

TUGAS AKHIR

REDESIGN STRUKTUR DPT UNTUK MENGATASI LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 2D DAN PERHITUNGAN MANUAL (STUDI KASUS PROYEK JALAN DAPLANG-SUGIHMNIK KAB. GROBOGAN)

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Program Sarjana (S1) Fakultas Teknik Program Studi
Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh:

Hernanda Indra Wijaya

30.2017.00.080

Irsan Aldi Firmansyah

30.2017.00.086

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIKSIPIL UNIVERSITAS ISLAM
SULTAN AGUNG SEMARANG**

2021



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Raya Kaligawe KM. 4 Po. BOX 1054 Telp. (024) 6583584 Ext. 507 Semarang 50112

HALAMAN PENGESAHAN

REDESIGN STRUKTUR DPT UNTUK MENGATASI LONGSOR
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 2D DAN
PERHITUNGAN MANUAL (STUDI KASUS PROYEK JALAN
DAPLANG-SUGIHMANIK KAB. GROBOGAN)

Oleh:



Hernanda Indra Wijaya

30.2017.00.080



Irsan Aldi Firmansyah

30.2017.00.086

Telah disetujui dan disahkan di Semarang tanggal 4 Agustus 2021

Tim Penguji

1. Prof. Ir. H. Pratikso ,MST., Ph.D
2. Ir. H. Rachmat Mudiyono ,MT ,Ph.D
3. Dr. Ir. H. Soedarsono , M.Si

Tanda Tangan

.....
.....
.....

Universitas Islam Sultan Agung
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Ketua,

M. Rusli Ahyar ,ST.,M.Eng

USULAN PENELITIAN TUGAS AKHIR

REDESIGN STRUKTUR DPT UNTUK MENGATASI LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 2D DAN PERHITUNGAN MANUAL (STUDI KASUS PROYEK JALAN DAPLANG- SUGIHMANIK KAB. GROBOGAN)

Yang diajukan Oleh:

Hernanda Indra Wijaya

Irsan Aldi Firmansyah

30.2017.00.080

30.2017.00.086

Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama



Prof. Ir. H. Pratikso ,MST .,Ph.D

Tanggal: 04 Agustus 2021

Pembimbing Pendamping

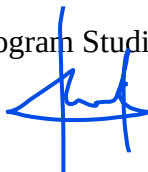


Ir.H.RachmatMudiyono,MT.,Ph.D

Tanggal: 04 Agustus 2021

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



M. Rusli Ahyar ,ST ,M.Eng



BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nomor:.....

Pada hari ini, Rabu tanggal 4 Agustus 2021 berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang perihal penunjukan Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II:

1. Nama : Prof. Ir. H. Pratikso, MST, Ph.D
Jabatan Akademik : Profesor
Jabatan : Dosen Pembimbing I
2. Nama : Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing II

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir / Skripsi :

Nama : Hernanda Indra Wijaya Nama : Irsan Aldi Firmansyah
NIM : 30.2017.00.080 NIM : 30.2017.00.086

Judul : Redesign Struktur DPT Untuk Mengatasi Keruntuhan Studi Kasus
(Proyek Jalan Daplang-Sugihmanik Kab. Grobogan) Hingga . Dengan tahapan
sebagai berikut:

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	10 April 2021	-
2	Proposal	April 2021	ACC
3	Pengumpulan data	April 2021	-
4	Analisis data	Mei 2021	-
5	Penyusunan laporan	Mei 2021	-
6	Selesai laporan	Juli 2021	ACC

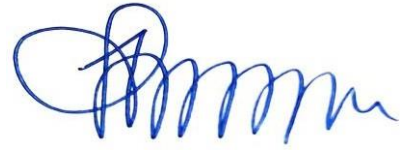
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing I



Prof. Ir. H. Pratikso ,MST .,Ph.D

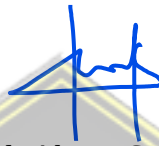
Dosen Pembimbing II



Ir. H. Rachmat Mudiyo ,MT .,Ph.D

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



M. Rusli Ahyar ,ST .,M.Eng



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Hernanda Indra Wijaya

NIM : 30201700080

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **“REDESIGN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH UNTUK MENGATASI LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 2D DAN PERHITUNGAN MANUAL (STUDI KASUS PROYEK JALAN DAPLANG-SUGIHMNIK KAB. GROBOGAN)”** Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Dengan surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Semarang, Juli 2021
Yang membuat Pernyataan

Hernanda Indra Wijaya

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Irsan Aldi Fimansyah

NIM : 30201700086

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **“REDESIGN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH UNTUK MENGATASI LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 2D DAN PERHITUNGAN MANUAL (STUDI KASUS PROYEK JALAN DAPLANG-SUGIHMANIK KAB. GROBOGAN)”** Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Dengan surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Semarang, Juli 2021
Yang membuat Pernyataan

Irsan Aldi Firmansyah

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda – tangan di bawah ini :

NAMA : Hernanda Indra Wijaya

NIM : 30201700080

JUDUL : REDESIGN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH
UNTUK MENGATASI LONGSOR DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 2D DAN
PERHITUNGAN MANUAL (STUDI KASUS PROYEK JALAN
DAPLANG-SUGIHMANIK KAB. GROBOGAN)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, Juli 2021

Yang membuat pernyataan,

Hernanda Indra Wijaya

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda – tangan di bawah ini :

NAMA : Irsan Aldi Firmansyah

NIM : 30201700086

JUDUL : REDESIGN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH
UNTUK MENGATASI LONGSOR DENGAN
MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 2D DAN
PERHITUNGAN MANUAL (STUDI KASUS PROYEK JALAN
DAPLANG-SUGIHMANIK KAB. GROBOGAN)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, Juli 2021

Yang membuat pernyataan,

Irsan Aldi Firmansyah

MOTTO

وَلَا تَهِنُوا وَلَا تَحْزَنُوا وَأَنْتُمْ الْأَعْلَوْنَ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ

1. Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang yang beriman. (QS. Ali ‘Imran : 139)

فَاذْكُرُونِي أَذْكُرْكُمْ وَاشْكُرُوا لِي وَلَا تَكْفُرُونِ

2. Karena itu, ingatlah kamu kepada-Ku niscaya Aku ingat (pula) kepadamu, dan bersyukurlah kepada-Ku, dan janganlah kamu mengingkari(nikmat)-Ku. (Q.S Al-Baqarah :152)

وَاسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ وَإِنَّهَا لَكَبِيرَةٌ إِلَّا عَلَى الْخَاشِعِينَ

3. Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu amat berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu’. (Q.S Al-Baqarah: 45)

وَعَسَى أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَكُمْ وَعَسَى أَنْ تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ

4. Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui. (QS. Al-Baqarah : 216)

كُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنْ كُنْتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

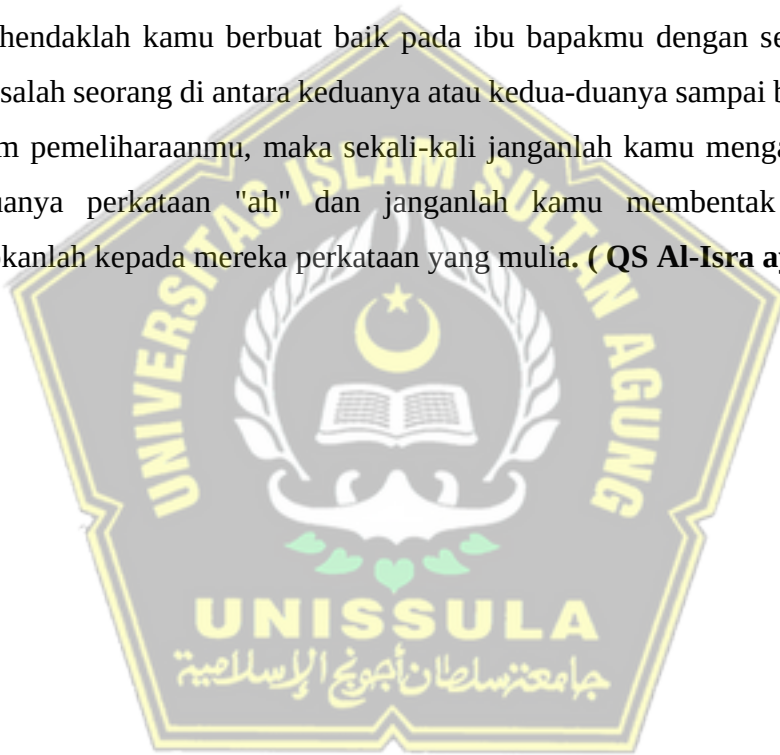
5. Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezeki yang telah Allah berikan kepadamu, dan bersyukurlah kamu atas nikmat Allah, jika memang hanya kepada-Nya kamu menyembah. – (Q.S An-Nahl: 114)

وَلَا تَهِنُوا وَلَا تَحْزَنُوا وَأَنْتُمْ الْأَعْلَوْنَ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ

6. Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman”. (QS Al Imran : 139)

وَقَضَىٰ رَبُّكَ أَلَّا تَعْبُدُوا إِلَّا إِيَّاهُ وَبِالْوَالِدَيْنِ إِحْسَانًا ۖ إِمَّا يَبُلُغَنَّ عِنْدَكَ الْكِبَرَ أَحَدُهُمَا أَوْ كِلَاهُمَا فَلَا تَقُلْ لَهُمَا أُفٍّ وَلَا تَنْهَرْهُمَا وَقُلْ لَهُمَا قَوْلًا كَرِيمًا

7. Dan Tuhanmu telah memerintahkan supaya kamu jangan menyembah selain Dia dan hendaklah kamu berbuat baik pada ibu bapakmu dengan sebaik-baiknya. Jika salah seorang di antara keduanya atau kedua-duanya sampai berumur lanjut dalam pemeliharaanmu, maka sekali-kali janganlah kamu mengatakan kepada keduanya perkataan "ah" dan janganlah kamu membentak mereka dan ucapkanlah kepada mereka perkataan yang mulia. (QS Al-Isra ayat 23)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Ihsan dan Ibu Dwi Rahayu, yang telah memberikan segenap kasih sayang, dukungan materil, semangat, do'a dan pendidikan mental untuk terus mengejar impian menjadi seseorang yang mulia di dunia dan akhirat.
2. Dosen-dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya tentang ilmu-ilmu keteknikan yang sebelumnya saya tidak ketahui dan selalu memberikan motivasi dan arahan kepada saya.
3. Hernanda Indra Wijaya selaku rekan yang telah bekerja keras dan berjuang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman belajar dan main selama masa perkuliahan yang telah membantu saya selama masa kuliah, memberikan semangat, motivasi dan membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Fakultas Teknik UNISSULA angkatan 2016, 2017, 2018 dan yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terima kasih untuk kebersamaan kita selama 4 tahun ini, terima kasih atas doa, semangat dan motivasi kalian.

Irsan Aldi Firmansyah

30201700086

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Heri Noviyanto dan Ibu Daroyah, kedua adik saya, kedua kakek dan nenek saya, serta keluarga besar yang telah memberikan segenap kasih sayang, semangat, do'a dan pendidikan mental untuk menjadi pribadi yang berprinsip teguh serta terus mengejar impian menjadi seorang yang mulia di dunia dan akhirat.
2. Dosen-dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya tentang ilmu-ilmu keteknikan yang sebelumnya saya tidak ketahui dan selalu memberikan motivasi dan arahan kepada saya.
3. Irsan Aldi Firmansyah selaku rekan yang telah bekerja keras dan berjuang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman yang selama ini membantu saya , yang telah sabar mengajari dan mendukung saya dalam mengerjakan laporan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Fakultas Teknik UNISSULA angkatan 2016, 2017, 2018, dan yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terima kasih untuk kebersamaan kita selama 4 tahun ini, terima kasih atas doa, semangat dan motivasi kalian. Semoga selalu terjaga pertemanan kita sampai kapanpun.

Hernanda Indra Wijaya

30201700080

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya. Tuhan semesta alam yang karena ridho-Nya penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul Analisis Lendutan Perkerasan Kaku dengan Metode Elemen Hingga. Shalawat dan salam semoga tetap terlimpahkan kepada beliau junjungan Nabi Muhammad SAW. besertapara sahabatnya.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang. Dengan selesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan – masukan kepada penulis. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yth. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik UNISSULA.
2. Yth. Bapak M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UNISSULA atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan.
3. Yth. Bapak Prof. Ir. H. Pratikso, MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
4. Yth. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik sekaligus Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
5. Orang tua, keluarga, serta sahabat – sahabat dari kedua penulis atas dukungan dan serta bantuan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan – kekurangan dari segi kualitas dan kuantitas maupun dari ilmu pengetahuan yang penyusun kuasai. Oleh karena

itu, penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan tugas kedepannya dan semoga bermanfaat bagi institusi pendidikan untuk kedepannya.

Wassalamu ‘alaikum Wr. Wb.

Semarang, Juli 2021

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
USULAN PENELITIAN TUGAS AKHIR.....	3
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	4
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
PERNYATAAN KEASLIAN.....	viii
MOTTO	x
PERSEMBAHAN.....	xii
KATA PENGANTAR.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xx
ABSTRAK	xxv
ABSTRACT	xxvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Lokasi Penelitian	3
1.7. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Umum.....	5
2.2. Penyelidikan Tanah	5
2.3. Klasifikasi Tanah.....	6
2.4. Parameter Tanah.....	10
2.4.1. Parameter Tanah Dari Data Sondir	10
2.4.2. Parameter Tanah Berdasarkan Standart Penetration Test	11
2.4.3. Permeabilitas (permeability)	13
2.4.3. Modulus Young dan Poission Ratio (ν).....	14
2.4.4. Sudut Geser Dalam	15
2.4.5. Kohesi	16

2.4.6.	Pemadatan Tanah	17
2.4.7.	California Bearing Ratio (CBR)	18
2.5.	Timbunan Tanah.....	20
2.5.1.	Definisi Timbunan Tanah	20
2.5.2.	Dampak Genangan Air Pada Timbunan	21
2.6.	Kelongsoran Tanah.....	22
2.6.1.	Deskripsi Kelongsoran	22
2.6.2.	Jenis – Jenis Tanah Longsor	23
2.6.3.	Faktor Penyebab Longsor	25
2.7.	Analisa Kestabilan Lereng	30
2.8.	Daya Dukung Tanah.....	31
2.8.1.	Daya Dukung Ultimate (Ultimate Bearing Capacity).....	31
2.8.2.	Tinggi Timbunan.....	32
2.8.3.	Penurunan Tanah.....	32
2.9.	Dinding Penahan Tanah (DPT)	34
2.9.1.	Pengertian.....	34
2.9.2.	Fungsi.....	34
2.9.3.	Jenis Dinding Penahan Tanah (DPT)	35
2.9.4.	Kriteria Perencanaan	39
2.9.5.	Data Kebutuhan Desain.....	40
2.9.6.	Persyaratan Teknis	40
2.9.7.	Pemeliharaan dan Peningkatan DPT	42
2.10.	Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	43
2.10.1.	Stabilitas Terhadap Penggulingan	44
2.10.2.	Kestabilan Terhadap Geser.....	46
2.10.3.	Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah	48
2.11.	Plaxis 8.6 2D.....	49
BAB III	METODOLOGI	50
3.1.	Pendahuluan	50
3.2.	Studi Pustaka	53
3.3.	Pengumpulan Data	53
3.4.	Perhitungan.....	56
3.5.	Tahapan Analisis Stabilitas dengan Plaxis 8.6 2D	57
3.5.1.	Input Data Primer	57
3.5.2.	Plaxis Calculation	59
3.5.3.	Plaxis Output.....	60

3.5.4. Plaxis Curves.....	61
3.5.5. Hasil Perhitungan.....	63
3.5.6. Pembahasan.....	63
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN.....	64
4.1 Sumber Masalah.....	64
4.1.1. Penyebab Terjadinya Longsor.....	64
4.1.2. Data Tanah Pada Lokasi Terjadinya Longsor.....	66
4.2 Parameter Desain.....	67
4.2.1. Parameter Tanah.....	67
4.3 Tahap Analisis Dan Perhitungan.....	67
4.3.1. Analisis Perhitungan Kondisi Awal Tanah.....	67
4.3.2. Perhitungan Sebelum Penanganan Menggunakan Program Plaxis 8.6 2D.....	70
4.3.3. Analisis Permodelan Setelah Penanganan Menggunakan Program <i>Plaxis 8.6 2D</i>	72
4.3.4. Perhitungan Setelah Penanganan Menggunakan Program <i>Plaxis 8.6 2D</i>	85
4.3.5. Perhitungan Menggunakan Rumus Mohr Coulomb.....	93
4.4 Pembahasan.....	108
4.4.1. Penyebab Terjadinya Longsor.....	109
4.4.2. Data Tanah Pada Lokasi Terjadinya Longsor.....	110
4.4.3. Penanganan Terhadap Longsor.....	110
BAB V PENUTUP.....	112
5.1 KESIMPULAN.....	112
5.2 SARAN.....	112
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN.....	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO	8
Tabel 2.2. System Klasifikasi Tanah unified (USCS).....	9
Tabel 2.3. Parameter Tanah dari Data Sondir	10
Tabel 2.4. Hubungan antara kepadatan, berat jenis tanah kering, nilai N-SPT, qc dan sudut geser tanah	12
Tabel 2.5. Hubungan Antara Nilai N-SPT Dengan Berat Jenis Tanah Jenuh	13
Tabel 2.6. Hubungan antara nilai tipikal berat volume kering.....	13
Tabel 2.7. Nilai Permeabilitas (k) dalam satuan (m/s)	14
Tabel 2.8. Hubungan Modulus (Es) dan Nilai Poisson Ratio	14
Tabel 2.9. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam Dengan Jenis Tanah	15
Tabel 2.10. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas, dan Tanah	16
Tabel 2.11. Hubungan Antara A-SPT, Kohesi, Sudut Geser Tanah	16
Tabel 2.12. Nilai CBR tanah dasar.....	18
Tabel 2.13. Kalsifikasi Pengembangan Tanah.....	19
Tabel 2.14. Faktor Keamanan	30
Tabel 2.15 Nilai – nilai koefisien gesek antara tanah dan beton.....	48
 Tabel 4.1. Hasil Perhitungan (Output) Permodelan Setelah penanganan Menggunakan Plaxis 2D	 93
Tabel 4. 2. Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Vertikal	98
Tabel 4. 3. Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Horizontal	102
Tabel 4. 4. Hasil Perhitungan Gaya Horizontal Akibat Tekanan Pasif.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Batasan Atterberg.....	7
Gambar 2.2. Grafik Hubungan Tekanan Conus Dengan Perlawanan Geser	11
Gambar 2.3. Hubungan Kadar Air Dengan Berat Volume Kering	17
Gambar 2.4. Longsoran Rotasi	23
Gambar 2.5. Longsoran Tranlasi.....	23
Gambar 2.6. Longsoran Runtuhan Batu.....	24
Gambar 2.7. Longsoran Pergerakan Blok.....	24
Gambar 2.8. Longsoran Aliran Bahan Rombakan	25
Gambar 2.9. Longsoran Rayapan Tanah.....	25
Gambar 2.10. Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (<i>gravity wall</i>)	35
Gambar 2.11. Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (<i>Cantilever retaining wall</i>)	36
Gambar 2.12. Dinding Penahan Tanah Type Cantilever (<i>Kantilever retaining wall</i>)	37
Gambar 2.13. Dinding Penahan Tanah Tyoe Kounterfort (<i>counterfort wall</i>).....	37
Gambar 2.14. Dinding Penahan Tanah Tipe Konterfort (<i>counterfort wall</i>)	38
Gambar 2. 15. Dinding Penahan Tanah Type Butress (<i>buffers wall</i>)	39
Gambar 2.16. Rumus Pendekatan Dimensi DPT	41
Gambar 2. 17. Keruntuhan Pada Dinding Penahan Tanah.....	43
Gambar 2. 18 Diagram Keruntuhan Geser Tanah.....	44
Gambar 2. 19 Tekanan tanah pada bagian dinding dan alas dinding.....	45
Gambar 2. 20 Kestabilan dinding penahan tanah terhadapguling dan gelincir.....	46
 Gambar 3.1 Lokasi Tanah Longsor.....	 50
Gambar 3.2. Bagan Metodologi	52
Gambar 3.3 Data Sondir Tanah Di Sekitar Lokasi Terjadinya Longsor.....	55
Gambar 3.4. Rumus Pendekatan Dimensi DPT	57
Gambar 3.5 General Settings-Tab Project	58
Gambar 3.6 General Settings-Tab Dimension.	59

Gambar 3.7 Plaxis Calculation.....	60
Gambar 3.8 Tampilan Plaxis Output Program.....	61
Gambar 3.9 Tampilan Open Project pada Curve Program	62
Gambar 3.10 Tampilan Curve Generation	62
Gambar 3.11 Tampilan Plaxis Curve Output Program	63
Gambar 4. 1. Lokasi DPT yang longsor.....	64
Gambar 4.2. Kondisi Lapangan Tampak Atas	65
Gambar 4.3. Permodelan DPT Sebelum Penanganan.....	66
Gambar 4.4. Parameter Tanah Asli Dalam Plaxis 8.6 2D.....	68
Gambar 4.5.Data Tanah Asli Dalam Plaxis 8.6 2D	68
Gambar 4.6. Dimensi Kondisi Tanah Awal	70
Gambar 4.7. Design Geometri Sebelum Penanganan.....	71
Gambar 4.8.Hasil Perhitungan DPT Awal.....	71
Gambar 4.9. Hasil SF DPT Awal.....	72
Gambar 4.10. Hasil Trial & Error dengan Ms Excel	75
Gambar 4.11.Diagram Tekanan Tanah dan Arah Gaya Beban Pada DPT	75
Gambar 4.12.Tampilan New Project.....	76
Gambar 4.13. Tampilan Diemension.	76
Gambar 4.14. Tampilan Geometri DPT Setelah Perhitungan.....	77
Gambar 4.15. Tampilan Input Material Set	77
Gambar 4.16. Tampilan Input Global Material.....	77
Gambar 4.17. Tampilan Input Parameter Tanah.....	78
Gambar 4.18. Tampilan Drag Material Tanah	78
Gambar 4.19.Tampilan Icon Standrat Fixities	78
Gambar 4.20. Tampilan Icon Mesh	79
Gambar 4.21. Tampilan Icon Mesh Generation Setup.....	79
Gambar 4.22. Tampilan Setelah Mesh Generation Setup.....	80
Gambar 4.23. Tampilan Icon Distribute Load	80
Gambar 4.24. Tampilan Input Distribute Load.....	81
Gambar 4.25. Tampilan Setelah Input Distribute Load	82
Gambar 4.26.Tampilan Icon Muka Air Tanah.....	82

Gambar 4.27. Tampilan Setelah Icon Muka Air Tanah	82
Gambar 4.28. Tampilan Pilihan Setelah Icon Muka Air Tanah.....	83
Gambar 4.29. Tampilan Update Muka Air Tanah	83
Gambar 4.30. Tampilan Generate Initial Stresses.....	83
Gambar 4.31. Tampilan Setelah Generate Initial Stresses	84
Gambar 4.32. Tampilan Generate Initial Stresses.....	84
Gambar 4.33. Tampilan Update Generate Initial Stresses	85
Gambar 4. 34 Tampilan Setelah Update	85
Gambar 4.35. Tampilan control deformasi.	86
Gambar 4.36. Tampilan Update control deformasi.....	86
Gambar 4.37. Tampilan Input Parameter.....	87
Gambar 4.38. Tampilan Setelah Input Parameter.	87
Gambar 4.39. Tampilan Calculate Setelah Input Parameter	88
Gambar 4.40. Tampilan Setelah Perhitungan Input Parameter.....	88
Gambar 4.41. Tampilan Hasil Perhitungan Input Parameter	89
Gambar 4.42. Tampilan Hasil Safety Factor.....	89
Gambar 4.43. Tampilan Hasil Deformed Mesh.....	90
Gambar 4.44. Tampilan Hasil Total Displacement.....	90
Gambar 4.45. Tampilan Hasil Horizontal Displacement	91
Gambar 4.46. Tampilan Hasil Vertical Displacement	92
Gambar 4.47. Tampilan Hasil Effective Stresses.....	92
Gambar 4.48. Tampilan Hasil Active Pore Pressure.....	93
Gambar 4. 49. Dimensi Dinding Penahan Tanah (DPT)	94
Gambar 4.50. Arah Gaya Beban Pada DPT	95
Gambar 4.51. Diagram Distribusi Tanah	99

DAFTAR NOTASI



q_{ult}	= daya dukung maksimum
c	= kohesi tanah
γ	= berat isi tanah
B	= lebar pondasi
L	= panjang pondasi
D_f	= kedalaman pondasi
C	= kohesi tanah
$\sigma \tan \theta$	= sudut geser dalam tanah
τ_f	= tegangan geser tanah
S	= Penurunan total
S_i	= Penurunan segera
S_c	= Penurunan akibat konsolidasi primer
S_s	= Penurunan akibat konsolidasi sekunder
F_{gl}	= factor aman terhadap penggulingan
ΣM_w	= jumlah momen yang melawan penggulingan
ΣM_a	= jumlah momen yang menyebabkan kan penggulingan
SF	= <i>Safety Factor</i>
ΣR_h	= Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran
c_d	= Adhesi antara tanah dan dasar dinding
B	= Lebar pondasi
W	= Berat total dinding penahan dan tanah diatas plat pondasi
δ_b	= Sudut geser antara tanah dan dasar pondasi

- τ = Kuat geser tanah
- c = Kohesi tanah
- σ = Tegangan normal yang bekerja
- ν = Sudut geser tanah
- C_c = indeks pemampatan
- H = tebal lapisan tanah
- E_o = angka pori awal
- P_o = tekanan efektif rata – rata
- P = besar penambahan tekanan



ABSTRAK

Oleh :

Hernanda Indra Wijaya¹⁾ Irsan Aldi Firmansyah¹⁾

Pratikso²⁾ Rachmat Mudiyo²⁾

Dalam suatu perencanaan jalan diharapkan dapat memenuhi fungsi dasar jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimal pada arus lalu lintas yang melaluinya. Namun, curah hujan tinggi mengguyur Sebagian besar wilayah kabupaten Grobogan mengakibatkan Dinding Penahan Tanah di ruas jalan Daplang – Sugihmanik Kab. Grobogan mengalami kelongsoran akibat tanah dasar tidak mampu mendukung beban kendaraan diatasnya.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui penyebab terjadinya longsor pada dinding penahan tanah tersebut dan mencari alternatif desain dinding penahan tanah yang sesuai dengan menggunakan aplikasi plaxis serta menggunakan perhitungan manual. Pada tahap awal pekerjaan yaitu penyelidikan tanah yang dilakukan dilapangan maupun dilaboratorium untuk mengetahui daya dukung

Berdasarkan analisa dan perhitungan hasil yang didapatkan yaitu Ketinggian muka air tanah sangat mempengaruhi besaran nilai factor aman lereng, semakin tinggi muka air tanah maka akan semakin kecil nilai factor aman lereng Memperbesar dimensi DPT pada program plaxis meningkatkan nilai factor aman DPT tersebut dan menurunkan deformasi tanah yang terjadi senggga menjadi lebih aman dan tanah berada pada kondisi stabil Hasil Perhitungan Permodelan Setelah penanganan Menggunakan Plaxis 2D Deformed Mesh (m) = 761,26 Total Disp. (m) = 761,26 Horizontal Dis. (m) = 732,88 Vertocal Dis. (m) = 571,94 Effective Stresses (Kn/m²) = - 327,76 Active Pore Press. (Kn/m²) = 220,83

Keyword:Redesign Struktur DPT, Plaxis,Perhitungan Manual

ABSTRACT

Hernanda Indra Wijaya¹⁾ Irsan Aldi Firmansyah¹⁾

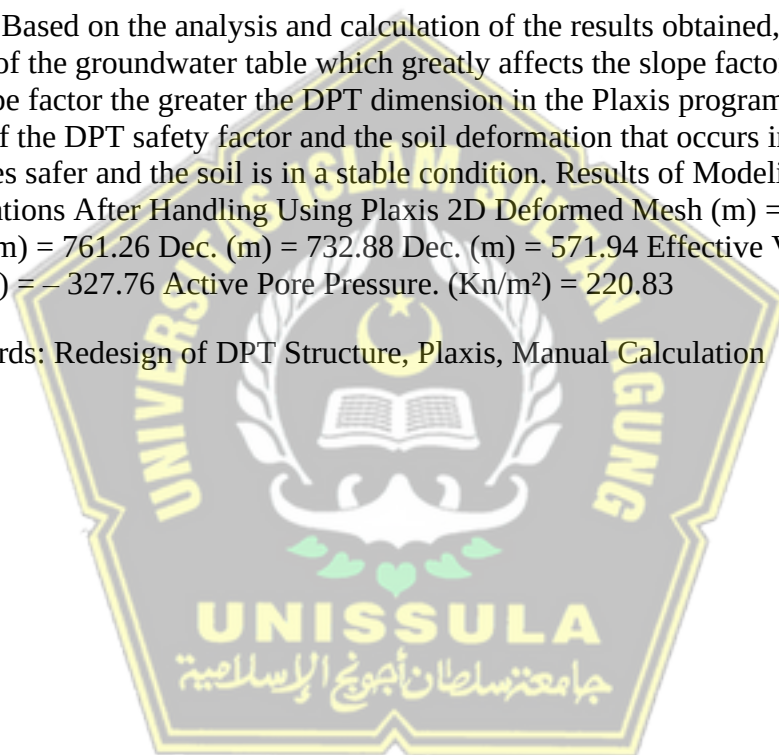
Pratikso²⁾ Rachmat Mudiyo²⁾

A road plan, it is expected to fulfill the basic function of the road, namely to provide optimal service to the traffic flow through it. However, high rainfall flushed most of the Grobogan district resulting in a retaining wall on the road section of Daplang - Sugihmanik, Kab. Grobogan experienced a landslide due to the subgrade not being able to support the load of the vehicle on it.

The purpose of this study is to determine the cause of the landslide on the retaining wall and to find an alternative design of the retaining wall that is appropriate by using the Plaxis application and using manual calculations.

Based on the analysis and calculation of the results obtained, namely the height of the groundwater table which greatly affects the slope factor, the higher the slope factor the greater the DPT dimension in the Plaxis program increases the value of the DPT safety factor and the soil deformation that occurs in the sea becomes safer and the soil is in a stable condition. Results of Modeling Calculations After Handling Using Plaxis 2D Deformed Mesh (m) = 761.26 Total Disp. (m) = 761.26 Dec. (m) = 732.88 Dec. (m) = 571.94 Effective Voltage (Kn/m²) = - 327.76 Active Pore Pressure. (Kn/m²) = 220.83

Keywords: Redesign of DPT Structure, Plaxis, Manual Calculation



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Jalan merupakan prasarana yang sangat dibutuhkan dalam sistem transportasi untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat yang lain melalui jalur darat dalam rangka pemenuhan kebutuhan ekonomi, sosial, budaya, dan hubungan politik suatu daerah. Kondisi keadaan jalan yang baik diperlukan untuk kelancaran kegiatan transportasi dan untuk mempercepat mobilisasi barang atau jasa secara aman dan nyaman.

Suatu perencanaan jalan diharapkan dapat memenuhi fungsi dasar jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimal pada arus lalu lintas yang melaluinya. Evaluasi dari beberapa aspek perencanaan perlu dilakukan untuk mengetahui fungsi dan kinerja suatu jalan secara keseluruhan agar dapat menghasilkan infrastruktur yang lebih aman, kuat, meningkatkan efisiensi pelayanan arus lalu lintas jalan tersebut, dan memaksimalkan tingkat penggunaannya.

Hujan deras yang mengguyur Sebagian besar wilayah kabupaten Grobogan mengakibatkan Dinding Penahan Turap di ruas jalan Daplang – Sugihmanik Kecamatan Tegowanu Kabupaten Grobogan STA 2 + 050 mengalami kelongsoran dan mengikis Sebagian bahu jalan. Ditambah sebelumnya wilayah tersebut merupakan area persawahan sehingga memiliki daya dukung tanah yang rendah. Longsor yang terjadi diduga akibat tanah dasar (subgrade) tidak mampu mendukung beban kendaraan di atasnya. Tanah dasar daerah grobogan merupakan jenis tanah bergradasi halus dengan jenis tanah lempung yang mempunyai kembang susut yang sangat besar bila terjadi perubahan kadar air.

Untuk mengetahui faktor keamanan lereng di lokasi penelitian dibutuhkan suatu analisis stabilitas lereng yang dapat memodelkan sesuai dengan kondisi asli di lapangan agar terjadi kondisi pendekatan dalam hasil

analisis dan memudahkan dalam memodelkan penanganannya, salah satunya dengan menggunakan program Plaxis.

Plaxis merupakan program computer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus melakukan analisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik. Program ini merupakan metode antar muka grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri dan jarring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi lereng yang akan dianalisis (Plaxis, 2012).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan uraian diatas muncul sebuah permasalahan yaitu untuk mengetahui penyebab terjadinya longsor dan alternatif solusi untuk mengatasi kelongsoran pada dinding penahan tanah di jalan Daplang – Sugihmanik Kecamatan Tegowanu Kabupaten Grogogan STA 2 + 050 dengan meninjau besarnya sudut lereng serta tingkat jenuh pada tanah tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari nilai SF Pada dinding penahan tanah Sebelum perbaikan.
2. mengetahui penyebab terjadinya longsor pada dinding penahan tanah tersebut serta mencari nilai safety factor sebelum resign.
3. mencari alternatif desain dinding penahan tanah yang sesuai dengan menggunakan aplikasi plaxis serta menggunakan perhitungan manual.

1.4. Batasan Penelitian

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan serta terbatasnya kemampuan maka dilakukan pembatasan masalah yaitu :

1. Data tanah yang diambil untuk digunakan sampel hanya di ruas jalan Daplang - Sugihmanik pada STA 2 + 050.
2. Analisis stabilitas lereng dengan menggunakan aplikasi plaxis 8.6 2D serta menghitung manual sebagai pembanding nilai factor aman.

I.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil pada penelitian ini yaitu mengetahui penyebab longsor serta penanganan longsor dan mendapatkan desain serta factor aman pada dinding penahan tanah yang kemudian untuk diterapkan disepanjang jalan Daplang – Sugihmanik terutama pada STA 2 + 050.

I.6. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian disepanjang jalan Daplang – Sugihmanik Kecamatan Tegowanu Kabupaten Grobogan pada STA 2+ 050.

I.7. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan bahwa latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan Batasan masalah, lokasi penelitian dan sistematika penulisan

BAB II: STUDI PUSTAKA

Bab ini menerangkan bahwa landasan pemikiran yang berupa teori teori dasar dan rumus rumus yang akan digunakan dalam pembahasan dan pemecahan masalah

BAB III: METODOLOGI

Bab ini menerangkan bahwa bagan alur metodologi identifikasi masalah , serta Teknik pengolahan data.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menerangkan tentang cara cara penanganan dan tipe tipe penanganan longsor Pada bab ini , mencakup analisa tentang penyebab terjadinya kelongsoran. Analisa perhitungan dilakukan dengan cara manual hingga dengan menggunakan program PLAXIS 8.2 2D. Perencanaan perbaikan juga dalam bab ini.

BAB V: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan bab – bab sebelumnya sebagai pertimbangan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Tanah merupakan Material padat yang tidak terikat secara kimia (tidak tersementasi) satu sama lain yang terdiri dari agregat (butiran) mineral – mineral dari bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat disertai zat cair juga gas yang mengisi ruang kosong antar partikel – partikel padat tersebut (Das, 1995). Tanah juga merupakan sekumpulan dari partikel padat dengan rongga yang mengandung udara dan air yang saling berikatan. Rongga tersebut bisa mengalirkan air dari titik paling tinggi menuju titik yang rendah. Sehingga air sangat mempengaruhi sifat teknis pada tanah. Dalam bidang Teknik sipil tanah digunakan sebagai pendukung struktur pada bagian atas , sehingga supaya tidak terjadi kerusakan pada konstruksi bangunan maka dibutuhkan tanah dengan kondisi stabil serta tidak terjadi penurunan yang banyak. Konstruksi jalan merupakan salah satu contoh bangunan yang bergantung pada kestabilan tanah . Salah satu permasalahan yang sering muncul yaitu genangan air hujan akibat timbunan tanah dan lereng. Dengan demikian kestabilan tanah pada suatu konstruksi jalan harus di rancang agar tidak terjadi longsor pada timbunan yang diakibatkan seepage .

2.2. Penyelidikan Tanah

Pada tahap awal pekerjaan konstruksi yaitu penyelidikan tanah yang dilakukan dilapangan maupun dilaboratorium untuk mengetahui daya dukung, karakteristik tanah dan kondisi geologi, seperti susunan lapisan tanah /sifat tanah. Penyelidikan tanah yang dilakukan dilapangan diantara sondir dynamic cone penetrometer (DCP), Pengujian standart penetration test (SPT), Pengeboran tanah dan lain - lain.

2.3. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah termasuk jenis tanah yang pengelompokannya berbeda tetapi sifatnya sama dengan kelompok berdasarkan pemakaiannya, dengan tujuan memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat fisik tanah serta pengelompokannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Selain itu klasifikasi tanah berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut dan kebutuhan akan pengujian untuk mencari tahu sifat teknis seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan lain sebagainya (Bowles, 1989).

Klasifikasi tanah dibagi menjadi beberapa macam, diantaranya system klasifikasi AASHTO (American association of state Highway and Transportation Official) serta system klasifikasi tanah unified Soil Classification System (USCS).

A. Sistem Klasifikasi AASTHO

System klasifikasi AASHTO membagi tanah dalam 8 kelompok, A-1 sampai dengan A-8 Termasuk sub – sub kelompok. Tanah – tanah setiap kelompok dievaluasi dalam indeks kelompoknya kemudian dihitung dengan rumus – rumus empiris. Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas – batas Atterberg.

Indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$GI = (F - 35) (0,2 + 0,005(LL - 40)) + 0,01 (F - 15) (PI - 10)$$

Dengan :

GI = indeks kelompok

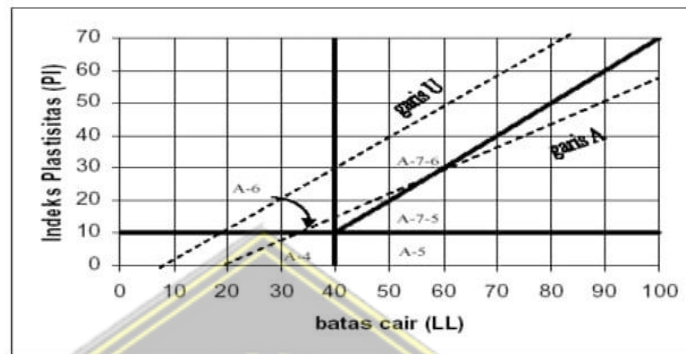
F = persen material lolos saringan no.200

LL= batas cair

PI = indeks plastisitas

Jika indeks kelompok (GI) semakin tinggi maka makin berkurang ketepatan penggunaan tanahnya. Tanah granular masuk dalam klasifikasi A-1 sampai A-3. Tanah A-1 granular dengan gradasi baik sedangkan A-3 merupakan pasir bersih dengan gradasi buruk. Tanah A-2 masuk

kedalam klasifikasi tanah granular (kurang dari 35% lewat saringan no. 200) akan tetapi masih terdiri dari laau dan lempung. Tanah dengan butir halus diklasifikasikan dari A-4 hingga A-7, yaitu tanah lempung lanau. Keduanya dapat dibedakan berdasarkan Batasan Atterberg seperti pada Gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1. Batasan Atterberg

Sumber : Hardiyatmo (1996)

Dari gambar 2.1, memperoleh batas – batas antara batas cair(LL) dan indeks plastis (PI) untuk kelompok A-4 sampai A-7 dan untuk sub b kelompok dalam A-2. Dalam tanah organic tinggi seperti gambut (peat) diletakkan dalam kelompok A-8. System klasifikasi AASHTO, dapat dilihat dalam Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Klasifikasi umum	Material granular ($<35\%$ lolos saringan no. 200)						Tanah-tanah lanau-lempung ($>35\%$ lolos saringan no. 200)				
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisa saringan (% lolos) 2,00 mm (no.10) 0,425 mm (no.40) 0,075 mm (no.200)	50 maks - 30 maks 15 maks	50 maks - 50 maks 25 maks	- 51 min 10 maks	- - 35 maks	- - 35 maks	- - 35 maks	- - 35 maks	- - 35 min	- - 36 min	- - 36 min	- - 36 min
Sifat fraksi lolos saringan no.40 Bats cair (LL) Indeks plastis (PI)	- -- 6 maks	- - -	- np	40 maks 41 min 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 41 min 11 min	41 min 11 min	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	0	4 maks	4 maks	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang Pokok pada umumnya	Pecahan batu kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						Sedang sampai buruk				

Sumber : Hardiyatmo (1996)

B. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)

Sistem klasifikasi tanah unified atau unified soil Classification System (USCS) merupakan system yang paling banyak digunakan pada hasil percobaan di laboratorium. USCS dikembangkan oleh Casagrande selama perang dunia ke 2 yang kemudian pada tahun 1969 sistem ini diadopsi oleh ASTM (American Society for Testing and Materials) sebagai metode standart untuk mengklasifikasikan tanah. USCS mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar atau course-grained soils yang terdiri dari kerikil (G= Gravel) dan pasir (S = sand) kurang dari 50% tanah lolos saringan No.200 ($F_{200} < 50$). Setiap grup pada bagian ini Kembali dibagi menjadi empat golongan yaitu W (Well Graded), P (Poorly Graded), C (Clay), dan yang terakhir M (silt,digunakan notasi M bertujuan untuk membedakan dengan Sand)

2. Tanah berbutir kasar atau (fine-grained soils) adalah tanah yang lolos saringan No.200 ($F_{200} \geq 50$) lebih dari 50%. Untuk lanau inorganic (inorganic silt) dengan simbol kelompok M, kemudian lempung inorganic dengan symbol C, Lanau dan lempung organic dengan symbol O. Pt untuk gambut (peat). Untuk golongan M, C, O dibagi lagi menjadi beberapa golongan berdasarkan batas cairnya yaitu :

- Batas batas cair $< 50\%$, L (low plasticity)
- Batas cair $> 50\%$, H (high plasticity)

Menurut Bowles, 1991 sistem klasifikasi Unified dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2. System Klasifikasi Tanah unified (USCS)

Jenis Tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
Kerikil	G	Gradasi Baik	W
		Gradai Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	WL<50%	L
Organik	O	WL>50%	H
Gambut	Pt		

(Sumber : Bowles,1991)

Dengan :

- G = Gravelly Soil (tanah berkerikil)
- S = Sand Soil (tanah berpasir)
- C = inorganic Clay (tanah lempung inorganic)
- M = Inorganic silt (tanah lanau inorganic)
- O = Organic Clay/Silt (tanah lempung/lanau organic)

Pt	= Peat (tanah gambut)
W	= well graded (tanah dengan gradasi baik)
P	= poorly Graded (tanah dengan gradasi buruk)
H	= High Plasticity (plastisitas tinggi, $LL > 50$)
L	= Low Plasticity (plastisitas rendah, $LL < 50$)

2.4. Parameter Tanah

2.4.1. Parameter Tanah Dari Data Sondir

Dari uji sondir dilapangan, yang memuat hasil bacaan manometer tiap interval kedalaman per 2 meter sampai dengan akhir konus, yaitu bacaan yang pertama merupakan perlawanan konus (Q_c) kemudian yang kedua erlawanan geser ($Q_c + F_s$) yang digunakan untuk menentukan jenis tanah jenis tanah yang ditunjukkan dalam Tabel 2.3 dibawah ini:

Tabel 2.3. Parameter Tanah dari Data Sondir

Hasil Sondir	Klasifikasi	
Q_c	F_s	
6,0	0,15 – 0,40	Humus, lempung sangat lunak
	0,20	Pasir klanauan lepas, pasir sangat lepas
	0,20 – 0,60	Lempung lembek, Impung kelanauan lembek
	0,10	Kerikil lepas
	0,10 – 0,40	Pasir lepas
	0,40 – 0,80	Lempung atau lempung kelanauan
	0,80 – 2,00	Lempung agak kenyal
	1,50	Pasir kelanauan, pasir agak padat

	1,0 – 3,0	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
	1,0	Kerikil kepasiran lepas
	1,0 – 3,0	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan lempung kelanauan
	3,0	Lempung kekerikilan kenyal
Hasil Sondir		Klasifikasi
150 - 300	1,0 – 2,0	Pasir padat, pasi kekerikilan, pasir kasar, pasir kelanauan sangat padat

(Sumber : Braja M. Das, 1998)

Selain itu untuk menentukan jenis tanah dapat digunakan juga grafik hubungan antara tekanan conus (Q_c) dan perlawanan geser (F_r) seperti Gambar 2.2 dibawah ini :



Gambar 2.2. Grafik Hubungan Tekanan Conus Dengan Perlawanan Geser

2.4.2. Parameter Tanah Berdasarkan Standart Penetration Test

SNI 4153 – 2008 merupakan standart acuan “Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT” yang merupakan revision dari SNI 03 – 4153 – 1996 , dengan mengacu pada ASTM D 1586-84 “Standart penetration test and split barrel sampling of soil”.

Kekuatan tanah yang telah diuji melalui tes penetrasi. Tahanan penetrasi (N-SPT) merupakan banyaknya pukulan (30 cm terakhir) yang dibutuhkan untuk memasukkan split tube sampler dengan cara menggunakan hammer yang dijatuhkan dari ketinggian 75 cm dengan berat 63,5 kg.

Hubungan antara kepadatan tanah, berat jenis tanah jenuh, berat jenis tanah kering, nilai N-SPT, daya dukung tanah (q_c), dan yang terakhir sudut geser tanah adalah sebanding. Dapat disimpulkan semakin tinggi N-SPT, daya dukung tanah dan sudut geser tanah maka akan semakin keras tanah tersebut. Untuk hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4. Hubungan antara kepadatan, berat jenis tanah kering, nilai N-SPT, q_c dan sudut geser tanah

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

(Sumber : Mayerhof, 1965)

Hubungan antara nilai N – SPT q_c dengan berat jenis jenuh dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.5. Hubungan Antara Nilai N-SPT Dengan Berat Jenis Tanah Jenuh

N-SPT (blows/ft)	konsentrasi	q_u (Unconfined Compressive Strength) ton/ft	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

(Sumber : Terzaghi and peck, 1948)

Hubungan antara nilai tipikal berat dan volume kering tanah dapat dilihat pada Tabel 2.6 dibawah ini :

Tabel 2.6. Hubungan antara nilai tipikal berat volume kering

Jenis Tanah	γ sat	γ dry
Kerikil	20 – 22	15 – 17
Pasir	18 – 20	13 – 16
Lanau	18 – 20	14 – 18
Lempung	16 - 22	14 – 21

(Sumber : John Wiley and Sons, 2000)

2.4.3. Permeabilitas (permeability)

Permeabilitas tanah adalah sifat kemampuan tanah untuk melewati air dan udara, berupa kemudahan udara, cairan atau akar tanaman menembus atau melewati tanah tersebut. Penetapan permeabilitas dalam tanah baik vertical maupun horizontal sangat penting peranannya dalam pengelolaan tanah.

Koefisien tanah dipilih dan ditetapkan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Wesley pada tahun 1977 yaitu mengenai

koefisien permeabilitas pada berbagai jenis tanah. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.7 dibawah ini :

Tabel 2.7. Nilai Permeabilitas (k) dalam satuan (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	$1 \times 10^{-11} - 1 \times 10^{-8}$

(Sumber : Wesley, 1997)

2.4.3. Modulus Young dan Poission Ratio (ν)

Nilai modulus young menunjukkan besarnya nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan terhadap regangan dengan cara menggunakan data sondir, booring dan grafik triaksial. selain itu nilai juga bisa didapatkan melalui Traxial Test. Nilai poisson ratio ditentukan sebagai rasio kompresi poros kepada regangan pemuaian lateral. Nilai modulus elastisitas dan nilai poisson ratio dapat ditentukan berdasarkan jenis tanah pada Tabel 2.8 dibawah ini :

Tabel 2.8. Hubungan Modulus (Es) dan Nilai Poisson Ratio

Type of soil	Young's modulus, Es		Poisson's ratio,
	MN/m²	Ib/in²	
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	
Medium clay	5,18 – 10,35	750 – 1500	0,20 – 0,50
Stiff clay	10,35 – 24,15	1500 – 3500	

(Sumber : Meyerhof, 1956)

2.4.4. Sudut Geser Dalam

Sudut geser dalam merupakan sudut rekahan yang dibentuk apabila suatu material dikenai tegangan atau gaya terhadapnya yang melebihi tegangan gesernya. Semakin besar sudut geser didalam suatu material maka akan lebih tahan menerima tegangan luar yang terkena terhadapnya. Kekuatan geser dalam memiliki sudut geser dalam dan variable kohesi. Ketahanan tanah akibat tegangan yang bekerja merupakan tekanan lateral tanah dapat ditentukan dengan sudut geser dalam bersamaan dengan kohesi. Nilai tersebut didapatkan melalui pengukuran engineering properties tanah yaitu Direct Shear Test dan Triaxial Test.

Hubungan sudut geser dalam, tingkat plastisitas dan jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.9 dan Tabel 2.10 berikut :

Tabel 2.9. 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

(Sumber : Braja M. Das, 1998)

Hubungan antara sudut geser dalam, tingkat plastisitas, dan tanah dapat dilihat pada Tabel dibawah ini :

Tabel 2.10. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas, dan Tanah

Jenis tanah	Tingkat plastisitas	Φ
Lanau	Rendah	35-37
Lanau berjenis lempung	Sedang	31-35
Lempung	Tinggi	<31

(Sumber : Bjerrum, 1960)

2.4.5. Kohesi

Kohesi merupakan gaya tarik menarik antara partikel dalam batuan, dinyatakan dalam satuan berat persatuan luas. Kekuatan geser semakin besar menyebabkan besarnya nilai kohesi suatu batuan. Nilai kohesi (c) diperoleh dari pengujian laboratorium yaitu pengujian kuat geser langsung (direct shear strength test) dan pengujian triaxial (triaxial test). Secara empiris nilai kohesi dapat ditentukan dengan mengetahui nilai tegangan konus (Qc) pada data sondir.

$$C = Q_c / 20$$

Dengan ;

C = Pengujian laboratorium pengujian kuat geser langsung

Qc = Angka yang didapatkan melalui tes Sondir.

Hubungan kohesi, N-SPT serta sudut geser dalam dilihat pada Tabel 2.11 berikut :

Tabel 2.11. Hubungan Antara A-SPT, Kohesi, Sudut Geser Tanah

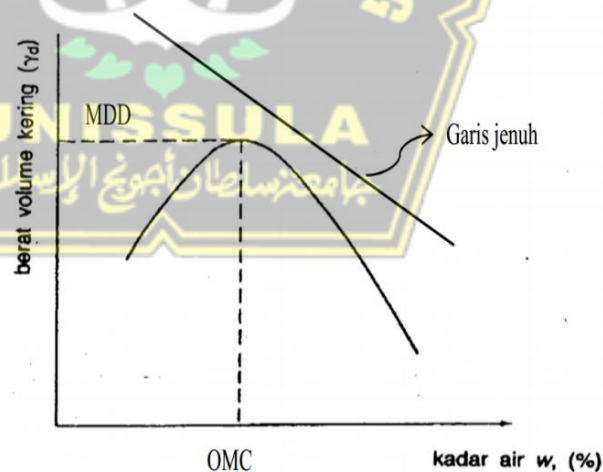
N - SPT	c	Φ
0 – 2	12,5	0
2 – 4	12,5 – 25	0
4 – 8	25 – 50	0
8 – 15	50 – 100	0
15 – 30	100 – 200	0

>30	>200	0
-----	------	---

(Sumber : Article Stabilisation Project, 2000)

2.4.6. Pemadatan Tanah

Tanah dapat divisualisasikan sebagai suatu struktur yang tersusun dari partikel padat dengan rongga – rongga berada diantara partikel padat tersebut. Rongga – rongga ini biasanya akan terisi oleh udara atau zat gas lainnya dan air atau zat cair lainnya. Bila tanah mengalami pemadatan akibat energi mekanis yang berulang maka akan terjadi pengurangan volume rongga yang terisi oleh udara. Dengan demikian, pemadatan dapat diartikan sebagai proses pemampatnya (densification) tanah akibat berkurangnya volume dari fase udara (Muntohar, 2009). Bila kadar air ditambah berangsur – angsur dan digunakan usaha pemadatan, maka berat dari partikel padat tanah dalam suatu unit volume meningkat berangsur – angsur. Penambahan kadar air setelah melebihi berat maksimum, maka cenderung mengurangi berat volume kering (Muntohar, 2009).



Gambar 2.3. Hubungan Kadar Air Dengan Berat Volume Kering

(Hardiyatmo, 2002)

2.4.7. California Bearing Ratio (CBR)

Menurut Sukirman, (1999, dalam Muda, 2011) harga CBR adalah nilai daya dukung tanah yang telah dipadatkan dengan pemadatan pada kadar air tertentu dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai 100% dalam memikul beban lalu lintas. Nilai tekanan penetrasi pada penetrasi 0,1 inch (2,54 mm) terhadap penetrasi standar 1000 psi (6,9 Mpa). Sedangkan nilai dari tekanan pada penetrasi 0,2 inch (5,08 mm) terhadap penetrasi standar 1500 psi (10,3 Mpa).

$$\text{CBR } 0,1'' = \frac{P_{0,1''}}{1000} \times 100 \text{ psi atau } \frac{P_{0,1''}}{6,9} \times 100 \text{ Mpa}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = \frac{P_{0,2''}}{1500} \times 100 \text{ psi atau } \frac{P_{0,2''}}{10,3} \times 100 \text{ MPa}$$

Menurut Ditjen Bina Marga (1976) dalam Muda (2011), nilai CBR dan kualitas Subgrade jalan dapat diklasifikasikan dalam Tabel 2.12.

Tabel 2.12. Nilai CBR tanah dasar

Nilai CBR	CBR Tanah Dasar (Kualitas untuk <i>Subgrade</i>)
>24%	Amat Baik
8 – 24%	Baik
5 – 8%	Sedang
3 – 5%	Buruk
2 – 3%	Amat Buruk

(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1976, Dalam muda, 2011)

Nilai CBR Tanah Dasar (Kualitas untuk Subgrade)

>24% Amat Baik

8 – 24% Baik

5 – 8% Sedang

3 – 5% Buruk

2 – 3% Amat Buruk

CBR diuji pada 2 kondisi yaitu kondisi terendam dan kondisi tidak terendam. Kondisi terendam adalah kondisi yang sering dialami di lapangan. Sehingga dalam perhitungan konstruksi, harga CBR rendaman yang digunakan sebagai dasar perhitungan karena pada kenyataannya air selalu mempengaruhi bangunan. CBR rendaman berhubungan dengan pengujian pengembangan (Muda, 2011). Untuk menghitung prosentase pengembangan (S) diberikan pada persamaan berikut :

$$S = S/H \times 100$$

Dengan,

S = pengembangan tanah (100%)

S = deformasi benda uji (mm)

H = tinggi benda uji awal (mm)

Snethen (1984, Dalam Muda, 2011) menyarankan potensi pengembangan yang diterapkan harus mempertimbangkan adanya beban luar. Dengan menggunakan kriteria Snethen klasifikasi pengembangan tanah dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13. Kalsifikasi Pengembangan Tanah

Potensi Pengembangan(%)	Klasifikasi Pengembangan
<0,5	Rendah
Potensi Pengembangan(%)	Klasifikasi Pengembangan
0,5 – 1,5	Sedang
>1,5	Tinggi

(Sumber : Snethen, 1984, Dalam Muda, 2011)

2.5. Timbunan Tanah

2.5.1. Definisi Timbunan Tanah

Timbunan tanah adalah suatu jenis pekerjaan yang bertujuan untuk memindahkan tanah (padas merah atau semi padas) dari suatu tempat lokasi (sumber pengambilan tanah) ke tempat lokasi lain yang diinginkan sebanyak yang dibutuhkan agar tercapai bentuk dan ketinggian tanah yang diinginkan, antara lain sektor pertanian (sawah, ladang dan perkebunan), infrastuktur pembangunan (pondasi bangunan) kerajinan (gerabah, tembikar, pot, genteng dan batu bata) dengan memakai acuan perhitungan ritase ataupun m³ (volume).

Menurut maksud penggunaannya terdapat 2 (dua) jenis timbunan :

A. Timbunan Biasa

Timbunan biasa adalah timbunan tanah setinggi lapisan subgrade yang telah direncanakan tanpa maksud tertentu. Timbunan ini dapat juga digunakan sebagai material pengganti pada lapisan subgrade existing apabila kondisinya tidak memenuhi syarat.

B. Timbunan Pilihan

Timbunan pilihan adalah timbunan setinggi lapisan subgrade yang telah direncanakan dengan maksud tertentu. Misal untuk mengurangi tebal lapisan pondasi pada perkerasan jalan atau untuk memperkecil tekanan tanah pada dinding penahan tanah. Dibawah ini adalah persyaratan yang harus dipenuhi untuk material timbunan pilihan :

- a. Timbunan yang digunakan pada lokasi atau untuk maksud yang telah ditentukan atau disetujui secara tertulis oleh pengawas, sehingga tanah benar – benar sesuai dengan kebutuhan pengurangan yang akan dilakukan.

- b. Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah berpasir (sandy clay) atau padas yang memenuhi persyaratan dan sebagai tambahan harus memiliki sifat tertentu tergantung dari maksud penggunaannya. Dalam segala hal, seluruh urugan pilihan harus memiliki CBR paling sedikit 10%, bila diuji sesuai dengan AAASHTO T 193.

2.5.2. Dampak Genangan Air Pada Timbunan

Timbunan tanah terdiri dari bermacam – macam material tanah yang berlapis – lapis dan memiliki karakteristik yang telah ditentukan sesuai perencanaan. Maka timbunan tanah harus direncanakan sedemikian rupa sehingga stabilitas terhadap beban – beban di atasnya.

Selain itu kondisi tanah dasar dibawah timbunan tanah juga harus diperhatikan karena pada umumnya tanah dasar adalah berupa tanah lunak dimana tanah tersebut memiliki stabilitas yang rendah. Kondisi tanah dasar yang seperti ini akan mempengaruhi timbunan oprit dan konstruksi di atasnya.

Berikut ini adalah beberapa dampak dari ketidak stabilan timbunan tanah akibat seepage:

- a. Akan terjadi aliran air yang disebabkan genangan diantara timbunan dan lereng yang akan mengakibatkan penurunan tanah yang akan mengurangi ikatan antar molekul tanah sehingga dapat mengakibatkan longsor.
- b. Timbunan tanah yang tidak stabil akan mempengaruhi struktur disekitarnya, seperti merusak struktur yang berada diatas timbunan tanah dan dapat menghambat mobilitas alat – alat dan transportasi proyek.

2.6. Kelongsoran Tanah

2.6.1. Deskripsi Kelongsoran

Kelongsoran tanah merupakan salah satu kasus paling sering terjadi dalam bidang geoteknik akibat meningkatnya tegangan geser suatu massa tanah. Dengan kata lain kekuatan geser dari suatu massa tanah tidak mampu menahan beban kerja yang terjadi. Gangguan dalam stabilitas lereng dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia maupun kondisi alam sekitar. Lereng yang tidak stabil akan sangat berbahaya bagi lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu analisis kestabilan lereng sangat diperlukan (Ganda dan Roesyanto, 2012).

Longsoran terjadi akibat adanya gerakan tanah. Gerakan tanah adalah suatu proses perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah vertical, horizontal atau miring dari kedudukan semula, karena pengaruh gravitasi, arus lair, dan beban luar. Dalam klasifikasi menurut Highway Research Board 1958 dan 1978 gerakan tanah dikelompokkan menjadi enam, yaitu : runtuh, jungkiran, longsoran, penyebab lateral, aliran dan majemuk (Nugroho, 2005).

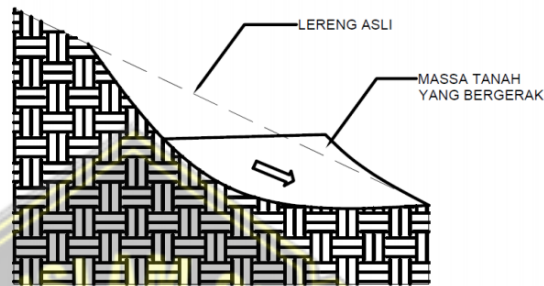
Longsoran adalah setiap massa tanah yang terletak dibawah permukaan tanah yang miring atau dibawah sisi miring dari suatu galian terbuka memiliki kecenderungan bergerak kearah bawah dan arah luar karena pengaruh gaya gravitasi dan rembesan (seepage). Jenis gerakan yang terjadi ada dua, yaitu gerakan yang berbentuk rotasi dan translasi. Longsoran rotasi adalah longsoran yang mempunyai bentuk bidang longsor setengah lingkaran, log spiral, hiperbola, atau bentuk lengkung tidak teratur lainnya. Sedangkan longsoran translasi umumnya ditentukan oleh bidang lemah seperti sesar, kekar pelapisan dan adanya perbedaan kuat geser antar lapisan atau bidang kontak antara batuan dasar dengan bahan rombakan diatasnya (Nugroho, 2005).

2.6.2. Jenis – Jenis Tanah Longsor

Nandi (2007) mengklasifikasikan tanah longsor menjadi enam jenis, yaitu :

1. Longsoran Rotasi (Gerakan Tanah Rotasional)

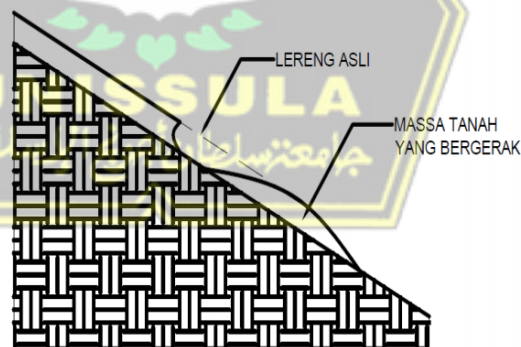
Jenis longsoran ini merupakan bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.



Gambar 2.4. Longsoran Rotasi

2. Longsoran Translasi

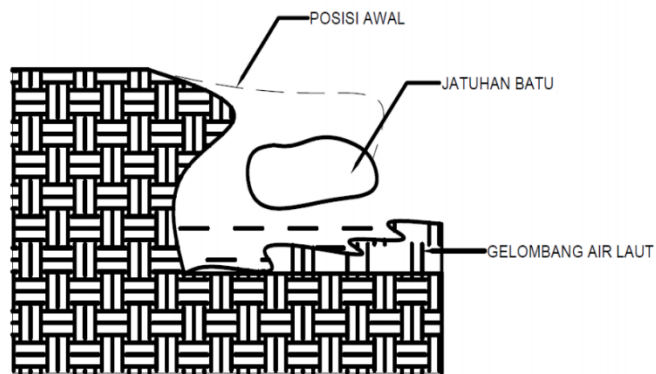
Jenis longsoran ini berupa gerakan massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk merata atau menggelombang landai.



Gambar 2.5. Longsoran Tranlasi

3. Longsoran Batu

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau mineral lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah dekat pantai.



Gambar 2.6. Longsoran Runtuhan Batu

4. Pergerakan Blok

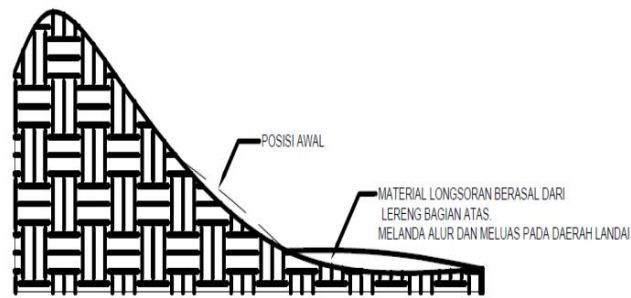
Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir yang berbentuk rata.



Gambar 2.7. Longsoran Pergerakan Blok

5. Aliran Bahan Rombakan

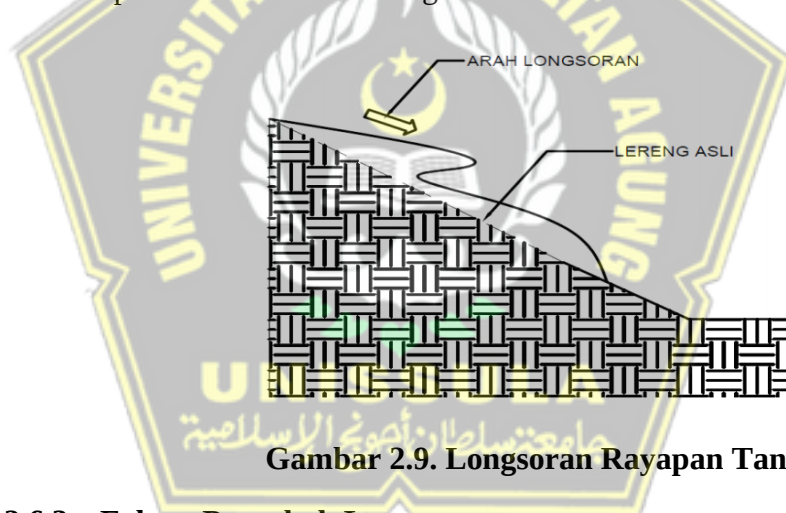
Jenis tanah longsor ini terjadi karena massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan air tergantung dari kemiringan lereng, volume dan tekanan air serta jenis materialnya. Gerakan ini terjadi sepanjang lembang dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Bahkan di beberapa tempat mampu mencapau ribuan meter.



Gambar 2.8. Longsor Aliran Bahan Rombakan

6. Rayapan Tanah

Jenis longsor ini merupakan longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan harus. Tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenal. Setelah waktu yang cukup lama, longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang – tiang telepon, pohon atau rumah miring ke bawah.



Gambar 2.9. Longsor Rayapan Tanah

2.6.3. Faktor Penyebab Longsor

Kontribusi pengurangan kuat geser tanah pada lereng alam yang mengalami longsor disebabkan oleh faktor yang dapat berasal dari alam itu sendiri, erat kaitannya dengan kondisi geologi antara lain jenis tanah, tekstur tanah pembentuk lereng sangat berpengaruh terhadap terjadinya longsor, misalnya sensitifitas dari sifat – sifat tanah lempung, adanya lapisan tanah *shale*, *loess*, pasir lepas dan bahan dalam tanah, pelapis tanah, pengaruh gempa, geomorfologi, iklim, terutama hujan intensitas tinggi atau sedang durasi yang la, menimbulkan parameter tanah yang berkaitan dengan pengurangan

kuat gesernya (Suryolelono, 2005). Menurut (Pusat Volkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2005), tanah longsor dapat terjadi karena faktor alam dan faktor manusia sebagai pemicu terjadinya longsor, yaitu :

1. **Erosi Tanah**

penyebab terjadinya tanah longsor salah satunya adalah erosi tanah. Erosi tanah disebabkan oleh terkikisnya bagian bawah suatu lereng oleh pergerakan air. Karena bagian bawah lereng terkikis, lama kelamaan lereng menjadi curam dan tidak mampu menahan beban di atasnya sehingga terjadilah tanah longsor.

2. **Gempa Bumi**

Gempa bumi yang terjadi bisa merupakan suatu getaran yang kuat, sedang atau ringan. Tetapi getaran yang terjadi dapat memberikan tekanan yang besar terhadap partikel – partikel mineral dan bidang lemah pada massa batuan tanah, sehingga dapat menimbulkan longsor.

3. **Gunung Meletus**

Penyebab tanah longsor selanjutnya adalah gunung meletus. Gunung yang meletus menyebabkan getaran hebat yang bisa menyebabkan tanah longsor. Selain getaran, gunung yang meletus juga membawa material – material seperti debu dan lahar dingin ketika material material tersebut menumpuk dan massanya terlalu berat maka lereng yang menopangnya kemungkinan tidak akan kuat sehingga tanah longsor dapat terjadi.

4. **Getaran**

Getaran dapat menyebabkan longsor karena getaran secara perlahan – lahan mampu memisahkan partikel – partikel dalam tanah sehingga yang seharusnya saling berikatan menjadi terpisah. Hal inilah yang dapat menyebabkan perkuatan pada tanah khususnya lereng

menjadi lemah dan menimbulkan tanah longsor. Getaran biasanya bersal dari gunung meletus, mesin, kendaraan, penggunaan bahan peledak dan petir.

5. **Tingginya curah hujan**

Tingginya curah hujan yang terjadi juga dapat menjadi pemicu longsor. Di daerah sungai yang akan bertambah debit airnya dan dapat mengikis bagian bawah lereng sehingga dapat menyebabkan terjadinya longsor. Sementara untuk daerah gunung, curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan air meresap dan menghantam tanah, ketika tanah meresap menjadikan tanah menjadi lembek dan mudah bergerak, kemudian saat terhantam oleh air dari atas, tanah tidak akan kuat menahan air dan menyebabkan tanah longsor.

6. **Hancurnya bebatuan**

Bebatuan yang hancur juga bisa menyebabkan terjadinya longsor. Hal ini terjadi karena pada saat batuan tertimbun dalam tanah kemudian bertumpuk, seiring berjalannya waktu maka batuan akan mengalami pelapukan, setelah mengalami pelapukan maka daya cengkeram batu terhadap tanah menjadi berkurang sehingga kekuatan tanahpun berkurang, dengan berat batuan yang bertumpuk maka tanah tidak mampu menahan bebannya dan menyebabkan tanah longsor.

7. **Tupukan sampah**

Biasanya terjadi di daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sampah yang menumpuk dapat menyebabkan tanah longsor karena partikel sampah yang tidak berkaitan satu sama lain, sehingga kemungkinan besar saat bertumpuk akan menyebabkan longsor, ditambah saat kondisi hujan datang, maka tumpukan tanah dan sampah akan mudah sekali longsor.

8. **Hutan gundul**

Penebangan liar sangat merugikan kita, bukan hanya kita akan kekurangan sumber oksigen, namun kita juga akan kehilangan akar pohon yang dapat menyerap air dan menahan tanah yang dapat menyebabkan tanah longsor pada saat curah hujan yang tinggi. Karena hutan ditebang sembarangan, maka akar – akar pohonpun yang berguna sebagai penahan tanah tidak ada, sehingga saat hujan deras akan mudah sekali terjadi tanah longsor.

9. **Bendungan susut**

Tanah longsor juga dapat terjadi akibat menyusutnya suatu bendungan. Hal ini terjadi karena turunnya permukaan tanah sehingga menimbulkan retakan yang dipicu oleh susutnya muka air suatu bendungan secara cepat. Hal ini akan mengakibatkan turunnya kekuatan gaya penahan pada lereng bendungan.

10. **Lereng dan tebing yang terjal**

Suatu wilayah yang terdiri dari lereng dan tebing yang terjal akan mudah sekali terkena musibah tanah longsor. Hal itu diakibatkan karena lereng tidak mempunyai daya yang cukup untuk menahannya tanah di atasnya. Oleh karena itu, untuk masyarakat yang berada di daerah dengan lereng dan tebing yang terjal harus lebih berhati-hati, karena bahaya tanah longsor mengintai setiap saat.

11. **Lahan pertanian di lereng**

Lahan pertanian di lereng tidak secara langsung menjadi penyebab tanah longsor. Tetapi yang menjadi masalah adalah, biasanya lahan pertanian di lereng dibuat dengan membuka lahan baru yaitu dengan cara penebangan pohon – pohon yang berada di hutan, karena penebangan

pohon – pohon dihutanlah yang menyebabkan tanah menjadi tidak punya pengikat dan mudah terkena longsor.

12. **Tanah tidak padat**

Bencana tanah longsor juga dapat terjadi akibat tanah mempunyai struktur yang tidak padat. Biasanya terjadi pada jenis tanah liat, karena tanah liat akan retak ketika musim kemarau dan menjadi sangat lembek ketika musim hujan. Lembeknya tanah dapat memicu terjadinya tanah longsor karena tanah tidak dapat mempertahankan posisinya ketika diterpa air.

13. **Kelebihan beban**

Beban yang berlebihan memicu tanah akan lebih mudah mengalami longsor. Hal ini terjadi karena tekanan pada tanah yang terlalu besar, sehingga tanah tidak kuat menahannya dan terjadi longsor. Contoh : kasus truk yang parkir di pinggir jalan, beban truk yang sangat berat memicu lereng tidak mampu menahan beban, sehingga lereng tersebut longsor.

14. **Longsoran lama**

Tanah yang sudah pernah mengalami longsor sebelumnya, menjadikan tanah tersebut rawan untuk terkena longsor kembali. Oleh karena itu, ketika kita akan memilih daerah tempat tinggal, kita harus tahu mana daerah yang pernah mengalami longsor.

15. **Menumpuknya material**

Tanah hasil tumpukan material yang kurang baik muda sekali terkena longsor. Hal ini disebabkan karena tumpukan material yang kurang padat. Saat kondisi belum terlalu padat itu, sudah didirikan suatu bangunan diatasnya. Saat hujan turun, material tanah yang belum begitu terikat

akan lebih mudah terpisah dan menyebabkan tanah retak dan dapat terjadi longsor.

Itulah beberapa hal yang menjadi penyebab terjadinya tanah longsor. Himbauan kepada masyarakat, apabila daerah tempat tinggalnya memiliki salah satu kriteria diatas, maka lebih baik waspada akan terjadinya tanah longsor yang mungkin mengintai.

2.7. Analisa Kestabilan Lereng

Analisa kestabilan lereng dilakukan untuk mengevaluasi kondisi kestabilan lereng dan untuk kerja lereng galian, lereng timbunan, maupun lereng alami. Secara umum tujuan dari analisa kestabilan lereng adalah sebagai berikut :

- Untuk menentukan kondisi kestabilan suatu lereng
- Menentukan tingkat kerawatan lereng terhadap longsor
- Menentukan metode perkuatan atau perbaikan lereng yang sesuai

Selain itu, analisa stabilitas lereng ditunjukan untuk mendapatkan angka keamanan dari suatu bentuk lereng tertentu. Analisis kestabilan lereng umumnya menggunakan persamaan Mohr Coulomb, untuk menyatakan kekuatan geser material (Ragil Bunga Senja, 2018)

Persamaan Mohr Coulomb sebagai berikut :

$$\tau_f = C + \sigma \tan \theta$$

dengan :

C = kohesi tanah

$\sigma \tan \theta$ = sudut geser dalam tanah

τ_f = tegangan geser tanah

Hubungan nilai FK dan kemungkinan kelongsoran lereng tanah

Tabel 2.14. Faktor Keamanan

Nilai FK	Kemungkinan Longsor
<1,07	Kelongsoran bisa terjadi

1,07 < FK < 1,25	Kelongsoran pernah terjadi
>1,25	Kelongsoran jarang terjadi

(Sumber : Bowlws, J.E.)

2.8. Daya Dukung Tanah

2.8.1. Daya Dukung Ultimate (Ultimate Bearing Capacity)

Didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami keruntuhan. Rumus Analisa Terzaghi :

$$q_{ult} = (c \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d})$$

$$S_f = q_{ult} / q \text{ beban}$$

dengan :

q_{ult} = daya dukung maksimum

c = kohesi tanah

γ = berat isi tanah

B = lebar pondasi

L = panjang pondasi

D_f = kedalaman pondasi

N_c = $(N_q - 1) \cot \phi$

F_{cs} = $1 + (B/L) \cdot (N_q/N_c)$

F_{cd} = $1 + 0,4 \cdot (D_f/B)$

q = tekanan efektif overbulen

N_q = $a^2 / 2 \cos^2 (45 + \phi/2)$

F_{qs} = $1 + (B/L) \cdot \tan \phi$

F_{qd} = $1 + 2 \cdot \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \cdot (D_f/B)$

$F_{\gamma s}$ = $1 - 0,4 \cdot (B/L)$

$F_{\gamma d}$ = 1

S_f = faktor keamanan ($S_f > 2,5$)

2.8.2. Tinggi Timbunan

Dengan definisi bahwa daya dukung ultimate sama dengan beban kerja maksimum dikalikan suatu faktor keamanan, maka tinggi maksimum timbunan yang dapat didirikan tanpa terjadi keruntuhan pondasi dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$H_k = 5,5 \cdot c_u / \gamma_1$$

dengan :

H_k = tinggi timbunan kritis (m)

c_u = kuat geser undrained

γ = berat isi tanah timbunan (t/m³)

2.8.3. Penurunan Tanah

Penurunan tanah adalah peristiwa turunnya permukaan tanah yang disebabkan oleh adanya perubahan pada volume lapisan batuan yang ada dibawahnya. Berikut ini beberapa jenis penurunan tanah :

1. Penurunan total

Penurunan total adalah jumlah dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Bila dinyatakan dalam bentuk persamaan, penurunan total adalah :

$$S = S_i + S_c + S_s$$

Dimana :

S = Penurunan total

S_i = Penurunan segera

S_c = Penurunan akibat konsolidasi primer

S_s = Penurunan akibat konsolidasi sekunder

2. Penurunan segera

Penurunan segera terjadi pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus terjadi setelah beban bekerja. Dalam menganalisis penurunan segera pada lapisan tanah lunak, digunakan rumus cara De Beer dan Marten (1965) :

$$S_i = \frac{H}{C} \ln \frac{P_o + \Delta p}{P_o}$$

$$P_o = H \cdot \gamma \text{ dan } C = \frac{1,5 \cdot q_c}{P_o}$$

dengan :

H = tebal lapisan tanah

ΔP = tambahan tegangan vertikal

P_o = tegangan tanah

γ = berat volume tanah

q_c = tahanan ujung (cone resistance)

rumus Steinbrener (1934) untuk menghitung penurunan segera :

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E} \times I_p$$

Dengan :

B = lebar area pembebanan

I_p = koefisien pengaruh

q = tegangan

E = 4 . q_c

q_c = tahanan ujung

rumus terzaghi (1943) yaitu penurunan segera di sudut dari bentuk luasan empat persegi panjang flexibel dinyatakan dengan persamaan :

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E} (1 - \mu^2) I_p$$

yaitu :

B = Lebar area pembebanan

I_p = koefisien pengaruh

μ = angka poisson

q = tegangan

E = 4 . q_c

q_c = tahanan ujung

dengan $I_p = S_i = \frac{q \cdot B}{E} (1 - \mu^2) \cdot F_1 + (1 - \mu - 2 \cdot \mu^2) \cdot F_2$

F1 dan F2 adalah nilai koefisien hubungan m' dan n' dimana $m' = L/B$ dan $n' = H/B$

3. Penurunan konsolidasi primer

Penurunan konsolidasi primer yaitu penurunan tanah yang disebabkan oleh perubahan volume tanah selama periode keluarnya air dari dalam tanah tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung penurunan tanah primer yaitu :

$$S_c = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log \left(\frac{P_0 + \Delta p}{P_0} \right)$$

Dengan :

S_c = besar penurunan lapisan tanah akibat konsolidasi

C_c = indeks pemampatan

H = tebal lapisan tanah

e_0 = angka pori awal

P_0 = tekanan efektif rata – rata

P = besar penambahan tekanan

4. Penurunan konsolidasi sekunder

Penurunan konsolidasi sekunder akan terjadi apabila penurunan konsolidasi primer berhenti.

2.9. Dinding Penahan Tanah (DPT)

2.9.1. Pengertian

Dinding Penahan Tanah (DPT) adalah konstruksi dengan bertujuan untuk menahan tanah lepas atau alami yang bertujuan untuk mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya belum terjamin bahkan tidak dapat dijamin oleh lereng itu sendiri.

2.9.2. Fungsi

Fungsi utama dinding penahan tanah adalah sebagai penyokong tanah serta mencegah dari kelongsoran yang dikibatkan

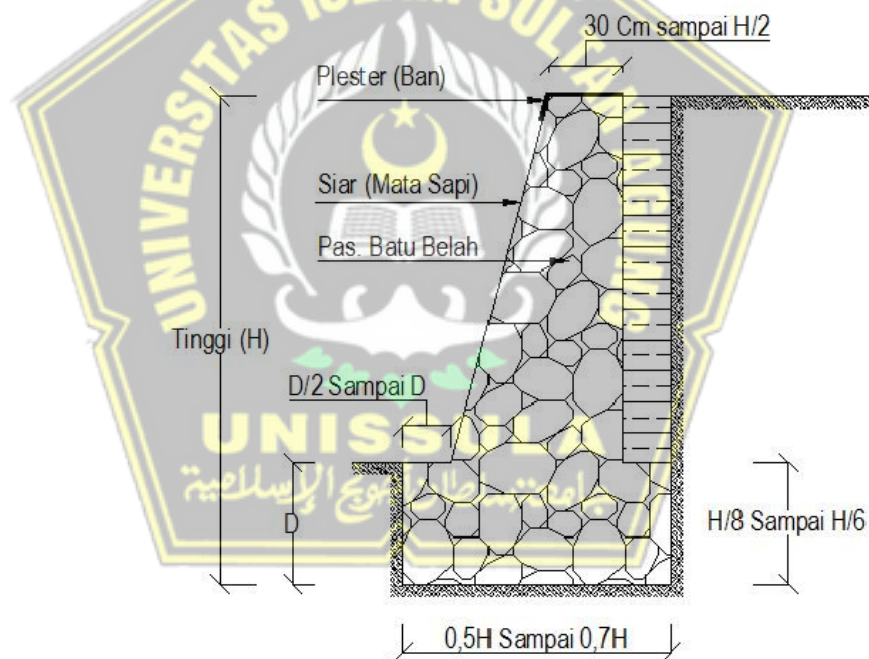
dari beban air hujan , berat tanah itu sendiri ataupun akibat beban yang bekerja diatasnya.

2.9.3. Jenis Dinding Penahan Tanah (DPT)

Dinding penahan tanah digolongkan menjadi beberapa jenis berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya yaitu Dinding Gravitasi, Dinding Penahan Kantiliver, Dinding Kontravort, Dinding *Butters*. Beberapa jenis dinding penahan tanah antara lain :

1. Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (*gravity wall*)

Dinding ini dibuat dari pasangan batu, terkadang pada jenis dinding ini dipasang tulangan pada permukaan dengan tujuan mencegah retakan pada permukaan. Seperti gambar 2.10 berikut:

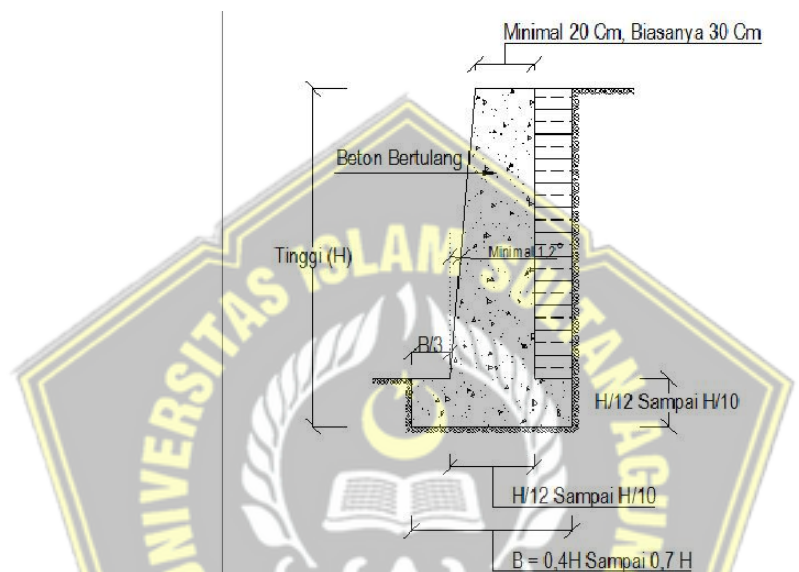


Gambar 2.10. Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (*gravity wall*)

(sumber : Hardiyatmo, 2014)

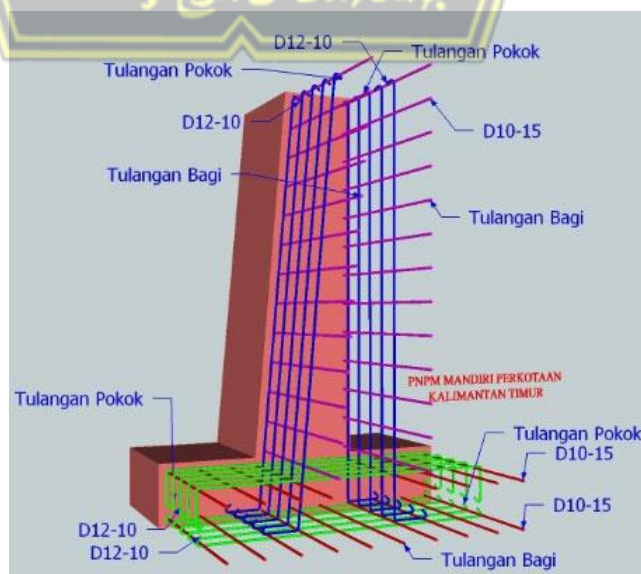
2. Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (*Cantilever retaining wall*)

Dinding kantilever merupakan kombinasi dari dinding beton bertulang yang berbentuk huruf T. Ketebalannya relatif tipis sehingga memerlukan tulangan secara penuh sehingga dapat menahan momen dan gaya lintang yang bekerja pada dinding tersebut. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak (*hell*). Biasanya dinding ini memiliki ketinggian kurang dari 6 – 7 meter. Seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (Cantilever retaining wall)

(sumber : Hardiyatmo, 2014)



**Gambar 2.12. Dinding Penahan Tanah Type Cantilever
(*Kantilever retaining wall*)**

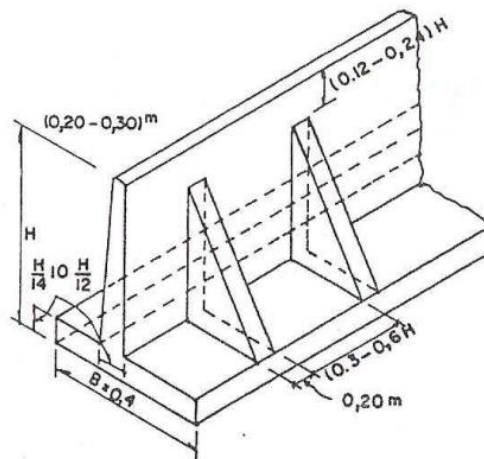
3. Dinding Penahan Tanah Type Counterfort (*counterfort wall*)

Dinding ini merupakan dinding yang terdiri dari beton bertulang tipis yang dibagian dalam dinding tersebut didukung oleh plat/ dinding vertikal yang disebut counterfort (dinding penguat). Kemudian ruang diatas pelat diisi dengan tanah urug. Jika tekanan tanah tanah aktif pada dinding vertical cukup besar, maka bagian dinding vertical dan tumit perlu dipersatukan (kontrafort). Kontrafort sendiri memiliki fungsi yaitu sebagai pengikat tarik dinding vertical dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interfal jarak tertentu. Dinding ini dapat digunakan secara ekonomis apabila ketinggian dindingnya lebih dari 7 meter. Seperti pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13. Dinding Penahan Tanah Tyoe Kounterfort
(*counterfort wall*)**

Perencanaan dimensi dinding penahan tanah dengan sistem kontrafort yaitu lebar $0,45 H$ s/d $0,75 H$. Kontrafort dapat ditempatkan pada jarak $0,35 H$ s/d $0,60 H$, dengan tebal tidak kurang dari 20 cm. Tinggi kontrafort sebaiknya sama dengan tinggi dinding vertikal namun jika diinginkan ketinggian yang lebih kecil bisa dikurangi dengan $0,12 H$ s/d $0,24 H$. Seperti pada Gambar 2.14.

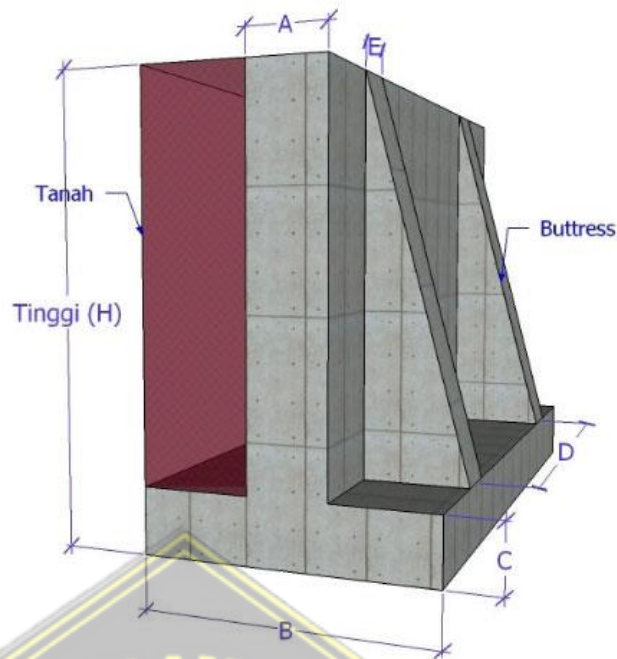


**Gambar 2.14. Dinding Penahan Tanah Tipe Konterfort
(counterfort wall)**

(Sumber : Hardiyatmo, 2014)

4. Dinding Penahan Tanah Type Buttress (butters wall)

Dinding Buttress ini memiliki kesamaan dengan dinding kontrafort, hanya berbeda dengan bagian kontrafort diletakkan di depan dinding. Dalam hal ini, struktur kontrafort berfungsi memikul tegangan tekan. Pada dinding ini, bagian tumit lebih pendek dari pada bagian kaki. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak. Dinding ini akan lebih ekonomis jika dinding memiliki ketinggian lebih dari 7 meter. Untuk kelemahannya dinding penahannya lebih sulit dari apada jenis lainnya dan pemadatan dengan cara rolling pada bagian tanah belakang akan jauh lebih sulit. Seperti pada Gambar 2.15.



Gambar 2. 15. Dinding Penahan Tanah Type Butress (*batters wall*)

2.9.4. Kriteria Perencanaan

Secara garis besar, kriteria perencanaan untuk DPT adalah :

1. Sedapat mungkin memanfaatkan potensi sumber daya yang ada.
2. Konstruksi sederhana dan dapat dikerjakan oleh masyarakat.
3. Lokasi yang dipilih dan memiliki manfaat yang besar sebagai sarana dan prasarana penunjang atau pencegah bahaya longsor, banjir atau erosi.
4. Untuk mempermudah terlaksananya bangunan, efisiensi waktu dan biaya pelaksanaan terhadap pekerjaan pada kondisi normal, tinggi maksimal prasarana penahan tanah yaitu 4 meter,
5. Kedalaman minimum dinding penahan dapat disesuaikan sampai dengan memenuhi kestabilan konstruksi penahan tanah.

6. Ukuran lain – lain prasarana dinding penahan harus memnuhi persyaratan teknis dan memiliki keamanan yang memadai.
7. Prasarana dinding penahan tanah untuk saluran irigasi dan tanggul harus bersifat kedap air selain dari syarat teknis dan syarat aman yang memadai.

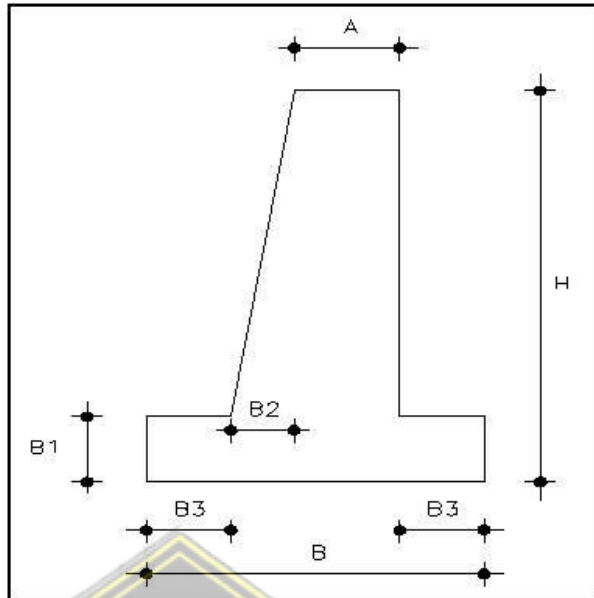
2.9.5. Data Kebutuhan Desain

Untuk mendasain dinding penahan tanah biasanya membutuhkan data – data seperti :

1. Potensi sarana dan prasarana yang sudah ada dan potensi sumber daya alamnya.
2. Tanah letak / bentuk lokasi rencana,
 - Jenis tanah
 - Kedalaman tanah keras
 - Lapisan air tanah
3. Data kondisi lokasi, lingkungan, dan peruntukan konstruksi
 - Sungai → sebagai saluran irigasi
 - Jalan → sebagai pengaman tepi jalan
 - Perlindungan tebing → keamanan sarana dan prasarana (jalan, pemukiman, dll) yang ada diatas atau dibawahnya guna mencegah gerusan
 - Tanggul → sebagai pencegah banjir dan luapan air.

2.9.6. Persyaratan Teknis

Hal – hal teknis yang harus diperhatikan dalam Perencanaan dan Pelaksanaan Kegiatan Dinding Penahan Tanah adalah sebagai berikut.



Gambar 2.16. Rumus Pendekatan Dimensi DPT

1. **Ukuran / Dimensi.** Untuk mencari pendekatan dimensi DPT dapat digunakan rumus berikut :
 - a. Lebar Atas (A) = H (tinggi dinding) dibagi 12. Dan minimal lebar atas adalah 25 cm.
 - b. Lebar dasar (B) = $(0,47 \text{ s.d } 0,7)$ dikalikan H
 - c. Tebal kaki dan tumit (B_1) = $(1/8 \text{ s.d } 1/6)$ dikalikan H
 - d. Lebar kaki dan tumit (B_3) = $(0,5 \text{ s.d } 1)$ dikalikan B_1
2. **Kestabilan Prasarana.** Analisis kestabilan antara lain meliputi :
 - a. Analisa terhadap guling.
 - b. Analisa terhadap geser.
 - c. Daya dukung tanah dasar
 - d. Patah dinding akibat gaya yang diterimanya.
3. **Kemiringan Dinding.** Minimal 50 : 1 (H dibanding B_2)
4. **Jenis Tanah.** Jenis tanah juga harus diperhatikan dalam perencanaan, seperti :
 - a. Tanpa lapisan air tanah. Analisa tekanan yang tidak terjadi tidak mencakup tekanan akibat air atau lapisan air tanah, dan indikator tanah yang berpengaruh adalah tanah dalam kondisi biasa (kering udara)

- b. Ada lapisan air tanah. Analisa tekanan yang terjadi mencakup tekanan akibat air / lapisan air tanah, dan indikator tanah yang berpengaruh adalah tanah dalam kondisi jernih.
 - c. Tanah lempung. Analisa tekanan yang terjadi ada pengaruh daya lekat tanah (kohesi).
 - d. Tanah pasir. Nilai daya lekat tanah untuk tanah pasir (murni) biasanya kecil atau – 0 dan berpengaruh daya lekatnya dapat diabaikan.
5. **Bahan Penyusun.** Bahan penyusun dapat diperkirakan sesuai dengan jenis konstruksi dari DPT tersebut, misalnya :
- a. Batu, batu yang digunakan biasanya batu kali atau batu gunung hitam.
 - b. Semen, semen yang digunakan haruslah yang mempunyai jenis yang baik dan dapat menggunakan *Portland Cement (PC)* atau *Portland Cement Composit (PCC)*.
 - c. Pasir, pasir yang digunakan harus bebas dari bahan lain seperti tanah lempung, sampah, atau kotoran lainnya.
6. **Kualitas Adukan.** Disesuaikan dengan desain yang direncanakan dan dapat mengikat bahan konstruksi dengan baik dan kuat, disyaratkan berat volumenya antara 2,0 s.d 2,3 t/m³ (PPI 1983)

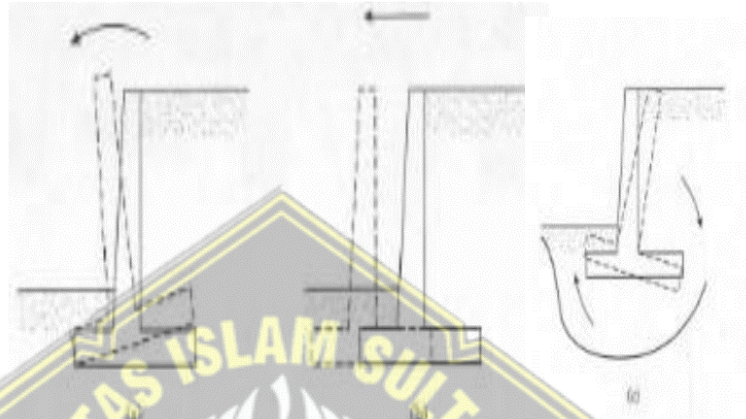
2.9.7. Pemeliharaan dan Peningkatan DPT

Dalam hal pemeliharaan dan peningkatan dinding penahan tanah hal – hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- 1. Kebersihan lingkungan tepi sekitar dinding dari rumput – rumput atau tumbuhan dengan akar yang dapat merusak dinding.
- 2. Keadaan suling – suling
- 3. Kondisi saluran air/drainase air
- 4. Perlindungan terhadap bahan utama. Misalnya :

- Untuk material batu kali dan beton dapat dilakukan pemlesteran.
- Untuk material kayu perlindungan terhadap rayap atau cuaca.

2.10. Stabilitas Dinding Penahan Tanah



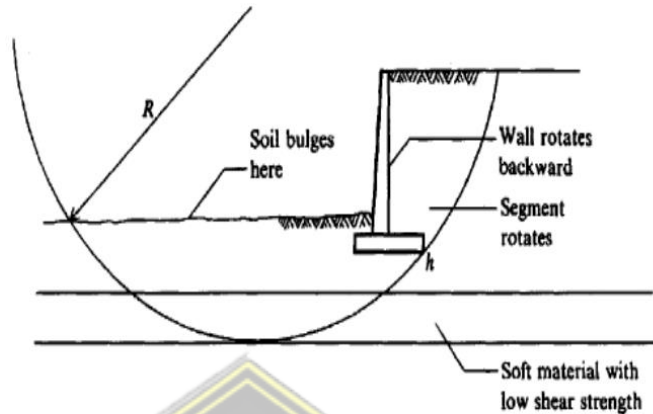
Gambar 2. 17. Keruntuhan Pada Dinding Penahan Tanah

Gambar 2.17 disimpulkan bahwa ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadi runtuhnya dinding penahan tanah, antara lain : penggulingan, pergeseran, dan keruntuhan daya dukung. Maka dari itu, hal pertama yang dilakukan dalam menjamin stabilitas dinding penahan tanah yaitu menetapkan ukuran dinding. Dinding penahan sendiri harus tetap stabil terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah.

Besaran tekanan lateral menjadi faktor utama dalam perancangan kestabilan dinding penahan tanah tetapi tekanan lateral sendiri dapat menjadikan dinding penahan terguling (*overturning*) atau bergeser (*sliding*). Bentuk struktur dan faktor pelaksanaan konstruksi juga mempengaruhi kestabilan dinding penahan. Keruntuhan *undermining* disebabkan oleh pemadatan tanah tertahan di dinding penahan. Dalam analisa stabilitas hal – hal yang harus di perhatikan sebagai berikut :

- Berat dari dinding penahan tanah
- Gaya tekan tanah aktif

- Gaya tekan tanah pasif
- Tekanan air
- Reaksi tanah dasar



Gambar 2. 18 Diagram Keruntuhan Geser Tanah

Dinding penahan tanah yang stabil jika vektor gaya yang disebutkan diatas seimbang. Analisa stabilitas penahan tanah dapat ditinjau sebagai berikut :

- Harus mencukupi dalam faktor aman terhadap pergeseran dan penggulingan
- Tekanan pada tanah dasar tidak boleh melebihi kapasitas daya dukung tanah izin.
- Stabilitas lereng harus memenuhi syarat faktor keamanan

Faktor keamanan SF (*safety factor*) bertujuan untuk stabilitas guling ataupun gelincir dinding penahan tanah diambil sebesar :

1. $SF \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler ($C = 0$).
2. $SF \geq 2,0$ untuk tanah dasar *kohesif*

2.10.1. Stabilitas Terhadap Penggulingan

Tekanan tanah lateral karena tanah urugan dibelakang dinding penahan dapat menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pondasi. Hal tersebut berbanding terbalik dengan dinding penahan dan akibat berat tanag diatas plat pondasi. Dalam pendekatan keamanan terhadap bahaya guling dari dinding penahan yang mengandalkan berat (*gravity wall*) dan *semi gravity wall*, dapat digunakan criteria diagram tekanan tanah pada dinding penahan tanah

yang akan ditinjau dengan menggunakan rumus Rankine. Faktor keamanan terhadap guling didefinisikan sebagai (ditinjau dari kaki/ titik O pada gambar) :

$$Fgl = \Sigma Mw / \Sigma Ma \geq SF = 1,5$$

Dimana :

Fgs = factor aman terhadap penggeseran

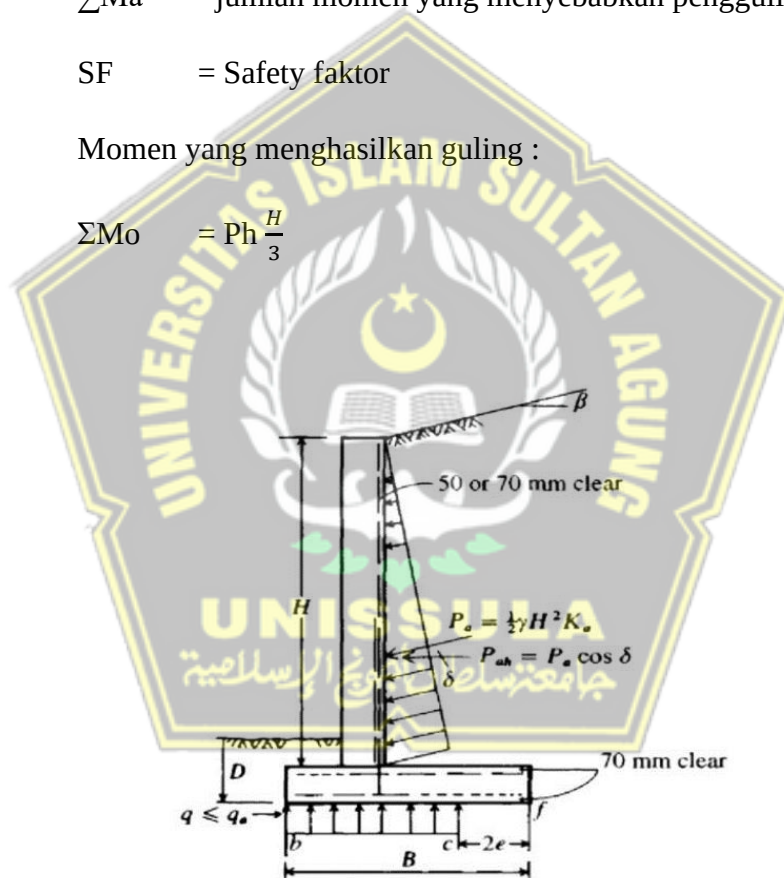
ΣMw = jumlah momen yang melawan penggulingan

ΣMa = jumlah momen yang menyebabkan penggulingan

SF = Safety faktor

Momen yang menghasilkan guling :

$$\Sigma Mo = Ph \frac{H}{3}$$



Gambar 2. 19 Tekanan tanah pada bagian dinding dan alas dinding

Dimana SF dapat diperoleh dari :

$$SF = \frac{\text{momen penahan}}{\text{momen guling}}$$

Dimana tekanan tanah horisontal, $P_h = P_a$, tekanan tanah aktif (apabila permukaan tanah datar).

$$SF_{\text{guling}} = \frac{M1+M2+\dots..Mn}{pa \left(\frac{H}{3}\right)}$$



Gambar 2. 20 Kestabilan dinding penahan tanah terhadap guling dan gelincir

2.10.2. Kestabilan Terhadap Geser

Dasar dinding penahan harus mempunyai kedalaman minimum 3 ft (1m) dibawah muka tana sehingga akan menjadi kuat jika melawan gesekan horisontal, kekuatannya sendiri harus stabil tidak ada struktur penahan pasig dibagian kaki dinding, pengunci geser dibawah telapak pondasi atau tiang pancang dalam menahan geseran dapat ditambahkan jika syarat diatas tidak mencukupi. Pertimbangkan adanya bahaya erosi akibat aliran maupun pengaruh hujan. Gesekan antar tanah dan pondasi akan menahan gaya – gaya dinding oenahan tanah. Faktor keamanan terhadap stabilitas geser dinyatakan dengan rumus :

$$\text{Fgs} = \frac{\Sigma R h}{\Sigma P h} \geq 1$$

Untuk tanah granular ($c = 0$)

$$\text{Rh} = Wf$$

$$= W \tan \delta_h$$

Dengan $\delta_h \leq \phi$

Untuk tanah kohesif ($\phi = 0$)

$$\Sigma R_h = c_d \cdot B + W \tan \delta_b$$

Dimana :

ΣR_h = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran

c_d = Adhesi antara tanah dan dasar dinding

B = Lebar pondasi

W = Berat total dinding penahan dan tanah diatas plat pondasi

δ_b = Sudut geser antara tanah dan dasar pondasi

Kekuatan geser tanah pada bagian dasar dinding :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

Dimana :

τ = Kuat geser tanah

c = Kohesi tanah

σ = Tegangan normal yang bekerja

ϕ = Sudut geser tanah

Besarnya gaya perlawanan geser dapat dihitung dengan persamaan :

Gaya perlawanan geser :

$$F_r = L \mu (W_1 + W_2 + W_3) + P_p$$

Dimana :

F_r : gaya perlawanan geser

μ : koefisien gesek antara tanah dan tapak dinding

Harga – harga koefisien gesek diberikan dalam Tabel...

P_p : gaya penyebab geser

Faktor keamanan terhadap geser :

$$F_{gs} = \frac{\Sigma R h}{\Sigma P h} > 1,5$$

Nilai P_p sering tidak dihitung, karena kondisi tanah sebelum sama sesudah pembangunan dinding tidak sama. Jika faktor keamanan geser tidak mencukupi ($S.F < 1,5$), dapat ditingkatkan gaya perlawanan geser dengan membuat koperan (pengunci) dibawah tapak. Karena koperan tersebut menyebabkan tekanan pasif P_{p2} dan dapat menggeser bidang keruntuhan dari garis 1 ke garis 2. Bidang geser akan bertambah panjang. Nilai P_{p2} dapat dihitung menurut persamaan berikut :

$$P_p = \frac{\gamma(h_2 - h_1)}{2} K_2$$

Tabel 2.15 Nilai – nilai koefisien gesek antara tanah dan beton

No	Jenis Tanah	M
1.	Tanah berbutir kasar	0,55
2	Tanah berbutir kasar (dengan lumpur)	0,45
3	Lumpur	0,35
4	Tanah cadas	0,60

2.10.3. Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah

Tegangan pada tanah dapat ditumbulkan oleh gaya – gaya horizontal dan vertical yang terletak pada permukaan pondasi digunakan persamaan rumus Hansen sebagai berikut :

$$X_e = \frac{\Sigma M_w - \Sigma M_a}{\Sigma W}$$

Eksentrisitas (e) :

$$e = \frac{B}{2} - X_e$$

2.11. *Plaxis 8.6 2D*

PLAXIS 8.6 adalah program elemen hingga dua – dimensi, yang dikembangkan untuk analisis deformasi, stabilitas dan aliran air tanah dalam rekayasa geoteknik. PLAXIS 8.6 2D adalah bagian dari rangkaian produk – produk PLAXIS, paket program elemen hingga yang digunakan diseluruh dunia untuk desain dan rekayasa geoteknik.

Perkembangan PLAXIS dimulai pada tahun 1987 di Delft University of Technology sebagai inisiatif dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Pengelolaan Air (Rijkswaterstaat) Belanda. Tujuan semula adalah untuk mengembangkan kode elemen 2D yang mudah digunakan untuk analisis tanggul sungai di tanah lunak dari dataran rendah Belanda. Dalam beberapa tahun berikutnya, PLAXIS telah diperluas untuk mencakup sebagian besar wilayah lain untuk rekayasa geoteknik. Karena aktifitas terus berkembang, perusahaan PLAXIS (Plaxis bv) dibentuk pada tahun 1993.



BAB III

METODOLOGI

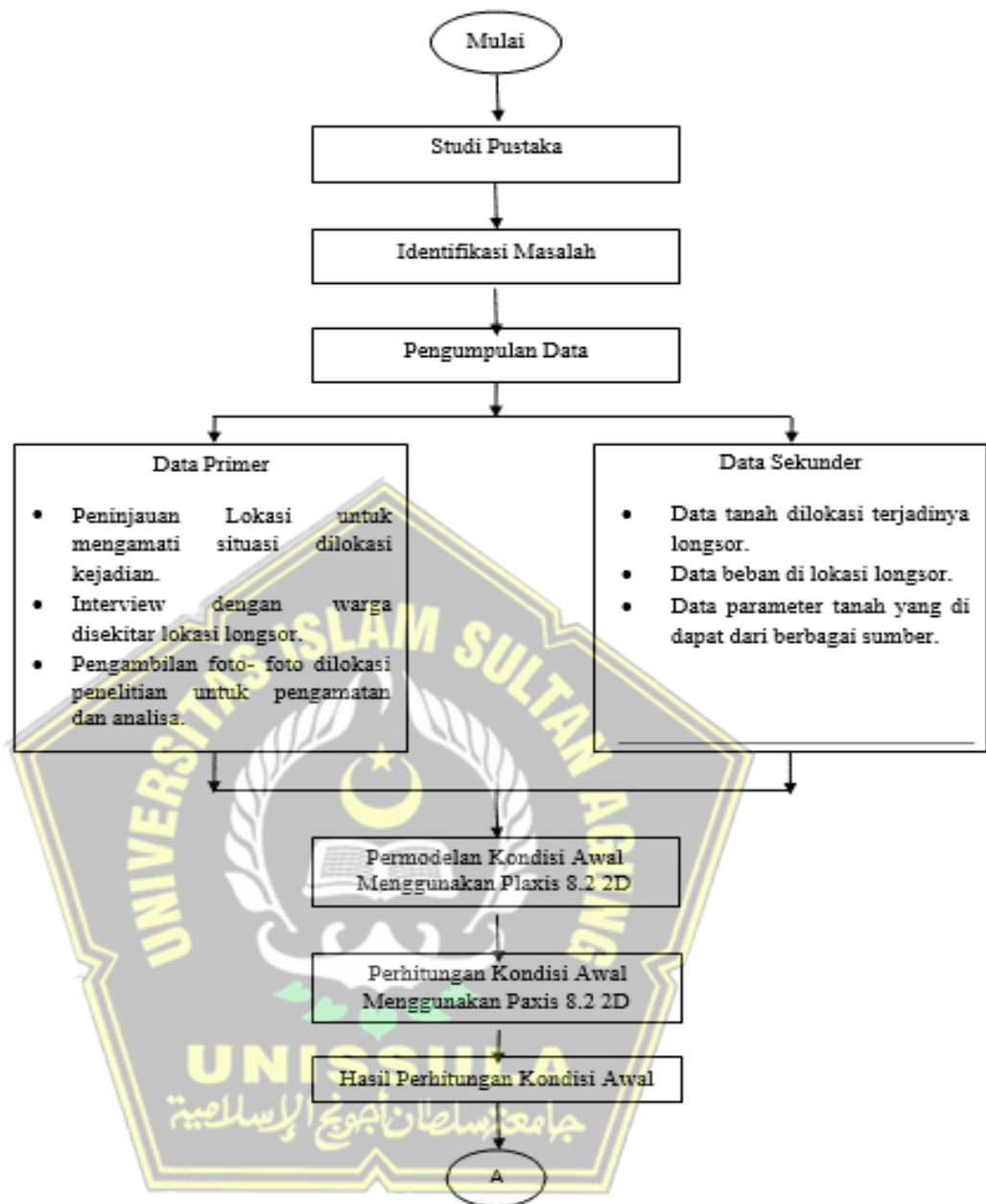
3.1. Pendahuluan

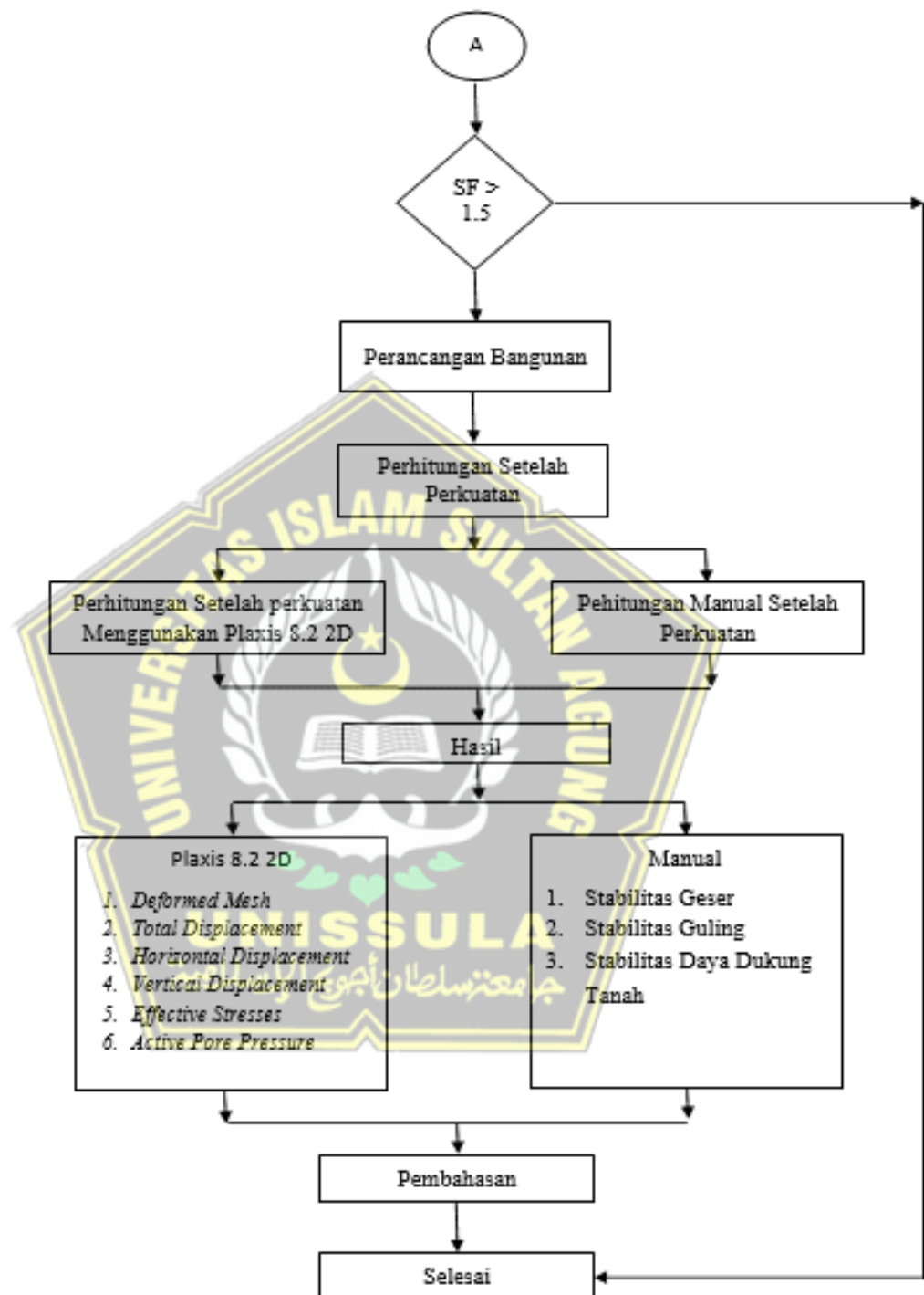
Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendapatkan solusi yang tepat untuk menangani terjadinya longsor pada dinding penahan tanah di Jl.Daplang-Sugihmanik Kec. Tegowanu Kab. Grobogan.



Gambar 3.1 Lokasi Tanah Longsor

Dengan menganalisa tanah di daerah longsor tersebut kami dapat mengetahui sifat – sifat tanah. Tahap permodelan dan analisis data menggunakan program software *Plaxis 8.2 2D* ,dengan diagram alur penelitian seperti pada gambar 3.1 diatas.





Gambar 3.2. Bagan Metodologi

3.2. Studi Pustaka

Studi Pustaka yang kami gunakan dalam menyusun Tugas Akhir ini menggunakan beberapa sumber seperti jurnal, paper, diktat, makalah, laporan data dari pengawas lapangan dan beberapa tambahan dari literature lainnya. Dengan didapatkan nya dari beberapa literature tersebut kami gunakan sebagai salah satu dasar materi dalam menyusun landasan teori dan sebagai acuan dalam penentuan metode yang akan kami gunakan dalam menganalisa DPT yang longsor.

3.3. Pengumpulan Data

Untuk melakukan analisa permasalahan maka yang diperlukan alah satu nya yaitu adanya data lapangan. Dimana data yang kami peroleh harus didapat kan dilapangan secara langsung dengan cara datang langsung ke lapangan dan melakukan beberapa tindakan penelitian dengan metode yang telah ditentukan untuk dapat mengetahui kondisi tanah secara langsung dilapangan . Metode pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer merupakan sebuah hasil data yang diperoleh dengan datang langsung ke tempat yang ingin dilakukan penelitian lalu melakukan beberapa tindakan penelitian di lapangan ataupun dengan melakukan pengajuan pertanyaan ke pengawas lapangan secara langsung . Dalam penelitian ini data primer yang didapat yaitu:
 - a. Datang ke lokasi agar agar bisa mengamati situasi dilokasi kejadian.
 - b. Melakukan tanya-jawab dengan pengawas lapangan untuk mencari tau penyebab terjadinya longsor berdasarkan pengawasan selama dilapangan.
 - c. Pengambilan foto – foto di lokasi proyek untuk pengamatan dan analisa penyebab kelongsoran.
2. Data Sekunder merupakan sebuah hasil data yang

didapatkan secara tidak langsung .Dengan kata lain data ini kami peroleh dari beberapa kali hasil penelitian ,paper, jurnal, ataupun informasi- informasi yang berkaitan dengan lokasi penelitian dengan dasar data- data yang di dapatkan tersebut relevan dan ilmiah. Dalam penyusunan laporan penganalisaan terjadinya DPT longsordi Jl. Sugihmanik – Daplang Kec Tegowanu Kab. Grobogan ini data sekunder yang digunakan yaitu data tanah yang didapatkan dari hasil sondir di sekitar lokasi. Berikut data yang kami peroleh:



Page 1

DEPTH (M)	qs perhitungannya kg/cm2	qc pembacaan kg/cm2	qc + f kg/cm2	F kg/cm2	TF kg/cm	Friction Ratio Fr (%)	DEPTH (M)	qs perhitungannya kg/cm2	qc pembacaan kg/cm2	qc + f kg/cm2	F kg/cm2	TF kg/cm	Friction Ratio Fr (%)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.20	14.00	7.00	8.00	0.13	192.00	1.90
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.40	14.00	7.00	8.00	0.13	194.67	1.90
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.60	12.00	6.00	8.00	0.27	200.00	4.44
0.60	8.00	4.00	5.00	0.13	2.67	3.33	10.80	12.00	6.00	8.00	0.27	205.33	4.44
0.80	6.00	3.00	4.00	0.13	5.33	4.44	11.00	8.00	4.00	6.00	0.27	210.67	6.67
1.00	12.00	6.00	7.00	0.13	8.00	2.22	11.20	8.00	4.00	7.00	0.40	218.67	10.00
1.20	16.00	8.00	9.00	0.13	10.67	1.67	11.40	8.00	4.00	7.00	0.40	226.67	10.00
1.40	24.00	12.00	13.00	0.13	13.33	1.11	11.60	8.00	4.00	6.00	0.27	232.00	6.67
1.60	24.00	12.00	13.00	0.13	16.00	1.11	11.80	8.00	4.00	5.00	0.13	234.67	3.33
1.80	24.00	12.00	13.00	0.13	18.67	1.11	12.00	6.00	3.00	5.00	0.27	240.00	8.89
2.00	24.00	12.00	13.00	0.13	21.33	1.11	12.20	4.00	2.00	4.00	0.27	245.33	13.33
2.20	24.00	12.00	13.00	0.13	24.00	1.11	12.40	20.00	10.00	13.00	0.40	253.33	4.00
2.40	22.00	11.00	12.00	0.13	26.67	1.21	12.60	8.00	4.00	7.00	0.40	261.33	10.00
2.60	20.00	10.00	11.00	0.13	29.33	1.33	12.80	8.00	4.00	7.00	0.40	269.33	10.00
2.80	18.00	9.00	10.00	0.13	32.00	1.48	13.00	12.00	6.00	8.00	0.27	274.67	4.44
3.00	17.00	8.50	10.00	0.20	36.00	2.35	13.20	16.00	8.00	10.00	0.27	280.00	3.33
3.20	17.00	8.50	10.00	0.20	40.00	2.35	13.40	8.00	4.00	6.00	0.27	285.33	6.67
3.40	18.00	9.00	10.00	0.13	42.67	1.48	13.60	4.00	2.00	4.00	0.27	290.67	13.33
3.60	16.00	8.00	9.00	0.13	45.33	1.67	13.80	3.00	1.50	4.00	0.33	297.33	22.22
3.80	16.00	8.00	9.00	0.13	48.00	1.67	14.00	3.00	1.50	4.00	0.33	304.00	22.22
4.00	18.00	9.00	10.00	0.13	50.67	1.48	14.20	3.00	1.50	3.00	0.20	308.00	13.33
4.20	14.00	7.00	8.00	0.13	53.33	1.90	14.40	2.00	1.00	3.00	0.27	313.33	26.67
4.40	12.00	6.00	7.00	0.13	56.00	2.22	14.60	2.00	1.00	3.00	0.27	318.67	26.67
4.60	16.00	8.00	9.00	0.13	58.67	1.67	14.80	2.00	1.00	3.00	0.27	324.00	26.67
4.80	16.00	8.00	9.00	0.13	61.33	1.67	15.00	14.00	7.00	10.00	0.40	332.00	5.71
5.00	20.00	10.00	11.00	0.13	64.00	1.33	15.20	8.00	4.00	6.00	0.27	337.33	6.67
5.20	20.00	10.00	12.00	0.27	69.33	2.67	15.40	4.00	2.00	4.00	0.27	342.67	13.33
5.40	20.00	10.00	12.00	0.27	74.67	2.67	15.60	4.00	2.00	4.00	0.27	348.00	13.33
5.60	22.00	11.00	12.00	0.13	77.33	1.21	15.80	4.00	2.00	4.00	0.27	353.33	13.33
5.80	20.00	10.00	12.00	0.27	82.67	2.67	16.00	4.00	2.00	4.00	0.27	358.67	13.33
6.00	20.00	10.00	12.00	0.27	88.00	2.67	16.20	6.00	3.00	5.00	0.27	364.00	8.89
6.20	26.00	13.00	14.00	0.13	90.67	1.03	16.40	2.00	1.00	3.00	0.27	369.33	26.67
6.40	24.00	12.00	14.00	0.27	96.00	2.22	16.60	2.00	1.00	3.00	0.27	374.67	26.67
6.60	24.00	12.00	14.00	0.27	101.33	2.22	16.80	2.00	1.00	3.00	0.27	380.00	26.67
6.80	28.00	14.00	15.00	0.13	104.00	0.95	17.00	2.00	1.00	3.00	0.27	385.33	26.67
7.00	28.00	14.00	16.00	0.27	109.33	1.90	17.20	4.00	2.00	5.00	0.40	393.33	20.00
7.20	28.00	14.00	16.00	0.27	114.67	1.90	17.40	6.00	3.00	5.00	0.27	398.67	8.89
7.40	30.00	15.00	16.00	0.13	117.33	0.89	17.60	6.00	3.00	5.00	0.27	404.00	8.89
7.60	20.00	10.00	12.00	0.27	122.67	2.67	17.80	6.00	3.00	5.00	0.27	409.33	8.89
7.80	20.00	10.00	12.00	0.27	128.00	2.67	18.00	6.00	3.00	6.00	0.40	417.33	13.33
8.00	22.00	11.00	14.00	0.40	136.00	3.64	18.20	6.00	3.00	6.00	0.40	425.33	13.33
8.20	26.00	13.00	14.00	0.13	138.67	1.03	18.40	6.00	3.00	6.00	0.40	433.33	13.33
8.40	20.00	10.00	12.00	0.27	144.00	2.67	18.60	6.00	3.00	6.00	0.40	441.33	13.33
8.60	22.00	11.00	12.00	0.13	146.67	1.21	18.80	8.00	4.00	6.00	0.27	446.67	6.67
8.80	16.00	8.00	10.00	0.27	152.00	3.33	19.00	8.00	4.00	6.00	0.27	452.00	6.67
9.00	16.00	8.00	10.00	0.27	157.33	3.33	19.20	6.00	3.00	6.00	0.40	460.00	13.33
9.20	10.00	5.00	7.00	0.27	162.67	5.33	19.40	6.00	3.00	6.00	0.40	468.00	13.33
9.40	10.00	5.00	7.00	0.27	168.00	5.33	19.60	8.00	4.00	7.00	0.40	476.00	10.00
9.60	12.00	6.00	9.00	0.40	176.00	6.67	19.80	8.00	4.00	7.00	0.40	484.00	10.00
9.80	12.00	6.00	9.00	0.40	184.00	6.67	20.00	8.00	4.00	-7.00	0.40	492.00	10.00
10.00	14.00	7.00	9.00	0.27	189.33	3.81	To Page 2						

Gambar 3.3 Data Sondir Tanah Di Sekitar Lokasi Terjadinya Longsor

3.4. Perhitungan

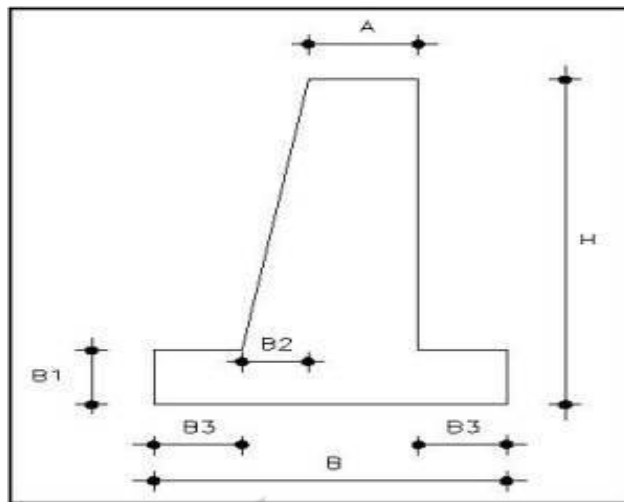
Perhitungan dimulai dengan menggunakan permodelan kondisi awal pada lokasi dengan Program *Plaxis 8.2 2D*. Kemudian permodelan dibuat sesuai data – data yang didapatkan sebelumnya. Lalu mencari hasil *Safety Factor* (SF), apakah kondisi awal tersebut sudah memenuhi angka *Safety Factor*(SF)>1.5. Jika sudah memenuhi angka SF maka perhitungan selesai, sedangkan ketika kondisi awal tanah belum memenuhi SF maka diperlukan perkuatan tanah agar dapat menahan beban yang bekerja dan memenuhi SF.

Cara melakukan perkuatan adalah dengan membangun Dinding Penahan Tanah (DPT). Untuk menentukan dimensi DPT, dilakukan dengan cara memasukan data tanah dan beban ke dalam program *Ms.Excel* yang telah dibuat rumus dan melakukan *Trial & Error* sehingga di dapatkan dimensi DPT yang sesuai untuk perkuatan tanah, yang kemudian dengan dimensi tersebut dimasukan kedalam program *Plaxis 8.2 2D*.

Setelah membuat permodelan dengan menggunakan Program *Plaxis 8.2 2D*, kemudian melakukan perhitungan dengan menggunakan Program *Plaxis 8.22D*, maka angka SF bertambah sehingga DPT menjadi aman. Selain menggunakan Program *Plaxis 8.2 2D*, dilakukan juga perhitungan manual dengan Rumus Mohr Coulomb sebagai pembanding hasil yang keluar.

Selain menggunakan Program *Ms. Excel* untuk menentukan dimensi DPT dapat juga menggunakan rumus pendekatan sebagai berikut:

Berikut rumus pendekatan untuk menentukan dimensi DPT:



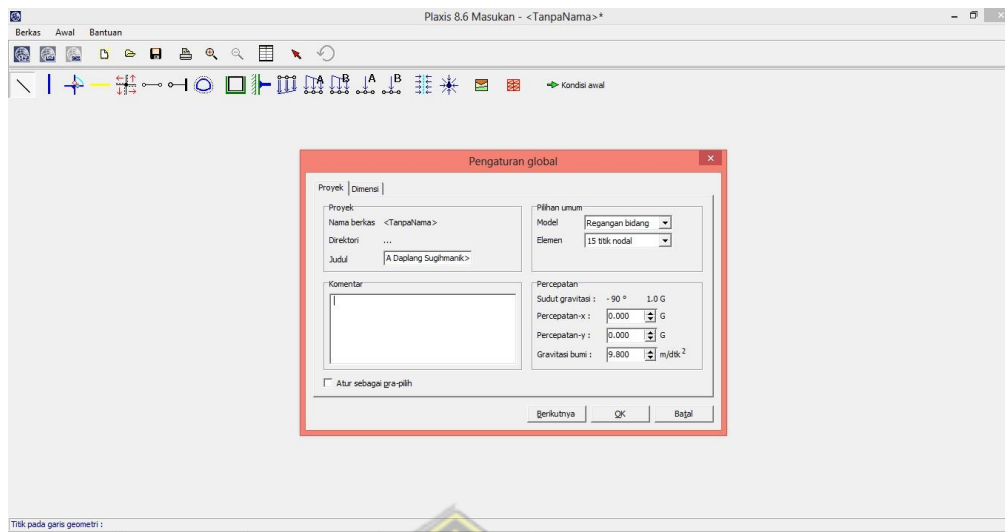
Gambar 3.4. Rumus Pendekatan Dimensi DPT

- Lebar atas (A) = H (tinggi dinding) dibagi 12 dan minimal lebar atas adalah 25cm
- Lebar dasar (B) = (0,47 s.d 0,7) dikalikan H
- Tebal kaki dan Tumit (B1) = (1/8 s.d 1/6) dikalikan H
- Lebar kaki dan Tumit (B3) = (0,5 s.d 1) dikalikan H

3.5. Tahapan Analisis Stabilitas dengan Plaxis 8.6 2D

3.5.1. Input Data Primer

Langkah Pertama yaitu membuat desain permodelan sesuai kondisi real lapangan dengan cara menentukan nama projek dengan pilih *new project* pada *create/open project*. Lalu pilih <OK>, kemudian akan muncul jendela *general settings*. Setelah itu atur batasan koordinat x,y lereng sesuai keadaan asli. Jendela General Settings dapat dilihat pada **Gambar 3.5** dan Gambar 3.6.

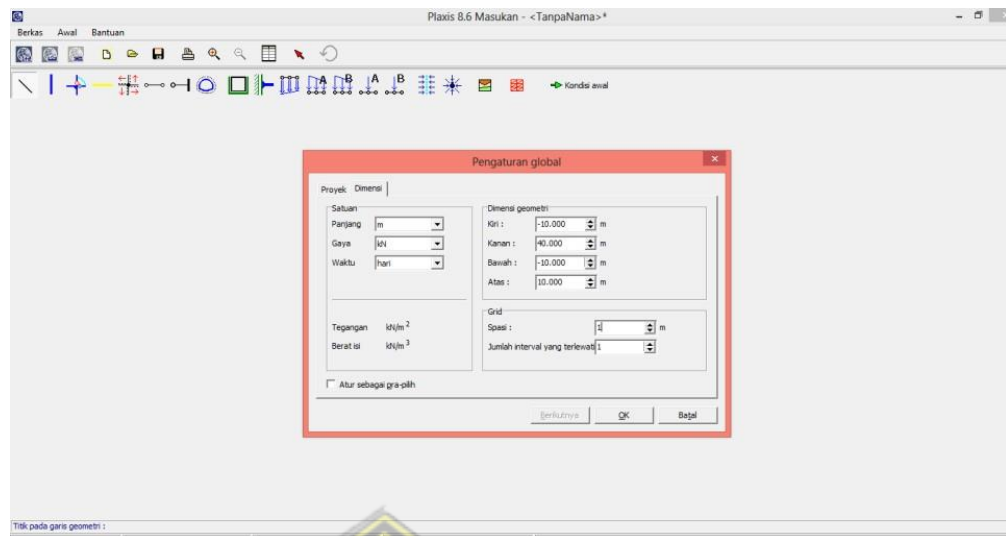


Gambar 3.5 General Settings-Tab Project

Kemudian melakukan *Input* data pada tampilan
General Settings tab

Dimension seperti terlihat pada Gambar 3.6.





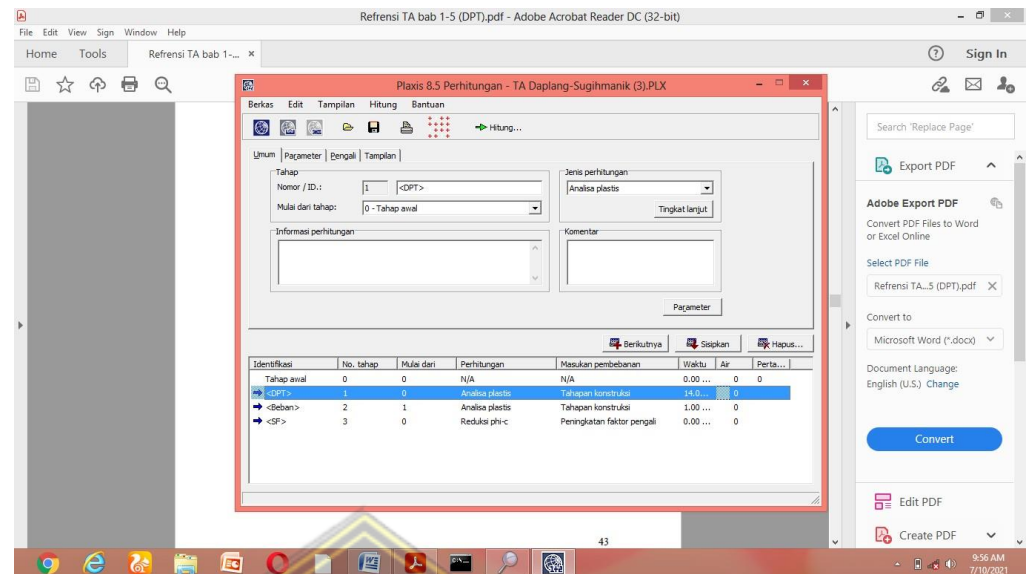
Gambar 3.6 General Settings-Tab Dimension.

Setelah membuat lembar kerja baru dan menginput pada tab *Dimension* langkahselanjutnya adalah

- Membuat desain geometri 2 dimensi Dinding Penahan Tanah yang longsor
- Menentukan kondisi batas (Standart fixities)
- Memasukan sifat-sifat material pada menu material *sets*.
- Melakukan penyusunan jaringan elemen (Generated mesh)
- Menentukan Initial condition dan initial pore pressures untuk menentukankondisi muka air tanah (MAT) dan *KO Procedure*.
- Menentukan *Generate water pressure* kondisi *phreatic level*.
- Menentukan *Closed consolidation boundary*.

3.5.2. Plaxis Calculation

Plaxis Calculation Program digunakan setelah tahap *Input* pada pekerjaan DPT yang akan dianalisis telah selesai. Setelah memilih *toolbar calculate* pada akhir Input program kemudian akan muncul tampilan seperti padaGambar 3.5.2.1



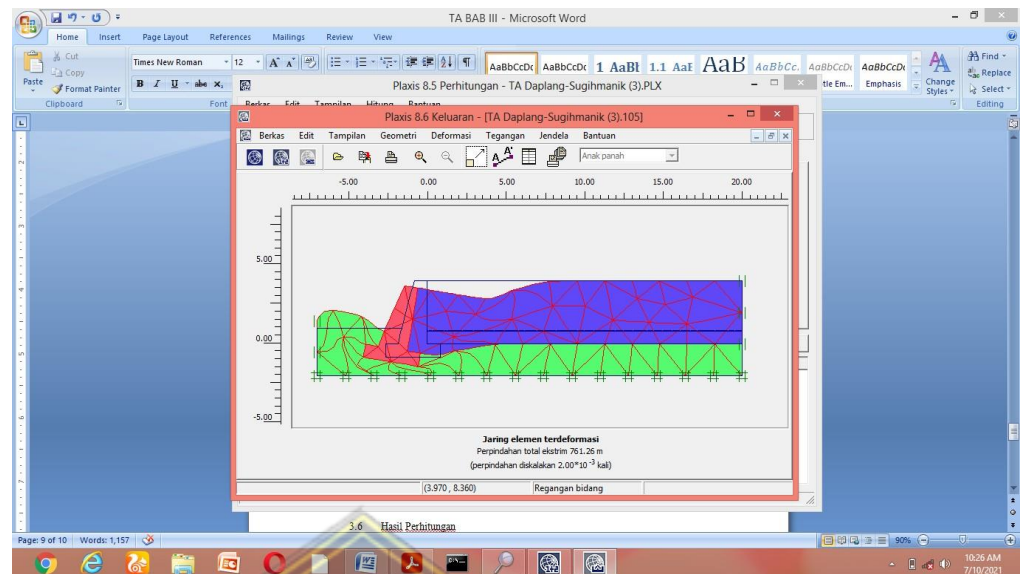
Gambar 3.7 Plaxis Calculation

Langkah untuk menentukan Safety factor pada DPT yang dianalisis dilakukan input terhadap tahap calculation sebagai berikut :

- Pilih Phi/c Reduction pada calculation type. Kemudian pilih incremental multipliers pada loading input lalu klik calculate.
- Pilih titik nodal untuk penggambaran kurva beban perpindahan maupun penggambaran lintasan tegangan.

3.5.3. Plaxis Output

Plaxis Output dapat dibuka kembali dengan mengklik toolbar *Plaxis output* atau dari *start menu*. *Toolbar calculation program* dapat juga dipakai untuk masuk ke *output program* ,jika *input* telah selesai dan telah memilih titik yang akan ditinjau, kemudian akan muncul tampilan seperti pada Gambar 3.5.3.1



Gambar 3.8 Tampilan Plaxis Output Program

Selain dapat melihat tegangan yang terjadi dalam tanah, output program dapat digunakan untuk melihat gaya-gaya yang bekerja pada objek structural. Untuk menampilkan hasil yang diperoleh dari hasil analisis ini adalah sebagai berikut:

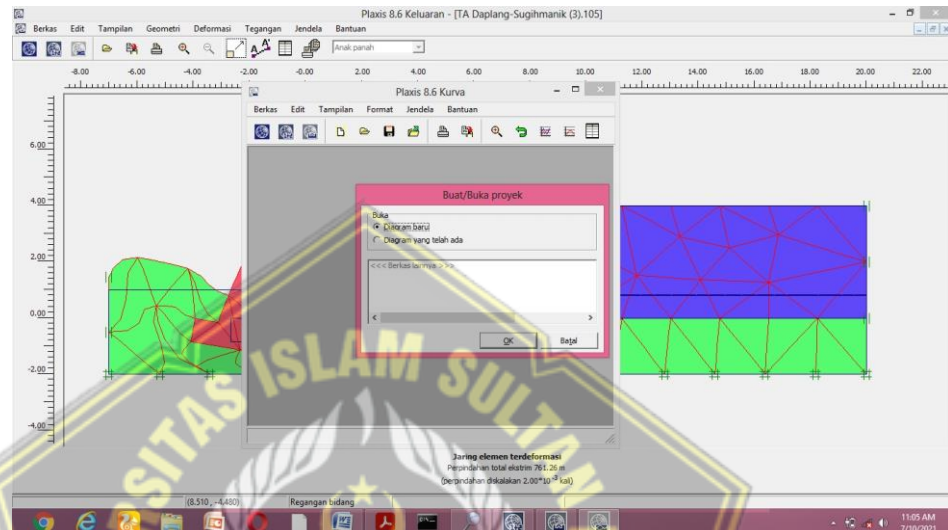
- Pilih menu peningkatan total dari menu deformasi. Tampilan akan menunjukkan peningkatan dari seluruh titik nodal dalam bentuk anakpanah. Panjang dari anak panah menunjukkan nilai relatifnya.
- Pilih tegangan efektif dari menu tegangan. Tampilan akan menunjukkan besar dari tegangan-tegangan utama efektif.

3.5.4. Plaxis Curves

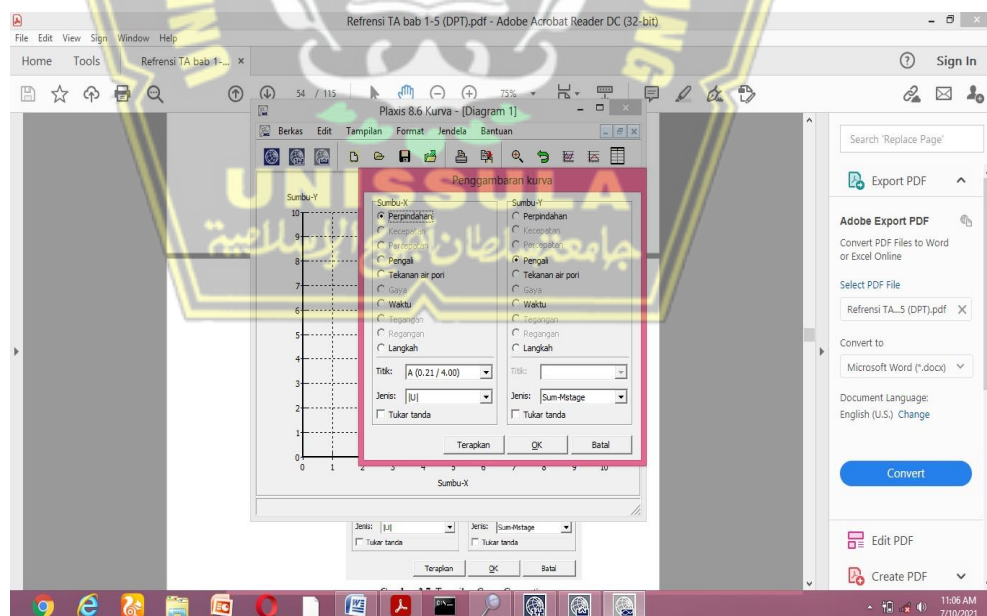
Plaxis curves program dapat juga digunakan untuk menggambar kurva hubungan beban atau waktu terhadap *displacement*, diagram tegangan-tegangan dari lokasi yang sebelumnya dipilih pada *calculation program (select point for curve)*. Pemilihan point ini dibatasi oleh 10 buah nodal dan 10 buah untuk *stress point*. Berikut ini merupakan tahapan untuk

menampilkan curva pada program Plaxis baik baru maupun kurva yang telah dibuat:

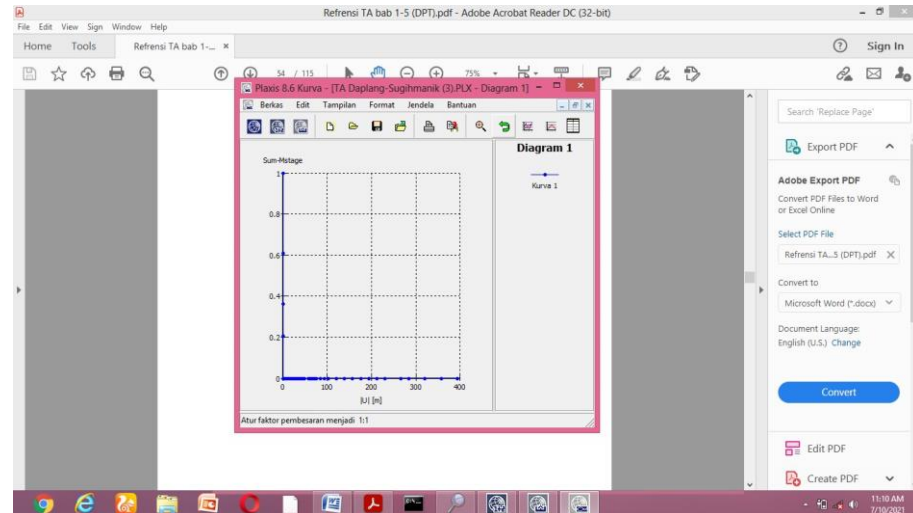
- Memilih tampilan kurva yang akan ditampilkan pada *Create/Openproject*, jika kurva belum dibuat maka pilih *New chart*.



Gambar 3.9 Tampilan Open Project pada Curve Program



Gambar 3.10 Tampilan Curve Generation



Gambar 3.11 Tampilan Plaxis Curve Output Program

3.5.5. Hasil Perhitungan

Setelah permodelan pada Program *Plaxis 8.2 2D* selesai dilakukan perhitungan maka akan didapatkan hasil sebagai berikut : *Deformed Mesh*, *Total Displacement*, *Horinzontal Displacement*, *Vertical Displacement*, *Effective Stresses*, *Active Pore Pressure* dan mencari *Safety Factor (SF)* atau factor keamanan Dinding Penahan Tanah (DPT) . Kemudian untuk perhitungan manual menggunakan rumus Mohr Coulomb akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Faktor terhadap penggeseran , factor terhadap penggulingan dan kapasitas dayadukung tanah .

3.5.6. Pembahasan

Membuat pembahasan sesuai dengan proses dengan pengolahan data dan hasil proses yang didapatkan dengan penjelasan secara singkat dan dapat menggambarkan jelas hasil analisis

BAB IV

HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Sumber Masalah

4.1.1. Penyebab Terjadinya Longsor



Gambar 4. 1. Lokasi DPT yang longsor

Mengingat betapa penting nya fungsi dinding penahan tanah (DPT) di sepanjang Jalan tersebut tentu desain perencanaan serta pemilihan kualitas dan kuantitas bahan material yang digunakan harus memenuhi kebutuhan konstruksi dilapangan dan pengerjaan pun harus sesuai dengan perencanaan yang berlaku, agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Namun factor alam dan kondisi lingkungan sekitar juga berpengaruh pada DPT tersebut.

Penyebab terjadinya longsor pada dinding penahan tanah (DPT) yang terjadi di Jl.Daplang-Sugihmanik selain karena factor alam seperti Curah hujan yang tinggi, daya dukung tanah yang rendah, ataupun kualitas material yang digunakan tidak sesuai dengan kontrak kerja dsb. Tentu ada factor lain yang menyebabkan terjadinya longsor di sepanjang gambar tersebut:

1. Dimensi Dinding Penahan Tanah yang Terlalu Kecil

Pada konstruksi DPT yang lama menggunakan jenis *gravity wall* atau dengan bahan material pasangan batu kali dan concrete, namun untuk ketinggian 5 m dan dimensi ketebalan

40cm tentu Dinding Penahan tanah tidak kuat menahan beban yang ditumpunya seperti truk 3 as, berat tanah itu sendiri dan berat muka air tanah sehingga menjadi salah satu penyebab terjadinya keruntuhan pada DPT tersebut

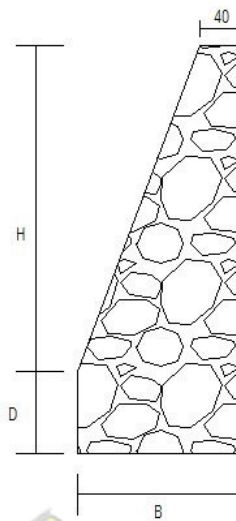
2. Posisi Tikungan Setelah Jembatan Besi yang Terlalu Dekat sehingga Menimbulkan Daya Kejut yang Tinggi Pada DPT tersebut.

Dikarena posisi Dinding Penahan Tanah yang runtuh terletak ditikungan yang mempertemukan antara jembatan besi dengan jalan aspal yang tentu memiliki elevasi yang berbeda pula, perbedaan elevasi inilah yang menimbulkan daya kejut kepada DPT, sehingga menyebabkan DPT runtuh tidak kuat menahan beban kejut tersebut, ditambah dimensi DPT yang kurang lebar. Dengan kondisi lapangan seperti pada Gambar 4.2



Gambar 4.2. Kondisi Lapangan Tampak Atas

Di bawah ini adalah bentuk permodelan Dinding Penahan Tanah Sebelum Penanganan



Gambar 4.3. Permodelan DPT Sebelum Penanganan

4.1.2. Data Tanah Pada Lokasi Terjadinya Longsor

Data tanah yang diperoleh adalah data tanah hasil uji lab yang dilakukan oleh Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dengan menggunakan metode yang sudah ditentukan. Dan ada beberapa data yang kita dapatkan dengan mengadopsi dari sumber uji lab yang berbeda seperti data Eref & V dengan pertimbangan klasifikasi jenis dan karakter tanah yang sama ,kemudian memiliki kohesi serta spesifikasi data yang sama sehingga menjadi acuan kita untuk menggunakan data tersebut. Berikut merupakan data tanah pada lokasi kejadian longsor :

1. Data Tanah 1 (lempung lunak)

- $\gamma_1 = 16 \text{ KN/m}^3$
- $\phi_1 = 25^\circ$
- $c_1 = 10 \text{ KN/m}^2$

2. Data Tanah 2 (lempung keras)

- $\gamma_2 = 19 \text{ KN/m}^3$
- $\phi_2 = 12^\circ$

- $c_2 = 18 \text{ KN/m}^2$

4.2 Parameter Desain

4.2.1. Parameter Tanah

Parameter tanah adalah ukuran atau acuan untuk mengetahui hasil suatu proses perubahan yang terjadi dalam tanah ,baik dari segi sifat fisik dan jenis tanah. Dengan mempelajari sifat-sifat tersebut ,Keputusan yang diambil dalam perancangan akan lebih ekonomis karena sifa-sifat tersebut maka penting dilakukan penyelidikan tanah (Soil Investigation) .

4.3 Tahap Analisis Dan Perhitungan

4.3.1. Analisis Perhitungan Kondisi Awal Tanah

➤ Input Data Pemodelan

A. Data Tanah

Data Tanah didapatkan dari table parameter didalam plaxis 8.6 2D Seperti berikut:

The screenshot shows the 'Mohr-Coulomb - <Tanah Asli>' dialog box in Plaxis 8.6 2D. The 'Identifikasi' field is set to '<Tanah Asli>', 'Model material' is 'Mohr-Coulomb', and 'Jenis material' is 'Mohr-Coulomb'. The 'Sifat umum' section shows 'gamma unsat' as 17.000 kN/m³ and 'gamma sat' as 19.000 kN/m³. The 'Permeabilitas' section shows 'kx' and 'ky' as 1.000E-04 m/hari. The 'Komentar' field is empty. The 'Tingkat lanjut...' button is visible at the bottom right.

Mohr-Coulomb - <Tanah Asli>

Umum Parameter Antarmuka

Kekakuan
 E_{ref} : 1.000E+04 kN/m²
 ν (nu) : 0.300

Alternatif
 G_{ref} : 3846.154 kN/m²
 E_{oed} : 1.346E+04 kN/m²

Kecepatan
 V_s : 47.090 m/dtk
 V_p : 88.090 m/dtk

Antarmuka
 c_{ref} : 18.000 kN/m²
 ϕ (phi) : 12.000°
 ψ (psi) : 0.000°

Tingkat lanjut...

SoilTest Berikutnya OK Batal

Gambar 4.4. Parameter Tanah Asli Dalam Plaxis 8.6 2D

1. Data Tanah 1 (Tanah Asli)

- γ_2 = 19 KN/m³
- ϕ_1 = 12°
- C_1 = 18 KN/m³

Mohr-Coulomb - <Tanah Urug>

Umum Parameter Antarmuka

Kumpulan material
 Identifikasi: <Tanah Urug>
 Model material: Mohr-Coulomb
 Jenis material: Tak terdrainase

Komentar

Permeabilitas
 k_x : 1.000E-04 m/hari
 k_y : 1.000E-04 m/hari

Antarmuka
 γ_{sat} : 14.000 kN/m³
 γ_{sat} : 16.000 kN/m³

Tingkat lanjut...

SoilTest Berikutnya OK Batal

Mohr-Coulomb - <Tanah Urug>

Umum Parameter Antarmuka

Kekakuan
 E_{ref} : 1.000E+04 kN/m²
 ν (nu) : 0.300

Alternatif
 G_{ref} : 3846.154 kN/m²
 E_{oed} : 1.346E+04 kN/m²

Kecepatan
 V_s : 51.890 m/dtk
 V_p : 97.070 m/dtk

Antarmuka
 c_{ref} : 10.000 kN/m²
 ϕ (phi) : 25.000°
 ψ (psi) : 0.000°

Tingkat lanjut...

SoilTest Berikutnya OK Batal

Gambar 4.5. Data Tanah Asli Dalam Plaxis 8.6 2D

2. Data Tanah 2 (Tanah Urug)

- $\gamma_2 = 16 \text{ KN/m}^3$
- $\phi_2 = 25^\circ$
- $c_2 = 10 \text{ KN/m}^3$

B. Data Beban

Beban-beban yang bekerja dilokasi longsor adalah beban kendaraan (truk 3as) dan beban tanah itu sendiri.

❖ Beban trek 3 as yang menurut jasa marga mempunyai berat kosong 2,3 ton dengan berat maksimal muatan sebesar 21 ton, Maka didapat angka sebagai berikut:

$$2,3 \text{ ton} + 15 \text{ ton} = 17,3 \text{ ton} \rightarrow 17,3 \text{ ton} \longrightarrow (\text{untuk 1 truk})$$

Selanjutnya konversi ton ke kn:

$17,3 \text{ ton} = 169,66 \text{ kn}$ kemudian kita bagi dimensi kendaraan dengan panjang = 9,6 m, lebar = 2,4 m = $23,04 \text{ m}^2$

Maka didapatkan $\frac{169,66 \text{ KN}}{23,04 \text{ m}^2} = 7,37 \text{ KN/m}^2$,diasumsikan untuk 2 buah kendaraan truk, didapatkan angka 7,37 KN/m^2 dikalikan 2 = $14,74 \text{ KN/m}^2$ 15 KN/m^2

❖ Sedangkan beban tanah tersebut diasumsikan seberat Didapatkan 15 KN/m^3

1. Beban Kendaraan = 15 KN/m^2

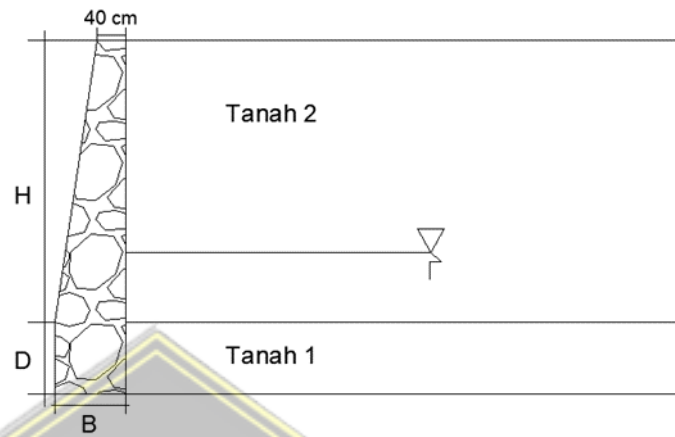
2. Beban tanah tersebut = 15 KN/m^2

Jadi berat total yang berada diatas tanah tersebut yaitu 30 KN/m^2

C. $\gamma_{air} = 10 \text{ KN/m}^3$

D. Dimensi Permodelan

Dimensi Permodelan kondisi awal didapatkan dari pengukuran dilapangan.

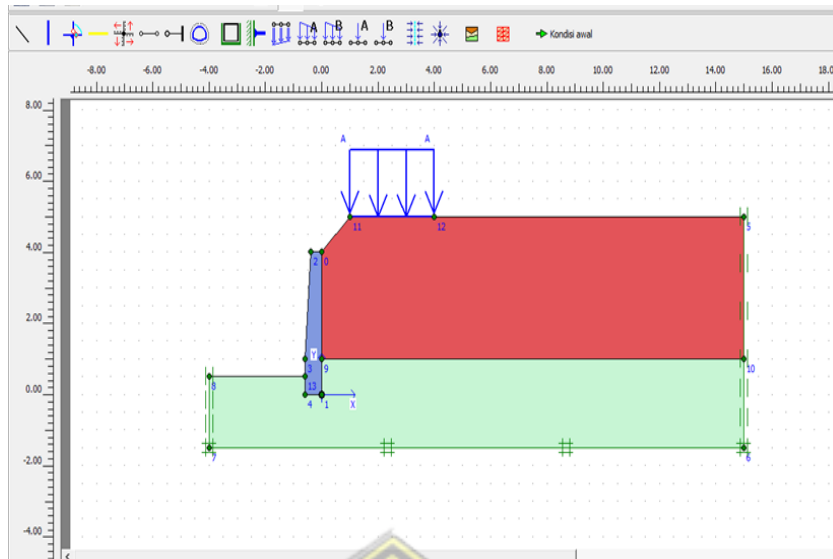


Gambar 4.6. Dimensi Kondisi Tanah Awal

Setelah semua data didapatkan dan permodelan awal telah ditentukan. Selanjutnya adalah memasukan semua data tersebut kedalam aplikasi Plaxis 8.6 2D.

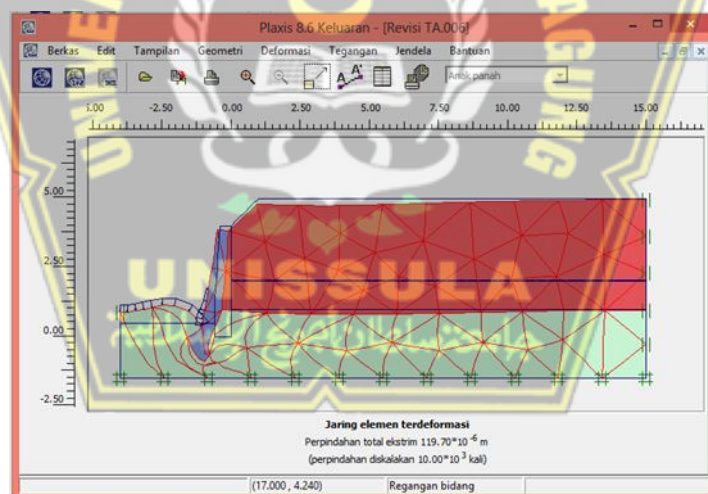
4.3.2. Perhitungan Sebelum Penanganan Menggunakan Program Plaxis 8.6 2D

1. Desain Geometri sebelum redesign / desain DPT asli pada lapangan dengan menggunakan plaxis 8.6 2D



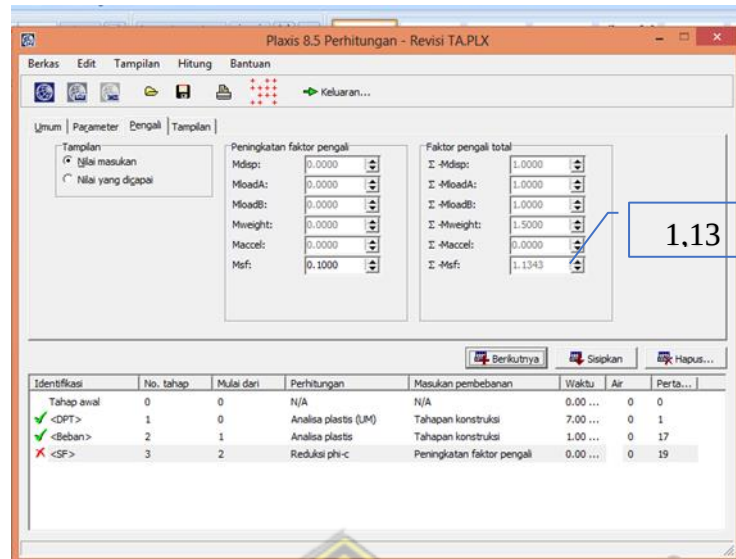
Gambar 4.7. Design Geometri Sebelum Penanganan

2. Hasil gambar perhitungan DPT asli sebelum perbaikan



Gambar 4.8. Hasil Perhitungan DPT Awal

3. Hasil Safety Factor DPT sebelum perbaikan memiliki $SF < 1,5$, yaitu memiliki SF 1,13 yang berarti dinding penahan tanah tersebut tidak aman dan mengakibatkan longsohnya DPT tersebut.



Gambar 4.9. Hasil SF DPT Awal

Hasil Safety Factor permodelan sebelum penanganan adalah 1,13

4.3.3. Analisis Permodelan Setelah Penanganan Menggunakan Program Plaxis 8.6 2D

- Input Data Permodelan Kondisi Tanah Setelah Penanganan Menggunakan Program Plaxis 8.6 2D

A. Data Tanah

1. Data Tanah 1 (tanah asli)

- $\gamma_1 = 19 \text{ KN/m}^3$
- $\phi_1 = 12^\circ$
- $c_1 = 18 \text{ KN/m}^3$

2. Data Tanah 2 (tanah urug)

- $\gamma_2 = 16 \text{ KN/m}^3$
- $\phi_2 = 25^\circ$

- $c_2 = 10 \text{ KN/m}^3$

B. Data Beban

Beban-beban yang bekerja dilokasi longsor adalah beban kendaraan (truk 3as) dan beban tanah itu sendiri

❖ Beban trek 3 as yang menurut jasa marga mempunyai berat kosong 2,3 ton dengan berat maksimal muatan sebesar 21 ton, Maka didapat angka sebagai berikut:

$$2,3 \text{ ton} + 15 \text{ ton} = 17,3 \text{ ton} \rightarrow 17,3 \text{ ton} \rightarrow (\text{untuk 1 truk})$$

Selanjutnya konversi ton ke kn:

$$17,3 \text{ ton} = 169,66 \text{ KN} \text{ kemudian kita bagi dimensi kendaraan dengan panjang} = 9,6 \text{ m, lebar} = 2,4 \text{ m} = 23,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka didapatkan } \frac{169,66 \text{ KN}}{23,04 \text{ m}^2} = 7,37 \text{ KN/m}^2, \text{ diasumsikan untuk 2 buah kendaraan truk, didapatkan angka } 7,37 \text{ KN/m}^2 \text{ dikalikan } 2 = 14,74 \text{ KN/m}^2 \rightarrow 15 \text{ kn/m}^2$$

❖ Sedangkan beban tanah tersebut diasumsikan seberat Didapatkan 15 KN/m^3

$$1. \text{ Beban Kendaraan} = 15 \text{ KN/m}^2$$

$$2. \text{ Beban tanah tersebut} = 15 \text{ KN/m}^2$$

Jadi berat total yang berada diatas tanah tersebut yaitu 30 KN/m^2

$$C. \gamma \text{ batu kali} = 22 \text{ KN/m}^3$$

$$D. \gamma \text{ air} = 10 \text{ KN/m}^3$$

$$E. \text{ Dimensi Permodelan DPT}$$

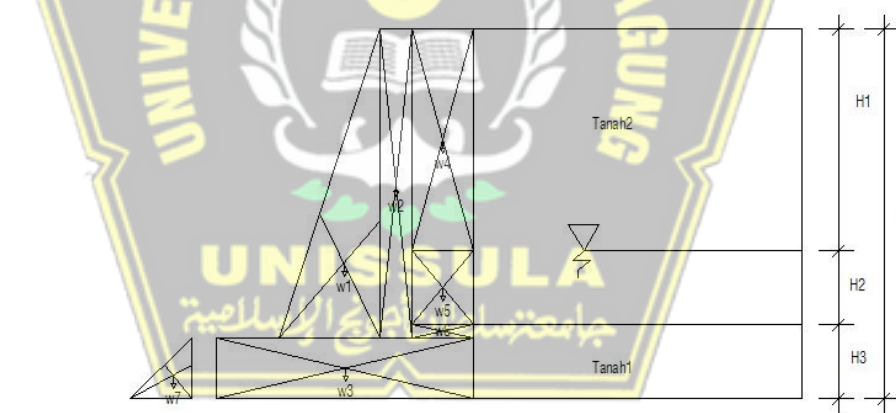
R11	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2												
3												
4	Data Dimensi DPT											
5	H1	3	m			H	5		q1	25		
6	H2	1	m						q2	12		
7	H3	1	m			H4	2					
8	Htotal	5	m						C1	10		
9									C2	18		
10						Tuas1	16					
11	B	3.5	m			Tuasat1	14					
12	D	0.83	m									
13	B1	0.83	m			Tuas2	19					
14	B2	0.42	m			Tuasat2	17					
15	B3	1.42	m									
16	B4	0.83	m			Tbasu	22					
17	Batas	0.42	m			G	30	kn/m				
18												
19	Berat Dinding Penahan Tanah dan Batu Kali diatasnya											
20	W1	1/2 x o x t x Y	62.33	kn/m3								
21												
22	w2	p x l x x Y	36.67									
23												
24	w3	p x l x x Y	64.17									
25												
26	w4	p x l x x Y	40.00									
27												
28	w5	P x l x (Y1-Yw)	5.00									
29												
30	W	q x l	25.00									
31												
32												
33												
34	x	Sheet1	Sheet2	Sheet3								
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												

73			
74	Tekanan Tanah Pasif (Pp)		
75			
76	Pp	$1/2 \times Kp \times Y1 \times (H4)^2$	78.0

The image shows two screenshots of an Excel spreadsheet used for trial and error calculations in a slope stability analysis. The top screenshot displays calculations for the Factor of Safety (FS) and various soil parameters. The bottom screenshot shows calculations for the stability of a slope with a circular failure surface, including the calculation of the safety factor (FS) and the location of the failure surface.

Gambar 4.10. Hasil Trial & Error dengan Ms Excel

Berdasarkan hasil Trial & Error dengan Ms Excel diatas maka didapat dimensi permodelan seperti berikut:

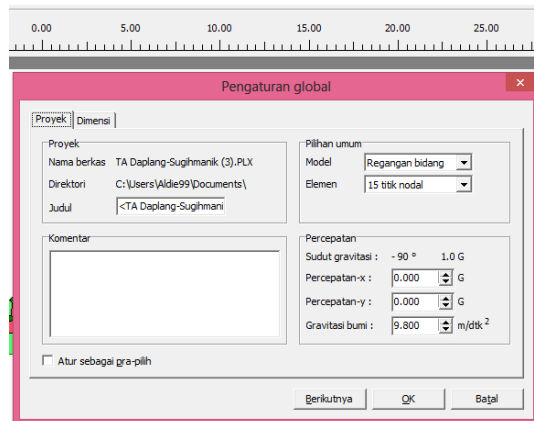


Gambar 4.11. Diagram Tekanan Tanah dan Arah Gaya Beban Pada DPT

- Langkah-Langkah analisis Kondisi Lereng Setelah Penanganan Dengan Program Plaxis 8.6 2D sebagai berikut:

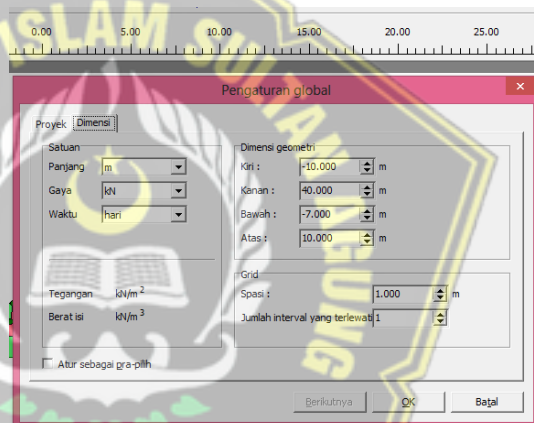
Klik dua kali pada ikon Plaxis 8.6 2D kemudian akan muncul tampilan seperti berikut:

1. Pilih *New Project*



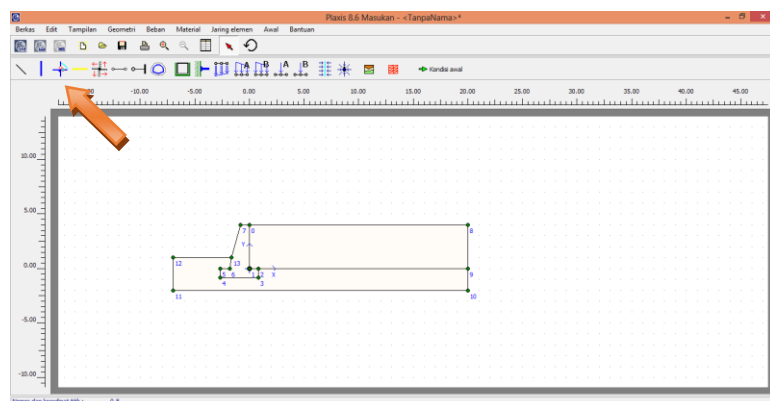
Gambar 4.12. Tampilan New Project

2. Kemudian Pilih *Dimension* untuk mengatur dimensi permodelan



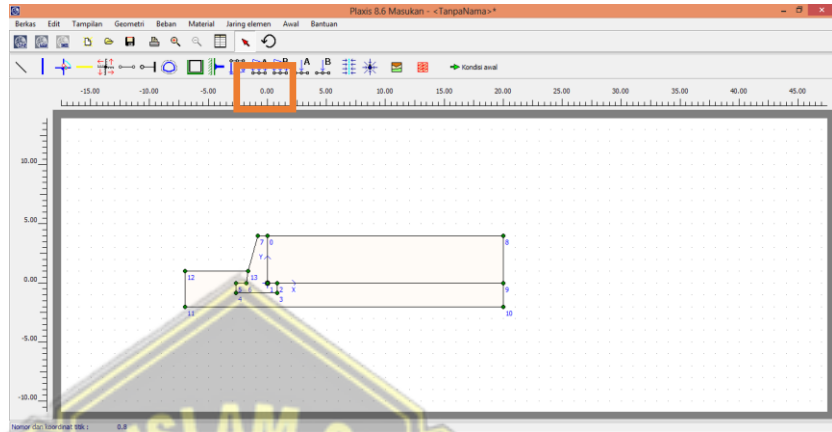
Gambar 4.13. Tampilan Diemension.

3. Kemudian gambar dan susun data lapisan tanah awal dengan cara *input* dan bentuk *geometri line* untuk membuat kondisi awal tanah yang digunakan untuk permodelan.



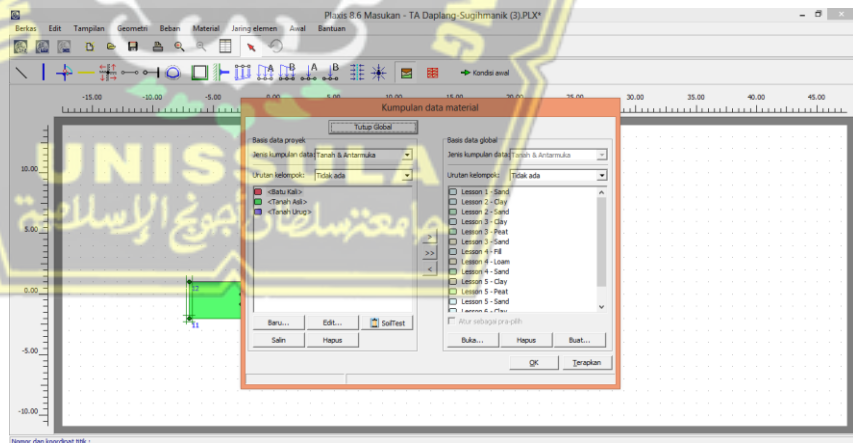
Gambar 4.14. Tampilan Geometri DPT Setelah Perhitungan

4. Setelah geometri terbentuk, selanjutnya *input material set* sesuai keadaan lapangan sesuai parameter yang terdapat dalam aplikasi.



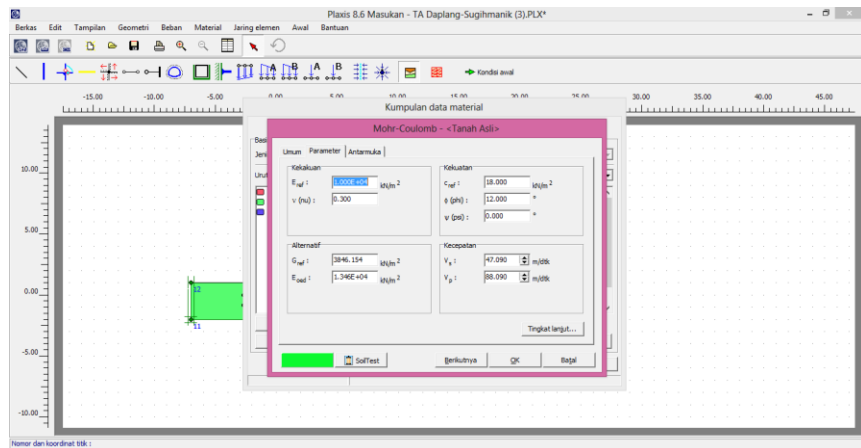
Gambar 4.15. Tampilan Input Material Set

5. Setelah itu masukan bahan material dengan mengambil data dari parameter yang digunakan dikolom *identification* kemudian OK.



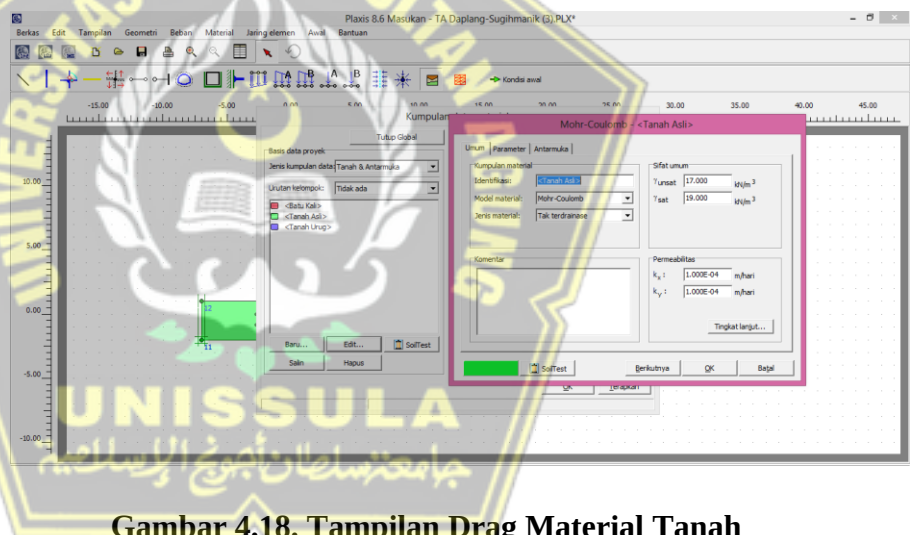
Gambar 4.16. Tampilan Input Global Material

6. Masukan parameter tanah yang akan digunakan pada kolom *Eref* untuk permodelan tanah asli



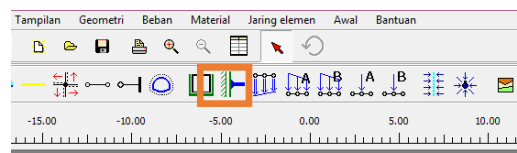
Gambar 4.17. Tampilan Input Parameter Tanah

7. Setelah menentukan material yang akan digunakan ,langkah selanjutnya yaitu Drag Material tanah yang sudah diinput ke lapisan tanah permodelan sebenarnya yang sudah dibuat.



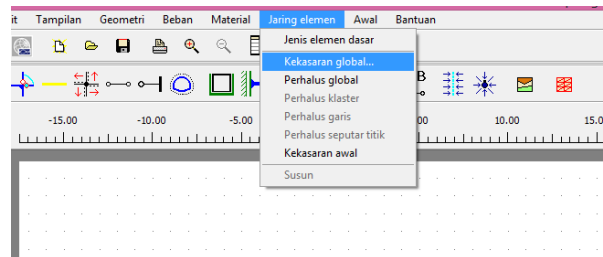
Gambar 4.18. Tampilan Drag Material Tanah

8. Kemudian klik perintah *Standart Fixities* bertujuan untuk membatasi gaya-gaya yang bekerja pada arah Sumbu X dan Sumbu Y yang terjadi seperti permodelan.



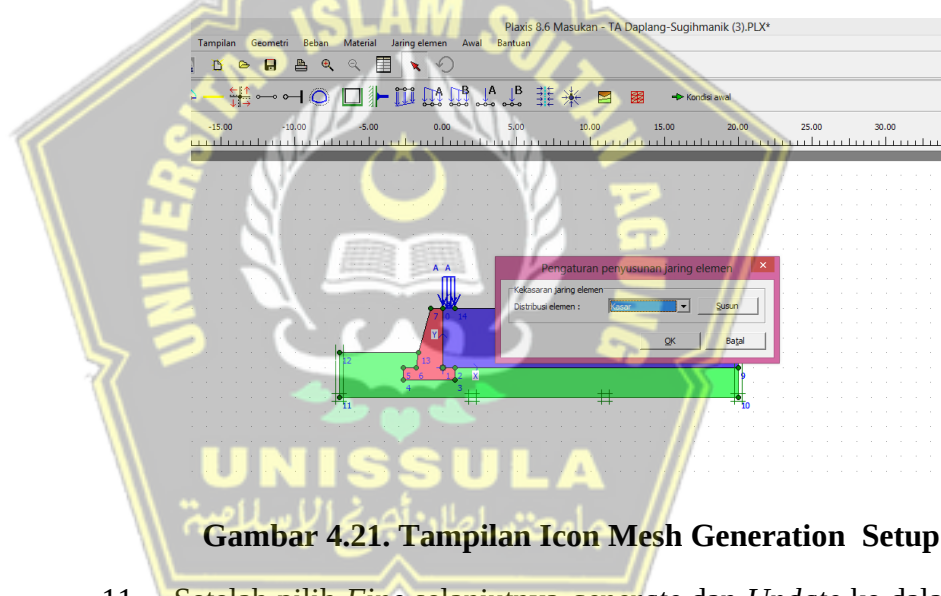
Gambar 4.19. Tampilan Icon Standrat Fixities

9. Klik *Mesh* untuk mengatur pembentukan jarring-jaring elemen ,pilih *Global coarseness*.



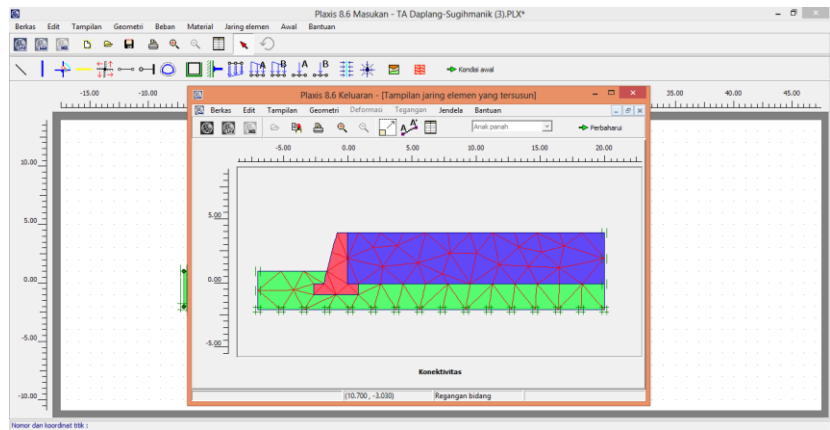
Gambar 4.20. Tampilan Icon Mesh

10. Pilih *Mesh Generation setup* , kemudian elemen distribution untuk mengatur pendistribusian elemen-elemen pada permodelan kemudian pilih *Fine*.



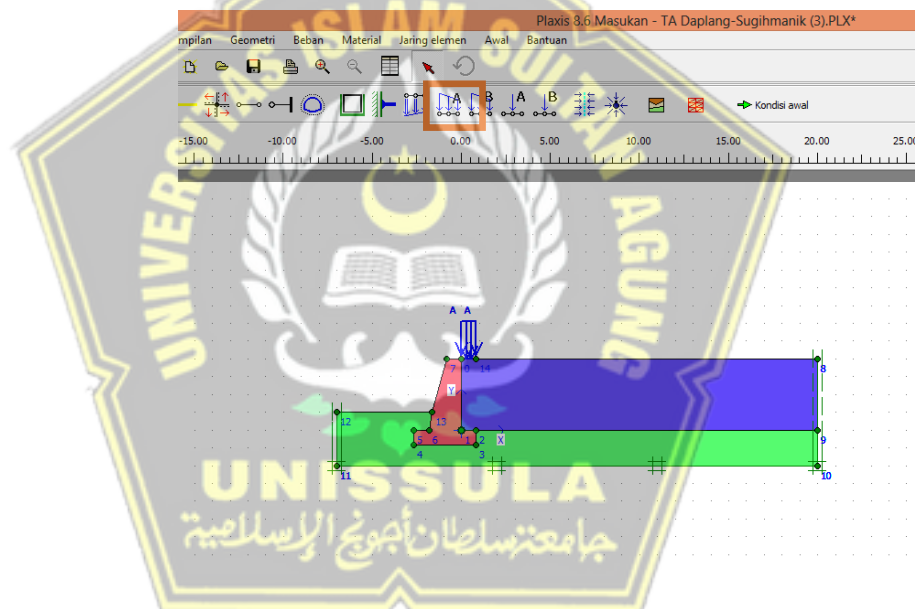
Gambar 4.21. Tampilan Icon Mesh Generation Setup

11. Setelah pilih *Fine* selanjutnya *generate* dan *Update* ke dalam permodelan 2D



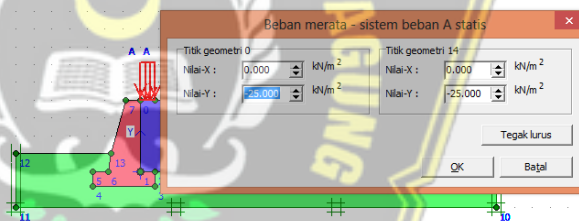
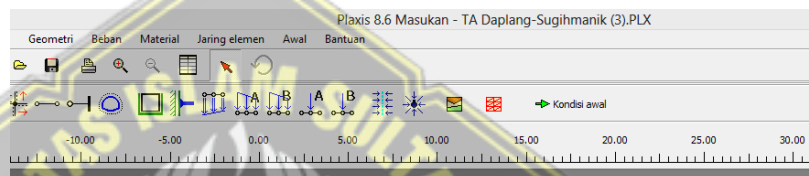
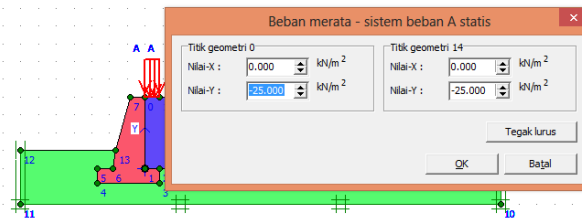
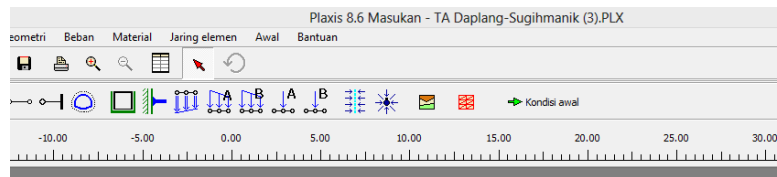
Gambar 4.22. Tampilan Setelah Mesh Generation Setup

12. Kemudian masukan *distribute load* yang bekerja apada permodelan



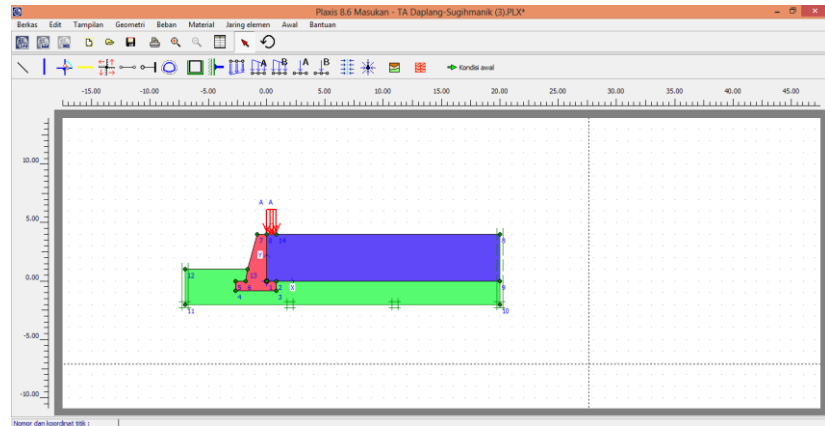
Gambar 4.23. Tampilan Icon Distribute Load

13. Input beban merata sesuai beban yang bekerja diatas tanah tersebut



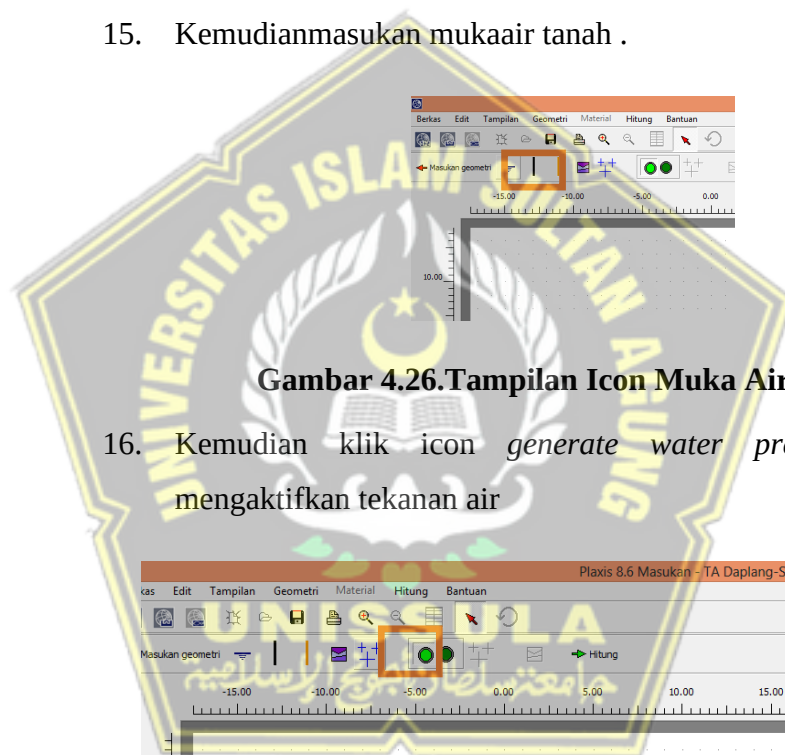
Gambar 4.24. Tampilan Input Distribute Load

14. Setelah dimasukkan pembebanan maka permodelan seperti gambar berikut



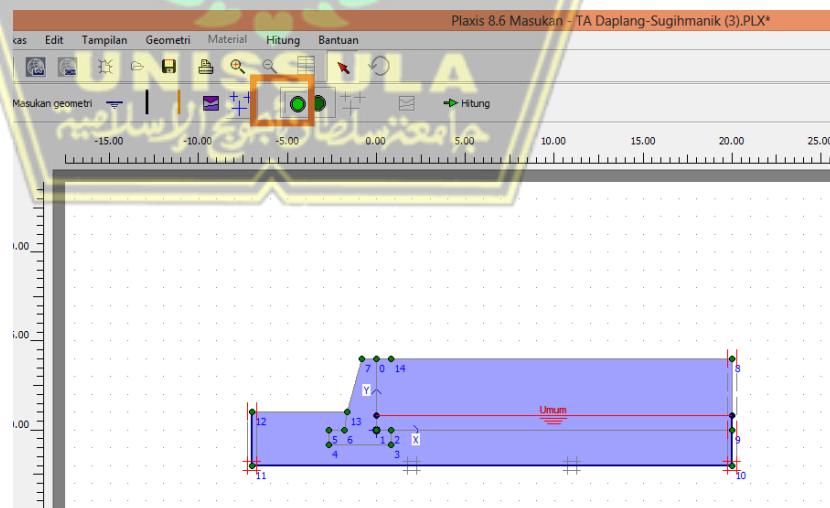
Gambar 4.25. Tampilan Setelah Input Distribute Load

15. Kemudian masukan muka air tanah .



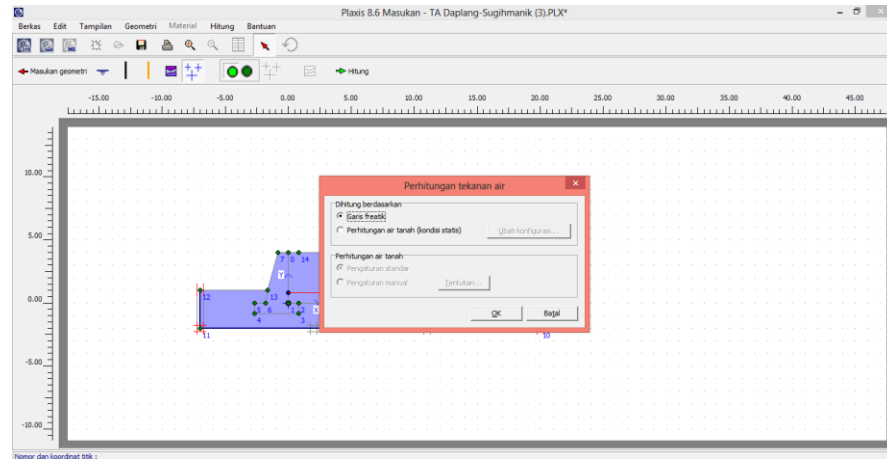
Gambar 4.26. Tampilan Icon Muka Air Tanah

16. Kemudian klik icon *generate water pressure* untuk mengaktifkan tekanan air



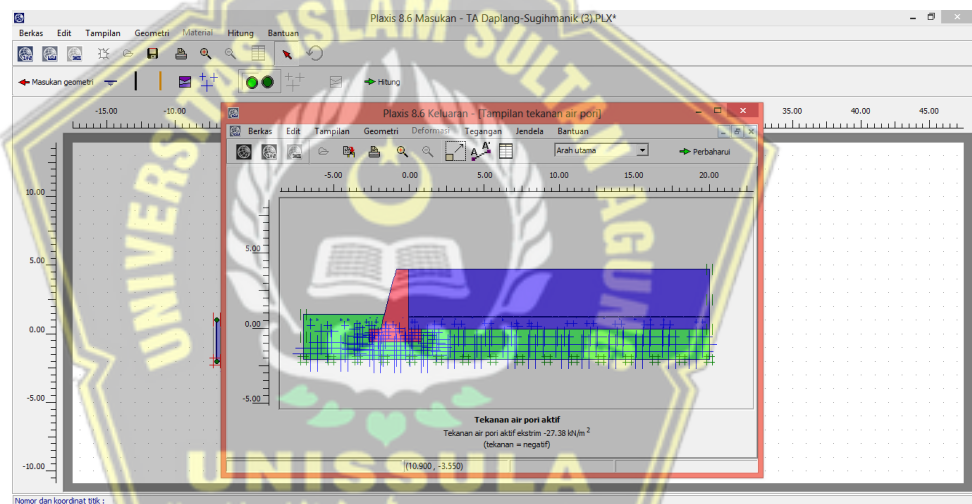
Gambar 4.27. Tampilan Setelah Icon Muka Air Tanah

17. Lalu klik OK pada tampilan berikut.



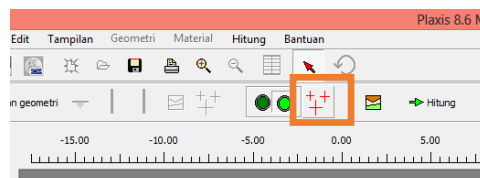
Gambar 4.28. Tampilan Pilihan Setelah Icon Muka Air Tanah

18. Setelah memasukkan data air tanah ,kemudian klik *Update*.



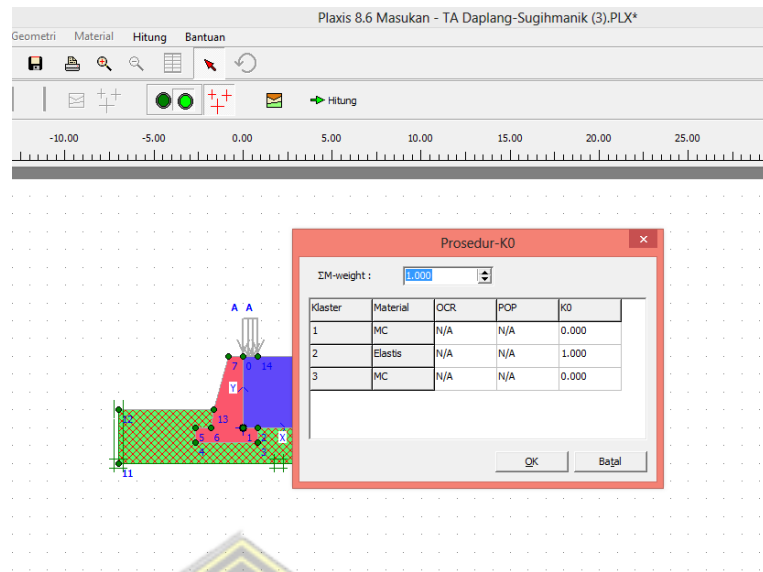
Gambar 4.29. Tampilan Update Muka Air Tanah

19. Setelah mengatur tekanan air,kemudian klik *generate initial stresses*,kemudian klik *calculate*.



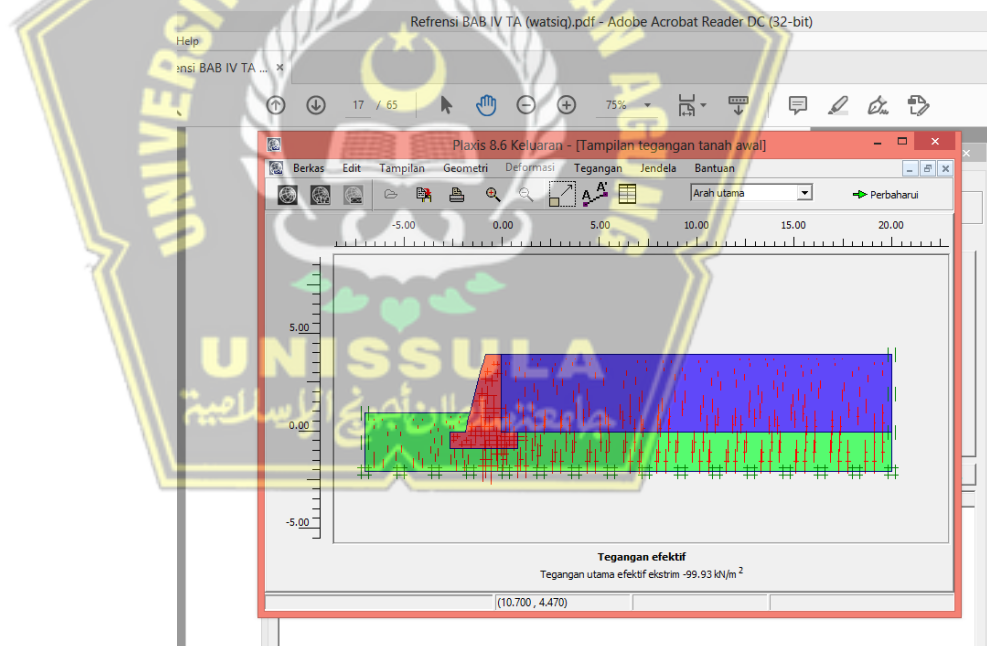
Gambar 4.30. Tampilan Generate Initial Stresses

20. Kemudian akan muncul seperti gambar berikut.



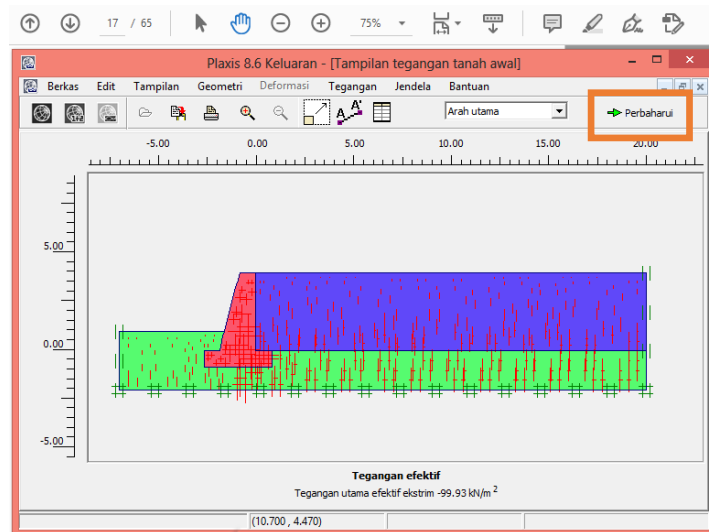
Gambar 4.31. Tampilan Setelah Generate Initial Stresses

21. Kemudian klik OK ,lalu akan muncul gambar seperti pada gambar.



Gambar 4.32. Tampilan Generate Initial Stresses

22. Klik Update untuk memulai langkah selanjutnya.

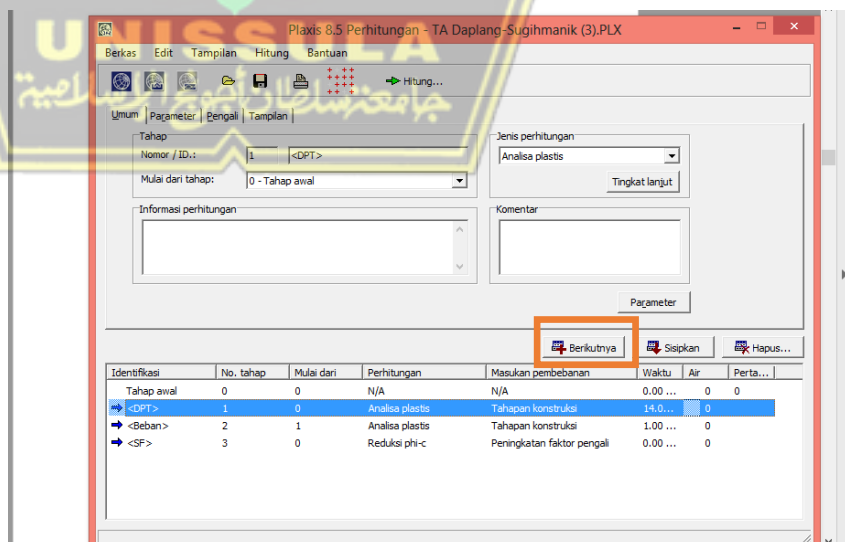


Gambar 4.33. Tampilan Update Generate Initial Stresses

4.3.4. Perhitungan Setelah Penanganan Menggunakan Program Plaxis 8.6 2D

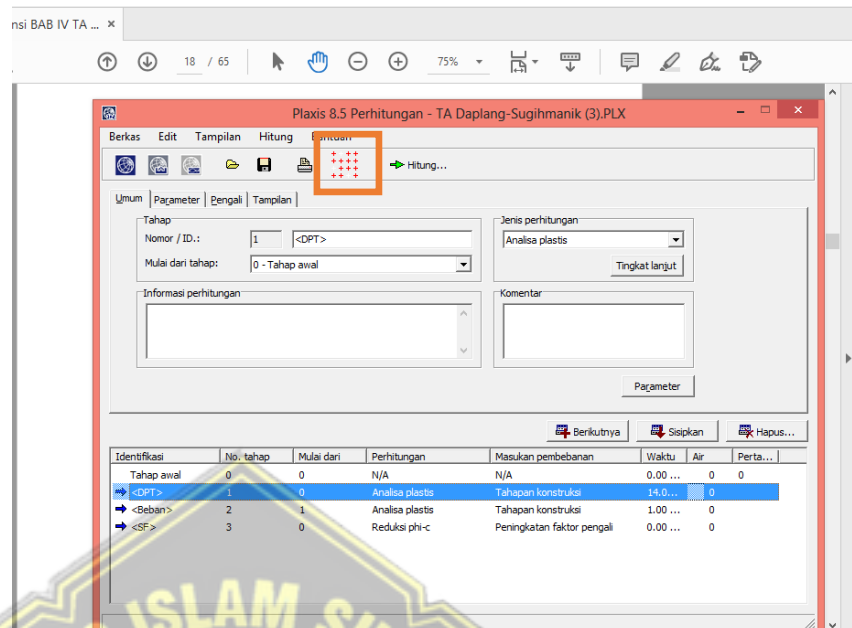
Tahapan final dari permodelan 2D adalah perhitungan berikut ini adalah langkah perhitungan pada plaxis 2D.

23. Setelah klik *calculate* pilih *next* kemudian akan muncul *phase 1*, berguna untuk mencari *deformasi* yang terjadi pada permodelan kemudian masukan parameter yang dibutuhkan.



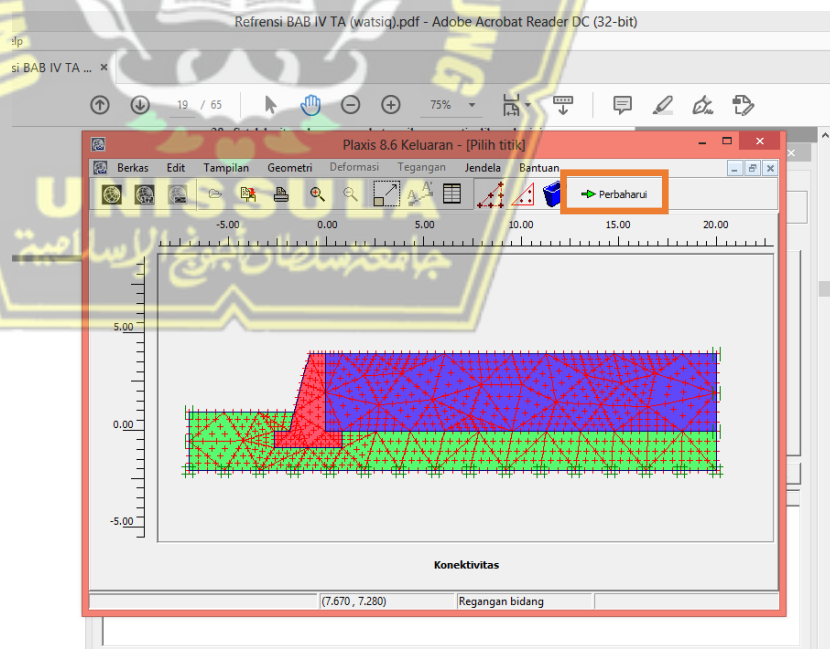
Gambar 4. 34Tampilan Setelah Update

24. Pilih *select point* berguna sebagai titik *control deformasi*.



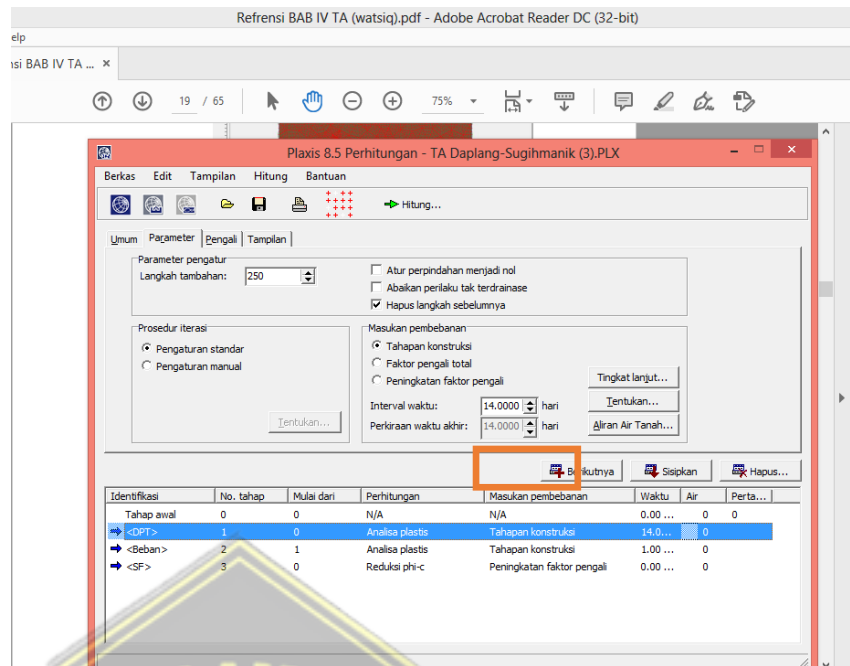
Gambar 4.35. Tampilan control deformasi.

25. Kemudian akan muncul gambar seperti dibawah ini, lalu klik *Update*.



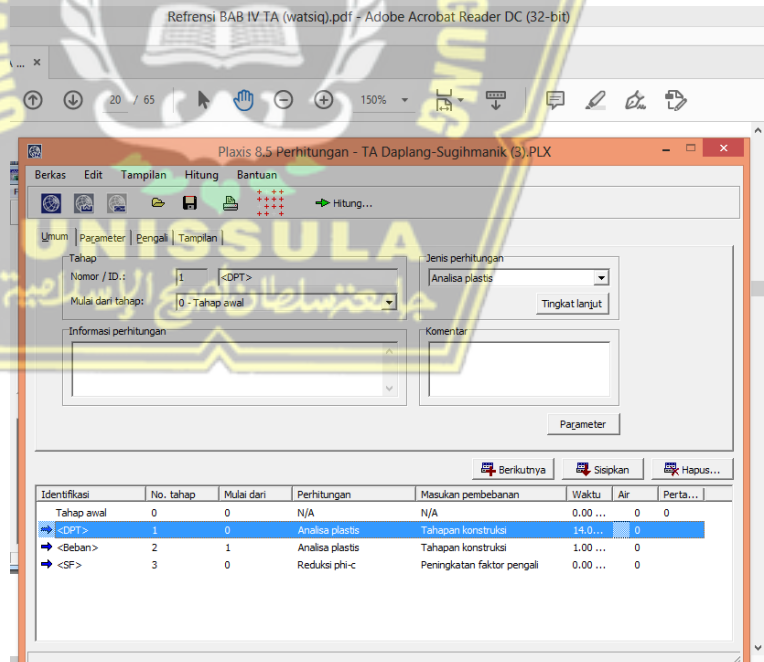
Gambar 4.36. Tampilan Update control deformasi.

26. Lalu masukan parameter (*time interval 7 day*) untuk memasukan interval waktu deformasi 1 hari, lalu klik *Define*.



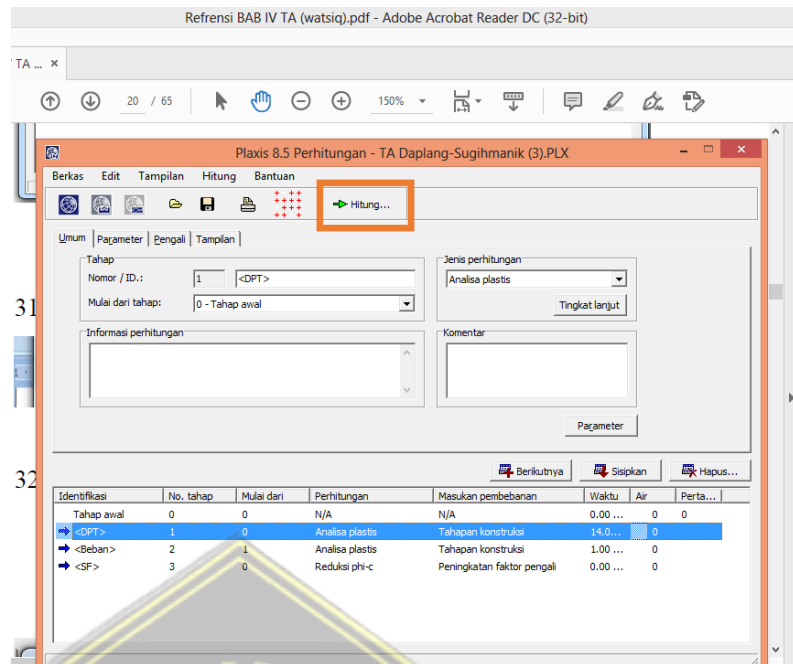
Gambar 4.37. Tampilan Input Parameter.

27. Kemudian akan muncul gambar seperti pada gambar di bawah, pertanda data sudah terinput.



Gambar 4.38. Tampilan Setelah Input Parameter.

28. Setelah itu klik *calculate* untuk memulai perhitungan.



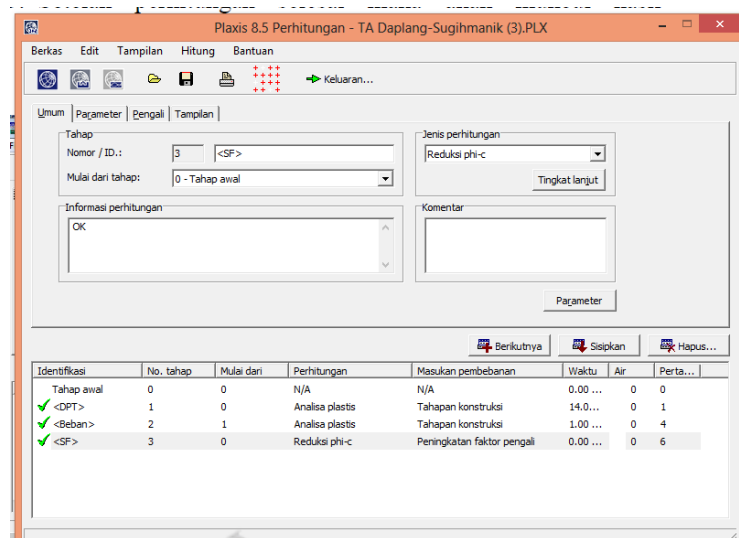
Gambar 4.39. Tampilan Calculate Setelah Input Parameter

29. Kemudian akan muncul tampilan sebagai berikut, bahwa perhitungan sedang berjalan tunggu beberapa saat, hingga selesai dan muncul angka angka keamanan.



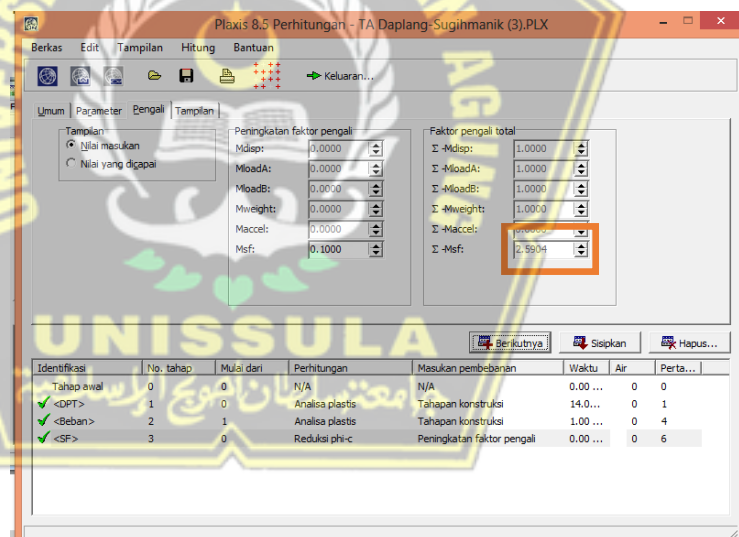
Gambar 4.40. Tampilan Setelah Perhitungan Input Parameter

30. Apabila setelah perhitungan muncul tanda centang pertanda bangunan aman, sebaliknya apabila muncul tanda cross maka bangunan gagal



Gambar 4.41. Tampilan Hasil Perhitungan Input Parameter

31. Klik *multipliers* untuk melihat *safety factor* pada bangunan DPT, angka tersebut harus lebih dari 1,5



Gambar 4.42. Tampilan Hasil Safety Factor

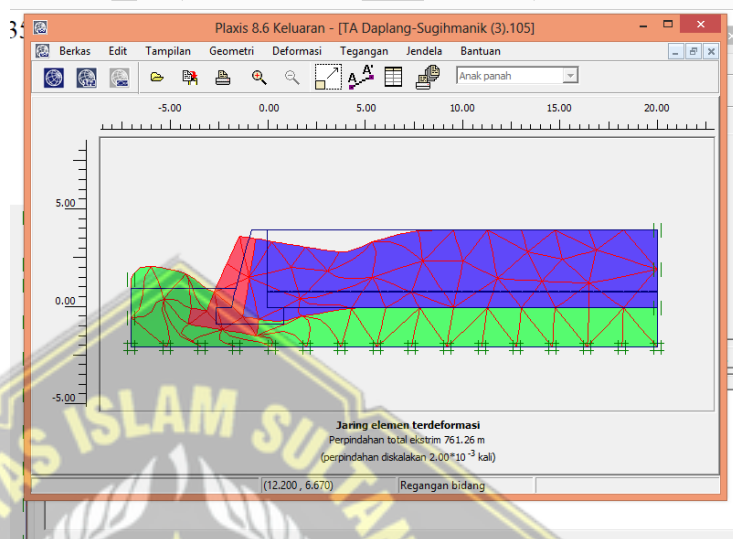
Hasil Safety Factor permodelan setelah penanganan adalah 2,59

32. Output Plaxis 2D

Setelah permodelan dan perhitungan selesai maka hasil output dari permodelan 2D didapatkan data sebagai berikut:

a. Deformed Mesh

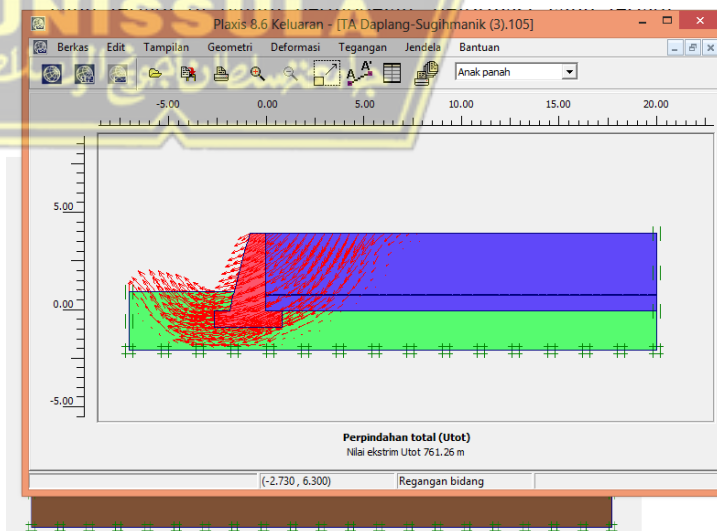
Yaitu untuk mengetahui besarnya deformasi yang terjadi didalam permodelan ,deformasi yang terjadi sebesar 761,26 m



Gambar 4.43. Tampilan Hasil Deformed Mesh

b. Total displacement

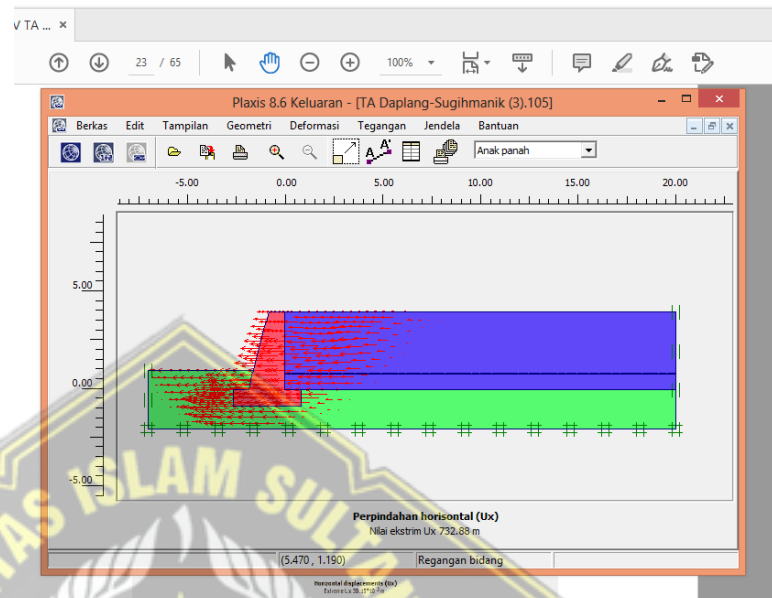
Yaitu untuk mengetahui penurunan total yang terjadi,didalam permodelan sebesar 761,26 m.



Gambar 4.44. Tampilan Hasil Total Displacement

c. Horizontal Displacement

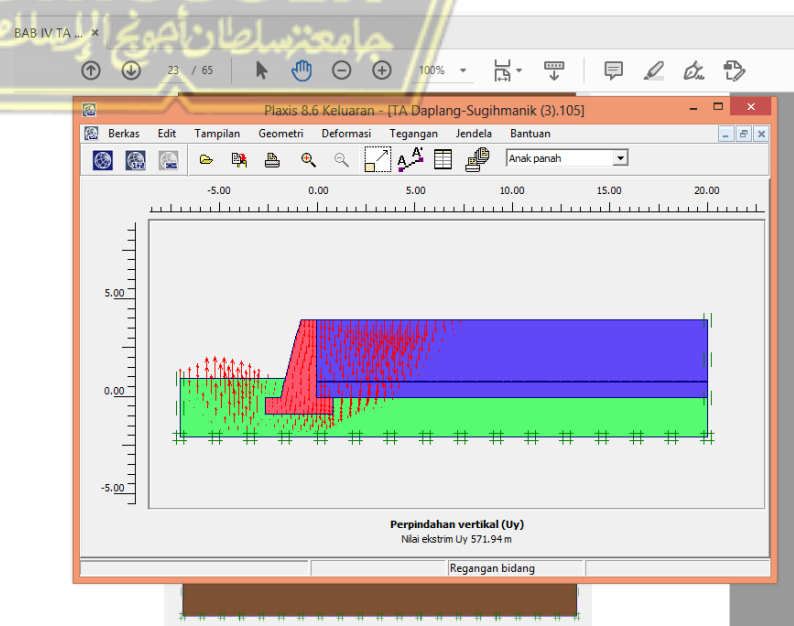
Untuk mengetahui penurunan horizontal yang terjadi didalam permodelan sebesar 732,88 m



Gambar 4.45. Tampilan Hasil Horizontal Displacement

d. Vertical Displacement

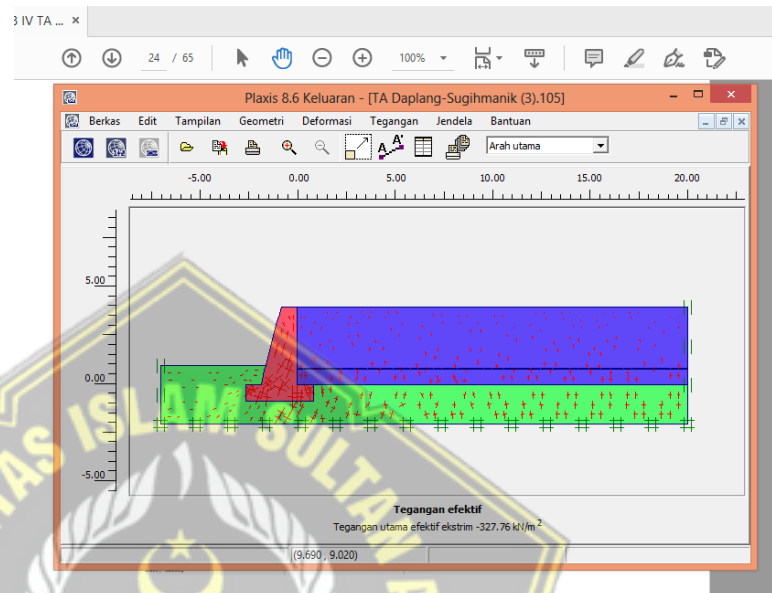
Yaitu untuk mengetahui besarnya penurunan yang terjadi didalam permodeln ini sebesar 571,94 m



Gambar 4.46. Tampilan Hasil Vertical Displacement

e. Effective Stresses

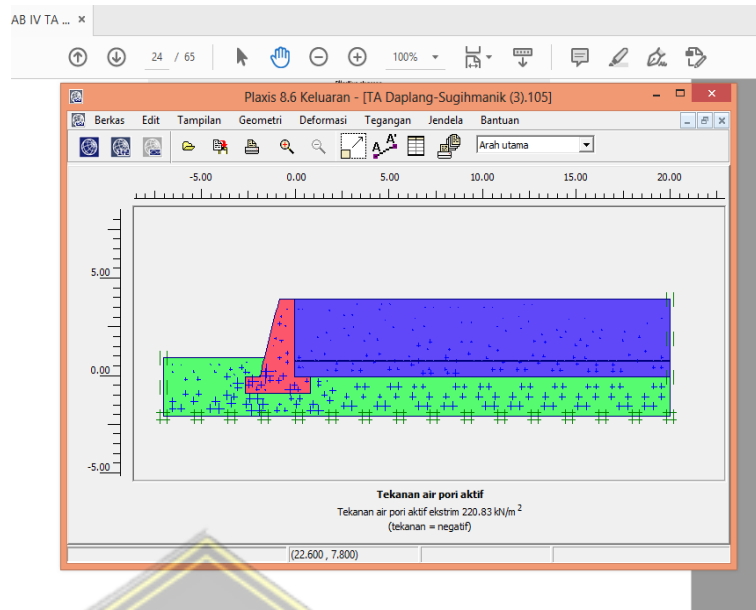
Yaitu untuk mengetahui tegangan efektif yang terjadi pada permodelan ini yaitu $-327,76 \text{ kN/m}^2$



Gambar 4.47. Tampilan Hasil Effective Stresses

f. Active Pore Pressure

Yaitu untuk mengetahui besarnya tekanan air pori, yang terjadi pada permodelan ini sebesar $220,83 \text{ kN/m}^2$.



Gambar 4.48. Tampilan Hasil Active Pore Pressure

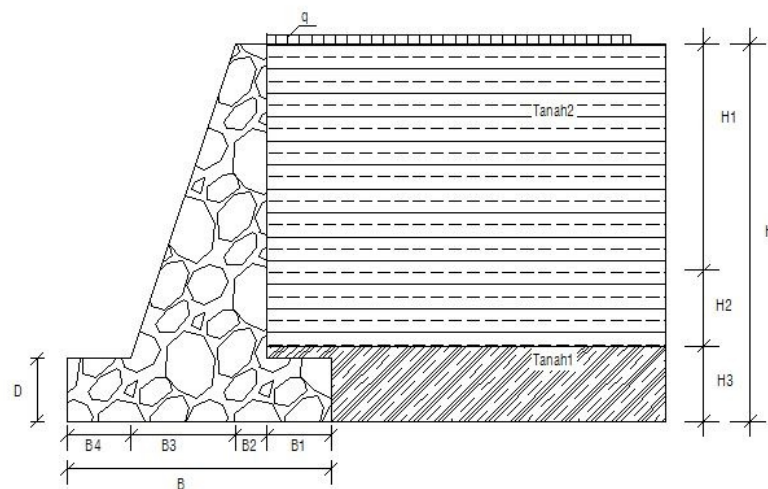
Berdasarkan hasil perhitungan dengan program Plaxis 2D dapat ditabelkan berdasarkan fase konstruksi seperti Table 4.6 dibawah

Tabel 4. 1. Hasil Perhitungan (Output) Permodelan Setelah penanganan Menggunakan Plaxis 2D

Deformed Mesh (m)	Total Disp. (m)	Horizontal Dis. (m)	Vertical Dis. (m)	Effective Stresses (KN/m ²)	Active Pore Press. (KN/m ²)
761,26	761,26	732,88	571,94	- 327,76	220,83

4.3.5. Perhitungan Menggunakan Rumus Mohr Coulomb

Diketahui suatu struktur dinding penahan tanah dengan menggunakan batu kali (gravity wall) dengan pembebanan dan profil lapisan tanah seperti pada gambar dibawah ini merupakan salah satu solusi untuk keadaan sebenarnya di lapangan.



Gambar 4. 49. Dimensi Dinding Penahan Tanah (DPT)

KETENTUAN

H_1	$= 3$	B_1	$= 0,83$	Q	$= 30 \text{ KN/m}^2$
H_2	$= 1$	B_2	$= 0,42$	γ_{bk}	$= 22 \text{ KN/m}^3$
H_3	$= 1$	B_3	$= 1,42$	γ_{air}	$= 10 \text{ KN/m}^3$
H	$= 5$	B_4	$= 0,83$	H_4	$= 2 \text{ m}$
D	$= 0,83$				

DATA PROPERTIES LAPISAN TANAH:

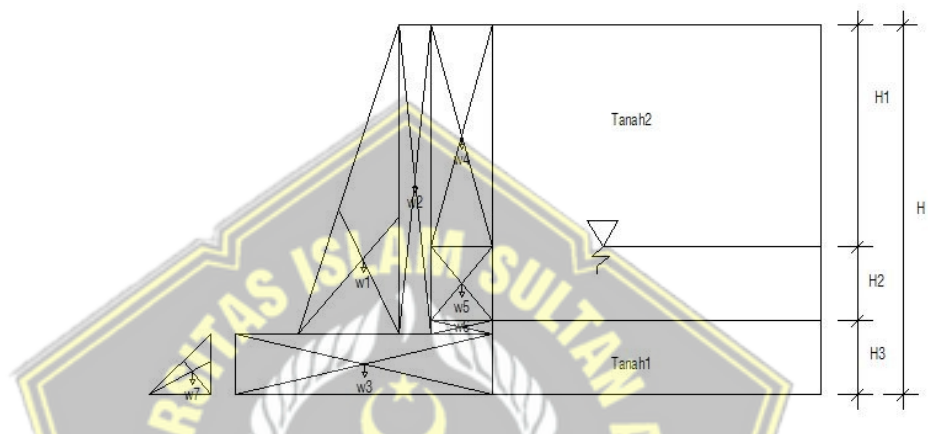
Tanah I		Tanah II	
γ_1	$= 16 \text{ KN/m}^3$	γ_2	$=19 \text{ KN/m}^3$
ϕ_1	$= 25^\circ$	ϕ_2	$=12^\circ$
c_1	$= 10 \text{ KN/m}^2$	c_2	$=18 \text{ KN/m}^2$

DITANYA :

Analisis konstruksi tersebut terhadap :

1. Stabilitas Geser ?
2. Stabilitas Guling ?
3. Stabilitas daya dukung tanah ?

PENYELESAIAN



Gambar 4.50. Arah Gaya Beban Pada DPT

➤ **Berat Dinding Penahan Tanah Beserta Beban Diatas nya**

Bidang 1

Diambil berat jenis batu kali = 22 KN/m^3

$$W_1 = \frac{1}{2} \cdot B_3 \cdot (h_1 + h_2) \cdot \gamma_{bk}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,42(3 + 1) \cdot 22$$

$$= 62,33 \text{ KN/m}$$

Bidang 2

Diambil berat jenis batu kali = 22 KN/m^3

$$W_2 = b_2 \cdot (h_1 + h_2) \cdot \gamma_{bk}$$

$$= 0,42 \cdot (3 + 1) \cdot 22$$

$$= 36,67 \text{ KN/m}$$

Bidang 3

Diambil berat jenis batu kali = 22 KN/m^3

$$\begin{aligned} W_3 &= D \cdot B \text{ total} \cdot \gamma_{bk} \\ &= 0,83 \cdot 3,5 \cdot 22 \\ &= 64,17 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Bidang 4

$$\begin{aligned} W_4 &= h_1 \cdot b_1 \cdot \gamma_1 \\ &= 3 \cdot 0,83 \cdot 16 \\ &= 40 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Bidang 5

$$\begin{aligned} W_5 &= h_2 \cdot b_1 \cdot (\gamma_1 - \gamma_{air}) \\ &= 1 \cdot 0,83 \cdot 6 \\ &= 5 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Beban akibat beban merata

$$\begin{aligned} W &= Q \cdot b_1 \\ &= 30 \cdot 0,83 \\ &= 25 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

➤ **Jarak Beban Terhadap Ujung Dinding Penahan (di titik 0)**

$$\begin{aligned} X_1 &= (2/3 \cdot b_3) + b_4 \\ &= (2/3 \cdot 1,42) + 0,83 \\ &= 1,78 \text{ m} \end{aligned}$$

$$X_2 = (1/2 \cdot b_2) + b_3 + b_4$$

$$= (1/2 \cdot 0,42) + 1,42 + 0,83$$

$$= 2,46 \text{ m}$$

$$X3 = \frac{1}{2} \cdot b \text{ total}$$

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

$$= 1,75 \text{ m}$$

$$X4 = (1/2 \cdot b1) + b2 + b3 + b4$$

$$= (1/2 \cdot 0,83) + 0,42 + 1,42 + 0,83$$

$$= 3,08 \text{ m}$$

$$X5 = (1/2 \cdot b1) + b2 + b3 + b4$$

$$= (1/2 \cdot 0,83) + 0,42 + 1,42 + 0,83$$

$$= 3,08 \text{ m}$$

$$X6 = X5 = 3,08 \text{ m}$$

➤ **Momen Terhadap Ujung Dinding Penahan (Titik 0)**

$$M1 = W1 \cdot x1$$

$$= 62,33 \cdot 1,78$$

$$= 110,81 \text{ KN}$$

$$M2 = W2 \cdot x2$$

$$= 36,67 \cdot 2,46$$

$$= 90,14 \text{ KN}$$

$$M3 = W3 \cdot x3$$

$$= 64,17 \cdot 1,75$$

$$= 112,29 \text{ KN}$$

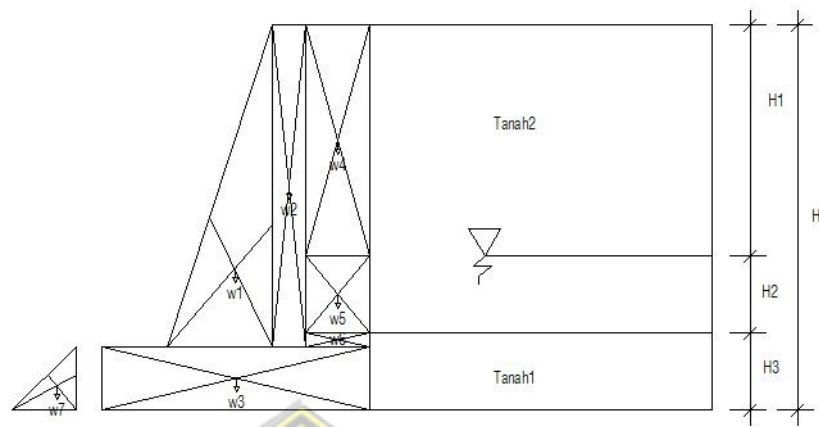
$$\begin{aligned}
 M4 &= W4 \cdot x4 \\
 &= 40 \cdot 3,08 \\
 &= 123,33 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M5 &= W5 \cdot x5 \\
 &= 5 \cdot 3,08 \\
 &= 15,42 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

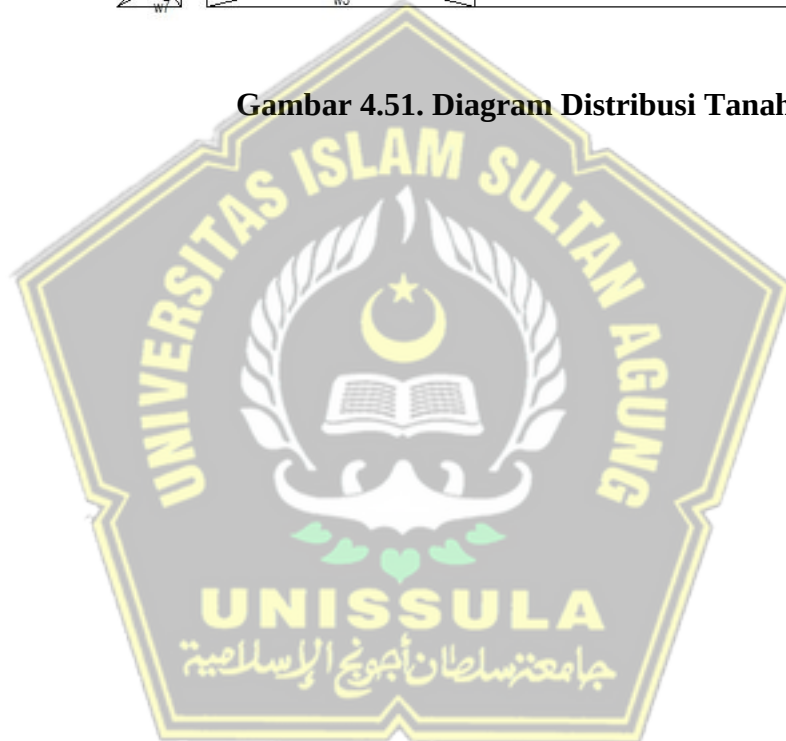
$$\begin{aligned}
 M6 &= W6 \cdot x6 \\
 &= 25 \cdot 3,08 \\
 &= 77,08 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 2. Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Vertikal

Bidang	Berat(W) KN/m	Jarak darititikguling 0 (m)	Momen (KN)
1	62,33	1,78	110,81
2	36,67	2,46	90,14
3	64,17	1,75	112,29
4	40	3,08	123,33
5	5	3,08	15,42
6	25	3,08	77,08
	$\Sigma W = 233,17$		$\Sigma M_w = 529,08$



Gambar 4.51. Diagram Distribusi Tanah



➤ **Koefisien Tekanan Aktif (Ka)**

$$K_a = \frac{1 - \sin \theta}{1 + \sin \theta} = \frac{1 - \sin 25}{1 + \sin 25} = 0,41$$

➤ **Koefisien Tekanan Tanah Pasif (Kp)**

$$K_p = \frac{1}{k_a} = \frac{1}{0,41} = 2,44$$

➤ **Tekanan Tanah Aktif (Pa)**

$$1. Pa_1 = K_a \cdot q \cdot H$$

$$= 0,41 \cdot 30 \cdot 5$$

$$= 61,50 \text{ KN}$$

$$2. Pa_2 = K_a \cdot \gamma_1 \cdot h_1 \cdot (h_2 + h_3)$$

$$= 0,41 \cdot 16 \cdot 3 (1 + 1)$$

$$= 39,36 \text{ KN}$$

$$3. Pa_3 = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_1 \cdot (h_2 + h_3)^2$$

$$= 0,5 \cdot 0,41 \cdot 16 (2)^2$$

$$= 21,12 \text{ KN}$$

$$4. Pa_4 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{air}} \cdot (h_2 + h_3)^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 10 (2)^2$$

$$= 20 \text{ KN}$$

$$5. Pa_5 = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_1 \cdot (h_1)^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,41 \cdot 16 \cdot 9$$

$$= 29,52 \text{ KN}$$

$$\Sigma Pa = Pa1 + Pa2 + Pa3 + Pa4 + Pa5$$

$$= 61,50 + 39,36 + 21,12 + 20 + 29,52$$

$$= 171,50 \text{ KN}$$

➤ **Tekanan Tanah Pasif**

$$Pp = \frac{1}{2} \cdot Kp \cdot \gamma \cdot (h4)^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,44 \cdot 16 \cdot (4)$$

$$= 78,05 \text{ KN}$$

➤ **Jarak I Lengan Terhadap Titik 0**

$$I_1 = \frac{1}{2} \cdot (h1 + h2 + h3)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (5)$$

$$= 2,5 \text{ m}$$

$$I_2 = \frac{1}{2} \cdot (h2 + h3)$$

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

$$= 1 \text{ m}$$

$$I_3 = \frac{1}{3} \cdot (h2 + h3)$$

$$= \frac{1}{3} \cdot (2)$$

$$= 0,67 \text{ m}$$

$$I_4 = \frac{1}{3} \cdot (h2 + h3)$$

$$= \frac{1}{3} \cdot (2)$$

$$= 0,67 \text{ m}$$

$$I_5 = \left(\frac{1}{3} \cdot h1 \right) h2 + h3$$

$$= (1/3 \cdot 3) \cdot 1 + 1$$

$$= 3 \text{ m}$$

$$I_6 = 1/3 \cdot h^4$$

$$= 1/3 \cdot 2$$

$$= 0,67 \text{ m}$$

➤ **Momen Terhadap Ujung Dinding Penahan (Titik 0)**

$$M_1 = P_{a1} \cdot I_1$$

$$= 61,50 \cdot 5$$

$$= 153,75 \text{ KN.m}$$

$$M_2 = P_{a2} \cdot I_2$$

$$= 39,36 \cdot 1$$

$$= 39,36 \text{ KN.m}$$

$$M_3 = P_{a3} \cdot I_3$$

$$= 21,12 \cdot 0,67$$

$$= 14,08 \text{ KN.m}$$

$$M_4 = P_{a4} \cdot I_4$$

$$= 20 \cdot 0,67$$

$$= 13,33 \text{ KN.m}$$

$$M_5 = P_{a5} \cdot I_5$$

$$= 29,52 \cdot 3$$

$$= 88,56 \text{ KN.m}$$

Tabel 4. 3. Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Horizontal

Bangun	Tekanan Tanah Aktif (Pa) (KN)	Jarak (I) m	Momen (KN.m)
1	61,50	5	153,75
2	39,36	1	39,36
3	21,12	0,67	14,08
4	20	0,67	13,3
5	29,52	3	88,56
Jumlah	$\Sigma Pa = 171,50$		$\Sigma Ma = 309,08$

Tabel 4. 4. Hasil Perhitungan Gaya Horizontal Akibat Tekanan Pasif

No.	Tekanan Tanah Pasif (Pp) (KN)	Jarak (I) m	Momen (KN.m)
1	78,05	0,67	52,03
	$\Sigma Pp = 78,05$		$\Sigma Mp = 52,03$

➤ **Jumlah Gaya-Gaya Horizontal**

$$\begin{aligned}
 \Sigma Ph &= \Sigma Pa - \Sigma Pp \\
 &= 171,50 - 78,05 \\
 &= 93,45
 \end{aligned}$$

➤ **Momen Yang Mengakibatkan Penggulingan**

$$\begin{aligned}\Sigma M_g &= \Sigma M_a - \Sigma M_p \\ &= 309,08 - 52,03 \\ &= 257,05\end{aligned}$$

1. Menghitung Stabilitas Terhadap Penggeseran

Tahanan geser pada dinding dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar. Sehingga sudut geser $\delta_b = \phi_2$ dan adhesi $C_d = C_2$

$$\Sigma R_h = C_d \cdot B + W \tan \delta_b$$

Dengan :

ΣR_h = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran

C_d = Adhesi antara tanah dan dasar dinding

B = Lebar pondasi

W = Berat total dinding penahan dan tanah diatas plat pondasi

δ_b = Sudut geser antara tanah dan dasar pondasi

$$\begin{aligned}\Sigma R_h &= C_d \cdot B + W \tan \delta_b \\ &= (18 \cdot 3,5) + (233,17 \cdot 0,46)\end{aligned}$$

$$= 170,26 \text{ KN}$$

$$\text{Syarat Fgs} = \Sigma R_h / \Sigma P_h \geq SF = 1,5$$

$$Fgs = 170,26 / 93,45$$

$$= 1,82 \geq SF = 1,5$$

Aman (dimensi tidak perlu diperbesar)

Dimana :

Fgs = factor aman terhadap penggeseran

ΣPh = jumlah gaya – gaya horizontal

SF = safety factor

2. Menghitung Stabilitas Terhadap Penggulingan

Tekanan lateral pada tanah yang disebabkan oleh tanah pada dinding penahan bagian belakang. Titik pusat rotasi terletak pada bagian ujung kaki depan dinding penahan tanah.

$$\begin{aligned} Fgl &= \Sigma Mw / \Sigma Ma \geq SF = 1,5 \\ &= 529,08 / 309,08 \geq SF = 1,5 \\ &= 1,71 \geq SF = 1,5 \end{aligned}$$

Aman (dimensi sudah tidak perlu diperbesar, dikarenakan safety Factor terhadap geser dan guling lebih dari 1,5)

Dimana :

Fgl = factor aman terhadap penggulingan

ΣMw = jumlah momen yang melawan penggulingan

ΣMa = jumlah momen yang menyebabkan penggulingan

SF = Safety Factor

3. Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah

Untuk perhitungan ini akan digunakan persamaan rumus Hansen pada perhitungan, dengan menggunakan pondasi terletak pada permukaan.

$$Xe = \frac{\Sigma Mw - \Sigma Ma}{\Sigma W}$$

$$X_e = (59,08 - 309,08) / 233,17$$

$$= 0,94 \text{ m}$$

➤ **Eksentrisitas (e)**

$$e = \frac{B}{2} - X_e$$

$$e = 3,5 / 2 - 0,94$$

$$= 0,81 \text{ m}$$

➤ **Lebar Efektif (B') = B - 2e**

$$B' = B \text{ total} - (2 \cdot e)$$

$$= 3,5 - (2 \cdot 0,81)$$

$$= 1,89 \text{ m}^2$$

$$A' = B' \cdot 1$$

$$= 1,89 \cdot 1$$

$$= 1,89 \text{ m}^2$$

➤ **Gaya – gaya yang ada pada dinding**

1. Gaya horizontal = 309,08 KN/m

2. Gaya vertical = 233,17 KN/m

➤ **Faktor Kemiringan Beban**

$$i_q = \left[1 - \left[\frac{0,5 \sum H}{\sum V + A' x C^2 x \text{ctg} \theta} \right] \right]^5$$

$$= \left[1 - \left[\frac{0,5 \cdot 309,08}{233,17 + 1,89 \cdot 18 \cdot \text{ctg} 25} \right] \right]^5$$

$$= 0,89$$

Berdasarkan Tabel : (Untuk $\phi = 25^\circ$)

Tabel 4.5. Bearing Capacity Factors For General Shear

ANGLE OF FRICTION ϕ (DEGREES)	TERZAGHI			MEYERHOF			HANSEN		
	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00
2	6.30	1.22	0.18	5.63	1.20	0.01	5.63	1.20	0.01
4	6.97	1.49	0.38	6.19	1.43	0.04	6.19	1.43	0.05
5	7.34	1.64	0.50	6.49	1.57	0.07	6.49	1.57	0.07
6	7.73	1.81	0.62	6.81	1.72	0.11	6.81	1.72	0.11
8	8.60	2.21	0.91	7.53	2.06	0.21	7.53	2.06	0.22
10	9.60	2.69	1.21	8.34	2.47	0.37	8.34	2.47	0.39
12	10.76	3.29	1.70	9.28	2.97	0.60	9.28	2.97	0.63
14	12.11	4.02	2.23	10.37	3.59	0.92	10.37	3.59	0.97
15	12.86	4.45	2.50	10.98	3.94	1.13	10.98	3.94	1.18
16	13.68	4.92	2.94	11.63	4.34	1.37	11.63	4.34	1.43
18	15.52	6.04	3.87	13.10	5.26	2.00	13.10	5.26	2.08
20	17.69	7.44	4.97	14.83	6.40	2.87	14.83	6.40	2.95
22	20.27	9.19	6.61	16.88	7.82	4.07	16.88	7.82	4.13
24	23.36	11.40	8.58	19.32	9.60	5.72	19.32	9.60	5.75
25	25.13	12.72	9.70	20.72	10.66	6.77	20.72	10.66	6.76
26	27.09	14.21	11.05	22.25	11.85	8.00	22.25	11.85	7.94

Dari table diatas diketahui :

$$N_c = 20.72$$

$$N_q = 10.66$$

$$N_\gamma = 6.76$$

$$i_c = i_q - \left[\frac{1 - i_q}{N_q - 1} \right]$$

$$= 0.89 - \left[\frac{1 - 0.89}{10.66 - 1} \right]$$

$$= 0.88$$

$$I_y = \left[1 - \left[\frac{0.7 \sum H}{\sum V + A' x C^2 x \text{ctg} \phi} \right] \right]^5$$

$$= \left[1 - \left[\frac{0.7 \cdot 309.08}{233.17 + 1.89 \times 18 \times \text{ctg} 25} \right] \right]^5$$

$$= 0.95$$

4. Kapasitas Dukung Ultimit untuk Pondasi di Permukaan Menurut Hansen :

$$D_f = 0$$

$$dc = dq = d\gamma$$

$$Sc = Sq = S\gamma$$

Yaitu didapat :

$$\begin{aligned} Qu &= iq \cdot C \cdot Nc + iy \cdot 0,5 \cdot B' \cdot \gamma_2 \cdot N\gamma \\ &= 0,89 \cdot 18 \cdot 20,72 + 0,95 \cdot 0,5 \cdot 1,89 \cdot 19 \cdot 6,76 \\ &= 453,11 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Apabia dihitung sberdasarkan lebar pondasi efektif, yaitu tekanan pondasi ke tanah terbagi rata dengan sama ,maka akan didapat:

$$q' = \frac{\Sigma V}{B'} = \frac{233,17}{1,89} = 123,56 \text{ t/m}$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah :

$$F = \frac{\Sigma qu}{q'} = \frac{\Sigma 526,97}{123,56} = 3,67 \geq 3 \dots\dots\dots (\text{OKE})$$

Ataupun dapat dihitung juga dengan menggunakan kapasitas berdasar distribusi tekanan kontak antara tanah dasar pondasi dianggap linear.

$$F = \frac{qu \times B'}{\Sigma V} = \frac{453,11 \times 1,89}{233,17} = 3,67 \geq 3 \dots\dots\dots (\text{OKE})$$

4.4 Pembahasan

Jalan Daplang – Sugihmanik merupakan jalan utama untuk akses menuju PT. Semen Grobogan. Untuk itu suatu perencanaan jalan tersebut diharapkan dapat memenuhi fungsi dasar jalan yaitu memberikan pelayanan yang maksimal pada arus lalu lintas yang melewatinya. Evalusai maupun perbaikan dari beberapa aspek perencanaan jalan harus dilakukan agar dapat mengetahui kuat atau tidaknya jalan secara menyeluruh guna mendapatkan infrastruktur yang lebih kuat dan aman, selain itu

meningkatkan efisiensi arus pelayanan transportasi dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan jalan tersebut.

Pada ruas jalan Daplang – Sugihmanik kecamatan Tegowanu Kabupaten Grobogan tepatnya di Desa Mangunsari terdapat dinding penahan tanah yang longsor.

4.4.1. Penyebab Terjadinya Longsor

1. Dimensi Dinding Penahan Tanah yang Terlalu Kecil

Pada konstruksi DPT yang lama menggunakan jenis *gravity wall* atau dengan bahan material pasangan batu kali dan concrete, namun untuk ketinggian 5 m dan dimensi ketebalan 40cm tentu Dinding Penahan tanah tidak kuat menahan beban yang ditumpunya seperti truk 3 as, berat tanah itu sendiri dan berat muka air tanah sehingga menjadi salah satu penyebab terjadinya keruntuhan pada DPT tersebut

2. Posisi Tikungan Setelah Jembatan Besi yang Terlalu Dekat sehingga Menimbulkan Daya Kejut yang Tinggi Pada DPT tersebut.

Dikarena posisi Dinding Penahan Tanah yang runtuh terletak ditikungan yang mempertemukan antara jembatan besi dengan jalan aspal yang tentu memiliki elevasi yang berbeda pula, perbedaan elevasi inilah yang menimbulkan daya kejut kepada DPT, sehingga menyebabkan DPT runtuh tidak kuat menahan beban kejut tersebut, ditambah dimensi DPT yang kurang lebar.

4.4.2. Data Tanah Pada Lokasi Terjadinya Longsor

Data tanah yang diperoleh adalah data tanah hasil uji lab yang dilakukan oleh Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dengan menggunakan metode yang sudah ditentukan. Berikut merupakan data tanah pada lokasi kejadian longsor :

3. Data Tanah 1 (lempung lunak)

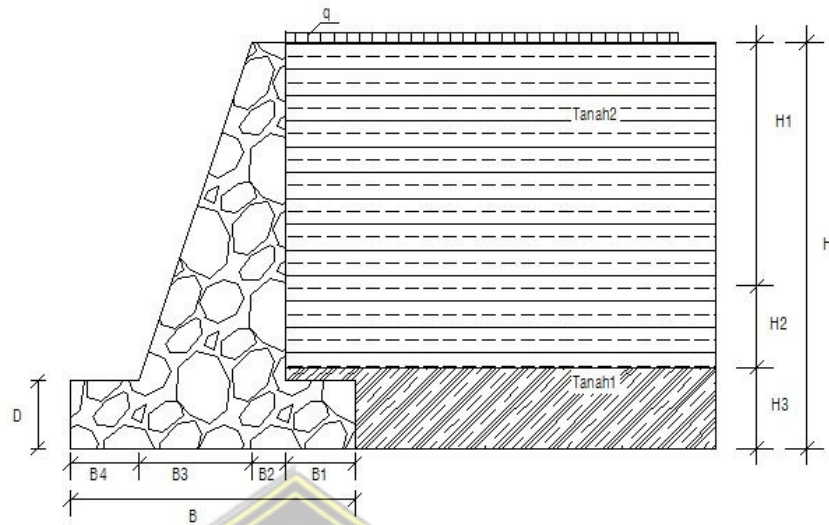
- $\gamma_1 = 16 \text{ KN/m}^3$
- $\phi_1 = 25^\circ$
- $c_1 = 10 \text{ KN/m}^2$

4. Data Tanah 2 (lempung keras)

- $\gamma_2 = 19 \text{ KN/m}^3$
- $\phi_2 = 12^\circ$
- $c_2 = 18 \text{ KN/m}^2$

4.4.3. Penanganan Terhadap Longsor

Setelah data – data terkumpul semua, maka dilakukan redesain ulang dimensi dinding penahan tanah dikarenakan perencanaan awal dinding penahan tanah tidak mampu menahan beban sehingga menyebabkan terjadinya longsor. Redesain dinding penahan tanah dengan menggunakan program Plaxis 8.6 2D setelah semua data – data terkumpul semua. Berdasarkan kondisi dilapangan maka didapatkn dimensi dinding penahan tanah sebagai berikut :



Setelah dimensi pemodelan dimasukkan ke dalam program Plaxis 8.6 2D, dan kemudian dilakukan perhitungan. Maka didapat angka keamanan $2,59 > 1,5$. Yang berarti dinding penahantahan tersebut aman.

Untuk lebih memastikan semua aman, maka dilakukan juga perhitungan manual dengan menggunakan rumus Mohr Coulomb. Kemudian didapatkan hasil sebagai berikut.

- Factor terhadap penggeseran = $1,82 > 1,5$ (SF) → AMAN
- Factor terhadap penggulingan = $1,71 > 1,5$ (SF) → AMAN
- Stabilitas daya dukung tanah = $3,67 > 3$ (SF) → AMAN

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis pada bab sebelumnya, kesimpulan yang didapatkan oleh penulis adalah :

1. Berdasarkan perhitungan yang kami lakukan untuk mencari nilai SF dengan menggunakan Program Plaxis 8.6 2D didapatkan nilai SF sebesar $1,13 > 1,5$ sehingga dapat dikatakan bahwa dinding penahan tanah tidak dapat menahan beban yang terjadi yang kemudian dapat menyebabkan longsor pada DPT tersebut
2. Dimensi dinding penahan tanah yang terlalu kecil dan posisi tikungan setelah jembatan besi yang terlalu dekat sehingga menimbulkan gaya kejut yang tinggi pada DPT tersebut yang menjadi penyebab utama longornya dinding penahan tanah pada STA 2 + 050
3. Setelah data - data terkumpul semua, maka dilakukan redesign ulang dimensi DPT. Redesign dinding penahan tanah dengan menggunakan plaxis 8.6 2D didapatkan nilai SF 2,59 dan perhitungan manual dengan SF 1,89. Yang berarti kedua hasil tersebut dapat dikatakan aman dikarenakan melebihi $SF > 1,5$. Dari kedua hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan menggunakan rumus Mohr Coulomb dan metode Plaxis terdapat perbedaan nilai safety factor aman yang berbeda. Factor aman dengan menggunakan metode plaxis lebih besar yaitu 2,59 dibandingkan dengan perhitungan manual dengan rumus Mohr Coulomb yaitu dengan nilai SF 1,89.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah, saran yang dapat penulis ajukan adalah sebagai berikut :

- a) Penanganan longsor perlu dihitung secara lebih matang supaya mendapatkan hasil yang efisien ekonomis dan aman dalam melakukan perkuatan dinding penahan tanah.
- b) Buruknya tanah pada jalan Daplang – Sugihmanik sangat mempengaruhi daya dukung tanah, oleh karena itu sebaiknya ditambahkan Geotextille Woven pada setiap lapisan tanah supaya dapat memperbaiki atau menaikkan daya dukung tanah tersebut.
- c) Sebelum memulai studi dan analisis suatu pekerjaan konstruksi dengan menggunakan program computer usahakan data – data yang diperlukan benar – benar lengkap. Kekurangan data akan mengakibatkan banyak kesalahan. Data yang digunakan hendaknya harus jelas sumbernya agar dapat dipertanggung jawabkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Aldi, Irsan F. 2020. *Tugas Besar Dinding Penahan Tanah*. Semarang
- A. Hanggoro T. Cahyo. 2011. *Hand Out Komputasi Geoteknik Pengenalan Software Plaxis Sesi 1-6*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*.
Erlangga. Surabaya.
- Hardiyatmo, H.C. 2002a. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press.
Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2003b. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press.
Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2006c. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Jurnal.darmaAgung.ac.id
- Longsor tanah.blogspot.com
- Plaxis. 2012. *Tutorial Manual*. A.A. Balkema. Rotterdam.
- Santosa, Budi, dkk. 1998. *Mekanika Tanah Lanjutan*. Gunadarma. Jakarta.
- Smith, M.J. 1984. *Mekanika Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Soedarmo, G. Djatmiko dan Purnomo, S.J. Edy. 1993. *Mekanika Tanah 1*. Kanisius. Malang.
- Triwahyu Kuningsih, 2011. *Perhitungan Mohr Coulomb Dinding Penahan Tanah*. Jakarta
- Tim Penyusun Laboratorium Mekanika Tanah. 2008. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I dan II*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Wesley, Laurence D. 2012. *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*. Penerbit Andi. Yogyakarta.



LAMPIRAN

1. Lembar Asistensi
2. Hasil Turnitin
3. Data Uji Tanah Asli
4. Data Uji Tanah Rowosari
5. Gambar Lapangan



LEMBAR ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR



Nama : Hernanda Indra Wijaya (30201700080)
 Irsan Aldi Firmansyah (30201700086)
 Dosen I : Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D
 Dosen II : Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	15 April 2021	Pengajuan Konsep dan Judul.	
2.	16 Juni 2021	- Penggunaan metode yang berlaku - Perbaiki penulisan tabel 2.1, 2.6, 2.10, 2.11 dll. - Perbaiki rumus - rumus yang digunakan - Tambahkan langkah plaxis pada bab III	
3.	21 Juni 2021	- Perbaiki margin yang digunakan, tidak boleh ada kata yang digantung - Tambahkan penjelasan di bawah langkah - langkah plaxis. - Betulkan diagram tekanan tanah, air serta beban dari atas sampai dasar Dinding. - Pada Point 4.4.2 Data Tanah ditempatkan pada awal bab 4.	
4.	11 Juli 2021	- Tambahkan Abstrak - Perbaiki penulisan paragraf margin yang sesuai	

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR



Nama : Hernanda Indra Wijaya (30201700080)
 Irsan Aldi Firmansyah (30201700086)
 Dosen I : Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D
 Dosen II : Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
5.	16 Juli	- Pisahkan gambar untuk menghitung berat DPT pada rumus Mohr Coulomb. dan diagram tekanan tanah air dan beban.	
6.	21 Juli	- Bisa ditambahkan kelengkapan - Bisa mendaftar seminar T.A.	

REDESIGN STRUKTUR DPT UNTUK MENGATASI LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 2D DAN PERHITUNGAN MANUAL (STUDI KASUS PROYEK JALAN DAPLANG-SUGIHMANIK KAB. GROBOGAN)

ORIGINALITY REPORT

Telah diperiksa tanggal 06/08/2021 oleh Ari Sentani, ST., M.Sc



24%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	dspace.uui.ac.id Internet Source	1 %
2	idoc.pub Internet Source	1 %
3	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1 %
4	jurnal.darmaagung.ac.id Internet Source	1 %
5	lib.unnes.ac.id Internet Source	1 %
6	ft-sipil.unila.ac.id Internet Source	1 %
7	eprints.itenas.ac.id Internet Source	1 %
8	repository.its.ac.id Internet Source	1 %

9	core.ac.uk Internet Source	1 %
10	ejurnal.untag-smd.ac.id Internet Source	1 %
11	www.coursehero.com Internet Source	1 %
12	edoc.site Internet Source	1 %
13	www.scribd.com Internet Source	1 %
14	ejournalunigoro.com Internet Source	<1 %
15	id.scribd.com Internet Source	<1 %
16	123dok.com Internet Source	<1 %
17	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
18	jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	<1 %
19	ilmugeografi.com Internet Source	<1 %
20	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %

21	Submitted to Universitas International Batam Student Paper	<1 %
22	jurnal.unissula.ac.id Internet Source	<1 %
23	ftik.itpln.ac.id Internet Source	<1 %
24	gudangmakalah.blogspot.com Internet Source	<1 %
25	www.builder.id Internet Source	<1 %
26	Submitted to Lambung Mangkurat University Student Paper	<1 %
27	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
28	ojs.ummetro.ac.id Internet Source	<1 %
29	docshare.tips Internet Source	<1 %
30	repo.itera.ac.id Internet Source	<1 %
31	mafiadoc.com Internet Source	<1 %
32	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %

33	sipil.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	<1 %
34	publikasi.unitri.ac.id Internet Source	<1 %
35	vdocuments.site Internet Source	<1 %
36	eprints.ummi.ac.id Internet Source	<1 %
37	imamzuhri.blogspot.com Internet Source	<1 %
38	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
39	kmsgroups.com Internet Source	<1 %
40	repository.uma.ac.id Internet Source	<1 %
41	www.jurnal.umsb.ac.id Internet Source	<1 %
42	anzdoc.com Internet Source	<1 %
43	es.scribd.com Internet Source	<1 %
44	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	<1 %

45	docplayer.info Internet Source	<1 %
46	prasetyotheocean.wordpress.com Internet Source	<1 %
47	warnetghelegar.blogspot.com Internet Source	<1 %
48	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %
49	adoc.pub Internet Source	<1 %
50	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
51	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
52	fauzansemendaya.files.wordpress.com Internet Source	<1 %
53	sci-geoteknik.blogspot.com Internet Source	<1 %
54	hes-gotappointment-newspaper.icu Internet Source	<1 %
55	id.123dok.com Internet Source	<1 %
56	pt.slideshare.net Internet Source	<1 %

<1 %

57

www.easyprojectmaterials.net

Internet Source

<1 %

58

Submitted to Universitas Muria Kudus

Student Paper

<1 %

59

journal.ubb.ac.id

Internet Source

<1 %

60

Submitted to Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Student Paper

<1 %

61

see-edge.xyz

Internet Source

<1 %

62

Submitted to Universitas Islam Indonesia

Student Paper

<1 %

63

www.arsitur.com

Internet Source

<1 %

64

Submitted to Politeknik Negeri Bandung

Student Paper

<1 %

65

Submitted to Sultan Agung Islamic University

Student Paper

<1 %

66

ejournal.uika-bogor.ac.id

Internet Source

<1 %

67

metroinvestigasi.com

Internet Source



<1 %

68

repository.polimdo.ac.id

Internet Source

<1 %

69

vdokumen.com

Internet Source

<1 %

70

de.scribd.com

Internet Source

<1 %

71

eprints.umm.ac.id

Internet Source

<1 %

72

alhushein.blogspot.com

Internet Source

<1 %

73

bayu1194.wordpress.com

Internet Source

<1 %

74

linkalternatifqq101a.com

Internet Source

<1 %

75

smansatuja.blogspot.com

Internet Source

<1 %

76

tanahuruganmurah.blogspot.com

Internet Source

<1 %

77

vibdoc.com

Internet Source

<1 %

78

Submitted to Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya

<1 %

79	docobook.com Internet Source	<1 %
80	qdoc.tips Internet Source	<1 %
81	repository.unj.ac.id Internet Source	<1 %
82	www.repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
83	Claudio David Togas, Grace O Tambani, Nurdin Jusuf. "ANALISIS KELAYAKAN USAHA BUDIDAYA IKAN SISTEM KARAMBA JARING TANCAP DI DESA TALIKURANKECAMATAN REMBOKEN KABUPATEN MINAHASA PROVINSI SULAWESI UTARA", AKULTURASI (Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan), 2016 Publication	<1 %
84	Pulung Arya Pranantya, Emi Sukiyah, Edi Prasetyo Utomo, Hendarmawan H. "KORELASI NILAI SONDIR terhadap PARAMETER GEOTEKNIK dan rembesan pada PONDASI TANGGUL FASE E, KALIBARU, JAKARTA UTARA", JURNAL SUMBER DAYA AIR, 2018 Publication	<1 %
85	doku.pub Internet Source	<1 %

86	journal.eng.unila.ac.id Internet Source	<1 %
87	kicauanhitam.wordpress.com Internet Source	<1 %
88	repository.unair.ac.id Internet Source	<1 %
89	thousands-passed.xyz Internet Source	<1 %
90	widuri.raharja.info Internet Source	<1 %
91	www.neliti.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off Exclude matches Off
Exclude bibliography Off



PEKERJAAN KONSULTASI DAN PERENCANAAN
PEMBUATAN JALAN BARU DAPLANG – SUGIHMANIK



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG



HASIL SONDIR MESIN

Proyek : Pekerjaan Konsultasi Dan Perencanaan Pemhuatan Jalan Baru Sugihmanik - Daplang
Lokasi : Ke. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah
Titik : SM. I

Tanggal : 21 Februari 2019
Team : Tatang P
Koordinat : -

Page 1													
DEPTH (M)	qs perhitungan kg/cm ²	qs pembacaan kg/cm ²	qc + f kg/cm ²	F kg/cm ²	TF kg/cm	Friciton-Ratio Fr (%)	DEPTH (M)	qs perhitungan kg/cm ²	qs pembacaan kg/cm ²	qc + f kg/cm ²	F kg/cm ²	TF kg/cm	Friciton-Ratio Fr (%)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.20	14.00	7.00	8.00	0.13	192.00	1.90
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.40	14.00	7.00	8.00	0.13	194.67	1.90
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.60	12.00	6.00	8.00	0.27	200.00	4.44
0.60	8.00	4.00	5.00	0.13	2.67	3.33	10.80	12.00	6.00	8.00	0.27	205.33	4.44
0.80	6.00	3.00	4.00	0.13	5.33	4.44	11.00	8.00	4.00	6.00	0.27	210.67	6.67
1.00	12.00	6.00	7.00	0.13	8.00	2.22	11.20	8.00	4.00	7.00	0.40	218.67	10.00
1.20	16.00	8.00	9.00	0.13	10.67	1.67	11.40	8.00	4.00	7.00	0.40	226.67	10.00
1.40	24.00	12.00	13.00	0.13	13.33	1.11	11.60	8.00	4.00	6.00	0.27	232.00	6.67
1.60	24.00	12.00	13.00	0.13	16.00	1.11	11.80	8.00	4.00	5.00	0.13	234.67	3.33
1.80	24.00	12.00	13.00	0.13	18.67	1.11	12.00	6.00	3.00	5.00	0.27	240.00	8.89
2.00	24.00	12.00	13.00	0.13	21.33	1.11	12.20	4.00	2.00	4.00	0.27	245.33	13.33
2.20	24.00	12.00	13.00	0.13	24.00	1.11	12.40	20.00	10.00	13.00	0.40	253.33	4.00
2.40	22.00	11.00	12.00	0.13	26.67	1.21	12.60	8.00	4.00	7.00	0.40	261.33	10.00
2.60	20.00	10.00	11.00	0.13	29.33	1.33	12.80	8.00	4.00	7.00	0.40	269.33	10.00
2.80	18.00	9.00	10.00	0.13	32.00	1.48	13.00	12.00	6.00	8.00	0.27	274.67	4.44
3.00	17.00	8.50	10.00	0.20	36.00	2.35	13.20	16.00	8.00	10.00	0.27	280.00	3.33
3.20	17.00	8.50	10.00	0.20	40.00	2.35	13.40	8.00	4.00	6.00	0.27	285.33	6.67
3.40	18.00	9.00	10.00	0.13	42.67	1.48	13.60	4.00	2.00	4.00	0.27	290.67	13.33
3.60	16.00	8.00	9.00	0.13	45.33	1.67	13.80	3.00	1.50	4.00	0.33	297.33	22.22
3.80	16.00	8.00	9.00	0.13	48.00	1.67	14.00	3.00	1.50	4.00	0.33	304.00	22.22
4.00	18.00	9.00	10.00	0.13	50.67	1.48	14.20	3.00	1.50	3.00	0.20	308.00	13.33
4.20	14.00	7.00	8.00	0.13	53.33	1.90	14.40	2.00	1.00	3.00	0.27	313.33	26.67
4.40	12.00	6.00	7.00	0.13	56.00	2.22	14.60	2.00	1.00	3.00	0.27	318.67	26.67
4.60	16.00	8.00	9.00	0.13	58.67	1.67	14.80	2.00	1.00	3.00	0.27	324.00	26.67
4.80	16.00	8.00	9.00	0.13	61.33	1.67	15.00	14.00	7.00	10.00	0.40	332.00	5.71
5.00	20.00	10.00	11.00	0.13	64.00	1.33	15.20	8.00	4.00	6.00	0.27	337.33	6.67
5.20	20.00	10.00	12.00	0.27	69.33	2.67	15.40	4.00	2.00	4.00	0.27	342.67	13.33
5.40	20.00	10.00	12.00	0.27	74.67	2.67	15.60	4.00	2.00	4.00	0.27	348.00	13.33
5.60	22.00	11.00	12.00	0.13	77.33	1.21	15.80	4.00	2.00	4.00	0.27	353.33	13.33
5.80	20.00	10.00	12.00	0.27	82.67	2.67	16.00	4.00	2.00	4.00	0.27	358.67	13.33
6.00	20.00	10.00	12.00	0.27	88.00	2.67	16.20	6.00	3.00	5.00	0.27	364.00	8.89
6.20	26.00	13.00	14.00	0.13	90.67	1.03	16.40	2.00	1.00	3.00	0.27	369.33	26.67
6.40	24.00	12.00	14.00	0.27	96.00	2.22	16.60	2.00	1.00	3.00	0.27	374.67	26.67
6.60	24.00	12.00	14.00	0.27	101.33	2.22	16.80	2.00	1.00	3.00	0.27	380.00	26.67
6.80	28.00	14.00	15.00	0.13	104.00	0.95	17.00	2.00	1.00	3.00	0.27	385.33	26.67
7.00	28.00	14.00	16.00	0.27	109.33	1.90	17.20	4.00	2.00	5.00	0.40	393.33	20.00
7.20	28.00	14.00	16.00	0.27	114.67	1.90	17.40	6.00	3.00	5.00	0.27	398.67	8.89
7.40	30.00	15.00	16.00	0.13	117.33	0.89	17.60	6.00	3.00	5.00	0.27	404.00	8.89
7.60	20.00	10.00	12.00	0.27	122.67	2.67	17.80	6.00	3.00	5.00	0.27	409.33	8.89
7.80	20.00	10.00	12.00	0.27	128.00	2.67	18.00	6.00	3.00	6.00	0.40	417.33	13.33
8.00	22.00	11.00	14.00	0.40	136.00	3.64	18.20	6.00	3.00	6.00	0.40	425.33	13.33
8.20	26.00	13.00	14.00	0.13	138.67	1.03	18.40	6.00	3.00	6.00	0.40	433.33	13.33
8.40	20.00	10.00	12.00	0.27	144.00	2.67	18.60	6.00	3.00	6.00	0.40	441.33	13.33
8.60	22.00	11.00	12.00	0.13	146.67	1.21	18.80	8.00	4.00	6.00	0.27	446.67	6.67
8.80	16.00	8.00	10.00	0.27	152.00	3.33	19.00	8.00	4.00	6.00	0.27	452.00	6.67
9.00	16.00	8.00	10.00	0.27	157.33	3.33	19.20	6.00	3.00	6.00	0.40	460.00	13.33
9.20	10.00	5.00	7.00	0.27	162.67	5.33	19.40	6.00	3.00	6.00	0.40	468.00	13.33
9.40	10.00	5.00	7.00	0.27	168.00	5.33	19.60	8.00	4.00	7.00	0.40	476.00	10.00
9.60	12.00	6.00	9.00	0.40	176.00	6.67	19.80	8.00	4.00	7.00	0.40	484.00	10.00
9.80	12.00	6.00	9.00	0.40	184.00	6.67	20.00	8.00	4.00	7.00	0.40	492.00	10.00
10.00	14.00	7.00	9.00	0.27	189.33	3.81	To Page 2						



HASIL SONDIR MESIN

Proyek : Pekerjaan Konsultasi Dan Perencanaan Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik - Oplang
Lokasi : Ke. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah
Titik : SM. 1

Tanggal : 21 Februari 2019
Team : Tatang P
Koordinat : -

Page 2

DEPTH (M)	qc perhitungan kg/cm ²	qc pembacaan kg/cm ²	qc + f kg/cm ²	F kg/cm ²	TP kg/cm	Friction Ratio Fr (%)	DEPTH (M)	qc perhitungan kg/cm ²	qc pembacaan kg/cm ²	qc + f kg/cm ²	F kg/cm ²	TP kg/cm	Friction Ratio Fr (%)
20.20	6.00	3.00	6.00	0.40	500.00	13.33	30.20	20.00	10.00	15.00	0.67	924.00	6.67
20.40	6.00	3.00	6.00	0.40	508.00	13.33	30.40	24.00	12.00	16.00	0.53	934.67	4.44
20.60	6.00	3.00	6.00	0.40	516.00	13.33	30.60	20.00	10.00	17.00	0.93	953.33	9.33
20.80	6.00	3.00	6.00	0.40	524.00	13.33	30.80	18.00	9.00	15.00	0.80	969.33	8.89
21.00	6.00	3.00	6.00	0.40	532.00	13.33	31.00	16.00	8.00	15.00	0.93	988.00	11.67
21.20	4.00	2.00	4.00	0.27	537.33	13.33	31.20	16.00	8.00	15.00	0.93	1006.67	11.67
21.40	4.00	2.00	4.00	0.27	542.67	13.33	31.40	20.00	10.00	17.00	0.93	1025.33	9.33
21.60	4.00	2.00	4.00	0.27	548.00	13.33	31.60	20.00	10.00	17.00	0.93	1044.00	9.33
21.80	4.00	2.00	4.00	0.27	553.33	13.33	31.80	20.00	10.00	17.00	0.93	1062.67	9.33
22.00	6.00	3.00	6.00	0.40	561.33	13.33	32.00	18.00	9.00	16.00	0.93	1081.33	10.37
22.20	8.00	4.00	7.00	0.40	569.33	10.00	32.20	20.00	10.00	17.00	0.93	1100.00	9.33
22.40	6.00	3.00	6.00	0.40	577.33	13.33	32.40	20.00	10.00	17.00	0.93	1118.67	9.33
22.60	6.00	3.00	6.00	0.40	585.33	13.33	32.60	20.00	10.00	17.00	0.93	1137.33	9.33
22.80	6.00	3.00	6.00	0.40	593.33	13.33	32.80	16.00	8.00	15.00	0.93	1156.00	11.67
23.00	8.00	4.00	7.00	0.40	601.33	10.00	33.00	16.00	8.00	15.00	0.93	1174.67	11.67
23.20	8.00	4.00	7.00	0.40	609.33	10.00	33.20	20.00	10.00	17.00	0.93	1193.33	9.33
23.40	16.00	8.00	12.00	0.53	620.00	6.67	33.40	20.00	10.00	17.00	0.93	1212.00	9.33
23.60	20.00	10.00	14.00	0.53	630.67	5.33	33.60	20.00	10.00	17.00	0.93	1230.67	9.33
23.80	24.00	12.00	16.00	0.53	641.33	4.44	33.80	20.00	10.00	18.00	1.07	1252.00	10.67
24.00	24.00	12.00	15.00	0.40	649.33	3.33	34.00	20.00	10.00	18.00	1.07	1273.33	10.67
24.20	24.00	12.00	16.00	0.53	660.00	4.44	34.20	20.00	10.00	17.00	0.93	1292.00	9.33
24.40	24.00	12.00	15.00	0.40	668.00	3.33	34.40	24.00	12.00	20.00	1.07	1313.33	8.89
24.60	24.00	12.00	15.00	0.40	676.00	3.33	34.60	24.00	12.00	20.00	1.07	1334.67	8.89
24.80	20.00	10.00	13.00	0.40	684.00	4.00	34.80	30.00	15.00	24.00	1.20	1358.67	8.00
25.00	20.00	10.00	13.00	0.40	692.00	4.00	35.00	24.00	12.00	20.00	1.07	1380.00	8.89
25.20	20.00	10.00	12.00	0.27	697.33	2.67	35.20	24.00	12.00	20.00	1.07	1401.33	8.89
25.40	20.00	10.00	13.00	0.40	705.33	4.00	35.40	34.00	17.00	25.00	1.07	1422.67	6.27
25.60	22.00	11.00	15.00	0.53	716.00	4.85	35.60	30.00	15.00	25.00	1.33	1449.33	8.89
25.80	22.00	11.00	15.00	0.53	726.67	4.85	35.80	30.00	15.00	25.00	1.33	1476.00	8.89
26.00	20.00	10.00	13.00	0.40	734.67	4.00	36.00	36.00	18.00	27.00	1.20	1500.00	6.67
26.20	20.00	10.00	14.00	0.53	745.33	5.33	36.20	40.00	20.00	27.00	0.93	1518.67	4.67
26.40	30.00	15.00	18.00	0.40	753.33	2.67	36.40	30.00	15.00	25.00	1.33	1545.33	8.89
26.60	74.00	37.00	38.00	0.13	756.00	0.36	36.60	30.00	15.00	25.00	1.33	1572.00	8.89
26.80	80.00	40.00	41.00	0.13	758.67	0.33	36.80	36.00	18.00	30.00	1.60	1604.00	8.89
27.00	70.00	35.00	40.00	0.67	772.00	1.90	37.00	36.00	18.00	30.00	1.60	1636.00	8.89
27.20	84.00	42.00	45.00	0.40	780.00	0.95	37.20	40.00	20.00	30.00	1.33	1662.67	6.67
27.40	130.00	65.00	70.00	0.67	793.33	1.03	37.40	30.00	15.00	30.00	2.00	1702.67	13.33
27.60	210.00	105.00	108.00	0.40	801.33	0.38	37.60	34.00	17.00	30.00	1.73	1737.33	10.20
27.80	60.00	30.00	35.00	0.67	814.67	2.22	37.80	34.00	17.00	30.00	1.73	1772.00	10.20
28.00	44.00	22.00	25.00	0.40	822.67	1.82	38.00	30.00	15.00	32.00	2.27	1817.33	15.11
28.20	30.00	15.00	18.00	0.40	830.67	2.67	38.20	30.00	15.00	32.00	2.27	1862.67	15.11
28.40	24.00	12.00	15.00	0.40	838.67	3.33	38.40	30.00	15.00	30.00	2.00	1902.67	13.33
28.60	24.00	12.00	15.00	0.40	846.67	3.33	38.60	36.00	18.00	34.00	2.13	1945.33	11.85
28.80	22.00	11.00	13.00	0.27	852.00	2.42	38.80	36.00	18.00	34.00	2.13	1988.00	11.85
29.00	20.00	10.00	13.00	0.40	860.00	4.00	39.00	36.00	18.00	35.00	2.27	2033.33	12.59
29.20	26.00	13.00	15.00	0.27	865.33	2.05	39.20	40.00	20.00	35.00	2.00	2073.33	10.00
29.40	24.00	12.00	14.00	0.27	870.67	2.22	39.40	50.00	25.00	40.00	2.00	2113.33	8.00
29.60	64.00	32.00	35.00	0.40	878.67	1.25	39.60						
29.80	40.00	20.00	25.00	0.67	892.00	3.33	39.80						
30.00	20.00	10.00	17.00	0.93	910.67	9.33	40.00						

No	Void Ratio (e)	Plasticity Test			Passing %		Passing Clay Fraction (%)	Direct Shear Test	
		LL %	PL %	PI %	No. 40 %	No. 200 %		C (kg/cm ²)	φ (degree)
1,2934	62,20	32,63	29,57	99,00	89,00	27,00	0,18	13	
1,2928	64,00	30,05	33,95	100,00	96,00	29,00	0,18	12	
1,3397	66,35	30,49	35,66	100,00	97,00	30,00	0,18	12	
1,2621	65,40	29,91	35,49	100,00	98,00	34,00	0,20	12	
1,2695	66,20	30,40	35,80	100,00	100,00	32,00	0,21	15	
1,0684	58,30	29,55	28,75	80,00	60,00	29,00			

Location : Kec. Gubug, Kab. Grobogan

1



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

PROFIL TANAH

Proyek : Pekerjaan Konsultasi Dan Perencanaan Pembuatan Jalan Baru
Sugihmanik - Daplang
Lokasi : Ke. Gubug, Kab. Grobogan
Kode Sampel : TP. 2 / STA. 1+180 Kiri
Team : Tatang Priyatna MAT :

Kedalaman (m)	Simbol	Diskripsi Jenis Tanah
± 0,00		Lanau warna coklat
-0,10		Lempung kelanauan warna coklat abu-abu

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari S. ST. MT

Koordinator Lab.

DR. Yulita Arni Priastiwi, ST., MT



Laboratorium Mekanika Tanah
Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

SOIL TEST

PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan Pembuatan

LOKASI : Jalan Baru Sugihmanik-Daplang

TEST PIT : TP.2

No.	Sample No.	Kode	Water Content (w) %	Specific Gravity Of Solid (Gs)	Unit weight γ gr/cm ³	Dry Unit Weight γ_d gr/cm ³	porosity (n) %	Void Ratio (e)
1	TP. 2	1	41.27	2.6582	1.6380	1.1595	56.38	1.2926

Tenaga Ahli

Andri Retno Ari Setiaji, ST., MT

Mengetahui
Laboratorium Mekanika Tanah
Depart. T. Sipil, Fak. Teknik UNDIP
Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Ami Priastiw, ST., MT



Laboratorium Mekanika Tanah
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan Pembuatan
Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
LOKASI : Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Gubug, Kab. Grobogan Jawa Tengah
TEST PIT : TP. 2

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Sample				TP. 2
Cawan No.				930
Berat Sample Basah + Cawan	(gr)	W_1	=	109.26
Berat Sample Kering + Cawan	(gr)	W_2	=	79.04
Berat Cawan Kosong	(gr)	W_3	=	5.82
Berat Air	(gr)	$(W_1 - W_2)$	=	30.22
Berat Sample Kering	(gr)	$(W_2 - W_3)$	=	73.22
Kadar Air	(%)	$\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3}$	=	41.27



Laboratorium Mekanika Tanah
Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan Pembuatan
Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
LOKASI : Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Gubug, Kab. Grobogan Jawa Tengah
TEST PIT : TP. 2

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Sample				TP. 2
Nomor Picnometer			=	64
Berat Picnometer + Contoh (gr)	(gr)	W_2	=	48.66
Berat Picnometer (gr)	(gr)	W_1	=	28.66
Berat Contoh (gr)	(gr)	$W_2 - W_1$	=	20.00
Koefisien Temperatur $t^\circ \text{C}$	k		=	0.9963
Brt Pic + Air + Contoh $t^\circ \text{C}$	(t°)	W_3	=	91.38
Brt Pic + Air 25°C	(gr)	W_4	=	78.88
$W_5 = W_2 - W_1 + W_4$		W_5	=	98.88
Isi Contoh		$W_5 - W_3$	=	7.50
Berat Jenis		$\frac{W_1}{W_5 - W_3} k$	=	2.6582



Laboratorium Mekanika Tanah
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan Pembuatan
Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
LOKASI : Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Gubug, Kab. Grobogan Jawa Tengah
TEST PIT : TP. 2

γ_B DENGAN AIR RAKSA

- Sample				TP. 2
- Berat cawan kosong	gr	(a)	=	24.70
- Berat cawan + sample basah	gr	(b)	=	38.80
- Berat sample basah (b - a)	gr	(c)	=	14.10
- Berat cawan + air raksa	gr	(d)	=	141.77
- Berat air raksa	gr	(e)	=	117.07
- Berat jenis air raksa		(BJ)	=	13.60
- Volume air raksa	gr / cm ³	$\frac{e}{BJ}$	=	8.6081
γ_{b1} tanah basah	gr / cm ³	$\frac{c}{Vol}$		1.6380

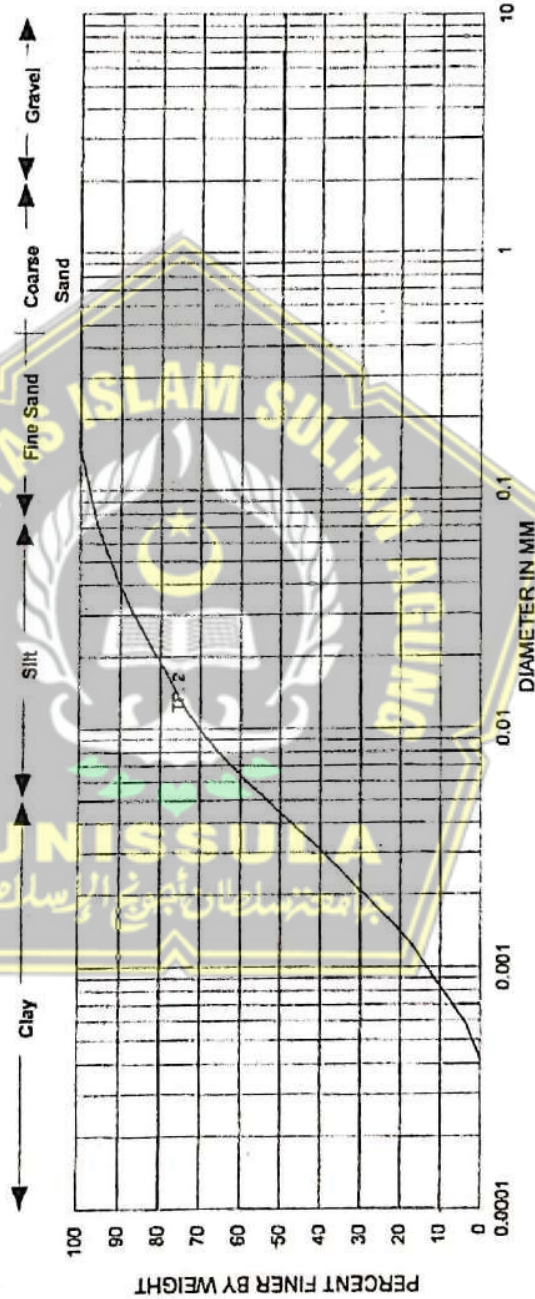
40

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG



GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE AASHTO CLASSIFICATION

PROJECT : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik -
Daplang.
LOCATION : Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Gubug, Kab. Grobogan Jawa Tengah
Laboran : Wardi Raharja



Sample : Test Pit
1 = TP.2

Tenaga Ahli

Ir. Siti Hardiyati, MT

Koordinator Laboratorium,

DR. Yulita Arni Priasthi, ST., MT



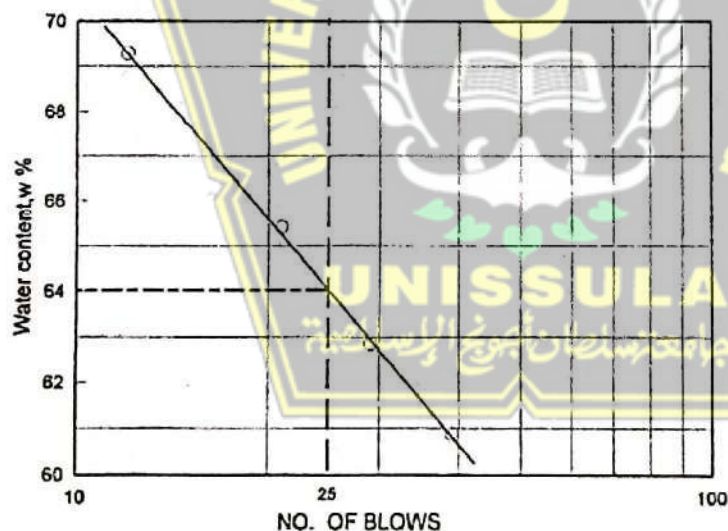
Laboratorium Mekanika Tanah
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

LIQUID AND PLASTIC LIMIT TEST

Pekerjaan : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan Pembuatan Jalan Baru
Sugihmanik - Daplang.
Lokasi : Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Gubug, Kab. Grobogan Jawa Tengah
Test Pit : TP. 2
Laboran : Heru

LIQUID LIMIT DETERMINATION

NO. OF BLOWS		39	29	21	12
Can no		129	166	10	144
Wt. of wet soil + can	gr	17.83	18.60	19.50	18.26
Wt. of dry soil + can	gr	12.68	13.10	13.48	12.55
Wt. of can	gr	4.22	4.35	4.28	4.31
Wt. of dry soil	gr	8.46	8.75	9.20	8.24
Wt. of moisture	gr	5.15	5.50	6.02	5.71
Water Content (w)	(%)	60.87	62.86	65.43	69.30



Flow Index f_i =	
Liquid Limit =	64.00
Plastic Limit =	30.05
Plasticity Index =	33.95

PLASTIC LIMIT DETERMINATION

Can no		95
Wt. of wet soil + can	gr	14.55
Wt. of dry soil + can	gr	12.20
Wt. of can	gr	4.38
Wt. of dry soil	gr	7.82
Wt. of moisture	gr	2.35
Water Content (w)	%	30.05

Tenaga Ahli

Ir. Siti Hardiyanti, MT

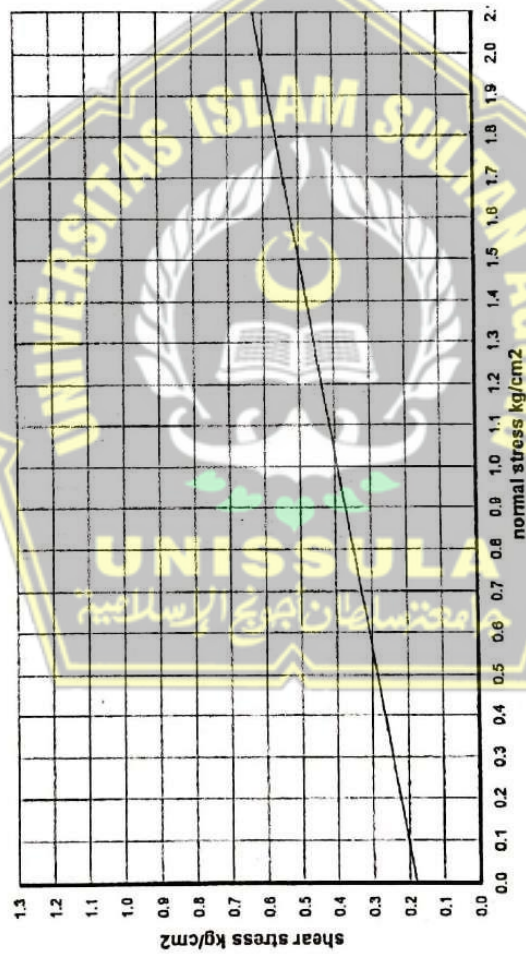
Koordinator Laboratorium,

Dr. Yulia Aml Prias, MT, ST., MT



DIRECT SHEAR TEST

BORING NO. : TP. 2 / STA. 1+180 Kiri
PROJECT : Pekerjaan Konsultasi Dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugilmanik - Dapod
LOCATION : Kec. Gubug, Kab. Grobogan
Jawa Tengah

[illegible]

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari Setiaji, ST., MT

Koordinator Laboratorium,

DR. Yulita Aml Priastiwi, ST., MT



Proyek	: Konsultasi dan Perencanaan Pembuatan Jalan Baru
Lokasi	: Daplang - Sugihmanik, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

Titik	: TP. 2 Sta. 1+180 (Ki)
Teknisi	: LMT-DTS-FT-UNDIP
Tanggal	: 12 Februari 2019

[illegible]

CBR (%)	1,70
---------	------

Kedalaman DCP : 0,00 cm dr muka jalan / aspal



Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Arni Priastwi, ST., MT.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

REKAPITULASI HASIL PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM

PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

URAIAN PEMERIKSAAN		HASIL PEMERIKSAAN		SPEKIFIKASI
KEPADATAN STANDART / MODIFIED	W. Optimum	27.30	%	
	95 % γ D maks	1.3395	gr/cm ³	
	100 % γ D maks	1.4100	gr/cm ³	
CBR Unsoaked	95 % γ D maks	13.60	%	
	100 % γ D maks	17.50	%	
CBR Soaked	95 % γ D maks	3.15	%	
	100 % γ D maks	4.20	%	
Atterberg Limit	LL	64.00	%	
	PL	30.05	%	
	PI	33.95	%	
Swelling Potential		7.96	%	

CATATAN PENTING :

Hasil pemeriksaan diatas hanya berlaku
untuk Material sesuai yang dikirim

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari setiaji, ST., MT

Semarang, Februari 2019

Mengetahui

Laboratorium Tekanika Tanah

Depart. T. Sipil, Fak. Teknik UNDIP

Koordinator Laboratorium,

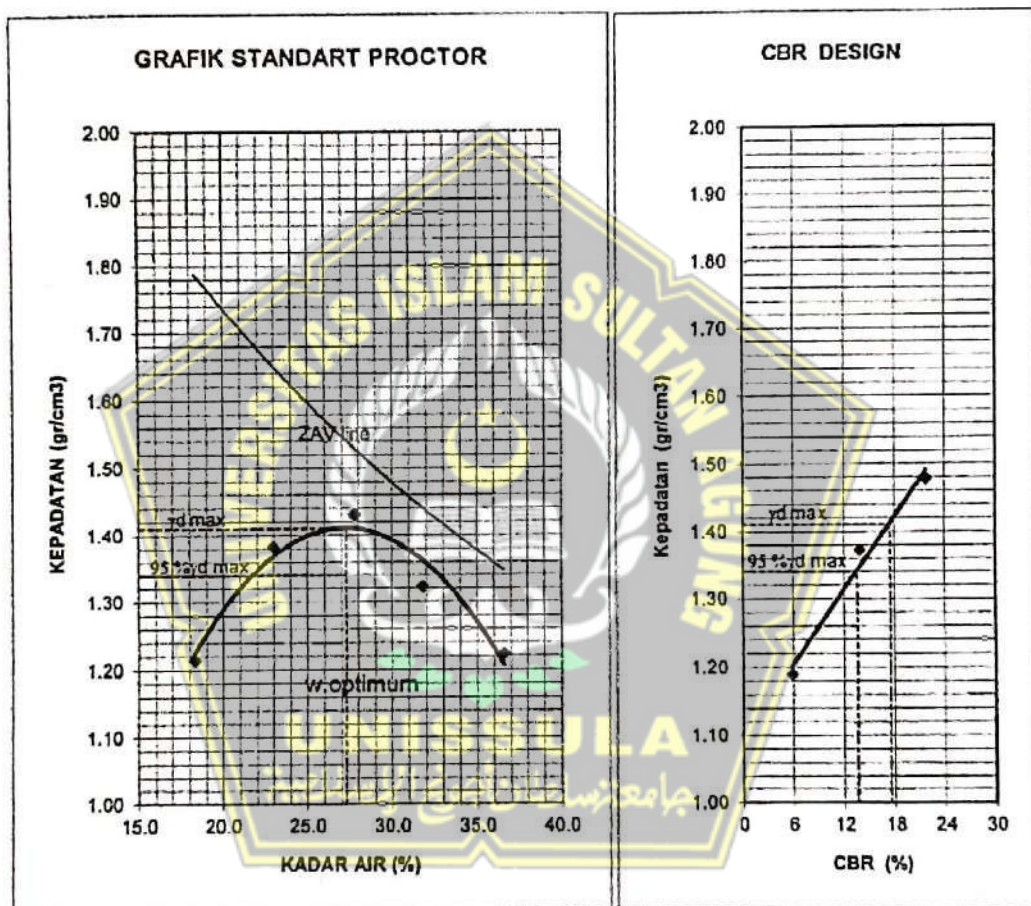
DR. Yulita Arni Priastiw, ST., MT



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) AASHTO T 193

Pekerjaan : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
Sample : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

Kondisi : Tanpa Rendaman (Unsoaked)



Berat Jenis	:	2.6582	
Kepadatan Maks ($\gamma_d \text{ max}$)	:	1.4100	gr/cm^3
95 % Kepadatan Maks ($95\% \gamma_d \text{ max}$)	:	1.3395	gr/cm^3
Kadar Air Optimum	:	27.300	%
CBR 100 % $\gamma_d \text{ max}$	:	17.500	%
CBR 95 % $\gamma_d \text{ max}$	:	13.600	%

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari Setlaji, ST., MT

Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Arni Priastiwi, ST., MT



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN T. SIPIL FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

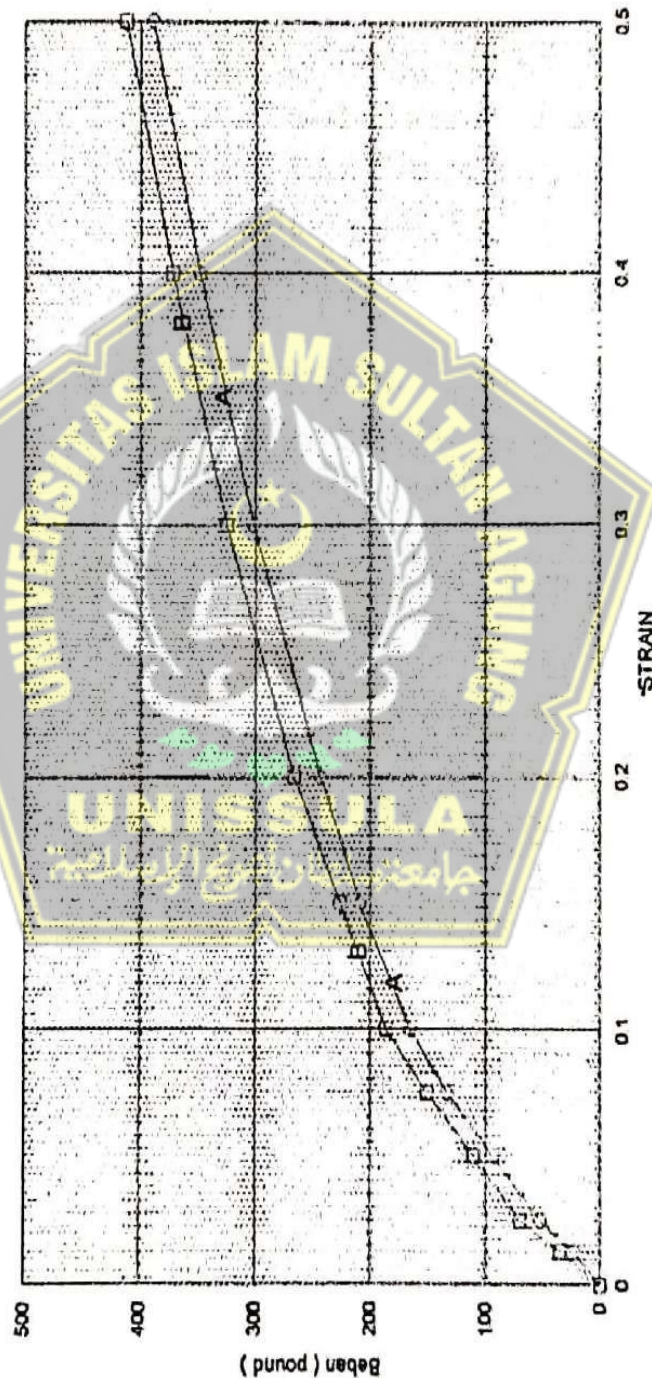
CBR DESIGN TEST 10 X PUKULAN UNSOAKED

PEKERJAAN

: Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Deplang
: Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Deplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah
: Kusumanto

SAMPLE

LABORAN



CBR VALUE	A	B	RATA - RATA	
			%	%
0,1"	5.51	6.19	5.85	%
0,2"	5.42	5.93	5.67	%

KETERANGAN :

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari Setiaji, ST., MT

Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Ami Priastiwi, ST., MT



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

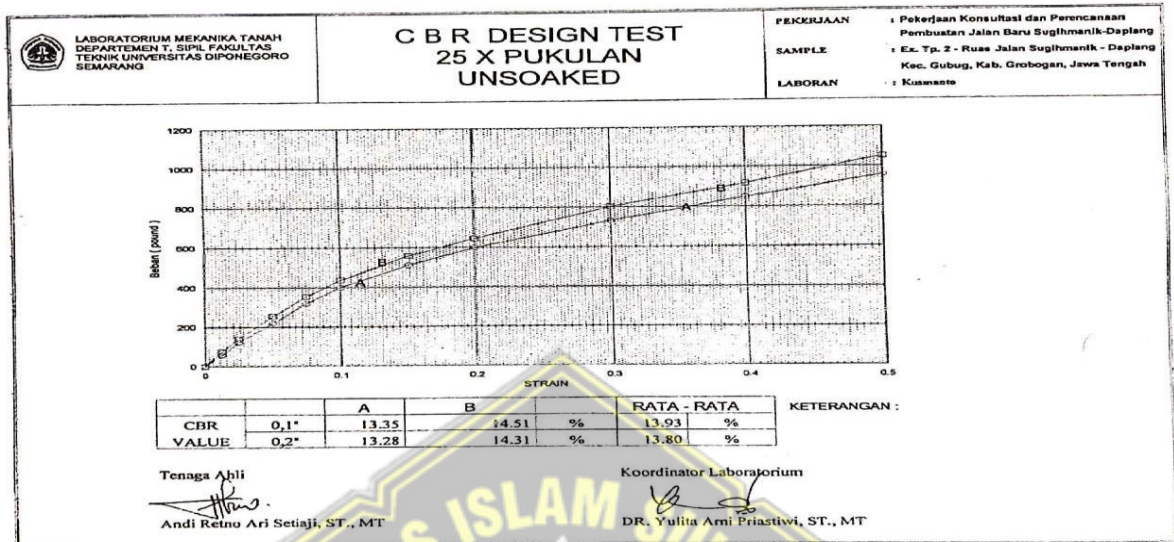
CBR DESIGN TEST

CODE SAMPLE : 10 X PUKULAN (Unsoaked)
PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grohogan, Jawa Tengah

Weight of Mold + soil	11930	gram
Weight of Mold	7057	gram
Weight soil	4873	gram
Volume	3,210.19	cm ³
Bulk Density γ_b	1.5180	gram/cm ³
Dry Density γ_d	1.1896	gram/cm ³

DIAL READING							
	STRAIN	LOAD (2)		MULTIPLIER	4-2X3		
		A	B		A	B	
1	0	0	0	5.8027	0.00	0.00	
2	0.0125	4	6		23.21	34.82	
3	0.025	9	12		52.22	69.63	
4	0.05	16	19		92.84	110.25	
5	0.075	23	26		133.46	150.87	
6	0.1	28.5	32		165.38	185.69	
7	0.15	36	39		208.90	226.31	
8	0.2	42	46		243.71	266.92	
9	0.3	52	56		301.74	324.95	
10	0.4	60	64		348.16	371.37	
11	0.5	67	71		388.78	411.99	

A			
Number of can	46		
Wt of wet soil + can	51.80		
Wt of dry soil + can	42.00		
Wt of can	6.50		
Wt of dry soil	35.50		
Wt of Water	9.80		
Water Content	27.61		27.61





LABORATORIUM MEKANIK TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

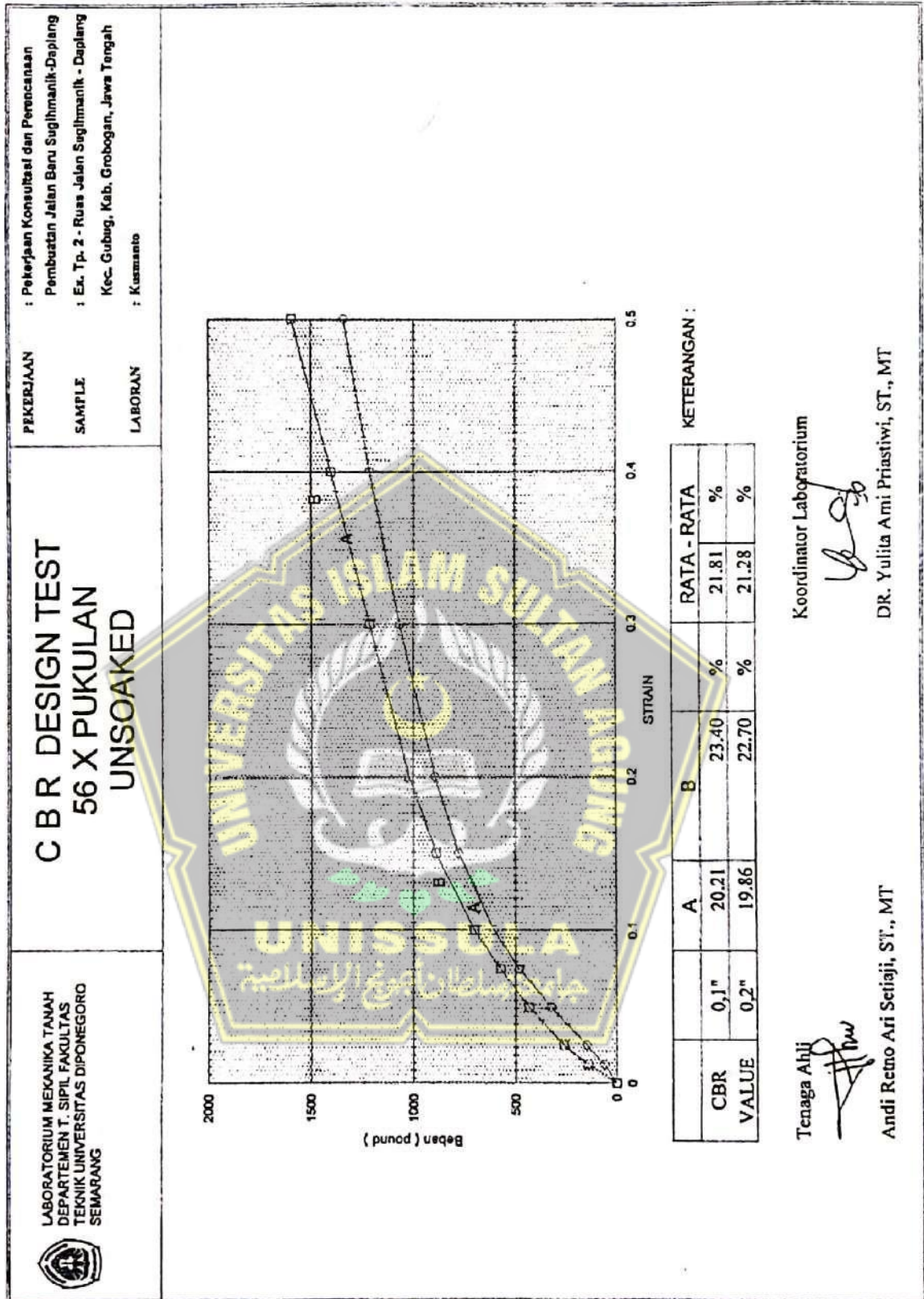
CBR DESIGN TEST

CODE SAMPLE : 25 X PUKULAN (Unsoaked)
PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

Weight of Mold + soil		13208	gram
Weight of Mold		7617	gram
Weight soil		5591	gram
Volume		3,210.19	cm ³
Bulk Density	γ_b	1.7416	gram/cm ³
Dry Density	γ_d	1.3724	gram/cm ³

DIAL READING						
	STRAIN	LOAD (2)		MULTIPLIER	4-2X3	
	1	A	B	3	A	B
1	0	0	0	5.8027	0.00	0.00
2	0.0125	10	13		58.03	75.44
3	0.025	21	24		121.86	139.26
4	0.05	38	44		220.50	255.32
5	0.075	55	61		319.15	353.96
6	0.1	69	75		400.39	435.20
7	0.15	88	96		510.64	557.06
8	0.2	103	111		597.68	644.10
9	0.3	126	138		731.14	800.77
10	0.4	146	158		847.19	916.83
11	0.5	165	181		957.45	1,050.29

A			
Number of can	123		
Wt of wet soil + can	55.60		
Wt of dry soil + can	45.00		
Wt of can	5.60		
Wt of dry soil	39.40		
Wt of Water	10.60		
Water Content	26.90		26.90





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

CBR DESIGN TEST

CODE SAMPLE : 56 X PUKULAN (Unsoaked)
PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

Weight of Mold + soil		13010	gram
Weight of Mold		7029	gram
Weight soil		5981	gram
Volume		3,210.19	cm ³
Bulk Density	y _b	1.8631	gram/cm ³
Dry Density	y _d	1.4778	gram/cm ³

DIAL READING						
	STRAIN	LOAD(2)		MULTIPLIER	4=2X3	
		A	B		A	B
1	0	0	0	5.8027	0.00	0.00
2	0.0125	11	25		63.83	145.07
3	0.025	26	45		150.87	261.12
4	0.05	56	75		324.95	435.20
5	0.075	83	99		481.62	574.47
6	0.1	104.5	121		606.38	702.13
7	0.15	134	153		777.56	887.81
8	0.2	154	176		893.62	1,021.28
9	0.3	184	209		1,067.70	1,212.76
10	0.4	209	242		1,212.76	1,404.25
11	0.5	231	275		1,340.42	1,595.74

A			
Number of can	19		
Wt of wet soil + can	46.20		
Wt of dry soil + can	38.30		
Wt of can	8.00		
Wt of dry soil	30.30		
Wt of Water	7.90		
Water Content	26.07		26.07

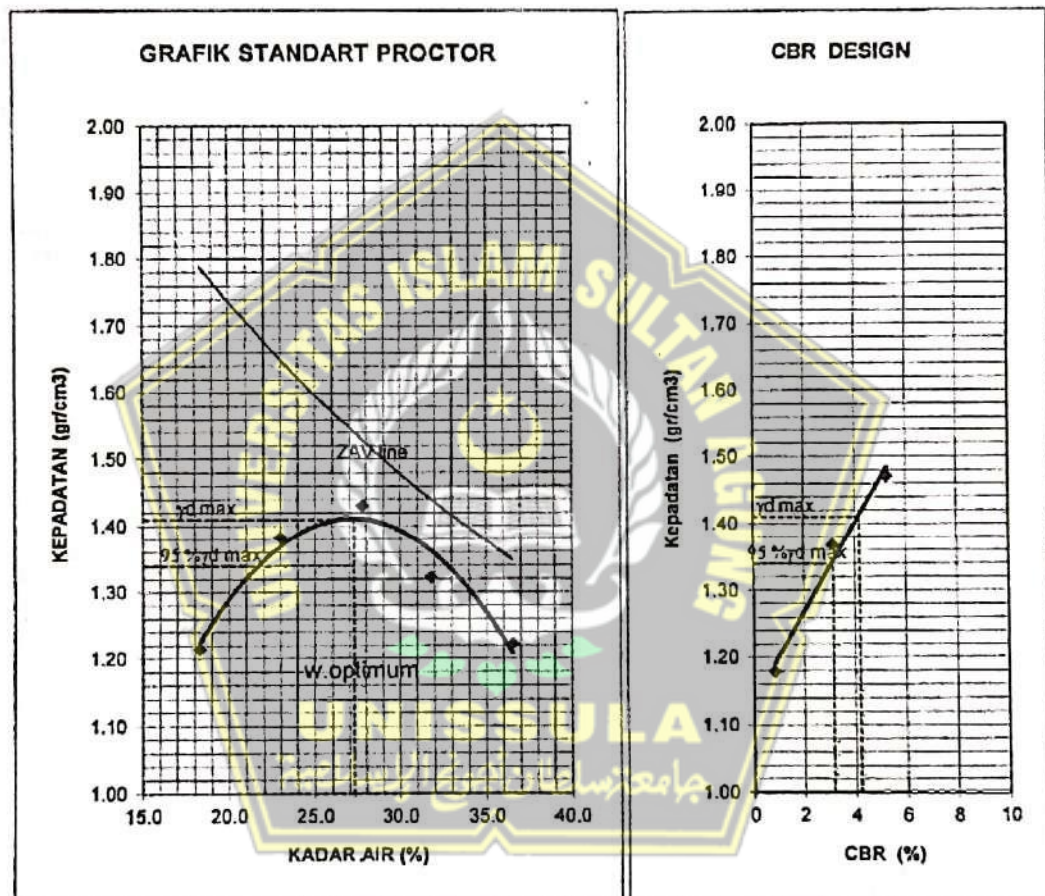


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) AASHTO T 193

Pekerjaan : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
Sample : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

Kondisi : Rendaman (Soaked)



Berat Jenis	:	2.6582	
Kepadatan Maks ($\gamma_d \max$)	:	1.4100	gr/cm ³
95 % Kepadatan Maks (95 % $\gamma_d \max$)	:	1.3395	gr/cm ³
Kadar Air Optimum	:	27.300	%
CBR 100 % $\gamma_d \max$	:	4.200	%
CBR 95 % $\gamma_d \max$	:	3.150	%

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari setiaji, ST., MT

Koordinator Laboratorium

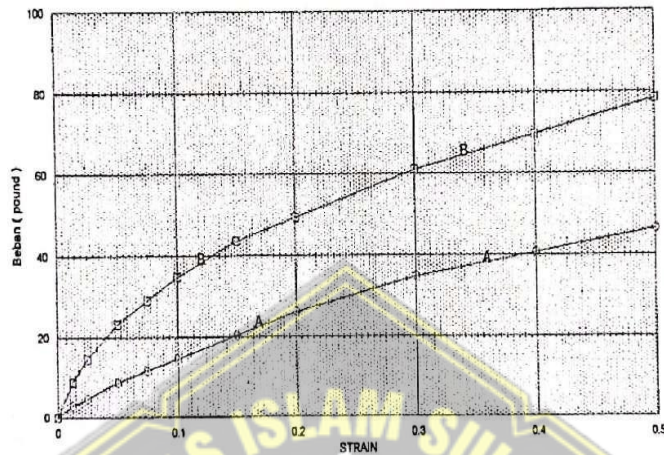
DR. Yulita Ami Priastiwi, ST., MT



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN T. SIPIL FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

C B R DESIGN TEST 10 X PUKULAN SOAKED

PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Diplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Russ Jalan Sugihmanik - Diplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah
LABORAN : Kasamanta



		A	B		RATA - RATA	
CBR	0,1*	0.48	1.16	%	0.82	%
VALUE	0,2*	0.58	1.10	%	0.84	%

KETERANGAN :

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari Setiaji, ST., MT

Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Ami Priastiti, ST., MT

UNISSULA

جامعة سلطان أبوبنح الإسلامية

Dipindai dengan CamScanner



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

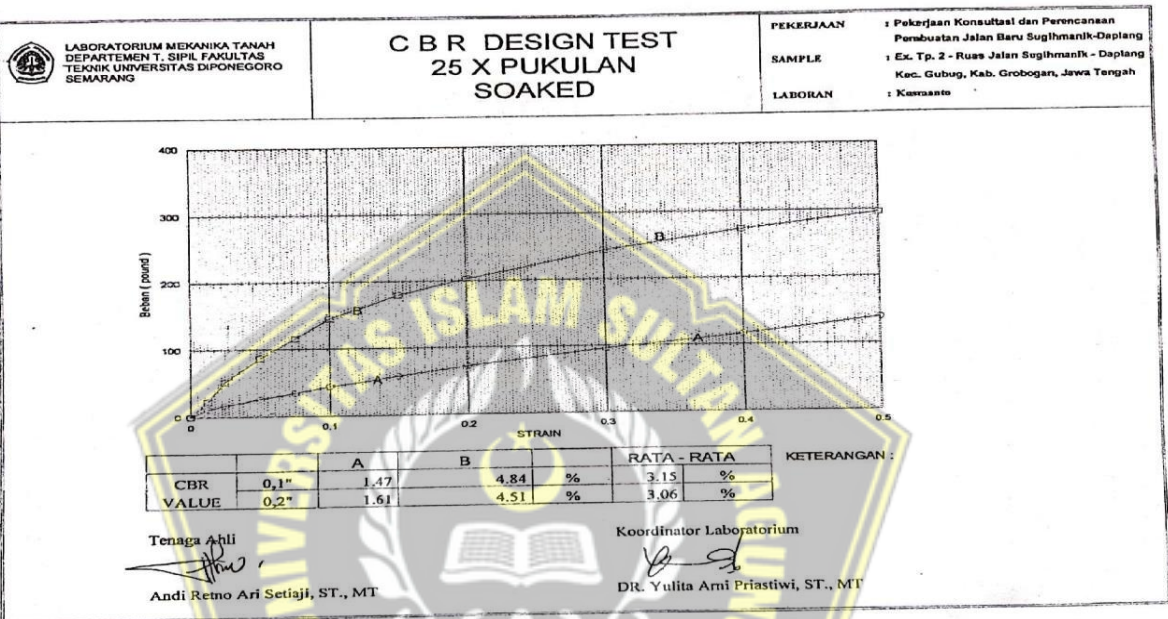
CBR DESIGN TEST

CODE SAMPLE : 10 X PUKULAN (Soaked)
PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

Weight of Mold + soil	12475	gram
Weight of Mold	7057	gram
Weight soil	5418	gram
Volume	3,210.19	cm ³
Bulk Density γ_b	1.6878	gram/cm ³
Dry Density γ_d	1.1787	gram/cm ³

DIAL READING						
	STRAIN	LOAD(2)		MULTIPLYER	4=2X3	
	I	A	B	I	A	B
1	0	0	0	5.8027	0.00	0.00
2	0.0125	0.5	1.5		2.90	8.70
3	0.025	0.8	2.5		4.64	14.51
4	0.05	1.5	4		8.70	23.21
5	0.075	2	5		11.61	29.01
6	0.1	2.5	6		14.51	34.82
7	0.15	3.5	7.5		20.31	43.52
8	0.2	4.5	8.5		26.11	49.32
9	0.3	6	10.5		34.82	60.93
10	0.4	7	12		40.62	69.63
11	0.5	8	13.5		46.42	78.34

	A	B	
Number of can	197	143	Rata-rata
Wt of wet soil + can	42.30	55.10	
Wt of dry soil + can	31.00	40.60	
Wt of can	4.20	7.80	
Wt of dry soil	26.80	32.80	
Wt of Water	11.30	14.50	
Water Content	42.16	44.21	43.19





LABORATORIUM MEKANIK TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

CBR DESIGN TEST

CODE SAMPLE : 25 X PUKULAN (Soaked)
PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

Weight of Mold + soil	13738	gram
Weight of Mold	7617	gram
Weight soil	6121	gram
Volume	3,210.19	cm ³
Bulk Density γ_b	1.9067	gram/cm ³
Dry Density γ_d	1.3677	gram/cm ³

DIAL READING						
	STRAIN	LOAD(2)		MULTIPLIER	4-2X3	
	I	A	B	J	A	B
1	0	0	0	5.8027	0.00	0.00
2	0.0125	2	4		11.61	23.21
3	0.025	3	9		17.41	52.22
4	0.05	4.5	15		26.11	87.04
5	0.075	6	20		34.82	116.05
6	0.1	7.6	25		44.10	145.07
7	0.15	10	31		58.03	179.88
8	0.2	12.5	35		72.53	203.09
9	0.3	16.5	42		95.74	243.71
10	0.4	20	47		116.05	272.73
11	0.5	24	51		139.26	295.94

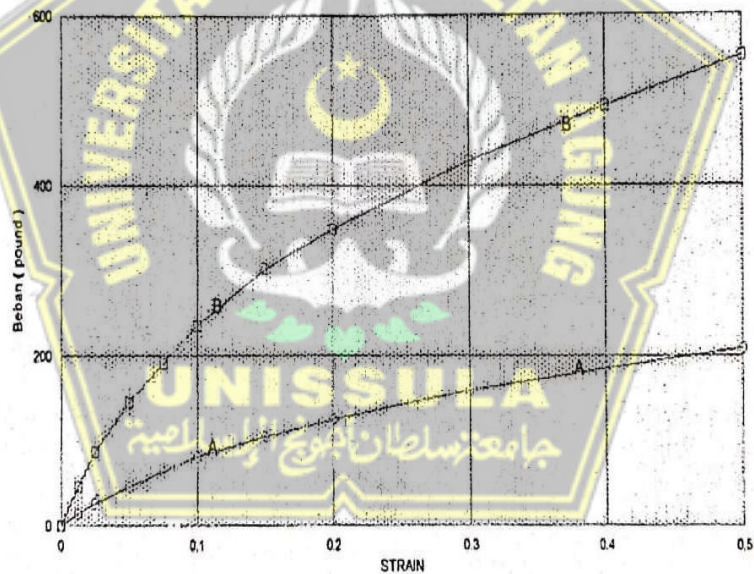
	A	B	
Number of can	193	68	Rata-rata
Wt of wet soil + can	47.50	46.00	
Wt of dry soil + can	35.10	34.20	
Wt of can	3.90	4.00	
Wt of dry soil	31.20	30.20	
Wt of Water	12.40	11.80	
Water Content	39.74	39.07	39.41



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN T. SIPIL FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

C B R DESIGN TEST 56 X PUKULAN SOAKED

PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah
LABORAN : Kosmanito



		A	B		RATA - RATA	
CBR	0,1"	2.71	7.83	%	5.27	%
VALUE	0,2"	2.77	7.74	%	5.25	%

KETERANGAN :

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari Setiaji, ST., MT

Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Ami Priastiw, ST., MT



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

CBR DESIGN TEST

CODE SAMPLE : 56 X PUKULAN (Soaked)
PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

Weight of Mold + soil		13458	gram
Weight of Mold		7029	gram
Weight soil		6429	gram
Volume		3,210.19	cm ³
Bulk Density	γ_b	2.0027	gram/cm ³
Dry Density	γ_d	1.4713	gram/cm ³

DIAL READING						
	STRAIN	LOAD(2)		MULTIPLIER	4=2X3	
	I	A	B	3	A	B
1	0	0	0	5.8027	0.00	0.00
2	0.0125	2.5	8		14.51	46.42
3	0.025	4.5	15		26.11	87.04
4	0.05	8	25		46.42	145.07
5	0.075	11	33		63.83	191.49
6	0.1	14	40.5		81.24	235.01
7	0.15	18	52		104.45	301.74
8	0.2	21.5	60		124.76	348.16
9	0.3	27.5	74		159.57	429.40
10	0.4	32	85		185.69	493.23
11	0.5	36	95		208.90	551.26

	A	B	
Number of can	98	173	Rata-rata
Wt of wet soil + can	52.30	49.50	
Wt of dry soil + can	40.00	37.60	
Wt of can	6.60	4.00	
Wt of dry soil	33.40	33.60	
Wt of Water	12.30	11.90	
Water Content	36.83	35.42	36.12



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

SWELLING MASA PERENDAMAN CBR DESIGN TEST

PEKERJAAN : Pekerjaan Konsultasi dan Perencanaan
Pembuatan Jalan Baru Sugihmanik-Daplang
SAMPLE : Ex. Tp. 2 - Ruas Jalan Sugihmanik - Daplang
Kec. Gubug, Kab. Grobogan, Jawa Tengah

A. 10 X Pukulan (Soaked)

Hari Ke-	ϕ (Diameter) Mould cm	H (Tinggi) Mould cm	Besarnya Swelling cm	Swelling Potensial %
1	15.20	17.70	1.28	7.22
2	15.20	17.70	1.35	7.64
3	15.20	17.70	1.38	7.78

B. 25 X Pukulan (Soaked)

Hari Ke-	ϕ (Diameter) Mould cm	H (Tinggi) Mould cm	Besarnya Swelling cm	Swelling Potensial %
1	15.20	17.70	1.32	7.47
2	15.20	17.70	1.38	7.78
3	15.20	17.70	1.41	7.96

C. 56 X Pukulan (Soaked)

Hari Ke-	ϕ (Diameter) Mould cm	H (Tinggi) Mould cm	Besarnya Swelling cm	Swelling Potensial %
1	15.20	17.70	1.09	6.15
2	15.20	17.70	1.13	6.40
3	15.20	17.70	1.16	6.56

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari setiaji, ST., MT

Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Arni Priastwi, ST., MT



Laboratorium Mekanika Tanah
Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

SOIL TEST

PEKERJAAN : Pengujian Tanah Timbunan Pada
Pembangunan Jalan Tol Semarang - Demak
SAMPLE : Material Tanah Ex. Quarry Rowosari
Semarang, Jawa Tengah
LABORAN : Purwanto

No.	Sample No.	Kode	Water Content (w) %	Specific Gravity Of Solid (Gs)	Unit weight γ gr/cm ³	Dry Unit Weight γ_s gr/cm ³	porosity (n) %	Void Ratio (e)
1	Material Tanah Ex. Quarry Rowosari	1	14.19	2.7053	1.6992	1.4881	44.99	0.8179

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari Setaji, ST., MT

Mengetahui
Laboratorium Mekanika Tanah
Depart. T. Sipil, Fak. Teknik UNDIP
Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Arni Priastwi, ST., MT



LAPORAN HASIL PENYELIDIKAN TANAH
(CBR LABORATORIUM)

**PADA PEKERJAAN PENGUJIAN TANAH TIMBUNAN
PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL SEMARANG - DEMAK**

**SAMPLE MATERIAL TANAH YAITU : 1. EX. QUARY ROWOSARI, SEMARANG ;
2. EX. QUARY RAJEGWESI, MAYONG, JEPARA ;
3. EX. QUARY NOLOKERTO, KALIWUNGU, KENDAL, JAWA TENGAH**



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

Jl. Prof. H. Soedarto, SH - Kompleks Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Kampus Undip Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275
Telp. : +6224 76480594 | Fax : +6224 76480594 | Email : mektan_undip@yahoo.com, mektanundip@gmail.com



Laboratorium Mekanika Tanah
Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

PEKERJAAN : Pengujian Tanah Timbunan Pada
Pembangunan Jalan Tol Semarang - Demak
SAMPLE : Materal Tanah Ex. Quarry Rowosari
Semarang, Jawa Tengah

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Sample				Materal Tanah Ex. Quarry Rowosari
Cawan No.				319
Berat Sample Basah + Cawan	(gr)	W_1	=	58.52
Berat Sample Kering + Cawan	(gr)	W_2	=	52.16
Berat Cawan Kosong	(gr)	W_3	=	7.33
Berat Air	(gr)	$(W_1 - W_2)$	=	6.36
Berat Sample Kering	(gr)	$(W_2 - W_3)$	=	44.83
Kadar Air	(%)	$\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3}$	=	14.19

80



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO

Jl. Prof. H. Soedarto, SH – Kompleks Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Kampus Undip Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275
Telp. : +6224 76480594 | Email : mektanundip@gmail.com | mektanundipbaru@gmail.com

LAPORAN HASIL PENYELIDIKAN TANAH

(CBR LABORATORIUM)

PADA PEKERJAAN PENGUJIAN TANAH TIMBUNAN

PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL SEMARANG - DEMAK

SAMPLE MATERIAL TANAH YAITU 1. EX. QUARY ROWOSARI, SEMARANG ;

2. EX. QUARY RAJEGWESI, MAYONG, JEPARA ;

3. EX. QUARY NOLOKERTO, KALIWUNGU, KENDAL, JAWA TENGAH

Berdasarkan permintaan dari PT. PP (Persero) kepada Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang untuk melaksanakan penyelidikan tanah untuk pekerjaan Pengujian Tanah Timbunan Pada Pembangunan Jalan Tol Semarang - Demak, berupa test CBR Lab. sebanyak 3 (tiga) sample Material Tanah yaitu 1. Ex. Quarry Rowosari, Semarang ; 2. Ex. Quarry Rajegwesi, Mayong, Jepara dan 3. Ex. Quarry Nolakerto, Kaliwungu, Kendal, Jawa Tengah, maka telah dilaksanakan pekerjaan dimaksud.

Pengujian tanah yang dimaksud meliputi tahapan-tahapan: analisa butiran tanah, Specific Gravity, Atterberg Limits, Proctor Modified, test CBR tanpa rendaman (Unsoaked) dan test CBR rendaman (Soaked).

Hasil dapat direkap sebagai berikut :

No.	Hasil Pemeriksaan	Nilai CBR		
		Ex. Quarry Rowosari, Semarang, Jawa Tengah	Ex. Quarry Rajegwesi, Mayong, Jepara, Jawa Tengah	Ex. Quarry Nolakerto, Kaliwungu, Kendal, Jawa Tengah
1.	Proctor Modified			
	- w opt. (%)	17,80	30,40	24,10
	- 95 % γ_d max	1,6055	1,3110	1,3585
	- 100 % γ_d max	1,6900	1,3800	1,4300



Laboratorium Mekanika Tanah
Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

PEKERJAAN : Pengujian Tanah Timbunan Pada
Pembangunan Jalan Tol Semarang - Demak
SAMPLE : Material Tanah Ex. Quarry Rowosari
Semarang, Jawa Tengah

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Sample				Material Tanah Ex. Quarry Rowosari
Nomor Picnometer			=	63
Berat Picnometer + Contoh (gr)	(gr)	W_2	=	50.72
Berat Picnometer (gr)	(gr)	W_1	=	30.72
Berat Contoh (gr)	(gr)	$W_t = W_2 - W_1$	=	20.00
Koefisien Temperatur $t^\circ \text{C}$	k		=	0.9965
Brt Pic + Air + Contoh $t^\circ \text{C}$	(t°)	W_3	=	93.69
Brt Pic + Air 25°C	(gr)	W_4	=	81.06
$W_5 = W_2 - W_1 + W_4$		W_5	=	101.06
Isi Contoh		$W_5 - W_3$	=	7.37
Berat Jenis		$\frac{W_t}{W_5 - W_3} \cdot k$	=	2.7053

[Signature]



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

SWELLING MASA PERENDAMAN CBR DESIGN TEST

PEKERJAAN : Pengujian Tanah Timbunan
Pada Pembangunan Jalan Tol Semarang - Demak
SAMPLE : Material Tanah Ex. Quarry Rowosari
Semarang, Jawa Tengah

A. 10 X Pukulan (Soaked)

Hari Ke-	ϕ (Diameter) Mould cm	H (Tinggi) Mould cm	Besarnya Swelling cm	Swelling Potensial %
1	15.20	17.70	0.14	0.78
2	15.20	17.70	0.18	0.99
3	15.20	17.70	0.19	1.07

B. 25 X Pukulan (Soaked)

Hari Ke-	ϕ (Diameter) Mould cm	H (Tinggi) Mould cm	Besarnya Swelling cm	Swelling Potensial %
1	15.20	17.70	0.16	0.88
2	15.20	17.70	0.17	0.93
3	15.20	17.70	0.19	1.05

C. 56 X Pukulan (Soaked)

Hari Ke-	ϕ (Diameter) Mould cm	H (Tinggi) Mould cm	Besarnya Swelling cm	Swelling Potensial %
1	15.20	17.70	0.04	0.20
2	15.20	17.70	0.05	0.26
3	15.20	17.70	0.06	0.32

Tenaga Ahli

Andi Retno Ari Setiaji, ST., MT

Koordinator Laboratorium

DR. Yulita Arni Priastwi, ST., MT

GAMBAR LAPANGAN

