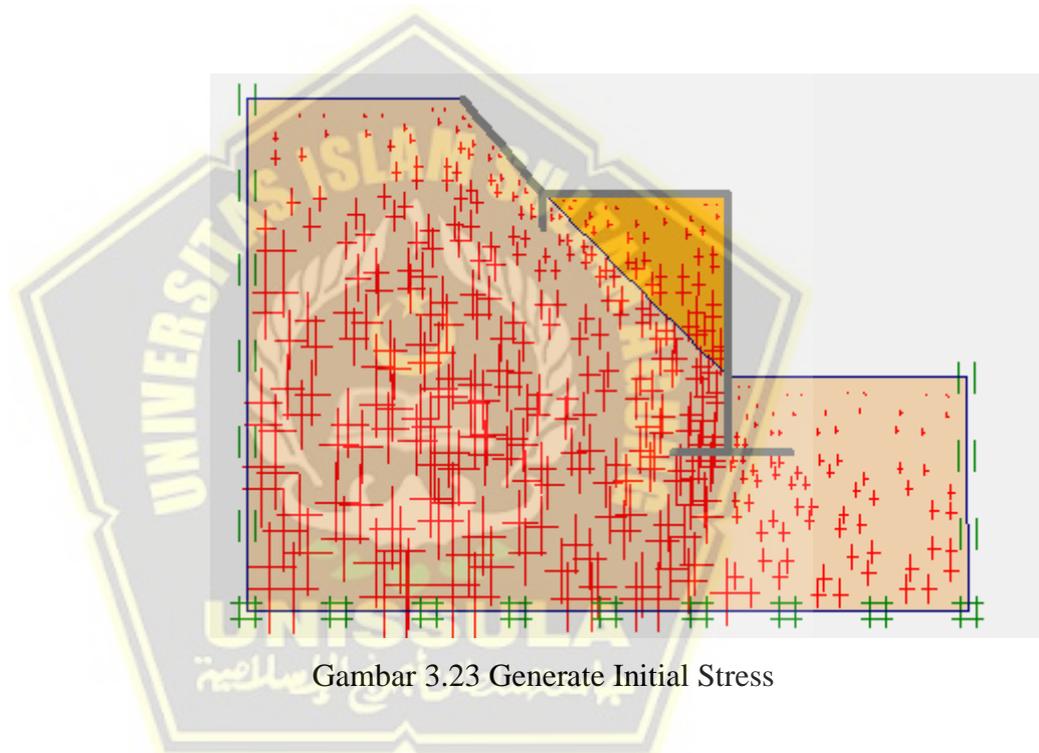
Gambar 3.21 Mengaktifkan Konfigurasi Geometri

Langkah 4 Aktifkan tekanan tanah efektif pada langkah 4 (Hasilkan tegangan awal)

Tegangan awal dipengaruhi oleh berat material dan sejarahnya. Keadaan tegangan umumnya diberikan oleh tegangan normal awal S_n , 0 dan faktor tekanan tanah lateral K_0 . Nilai default diberikan berdasarkan rumus Jaky $(1 - \sin \phi)$. Klik ikon $++$ untuk mengaktifkan tegangan awal (prosedur pembangkitan tegangan awal K_0). Gunakan K_0 -Produce seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.22 dan tampilkan hasil pembangkitan tegangan awal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.23.



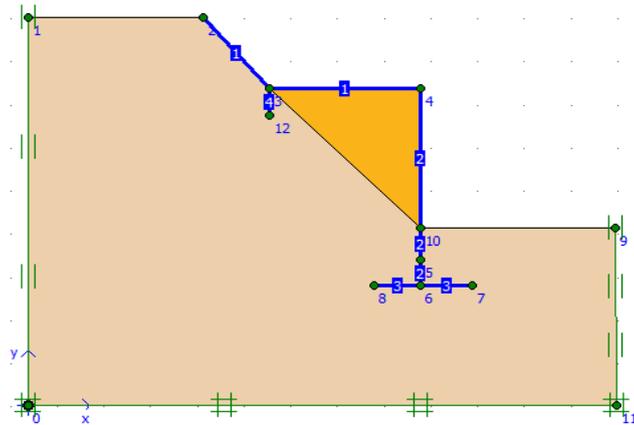
Gambar 3.22 K0 - Procedure



Gambar 3.23 Generate Initial Stress

Pada penelitian ini metode permodelan yang dilakukan ada 3 jenis yaitu :

- a. Permodelan dengan *Retaining Wall*
- b. Permodelan dengan *Sheetpile Wall*
- c. Permodelan dengan *Revetment Wall*



Gambar 3.24 Permodelan Dinding Penahan Tanah

d. Perhitungan Value Engineering

Perolehan kajian dalam riset yakni perpaduan dua prosedur plan rekonstruksi lereng yang kemudian bakal ditinjau mulai segi ekonomis harga serta taraf Pekerjaan dihitung dengan menggunakan Budget Planning (RAB), yang nantinya dapat menjadi solusi pekerjaan untuk perencanaan penelitian.

Salah satu bagian tersebut, sebagai penerapan value engineering pada konstruksi dinding penahan tanah di tapak Enggang menitikberatkan pada bagian-bagian penting dari pekerjaan yang terlibat dalam perencanaan anggaran (RAB) melalui perhitungan sesuai prinsip Pareto yaitu bagian yang masih berudara. Pekerjaan yang dilakukan dalam rekayasa nilai menggunakan lima fase:

- Fase informasi

Fase informasi adalah fase pengumpulan data proyek, termasuk proyek yang sedang Anda kerjakan. Komponen struktural yang digunakan dalam penelitian ini dirancang sebagai studi rekayasa nilai untuk menemukan item pekerjaan yang mahal. Metode yang tersedia adalah:

 - 1) Model biaya
 - 2) Kerusakan
 - 3) Metode perbandingan pasangan

- **Fase Analisis**

Pada fase ini dilakukan analisis yang menghasilkan ide atau alternatif untuk memperoleh kriteria. Anda kemudian dapat mengevaluasi ide dan alternatif baru dan mempertimbangkan kekuatan dan kelemahan dari berbagai aspek untuk dipertimbangkan.
- **Fase Kreatif**

Fase kreatif adalah fase berpikir kreatif yang bertujuan untuk memperoleh hasil dari pilihan ganda yang digunakan dalam satu analisis rekayasa nilai desain rencana serta 2 alternatif yang dikaji komponen strukturnya. Dari satu rencana desain dan dua alternatif desain, Anda dapat mempertimbangkan beberapa aspek, antara lain:

 - 1) Bahan atau Material
 - 2) Dimensi
 - 3) Waktu pelaksanaan pekerjaan
 - 4) Analisa melaksanakan pekerjaan
- **Fase Pengembangan**

Poin Dalam fase pengembangan, yaitu teknis dan teknis dan dipertimbangkan dalam pengembangan alternatif yang dipilih Membuat semua ide dan rekomendasi perencanaan pelaksanaan yang berkaitan dengan faktor ekonomi.
- **Tahap Rekomendasi**

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menangkap hasil yang dapat disajikan kepada pemangku kepentingan, memahami alternatif yang digunakan dalam studi ini, dan menyajikannya secara ringkas, padat dan jelas. Rekomendasi ini akan digunakan untuk membuat survei ini tersedia untuk survei proyek di masa mendatang.

3.7 Metode Analisis Data

Ada dua metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini.

a. Analisis dengan Metode Aplikasi Plaxis 2D

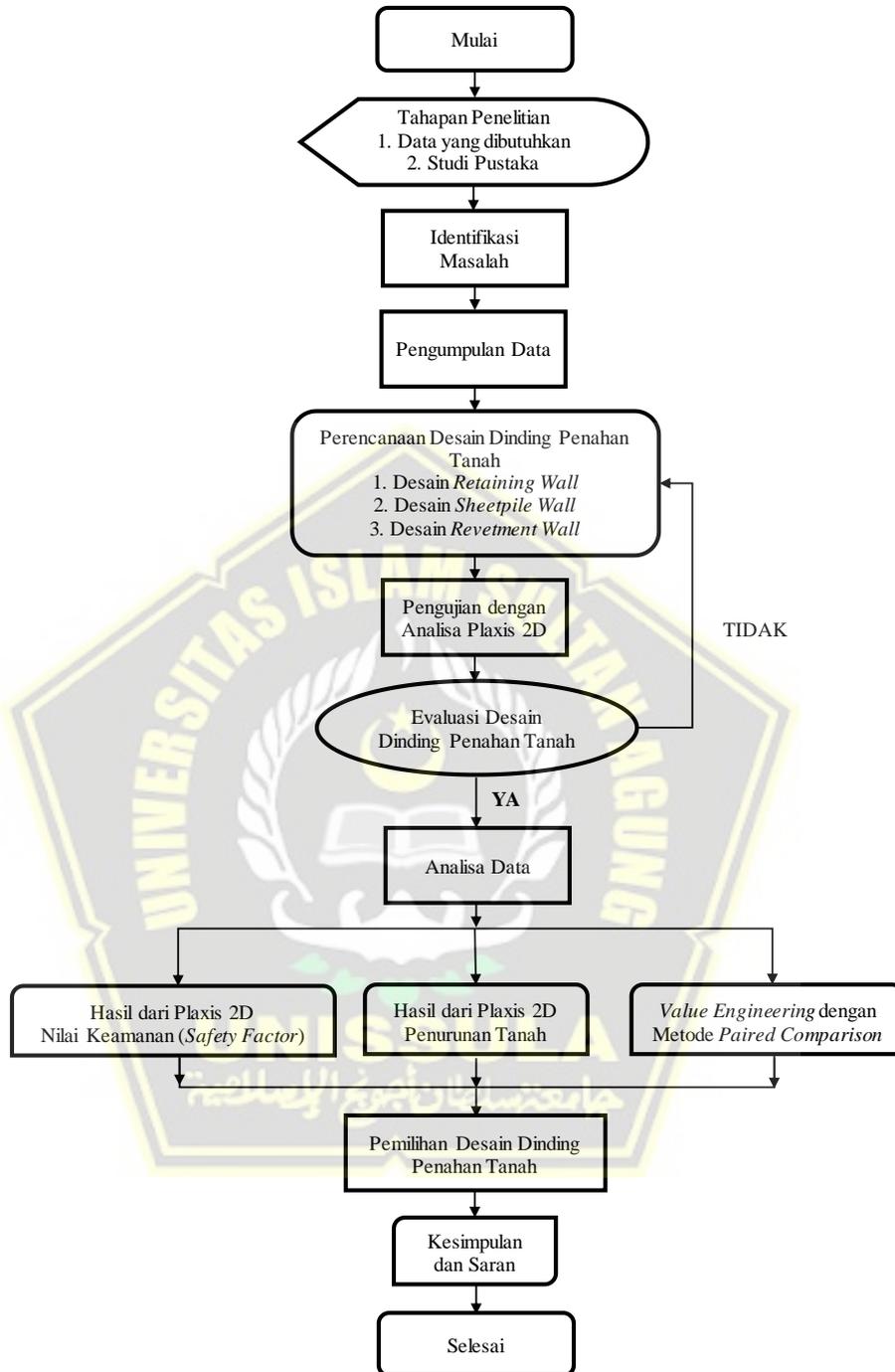
Pada metode Plaxis 2D dengan 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*. Permodelan yang telah di rencanakan kemudian di lakukan proses perhitungan untuk melihat hasil dari nilai keamanan serta penurunan tanah yang terjadi. Ketika proses sudah selesai maka metode selanjutnya menggunakan *value engineering* yang nantinya akan dilihat dari 3 (tiga) permodelan desain dinding penahan tanah yang menunjukkan nilai yang efektif dan efisien dari hasil perhitungan Plaxis 2D.

b. Analisis dengan Metode Value Engineering

Pada metode *value engineering* untuk mengidentifikasi 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*. Kemudian desain alternatif dinding penahan tanah tersebut dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya yang nantinya dibandingkan menggunakan metode *paired comparison* untuk mengetahui hasil estimasi biaya dari 1 (satu) desain rencana serta 2 (dua) desain alternatif dinding penahan tanah yang paling efektif dan efisien. Selain itu pula 2 (dua) hasil metode analisis data tersebut dibandingkan untuk mencari nilai yang optimal yaitu desain alternatif yang mempunyai struktur yang kuat dan efisien dari segi rencana anggaran biaya, nantinya akan digunakan dalam penentuan perencanaan desain dinding penahan tanah yang akan diterapkan di lereng sungai Enggang, Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal.

3.8 Bagan Alir Penelitian

Berikut ini adalah bagan alir penelitian pada analisis stabilitas lereng dengan pendekatan *value engineering*



Gambar 3.25 Bagan Alir Penelitian

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum

Dalam penelitian ini menggunakan perhitungan Mohr-Coloumb, analisis stabilitas lereng menggunakan metode Plaxis2D8.2. Langkah pemodelan dimulai dengan analisis data seperti beban, struktur tanah dan struktur beton. Pemodelan yang digunakan dalam penelitian ini 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*. Saat ini, data umum ada pada Tabel 4.1 dan 4.2 di bawah ini.



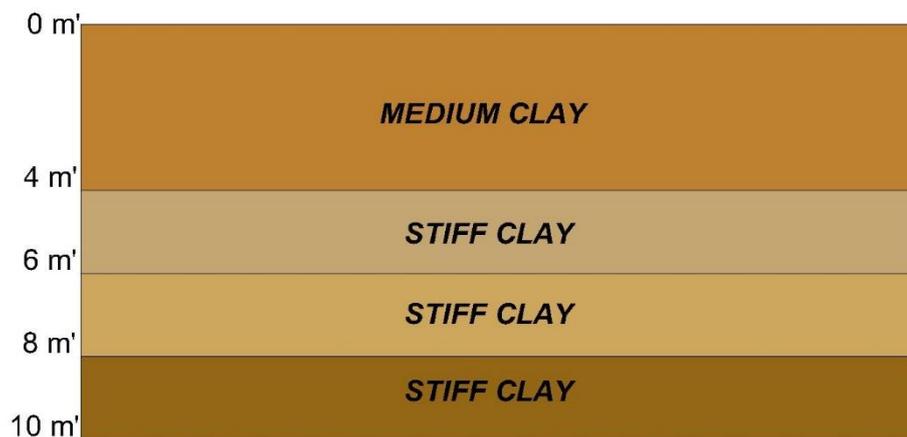
Tabel 4.1. Parameter Tanah

No.	Konsistensi	Kedalaman (m)	N-SPT	N-SPT Rata-rata	Model	Tipe	γ Unsat (kN/m ³)	γ sat (kN/m ³)	kx (kN/m ³)	ky (m/day)	Eref (kN/m ²)	v	Cref (Cu)	Φ (°)	Ψ
1	Medium Clay	0 - 4	7	7	MC	Tidak Terdrainase	16.25	19.25	3.05E-02	3.05E-02	6.90E+03	0.3	32.85	22.58	0
2	Stiff Clay	4 - 6	11	11	MC	Tidak Terdrainase	17.29	20.29	4.09E-02	4.09E-02	1.50E+04	0.3	26.87	25.09	0
3	Stiff Clay	6 - 8	14	14	MC	Tidak Terdrainase	18.57	21.57	5.34E-02	5.34E-02	1.50E+04	0.3	30.89	26.98	0
4	Stiff Clay	8 - 10	15	15	MC	Tidak Terdrainase	19.00	22.00	4.48E-02	4.48E-02	1.50E+04	0.3	32.36	27.61	0

Tabel 4.2. Parameter Beton

Parameter	Nama	Retaining Wall		Sheetpile Wall	Revetment Wall	
		Beton	Tiang Pancang		Beton	Tiang Pancang
Normal Stiffness	EA	8.31E+06	1.86E+07	1.24E+07	2.01E+07	1.86E+07
Flexural Rigidity	EI	2.51E+07	5.45E+07	3.66E+07	4.74E+06	5.45E+07
Equivalent Thickness	d	-	-	-	-	-
Weight	W	93.10	147.60	146.65	237.93	147.60
Poisson Ratio	v	-	-	-	-	-





Gambar 4.1 Lapisan Tanah

4.2 Detail Desain Struktur Dinding Penahan Tanah

Dalam studi ini, berbagai jenis dinding penahan tanah dievaluasi di situs Das Gung di Kecamatan Guci Kabupaten Tegal di Sungai Enggang, tergantung pada jenis dan sifat tanahnya. Detail struktur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dinding penahan 13 dan 19 tulangan beton mutu K225, kemudian tiang pancang tipe FSP 500 x 200 beton mutu K500, tiang pancang beton mutu K225, dan beton tulangan mutu 13. Merupakan dinding geladak K225 dan tulangan 19. 1 (1) Desain perencanaan dinding penahan tanah, yaitu dinding penahan tanah, dan 2 (2) Desain alternatif, yaitu data detail desain konstruksi dinding penahan tanah dari sheet pile dan deck wall, digunakan untuk menganalisis struktur tanah dari lereng Enggang. Dalam penelitian ini digunakan analisis praksis 2D untuk merencanakan sungai enggang Tegal.

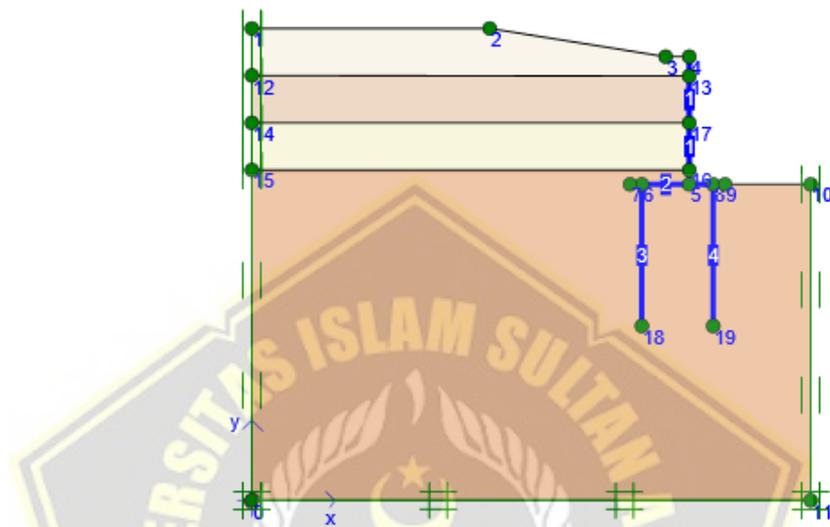
4.3 Hasil Perhitungan Stabilitas Tanah

Hasil perhitungan dari program Plaxis 2D 8.2 adalah total penurunan muka tanah dan jumlah faktor keamanan yang terjadi pada dinding penahan tanah di lokasi DAS Gung Sungai di Enggang Kecamatan Guci Kabupaten Tegal. Penetapan rencana nilai keamanan dinding penahan tanah terhadap longsor akibat tekanan tanah aktif dan pasif. Pada penelitian ini setelah dilakukan perancangan struktur dinding penahan tanah dilakukan kegiatan standardisasi sungai dengan tujuan untuk menciptakan kondisi aliran sungai

yang baik agar struktur tersebut tidak mengalami erosi. penyangga di tapak dinding. Hasil analisis stabilitas tanah Plaxis 2D 8.2

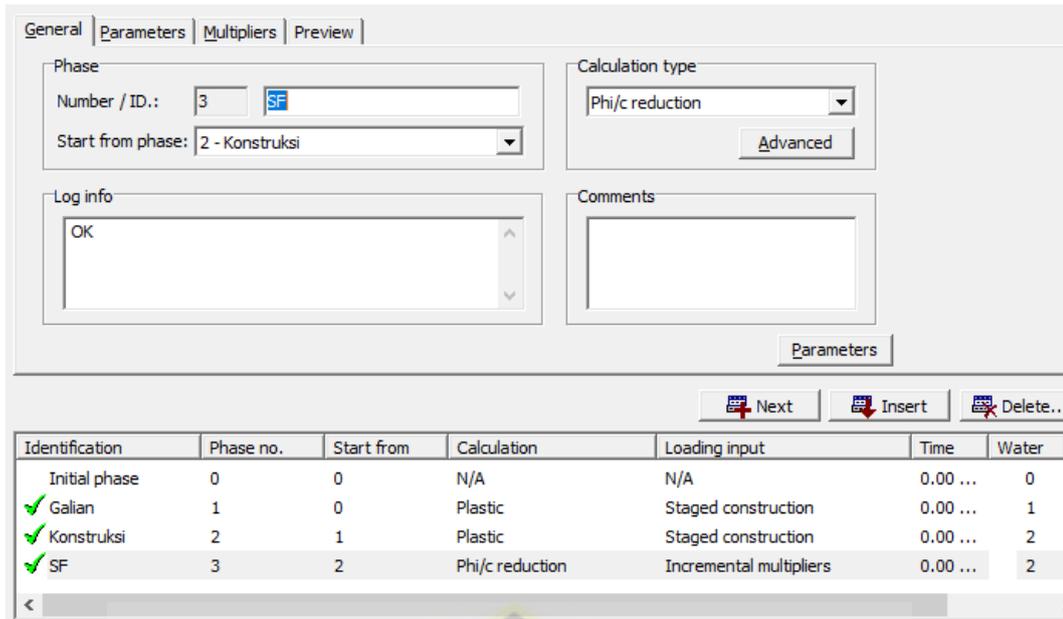
4.3.1 Permodelan *Retaining Wall*

Pada permodelan *Retaining Wall* untuk penelitian ini dilakukan tahap analisa dengan Plaxis 2D 8.2 dengan penginputan parameter tanah dan parameter beton yang telah di analisa. Untuk permodelan *Retaining Wall* dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini :



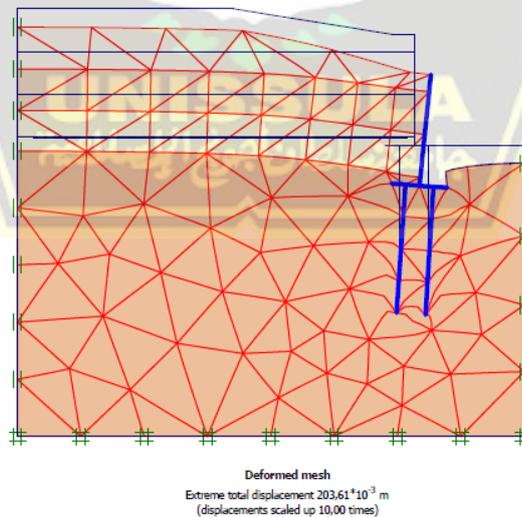
Gambar 4.2 Permodelan *Retaining Wall*

Kemudian tahapan selanjutnya untuk mengetahui hasil analisa stabilitas tanah pada rencana permodelan *Retaining Wall*, dilakukan proses analisa perhitungan (*Calculation*) dengan melakukan tahapan-tahapan dari metode pelaksanaan dilapangan yang akan direncanakan, untuk tahapan-tahapan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini :



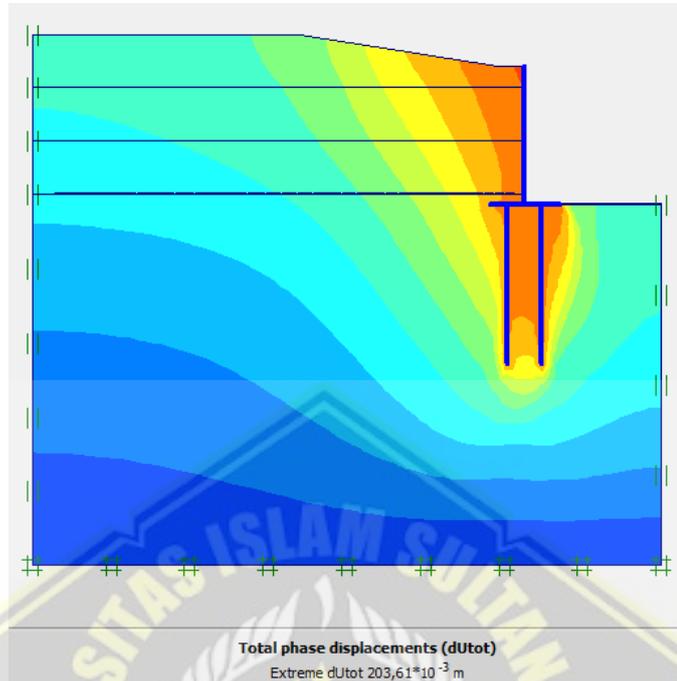
Gambar 4.3 Analisa Perhitungan *Retaining Wall*

Pada tahapan selanjutnya, hasil perhitungan dari program Plaxis 2D 8.2 dari proses analisa keluaran (*Output*) berupa nilai total penurunan tanah, dan angka faktor keamanan, serta penurunan tanah yang terjadi pada permodelan *Retaining Wall* sebesar 203.81×10^{-3} m. Untuk hasil penurunan tanah analisa permodelan ini bisa dilihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 4.4 Lereng terdeformasi akibat *Gravity Loading*

Kemudian pada tahap ini tanah menerima beban dari beban struktur yang dimodelkan sebagai beban merata. Pada permodelan ini bisa dilihat arah gerakan tanah dan penurunan akibat *Vertical Loading (Shading Model)*.



Gambar 4.5 arah gerakan tanah dan penurunan akibat *Vertical Loading (Shading Model)*

Hasil dapat diketahui ketika penelitian ini melihat pada tabs *multipliers* untuk melihat angka keamanan (*Safety Factor*). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 4.6 berikut:

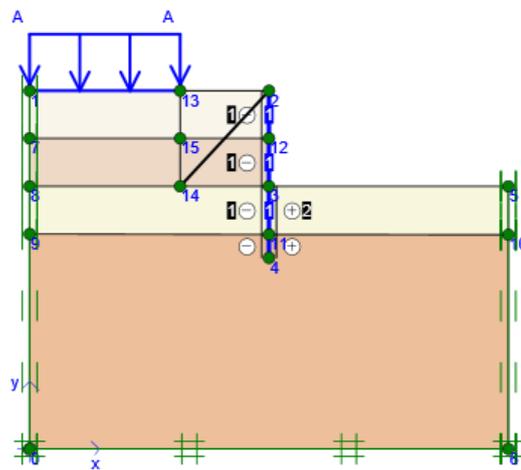
Total multipliers	
Σ -Mdisp:	1,0000
Σ -MloadA:	1,0000
Σ -MloadB:	1,0000
Σ -Mweight:	1,0000
Σ -Maccel:	0,0000
Σ -Msf:	1,9028

Gambar 4.6 Hasil angka keamanan (*Safety Factor*)

Dari hasil analisa Plaxis 2D 8.2 pada permodelan *Retaining Wall* penurunan tanahnya yaitu 203.61×10^{-3} m dan nilai keamanan 1.9028 yang Aman untuk pekerjaan konstruksi karena nilai keselamatan melebihi nilai ambang batas melebihi 1,5 ($> 1,5$).

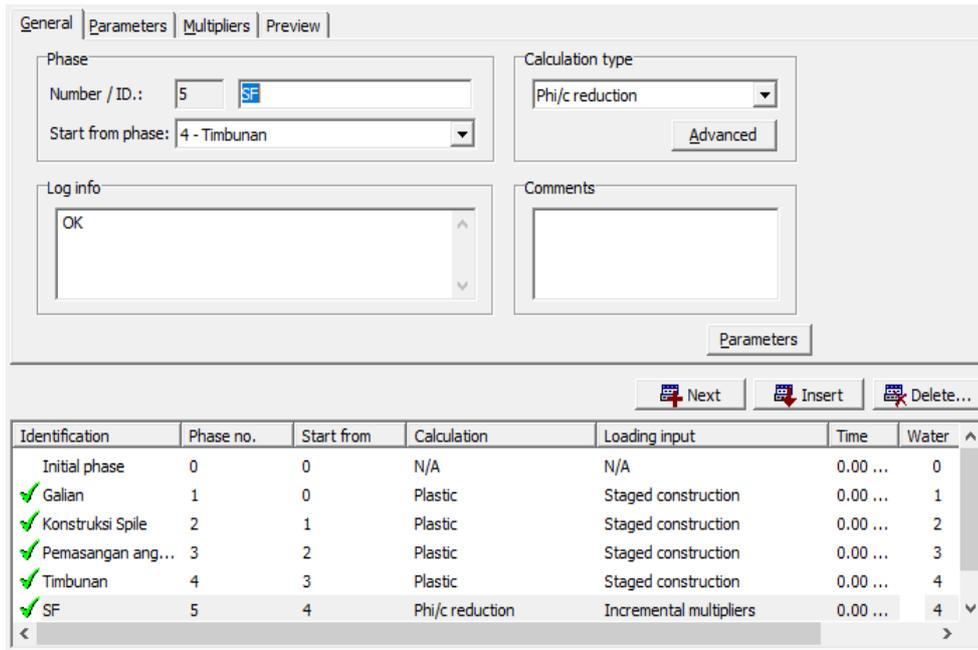
4.3.2 Permodelan *Sheetpile Wall*

Pada permodelan *Sheetpile Wall* untuk penelitian ini dilakukan tahap analisa dengan Plaxis 2D 8.2 dengan penginputan parameter tanah dan parameter beton yang telah di analisa. Untuk permodelan *Sheetpile Wall* dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut ini :



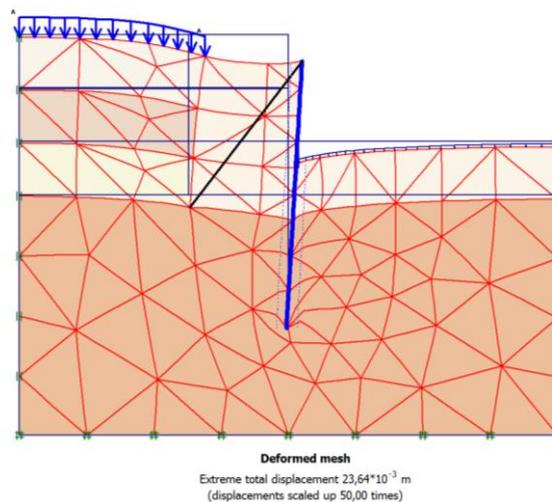
Gambar 4.7 Permodelan *Sheetpile Wall*

Kemudian tahapan selanjutnya untuk mengetahui hasil analisa stabilitas tanah pada rencana permodelan *Sheetpile Wall*, dilakukan proses analisa perhitungan (*Calculation*) dengan melakukan tahapan-tahapan dari metode pelaksanaan dilapangan yang akan direncanakan, untuk tahapan-tahapan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini :



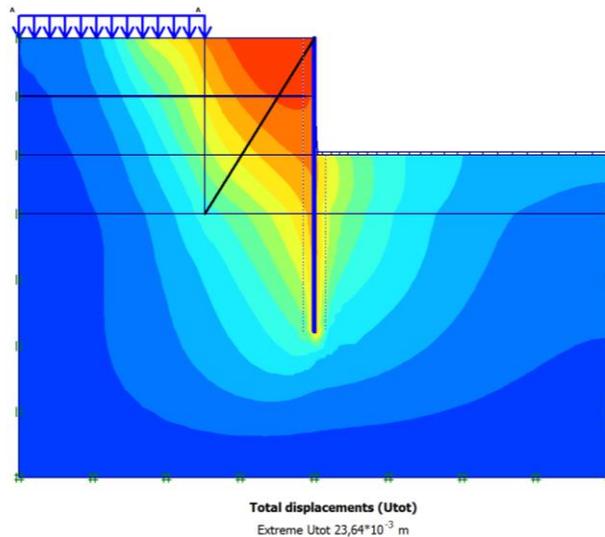
Gambar 4.8 Analisa Perhitungan *Sheetpile Wall*

Pada tahapan selanjutnya, hasil perhitungan dari program Plaxis 2D 8.2 dari proses analisa keluaran (*Output*) berupa nilai total penurunan tanah, dan angka faktor keamanan, serta penurunan yang terjadi pada permodelan *Sheetpile Wall* sebesar 23.64×10^{-3} . untuk hasil analisa permodelan ini bisa dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini :



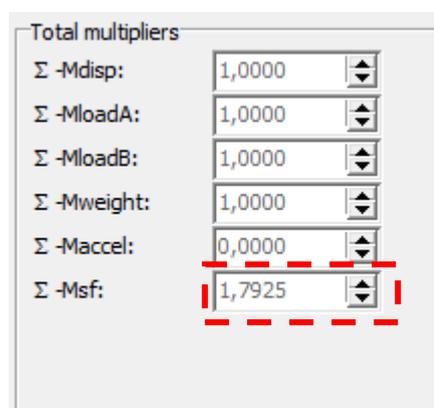
Gambar 4.9 Lereng terdeformasi akibat *Gravity Loading*

Kemudian pada tahap ini tanah menerima beban dari beban struktur yang dimodelkan sebagai beban merata. Pada permodelan ini bisa dilihat arah gerakan tanah dan penurunan akibat *Vertical Loading* (*Shading Model*).



Gambar 4.10 arah gerakan tanah dan penurunan akibat *Vertical Loading* (*Shading Model*)

Hasil dapat diketahui ketika penelitian ini melihat pada tabs *multipliers* untuk melihat angka keamanan (*Safety Factor*). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 4.11 berikut:

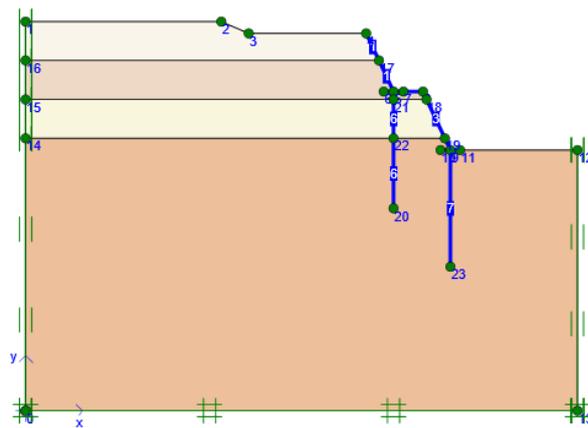


Gambar 4.11 Hasil angka keamanan (*Safety Factor*)

Dari hasil analisa Plaxis 2D 8.2 pada permodelan *Sheetpile Wall* penurunan tanahnya yaitu 23.64×10^{-3} m dan nilai keamanan 1.7925 yang Aman untuk pekerjaan konstruksi karena nilai keselamatan melebihi nilai ambang batas melebihi 1,5 ($> 1,5$).

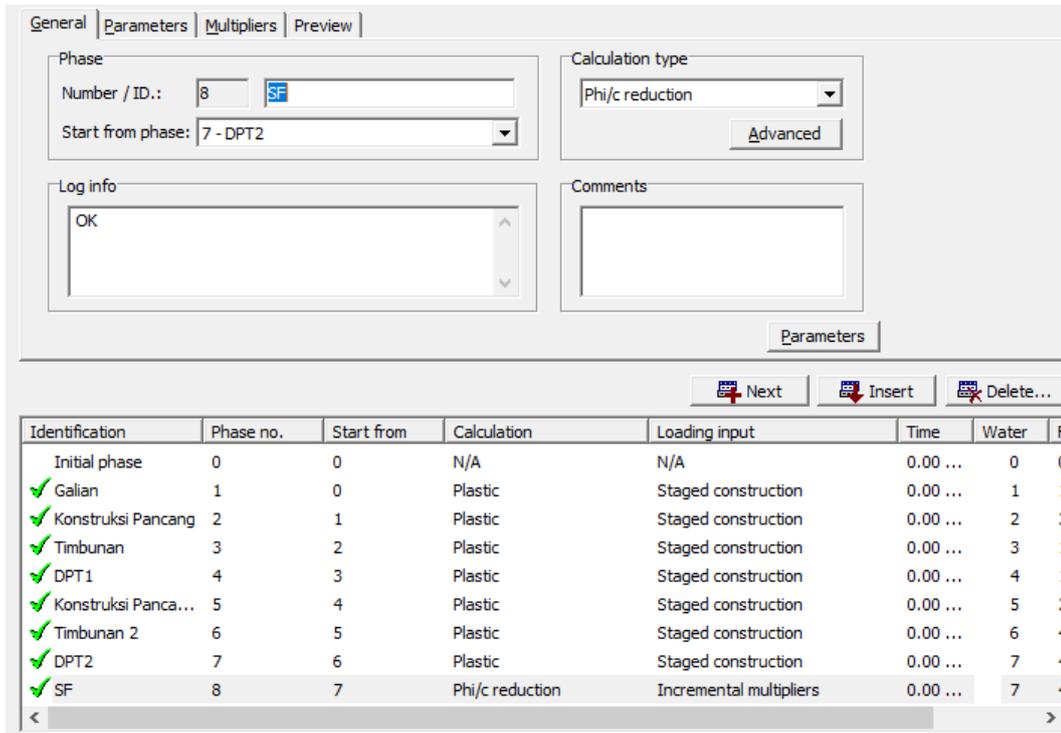
4.3.3 Permodelan *Revetment Wall*

Pada permodelan *Revetment Wall* untuk penelitian ini dilakukan tahap analisa dengan Plaxis 2D 8.2 dengan penginputan parameter tanah dan parameter beton yang telah di analisa. Untuk permodelan *Revetment Wall* dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut ini :



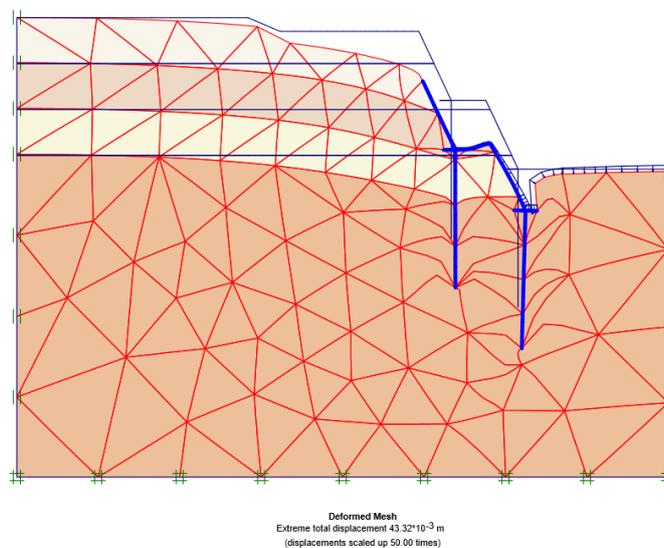
Gambar 4.12 Permodelan *Revetment Wall*

Kemudian tahapan selanjutnya untuk mengetahui hasil analisa stabilitas tanah pada rencana permodelan *Revetment Wall*, dilakukan proses analisa perhitungan (*Calculation*) dengan melakukan tahapan-tahapan dari metode pelaksanaan dilapangan yang akan direncanakan, untuk tahapan-tahapan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 4.13 berikut ini :



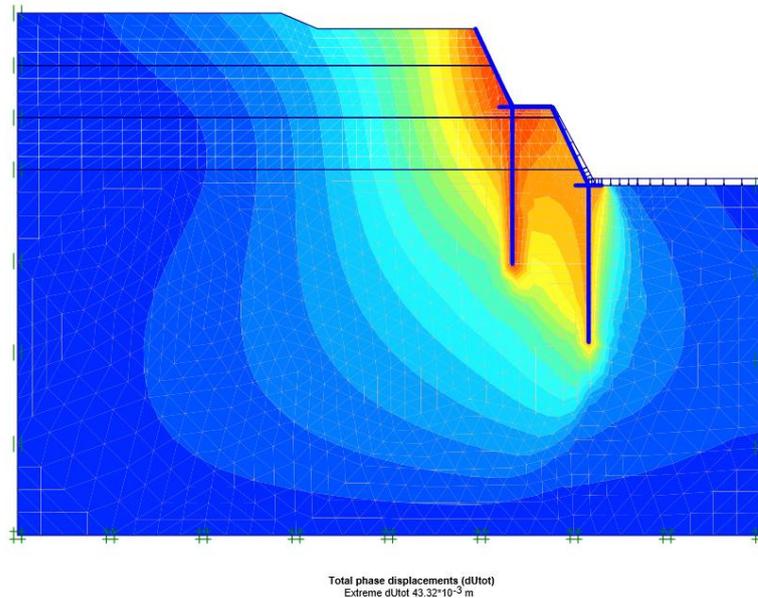
Gambar 4.13 Analisa Perhitungan *Retevment Wall*

Pada tahapan selanjutnya, hasil perhitungan dari program Plaxis 2D 8.2 dari proses analisa keluaran (*Output*) berupa nilai total penurunan tanah, dan angka faktor keamanan, serta penurunan yang terjadi pada permodelan *Retevment Wall*. untuk hasil analisa permodelan ini bisa dilihat pada Gambar 4.14 berikut ini :



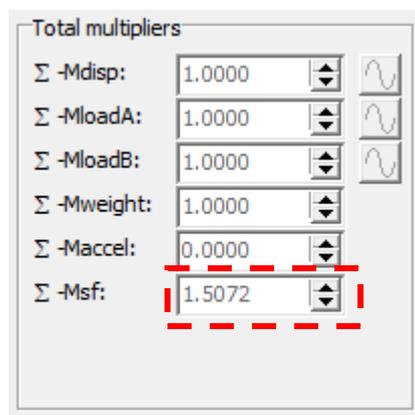
Gambar 4.14 Lereng terdeformasi akibat *Gravity Loading*

Kemudian pada tahap ini tanah menerima beban dari beban struktur yang dimodelkan sebagai beban merata. Pada permodelan ini bisa dilihat arah gerakan tanah dan penurunan akibat *Vertical Loading (Shading Model)*.



Gambar 4.15 arah gerakan tanah dan penurunan akibat *Vertical Loading (Shading Model)*

Hasil dapat diketahui ketika penelitian ini melihat pada tabs *multipliers* untuk melihat angka keamanan (*Safety Factor*). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 4.16 berikut:



Gambar 4.16 Hasil angka keamanan (*Safety Factor*)

Dari hasil analisa Plaxis 2D 8.2 pada permodelan *Revetment Wall* penurunan tanahnya yaitu 43.302×10^{-3} m dan nilai keamanan 1.5072 yang Aman untuk pekerjaan konstruksi karena nilai keselamatan melebihi nilai ambang batas melebihi 1,5 ($> 1,5$).

Dari hasil analisis Plaxis 2D 8.2, model dinding penahan tanah, sheet pile dan deck wall aman untuk pekerjaan konstruksi karena nilai keselamatannya jelas melebihi ambang batas 1,5 ($> 1,5$) pada Tabel 4.3. Dapat disimpulkan. dibawah:

Tabel 4.3. Hasil Analisa Plaxis 2D 8.2

Permodelan	Penurunan Tanah (m)	<i>Safety Factor</i>
Retaining Wall	203.61×10^{-3}	1.9028
Sheetpile Wall	$23,64 \times 10^{-3}$	1.7925
Revetment Wall	43.302×10^{-3}	1.5072

4.4 Perhitungan *Value Engineering*

Perhitungan *value engineering* ada 4 (empat) tahapan yang harus dilakukan pada analisa ini yaitu:

4.4.1 Tahap Informasi

Untuk rincian biaya konstruksi dinding penahan tanah pada lereng rangkong di kawasan Cekungan Gan Kabupaten Tegal, tentukan konstruksi dinding penahan tanah yang dilakukan oleh Value Engineering. Dari RAB terlihat bahwa rencana biaya konstruksi dinding penahan tanah untuk struktur tersebut mencapai dibandingkan dengan konstruksi lainnya. Lihat Tabel 4.4 di bawah ini untuk informasi lebih lanjut.

Tabel 4.4. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah (Rp.)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	135,000,000.00
B	PEKERJAAN GALIAN	89,191,629.38
D	PEKERJAAN STRUKTUR	1,170,136,045.78
E	PEKERJAAN TIMBUNAN	10,110,450.68
	JUMLAH	1,404,438,125.84
	PPN 10%	140,443,812.58
	TOTAL	1,544,881,938.42
	DIBULATKAN	1,544,881,900.00

4.4.2 Tahap Analisis

Pada titik ini, langkah selanjutnya adalah menganalisis rencana anggaran biaya dengan mengacu pada persamaan model biaya menggunakan metode perbandingan berpasangan. Dalam perhitungan analisis teknis nilai menggunakan teknik korelasi yang sesuai, pada aplikasi terlampir:

- Membuat tabel Analisis kemampuan
- Daftar ukuran rencana dari setiap opsi lainnya
- Teknik korelasi yang cocok untuk mencari beban
- Teknik korelasi yang cocok untuk mencari daftar
- Kisi penilaian

Dari RAB diatas terlihat bahwa konstruksi dinding penahan tanah memiliki rencana biaya yang paling besar dibandingkan dengan konstruksi lainnya. Untuk, hasil analisis model biaya ditunjukkan pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Struktur

No	Uraian	Jumlah (Rp)	%
1	PEK. DINDING PENAHAN TANAH	277,069,871	23.68
2	PEK. PEMBESIAN	753,937,693	64.43
3	PEK. BEKISTING	139,128,482	11.89
	Sub Total	1,170,136,046	
	Total Sebelum PPN	1,404,438,126	

Dari tabel diatas terlihat bahwa item pekerjaan yang dilakukan sesuai proses value engineering adalah konstruksi dinding penahan tanah dan besi yang mengikuti proses value engineering.

4.4.3 Tahap Kreatif

Selain itu juga dilakukan tahap data dan tahap uji coba, pada tahap inovasi ini akan dimunculkan rencana/aspek pilihan yang digunakan sebagai korelasi rencana/aspek Dasar pertimbangan pengurangan atau biaya dana investasi yang ditimbulkan dalam perencanaan lereng dalam hal ini analisis stabilitas. Karena barang konstruksi dinding penahan dan besi dianggap memiliki nilai yang luar biasa untuk barang konstruksi yang bisa dilihat pada Tabel 4.6 sampai dengan Tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.6. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT Rencana *Retaining Wall*

No	Item Pekerjaan	Dimensi Desain
1	Tiang pancang Minipile d30	tinggi tiang pancang 6m dengan jarak 2m
2	Beton	K225
3	Pembesian	Ulir D13 dan D19

Tabel 4.7. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT Alternatif 1
Sheetpile Wall

No	Item Pekerjaan	Dimensi Desain
1	Tiang pancang Sheetpile FSP d25	tinggi tiang pancang 10m dengan jarak 1m
2	Beton Pilecap	K225
3	Pembesian	-

Tabel 4.8. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT Alternatif 2
Revetment Wall

No	Item Pekerjaan	Dimensi Desain
1	Tiang pancang Minipile d30	tinggi tiang pancang 6m dengan jarak 1m
2	Beton	K225
3	Pembesian	Ulir D13 dan D19

Pada tahap ini setelah melihat desain/dimensi untuk tahap pemeriksaan bisa memperhitungkan rencana anggaran biaya untuk melihat pekerjaan struktur di 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 4.9 sampai dengan Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.9. Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan DPT Rencana *Retaining Wall*

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Tiang pancang Minipile d30	216.00	575,757.97	124,363,720.44
2	Beton	139.65	986,870.02	137,817,582.51
3	Lantai Kerja	18.72	795,329.48	14,888,567.84
4	Pembesian	26932.21	13,996.95	376,968,846.59
Total				654,038,717.39

Tabel 4.10. Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan DPT Alternatif 1
Sheetpile Wall

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Tiang pancang Sheetpile FSP d25	864.00	346,196.83	299,114,063.24
2	Beton Pilecap	80.64	575,757.97	46,429,122.30
3	Pembesian	-	-	-
Total				345,543,185.54

Tabel 4.11. Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan DPT Alternatif 2
Revetment Wall

No	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Tiang pancang Minipile d30	216.00	575,757.97	124,363,720.44
2	Beton	680.92	986,870.02	671,981,507.65
3	Lantai Kerja	14.40	795,329.48	11,452,744.50
4	Pembesian	16239.07	13,996.95	227,297,478.83
Total				1,035,095,451.42

Setelah melakukan tahap desain/dimensi dan perhitungan estimasi biaya pada 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall* yaitu melakukan analisa perbandingan harga/*cost* desain pada dinding penahan tanah yang akan direncanakan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12. Perbandingan Harga/ Cost Desain DPT Rencana *Retaining Wall* dan Alternatif 1 *Sheetpile Wall* , dan Alternatif 2 *Revetment Wall*

Item Pekerjaan	Biaya/Cost	Penghematan
DPT Rencana (<i>Retaining Wall</i>)	654,038,717.39	
DPT Alternatif 1 (<i>Sheetpile Wall</i>)	345,543,185.54	308,495,531.85
DPT Alternatif 2 (<i>Revetment Wall</i>)	1,035,095,451.42	-381,056,734.03

Pada perhitungan analisis teknis nilai menggunakan metode perbandingan berpasangan, akan ditampilkan hasil analisis desain dinding penahan tanah alternatif DPT, Dinding Tiang DPT Opsi 1, dan Dinding Pelapis DPT Opsi 2. Perbandingan antara nilai biaya dan nilai dapat dilihat pada Tabel 4.13 di bawah ini.

Tabel 4.13. Analisa Fungsi Pekerjaan Dinding Penahan Tanah

No	Pekerjaan	Kata Kerja	Kata Benda	Fungsi	Cost	Worth 1	Worth 2
1	Struktur	Memperkuat	Lereng	Primer	654,038,717	345,543,186	1,035,095,451
		Melindungi	Sungai	Primer			
		Menahan	Tanah	Primer			
Total					1	1.89	0.63

Keterangan dari Tabel diatas :

1. Untuk bagian biaya, nilai yang diperoleh dari pekerjaan perencanaan DPT. Untuk segmen Nilai 1, nilainya diturunkan dari biaya pekerjaan elektif 1. Untuk bagian Nilai 2, nilainya diturunkan dari biaya pekerjaan alt 2.
2. Biaya/Nilai 1 = 1.89
3. Nilai *cost/ worth 2* = 0.63
4. Pengeluaran/nilai di atas menyiratkan bahwa itu menunjukkan dana investasi, baik pada pekerjaan elektif 1 mengingat fakta bahwa nilainya adalah multiple dan bahan material yang boros pada pekerjaan alternatif 2 karena nilainya <1.

Kemudian setelah membuat Analisa fungsi pekerjaan struktur langkah selanjutnya membuat kriteria desain. Setiap alternatif desain harus fokus pada berbagai elemen yang mempengaruhi dengan tegas dan merugikan (Sukma et al., 2011). Dengan tujuan bahwa nantinya pilihan rencana yang dipilih adalah rencana yang paling cocok untuk dilakukan tanpa henti. Bisa disaksikan di dalam Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14. Kriteria desain DPT Alternatif 1 *Sheetpile Wall* dan DPT Alternatif 2 *Revetment Wall*

No	Kriteria Desain	DPT Alternatif 1 (<i>Sheetpile Wall</i>)	DPT Alternatif 2 (<i>Revetment Wall</i>)
1	Waktu Pelaksanaan	Cepat karena langsung dari pabrikasi	Lebih lama karena SDM dan alat operasional
2	Pembiayaan	Lebih murah pada waktu pelaksanaan, namun mahal pada proses pabrikasi dikarenakan mutu yang baik	Lebih mahal karena volumenya besar
3	Jumlah tenaga kerja	Sedikit pekerja	Lebih banyak pekerja
4	Mutu Beton	Mutu beton terjamin, karena pabrikasi	Mutu beton tidak terjamin, karena cor ditempat
5	Kontrol Pekerjaan	Kontrol ketat dari pabrik	Tidak terlalu ketat dikarenakan beton cor ditempat
6	Cuaca	tidak terpengaruh hujan	berpengaruh hujan

Langkah-langkah rencana di atas juga akan digunakan dalam pemeriksaan kemampuan sebagai beban setelah penyelidikan dengan korelasi yang sesuai. Standar rencana yang dibuat di atas adalah variabel dari setiap pilihan rencana yang mungkin mengganggu atau bekerja pada pameran pilihan rencana ini yang bisa dilihat pada Tabel 4.15 berikut ini.

Tabel 4.15. Metode *paired comparison* bobot

	B	C	D	E	F	Skor	Persentase	Deskripsi
A	A	A	A	A	A	15	41	A= Mutu Beton
	3	3	3	3	3			
	B	B	B	B	B	12	32	B= Biaya
	3	3	3	3				
	C	C	C	C		6	16	C=Waktu
		2	2	2				
		D	D	D		2	5	D=Kontrol
			1	1				
			E	E		1	3	E= Cuaca
				1				
				F		1	3	F= Tenaga Kerja
					1			
TOTAL						37	100	

Setelah semua pekerjaan memiliki beban kerja, itu harus membuat catatan benda kerja yang berisi pemeriksaan antar rencana DPT Rencana *Retaining Wall*, DPT Alternatif 1 *Sheetpile Wall* dan DPT Alternatif 2 *Revetment Wall*, dengan tujuan bahwa nantinya akan diperoleh sejumlah file dari setiap benda kerja yang akan bertambah dengan beratnya benda kerja tersebut. Untuk seluk-beluk tambahan pada Matriks analisis fungsi hal-hal pekerjaan dari setiap rencana harus terlihat dalam Tabel 4.16 berikut ini.

Tabel 4.16. Matriks analisis fungsi

Fungsi	Mutu Beton	Biaya	Waktu	Kontrol	Cuaca	Tenaga Kerja	TOTAL
Bobot	41%	32%	16%	5%	3%	3%	
Indeks DPT Rencana (<i>Retaining Wall</i>)	30%	15%	25%	20%	33%	33%	
Indeks x Bobot	12%	5%	4%	1%	1%	1%	24%
Indeks DPT Alternatif 1 (<i>Sheetpile Wall</i>)	50%	70%	50%	80%	67%	67%	
Indeks x Bobot	21%	22%	8%	4%	2%	2%	59%
Indeks DPT Alternatif 2 (<i>Revetment Wall</i>)	20%	15%	25%	0%	0%	0%	
Indeks x Bobot	8%	5%	4%	0%	0%	0%	17%
TOTAL							100%

4.4.4 Tahap Rekomendasi

4.4.4.1 Desain/ dimensi desain awal

Pada desain / dimensi desain awal yang digunakan dalam analisa stabilitas lereng ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.17. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT rencana

No	Item Pekerjaan	Dimensi Desain
1	Tiang pancang Minipile d30	tinggi tiang pancang 6m dengan jarak 2m
2	Beton	K225
3	Pembesian	Ulir D13 dan D19

4.4.4.2 Usulan alternatif dimensi desain

Setelah melakukan proses pemeriksaan Value Engineering, kerangka kerja investigasi kemampuan ditemukan dalam pembuatan DPT Alternatif 1 *Sheetpile Wall*, dari konsekuensi duplikasi catatan dengan beban kemudian dimasukkan hasilnya adalah angka 59% dan angka ini merupakan tolak ukur dalam memutuskan dpt Alternatif 1 *Sheetpile Wall* sebagai pengganti DPT *Retaining Wall Plan* dan DPT *Revetment Wall* tidak bisa dijadikan acuan rencana perencanaan desain dikarenakan DPT alternatif 2 *Revetment Wall* memiliki hasil 17%. Karena telah memikirkan semua sudut pandang, kemudian dengan DPT Alternatif 1 *Sheetpile Wall* untuk menggantikan desain atau spek DPT Rencana *Retaining Wall* yang adalah sebagai berikut:

Tabel 4.18. Daftar desain/dimensi desain pekerjaan DPT alternatif 1

No	Item Pekerjaan	Dimensi Desain
1	Tiang pancang Sheetpile FSP d25	tinggi tiang pancang 10m dengan jarak 1m
2	Beton Pilecap	K225
3	Pembesian	-

4.4.4.3 Dasar pertimbangan

Dalam pekerjaan struktur alternatif 1 terlihat efisien karena biaya yang lebih rendah sebesar Rp.891.258.342 kontras dari pekerjaan konstruksi *Revetment Wall*. Selanjutnya, setelah kerangka kerja investigasi kemampuan selesai, itu menunjukkan nilai yang besar dari pekerjaan desain *Revetment Wall*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

DPT sheet pile alternatif 1 dan DPT alternatif 2 di Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa Kabupaten Tegal Dibandingkan dengan pekerjaan struktur dinding geladak, kestabilan lereng dan desain/dimensi struktur rencana dinding penahan tanah DPT dikonfirmasi sebagai berikut.

1. Desain dinding penahan tanah pada lereng sungai Enggang, Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal ada 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall*.
2. Penerapan Stabilitas Lereng Pada 1 (satu) desain rencana dinding penahan tanah yakni *Retaining Wall* serta 2 (dua) alternatif desain yaitu *Sheetpile Wall*, dan *Revetment Wall* menggunakan Plaxis 2D dengan hasil berupa *Safety Factor* dan Penurunan Tanah. Untuk desain dinding penahan tanah *Retaining Wall* nilai angka keamanan (*Safety Factor*) yaitu = 1.9028, desain dinding penahan tanah *Sheetpile Wall* nilai angka keamanan (*Safety Factor*) yaitu = 1.792, dan desain dinding penahan tanah *Revetment Wall* nilai angka keamanan (*Safety Factor*) yaitu = 1.5072. Hasil penurunan tanahnya Yaitu dinding penahan tanah 203,61 x 10⁻³ m, dinding sheet pile 23,64 x 10⁻³ m, dan dinding geladak 43.302 x 10⁻³ m. Dari analisis Plaxis 2D 8.2 dapat disimpulkan bahwa model dinding penahan tanah, sheet pile, dan deck wall aman untuk pekerjaan konstruksi karena nilai keamanannya melebihi ambang batas diatas 1,5 (>1,5).. Hasil analisis Plaxis 2D 8.2 menunjukkan nilai keamanan karena jenis tanah dan kondisi lokasi survei serta desain dinding penahan tanah yang sesuai untuk lokasi sampel tanah.
3. Penerapan Value Engineering pada Biaya pekerjaan struktur DPT rencana adalah sebesar Rp. 1.170.136.045. setelah dianalisa dengan perbandingan nilai cost dan worth DPT Alternatif 1 Sheetpile Wall menunjukkan nilai penghematan yang paling besar yaitu dengan biaya Rp. 345.543.185,54. atau ada penghematan sebesar Rp. 308.495.531,85.

setelah dilakukan analisa dengan metode paired comparison didapatkan nilai DPT Alternatif 1 Sheetpile Wall dengan matriks analisis fungsi senilai 59% dari indeks dikalikan dengan bobot pada kriteria harga, safety factor, dan penurunan tanah, nilai tersebut lebih besar dari DPT Rencana Retaining Wall senilai 24% dan juga DPT Alternatif 2 yaitu senilai 17%.

5.2 Saran

1. Untuk daerah lereng yang berjenis tanah lempung harus dilakukan perkuatan lereng untuk menambah faktor keamanan (SF) sehingga tidak terjadi kelongsoran.
2. Bahan material dari perencanaan dan perancangan konstruksi alangkah lebih baik berupa bahan yang mudah didapatkan di pasaran.
3. Untuk mendapatkan nilai dari analisa Value Engineering yang lebih baik, alangkah baiknya harus ada perbandingan 2 metode agar analisa yang dilakukan lebih akurat.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis stabilitas lereng menggunakan metode Plaxis2d dengan pendekatan value engineering.

DAFTAR PUSTAKA

- Bjerrum, L., & Simons, N. E. (1960). Comparison of Shear Strength Characteristic of Normally Consolidated Clay. *Research Conference on Shear Strength of Cohesive Soils*.
- Bowles, J. E. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. PT. Erlangga.
- Brinkgreve, R., & Vermeer, P. (2001). *Plaxis: Finite Element Code for Soil and Rock Analyses: Version 7: [User's Guide]*. Balkema.
- Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundations* (3rd Editio). John Wiley & Sons, Inc.
- Das, B. M., & Sivakugan, N. (2019). *Principles of Foundation Engineering* (Ninth Edit). Cengage Learning.
- Fatema, N., & Ahmed Ansary, M. (2014). Slope stability analysis of a Jamuna river embankment. *Journal of Civil Engineering (IEB)*, 42(1), 119–136.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press.
- Hertiany, I. R., & Asyifa, A. (2014). PERENCANAAN KONSTRUKSI SHEET PILE WALL SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI GRAVITY WALL(Studi Kasus Proyek Sindu Kusuma Edupark, Yogyakarta). *Inersia*, 10(1), 53–65.
- Kementan. (2018). Pedoman Teknis Konservasi Tanah dan Air. *Farmland Management and Sustainable Agricultural Practices*, 2(4), 1–7.
- Kumar, R., Bhargava, K., & Choudhury, D. (2016). Estimation of Engineering Properties of Soils from Field SPT Using Random Number Generation. *INAE Letters*, 1(3), 77–84. <https://doi.org/10.1007/s41403-016-0012-6>
- Mahdi, I. M., Heiza, K. M., & Elenen, N. E. (2015). State of the art review on application of value engineering on construction projects: High rise building. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 1.
- Mohamad Ismail, M. A., Ng, S. M., Zainal Abidin, M. H., & Madun, A. (2018). Subsurface Characterization using Geophysical Seismic Refraction Survey for Slope Stabilization Design with Soil Nailing. *Journal of Physics: Conference Series*, 995(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/995/1/012107>

- Newmark, N. . (1965). Effect of Earthquakes on Dam and Embankment. *Geotechnique*, 15, 139–160.
- Nur Cahyono, M. J., & Trisunarno, L. (2012). Penerapan Metode Value Engineering Pada Pengembangan Desain Jamban Sehat dan Ekonomis (Studi Kasus : Pengusaha Sanitasi Jawa Timur). *Jurnal Teknik Its*, 1(1), 506–509.
- Purbangsa, Y., Wahyudi, S. I., & Rochim, A. (2022). Determination of Alternative Design of Hornbill Estuary Embankment in Semarang City with Process Hierarchy Analysis Method. *{IOP} Conference Series: Earth and Environmental Science*, 955(1), 12003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/955/1/012003>
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Konstruksi dan Sumber Daya Air. (2017). *Modul 8 Dasar-Dasar Perencanaan Alur dan Bangunan Sungai*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Putra, T. D., Silmi, N., & Djarwati, N. (2015). ANALISIS STABILITAS LERENG DI DAS TIRTOMOYO WONOGIRI AKIBAT HUJAN PERIODE ULANG (Studi Kasus Dusun Damon, Hargorejo, Wonogiri). *Matriks Teknik Sipil*, 2.
- Saran, S. (2017). *Shallow foundations and soil constitutive laws*. CRC Press.
- Sudarmanto. (1996). *Konstruksi Beton 2*. PEDC.
- Sukma, B., Teknik, F., & Sarjana, P. (2011). *Aplikasi value engineering dengan metode “paired comparison” pada struktur pelat beton studi kasus : gedung “ x ” empat lantai skripsi*. 172–178.
- Sutanto. (2018). ANALISA STABILITAS KELONGSORAN PADA MASA KONSTRUKSI DI PROYEK metode limit equilibrium menggunakan Pemodelan yang didapatkan dari perhitungan. *Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 1(1), 67–76.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (2010). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley.
- Wesley, L. D. (1973). Some Basic Engineering Properties of Halloysite and Allophane Clays in Java. *Geotechnique*, 23.