TUGAS AKHIR

ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD

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



Disusun Oleh :

Tegar Agung Uriyanto NIM : 30.2017.00.170 <u>Wahyu Nazali</u> NIM : 30.2017.00.182

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG 2021

Usulan Penelitian Tugas Akhir

ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD

Yang diajukan oleh :

<u>Tegar Agung Urivanto</u> NIM : 30.2017.00.170 <u>Wahyu Nazali</u> NIM : 30.2017.00.182

Telah disetujui oleh :

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT

Tanggal :

Pembimbing Pendamping

Dr. Abdul Rochim, ST., MT.

Tanggal :

Dipindai dengan CamScanner

Mengetahui Sal

Ketua Program Studi Teknik Sipil

ii

hamad Rusl/Ahyar. MT, M.Eng



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

Jl Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 PO BOX 1054/SM Telp. (024)6583584 Fax. (024)6582455 http://www.unissula.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD Oleh :



Tegar Agung Uriyanto NIM: 30.2017.00.170



Wahyu Nazali NIM : 30.2017.00.182

Telah disetuji dan disahkan di Semarang,

Tim Penguji

Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT
 Dr. Abdul Rochim, ST., MT.
 Selvia Agustina, ST.,M.Eng

Tanda Tangan

Dipindai dengan CamScanner

Universitas Islam Sultan Agung Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Ketua, Ketua

in



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

JI. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 PO.BOX 1054/SM Telp. (024)6583584 Fax. (024)6582455 http://www.unissula.ac.id

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 20 / A.2 / SA - T / XII / 2020

Pada hari ini tanggal 26 Juli 2021 berdasarkan surat keputusan rektor Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang perihal penunjukan dosen pembimbing dan asisten dosen pembimbing :

| 1. | Nama | : Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT |
|----|------------------|---------------------------------|
| | Jabatan Akademik | : Asisten Ahli |
| | | |

2. Nama : Dr. Abdul Rochim, ST., MT. Jabatan Akademik : Lektor Kepala

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

| Nama | : Tegar Agung Uriyanto | Nama | : Wahyu Nazali |
|------|------------------------|------|------------------|
| NIM | : 3.02.017.00170 | NIM | : 3.02.017.00182 |

Judul : ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD

Dengan tahapan sebagai berikut :

| No | Tahapan | Tanggal | Keterangan |
|----|-----------------------------|------------------|------------|
| 1 | Penunjukan dosen pembimbing | 18 Desember 2020 | |
| 2 | Proposal | 25 Desember 2020 | ACC |
| 3 | Pengumpulan data | 14 Januari 2021 | |
| 4 | Analisis data | 20 Maret 2021 | - // |
| 5 | Penyusunan laporan | 19 Juni 2021 | |
| 6 | Selesai laporan | 17 Juli 2021 | ACC |

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

Pembimbing II Pembimbing I (Dr. Abdal Roching, ST., MT.) (Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT) Mengetahui tua Program Studi Teknik Sipil ultas Teknik UNISSULA Ahyar, ST., M.Eng)

iv

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tegar Agung Uriyanto (30201700170)

Wahyu Nazali (30201700182)

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul : "ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD"

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yang membuat pernyatan,

Tegar Agung Uriyanto

Wahyu Nazali

Semarang, 26 Juli 2021

Yang membuat pernyatan,

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini :

NAMA : Tegar Agung Uriyanto (30201700170) Wahyu Nazali (30201700182) JUDUL SKRIPSI : ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD

Saya menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, ide, dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan materi yang sudah pernah diterbitkan atau ditulis oleh orang lain, atau materi yang telah diajukan ke Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau universitas lain untuk gelar atau diploma.

Apabila dikemudian hari terdapat pelanggaran dan kepalsuan dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Yang membuat pernyataan,

Semarang, 26 Juli 2021 Yang membuat pernyataan,

(materai Rp 6000,-) Tegar Agung Uriyanto (materai Rp 6000,-) Wahyu Nazali

ΜΟΤΤΟ

"Wahai manusia, kami akan menguji kalian dengan kesempitan dan kenikmatan, untuk menguji iman kalian. Dan hanya kepada Kamilah kalian akan kembali" (Qs. Al-Anbiya: 35)

"Dan janganlah kamu campuradukkan kebenaran dengan kebatilan dan (janganlah) kamu sembunyikan kebenaran, sedangkan kamu mengetahuinya" (Qs. Al-Baqarah: 42)

"Jika kamu melakukan baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri" (Qs. Al-Isra': 7)

"Dan tolong menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran, dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya siksa Allah sangatlah berat "

(Qs. Al-Maidah: 2)

"Ya Allah, aku berlindung kepada-Mu dari kelemahan, rasa malas, rasa takut, kejelekan di waktu tua, sifat kikir. Dan aku juga berlindung kepada-Mu dari siksa kubur serta bencana kehidupan dan kematian" (HR. Bukhari no.6367 dan Muslim no.2706).

> "Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap" (Qs. Al-Insyirah: 8)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan Semesta alam. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

- 1. Kedua orang tua saya, Bapak saya Alm. Harnoto dan Ibu saya Supriasih, atas semua dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran dan do'a.
- 2. Saudara kandung saya dan keluarga besar saya yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
- 3. Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT. dan Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT. yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
- 4. Semua dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
- 5. Partner laporan tugas akhir Wahyu Nazali. Terimakasih atas waktu dan semangatnya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- Semua teman-teman kariawan PT. Erka Enjiniring yang telah membantu dan memberikan data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir (Mas Wahyu Rizal).
- 7. Untuk teman saya Lecha, Candra, Cuklis, Ebi, Vanhao, dkk terimakasih atas semangat dan bantuan yang telah diberikan.
- 8. Semua teman-teman Fakultas Teknik Sipil UNISSULA angkatan 2017, terimakasih atas semua bantuan, perhatian dan semangatnya.

Tegar Agung Uriyanto NIM : 3.02.017.00170

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan Semesta alam. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

- Kedua orang tua saya, Bapak Sali dan Almh. Ibu Murmini atas semua dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran dan do'a yang tidak ada habisnya.
- Kakak saya Santi Ika Murpratiwi, S.Kom., MT, adik saya Zahrotun Nisa', dan keluarga besar saya yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
- 3. Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT. dan Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT. yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
- 4. Semua dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
- 5. Partner laporan tugas akhir Tegar Agung Uriyanto. Terimakasih atas waktu dan semangatnya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- 6. Semua teman-teman kariawan PT. Erka Enjiniring yang telah membantu dan memberikan data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir (Mas Wahyu Rizal).
- 7. Nabila Khairunisa dan teman-teman kost Retro, terimakasih atas semangat dan bantuan yang telah diberikan.
- 8. Semua teman-teman Fakultas Teknik Sipil UNISSULA angkatan 2017, terimakasih atas semua bantuan, perhatian dan semangatnya.

Wahyu Nazali NIM : 3.02.017.00182

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik tentang "Analisis Konsolidasi Tanah Dengan Menggunakan *Vacuum Consolidation Method.*". Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik Sipil di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

- 1. Bapak Ir. Rachmat Mudiyono, MT., PhD selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.
- Bapak M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung.
- 3. Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
- 4. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
- 5. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Program Studi Teknik Fakultas Teknik Sipil UNISSULA.
- 6. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan motivasi.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, 26 Juli 2021



DAFTAR ISI

| HALAN | IAN JUDUL | i |
|---------|-------------------------|------|
| HALAN | IAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAN | IAN PENGESAHAN | iii |
| BERITA | ACARA | iv |
| PERNY | ATAAN BEBAS PLAGIASI | v |
| PERNY | ATAAN KEASLIAN | vi |
| MOTTO |)) | vii |
| PERSE | MBAHAN | viii |
| KATA I | 'ENGANTAR | х |
| DAFTA | RISI | xii |
| DAFTA | R TABEL | XV |
| DAFTA | R GAMBAR | xvi |
| ABSTR | | xxii |
| | | |
| BAB I F | ENDAHULUAN | |
| 1.1 | Latar Belakang | 1 |
| 1.2 | Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 | Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 | Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 | Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.6 | Metode Pengumpulan Data | 3 |
| 1.7 | Sistematika Penulisan | 3 |
| | | |

BAB II STUDI PUSTAKA

| 2.1 | Tanah | 5 |
|-----|-----------------------------------|---|
| | 2.1.1 Definisi Tanah | 5 |
| | 2.1.2 Komposisi dan Istilah Tanah | 6 |
| 2.2 | Klasifikasi Tanah | 7 |

| | 2.2.1 Kerikil | 7 |
|------|---|----|
| | 2.2.2 Pasir | 7 |
| | 2.2.3 Lanau | 7 |
| | 2.2.4 Lempung | 8 |
| | 2.2.5 Gambut | 8 |
| 2.3 | Tanah Lunak | 9 |
| 2.4 | Konsolidasi Tanah | 10 |
| 2.5 | Penelitian Tanah | 11 |
| | 2.5.1 Pengujian dengan Bor Mesin | 12 |
| | 2.5.2 Pengujian Standart Penetration Test (SPT) | 13 |
| 2.6 | Timbunan Tanah | 15 |
| | 2.6.1 Timbunan Biasa | 15 |
| | 2.6.2 Timbunan Pilihan | 16 |
| 2.7 | Preloading | 16 |
| 2.8 | Perbaikan Tanah Pada Tanah Lunak | 17 |
| 2.9 | Vacuum Consolidation Method (VCM) | 17 |
| 2.10 | Beban Lalu Lintas | 19 |
| 2.11 | Parameter tanah | 19 |
| 2.12 | Analisa Menggunakan Program Plaxis | 24 |

BAB III METODOLOGI

| 3.1 | Pendahuluan | 27 |
|-----|--|----|
| 3.2 | Studi Pustaka | 27 |
| 3.3 | Pengumpulan Data | 27 |
| 3.4 | Permodelan Konsolidasi Tanah dengan Metode Vakum | |
| | Konsolidasi dengan Program Plaxis 8.2 | 29 |
| | 3.4.1 Teknik Pengolahan Data | 29 |
| | 3.4.2 Tahapan Pekerjaan | 30 |
| | 3.4.3 Tahapan Pada Plaxis | 31 |
| | 3.4.4 Perhitungan | 38 |
| | | |

| | Plaxis 8.2 | 38 |
|-----|----------------------|----|
| 3.5 | Kesimpulan dan Saran | 39 |
| 3.6 | Penyusunan Laporan | 39 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| 4.1 | Tinjauan umum | 40 |
|-----|--|----|
| 4.2 | Data Analisis | 41 |
| | 4.2.1 Data Tanah | 41 |
| 4.3 | Tahap Perhitungan | 41 |
| 4.4 | Hasil Perhitungan | 78 |
| | 4.4.1 Keluaran Setelah dilakukan Metode Vacuum Consolidation | 79 |
| 1 | 4.4.2 Keluaran Setelah Pekerjaan Perkerasan Jalan Lentur | 80 |
| | 4.4.3 Keluaran Setelah Terkonsolidasi 1 Tahun | 82 |
| | 4.4.4 Keluaran Setelah Terkonsolidasi 3 Tahun | 84 |
| | 4.4.5 Keluaran Setelah Terkonsolidasi 10 Tahun | 86 |
| | 4.4.6 Keluaran Grafik Penurunan | 88 |
| 4.5 | Diskusi Terhadap Kesimpulan Analisa | 89 |
| | 4.5.1 Output Keseluruhan Dari Program Plaxis 8.2 | 89 |
| | 4.5.2 Hasil Monitoring di Lapangan | 90 |
| | 4.5.3 Perbandingan Settlement | 90 |

BAB V PENUTUP

| LAMPIRAN | | | |
|----------------|-----|------------|------|
| DAFTAR PUSTAKA | | | xxiv |
| | 5.2 | Saran | 94 |
| | 5.1 | Kesimpulan | 93 |

DAFTAR TABEL

| Tabel 2.1 | Tipe Tanah Lunak Berdasarkan Kadar Organik | 10 |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.2 | Hubungan nilai N dengan Kerapatan Relatif | 13 |
| Tabel 2.3 | Beban lalu lintas untuk analisis stabilitas dan beban di luar | |
| | jalan | 19 |
| Tabel 2.4 | Nilai Perkiraan Modulus Young | 20 |
| Tabel 2.5 | Hubungan Antara Jenis Tanah dan Poisson Ratio | 21 |
| Tabel 2.6 | Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah | 21 |
| Tabel 2.7 | Nilai Permeabilitas (k) dalam Satuan (m/s) | 22 |
| Tabel 3.1 | Parameter Tanah | 29 |
| Tabel 3.2 | Tahapan Pekerjaan | 30 |
| Tabel 4.1 | Parameter Tanah | 41 |
| Tabel 4.2 | Parameter Tanah Timbunan | 41 |
| Tabel 4.3 | Phase Perhitungan | 42 |
| Tabel 4.4 | Phase Perhitungan Lanjutan | 43 |
| Tabel 4.5 | Hasil Perhitungan pada program Plaxis 8.2 | 89 |
| Tabel 4.6 | Post Construction | 90 |
| Tabel 4.7 | Hasil Monitoring di Lapangan | 90 |
| Tabel 4.8 | Perbandingan Settlement | 91 |
| | جامعتنسلطان جويج الإسلامية | |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar 2.1 | Klasifikasi Butiran Menurut Sistem USDA,ASTM,MIT | |
|-------------|---|----|
| | International Nomenclature dan British Standard BS 6930 | 6 |
| Gambar 2.2 | Perbedaan Model Plane Strain dan axi-simetri | 26 |
| Gambar 3.1 | Bagan Alur Penelitian | 28 |
| Gambar 3.2 | Kotak Dialog Toolbar | 31 |
| Gambar 3.3 | Kotak Dialog General Settings – Tab Project | 32 |
| Gambar 3.4 | Kotak Dialog General Settings – Tab Dimensions | 32 |
| Gambar 3.5 | Model Geometri Penampang Melintang Jepit Standar | |
| | (Standard Fixities) | 33 |
| Gambar 3.6 | Material Sets | 34 |
| Gambar 3.7 | Properties Lapisan Tanah – Tab General | 34 |
| Gambar 3.8 | Properties Lapisan Tanah – Tab Parameters | 35 |
| Gambar 3.9 | Properties Lapisan Tanah – Tab Interfaces | 35 |
| Gambar 3.10 | Mesh Generation Penampang Melintang | 36 |
| Gambar 3.11 | Tinggi Permukaan Air Tanah (Phreatic Level) | 36 |
| Gambar 3.12 | Phreatic Level | 37 |
| Gambar 3.13 | Tekanan Air Aktif (Active Pore Water Pressure) | 37 |
| Gambar 3.14 | Mengaktifkan Konfigurasi Geometri | 38 |
| Gambar 3.15 | Generate Initial Stress. | 38 |
| Gambar 4.1 | Potongan Melintang Timbunan menggunakan VCM | 40 |
| Gambar 4.2 | Input Phase Timbunan Platform pada Tab General dan | |
| | Parameters | 44 |
| Gambar 4.3 | Define Phase Timbunan Platform | 45 |
| Gambar 4.4 | Input Phase Pemasangan PVD pada Tab General dan Parameters | 45 |
| Gambar 4.5 | Define Phase Pemasangan PVD | 46 |
| Gambar 4.6 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 46 |

| Gambar 4.7 | Define Phase Masa Tunggu Vacuum On | 47 |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.8 | Input <i>Phase</i> Kedalaman 40 cm pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i> | 47 |
| Gambar 4.9 | Define Phase Timbunan 40 cm | 48 |
| Gambar 4.10 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 48 |
| Gambar 4.11 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum Off pada Tab General dan Parameters | 49 |
| Gambar 4.12 | Define Phase Masa Tunggu Vacuum Off | 49 |
| Gambar 4.13 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 50 |
| Gambar 4.14 | Define Phase Masa Tunggu Vacuum On | 50 |
| Gambar 4.15 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum Off pada Tab General dan Parameters | 51 |
| Gambar 4.16 | Define Phase Masa Tunggu Vacuum Off | 51 |
| Gambar 4.17 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 52 |
| Gambar 4.18 | Define Phase Masa Tunggu Vacuum On | 52 |
| Gambar 4.19 | Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters | 53 |
| Gambar 4.20 | Define Phase Timbunan 1 m | 53 |
| Gambar 4.21 | Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters | 54 |
| Gambar 4.22 | Define Phase Timbunan 1 m | 54 |
| Gambar 4.23 | Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters | 55 |
| Gambar 4.24 | Define Phase Timbunan 1 m | 55 |
| Gambar 4.25 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 56 |
| Gambar 4.26 | <i>Input Phase</i> Timbunan 1 m pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i> | 56 |
| Gambar 4.27 | Define Phase Timbunan 1 m | 57 |

| Gambar 4.28 | Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General dan | |
|-------------|--|----|
| | Parameters | 57 |
| Gambar 4.29 | Define Phase Timbunan 1 m | 58 |
| Gambar 4.30 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 58 |
| Gambar 4.31 | <i>Input Phase</i> Timbunan 20 cm pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i> | 59 |
| Gambar 4.32 | Define Phase Timbunan 20 cm | 59 |
| Gambar 4.33 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 60 |
| Gambar 4.34 | Input Phase Vacuum Selesai pada Tab General dan Parameters | 60 |
| Gambar 4.35 | Define Phase Vacuum Selesai | 61 |
| Gambar 4.36 | Input Phase Pekerjaan Jalan lentur pada Tab General dan Parameters | 61 |
| Gambar 4.37 | Define Phase Pekerjaan Jalan Lentur | 62 |
| Gambar 4.38 | <i>Input Phase</i> Konsolidasi 1 Tahun pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i> | 62 |
| Gambar 4.39 | Define Phase Konsolidasi 1 Tahun | 63 |
| Gambar 4.40 | Input Phase Konsolidasi 3 Tahun pada Tab General dan Parameters | 63 |
| Gambar 4.41 | Input Phase Konsolidasi 10 Tahun pada Tab General dan Parameters | 64 |
| Gambar 4.42 | Input Phase SF Timbunan Platform pada Tab General dan Parameters | 64 |
| Gambar 4.43 | Input Phase SF Pemasangan PVD Platform pada Tab General dan Parameters | 65 |
| Gambar 4.44 | Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 66 |
| Gambar 4.45 | <i>Input Phase</i> SF Timbunan 40 cm pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i> | 66 |

| Gambar 4.46 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 67 |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.47 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum Off pada Tab General dan Parameters | 67 |
| Gambar 4.48 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 68 |
| Gambar 4.49 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum Off pada Tab General dan Parameters | 69 |
| Gambar 4.50 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 69 |
| Gambar 4.51 | Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters | 70 |
| Gambar 4.52 | Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters | 70 |
| Gambar 4.53 | Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters | 71 |
| Gambar 4.54 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 72 |
| Gambar 4.55 | <i>Input Phase</i> SF Timbunan 1 m pada <i>Tab General</i> dan Parameters | 72 |
| Gambar 4.56 | Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters | 73 |
| Gambar 4.57 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 73 |
| Gambar 4.58 | Input Phase SF Timbunan 20 cm pada Tab General dan Parameters | 74 |
| Gambar 4.59 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters | 75 |
| Gambar 4.60 | Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum Selesai pada Tab General dan Parameters | 75 |
| Gambar 4.61 | Input Phase SF Pekerjaan Jalan Lentur pada Tab General dan Parameters | 76 |

| Gambar 4.62 | Input Phase SF Konsolidasi 1 Tahun pada Tab General dan Parameters | 76 |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.63 | Input Phase SF Konsolidasi 3 Tahun pada Tab General dan Parameters | 77 |
| Gambar 4.64 | Input Phase SF Konsolidasi 10 Tahun pada Tab General dan Parameters | 78 |
| Gambar 4.65 | Input Titik Grafik Penurunan | 78 |
| Gambar 4.66 | Total Penurunan Tanah Setelah dilakukan Metode Vakum Konsolidasi | 79 |
| Gambar 4.67 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah dilakukan Metode Vakum Konsolidasi | 79 |
| Gambar 4.68 | Tegangan Efektif Rata-rata Setelah dilakukan Metode Vakum Konsolidasi | 80 |
| Gambar 4.69 | Safety Factor Setelah dilakukan Metode Vakum Konsolidasi. | 80 |
| Gambar 4.70 | Total Penurunan Tanah Setelah Pekerjaan Perkerasan Jalan Lentur | 81 |
| Gambar 4.71 | Teka <mark>nan</mark> Air Pori Berlebih Setelah Pekerj <mark>aan Perkerasan Jalan Len</mark> tur | 81 |
| Gambar 4.72 | Tegangan Efektif Rata-rata Setelah Pekerjaan Perkerasan Jalan Lentur | 82 |
| Gambar 4.73 | Safety Factor Setelah Pekerjaan Perkerasan Jalan Lentur | 82 |
| Gambar 4.74 | Total Penurunan Tanah Setelah Adanya Konsolidasi selama 1 tahun | 83 |
| Gambar 4.75 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Adanya Konsolidasi Selama 1 Tahun | 83 |
| Gambar 4.76 | Tegangan Efektif Rata-rata Setelah Adanya Konsolidasi Selama 1 Tahun | 84 |
| Gambar 4.77 | Safety Factor Setelah Konsolidasi Selama 1 Tahun | 84 |
| Gambar 4.78 | Total Penurunan Tanah Setelah Adanya Konsolidasi Selama 3 tahun | 84 |
| Gambar 4.79 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Adanya Konsolidasi Selama 3 Tahun | 85 |

| Gambar 4.80 | Tegangan Efektif Rata-rata Setelah Adanya Konsolidasi Selama 3 Tahun | 85 |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.81 | Safety Factor Setelah Konsolidasi Selama 3 Tahun | 86 |
| Gambar 4.82 | Total Penurunan Tanah Setelah Adanya Konsolidasi selama 10 tahun | 86 |
| Gambar 4.83 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Adanya Konsolidasi Selama 10 Tahun | 87 |
| Gambar 4.84 | Tegangan Efektif Rata-rata Setelah Adanya Konsolidasi Selama 10 Tahun | 87 |
| Gambar 4.85 | Safety Factor Setelah Konsolidasi Selama 10 Tahun | 88 |
| Gambar 4.86 | Grafik Penurunan Pada Titik A | 88 |
| Gambar 4.87 | Grafik Penurunan Pada Titik B | 88 |



ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD

Oleh :

Tegar Agung Uriyanto¹⁾, Wahyu Nazali¹⁾, Rinda Karlinasari²⁾, Abdul Rochim²⁾

Abstrak

Dalam pembangunan konstruksi sipil salah satunya pekerjaan perkerasan jalan, kondisi tanah dasar harus dapat menompang beban konstruksi di atasnya. Saat pembangunan konstruksi sering dijumpai permasalahan yaitu konstruksi di atas tanah lunak. Oleh karena itu diperlukan perbaikan tanah lunak salah satunya dengan menggunakan Vacuum Consolidation Method, guna untuk mempercepat proses konsolidasi pada tanah yang mempunyai daya dukung rendah. Salah satunya yang terjadi di proyek Tol Pematang Panggang - Kayu Agung, Provinsi Sumatera Selatan. Tugas Akhir ini sendiri bertujuan untuk mengetahui perbandingan besarnya penurunan tanah di lapangan dengan di permodelan menggunakan Vacuum Consolidation Method.

Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data sekunder, yaitu data borlog, cross timbunan, dan laporan final perbaikan tanah lunak. Selanjutnya data yang diperoleh diolah menjadi parameter tanah, gometri permodelan dan jadwal tahapan pelaksanaan. Kemudian data tersebut diolah menggunakan program Plaxis 8.2.

Hasil analisa dari program Plaxis 8.2 menunjukkan bahwa besarnya penurunan akhir di permodelan setelah metode vakum konsolidasi selesai sebesar 66,4 cm sedangkan penurunan akhir di lapangan saat metode vakum konsolidasi selesai sebesar 61,6 cm, lebih besar 4,8 cm penurunan di permodelan dibandingkan penurunan di lapangan. Setelah konstruksi sampai konsolidasi 10 tahun terjadi penurunan sebesar 4,4 cm.

Kata Kunci : Penurunan, Plaxis 8.2, Tanah Lunak, Timbunan, VCM

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA

²⁾ Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA

SOIL CONSOLIDATED ANALYSIS USING VACUUM CONSOLIDATION METHOD

Oleh :

Tegar Agung Uriyanto¹⁾, Wahyu Nazali¹⁾, Rinda Karlinasari²⁾, Abdul Rochim²⁾

Abstract

In the construction of civil construction, one of which is pavement work, the subgrade condition must be able to support the construction load on it. During construction, problems are often encountered, namely construction on soft soil. Therefore, it is necessary to improve soft soil, one of which is by using the Vacuum Consolidation Method, in order to accelerate the consolidation process on soils that have low bearing capacity. One of them happened in the Pematang Panggang - Kayu Agung Toll Road project, South Sumatra Province. This final project itself aims to determine the comparison of the amount of land subsidence in the field with modeling using the Vacuum Consolidation Method.

This research was conducted by collecting secondary data, namely borlog data, cross embankment, and final report on soft soil improvement. Furthermore, the data obtained is processed into soil parameters, modeling geometry and schedule of implementation stages. Then the data is processed using the Plaxis 8.2 program.

The results of the analysis from the Plaxis 8.2 program show that the final decrease in the modeling after the vacuum consolidation method is completed is 66.4 cm, while the final decrease in the field when the vacuum consolidation method is completed is 61.6 cm, 4.8 cm greater the decrease in the modeling compared to the decrease. in the field. After construction to 10 years of consolidation there was a decrease of 4.4 cm.

Keyword : Subsidence, Plaxis 8.2, Soft Soil, Embankment, VCM

¹⁾Student of the Faculty of Engineering, Study Program of Civil Engineering UNISSULA

²⁾Lecturer of the Faculty of Engineering, Study Program of Civil Engineering UNISSULA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan Tol di Indonesia beberapa tahun belakangan ini terjadi peningkatan guna untuk mencukupi kebutuhan sarana prasarana masyarakat dalam upaya meningkatkan kesejahteraan dan perekonomian rakyat. Dalam pembangunan infrastruktur jalan Tol, tanah mempunyai peranan penting karena merupakan landasan utama pada struktur jalan Tol. Di Indonesia sendiri terdapat banyak jenis tanah dan sifat tanah yang berbeda-beda, misalnya tanah lunak adalah tanah dengan kandungan organik yang sangat tinggi, daya dukung rendah, kuat geser rendah, kompresibilitas tinggi, muka air tanah tinggi, dan penurunan sekunder tinggi, selain itu tanah gambut memiliki banyak rongga, kelembaban tinggi dan kapasitas tekan yang sangat rendah, akibatnya penurunan muka tanah di bawah beban akan berlangsung sangat lambat. Penurunan tersebut umumnya relatif besar. Akibatnya, elevasi jalan turun di bawah elevasi rencana dan perkerasan rusak lebih cepat dari umur rencana.

Oleh karena itu tanah lunak harus dilakukan perbaikan dahulu sebelum dilaksanakan pembangunan, terdapat banyak cara untuk memperbaiki tanah salah satu cara perbaikan dengan hidrolis, *vacuum preloading*, anchor maupun cara lainnya. Salah satu cara perbaikan kualitas tanah dengan metode *vacuum consolidation method* (VCM). Secara garis besar VCM merupakan penyedotan vakum ke dalam massa tanah yang diisolasi dengan tujuan untuk mengurangi tekanan atmosfir dan tekanan air pori dalam tanah, sehingga dapat mempercepat proses penurunan lapisan tanah dan pemadatan tanah. *Vacuum Consolidation Method* (VCM) merupakan pengembangan dari metode drainase vertikal sebelumnya seperti *pre-febricated vertical drain* (PVD) dll. Metode VCM juga mengalami kemajuan dari penerapan di lapangan hingga teknologi peralatan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penurunan tanah dan efektivitas waktu menggunakan VCM pada proyek Tol Pematang Panggang – Kayu Agung, Provinsi Sumatera Selatan. Sehingga kami membuat analisa

memakai Program *Plaxis* 8.2 dengan judul ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN *VACUUM CONSOLIDATION METHOD*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang adapun rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1. Berapakah penurunan tanah dengan menggunakan VCM ?
- 2. Berapakah perbandingan penurunan tanah di lapangan dan di permodelan ?
- 3. Pada tahap apa dapat mencapai penurunan maksimum dan berapa besar penurunannya ?
- 4. Pada tahap apa sudah tidak terjadi penurunan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas dapat diidentifikasikan tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

- 1. Dapat mengetahui besarnya penurunan dengan menggunakan VCM.
- 2. Untuk mengetahui besarnya perbandingan penurunan tanah di lapangan dan di permodelan.
- 3. Dapat melihat besar penurunan maksimum.
- 4. Dapat mengetahui pada tahapan apa sudah tidak terjadi penurunan.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang digunakan untuk menyusun penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1. Membuat jadwal tahapan penimbunan dan jadwal vacuum on dan off.
- 2. Perhitungan pemadatan tanah menggunakan program Plaxis.
- 3. Membuat tabel penurunan pada setiap tahapan permodelan.
- 4. Data-data yang dipakai adalah data N-SPT, *Bor log* dari hasil penyelidikan tanah di lapangan dan data-data berbagai literatur yang berkaitan dengan perencanaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang diharapkan pada Tugas Akhir ini untuk :

- 1. Memberi ilmu pengetahuan dan menambah wawasan kepada pembaca.
- 2. Mengetahui penurunan tanah dengan metode VCM pada jangka waktu tertentu.
- Mempermudah mahasiswa untuk mencari referensi tugas dengan permasalahan yang sama.

1.6 Metode Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Mempelajari jurnal ilmiah maupun buku-buku literatur yang berhubungan dengan tugas akhir ini.

2. Pengumpulan Data

Subjek dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah proyek jalan tol Pematang Panggang – Kayu Agung STA 155+550 Sumatera Selatan. Data yang dibutuhkan untuk Tugas Akhir ini diperoleh dari PT. Erka Konsultan Enjiniring. Adapun data yang diperlukan yaitu data *bore log*, data pelaksanaan metode vakum konsolidasi.

3. Analisa Data

Membuat pengolahan data dan melaksanakan analisis permodelan di aplikasi terhadap teori-teori yang sudah dikumpulkan pada studi literatur.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang penulisan, tujuan penelitian, manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menerangkan tentang dasar teori yang berhubungan dengan lingkup pembahasan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

BAB 3 : METODOLOGI PENULISAN

Pada bab ini menerangkan tentng metodologi penulisan Tugas Akhir berupa runtutan metode analisis yang digunakan.

BAB 4 : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis penurunan tanah dengan menggunakan metode VCM menggunakan *software Plaxis 8.2*.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran berdasarkan apa yang sudah dianalisis pada Tugas Akhir ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Definisi Tanah

Tanah merupakan bagian dari alam yang tersusun dari bahan mineral dan unsur organik. Secara umum tanah merupakan kumpulan dari partikel mineral alami yang terpisah oleh siklus mekanik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bad rock*). Ikatan yang lebih relative lemah disebabkan karena karbon, zat organik atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi udara, air ataupun keduanya (Hardiyatmo, 1992).

Tanah dibentuk dari berbagai tahapan padat, cair, dan gas, karakteristik yang bergantung pada pelaksanaan tahap penghubung dan pada tekanan yang diberikan. Cairan terdiri dari air yang mengandung campuran alami yang dapat diperoleh dari tumpahan senyawa, limbah, dan air tanah. Zat gas terdiri dari udara.

Tanah berbutir kasar bias diidentifikasikan melalui ukuran butiran. Butiran tanah yang berukuran lebih dari 2 mm, digolongkan sebagai kerikil. Bila butiran masih bisa dilihat oleh mata, namun ukurannya kurang dari 2 mm, tanah jenis ini digolongkan sebagai pasir. Pasir dibagi menjadi 3 macam, pasir halus, pasir sedang, pasir kasar. Lanau merupakan tanah berbutir halus yang terbagi dari butiran tanah yang plastis. Butiran lempung merupakan bagian yang lebih halus dari lanau, mempunyai sifat yang dipengaruhi oleh kandungan air dalam tanah (Hardiyatmo, 1992).

Susunan tanah tergantung oleh susunan partikel, kelompok partikel, ruang pori, dan komposisi tanah didalamnya. Karakteristik dasar ini menentukan jenis konstruksi apa yang akan dibangun dan dilakukan penanganan apa yang harus dilakukan untuk membuat koonstruksi bisa bertahan lama dan menanggung dampak gempa, rembesan air, dan faktor eksternal lainnya.

2.1.2 Komposisi dan Istilah tanah

Tanah merupakan kumpulan benda-benda alam yang terdapat di permukaan bumi atau bahkan dimodifikasi oleh manusia dari bahanbahan yang berasal dari tanah (soil survey staff 1990). Istilah tanah dalam mekanika tanah memiliki tujuan untuk mencakup semua bahan dari tanah lempung (clay) sampai batuan besar, secara uum tanah terdiri dari butiran tanah, air, dan udara.



Gambar 2.1 Klasifikasi butiran menurut sistem USDA, ASTM, MIT International Nomenclature dan British Standard BS 6930 (Kovacs,

1981)

Istilah lempung, lanau, pasir, dan kerikil digunakan untuk menggambarkan ukuran butiran tanah dan sifat tanah tersebut, seperti lempung yang memiliki sifat plastis dan kohesif. Tanah yang partikelnya memiliki rentang ukuran lanau dan lempung disebut tanah berbutir halus (*fine grained*). Apabila ukuran rentang partikelnya kerikil dan pasir disebut tanah berbutir kasar (*coarse grained*). Secara umum tanah disebut sebagai kohesif apabila partikelnya saling melekat.

2.2 Klasifikasi Tanah

Karakterisasi tanah adalah penyelidikan tentang bagaimana mengenali sifat-sifat tanah satu sama lain, dan mengurutkan tanah ke dalam kelas-kelas tertentu tergantung pada kedekatan sifat-sifat yang dimilikinya. Pengelompokan tanah bertujuan untuk memberikan susunan yang tepat untuk informasi tentang tanah.

2.2.1 Kerikil

Agregat kasar (*Coarse Aggregate*) sering juga disebut kerikil dengan butirannya berukuran antara 4,76 mm – 150 mm. Sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu.

2.2.2 Pasir

Pasir adalah salah satu contoh material granular. Butiran pasir umumnya antara 0,0625 dan 2 mm. Bahan penyusun pasir adalah silika, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis biasanya terbentuk dari batugamping. Hanya sedikit tumbuhan yang dapat hidup di pasir karena pasir memiliki rongga yang cukup besar. Pasir memiliki warna sesuai dengan jenis dan asal pembentukannya. Seperti yang kita ketahui bersama, pasir juga sering digunakan dalam konstruksi bangunan.

2.2.3 Lanau

Lanau bisa diartikan tanah peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang plastis dan lebih mudah tembus air daripada tanah lempung sehingga mempunyai sifat dilatasi yang tidak dipunyai lempung. Dilatasi merupakan sifat yang gejala perubahannya terjadi apabila lanau itu dirubah bentuknya. Lanau ialah material yang butirranbutirannya lolos saringan no.200. Tanah lanau bisa dikategorikan jadi 2 kategori, yaitu lanau yang dikarakteristikan seperti tepung batu yang tidak berkohesi dan bersifat nonplastis, dan lanau yang bersifat plastis. Karakter teknis lanau yang tepung batu lebih mendekati karakter seperti pasir halus. Lanau yang melambangkan butiran halus mempunyai karakter ataupun sifat yang tidak menguntungkan seperti :

1. Kuat gesernya rendah, terjadi setelah pembebanan.

- 2. Kapilaritas tinggi.
- 3. Permeabilitasnya rendah.
- 4. Kerapatannya relatif rendah dan sukar dipadatkan.

2.2.4 Lempung

Lempung mempunyai sifat kohesif dan plastis dan terdiri dari butiran yang sangat halus atau kecil. Karakter ini tidak didapatkan pada material lain seperti pasir dan kerikil. Sifat plastisitas merupakan suatu kemungkinan material tersebut bisa berubah bentuk tanpa merubah volume dan tidak merusak, retak,atau pecah, sedangkan sifat kohesif mengartikan butiran-butiran saling melekat. Tanah lempung terjadi karena agregat partikel-partikel berukuran sangat halus atau mikroskopik dan submikrospik yang didapatkan dari pembusukan kimiawi unsurunsur penyusun batuan, dan memiliki karakter plastis antara kadar air sedang sampai besar. Jika dalam keadaan kering sangat keras, dan tidak mudah hancur hanya dengan jari tangan. Lempung memiliki permeabilitas lempung teramat rendah (Terzaghi dan peck,1987). Terbantuknya mineral lempung oleh proses pengeroposan unsur-unsur kimiawi yang membuat terbentuknya kelompok partikel-partikel berukuran koloid (< 0,002 mm).

Ciri yang menjadi khas dari tanah lempung saat dalam keadaan kering akan berkarakter kokoh, dan jika basah aka berkarakter lunak plastis, dan kohesif, bisa mengembang dan menyusut dengan cepat, oleh karena itu memiliki sifat yang berpengaruh seperti air menyebabkan perubahan volume yang besar. Lempung ialah tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat menyusut dan mengembang. Lempung ekspansif memiliki ciri khusus yaitu kadar air yang dapat mempengaruhi kapasitas pertukaran ion yang sangat tinggi. Jika kadar air naik maka tanah lempung ekspansif akan mengembang dilanjutkan dengan naiknya tekanan air pori dan tekanan pengembangannya.

2.2.5 Gambut

Lahan gambut digambarkan dengan area dengan tanah jenuh air, terjadinya lahan gambut karena dari menumpuknya sisa sisa tumbuhan masa lalu yang membusuk dan kemudian mengendap, mempunyai ketebalan lebih dari 50 cm (Rancangan Standar Nasional Indonesia-R-SNI, Badan Sertifikasi Nasional, 2013). Mempunyai kandungan C organik yang tinggi (≥18%) dan dominan berada dalam kondisi tergenang menyebabkan sifat lahan gambut sangat berbeda jauh dengan lahan mineral, baik sifat kimiawi maupun fisiknya. Kandungan karbon yang sangat besar dalam tanah berarti lahan gambut dapat berfungsi untuk menyimpan karbon. Tetapi, persediaan karbon di dalam tanah gambut bersifat sangat labil, jika kondisi alami berubah maka lahan gambut mudah sekali rusak. Selain memiliki karakteristik yang bebrbeda disbanding lahan mineral, lahan gambut terntentu seperti gambut tropika memiliki sifat-sifat yang begitu beragam , baik secara spasial maupun vertical (Subiksa et al., 2011).

2.3 Tanah Lunak

Dalam konstruksi, tanah lunak sering menjadi masalah yang dipengaruhi oleh rendahnya daya dukung tanah. Harus dilakukan penyelidikan dan pengontrolan secara menyeluruh agar tidak terjadi timbulnya permasalahan penurunan jangka panjang dan ketidak stabilan yang bias menyebabkan kerusakan pada peekerjaan konstruksi diatasnya. Ada dua macam tanah lunak, yaitu tanah lempung lunak dan tanah gambut. Menurut Terzaghi (1967) tanah lempung bersifat kohesif merupakan tanah lunak yang mempunyai daya dukung lebih kecil dari 0,5 kg/cm² dan nilai *standard penetration test* lebih kecil dari 4 (*N-value*<4). Berdasarkan pengujian di lapangan, secara fisik tanah lunak dapat dihancurkan dengan mudah menggunakan jari tangan. Menurut Toha (1989), sifat umum tanah lunak mempunyai kadar air diantara 80 – 100%, dengan batas cair 80 – 110%, serta batas plastis 30 – 45%, saat dites *sieve analysis*, maka butiran yang lolos oleh

saringan No. 200 akan lebih besar dari 90% serta memiliki kuat geser 20 - 40 kN/m².

Dalam rekayasa geoteknik, tanah lunak berdasarkan kadar organiknya dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini :

| Jenis Tanah | Kadar Organik % |
|-----------------|-----------------|
| Lempung | < 25 |
| Lempung Organik | 25 - 75 |
| Gambut | > 75 |

Tabel 2.1 Tipe Tanah Lunak Berdasarkan Kadar Organik

Sumber : Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2002

Tanah lunak adalah jenis tanah kohesif, terutama terdiri dari partikelpartikel yang sangat kecil atau halus seperti tanah lempung dan lanau. Dilihat dari sifat-sifat lempung lunak, dibandingkan dengan lempung lainnya memiliki kuat geser yang rendah, kompresibilitas tinggi, koefisien permeabilitas yang rendah, dan gaya dukung tanah sangat rendah. Tanah lunak mempunyai ciriciri sebagai berikut :

- 1. Rendahnya kuat geser.
- 2. Kekuatan geser menurun ketika kadar air meningkat.
- 3. Kekuatan gesernya berkurang, jika struktur tanah terganggu.
- 4. Bersifat plastis jika basah dan mudah mampat.
- 5. Ketika kering menyusut dan ketika basah mengembang.
- 6. Mempunyai kompresibilitas yang baik.
- 7. Berubah volumenya seiring waktu akibat merangkak di bawah beban konstan.
- 8. Merupakan materi jenuh air.

2.4 Penurunan Tanah (Settlement) dan Konsolidasi

Konsolidasi aialah sebuah proses penyusutan volume dengan berlahanlahan pada tanah jenuh air dengan permeabilitas rendah akibat akibat pengaliran air pori. Proses ini bekerja secara terus-menerus sampai kelebihan tekanan air pori yang diakibatkan karena kenaikan tegangan total hilang. Berubahnya susunan tanah maupun keluarnya air dari dalam pori tanah yang disertai oleh berkurangnya volume tanah merupakan penyebab penurunan (*settlement*) pada lapisan tanah.

Bila pembebanan diberikan di suatu lapisan tanah gambut yang bersifat mampat (*compressible*), maka penurunan (*settlement*) dapat terlaksana dengan langsung. Waktu terjadinya konsolidasi tergantung pada laju dimana tekanan air pori berlebih yang disebabkan oleh beban kerja yang dihilangkan. Oleh karena itu, koefisien permeabilitas merupakan faktor penting selain menentukan berapa banyak air yang harus dikeluarkan dari pori-pori terkecil untuk menghilangkan tekanan berlebih.

Pada tanah berpasir yang bisa tembus air (*permeable*), Karena meningkatnya tekanan air pori, air dapat mengalir dengan cepat, memungkinkan air pori mengalir keluar. Keluarnya air dalam pori-pori tanah selalu disertai dengan penurunan volume tanah yang menyebabkan penurunan lapisan tanah, karena air dari pori-pori dalam tanah dapat dengan cepat keluar sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan secara langsung dan penurunan konsolidasi dapat terjadi pada saat yang sama. (Das, 1995).

Berlawanan dengan lapisan lempung jenuh. Koefisien rembesan tanah liat sangat kecil dibandingkan dengan pasir, sehingga peningkatan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berkurang secara perlahan dalam jangka waktu yang lama. Ini digunakan untuk mengubah volume tanah liat yang disebabkan oleh keluarnya air di pori-pori tanah.

Konsolidasi tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi kuat dan tahan lamanya suatu struktur. Secara umum ada faktor penting lainnya yang menyangkut tentang konsolidasi tanah adalah permeabilitas tanah, misalnya jika struktur dibangun diatas tanah yang memiliki permeabilitas rendah maka rembesan air berkurang. Proses konsolidasi di tanah berbutir halus memerlukan waktu yang lama, perkembangan teknologi sangat membantu pada saat proses konsolidasi tanah. Dengan memakai teknologi bisa membantu mempercepat proses konsolidasi.

2.5 Penelitian Tanah

Penelitian tanah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keadaan tanah pada titik yang ingin direncanakan. Penelitian tanah dapat dilakukan dengan penelitian langsung di lapangan atau dapat juga dilakukan di laboratorium. Hasil penelitian tanah sangat membantu untuk menentukan penanganan apa yang cocok dilakukan pada tanah tersebut.

2.5.1 Pengujian dengan Bor Mesin

Pengujian dengan bor mesin merupakan pengujian yang dilaksanakan di lapangan secara langsung. Pengeboran dilakukan menggunakan mesin bor dan berbagai peralatan lainnya, seperti :

- a. Bor mesin
- b. Pompa
- c. Casing
- d. Tripot
- e. Mata bor (lengkap dengan core single/ core barel)
- f. Kepala penumbuk
- g. Tabung sampel
- h. Slit spoon sampel
- i. Batang/ pipa bor
- j. Slang air
- k. Kepala tabung

Pengujian menggunakan mesin bor memiliki tujuan untuk mengetahui karakteristik suatu lapisan tanah secara detail, mengambil sampel disetiap lapisan tanah untuk diuji di laboratorium sehingga tanah dapat dideskripsikan dan dilakukan klasifikasi tanah.

Pada saat dilakukan pengeboran lubang tanah yang akan dibor dipasang rangkaian atau pelindung agar tidak terjadi kelongsoran, sehingga diperoleh sampel yang sesuai. Sebelum sampel tanah diuji tanah diletakkan di tabung dan ditutup dengan paraffin agar tidak terjadi penguapan pada sampel tanah.

Sampel tanah dapat dibedakan menjadi dua yaitu (*undisturbed sample*) ialah sample tanah yang mempertahankan karakteristik

tanah sesuai dengan keadaan yang asli di lapangan, sedangkan (*disturbed sample*) ialah pengambilan tanah yang dilakukan tidak menjaga sifat asli pada tanah yang berada dilapangan. Pada setiap pemeriksaan Laboratorium Mekanika Bahan, mempunyai syarat pada pengambilan, dengan contoh pengambilan tanah tidak terganggu dan terganggu (*Bowles*, 1998).

2.5.2 Pengujian Standart Penetration Test (SPT)

Standart Penetration Test (SPT) adalah memasukkan alat split spoon dalam tanah yang dilakukan dilapangan yang berfungsi untuk memperoleh kepadatan relative DR (*Relative Density*). Sudut geser pada tanah (ϕ) dan jumlah pukulan nilai N dari tanah ini (Hardiyatmo,2011).

Metode SPT (*Standart Penetration Test*) dilakukan dalam peraturan ASTMD 1586 sejak tahun 1958 pada proses penyelidikan tanah di lapangan secara langsung, metode percobaan SPT (*Standart Penetration Test*), dibutuhkan tabung belah standar dengan diameter luar 305 mm dan diameter dalam 35 mm. Tabung belah dimasukkan ke dalam *bore hole* setelah dilakukan pengerjaan pengeboran, tabung belah diturunkan bersama pipa bor sampai tanah dasar. Selanjutnya dilakukan pukulan *hammer* setinggi 760 mm dengan berat 63,5 kg. Sampai pada pukulan ke dua akan muncul nilai N menyatakan berapa jumlah pukulan untuk mencapai standar kedalaman.

Menurut teori Terzaghi dan Peck (1948), ikatan kerapatan relative tanah dengan nilai N ialah sebagai berikut :

| Nilai N | Kerapatan Relatif (Dr) |
|---------|------------------------|
| < 4 | Sangat Tidak padat |
| 4 - 10 | Tidak Padat |
| 10 - 30 | Kepadatan Sedang |
| 30 - 50 | Padat |
| > 50 | Sangat Padat |

Tabel 2.2 Hubungan nilai N dengan Kerapatan Relatif

Sumber : Terzaghi dan Peck, 1948
Tahapandalammelaksanakanpengujian(StandartPenetration Test)SPT adalah sebagai berikut :

- Peralatan yang digunakan dalam pengujian SPT berdasarkan SNI 4153 : 2008, yaitu :
 - a. Peralatan pompa air beserta kelengkapan lainnya.
 - b. Peralatan mesin bor tanah beserta kelengkapan lainnya.
 - c. Pemukul (hammer) yang memiliki berat 63,5 kg.
 - d. Alat penahan (tripod)
 - e. Peralatan penyimpat datar (waterpass)
 - f. Perlengkapan alat tulis
 - g. Tabung belah (split barrel sampler)
 - h. Katrol
 - i. Alat ukur rol meter
- 2. Menurut SNI 4153 : 2008 formulir untuk mencatat tahapan dalam melakukan pengujian SPT (*Standart penetration Test*), yaitu :
 - a. Balok penyokong pada pipa bor dipasang terlebih dahulu.
 - b. Pada saat ketinggian 75 cm pada pipa bor berilah penanda.
 - c. Lubang bekas pengeboran dilakukan pembersihan tanah terlebih dahulu dari tanah-tanah sisa pengeboran.
 - d. *spilt barel samper* dipasang pada tempat yang telah disediakan.
 - e. Selanjutnya perlengkapan pengujian SPT (*standart Penetration Test*) Masukkan bagian bawah tanah yang akan diuji pada kedalaman yang direncanakan.
 - f. Pada batang bor berilah tanda mulai dari elevasi tanah dasar sampai dengan ketinggian 15, 30, dan 45 cm.
- Pengujian SPT (*standart Penetration Test*) menurut SNI 4153 :
 2008 dan struktur prosedur yang harus digunakan dalam melaksanaan, yaitu :

- a. Pengujian SPT (*standart Penetration Test*) dilaksanakan dengan cara setiap lapisan struktur tanah dengan interval perlapis berkisar antara 1,50 sampai 2,00 m.
- b. Melaksanakan penarikan palu pemukul (*Split Spoon*) dengan ketinggian sebesar 75 cm.
- c. Setelah itu lakukan pelepasan agar palu pemukul (*split Spoon*) akan jatuh secara gravitasi dan menimpa penahan.
- d. Lakukan berulang kali dan selanjutnya menghitung berapa jumlah N pada tahapan b dan c.
- e. Selanjutnya catat jumlah N pukulan setelah masuk 15 cm pada formulir yang telah disediakan.
- f. Lakukan tahapan (b), (c), (d), dan (e) disetiap (*Split Spoon*)
- g. Jika nilai N lebih besar dari 50 pukulan palu selama pengujian, pengujian dapat dihentikan pada titik ini. Pastikan untuk mencatat penetrasi 5 cm dari jenis tumpukan batu dan hasil uji SPT di lokasi sesuai dengan (SNI 4153:2008) disajikan pada (*borlog*).

2.6 Timbunan Tanah

Ada 2 (dua) jenis timbunan tanah menurut tujuan penggunaannya,

yaitu:

2.6.1 Timbunan Biasa

Timbunan biasa adalah timbunan tanah yang tingginya sama dengan tinggi *subgrade* yang dirancang tanpa tujuan atau penggunaan tertentu. Jika kondisi tidak memenuhi persyaratan, timbunan juga dapat digunakan sebagai material alternatif untuk tanah dasar eksisting. Berikut ini adalah persyaratan yang harus dipenuhi oleh material timbunan biasa:

 Tanggul yang dinyatakan sebagai tanggul biasa harus terdiri dari tanah yang disetujui oleh Pengawas yang memenuhi persyaratan tanggul teknik permanen.

- b.. Bahan timbunan yang dipakai tidak termasuk tanah yang plastisnya tinggi, yang sudah diklasifikasikan sebagai A-7-6 dari persyaratan AASHTO M 145 atau sebagai CH dalam system klasifikasi "Unified atau Casagrande". Sebagai tambahan, harus memiliki CBR yang lebih dari 6% bila diuji dengan AASHTO T 193 pada tanah timbunan ini.
- c. Tanah yang mengembang, memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 jika dites menggunakan AASHTO T 258, tidak boleh dipakai sebagai bahan timbunan tanah. Nilai aktif dapat diukur sebagai perbandingan antara indeks Plastisitas (PI) – (AASHTO T 90) dan presentase ukuran lempung (AASHTO T 88).

2.6.2 Timbunan Pilihan

Timbunan tanah adalah tumpukan tanah setinggi lapisan dasar jalan, dan dirancang untuk maksud dan tujuan tertentu. Misalnya, mengurangi ketebalan lapisan pondasi jalan atau mengurangi tekanan tanah pada dinding penahan tanah. Berikut ini adalah persyaratan yang harus dipenuhi oleh bahan timbunan yang dipilih:

- a. Timbunan hanya bisa dikatakan sebagai timbunan pilihan jika dipakai pada lokasi atau untuk tujuan yang telah dientukan atau di setujui secara tertulis oleh pengawas.
- b. Timbunan yang tergolong timbunan pilihan harus terdiri dari lempung berpasir (*sand clay*) atau padas yang memenuhi persyaratan dan harus memiliki karakteristik tertentu sesuai dengan peruntukannya. Dalam semua kasus, CBR dari timbunan yang paling sedikit setidaknya 10%, dan jumlah timbunan tersebut diuji dengan AASHTO T 193.

2.7 Preloading

Preloading adalah salah satu solusi yang digunakan dalam mempercepat proses penurunan konsolidasi dengan cara pemberian beban pada tanah dasar dengan beban sementara sebelum sebuah beban konstruksi bekerja diatasnya. Beban yang bersifat sementara ini menyebabkan tekanan dan

penurunan pada tanah, ketika penurunan yang diharapkan sangat kecil atau telah tercapai maka beban sementara tersebut akan dibongkar dan sebuah struktur dapat dibangun diatasnya. Besar beban timbunan sementara ini lebih besar atau sama dengan beban sebuah konstruksi yang akan dilaksanakan.

Beban timbunan pada tanah lunak jenuh air awalnya diangkut oleh air pori, kemudian tegangan air pori yang berlebih akan terdisipasi sehingga mengalami konsolidasi. *Preloading* selain digunakan dalam mempercepat penurunan, dengan terdisipasinya air pori dalam tanah maka juga dapat meningkatkan kuat geser dan daya dukung pada tanah.

2.8 Perbaikan Tanah pada Tanah Lunak

Salah satu masalah dalam mengatasi tanah lunak adalah penurunan yang sangat besar pada saat tanah dibebani. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan tanah. Untuk perbaikan di tanah lunak ada beberapa cara yaitu :

- Prefabricated Vertical Drain (PVD).
- Perkuatan dengan menggunakan Geotekstil.
- Perbaikan tanah dengan Vacuum Consolidation Method (VCM)
- Perkuatn dengan Stone Mattress.
- Perkuatan tanah dengan Pile.

2.9 Vacuum Consolidation Method (VCM)

Metode konsolidasi vakum pertama kali diusulkan oleh Kjellman pada tahun 1948 dan disebut metode konsolidasi vakum. Awalnya metode ini tidak banyak digunakan karena implementasinya di lapangan sangat rumit, namun dengan berkembangnya penelitian dan teknologi, metode ini banyak digunakan (Chu J, dkk., 2008).

Vacuuming adalah proses prapembebanan di area tertentu sampai tekanan vakum minimum 80 kPa atau diasumsikan sama dengan 8t/m², sehingga mengurangi udara dan air dari pori-pori dalam tanah, sehingga mempercepat proses pra-kompresi. Dan itu dapat mengurangi pengurangan yang disebabkan oleh proses kompresi sekunder, dan konsolidasi vakum adalah menerapkan tekanan vakum ke lapisan pasir yang dipasang di pipa pembuangan vertikal untuk meningkatkan aliran air, sehingga mempercepat proses konsolidasi. Metode ini dapat dikatakan lebih murah dibandingkan dengan metode *fill surcharge* dilihat dari luas area yang sama dan aspek jumlah beban yang dibutuhkan.

Umumnya sistem *vacuum preloading* terdiri dari *vacuum pumps, drainase system* dan *sealing system*. Tekanan vakum yang dihasilkan oleh pompa disebarkan ke tanah melalui sistem drainase untuk mengalirkan air dan mempercepat konsolidasi.

Drainage system ini merupakan hubungan antara *horizontal filter pipes*, PVD, dan lapisan pasir menciptakan jalur untuk menyebarkan tekanan vakum dan arus air.

Sealing system terdiri dari sistem isolasi yang kedap udara diguakan untuk mencegah bocornya air atau udara. System ini dari *slurry wall*, *geomembrane*, dan tanah dasar itu sendiri. *Slurry wall* merupakan teknik pembuatan tirai kedap air dari bahan semen bentonyte yang dipasang pada daerah tanah yang lunak yang memiliki muka air tanah tinggi, tujuan utamanya untuk mengisolasi lapisan pada pasir yang mampu mengalirkan air dari luar tempat perbaikan dan mengakibatkan kerja vakum kurang efektif.

Menurut Chu (2008) karakteristik vakum *preloading* apabila dibandingkan dengan *preloading* biasa adalah sebagai berikut :

- Tegangan efektif yang berhubungan dengan tekanan hisap meningkat dari segala arah, sehingga perpindahan lateral yang terjadi adalah tekan. Oleh karena itu, bahkan untuk timbunan besar, kegagalan geser dapat diminimalkan, tetapi perpindahan ke dalam menuju ujung timbunan harus dipantau untuk menghindari tegangan tarik yang berlebihan.
- Vacuum head bisa dapat menyebar luas menuju kedalam tanah yang lebih besar memalui sistem PVD dan suction bisa menyebar luas ujung dan batasan drain.
- Dengan asumsi bahwa berdasarkan kebocoran udara dan efisiensi sistem vakum di lapangan, volume tumpukan dapat dikurangi untuk mencapai tingkat derajat konsolidasi yang sama.

- Dengan berkurangnya tinggi timbunan maka tegangan air pori maksimum yang dapat dihasilkan oleh vacuum preloading lebih kecil dari metode menggunakan timbunan biasa.
- Dengan adanya tekanan vakum, kondisi tanah yang kering pada antarmuka drain bisa diimbangi sebagian.
- Dengan vakum konsolidasi, tegangan yang terjadi terdiri dari 2 bagian yaitu tekanan tanah lateral dan tekanan vakum.

2.10 Beban Lalu Lintas

Data beban lalu lintas merupakan data utama untuk perencanaan jalan. Beban konstruksi jalan tol ditambahkan pada seluruh lebar permukaan jalan, dan besarnya ditentukan sesuai dengan grade jalan yang diberikan. Dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Beban lalu lintas untuk analisis stabilitas dan beban di luar



2.11 Parameter Tanah

Tanah memiliki tiga (tiga) fase, yaitu partikel padat, air dan udara. Memahami konsistensi tanah untuk menentukan perolehan parameter tanah dan hubungan antara berat dan volume. Parameter tanah berikut digunakan untuk menggambarkan karakteristik dan sifat tanah, yaitu: a. Modulus Young

Modulus Young merupakan nilai modulus young merupakan nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan tegangan yang dihasilkan selama proses deformasi. Nilai tersebut dapat diperoleh dari *Triaxial Test*. Suatu nilai Modulus Elastisitas (Es) secara empiris bisa diperoleh melalui data sondir dan jenis tanah seperti tabel 2.4 sebagai berikut :

Tabel 2.4 Nilai perkiraan Modulus Young



Sumber : Buku Mekanika Tanah, Braja M. Dass Jilid 2, 1995

b. Poisson Ratio

Nilai *poisson ratio* ditentukan sebagai kompresi poros terhadap regangan permuaian lateral. Nilai poisson ratio dapat ditentukan melalui jenis tanah dapat dilihat seperti pada tabel 2.5 berikut :

| Jenis Tanah | Poisson ratio |
|-----------------------------|---------------|
| Lempung jenuh | 0,4-0,5 |
| Lempung tak jenuh | 0,1-0,3 |
| Lempung berpasir | 0,2-0,3 |
| Lanau | 0,3-0,35 |
| Pasir | 0,1-1,0 |
| Batuan | 0,1-0,4 |
| Umum dipakai untuk tanah | 0,3-0,4 |

Tabel 2.5 Hubungan Antara Jenis Tanah dan Poisson Ratio

Sumber : Buku Mekanika Tanah, Braja M .Dass Jilid 2, 1995

c. Sudut geser dalam (ø)

Sudut geser dalam didapat dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser material tanah maupun batuan, nilai tersebut juga dapat didapatkan dengan pengukuran *Direct Shear Test*. Kekuatan geser dalam memiliki variable kohesi dan sudut geser dalam. Suatu material yang mempunyai sudut geser dalam yang bernilai besar maka material itu dapat mehan dan menerima tegangan luar, Berikut hubungan antara sudut geser dalam dan jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah

| Jenis Tanah | Sudut Geser Dalam (ø) |
|-------------------|-----------------------|
| Kerikil kepasiran | 35°-40° |
| Kerikil kerakal | 35°-40° |
| Pasir padat | 35°-40° |
| Pasir lepas | 30° |
| Lempung kelanauan | 25°-30° |
| Lempung | 20°-25° |

Sumber : Buku Mekanika Tanah, Braja M.Dass Jilid 2, 1995

d. Permeabilitas

Koefisien rembesan memiliki satuan yang sama seperti kecepatan. Permeabilitas atau biasa disebut koefisien rembesan bergantung pada beberapa faktor seperti, angka pori, distribusi ukuran pori, distribusi ukuran butir, jenis tanah, derajat kejenuhan tanah, dan kekasaran permukaan butiran tanah. Ada juga faktor lain yang mempengaruhi sifat rembesan tanah lempung, seperti konsetrasi ion dan ketebalan lapisan air yang menempel pada lempung. Berikut ini adalah nilai permeabilitas tanah bisa dilihat pada tabel 2.7.

| Ukuran Partikel | Koefisian Permeabilitas (k) (m/s) |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Pasir berlempung, pasir berlanau | $5x10^{-5} - 1x10^{-4}$ |
| Pasir halus | $-1x10^{-5} - 5x10^{-5}$ |
| Pasir kelanauan | $1 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-5}$ |
| Lanau Lanau | $1 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-6}$ |
| Lempung | $1 x 10^{-11} - 1 x 10^{-8}$ |

| Tabel 2.7 Nilai permeabilitas (k) dalam satuan m | l/s |
|--|-----|
|--|-----|

Sumber : Mekanika Tanah, Wesley, diterbitkan Badan Penerbit Pekerjaan umum, 1977

Tanah dengan permeabilitas tinggi akan meningkatkan laju infiltrasi, sehingga menurunkan laju limpasan. Berbagai faktor yang mempengaruhi permeabilitas tanah antara lain tekstur, porositas, kandungan bahan organik, kerapatan massa, kerapatan partikel, dan kedalaman efektif tanah. Tekstur mempunyai pengaruh yang besar terhadap permeabilitas tanah, karena berkaitan dengan permeabilitas air tanah. Misalnya, tanah berpasir dapat dengan mudah mentransfer air ke tanah. Hal ini berkaitan dengan pengaruh berat jenis bahan koloid, ruang pori dan tekstur permukaan serapan. Semakin halus teksturnya maka semakin cepat permukaan penyerapannya, sehingga semakin besar pula daya tampung airnya.

e. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah (Gs) diartikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran tanah (γ s) dengan berat volume air (γ w) dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Berat jenis tanah (Gs) bisa dilihat dalam persamaan :

 $Gs = \frac{\gamma w}{\gamma s} \dots (2.1)$ Dimana :

Gs : Berat jenis tanah

 γs : Berat volume padat (gr/cm³)

 γw : Berat volume air (gr/cm³)

f. Kadar Air

Water content (*w*) Kadar air didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dan berat partikel padat dalam volume tanah yang dianalisis. Pemeriksaan kadar air dapat dilakukan dengan pengujian *soil test* laboratorium, begitu juga untuk menentukan porositas, angka pori, derajat kejenuhan dan berat jenis.

$$W = \frac{W_W}{W_S} \times 100\% \dots (2.2)$$

Dimana :

W : Kadar air (%)

Ws : Berat butiran (gr)

Ww : Berat air (gr)

g. Angka Pori

Angka pori (e) didefinisikan sebagai perbandingan antara volume rongga (Vv) dengan volume butiran (Vs) dalam tanah.

Angka pori (e) bisa dinyatakan dalam persamaan:

Dimana :

E : angka pori

Vv : volume rongga (cm³)

Vs : volume butiran (cm³)

h. Kohesi

Kohesi yaitu gaya Tarik antar butiran tanah. Kohesi merupakan gerakan lateral untuk mengetahui kuat geser terhadap ketahanan tanah dengan deformasi yang terjadi akibat tegangan yang terjadi pada tanah. Deformasi terjadi karena keadaan kritis pada keadaan normal dan tegangan geser yang tidak aman dari yang direncanakan. Nilai ini didapatkan dari uji *Direct Shear Test*. Nilai kohesi didapatkan dari data sondir (qc) yaitu :

2.12 Analisa Menggunakan Program Plaxis

Analisa terhadap ruas jalan Tol Pematang Panggang-Kayu Agung STA 155+550 dapat dianalisa menggunakan Plaxis untuk mengetahui kondisi pada suatu tanah. Hasil dari analisa Plaxis digunakan untuk acuan keamanan atau kestabilan pada tanah.

Plaxis merupakan aplikasi di bidang teknik sipil berbasis elemen hingga dan telah dikembangkan untuk menganalisis deformasi, penurunan atau stabilitas di bidang rekayasa geoteknik. Tahap pemodelan dalam program Plaxis dapat dilakukan secara grafis, sehingga Anda dapat membuat model elemen yang cukup kompleks lebih cepat dan lebih mudah.

Dalam Program Plaxis dapat menganalisa beberapa permasalahan yang terjadi di dalam Geoteknik seperti turap (*sheet pile*), timbunan, pondasi, stabilitas lereng dan lain sebagainya. Perhitungan program Plaxis berdasarkan pada prosedur perhitungan numerik yang baku. Program Plaxis dapat dibagi menjadi empat program, yaitu :

a. Plaxis input

Plaxis input memiliki fungsiunutk permodelan geometri dan parameter tanah yang digunakan dalam bentuk dua dimensi.

b. Plaxis calculation

Plaxis calculation berfungsi untuk melakukan perhitungan pada saat proses input data telah selesai.

c. Plaxis output

Plaxis output adalah hasil dari perhitungan yang berupa data tabel dan grafik setelah proses *input* dan *calculation* selesai.

d. Plaxis curve

Kurva Plaxis menggambarkan hubungan antara beban atau waktu perpindahan, yaitu diagram tegangan-regangan dari posisi yang ditentukan sebelumnya dalam program perhitungan.

Dalam program Plaxis 2D, model struktur geoteknik dapat dibagi menjadi deformasi bidang dan pemodelan sumbu simetris. Model (plane strain) biasanya digunakan untuk model geometrik dengan penampang yang cukup seragam, dengan kondisi tegangan dan beban yang cukup pada arah tegak lurus penampang. Perpindahan dan regangan tegak lurus terhadap arah penampang dapat diasumsikan nol. Meskipun diasumsikan bahwa hal ini tidak akan terjadi, tegangan normal pada arah tegak lurus bidang penampang tetap dipertimbangkan dalam analisis Plaxis.

Pada saat yang sama, model aksisimetris biasanya digunakan untuk struktur melingkar dengan penampang radial yang seragam dan kondisi pembebanan aksial. Untuk kondisi regangan dan tegangan, diasumsikan terdistribusi secara merata sepanjang arah radial. Dalam model sumbu simetri, koordinat (x) mewakili jari-jari, dan koordinat (y) mewakili sumbu simetri dengan arah aksial.





Gambar 2.2 Perbedaan Model Plane strain dan axi-simetri



BAB III

METODOLOGI PENULISAN

3.1. Pendahuluan

Metodologi yang pakai untuk penulisan Tugas Akhir ini adalah studi kasus. Permodelan pada Tugas Akhir ini dibutuhkan untuk menganalisa konsolidasi tanah dengan metode *vacuum consolidation* pada proyek Tol Pematang Panggang – Kayu Agung STA 155 + 550. Dengan menggunakan program perangkat lunak *Plaxis 8.2*, Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Vacuum Consolidation Method* pada timbunan tinggi terhadap besarnya nilai penurunan tanah (*Total displacement*), tekanan air pori berlebih (*excess pore water pressure*), tegangan efektif rata-rata (*effective mean stress*) dan faktor keamanan (*safety factor*).

3.2. Studi Pustaka

Sumber pustaka dapat didapatkan dari berbagai jurnal, diktat, makalah pedoman peraturan-peraturan maupun bacaan lain yang merupakan sumber guna memperoleh dasar-dasar teori untuk memenuhi dan memahami mekanika tanah, buku panduan dalam metode perbaikan tanah lunah khusus yang berkaitan dengan metode *vacuum consolidation*, serta penelitian-penelitian sebelum yang membahas tentang permodelan perencanaan pada *Plaxis 8.2*.

3.3. Pengumpulan Data

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dengan mencari informasi secara ilmiah pada lembaga-lembaga yang berkaitan dengan proyek dengan data data *boring log* yang berada di Pematang Panggang – Kayu Agung. Adapun data yang didapatkan dari pengujian yang dilakukan oleh PT. Geotekindo yang selanjutnya dilakukan analisa konsolidasi menggunakan metode *vacuum consolidation*. Berikut bagan alur penelitian yang terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

3.4. Permodelan Konsolidasi Tanah dengan Metode Vacuum Consolidation Menggunakan Plaxis 8.2

3.4.1. Teknik Pengolahan Data

Menganalisa secara deskriptif berdasarkan data sekunder yang diperoleh untuk diuraikan sebagaimana adanya untuk memenuhi segala aspek penelitian ini. Dari analisis data dapat diketahui besaran dan waktu penurunan tanah. Data sekunder berupa data sondir kemudian dideskripsikan menurut klasifikasinya yaitu dengan mencari korelasi nilai N-SPT. Hal ini bertujuan untuk mempermudah mengidentifikasikan jenis dan sifat setiap lapisan.

Setelah diperoleh klasifikasi tanah dan nilai NSPT langkah selanjutnya menentukan model tanah, kemudian mencari nilai parameter lainnya seperti modulus elastisitas (E), kohesi (c), permabilitas tanah (k), berat volume jenuh air (γ sat), berat volume tak jenuh air (γ unsat), sudut geser (Ø), *poisson ratio* (μ), untuk selengkapnya bisa di lihat pada Tabel 3.1.

| No | Kedalaman (m) | Konsistensi | N- spt | E (kN/m ²) | C (kN/m ²) | ф (phi) | kx (m/S) | ky (m/S) | v | γdry (kN/M ³) | γsat (kN/m ³) |
|----|------------------|----------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|------------|----------------------------|--------------|-----|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 0-2 | Soft (Clay) | 5 | 2500 | 10 | 20 | 1.10 <mark>E-</mark> 07 | 1.10E- 07 | 0.3 | 14 | 16 |
| 2 | 2-3 | Soft (Clay) | 5 | 2500 | 10 | 20 | 1.10E- 07 | 1.10E- 07 | 0.3 | 14 | 16 |
| 3 | 3-7,8 | Stiff (Clay) | 10 | 5000 | 30 | 25 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 16 | 18 |
| 4 | 7,8-10,5 | Medium (Sand) | 13 | 6500 | 35 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 16 | 18 |
| 5 | 10,5-11,5 | Very Dense (Sand) | 62 | 31000 | 100 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |
| 6 | 11,5-15,5 | Dense (Sand) | 33 | 16500 | 45 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |
| 7 | 15,5-18,6 | Medium (Sand) | 29 | 14500 | 45 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 16 | 18 |
| 8 | 18,6-22,6 | Medium (Sand) | 27 | 13500 | 45 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 16 | 18 |
| 9 | 22,6-27 | Dense (Sand) | 40 | 20000 | 100 | 35 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |
| 10 | 27-35 | Dense (Sand) | 42 | 21000 | 100 | 35 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |
| 11 | 35-40 | Dense (Sand) | 45 | 22500 | 100 | 35 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |

 Tabel 3.1 Parameter
 Tanah

3.4.2. Tahapan Pekerjaan

Tahapan pekerjaan merupakan hasil dari pengolahan data sekunder dan berfungsi menjadi acuan atau petunjuk dalam proses penelitian ini. Untuk lebih lengkapnya bias dilihat pada Tabel 3.2.

| Identification Phase Start from Calculation | | Loading Input | Time | | |
|--|-------|---------------|---------------|--------------------|----------|
| Initial phase | 0 | 0 | N/A | N/A | 0 day |
| Timbunan Platform | 1 | 0 | Plastic | Stage Construction | 9 day |
| Pemasangan PVD | 2 | 1 | Plastic | Stage Construction | 14 day |
| Masa Tunggu (on) | 4 | 2 | Consolidation | Stage Construction | 25 day |
| Timbunan 40 cm | 5 | 4 | Consolidation | Stage Construction | 8 day |
| Masa Tunggu (on) | 6 | 5 | Consolidation | Stage Construction | 49 day |
| Masa Tunggu (off) | G7 V° | 6 | Plastic | Stage Construction | 3 day |
| Masa Tunggu (on) | 8 | 7 | Consolidation | Stage Construction | 4 day |
| Masa Tunggu (off) | 9 | 8 | Plastic | Stage Construction | 17 day |
| Masa Tunggu (on) | 10 | 9 | Consolidation | Stage Construction | 61 day |
| Penimbunan 1 m | 211 | 10 | Consolidation | Stage Construction | 12 day |
| Penimbunan 1 m | 12 | 11 | Consolidation | Stage Construction | 8 days |
| Penimbunan 1 m | 13 | 12 | Consolidation | Stage Construction | 7 day |
| Masa Tung <mark>gu</mark> (on) | 14 | 13 | Consolidation | Stage Construction | 2 day |
| Penimbunan 1 m | 15 | 14 | Consolidation | Stage Construction | 6 day |
| Penimbunan 1 m | 116/1 | 15 | Consolidation | Stage Construction | 5 day |
| Masa Tunggu (o <mark>n</mark>) | 17 | 16 | Consolidation | Stage Construction | 23 day |
| Penimbunan terakhir | 18 | 17 | Consolidation | Stage Construction | 1 day |
| Masa Tunggu (on) | 19 | 18 | Consolidation | Stage Construction | 27 day |
| Vakum Mati | 20 | 19 | Plastic | Stage Construction | 1 day |
| Pekerjaan Jalan Lentur | 21 | 20 | Plastic | Stage Construction | 28 day |
| Beban 1 Tahun | 24 | 21 | Consolidation | Stage Construction | 365 day |
| Beban 3 Tahun | 25 | 24 | Consolidation | Stage Construction | 730 day |
| Beban 10 tahun | 26 | 25 | Consolidation | Stage Construction | 2555 day |

3.4.3. Tahapan pada Plaxis

Kondisi yang ada di lapangan disimulasikan ke dalam permodelan Plaxis ini bertujuan untuk mengimplementasikan tahapan pelaksanaan pekerjaan di lapangan ke dalam tahapan program dengan maksud untuk merekayasa pelaksanaan dilapangan agar dapat sedekat mungkin dengan program Plaxis. Sehingga dapat menghasilkan *output* sebagai cerminan daripada kondisi yang sebenarnya terjadi di lapangan. Berikut tahapan pada program plaxis :

a. Plaxis Input

Pada ikon Plaxis Input Program Dapat dijalankan dengan mengklik dua kali, selanjutnya akan muncul Create/Open project, pada box Open dipilih New Project lalu klik OK. Jendela di halaman tab (*tab sheet project* dan *Dimensions*) General settings akan muncul sendiri bisa dilihat pada Gambar 3.2, Gambar 3.3, dan Gambar 3.4. seperti berikut.



Gambar 3.2 Kotak Dialog Toolbar

| Project | | General | | | |
|-----------|-------------------|--------------------------|--------|----------|--------------------|
| Filename | <noname></noname> | Model | Plane | e strain | |
| Directory | | Elements | 15-N | iode | |
| | | Gravity an x-accelera | ngle : | - 90 * | 1.0 G |
| | | y-accelera | tion : | 0,000 | ¢ 6 |
| | | Farth ora | atv - | 9 800 | A m.s ² |





Akan muncul area gambar dengan koordinat Setelah melakukan pengisian material pada General Setting sumbut X arah horizontal dan sumbu Y arah vertikal. Bisa memilih dari tombol ikon toolbar atau dari menu Geometry Untuk membuat objek gambar.

Untuk membuaat permodelan geometri penampang melintang dapat memakai toolbar *Geometry Line* atau dapat dengan memasukan koordinat pada *point of geometry line* berada di bawah halaman tampilan *Plaxis 8.2*. Hasil dari model geometri penampang melintang bisa dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Model Geometri Penampang Melintang Jepit Standar (*Standard Fixities*)

b. Penginputan Data

Penginputan hasil olahan dari data sekunder kedalam program Plaxis pada Material Sets untuk mendapat kan data profil yang nanti akan dipergunakan untuk menganalisa pada Program *Plaxis 8.2*.

Permodelan tanah yang akan dipilih adalah Mohr-Colomb dengan beberapa parameter yang digunakan seperti : berat volume tanah basah (γ sat), berat volume tanah kering (γ dry), permeabilitas tanah (k), modulus elastisitas (E), poisson ratio (μ), Kohesi (c), dan sudut geser (Ø). Memasukkan material lapisan tanah sesuai dengan yang sudah ditetapkan sebelumnya pada Material Sets ke area lapisan tanah sesuai dengan data yang didapatkan. Dapat dilihat pada Gambar 3.6 sampai Gambar 3.9.

| Material sets | |
|---|--------------------------|
| Global | >>> |
| Project Database | |
| Set type: Sol & Interfaces | |
| Group order: None | - |
| MEDIUM DENSE 18,6-22,6 MEDIUM DENSE 18,6-22,6 MEDIUM DENSE 7,8-10,5 PASIR TIMBUNAN SOFT 0-2 (CLAY) SOFT 2-3 (CLAY) SOFT 2-3 (CLAY) SOFT 2-3 (CLAY) STIFF 3-7,8 (CLAY) | |
| TIMBUNAN | • |
| New Edit Copy De | s |
| Gambar 3.6 Materia | l Sets |
| Mohr-Coulomb - SOFT 0-2 (CLAV) | |
| General Parameters Diterfaces | |
| | properties |
| Manarial model: Interv Coulomb | 15,000 HV/m ³ |
| Mahenal hoes unDrained | |
| 2 2 1 2 5 5 | |
| Comments Permea | bity |
| | 0,5005-04 m/day |
| UNISSULA | |
| / جامعتنسلطان أجوني الإسلاطية | |
| | Cancel [1940] |

Gambar 3.7 Properties Lapisan Tanah – Tab General

Mohr-Coulomb - SOFT 0-2 (CLAY)

| ourmess | - Contractor | | Strength | Terrer | |
|--------------------|--------------|--------------------|------------------|--------|--------------|
| Eref 1 | 2500,000 | khi/m" | 54F | 10,000 | kbu/m* |
| s: (nu) : | 0,300 | | ∉ (phi) : | 20,000 | • |
| | | | ψ (psi) : | 0,000 | |
| Alternative | | | Velocities | | |
| G _{ref} : | 961,538 | khi/m ² | V _g : | 25,940 | |
| E _{oed} : | 3365,000 | kM/m ² | V _p : | 48,540 | ♀ =/s |
| | | | | | Advanced. |

Gambar 3.8 Properties Lapisan Tanah – Tab Parameters



Gambar 3.9 Properties Lapisan Tanah – Tab Interfaces

c. Menyusun Jaringan Elemen

dengan menggunakan toolbar *Generate Mesh* menyusun jaringan elemen (*Mesh Generation*) yang berfungsi untuk membuat tanah ke dalam elemen - elemen diskret. Pada pelaksanaan ini material di *mesh fine*, kemudian mengklik update. Tampilan *Mesh Generation* pada permodelan ini seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Mesh Generation Penampang Melintang

d. Initial Condition (Kondisi Awal)

Kondisi awal merupakan kondisi dimana untuk menentukan garis ketinggian muka air tanah (*phreatic line*) yang akan dipakai untuk menganalisis besarnya air tanah dengan berat jenis air 1kN/m³. Kondisi awal mempunyai empat tahap yaitu :



Gambar 3.11 Tinggi Permukaan Air Tanah (Phreatic Level)

• Tahap 2 menghidupkan tekanan air pori dalam tanah (*Generate Water Pressure*) untuk mengaktifkan tekanan air pori dengan mengklik toolbar ¹, akan muncul panel seperti pada gambar 3.12 dibawah setelah itu klik OK. Setelah itu akan muncul *Active*

Pore Water Pressure pada gambar 3.13 kemudian klik Update.



Gambar 3.13 Tekanan air aktif (Active Pore Water Pressure)

•

Tahap 3 untuk menghidupkan konfigurasi geometri (Activation Geometry Mode) dalam mode ini harus diaktifkan terlebih dahulu Permodelan geometri mempunyai beberapa unsur yang pada awalnya tidak aktif.. Secara default Plaxis mematikan semua unsur model yang sudah digariskan pada tahap persiapan geometri sebelumnya. Untuk mengantifkannya dengan cara mengklik toolbar •, kemudian cara menonaktifkan dengan menge-klik timbunan dan agregat hingga berwarna putih dapat dilihat Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Mengaktifkan Konfigurasi Geometri

• Tahap 4 untuk menghidupkan tekanan efektif dalam tanah (*General Initial Stress*) Tegangan awal dipengaruhi oleh berat material dan Status tegangan umumnya ditandai dengan tagangan vertikal awal. Untuk mengantifkan tegangan awal yaitu dengan mengklik ikon +, untuk hasil *Generate Initial Stress* dapat dilihat seperti pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Generate Initial Stress

3.4.4. Perhitungan

Setelah semua permodelan geometri dan memasukkan data parameter sudah selesai, maka selanjutnya dilakukan perhitungan diantaranya analisis plastic, Consolidation dan reduksi phi-c. Dengan mengaktifkn perpindahan dari beban sebagai fungsi dari waktu dengan mengatur faktor – faktor pengali yang bersangkutan.

3.4.5. Hasil Analisis Permodelan Menggunakan Program Plaxis 8.2

analisis permodelan ini bertujuan untuk mengetahui besaran penurunan pada timbunan menggunakan metode vakum konsolidasi yang kedepannya akan mempengaruhi pekerjaan perkerasan jalan di atasnya, sehingga harus dilaksanakan analisis *total displacement*, tekanan air pori berlebih, tegangan efektif, angaka keamanan, dan gayagaya yang terjadi. Pada saat konsolidasi maupun pada saat setelah konstruksi.

3.5. Kesimpulan dan Saran

Menyimpulkan hasil dari analisa permodelan konstruksi dengan cepat dan jelas berdasarkan pengolahan data dan mengacu pada pokok pembahasan.

3.6. Penyusunan Laporan

Penyusun laporan dilakukan setelah mendapatkan hasil dari data analisa. Laporan terdapat tentang tahapan-tahapan pelaksanaan pemodelan hingga hasil dari analisis pemodelan yang telah dilakukan. Hasil yang diperoleh merupakan keluaran dari perhitungan program *Plaxis v 8.2*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

Analisis perhitungan penurunan tanah pada Proyek Jalan Tol Ruas Pematang Panggang – Kayu Agung STA 155 + 550, Sumatera Selatan menggunakan program *Plaxis 8.2*. Analisis ini mempunyai tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Vacuum Consolidation Method* pada timbunan tinggi terhadap besarnya nilai *displacement* tanah, tekanan air pori berlebih pada tanah (*excess pore water pressure*), tegangan efektif rata-rata tanah (*effective mean stress*) dan faktor keamanan (*safety factor*) dengan bentuk permodelan seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Potongan Melintang Timbunan menggunakan VCM

4.2 Data Analisis

4.2.1. Data Tanah

Data tanah yang diperoleh di STA 155 + 500 Pematang Panggang – Kayu Agung, Provinsi Sumatera Selatan dilampirkan dalam Tabel 4.1 sebagai berikut :

| No | Kedalaman (m) | Konsistensi | N- spt | E (kN/m ²) | C (kN/m ²) | ¢ (phi) | kx (m/s) | ky (m/s) | v | γdry (kN/m ³) | γsat (kN/m ³) |
|----|--------------------------|----------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|------------|--------------|--------------|-----|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 0-2 | Soft (Clay) | 5 | 2500 | 10 | 20 | 1.10E- 07 | 1.10E- 07 | 0.3 | 14 | 16 |
| 2 | 2-3 | Soft (Clay) | 5 | 2500 | 10 | 20 | 1.10E- 07 | 1.10E- 07 | 0.3 | 14 | 16 |
| 3 | 3-7,8 | Stiff (Clay) | 10 | 5000 | 30 | 25 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 16 | 18 |
| 4 | 7,8-10,5 | Medium (Sand) | 13 | 6500 | 35 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 16 | 18 |
| 5 | 10,5-11,5 | Very Dense (Sand) | 62 | 31000 | 100 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |
| 6 | 11,5-15,5 | Dense (Sand) | 33 | 16500 | 45 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |
| 7 | 15,5-18,6 | Medium (Sand) | 29 | 14500 | 45 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 16 | 18 |
| 8 | 18 <mark>,6-</mark> 22,6 | Medium (Sand) | 27 | 13500 | 45 | 30 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 16 | 18 |
| 9 | 22, <mark>6-2</mark> 7 | Dense (Sand) | 40 | 20000 | 100 | 35 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |
| 10 | 27-35 | Dense (Sand) | 42 | 21000 | 100 | 35 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |
| 11 | 35-40 | Dense (Sand) | 45 | 22500 | 100 | 35 | 1.10E- 05 | 1.10E- 05 | 0.3 | 17 | 19 |

Tabel 4.1 Parameter Tanah

Tabel 4.2 Parameter Tanah Timbunan

| No | Parameter | N-spt | E (kN/m ²) | C (kN/m ³) | Ø | Ksat | v' | Cc | Cs | γ sat | y unsat |
|----|-----------|-------|---------------------------|---------------------------|----|-------|-----|----|----|-------|----------------|
| 1 | Timbunan | 11 | 11000 | 10 | 25 | 0,100 | 0,3 | - | - | 18 | 16 |

(sumber : PT. TARUMANEGARA Bumiyasa, Buku mekanika Tanah, Braja M. Das Jilid 2, Soil Mechanics & Foundation, John Wiley & Sons 2000, lambe & Whitman 1969, Bjerrum 1960)

4.3 Tahap Perhitungan

Tahap perhitungan merupakan tahapan atau pedoman untuk melakukan penelitian ini, tahap perhitungan berupa tahap konstruksi dan tahap konsolidasi. Untuk lebih lengkapnya dilihat pada Tabel 4.3

Bisa dilihat dalam Tabel 4.3 ada langkah-langkah tahapan pekerjaan informasi vacuum, total hari, dan kalkulasi.

| Identification | Phase | Start from | Calculation | Loading Input | Time |
|--------------------------------|-------|---------------|---------------|--------------------|----------|
| Initial phage | 0 | 0 | NT / A | NI/A | 0 day |
| Initial phase | 0 | 0 | IN/A | N/A | 0 day |
| Timbunan <i>Platform</i> | 1 | 0 | Plastic | Stage Construction | 9 day |
| Pemasangan PVD | 2 | 1 | Plastic | Stage Construction | 14 day |
| Masa Tunggu (on) | 4 | 2 | Consolidation | Stage Construction | 25 day |
| Timbunan 40 cm | 5 | 4 | Consolidation | Stage Construction | 8 day |
| Masa Tunggu (on) | 6 | 5 | Consolidation | Stage Construction | 49 day |
| Masa Tunggu (off) | 7 | 6 | Plastic | Stage Construction | 3 day |
| Masa Tunggu (on) | 8 | 7 | Consolidation | Stage Construction | 4 day |
| Masa Tunggu (off) | 9 | 8 | Plastic | Stage Construction | 17 day |
| Masa Tunggu (on) | _10 | 9 | Consolidation | Stage Construction | 61 day |
| Timbunan 1 m | 11 | 10 | Consolidation | Stage Construction | 12 day |
| Timbunan 1 m | 12 | 11 | Consolidation | Stage Construction | 8 days |
| Timbunan 1 m | 13 | 12 | Consolidation | Stage Construction | 7 day |
| Masa Tunggu (on) | 14 | 13 | Consolidation | Stage Construction | 2 day |
| Penimbunan 1 m | 15 | 14 | Consolidation | Stage Construction | 6 day |
| Penimbunan 1 m | 16 | 15 | Consolidation | Stage Construction | 5 day |
| Masa Tung <mark>gu</mark> (on) | 17 | 16 | Consolidation | Stage Construction | 23 day |
| Penimbunan terakhir | 18 | 17 | Consolidation | Stage Construction | 1 day |
| Masa Tunggu (on) | 19 | 18 | Consolidation | Stage Construction | 27 day |
| Vakum Mati | 20 | 19 | Plastic | Stage Construction | 1 day |
| Pekerjaan Jalan | 21 | 20 | Plastic | Stage Construction | 28 day |
| Lentur | | | | | |
| Service Load | 50 | 21 | Plastic | Stage Construction | 1 day |
| Beban 1 Tahun | 24 | 50 | Consolidation | Stage Construction | 365 day |
| Beban 3 Tahun | 25 | 24 | Consolidation | Stage Construction | 730 day |
| Beban 10 tahun | 26 | 25 | Consolidation | Stage Construction | 2555 day |

Tabel 4.3 Tahapan Perhitungan

| Identification | Phase | Start from | Calculation | Loading Input | Time |
|------------------------------------|-------|---------------|-----------------|--------------------------|-------|
| SF Timbunan Platform | 32 | 1 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Pemasangan PVD | 33 | 2 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tunggu (on) | 34 | 4 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Timbunan 40 cm | 35 | 5 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tunggu (on) | 42 | 6 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tunggu (off) | 43 | 7 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tunggu (on) | 44 | 8 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tunggu (off) | 45 | 9 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tunggu (on) | 46 | 10 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Timbunan 1m | 36 | 11 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Timbunan 1m | 37 | (12) | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Timbunan 1m | 38 | 13 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tunggu (on) | 47 | 14 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Penimbunan 1m | 39 | 15 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Penimb <mark>un</mark> an 1m | 40 | 16 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tun <mark>gg</mark> u (on) | 48 | 17 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Penimbunan Terakhir | 4118 | 18 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Masa Tunggu (on) | 49 | 19 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Vakum Mati | 31 | 20 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Pekerjaan Jalan Lentur | 30 | 21 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Service Load | 51 | 50 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Beban 1 Tahun | 29 | 24 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Beban 3 Tahun | 28 | 25 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |
| SF Beban 10 tahun | 27 | 26 | Phi/e reduction | Instrumental Multipliers | 0 day |

Tabel 4.4 Tahapan Perhitungan Lanjutan

Berikut merupakan langkah-langkah kerja proses kalkulasi pada Plaxis 8.2 :

1. Initial Phase

Tahap awal (*initial phase*) merupakan *default* dari program *Plaxis* (*Phase* 0)

2. Timbunan Platform

Pada tahapan Timbunan *Platform* dikerjakan dalam waktu 9 hari. Tahapannya yaitu, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pada kolom *start from phase* pilih *intial phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *plastic*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 9 hari, selanjutnya tentukan (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Input Phase Timbunan Platform pada Tab General dan Parameters

Setelah memilih *define*, langkah selanjutnya memilih area yang dilakukan timbunan Platfrom dengan menge-klik permodelan Timbunan *Platform*, selanjutnya perbarui (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Define Phase Timbunan Platform

3. Pemasangan PVD

Pada tahapan Pemasangan PVD dikerjakan dalam waktu 14 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pada kolom *start from phase* pilih Timbuan *Platform*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *plastic*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters, input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 14 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Input Phase Pemasangan PVD pada Tab General dan

Parameters

Setelah memilih *define*, langkah selanjutnya memilih area yang dilakukan Pemasangan PVD dengan menge-klik permodelan Pemasangan PVD, selanjutnya perbarui (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Define Phase Pemasangan PVD

4. Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan Masa Tunggu Vacuum On dikerjakan dalam waktu 25 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom Number/ID, pilih Pemasangan PVD pada kolom start from phase. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) menggunakan Consolidation, selanjutnya pindah ke Tab parameters. Pada Tab parameters, input berapa lama waktu pelaksanaan (time interval) yaitu selama 25 hari, selanjutnya pilih (define), dapat dilihat pada Gambar 4.6.

| al Earameters Multipliers Preview | |
|---|--|
| nin . | Calculation type |
| mber / ID,1 4 masa tunggi | u t (op) |
| rt from phases 2 - pemasangan PVD | Advanced |
| Barameters Baltiphers Hyerien | |
| Berannsherer (Byddiphere) Prophere Instal parameters Videbonel Stepe: 200 \$ | Reset ducks errents to zero |
| Defancture (byDover) (Preven) antrol parameters Videound Stepen (200) (#) | Eliset dude errents to tero |
| Defaulture (b),Dualer (Victoria) of all parameters followed liteges: 200 () million procedure Chandlerd setting | Eliset dudacements to sero Detete intermediate stress Loading input * Staged construction |
| Deraneters (b)Doern Presiden antrol parameters (b)doernel titegen (200 ()) erallive procedure * Stanstand setting * Manual setting | |
| Defendence (hydroder) (Hydroder) Antrol persenters Addresses Stepe: 250 (2) Intellive procedure (* Standard setting (* Manual setting | |

Gambar 4.6 Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

Berikutnya diklik *define* dan mengaktifkan beban vakum yang akan dilaksanakan Masa Tunggu *Vacuum On* dengan meng-klik permodelan beban vakum, setelah itu perbarui (update). Seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Define Phase Masa Tunggu Vacuum On

5. Timbunan 40 cm

Pada tahapan Timbunan 40 cm dikerjakan dalam waktu 8 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Masa Tunggu *Vacuum On* pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters, input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 8 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Input Phase Timbunan 40 cm pada Tab General dan Parameters

Setelah memilih *define*, langkah selanjutnya memilih area yang dilakukan Timbunan 40 cm dengan menge-klik permodelan Timbunan 40 cm, selanjutnya pilih (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Define Phase Timbunan 40 cm

6. Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan Masa Tunggu Vacuum On dikerjakan dalam waktu 49 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom Number/ID, pilih Timbunan 40 cm pada kolom start from phase. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) menggunakan Consolidation, selanjutnya pindah ke Tab parameters. Pada Tab parameters, input berapa lama waktu pelaksanaan (time interval) yaitu selama 49 hari, selanjutnya pilih (define), dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

7. Masa Tunggu Vacuum Off

Pada tahapan Masa Tunggu Vacuum Off dikerjakan dalam waktu 3 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom Number/ID, pilih Masa Tunggu Vacuum On pada kolom start from phase. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) menggunakan Plastic, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters, input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 3 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.6.

| | planner plannerstering | |
|--|--|-------------------------------|
| | nber / ID.1 7 masa tunggu 3 | 3 (off) Plastic 🔄 |
| Barameters Multipliers Preview ontbol parameters Reset deplocements to zero Additional Steps: 230 Image: Imag | ert from phase: [6 - mase tunggu 2 (on) | • |
| ontrol parameters Reset displacements to zero Additional Steps: 250 Ignore undrained behavious Ignore undrained behavious Image: Delete intermediate steps Image: Delete intermediate steps Image: Standard setting Image: Standard setting Image: Manual setting Image: Delete intermediate steps Image: Manual setting Image: Delete intermediate steps Image: Delete intermediate steps Image: Delete intermediate steps | Barameters Multipliers Preview | |
| Additional Steps: 250 (2) Topics undrared behaviour Topics undrared behaviour Delete intermediate steps Easily poul Standard setting Manual setting | Control parameters | C Denset developments to same |
| Delete intermediate steps tensive procedure Standard setting Manual setting Manual setting Decemental multipliers Sourcesettal multipliers Sourcesettal multipliers Sourcesettal multipliers Sourcesettal multipliers Sourcesettal multipliers Sourcesettal multipliers | Additional Steps: 250 | T Ignize undrained behaviour |
| erative procedure Standard setting Manual | | P Delete intermediate steps |
| Standard setting Annual setting | terative procedure | Loading input |
| Manual setting Total multipliers Bolvanced Societarial multipliers Bolvanced | the march of a second | Staged construction |
| | (* standard setting | |
| These restances in 12 (2005) and shares from the second | Standard setting Manual setting | Total multipliers Advanced |

Gambar 4.11 Input Phase Masa Tunggu Vacuum Off pada Tab General

dan Parameters

Setelah itu pilih *define* lalu mematikan beban vakum yang akan dilakukan Masa Tunggu *Vacuum Off* dengan meng-klik permodelan beban vakum, setelah itu perbarui (update). Dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Define Phase Masa Tunggu Vacuum Off

8. Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan Masa Tunggu Vacuum On dikerjakan dalam waktu 4 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom Number/ID, pilih Masa Tunggu Vacuum Off pada kolom start from phase. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) menggunakan Consolidation, selanjutnya pindah ke Tab parameters. Pada Tab
parameters, input berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 4 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

Berikutnya pilih *define* lalu menghidupkan beban vakum yang akan dilaksanakan Masa Tunggu *Vacuum On* dengan meng-klik permodelan beban vakum, setelah itu perbarui (update). Dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Define Phase Masa Tunggu Vacuum On

9. Masa Tunggu Vacuum Off

Pada tahapan Masa Tunggu *Vacuum Off* dikerjakan dalam waktu 17 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Masa Tunggu *Vacuum On* pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Plastic*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 17 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.15.

| ese | | Calculation type | N |
|---|--|--|----------|
| unber / 30. 9 masa tunggu 5 (off | 0 | Plastic | • |
| tart from phase: 8 - masa tunggu 4 (on) | | | Advanced |
| Additorial Steps: 250 | I [™] Reset displace I [™] Ignore undras I [™] Delete interno | enerits to zero ned behaniour ediate steps | |
| Terative procedure | Loading input G Staged const C Total multiple | nuction ris sufficiens | Advanced |
| | 210 606 708 7 | | |

Gambar 4.15 memasukkan Phase Masa Tunggu Vacuum Off pada Tab General dan Tab Parameters

Berikutnya pilih *define* dan mematikan beban vakum yang akan dilaksanakan Masa Tunggu *Vacuum Off* dengan meng-klik permodelan beban vakum, setelah itu perbarui (update). Dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Define Phase Masa Tunggu Vacuum Off

10. Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan Masa Tunggu *Vacuum On* dikerjakan dalam waktu 61 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Masa Tunggu *Vacuum Off* pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 61 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.17.

| hane | Calculation type |
|--|-----------------------|
| umber / ID.: 10 masa tunggu 6 (on) | Consolidation • |
| tart from phase: 9 - masa tunggu 5 (off) | Advanced |
| a Barameters International Internation | - · · |
| Control nos availants | |
| Additional Steps: 230 (1) Fileset | clapiccements to zero |

Gambar 4.17 Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

Berikutnya pilih *define* dan melaksanakan beban vakum yang akan dilaksanakan Masa Tunggu *Vacuum On* dengan meng-klik permodelan beban vakum, setelah itu perbarui (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Define Phase Masa Tunggu Vacuum On

11. Timbunan 1 m

Pada tahapan Timbunan 1 m dikerjakan dalam waktu 12 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Masa Tunggu *Vacuum On* pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 12 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.19.

| Rhase | | Calculation type | |
|---|--|--|---------------|
| Number / ID.: 11 (2) perimbunan 1 | m. | Consolidation | |
| Start from phase: 10 - masa tunggu 6 (on) | • | | Advanced |
| Control parametera Additional Steps: 250 | [] Reset displace | merita ta aero | |
| Control perameters Additional Steps: 250 | F Reset disfloc F Upper Code F Delete interne | merita ta jero ni fartantia ediate steps | |
| Control parameters Additional Steps: 250 1 | Reset displace Delete interne Loading rout Staged constru Minimum parage Decemental insu | merita ta Jaco no Linitado e estate staga chan menure: (P-stag) : (1.00 Italier | 00 😰 iti.,m 2 |

Gambar 4.19 Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters

Setelah memilih *define*, langkah selanjutnya memilih area yang dilakukan pekerjaan Timbunan 1 m dengan menge-klik permodelan pada Timbunan 1 m, selanjutnya pilih (*update*). Dapat dilihat pada Gambar



12. Timbunan 1 m

Pada tahapan Timbunan 1 m dikerjakan dalam waktu 8 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Timbunan 1 m pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters, input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 8 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.21.

| | | Calculation type | |
|---|---|--|--------------------------|
| riber / ID.: 12 (3) penimbunan 1 | a | Consolidation | |
| t from phase: 11 - (2) penimbuoan 1 m | | | &dvenced |
| nitrol parametera distonal Steps: 250 | F Reset displace | ments to zero | |
| aritrol parametera ekditornal Steps: [250 (1)] | F Reset displace | merka to zero urtitalita esca darte stepa | |
| ordnal parametera Idditional Shepa: [250 | Coding input | vients to zero velocitación diate steps | |
| entrol parameters determine Steps: 250 (2) matrixe procedure F Standard cetting "Manual setting | Reset displace Delete interne Delete interne Loading riput Staged constru Minimum pore p Decemental as | ments to zero vectoriaria darte steps cloni resoure (P-acup) : [1.00 | 00 😰 Huja 2 |
| ontrol perameters Additional Steps: 250 (2) erative procedure F Standard setting Manual setting | Reset displace Delete interne Delete interne | events to zero entitate stage diate stage ction resource (Pressp) : [o tiplee | oo "gi] Muse 2 Defrem |

Gambar 4.21 Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters

Setelah memilih *define*, langkah selanjutnya memilih area yang dilakukan pekerjaan Timbunan 1 m dengan menge-klik permodelan pada Timbunan 1 m, selanjutnya pilih (*update*). Dapat dilihat pada Gambar



13. Timbunan 1 m

Pada tahapan Timbunan 1 m dikerjakan dalam waktu 7 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Timbunan 1 m pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 7 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.23.

| ase | Calculation type |
|--|--|
| unber / ID.: 13 (4) perimbuhan 1 m | Consolidation 💌 |
| art from phase: 12 - (3) perimburan 1 m | ž ědvanced |
| Control parameters Additional Steps: 250 | E Reset displacements to zero |
| Control parameters Additional Steps: [250] | Reast displacements to zero Ascentications to the series Delete intermediate steps Loading input |
| Control parameters Additional Steps: 250 (1) Iberative procedure (* Standard setting (* Manual setting | Reset deplecements to zero Delete intermediate steps toading input Seged construction Mineum pare pressure: (9-stop) [.1000] (2] khun 2 Thoremeth inubpler |

Gambar 4.23 Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General

dan Parameters

Setelah memilih *define*, langkah selanjutnya memilih area yang dilaksanakan pekerjaan Timbunan 1 m dengan menge-klik pada permodelan pada Timbunan 1 m, selanjutnya pilih (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Define Phase Timbunan 1 m

14. Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan Masa Tunggu Vacuum On dikerjakan dalam waktu 2 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom Number/ID, pilih Timbunan 1 m pada kolom start from phase. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) menggunakan Consolidation, selanjutnya pindah ke Tab parameters. Pada Tab parameters, input berapa lama waktu pelaksanaan (time interval) yaitu selama 2 hari, selanjutnya pilih (define), dapat dilihat pada Gambar 4.25.

| aux | | Calculation type | |
|---|--|---|--------------|
| mber / ID.1 14 mese bunggu 7 (on) | K | Consolidation | |
| art from phase: 13 - (4) perimbunan 1 m | | | Advanced |
| Conditional states associations | | | |
| Additional Steps: 250 🚖 | C Reset displacem | nits to zero L'university | |
| Additional Steps: 250 主 | C Reset displacem | anda to zero I periorenar ale steps | |
| Additional Steps: 250 🚖 Denative procedure (* Standard setting (* Nanual setting | Reset displacem Delete intermed Loading input Staged constructs Minimum pore pre Dioremental multip | antis to zero Turinomiar ste steps an soure (P-stap) 1 [1.000 ker | 00 🗲 14. m 2 |
| Additional Steps: 250 🚖 Denative procedure (* Standard setting (* Manual setting | Reset displacem Delete internet Delete internet delete internet delete deletee deleteee deleteeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee | nità to zero l'ochomic ste steps sui soure: (P-step) 1 [1.00 den [2,0000 €] day | Defee |

Gambar 4.25 Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

15. Timbunan 1 m

Pada tahapan Timbunan 1 m dikerjakan dalam waktu 6 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Masa Tunggu *Vacuum On* pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 6 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters

Setelah memilih *define*, langkah selanjutnya memilih area yang dilaksanakan pekerjaan Timbunan 1 m dengan menge-klik pada permodelan pada Timbunan 1 m, selanjutnya pilih (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Define Phase Timbunan 1 m

16. Timbunan 1 m

Pada tahapan Timbunan 1 m dikerjakan dalam waktu 5 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Timbunan 1 m pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters, input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 5 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Input Phase Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters

Setelah memilih *define*, langkah selanjutnya memilih area yang dilaksanakan pekerjaan Timbunan 1 m dengan menge-klik pada permodelan pada Timbunan 1 m, selanjutnya pilih (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Define Phase Timbunan 1 m

17. Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan Masa Tunggu Vacuum On dikerjakan dalam waktu 23 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom Number/ID, pilih Timbunan 1 m pada kolom start from phase. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) menggunakan Consolidation, selanjutnya pindah ke Tab parameters. Pada Tab parameters, input berapa lama waktu pelaksanaan (time interval) yaitu selama 23 hari, selanjutnya pilih (define), dapat dilihat pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

18. Timbunan 20 cm

Pada tahapan Timbunan 20 cm dikerjakan dalam waktu 1 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Masa Tunggu *Vacuum On* pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters, input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 1 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.31.

| | | Calculation type |
|--|-------------------------------|---|
| mber / ID.: 18 (7) permituhan 20 | 1-cm | Consilidation |
| art from phases [17 - mass tungps 8 (on) | | |
| d Borameters (Bultplans Preview | | |
| Control per anetters Additional Steps: [250 | F Reset daple | comenta to zero orentrativarian mediate steps |
| Derative procedure | Loading mout | |
| F Standard setting | Staged const Meiesan pore | nuction pressure (Pletop() 1 1,0000 (\$) Mym 2 sufficient |
| manua setung | * poremental e | Distant Int a Distant |

Gambar 4.31 Input Phase Timbunan 20 cm pada Tab General

dan Parameters

Selanjutnya pilih *define* dan menghidupkan tempat yang akan dilakukan Timbunan 20 cm dengan meng-klik permodelan Timbunan 20 cm, setelah itu perbarui (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.32



Gambar 4.32 Define Phase Timbunan 20 cm

19. Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan Masa Tunggu Vacuum On dikerjakan dalam waktu 27 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom Number/ID, pilih Timbunan 20 cm pada kolom start from phase. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) menggunakan Consolidation, selanjutnya pindah ke Tab parameters. Pada Tab parameters, input berapa lama waktu pelaksanaan (time interval) yaitu selama 27 hari, selanjutnya pilih (define), dapat dilihat pada Gambar 4.33.

| Nase | | | Calculation type | |
|------------------|--------------------------|---------------|------------------|----------|
| unber / ID.: | 19 mesa tunggu 9 (or | n) | Consolidation | |
| art from phase: | 18 - (7) penimbunan 20 m | | | Advanced |
| | | Colete enter | mediate steps | |
| therative proces | pas. | Loading input | true lines | |

Gambar 4.33 Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

20. Vacuum Selesai

Pada tahapan *Vacuum* Selesai dikerjakan dalam waktu 1 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Masa Tunggu *Vacuum On* pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Plastic*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters, input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 1 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.34.

| Phase | | Calculation type | 0 |
|---|--|---|----------|
| Number / ID.: 20 vacum | nali | Plastic | · · · |
| Start from phase: 19 - mass funge | u 9 (an) | | Advanced |
| A Decemptory last to an in the T | | | |
| um Doubleces (Routheas (such | 50L | | // |
| Control parameters Additional Steps: 290 | er Reset deplece | ments to zero | |
| Control parameters Additional Steps: 25 | E Peret diplore Spore und in P Delete informe | ments to zero ed behavitour Gate steps | / |
| Control parameters | P Delete inference | ments to zero ed behisvitour diate steps | |
| Control parameters Addisonal lines: 230 Lianature procedure Standard setting Manual setting | Peret deplece Peret deplece Peret deplece Polete infame Coding rout Gaged constr Coding rout Coding rout Coding rout | nents to peru ed behavitor date steps atten s | Atumet |

Gambar 4.34 Input Phase Vacuum Selesai pada Tab General dan Parameters

Berikutnya mementukan *define* dan mematikan beban vakum yang akan dilaksanakan *Vacuum* Selesai dengan meng-klik permodelan beban vakum, selanjutnya perbarui (*update*). Dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35 Define Phase Vacuum Selesai

21. Pekerjaan Jalan Lentur

Pada tahapan Pekerjaan Jalan Lentur dikerjakan dalam waktu 28 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih *Vacuum* selesai pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Plastic*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 28 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.30.



Gambar 4.36 Input Phase Pekerjaan Jalan lentur pada Tab General dan Parameters

Berikutnya pilih *define* dan menghidupkan tempat yang akan dilaksanakan Pekerjaan Jalan lentur dengan meng-klik pada permodelan Pekerjaan Jalan Lentur, selanjutnya perbarui (*update*). Seperti pada Gambar 4.37.



Gambar 4.37 Define Phase Pekerjaan Jalan Lentur

22. Konsolidasi 1 Tahun

Pada tahapan Konsolidasi 1 Tahun dikerjakan dalam waktu 365 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Pekerjaan Jalan Lentur pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 365 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar

| Beine Fixener: Comma same | | sindation time |
|--|---|----------------|
| lamber (10) - Sebard | tilta i | Consultation |
| make and a part of | | |
| start non phase: 21 - pertenasan ju | Nan Jentur 🔹 | Advanced |
| Canind parameters Additional Steps: 200 | Reset displacement | a to zero |
| Additional Steps: 20 Iterative procedure | Reset diplecement | 1 to 2010 |
| Carthy parameters Additional Stages: 200 Iterative procedure | Reset diplacement Cosete internetidate | |

Gambar 4.38 Input Phase Konsolidasi 1 Tahun pada Tab General dan Parameters

Berikutnya pilih *define* dan menghidupkan tempat yang akan dilaksanakan Konsolidasi 1 Tahun lentur dengan meng-klik permodelan Konsolidasi 1 Tahun, setelah itu perbarui (*update*). Bisa dilihat pada Gambar 4.39.



Gambar 4.39 Define Phase Konsolidasi 1 Tahun

23. Konsolidasi 3 Tahun

Pada tahapan Konsolidasi 3 Tahun dikerjakan dalam waktu 730 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Konsolidasi 1 Tahun pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters, input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 365 hari, selanjutnya pilih (*define*), dapat dilihat pada Gambar 4.40.



Gambar 4.40 Input Phase Konsolidasi 3 Tahun pada Tab General dan Parameters

24. Konsolidasi 10 Tahun

Pada tahapan Konsolidasi 10 Tahun dikerjakan dalam waktu 2555 hari. Tahapannya berupa, memberi nama tahapan di kolom *Number/ID*, pilih Konsolidasi 3 Tahun pada kolom *start from phase*. Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) menggunakan *Consolidation*, selanjutnya pindah ke *Tab parameters*. Pada Tab *parameters*, *input* berapa lama waktu pelaksanaan (*time interval*) yaitu selama 2555 hari, selanjutnya pilih (*define*), terdapat pada Gambar 4.41.

| - 16 A | | | Cachadon tipe | |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|--|
| mber / ID.: | 26 beban 10 tah | un . | Consolidation | - |
| art from phase: | 25 - beban 3 tahun | • | | Advanced |
| gi Earanceters Control nacional | Multiplers Preview | | | |
| Additional Step | e: 250 🛊 | Reset daplace | ments to sero | |
| | S &07 | T Delets intern | adate steps | |
| Deraffire proces | Line . | Loading rout | | |
| | | F Staged constitu | ctan | |
| F Standard s | econg | anages contracts | 30.5 | 1. |
| F Standard s Manual set | econg Ing | C Mnimum pore p | reinure (P-stop) [1.0000 Itplier | i thum 2 |

Gambar 4.41 Input Phase Konsolidasi 10 Tahun pada Tab General

dan Parameters

25. SF Timbunan *Platform*

Pada tahapan SF Timbunan *Platform* pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Timbunan *Platform* pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.42.

| | | Calculation type | |
|--|----------------|---------------------------------|----------|
| unber / ID.: 32 of Indunen platfo | m | Philoreduction | * |
| tart from phase: 1 - timbunan platform | | | Advanced |
| wanne selet. Inn 💽 | C Ignore undra | sined behaviour vedate steps | |
| Derative procedure | C taget one | autori | |

Gambar 4.42 Input Phase SF Timbunan Platform pada Tab General dan Parameters

26. SF Pemasangan PVD

Pada tahapan SF Pemasangan PVD pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Pemasangan PVD pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.43.



Gambar 4.43 Input Phase SF Pemasangan PVD Platform pada Tab General dan Parameters

27. SF Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum Onpertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum On pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.44.

| ADR . | | Calculation type | |
|--|--|--|------------|
| mber / ID.: 14 sf masa tung | 204 I | Phi/c reduction | |
| art from phase: 4 - masa lunggu 1 (or | • | A | dvenced |
| a Parameters Issuedants I freesen | | | |
| Comment (Grobers suscess) | 1 | | |
| Control nariameters | | | |
| Control parameters Additional Steps: 200 | E Reset displac | ements to zero | |
| Control parameters Additional Steps: 200 | Reset displac | ements to sero ned behaviour ediate steps | |
| Control parameters Additional Steps: 200 [] | Reset displac F Reset displac F Ignore undra C Delate interv Losding input | ementa la zero neci behaviour eclate eteps | |
| Control parameters Additional Steps: 100 [] Iterative procedure (# Standard setting | C Reset displac T Spore undra C Delete intere Losding input C Superformer | ementa lo zero red behavioa estate steps | |
| Control parameters Additional Steps: 200 () Iterative procedure (* Standard setting (* Manual setting | C Reset deplac T Spore undra C Delete intern Loading input C Stopertures C Stopertures C Stopertures | ements to zero med behaviour estate steps | Advanced] |
| Control parameters Additional Steps: 200 [Iterative procedure ^{of} Standard setting ^{of} Manual setting | Reset deplac Tanse unda Delate intern Losding input C Stape unda C Stape undas P Incremental | ements to zero red behaviour estate steps motion motions motions motions | Advarcant] |

Gambar 4.44 Input Phase Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

28. SF Timbunan 40 cm

Pada tahapan SF Timbunan 40 cm pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Timbunan 40 cm pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.45.

| Phase | | Calculation type | 11 |
|--|---|---|----------|
| Number / ID.: 35 sf 1 perimbuna | an 40 on | Phi/c reduction | // 2 |
| Start from phase: 5 - (1) penimbunan 40 o | | | Advanced |
| eral Barameters (Multiplers Preview) | 501 | -A // | / |
| ALLEY A MERCHANNESS OF ADDRESS OF A SAME SAME | | | |
| Castrol parameters Adaptional Engine (200 (2) | I [™] Renor displayer I [™] Ignore undram I [™] Delete interme | ments to sets ed behaviour date steps | |

Gambar 4.45 Input Phase SF Timbunan 40 cm pada Tab General dan Parameters

29. SF Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum On pertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum On pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction,

berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.46.

| Nor | ¢ | aculation type | |
|---|---|---|--|
| Amber / ID.: 42 of masa tun | ggu 2 en | Phi/c reduction • | |
| tart from phase: 6 - mass tunggu 2 (o | n) 🔹 | Advanced | |
| Parameters Multiplers Prevent | | | |
| and the second se | | | |
| | | | |
| Additional Steps: 100 | Reset displaceme | nts to zero | |
| Additional Steps: 100 | E Fleset displaceme | nts to zero behaviour | |
| Additional Steps: 100 | Reset displaceme Fignore untraned Delete intermedia | nts to zero behaviour te steps | |
| Additional Steps: 100 | Coding input | nts to zero behaviour te steps | |
| Additional Steps: 100 | Reset displaceme Grove untraned Delete internedia Loading input Staged comprust | nts to zero behavitour te steps | |
| Additional Steps: 100 | Reset displaceme Topore undraned Delete intermedia Cooling input Cooling input Cooling input Cooling input Cooling input | nts to zero behantour te steps | |
| Additional Steps: 100 | F Reset displaceme Topore undraned Delete Internedia Coding input C Staged unerun C Staged unerun C Staged unerun C Staged unerun | nts to zero behaviour te steps con plans <u>A</u> dvancen | |
| Additional Steps: 100 | FRest diplicame Internet Source undrared Delete Internetia Colored undrared Colored undrared Colored undrale Proteinal nub Internetial nub | nts to zero behaviour te steps no. plens <u>Advances</u> no. | |

Gambar 4.46 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

30. SF Masa Tunggu Vacuum Off

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum Off pertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum Off pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.47.

| ute | <u> </u> | Calculation type | |
|---|---|--|-----------|
| umber / ID.: 43 sf masa tunggi | u 3 off | Phi/c reduction | |
| ert from phase: 7 - masa tunogu 3 (off) | * | | Advanced |
| | | diale stores | |
| | Delete interme | owne surpt | |
| Iterative procedure | Loading input | owner sorpe | |
| Iterative procedure ⁶ Standard setting | Loading input C Staged control | atten | |
| lterative procedure IF Standard setting I [™] Nanual setting | C Delete interne Loading input C Trayed cover C Trayed cover C Trayed cover C Trayed cover | uten 1 uten | §dvanced] |
| Ibrative procedure F Standard setting F Hanual setting | Coding yout Coding yout Cotaged cover Cover includer Cover includer Cover includer Cover includer | utore v utores (0,0000 (\$) day | ğdvanced] |

Gambar 4.47 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum Off pada Tab General dan Parameters

31. SF Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum On pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum On pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.48.



Gambar 4.48 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

32. SF Masa Tunggu Vacuum Off

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum Off pertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum Off pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.49.

| Phylic reduction |
|---|
| <u>Advanced</u> |
| Reset displacements to zero |
| Reset displacements to zero |
| Ignore undrained behaviour Delete intermediate steps |
| ling input Rogert antification Tana malipiers Incremental malipiers <u>A</u> chanced |
| |

Gambar 4.49 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum Off pada Tab General dan Parameters

33. SF Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum On pertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum On pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.50.

| ase. | | Calculation type | TE |
|---|-----------------|---|----------|
| umber / ID.: 46 sf masa tunggu 6 | an | Phi/c reduction | 11 |
| tart from phase: 10 - masa tunggu 6 (on) | • | | Advanced |
| Control parameters | sullat s | | / |
| Control parameters Acaditonal Steps: 100 | F Reset display | revients to zers aned behaviour rediate steps | / |

Gambar 4.50 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

34. SF Timbunan 1 m

Pada tahapan SF Timbunan 1 m pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Timbunan 1 m pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi

(*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.51.

| 58 | | Calculation type | |
|--|---|---|-----------|
| nber / ID.: 36 sf 2 perimbunan 1 m | 1 | Phi/c reduction | |
| rt from phase: 11 - (2) penimbunan 1 m | | 24 | Advanced |
| ontrol parameters Additional Steps: 100 👲 | Reset displace | ments to zero ed behaviour | 1 |
| ontrol parameters Additional Steps: 000 (1) | Reset displace Ignore undrain Delete interme eding input | ments to zero ed behaviour diate steps | |
| Additional Steps:: 100 C | Reset displace Ignore undran Deleta interne ading input | nents to zero ed behaviou date steps client V udgolera | Advanced] |

Gambar 4.51 Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan

Parameters

35. SF Timbunan 1 m

Pada tahapan SF Timbunan 1 m pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Timbunan 1 m pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.52.

| use | | Calculation type | |
|---|--|--|----------|
| mber / 10.: 37 of 3 perimbunen 1 | n | Phi/c reduction | • |
| rt from phase: 12 - (3) perimbunan 1 m | | | Advanced |
| ontrol parameters Additional Steps: 200 | Reset digilacen Ignore undrane Delete intermed | ients to zero el behaviour late steps | |
| Control parameters Additional Steps: 200 🚖 | Reset digilacem Ignore undrarie Delete intermed Loading input | ients to zero ed behaviour late steps | |
| Additional Steps: 200 主 | Reset displacem Ignore undrame Delete intermed Loading input Or (Doped component) | ents to pero el behaviou late steps | |
| Additional Steps: 200 🔹 | Reset diplacem Ignore undrarie Ignore undrarie Delete intermed Loading input Organization Construction Procemental mat | rents to zero ci behaviour late steps | Advanced |
| Additional Steps: 220 🔮 | Reset digitacem Ignore undraine Delete intermed Loading input Organization forganization forganization forganization forganization | ents to zero ditetoriou late steps diter highers | Advanced |

Gambar 4.52 Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan

Parameters

36. SF Timbunan 1 m

Pada tahapan SF Timbunan 1 m pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Timbunan 1 m pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.53.

| Phase | | 10 | | Calculation type | |
|--|---|--------------------|---|--|----------|
| Number / 10.1 | 38 | sf 4 penimbunan 1n | | Phi/c reduction | • |
| Start from phase | 13 - (| 4) penimbrusen 1 m | | _80 | vanced |
| neral Estimeters | 1900 | pliers Preview | | | |
| Control per ane | - | | | | |
| Control per ane Additional tabl | aers ac [i | SLA | F Reset displacen 17 Ignore undrame 17 Deleta internet | ente la reco di ber survice une anexe | |
| Control per ane Additional Tale | ies = [| SLA | F Reset displacen F Sprore undrame F Deleta internet Loading input | ento to serio di berta-soa ulte stepsi | |
| Control per une Additional fiber Denative process Sciencia en Nanual set | ders pe: [i ders writing ting | SLAN | Reset displaces Sprare und the Podela ritemed Loading input | enti ti sero d bertavooa ale stepsi | da ment. |

Gambar 4.53 Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters

37. SF Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum Onpertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum On pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.54.

| ate | | Calculation type | |
|--|--|--|---------------------|
| umber / ID.: 47 sf masa tunggu 7 on | (| Phi/c reduction | • |
| tart from phase: 14 - masa tunggu 7 (on) | • | | Advanced |
| Control parameters Additional Steps: 100 😰 | Reset displacer Ignore undraine | ents to zero ed behaviour | |
| Control parameters Additional Steps: 100 (2) | Reset displacer Ignore undraine Delete interned oading input | sents to zero ed behaniour Sate steps | |
| Control parameters Additional Steps: 100 (2) Iterative procedure (* Standard setting (* Manual setting | Reset displaces Ignore undraine Delete internet oading input C Scient control C Scient control C Scient control | nents to zero ed behaviour Sate steps | Advanced |
| Control parameters Additional Steps: 100 (2) Denative procedure Standard setting Manual setting | Reset displacer Ignore undrains Delete internet ording input C Scopel control C Scopel control Docemental inx Time increment : | ents to zero ed behavious Sate steps | Advanced] Cefine |

Gambar 4.54 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

38. SF Timbunan 1 m

Pada tahapan SF Timbunan 1 m pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Timbunan 1 m pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.55.

| anber / 10.: 78 Inf Sperimburien 1m art from phase: 13 - (5) perimburien 1 m | U .j. | Philic reduction | Advanced |
|---|---|-----------------------|------------|
| art from phase: 15 - (5) perimbunan 1 m | | A // | Advanced |
| ان أجونج الإسلاقيية | | | Decorphyse |
| al Exampters Multipliers Preview | يتخرسك | <u>// جاء</u> | |
| Control perameters | | | |
| Additional Steps: 100 | Reset displacement Ignore undrained b | s to zero ehaviour | |
| | Delete internediate | steps | |
| Derative procedure | ading input | | |
| F Standard setting | Baged construction Postation displaces | | |
| Manual setting | · Incremental multiple | | Advanced |

Gambar 4.55 Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters

39. SF Timbunan 1 m

Pada tahapan SF Timbunan 1 m pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Timbunan 1 m pada

kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters – loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.56.

| wije | | Calculation type |
|---|--|---|
| umber / ID.: 40 sf 6 penimbunan 1 m | | Phijc reduction |
| avt from phase: 16 - (6) penimbunan 1 m | • | ádvanced |
| Additional Ships: [200] | F Reset dipla | conventa to zero arred behaviour |
| Additional Steps: 100 + | F Reset digits | comerts to zero aned behaviour mediate steps |
| Control persentens Additional Steps: 500 Iberative procedure C Standard setting C Manual setting | F Reset dapla Sparse unde Delete inter Goding Vput F Sparse unde F Sparse un | converts to zero aned behaviour nediate steps multiples <u>Advancet</u> instigues Dates |

Gambar 4.56 Input Phase SF Timbunan 1 m pada Tab General dan Parameters

40. SF Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum On pertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum On pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.57.

| se | | | | Calculation type | |
|---|-----------------------|------------------|--|---|----------|
| nber / ID.: | 41 | of mass tunggu l | l on | Phi/c reduction | - |
| rt from phase: | 17 - ma | a tunggu 8 (on) | • | | Advanced |
| Earameters Iontral paramete Additional Steps | s 10 | rs Preview | T Reset daplay | ements to zero | |
| i Barameters Control paramete Additional Step | 2 [10 28 29/894 | es Preven | Reset display Topore undra Delete intera Looding and 1 | ements to zero med behaviour ediate steps | |

Gambar 4.57 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

41. SF Timbunan 20 cm

Pada tahapan SF Timbunan 20 cm pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Timbunan 20 cm pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.58.

| Phase | | Calculation type |
|--|---|--|
| Number / ID.: 41 of 7 perim | burian 29.cm | Phi/c reduction • |
| Start from phase: 18 - (7) perimburar | n 20 cm 🔹 | |
| eral (Brametera Mutolers Preview | -1 | |
| | | |
| Control der ameters | A De Sevet dat | arrestering to Serie |
| Control per ameters Adational Steps: 100 | Reset dap Ignore und Delete ade | accevents to zeru draved behaviour omediate steps |
| Control de aneters Adatoriel Steps: 100 Derafine procedure | Areset Opp | armente la Jeru d'arred behavisia oriedéte steps |
| Control on invetiens Additional Steps: 100 Denative procedure IF Standard setting | Teleferent | farments to Janu d'ained behaviola officialité steps |
| Control on invetiens Additional Steps: 100 Denative procedure IF Standard setting Hernal setting | Fileset dep Fileset d | accenents to seru d'ained behavious mindàite steps al multipliers <u>Advanced w</u> |

Gambar 4.58 Input Phase SF Timbunan 20 cm pada Tab General dan Parameters

42. SF Masa Tunggu Vacuum On

Pada tahapan SF Masa Tunggu Vacuum On pertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Masa Tunggu Vacuum On pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.59.

| ase . | | Calculation type | 201 |
|--|---|--|------------------|
| umber / 10.: 49 [sf masa tunggu 9 on | | Phi/c reduction | • |
| art from phase: 19 - masa tunggu 9 (on) | • | | Advanced |
| i Barameters Multiplers Preview Control parameters Additional Stepe: 100 💽 | □ Reset displace □ Sgnore undrain | nents to zero ed behaviour data stara | |
| al Barameters (Hyutipilers Preview Control parameters Additional Stepe: 100 2 | Reset displace Sgnore undrain Delete interne oxding input | menta ta sero ed behaviour diate stepe | |
| a Barameters (Hyutopiers Preview Control parameters Additional Steps: 100 tenative procedure F Standard setting Manual setting | Reset displace Sprore undran Delete interne coding input C Stagnd conten three nucleate (* Incremental m | nenta la zero ed behaviou date stepe uttern in uttern in | <u>A</u> dvanced |

Gambar 4.59 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum On pada Tab General dan Parameters

43. SF Vacuum Selesai

Pada tahapan SF Vacuum Selesai pertama-tama, pada tahapan (phase) mengisi judul di kolom Number/ID, pilihlah Vacuum Selesai pada kolom start from phase Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (calculation type) pilih phi/c reduction, berikutnya pada kolom dialog Tab parameters, pilih Tab parameters selanjutnya pilih incremental multiplier di tab parameters – loading input kemudian tekan next, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.60.

| hase | 0.0 | Calculation type | 11 |
|--|---|---|-------------------|
| iumber / ID.: 11 sf vacun | n nati aktiv | Phi/c reduction | |
| itart from phase: 20 - vacum mati- | SUI | - А | Advanced |
| Control parameters Additional Steps: 100 | Reset doplar | ements to zero ined behaviour | |
| Control perameters Additional Stepsi: 200 | F Reset daplac Spore undra Delete interv | ements to zero red behaviour ediate steps | |
| Control parameters Additional Steps: 200 Iterative procedure | Reset deplac Parent deplac Parent deplac Delete intere Loading input C | ements to zero med behaviour ediate steps | |
| Control parameters Additional Stepsi: 100 Iterative procedure (* Standard setting | Reset deplay Sprore undra Delete intere Loading input C Single and C Single and C Single and | ements to zero med behaviour ediate steps | |
| Control parameters Additional Stepsi: 100 Iterative procedure Standard setting Manual setting | C Reset doplar Spore unifit Delite inter C Scipital corre C Sci | aments to zero ned behavior edute steps | <u>is</u> dvanced |
| Control parameters Additional Stepsi: 200 Derative procedure (* Standard setting (* Norwal setting | C Reset doplar Spore unifit Delite inter C Scape and C Trade and P Trade and P Trade and P Trade and P Trade and P | enerts to zero ned behavior edate steps | Advanced |

Gambar 4.60 Input Phase SF Masa Tunggu Vacuum Selesai pada Tab General dan Parameters

44. SF Pekerjaan Jalan Lentur

Pada tahapan SF Pekerjaan Jalan lentur pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Pekerjaan Jalan Lentur pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe

kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.61.

| 19C | | | Calculation type |
|---|------------------------|--|--|
| nber / II3.: | 30 | sf perkerasan jalan lentur | Pftv/c reduction |
| rt from phases | 21 · p | erkarasan jalan lentur 🛛 💌 | Advanced |
| Baraneters | Ina | Sers Proview | |
| and and a | | | |
| Additional Step | ners psi [i | 00 😟 🗆 Reset dap F Ignore un F Delete rete | Recements to zero drament behaviour ennediate steps |
| Additional Step | dure | 00 CREATE CONTRACT OF CONTRAC | siacements to zero dramati behavisca ennediate steps |
| Additional Step Interative proce (# Standard i | dure witting | 00 C F Reset dap I grove una Dekte war Loading rigut C strandor | sacements to zero dramati behavisca envediate steps |
| Additional Step Interative proce (# Standard s (* Manual set | dure witting | 00 C F Reset dap I grove una Dekte war Loading rigut C strayed an Decement | kacements to zero dramati behavisca ennediate steps menudiate strent ta multokers ådvancet] |
| Additional Step Additional Step Denative proce (Standard of Manual set | dure etting ting | 05 C Reset dap Liprore una Dekte was Looding input C Reset and Dekte was Looding input C Reset and Dekte was Date Parameter Date Parameter Date Parameter Date Parameter | Recentris to zero dramati behavisca ennediate steps menudiate strent taimultiplens <u>Advanced</u> tt: 0.000 t dev <u>Control</u> |

Gambar 4.61 Input Phase SF Pekerjaan Jalan Lentur pada Tab General dan Parameters

45. SF Konsolidasi 1 Tahun

Pada tahapan SF Konsolidasi 1 Tahun pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Koonsolidasi 1 Tahun pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters – loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.62.

| ase | | Celculation type |
|--|--|--|
| unber / ID.: 29 sfbeban 1 tin | - | Phy/c reduction |
| art from phase: 24 - beban 1 tahun | • | ådvanced |
| Control parameters Additional Steps: [100 [\$] | Reset displac Janore undra | enerits to zero met behaviour |
| Control parametere Additional Steps: [000 🚖] | Reset displac Sprore undra Delete intern | ements to zero ned behaviou ediante steps |
| Control parameters Additional Steps: 100 1 | Reset displac Teset displac Taylore undra Delete intern Loading input C forget and C forget and | emeris to zero ned behaviour ediate steps nutries mittigers Advanced. |
| Control parameters Additional Steps: [000 (2)] Iterative procedure (* Standard setting (* Manual setting | F Reset displac Lignore undra Deleta intern Loading riput C Inconference P Train antipit P Discemental Time increment | emerils to zero ned behaviour ediate steps nutpletes [0,0000 \$ day <u>(W) 7tm</u> |

Gambar 4.62 Input Phase SF Konsolidasi 1 Tahun pada Tab General dan Parameters

46. SF Konsolidasi 3 Tahun

Pada tahapan SF Konsolidasi 3 Tahun pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Koonsolidasi 3 Tahun pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.63.

| Philip | Cal | slaton type |
|---|---------------------------------------|--|
| Number / 10.: 25 sf beban | 3 thri Pi | N/c reduction |
| Start from phase: 23 - beben 3 tahu | - | Advanced |
| General Baranteters Buttanters Prev | en l | |
| Control pay sources | | |
| Addrene Steps: 300 | Reset doplacement grone undraned t | e steps |
| | | And and an |
| Denative procedure | Leading input | |
| Denative procedure & Standard setting | Loading input | |
| Literative spontume G Stundord setting Minual setting | sading input | lers <u>Advanced</u> |
| Detailed booksing Conduct setting Menual setting | Loading input | ers <u>Advanced</u> |

Gambar 4.63 Input Phase SF Konsolidasi 3 Tahun pada Tab General dan Parameters

47. Konsolidasi 10 Tahun

Pada tahapan SF Konsolidasi 10 Tahun pertama-tama, pada tahapan (*phase*) mengisi judul di kolom *Number/ID*, pilihlah Koonsolidasi 10 Tahun pada kolom *start from phase* Selanjutnya menentukan tipe kalkulasi (*calculation type*) pilih *phi/c reduction*, berikutnya pada kolom dialog Tab *parameters*, pilih Tab *parameters* selanjutnya pilih *incremental multiplier* di *tab parameters* – *loading input* kemudian tekan *next*, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.64.

| hase | | Calculation type | |
|--|---|--|----------|
| unber / ID.: 27 Isf beban 10 thn | | Phyle reduction | |
| tart from phases 26 - beban 10 tahun | • | 66 | anced |
| Examplers Multiplers Preview | | | |
| | | | |
| ontrol parameters Additional Steps: 100 😰 | Reset displace Ignore undrain Delete interne | ments to zero red behaviour claite steps | |
| Control parameters Additional Steps: 100 | Reset displace Ignore und an Delete interne Loading input | ments to zero red behaviour date steps | |
| Control parameters Additional Steps: 100 | C Starped const | ments to zero set behaviour date stepo | |
| Entrol parameters Additional Steps: 100 🔮 | Reset displace Ignore undraw Delete interne Coding input Coding input Coding of control Coding of contro Coding of contro Coding of control Coding of control | rents to zeno est behaviour date stepo utato s utator s | dvanced] |
| Control parameters Additional Steps: 100 () Benative procedure (F Standard setting (* Manual setting | Reset displace Ignore undram Delete interne Coding input Time incremental in | rents to zero ed behaviou date stepo utate s utaten s utaten digion di day | dvanced |

Gambar 4.64 Input Phase SF Konsolidasi 10 Tahun pada Tab General dan Parameters

48. Grafik Penurunan

Tahapan dalam pembuatan Grafik Penurunan yaitu, memilih titik untuk menentukan kurva (*select points for curves*), lalu klik titik yang akan dilihat penurunannya lalu klik *update*, bisa dilihat pada Gambar 4.65.



Gambar 4.65 Input Titik Grafik Penurunan

4.4 Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan terdapat dari program *Plaxis* 8.2 yaitu berupa nilai total penurunan tanah, tegangan efektif rata-rata, Tekanan air pori berlebih, dan angka faktor keamanan pada timbunan pekerjaan jalan menggunakan metode vakum konsolidasi.

4.4.1 Keluaran Setelah dilakukan Metode Vacuum Consolidation

a. Total Penurunan Tanah

Setelah dilakukan metode vakum konsolidasi, penurunan pada timbunan sebesar 66,4 cm, dapat dilihat pada Gambar 4.66.



Gambar 4.66 Total Penurunan Tanah Setelah dilakukan Metode Vakum Konsolidasi

b. Tekanan Air Pori Berlebih

Setelah dilakukan metode vakum konsolidasi, tekanan air pori berlebih menunjukkan angka sebesar -0,01 kN/m², dapat dilihat pada Gambar 4.67.



Gambar 4.67 Tekanan Air Pori Berlebih Setelah dilakukan Metode Vakum Konsolidasi

c. Tegangan Efektif Rata-rata

Tegangan efektif rata-rata (*effective means stresses*) setelah dilakukan metode vakum konsolidasi sebesar -342,27 kN/m², dapat dilihat pada Gambar 4.68.



Gambar 4.68 Tegangan Efektif Rata-rata Setelah dilakukan Metode Vakum Konsolidasi

d. Safety Faktor

Angka faktor keamanan setelah dilakukan metode vakum konsolidasi yaitu sebesar 2 bisa dilihat pada Gambar 4.69.



Konsolidasi

4.4.2 Keluaran Setelah Pekerjaan Perkerasan Jalan Lentur

a. Total Penurunan Tanah

Sesudah pekerjaan perkerasan jalan lentur, penurunan pada konstruksi terjadi sebesar 52,9 cm, dapat dilihat pada Gambar 4.70.



Gambar 4.70 Total Penurunan Tanah Setelah Pekerjaan Perkerasan Jalan Lentur

b. Tekanan Air Pori Berlebih

Tekanan air pori berlebih setelah pekerjaan perkerasan jalan lentur sebesar 73,22 kN/m², dapat dilihat pada Gambar 4.71.



Perkerasan Jalan Lentur

c. Tegangan Efektif Rata-rata

Tegangan efektif rata-rata (*effective means stresses*) setelah dilakukan pekerjaan perkerasan jalan lentur sebesar -310,34 kN/m², bisa dilihat pada Gambar 4.72.





d. Safety Factor

Angka faktor keamanan setelah dilakukan Pekerjaan Perkerasan Jalan Lentur yaitu sebesar 1,9 bisa dilihat pada Gambar 4.73.



Gambar 4.73 *Safety Factor* Setelah Pekerjaan Perkerasan Jalan Lentur

4.4.3 Keluaran Setelah Terkonsolidasi 1 Tahun

a. Total Penurunan Tanah

Sesudah adanya konsolidasi selama 1 tahun, penurunan pada konstruksi terjadi sebesar 47,6 cm, dapat dilihat pada Gambar 4.74.



Gambar 4.74 Total Penurunan Tanah Setelah Adanya Konsolidasi selama 1 tahun

b. Tekanan Air Pori Berlebih

Setelah adanya konsolidasi selama 1 tahun Tekanan air pori berlebih sebesar -0,03 kN/m², dapat dilihat pada Gambar 4.75.



Gambar 4.75 Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Adanya Konsolidasi Selama 1 Tahun

c. Tegangan Efektif Rata-rata

Tegangan efektif rata-rata (*effective means stresses*) setelah adanya konsolidasi selama 1 tahun sebesar -310,45 kN/m², Bisa dilihat pada Gambar 4.76.



Gambar 4.76 Tegangan Efektif Rata-rata Setelah Adanya Konsolidasi Selama 1 Tahun

d. Safety Factor

Setelah konsolidasi selama 1 tahun yaitu angka faktor keamanan sebesar 1,58 dapat dilihat pada Gambar 4.77.



Gambar 4.77 Safety Factor Setelah Konsolidasi Selama 1 Tahun

4.4.4 Keluaran Setelah Terkonsolidasi 3 Tahun

a. Total Penurunan Tanah

Setelah adanya konsolidasi selama 3 tahun, terjadi penurunan pada konstruksi sebesar 47,6 cm, dapat dilihat pada Gambar 4.78.



Gambar 4.78 Total Penurunan Tanah Setelah Adanya Konsolidasi selama 3 tahun

b. Tekanan Air Pori Berlebih

Setelah adanya konsolidasi selama 3 tahun tekanan air pori berlebih sebesar 0,0000086 kN/m², bisa dilihat pada Gambar 4.79.



Gambar 4.79 Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Adanya

Konsolidasi Selama 3 Tahun

c. Tegangan Efektif Rata-rata

Tegangan efektif rata-rata (*effective means stresses*) setelah adanya konsolidasi selama 3 tahun sebesar -310,45 kN/m², dapat dilihat pada Gambar 4.80.



Gambar 4.80 Tegangan Efektif Rata-rata Setelah Adanya Konsolidasi Selama 3 Tahun

d. Safety Factor

Setelah konsolidasi selama 3 tahun Angka faktor keamanan yaitu sebesar 1,57. Bisa dilihat pada Gambar 4.81.
| ∑ -Mdisp; | 1,0000 | 1 |
|-------------|--------|----|
| :AbsolM- 2 | 1,0000 | : |
| Σ -MloadB: | 1,0000 | \$ |
| E -Mweight: | 1,0000 | \$ |
| : -Maccel: | 0,0000 | 4 |
| fileM+ 2 | 1,5794 | : |

Gambar 4.81 Safety Factor Setelah Konsolidasi Selama 3 Tahun

4.4.5 Keluaran Setelah Konsolidasi 10 Tahun

a. Total Penurunan Tanah

Sesudah adanya konsolidasi selama 10 tahun, penurunan pada konstruksi sebesar 47,6 cm, dapat dilihat pada Gambar 4.82.



Gambar 4.82 Total Penurunan Tanah Setelah Adanya Konsolidasi selama 10 tahun

b. Tekanan Air Pori Berlebih

Setelah adanya konsolidasi selama 10 tahun tekanan air pori berlebih sebesar 0,00000018 kN/m², dapat dilihat pada Gambar 4.83.



Gambar 4.83 Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Adanya Konsolidasi Selama 10 Tahun

c. Tegangan Efektif Rata-rata

Setelah adanya konsolidasi selama 10 tahun Tegangan efektif ratarata (*effective means stresses*) sebesar -310,45 kN/m², Bisa dilihat pada Gambar 4.84.



Gambar 4.84 Tegangan Efektif Rata-rata Setelah Adanya Konsolidasi Selama 10 Tahun

d. Safety Factor

Setelah konsolidasi selama 10 tahun Angka faktor keamanan yaitu

sebesar 1,57. Bisa dilihat pada Gambar 4.85.



Gambar 4.85 Safety Factor Setelah Konsolidasi Selama 10 Tahun

4.4.6 Keluaran Grafik Penurunan

a. Grafik penurunan pada titik A dapat dilihat pada Gambar 4.86.



Gambar 4.87 Grafik Penurunan Pada Titik B

4.5 Diskusi Terhadap Kesimpulan Analisa

4.5.1 Output Keseluruhan Dari Program Plaxis 8.2

Berdasarkan hasil dari perhitungan dengan program *Plaxis* 8.2 dapat dirangkum dalam tabel 4.5 sebagai berikut :

| Tahapan | Hari | Total Displacement (cm) | Excess Pore Pressures (kN/m ²) | effective Means Stresses (kN/m ²) | Safety Factor |
|--|---------|-------------------------------|--|--|------------------|
| Timbunan Platform | 7 | -4,5 | -21,37 | -273,67 | 3 |
| Pemasangan PVD | 14 | -4,5 | -21,37 | -273,67 | 3 |
| 25 hari masa tunggu on | 25 | -35,2 | -4,61 | -311,16 | 2,4 |
| Penimbunan 40 cm | 8 | -37,7 | -4,39 | -314,67 | 3,5 |
| 49 hari masa tunggu on | 49 | -37,7 | -0,01 | -314,68 | 3,6 |
| 3 hari Masa tunggu off | 3 | -22,7 | 79,5 | -280,51 | 3,4 |
| 4 hari Masa tunggu on | 4 | -36,6 | -23 | -314,46 | 3,6 |
| 17 hari Masa tunggu off | 17 | -21,6 | 79,14 | -280,25 | 3,4 |
| 61 hari Masa tunggu on | 61 | -37,7 | -1,87 | -314,59 | 3,6 |
| Penimbunan 1 m | 12 | -43,2 | -1,77 | -320,95 | 3 |
| Penimbunan 1 m | 8 | -48,6 | -2,61 | -326,8 | 2,8 |
| Penimbunan 1 m | 7 | -54,2 | -3,03 | -332,25 | 2,4 |
| masa tunggu on | 2 | -54,3 | -0,98 | -332,26 | 2,4 |
| Penimbunan 1m | 6 | -59,7 | -3,39 | -337,13 | 2,1 |
| Penimbunan 1m | 5 | -65,2 | -4,05 | -341,46 | 2 |
| 2 hari <mark>m</mark> asa tung <mark>gu o</mark> n | 23 | -65,3 | -0,06 | -341,47 | 2 |
| Penimbunan 20 cm | 1 | <mark>-6</mark> 6,3 | -2,15 | -342,26 | 2 |
| 23 hari m <mark>as</mark> a tunggu on | 27 | -66,4 | -0,01 | -342,27 | 2 |
| vacum selesai | 1 | -51,3 | 78,33 | -308,67 | 1,9 |
| Perkerasan jalan | 28 | -52,9 | 73,78 | -310,34 | 1,9 |
| Service Load | 1 | -43,2 | 39,31 | -308,19 | 1,6 |
| pembebanan 1 thn | 365 | -47,6 | -0,03 | -310,45 | 1,5 |
| pembebanan 3 thn | 1460 | -47,6 | 0,000068 | -310,45 | 1,5 |
| pembebanan 10 thn | 2555 | -47,6 | 0,0000018 | -310,45 | 1,5 |
| لي السية ال | والإيسا | عنسلطان أجونج | <i>ال</i> حام | | |

 Tabel 4.5 Hasil Perhitungan pada program Plaxis 8.2

Pada analisa kali ini penurunan maksimum terjadi pada tahapan penimbunan terakhir dengan penurunan sebesar 66,4 cm, menurut kami dikarenakan pada tahapan masa tunggu vakum on terakhir, timbunan sudah dilaksanakan semua ditambah pompa vakum yang sedang hidup sehingga dapat menambah dan mempercepat konsolidasi.

| Tahapan Pelaksanaan | Time (Day) | Settlement Point A (cm) |
|----------------------------|----------------|----------------------------|
| Akhir Perkerasan | 308 | -43,2 |
| Konsolidasi 1 tahun | 673 | -47,6 |
| Konsolidasi 3 tahun | 1403 | -47,6 |
| Konsolidasi 10 tahun | 3958 | -47,6 |
| Akhir Perkerasan - konsoli | -4,4 | |
| Akhir Perkerasan - konsoli | -4,4 | |
| Akhir Perkerasan - konsoli | idasi 10 tahun | -4,4 |

Tabel 4.6 Post Construction

Dari Tabel 4.6 tersebut dapat dilihat saat akhir perkerasan sampai konsolidasi 1 tahun terjadi penurunan sebesar 4,4 cm. Setelah itu pada konsolidasi 1 tahun sampai konsolidasi 10 tahun sudah tidak terjadi penurunan.

4.5.2 Hasil Monitoring Data di Lapangan

Hasil rekapitulasi penurunan di lapangan berdasarkan data monitoring *settlement plate* (SP) pada proyek Pembangunan Jalan Tol Pematang Panggang - Kayu Agung pada STA 155 + 550. Seperti pada Tabel 4.7.

| | Tanacal | Penurunan (mm) |
|-------------------------|------------|----------------|
| Tanapan | Tanggai | 155 + 550 |
| 25 hari masa tunggu on | 02/04/2018 | -38 |
| Penimbunan 40 cm | 10/04/2018 | -41,6 |
| 49 hari masa tunggu on | 29/05/2018 | -46,3 |
| 3 hari Masa tunggu off | 01/06/2018 | -45,9 |
| 4 hari Masa tunggu on | 05/06/2018 | -46 |
| 17 hari Masa tunggu off | 22/06/2018 | -45,3 |
| 61 hari Masa tunggu on | 22/08/2018 | -50,9 |
| Penimbunan 1 m | 03/09/2018 | -51,9 |
| Penimbunan 1 m | 11/09/2018 | -53,1 |
| Penimbunan 1 m | 18/09/2018 | -53,9 |
| masa tunggu on | 20/09/2018 | -54 |
| Penimbunan 1m | 26/09/2018 | -54,7 |
| Penimbunan 1m | 01/10/2018 | -55,2 |
| 2 hari masa tunggu on | 24/10/2018 | -60,1 |
| Penimbunan 20 cm | 25/10/2018 | -60,1 |
| 23 hari masa tunggu on | 21/11/2018 | -61,6 |

Tabel 4.7 Hasil Monitoring di Lapangan

4.5.3 Perbandingan Settlement

Rekapitulasi berdasarkan hasil dari penurunan di *output Plaxis* 8.2 dengan penurunan di lapangan dapat di bandingkan dapat dilihat pada Tabel 4.8. sebagai berikut.

| Penurunan Mengguna | Penurunan dilapangan | | |
|--|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| Tahapan | Hari | Total Displacement (cm) | Displacement (cm) |
| Timbunan Platform | 7 | -4,5 | |
| Pemasangan PVD | 14 | -4,5 | |
| 25 hari masa tunggu on | 25 | -35,2 | -38 |
| Penimbunan 40 cm | 8 | -37,7 | -41,6 |
| 49 hari masa tunggu on | 49 | -37,7 | -46,3 |
| 3 hari Masa tunggu off | 3 | -22,7 | -45,9 |
| 4 <mark>ha</mark> ri Masa tunggu on | 4 | -36,6 | -46 |
| 17 <mark>ha</mark> ri Ma <mark>sa tungg</mark> u off | 17 | -21,6 | -45,3 |
| 61 h <mark>ar</mark> i Ma <mark>sa t</mark> unggu on | 61 | -37,7 | -50,9 |
| Penimbunan 1 m | 12 | -43,2 | -51,9 |
| Penimbunan 1 m | 8 | -48,6 | -53,1 |
| Penimbunan 1 m | 7 | -54,2 | -53,9 |
| masa tunggu on | 2 | -54,3 | -54 |
| Penimbunan 1m | 6 | -59,7 | -54,7 |
| Penimbunan 1m | 5 | -65,2 | -55,2 |
| 2 hari masa tunggu on | 23 | -65,3 | -60,1 |
| Penimbunan 20 cm | =1 | -66,3 | -60,1 |
| 23 hari masa tunggu on | 27 | -66,4 | -61,6 |
| vacum selesai | 1 | -51,3 | |
| Perkerasan jalan | 28 | -52,9 | |
| Service Load | 1 | -43,2 | |
| pembebanan 1 thn | 365 | -47,6 | |
| pembebanan 3 thn | 1460 | -47,6 | |
| pembebanan 10 thn | 2555 | -47,6 | |

 Tabel 4.8 Perbandingan Settlement

Hasil penurunan antara penurunan di permodelan dan di lapangan diharapkan mempunyai besar penurunan yang hampir sama. Namun pada Tugas Akhir ini dapat dilihat bahwa penurunan akhir di lapangan sebesar 61,6 cm sedangkan penurunan akhir di permodelan sebesar 66,4 cm, memiliki perbedaan sebesar 4,8 cm. Menurut kami hal ini terjadi karena penyelidikan tanah yang dilakukan yaitu pada STA 155+500 kurang begitu mewakili keadaan di lapangan yang ditinjau yaitu pada STA 155+550. Sehingga dapat dikatakan pembacaan data tanah pada STA 155+550 kurang valid jika dihitung menggunakan Program *Plaxis 8.2*.

Menurut hasil dari Program *Plaxis 8.2* yang dihasilkan seperti pada Tabel 4.8 di atas dapat disimpulkan bahwa pada saat vakum dihidupkan terjadi penurunan yang signifikan dan ketika vakum di matikan terjadi penurunan yang kecil. Dengan tekanan vakum yang minimal 80 kPa mengakibatkan udara dan air pori dalam tanah menjadi berkurang ditambah dengan beban timbunan sehingga dapat mempercepat penurunan dan pemadatan tanah, dengan terdisipasinya air pori dalam tanah sehingga bisa meningkatkan kuat geser dan daya dukung pada tanah. Ini membuktikan bahwa metode vakum konsolidasi, metode yang sangat cocok digunakan untuk melakukan perbaikan pada tanah lunak. Karena dengan menggunakan metode vakum konsolidasi, penurunan dan pemadatan tanah akan lebih cepat dibandingan dengan hanya menggunakan PVD.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis bab sebelumnya pada permodelan timbunan menggunakan metode vakum konsolidasi pada Proyek Jalan Tol Pematang Panggang – Kayu Agung, Provinsi Sumatera Selatan STA 155+550 dengan menggunakan Program *Plaxis 8.2* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1. Setelah metode vakum konsolidasi berakhir terjadi penurunan sebesar 66,4 cm
- 2. Besarnya penurunan akhir di permodelan setelah metode vakum konsolidasi selesai sebesar 66,4 cm sedangkan penurunan akhir di lapangan saat metode vakum konsolidasi selesai sebesar 61,6 cm, lebih besar 4,8 cm penurunan di permodelan dibandingkan penurunan di lapangan.
- 3. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan, penurunan maksimum konstruksi timbunan dengan metode vakum konsolidasi terjadi pada tahapan masa tunggu *Vacuum On* terakhir dengan penurunan sebesar 66,4 cm dengan SF sebesar 2. Dari sini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode vakum konsolidasi dapat mempercepat konsolidasi karena pada saat vakum aktif, terjadi penurunan yang signifikan.
- 4. Setelah konsolidasi selama 1 tahun, penurunan tanah sebesar 4,4 cm dengan SF sebesar 1,5. Setelah konsolidasi selama 3 tahun, penurunan tanah sebesar 4,4 cm dengan SF sebesar 1,5. Setelah konsolidasi selama 10 tahun, terjadi penurunan tanah sebesar 4,4 cm dengan SF sebesar 1,5. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa konsolidasi selama 10 tahun hanya turun sebesar 4,4 cm di tahun pertama.

5.2 Saran

Berkat Tugas Akhir ini, penulis dapat mengasih beberapa saran dan masukan antara lain :

- Sebelum melaksanakan studi dan analisis suatu konstruksi dengan menggunakan aplikasi komputer, diusahakan data-data yang dibutuhkan benar-benar lengkap. Kurangnya data dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan. Data yang dipakai harus jelas sumbernya darimana agar dapat dipertanggung jawabkan.
- 2. Ketelitian dan pemahaman sangat diperlukan dalam memasukkan data pada program *Plaxis 8.2* ini, salah satunya saat memasukkan data parameter dan tahapan pelaksanaan harus lebih cermat. Karena salah data sedikit dapat mempengaruhi *output* yang dihasilkan.
- 3. Harus lebih sering menyimpan hasil pekerjaan secara berkala, karena pada program *Plaxis 8.2* ini sering tiba-tiba *not responding*.
- 4. Dalam melaksanakan perencanaan dan analisis harusnya mengedepankankan prosedur dan persyaratan-persyaratan yang sesuai dengan ketentuan yang ada, baik itu ketentuan internasional maupun ketentuan nasional. Sehingga hasil yang didapatkan Valid dan dapat dipertanggung jawabkan.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J. E, 1998, Analisa dan Desain Pondasi : Edisi Keempat Jilid II, Erlangga, Jakarta.

Chu J., Yan S., Indraratna B., 2008, Vacuum Preloading Techniques – Recent development and Applications,

Dass, Braja M., 1995, Mekanika Tanah 1, Erlangga, Jakata.

Das, B. M. 1995. Mekanika Tanah, Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis, Jilid 2, Erlangga : Jakarta.

Hardiyatmo, H.C. 2011. Teknik Pondasi 2 : Edisi Ketiga. Beta Offset, Yogyakarta.

Hardiyatmo, Hary Christady "Mekanika tanah I / Hary Christady Hardiyatmo" (1992)Holtz,

Subiksa, I G.M, W. Hartatik, dan F. Agus. 2011. Pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan. Hal.73-88. Dalam Nurida et al. (Eds.). Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. Balai Penelitian Tanah, BBSDP, Badan Litbang Pertanian.

SNI 4153:2008 Tentang Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT.

Terzaghi, K and Peck, R.B. 1967. Soil Mechanics in Engineering Practice. John Willey, New York.

Terzaghi, K. and Peck, R.B., 1948, Soil Mechanics in Engineering Practice, Wiley, New York.

Terzaghi, K., Peck. R. B. 1987. Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Toha, F.X. (1989) Large scale plate load test to assess settlements, Proceedings of the International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol.1, pp.353-358. (International)

Wesley, L.D., 1977, Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.





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

Jl. Raya Kaligawe Km 4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax (024) 6582455 email: informasi@unissula.ac.id: web: www.unissula.ac.id

Bismillah Membangun Generasi Khara Umman

FAKULTAS TEKNIK

JUDUL TUGAS AKHIR DALAM BAHASA INGGRIS

Hari Tanggal Jam Senin 26 Juli 2021 08.00 WIB

Judul Tugas Akhir

| __ | , | <i>~</i> | | |
|---------------------|-----------|-------------|------|--|
| JUDUL TUGAS AKH | IR DALAM | BAHASA INGO | GRIS | |
| | | | | |
| | 191 | AM o | JL- | |
| | 5122 | | 11. | |
| | | | 11 | |
| | Nº C | * |) 🤛 | |
| | N I | | 12 | |

| 1 | Tegar Agung Uriyanto | 30201700170 1 |
|---|----------------------|---------------|
| 2 | Wahyu Nazali 🦙 🕖 | 30201700182 2 |

Pembimbing Tugas Akhir

| NO | NAMA Tuest | TANDA TANGAN |
|----|------------------------------|--|
| 1 | Dr. Ir. Rinda Karlinasari,MT | · mhi |
| 2 | Dr. Abdul Rochim,ST,MT | |
| | | Semarang, 26 Juli 2021 Ketua Program Studi Teknik Sipil |

M Rusli Abyar, ST.M.Eng NIK. 210216089



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

JI. Raya Kaligawe Km 4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 5al) Fax (024) 6582455 email informasi@unissula.ac.id web www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

DOSEN PENGUJI <u>SEMINAR TUGAS AKHI</u>R

Hari Tanggal Jam Senin 26 Juli 2021 08.00 WIB

Judul Tugas Akhir

Analisis Konsolidasi Tanah Dengan Menggunakan Vacuum Consolidation Method

| 1 | Tegar Agung Uriyanto | 30201700170 | I F |
|---|----------------------|-------------|-----|
| 2 | Wahyu Nazali | 30201700182 | 2 |

| NO | NAMA | TANDA TANGAN |
|----|------------------------------|--------------|
| 1 | Dr. Ir. Rinda Karlinasari,MT | mhia |
| 2 | Dr. Abdul Rochim,ST,MT | 2 pt |
| 3 | Selvia Agustina,ST,M.Eng | 3 2 4 / |

Semarang, 26 Juli 2021 Ketua Program Studi Teknik Sipil

M RuslilAhyar, ST, M.Eng NIK. 210216089



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) R. Raya Kal-gave km 4 Semanang 50112 telp. (024) ISS83564 (d. Sal) Fax (024) 6582455 email: informasi@conscula.ac.id: web: www.unissula.ac.id.

FARULTAS TEKNIK

Bismillan Membangun Generasi Khaira Ginniah

Dipindai dengan CamScanner

BERITA ACARA SEMINAR TUGAS AKHIR Nomor : 26 / A.2 / SA - T / VII / 2021

Pada hari ini, Senin Tanggal 26 Juli 2021 telah dilaksanakan Seminar Tugas Akhir, dengan peserta sebagai berikut :

| Nama | Tegar Agung Uriyanto | 30201700170 |
|-------------------------|---|--------------------------|
| 2 Nama | Wahyu Nazali | 30201700182 |
| ludul TA | Analisis Konsolidasi Tanah Dengan Menggunakan Vacuum (| Consolidation Method |
| Dengan Hasil | Baile dengen bet dari dosen peng | erapa korehen uji |
| Demikian Berita Acara | Seminar Tugas Akhir ini dibuat untuk diketahui dan pergunak | tan seperlunya. |
| Dosen Pembimbing I | Dosen Pembimbing U | Dosen Pembanding |
| mhi | LECTH | |
| Dr. Ir. Ripda Karlinasa | ri,MT Dr. Abdyl Rochim,ST,MT | Selvia Agustina,ST,M.Eng |
| | Mengetahu', Ketua Program Studi Teknik Sipil | م جامع |
| | M Rusli Ahyar, ST, M.Eng | |
| | | |

YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) Ji. Raya Kaligawe Kin 4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sai) Fax. (024) 6582455 email: informasi@unissula.ac.id::...web.:.www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

Dipindai dengan CamScanner

SEMINAR TUGAS AKHIR MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

Hari

Senin 26 Juli 2021 Ruang Seminar Lt. 2

Tanggal Tempat

| NO | NAMA | NIM | TANDA TANGAN |
|--------|---------------------|--------------------|----------------|
| 1 | Anmad Addin Tanguh | 2020170012 | Ad AI |
| 2 | Ragil Bakti Nugroho | 30201700147 | |
| 3 | Rizaldhy Habibie F | 30201700159 | 3 444 |
| 4 | Brian Setiawan | 30201700ur | 4 |
| 5 | | A 12. | 5/1 |
| 6 | | SI | 6 |
| 7 | | | |
| 8 | | | 8 |
| 9 | | | 9 2 2 |
| 10 | | | |
| 11 | | 200 | n 5 💈 🖊 |
| 12 | 77 - | | 12 |
| 13 | | ~ • | 13 |
| 14 | | UNISS | |
| 15 | | اجريج الإسلامي | جامعتنساعاد |
| 16 | <u></u> | ~ | 16 |
| 17 | | | 17 |
| 18 | | | 18 |
| 19 | | | 19 |
| 20 | | MENGETAHUI | 20 |
| | DOSEN PENGUJI | IN A YOL I HI I YI | DOSEN PENCUJI |
| e pina | | | \frown |
| | | | $< \gamma > >$ |
| | | | • // / |

| | VAVASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) If Baya Kalapara brod Sectorary Citle Jup (Cr4, 6583544,8544,1546,144,15582455 Could informate brod sectorary Citle Jup (Cr4, 6583544,854,144,1548,2455 |
|---|---|
| 1 | AKULTAS TEKNIK Bamilah Membangun Generasi Khalia Unyrah |
| | SEMINAR TUGAS AKHIR |
| | Nama Mahasiswa/NIM Tegar Agung U (30201700170) Wahyu Nazali (3020170018 Hari/Tanggal Schin / 26 Juli 2021 Judul TA Analistis Konsolidasi Tanah Dengan Menggunakan Varcuum (onsolidation Method |
| 0 | Abinary Pala Parada 2 |
| I | Prostruct, rusa raingras rectana yaitu Pendahuluan |
| | Partigraf teaus tentions metode verelitian |
| | Paragraf Ketiga menjeusran tentang hasil dan Kesimpulan |
| 2 | Boyan awr saat Perbondingan dibuat becan kewpat |
| 3 | Rumusan Masalah dan tujuan Penelittan harus di Korchosikan dengan kesimpuan. |
| | Daftar Pustaka Licantumkan sesuri dengan lanporan |
| | ACC 2/8/2021 جامعتساطان الجن الإساليس |
| | DOSEN PENGUJI |

.



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) II Raya Kaligawe km 4 Sematang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax (024) 6582455 amadu unformaticibulitistical actid

Bismillah Membangun Generasi Khaira Umma

Dipindai dengan CamScanne

FAKULTAS TEKNIK

SEMINAR TUGAS AKHIR

| Nama Mahasiswa / NIM | Tegar Agung U(30201700170) Wahyu Nazali (30201700182) |
|----------------------|---|
| Hari / Tanggal | Senin 26 Juli 2021 |
| Judul TA | Analisis Konsolidasi Tanah Vengan |
| | Menggunarian Vacuum consolidation Method |

NO Lembar Bebas Plagias: dan Keaslian hama mahasiswa 1 disadikan satu lembar. Abstrau, Pada Paragraf pertama yaitu pendahuluan Paragraf kedua tentang metode penelitian 2 Paragraf Ketiga menjelasuan tentang has: 1 dan wesingular Berita Acara, Jabatan dihilangkan 3 Pada Permodelan Metode VCM Harus menggunauan VV D 4 Tidau menggunakan Kluster tanah Dartar Pustana dicantumnan resua; dengan laporan 5 DOSEN PENGUJ

| | YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) JI. Raya Kaligawe km 4 Semarang 50112 Telp (024) 6583584 (8 Sal) Fax (024) 6582455 email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id |
|----|--|
| FA | AKULTAS TEKNIK Bismillah Membangun Generasi Khara Ummah |
| | SEMINAR TUGAS AKHIR |
| | Nama Mahasiswa / NIM Tegar Águng U(3001700170) Wahyu Nazali (30201700182) Hari / Tanggal Judul TA Analisis Konsolidasi Tanah Vengan Menggunakan Vacuum Consolidatian Method |
| NU | Tadul Studi KOSUS dihilanoman |
| 2 | Bagan alur raat perbandingan dibuat belah ketupat |
| 3 | Tambahkan data varum, data asli tanah, dan grafik timbunan |
| 4 | Perbaiki Koncolidasi tahunan |
| 5 | Daztar pustana dicantumkan seruai Jengan Laporan |
| | DOSEN PENGUJI |

LEMBAR ASISTENSI

LAPORAN TUGAS AKHIR ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD STUDI KASUS PROYEK TOL PEMATANG PANGGANG - KAYU AGUNG STA 155 + 550.

| NAMA | : Tegar Agung Uriyanto | NIM: 30201700170 |
|------|------------------------|------------------|
| | : Wahyu Nazali | NIM: 30201700182 |

DOSEN PEMBIMBING I : Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT

| NO. | TGL ASISTENSI | KETERANGAN | PARAF |
|-----|----------------|--|-------|
| 1. | 10-03-2021 | Cari γ sat dan γ unsat yang sesuai untuk tanah gambut konsistensi tanah harus sesuai dengan jenis tanah bukan sesuai dengan N-SPT perbaiki parameter tanah | mhi |
| 2. | 03-04-2021 | - Membuat tahapan pelaksanaan sesuai dengan di lapangan, jadwal vakum on dan vakum off, dan jadwal timbunan. Urut dari awal hingga konstruksi selesai | mh. |
| 3. | 29 - 05 - 2021 | penurunan di permodelan terlalu kecil dibandingkan di lapangan penurunan di permodelan harus mendekati penurunan di lapangan | mh |
| 4. | 19 - 06 - 2021 | Buat grafik penurunan Tambahkan Safety Factor di tiap-tiap tahapan Susun laporan | gh: |

| | | | I |
|----|-------------------|--|-----|
| 5. | 26 - 06 - 2021 | Grafik penurunan jangan manual, grafik penurunan dari output Plaxis Perhatikan format penulisan pada laporan buat daftar isi, dan daftar pustaka | mh' |
| 6. | 03 - 07 - 2021 | - Daftar pustaka harus sesuai dengan bab 2 | |
| | | urutan sub bab parameter tanah pada bab 2 seharusnya di tempatkan setelah beban lalu lintas | |
| | MIVERS | Bagan alur penelitian pada bab 3 terlalu sederhana Flowchart diubah, misal output permodelan tidak sesuai, maka arah balik ke permodelan lagi dibuat sub kesimpulan analisa/diskusi terhadap output analisa itu sendiri | mh: |
| 7. | 11 - 07 - 2021 | perbaiki diskusi analisa bab 4 tambahkan data penurunan di lapangan bab 3, bagan alur pada tahapan pengumpulan data diperbaiki | mh. |
| 8. | 17 - 07 - 2021 | Bisa Daftar Sidang | mh. |
| | The second second | | |

LEMBAR ASISTENSI

LAPORAN TUGAS AKHIR ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD STUDI KASUS PROYEK TOL PEMATANG PANGGANG - KAYU AGUNG STA 155 + 550

| NAMA | : Tegar Agung Uriyanto | NIM: 30201700170 |
|------|------------------------|------------------|
| | : Wahyu Nazali | NIM: 30201700182 |

DOSEN PEMBIMBING II: Dr. Abdul Rochim, ST., MT.

| NO. | TGL ASISTENSI | KETERANGAN | PARAF | |
|-----|------------------------------|---|-------|----------|
| ١. | 13 MAREE 2021 | - Pemnsukan Untuk Konsep Tugas Akhir | J4 | |
| | | ISLAM SU | | |
| 2. | 5 APril 2021 | - Asistusi Parameter Tanala- - Susun Laporan Bab J-III | 7A | |
| | | | | |
| 3. | 7 . Juli 2021 | - Asistensi Bonto I - III - Tobel harve diketik Manuni | n4 | |
| | تيطل | - Cerc Penulisan Sesuai Binduan Tugas Archir | | |
| 4. | 10 Juli 2021 | - Asistensi Bab I-I | p-T- | - |
| | | - Kasin Sumper Yong Jelas - Perbaiki Analisis Pembahagan | | |
| 5. | 14 101, 2021 | - Asistensi Bab I-I | rt- | _ |
| | state di State Matematika | - ringkalan | | |
| 06 | 19 Juli 2021 | Bisa maju demine TA | T | <u> </u> |

ANALISIS KONSOLIDASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN VACUUM CONSOLIDATION METHOD

ORIGINALITY REPORT

| 1 | 8% | 12% | 2% | 14% |) |
|---------|---------------------------|------------------|-----------------|----------|--------|
| SIMILA | RITY INDEX | INTERNET SOURCES | PUBLICATIONS | STUDENT | PAPERS |
| PRIMARY | SOURCES | | | | |
| 1 | Submitte Student Paper | ed to Sultan Agเ | ung Islamic Un | iversity | 12% |
| 2 | sir.stikon | n.edu | AM SUI | | 1 % |
| 3 | repositor | y.unissula.ac.ic | | | <1 % |
| 4 | bbsdlp.lit | bang pertaniar | n.go.id | | <1% |
| 5 | WWW.SCri | bd.com s | SULA جامعتساطان | | <1 % |
| 6 | text-id.12 | 23dok.com | «/ | | <1 % |
| 7 | repositor | ri.usu.ac.id | | | <1 % |
| 8 | id.123do | k.com | | | <1% |
| 9 | repositor | ry.unej.ac.id | | | <1% |

| 10 | www.slideshare.net | <1% |
|----|---|--------------|
| 11 | library.palcomtech.com | <1% |
| 12 | Submitted to Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti ^{Student Paper} | <1% |
| 13 | www.ejournal-s1.undip.ac.id | <1% |
| 14 | 123dok.com | <1% |
| 15 | repository.its.ac.id | <1% |
| 16 | Submitted to School of Business and Management ITB Student Paper | < 1 % |
| 17 | Submitted to Universitas Muria Kudus | <1% |
| 18 | repository.ub.ac.id | <1% |
| 19 | repository.umsu.ac.id | <1% |
| 20 | docobook.com Internet Source | <1% |

| 21 | ashofwan.wordpress.com | <1% |
|----|--|------|
| 22 | id.scribd.com Internet Source | <1% |
| 23 | repositori.umsu.ac.id | <1 % |
| 24 | dspace.uii.ac.id | <1 % |
| 25 | eprints.itenas.ac.id | <1 % |
| 26 | repository.usbypkp.ac.id | <1 % |
| 27 | idoc.pub Internet Source | <1 % |
| 28 | Submitted to Sriwijaya University Student Paper | <1% |
| 29 | Submitted to Universitas Islam Lamongan Student Paper | <1% |
| 30 | eprints.undip.ac.id | <1% |
| 31 | repo.itera.ac.id | <1% |
| 32 | repository.unika.ac.id | <1% |

| 33 | www.kumpulengineer.com | <1% |
|----|-----------------------------------|-----|
| 34 | core.ac.uk Internet Source | <1% |
| 35 | eprints.utm.my Internet Source | <1% |
| 36 | repository.ar-raniry.ac.id | <1% |
| 37 | teksip-asik.blogspot.com | <1% |
| 38 | atpw.files.wordpress.com | <1% |
| 39 | eprints.umm.ac.id | <1% |
| 40 | ejurnal.itenas.ac.id | <1% |
| 41 | journal.eng.unila.ac.id | <1% |
| 42 | pt.scribd.com Internet Source | <1% |
| 43 | repository.upnvj.ac.id | <1% |



LAPORAN FINAL EVALUASI GEOTEKNIK PEKERJAAN PERBAIKAN TANAH METODA VAKUM KONSOLIDASI PEMBANGUNAN JALAN TOL PEMATANG PANGGANG – KAYUAGUNG ZONA 2 MODUL 8 (STA 155+300 – 155+800)

ACUAN EVALUASI

Metode Vakum Konsolidasi (VCM) dimaksudkan untuk mempercepat konsolidasi dan meningkatkan daya dukung tanah lempung lunak dengan memberikan pra pembebanan berupa tekanan vakum dari pompa yang didistribusikan melalui PVD kedalam massa tanah. Tekanan vakum yang ditimbulkan pada massa tanah kemudian akan menyebabkan berkurangnya kadar air maupun udara dari butiran tanah. Proses tersebut akan mengakibatkan penyusutan volume dan pemadatan tanah.

Lokasi yang dilakukan metode VCM adalah proyek pembangunan jalan tol Pematang Panggang – Kayuagung Zona 2 di Modul 8 area spesifik STA 155+300 – 155+800.

Evaluasi mengacu pada Spesifikasi Khusus Interim Pekerjaan Percepatan Konsolidasi Tanah dengan Metoda Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD (SKh-14.15), sebagai berikut :

- Pada butir vi) Bab Skh-1.4.15.5 (Pengendalian Mutu) dipersyaratkan bahwa : Proses vakum dianggap selesai apabila derajat konsolidasi mencapai minimal 90%. Hal ini tercermin pada pembacaan penurunan tanah yang terjadi selama 5 (lima) hari berturut-turut sebesar 2 (dua) mm - 3 (tiga) mm per hari dan selanjutnya akan dianalisa menggunakan metoda Asaoka.
- Pada ayat 1 (Pengukuran Pekerjaan) Bab SKh-1.4.15.6 (Pengukuran dan Pembayaran) dipersyaratkan bahwa : Pekerjaan ini dapat diterima dan dapat dilakukan pembayaran sistem vakum bila
 - sudah memenuhi kedua persyaratan sebagai berikut :
 - a. Derajat konsolidasi mencapai minimal 90%; dan
 - b. Nilai tekanan pengukur vakum mencapai minimal (-) 80 kPa.

DATA EVALUASI

Dalam menganalisis karakteristik tanah di Modul 8, PT. Geotekindo melakukan Cone Penetration Test (CPT). Tes ini menganalisa karakteristik tanah berdasarkan nilai qc dan Fs yang didapat dari hasil tes tersebut. Berikut ditampilkan gambaran umum mengenai karakteristik tanah di Modul 8.



Gr.

Tabel 1. Resume CPT Modul 8

Berdasarkan hasil CPT, kemudian dapat ditentukan kedalaman PVD yang akan dipasang di Modul 8.

| | Stat | istics of Improven | nent Metho | od by CP | T Data | |
|---------|-----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------|
| STA | Tanah Platform (m) | Ketebalan Tanah Lunak Hasil CPT (m) | Ujung Sambungan PVD (m) | Ketebalaa Perbaikan Taash (10) | Tipe Tanab Dibawah Lapisan Tanab Lunak (m) | Kedalam an PVD (m) |
| 155+300 | 1.0 | 10.2 | 0.5 | 11.7 | sand | 10.5 |
| 155-350 | 1.2 | 7.1 | 0.5 | 54 | clay to clayer silt | 9.0 |
| 155+400 | 1.2 | 9.9 | 0.5 | 11.6 | sand | 10.5 |
| 155+475 | 1.5 | -1 | 0.5 | 9.1 | sand | 5.9 |
| 155+500 | 1.4 | \$.3 | 0.5 | 10.2 | sand | 9.0 |
| 155+550 | 0.1 | 6.3 | 0.5 | 7.8 | sand | -0 |
| 155+600 | 1.0 | 6.0 | 2.3 | 7.5 | sand | 6.5 |
| 155+650 | 0.1 | 6.4 | 0.5 | - 9 | sand | 7.0 |
| 155+700 | 1.2 | 4.4 | 0.5 | - 2 | sund | 6.0 |
| 155+750 | 1.1 | 5.6 | 0.5 | 7.3 | clay to clayey silt | 6.5 |
| 155+800 | 1.1 | 24 | 0.5 | 4.0 | clay to clayer silt | 24 |

Tabel 2. Penentuan kedalaman PVD



Berdasarkan rekapitulasi data monitoring vacuum gauge (VG) dan settlement plate (SP) pada Modul 8 tertanggal 21 November 2018 (Tabel 3).

- a. Penurunan rata-rata per 5 hari terakhir sebesar 0.4 mm s/d 1.2 mm.
- b. Nilai tekanan pengukur vakum mencapai -83 kPa s/d -85 kPa.

Tabel 3. Rekapitulasi data monitoring VG dan SP Modul 8 per 21 November, 2018.

| MODUL | KEDALAMAN PVD (m) | STA | UMUR PROSES VAKUM (hari) | UMIR TIMERNAN BERJALAN (hari) | TEBAL TIMBUNAN (n) | TOTAL PENURUNAN (mm) | NILAI FACEEN GAUGE (hEp) | PENGHENAN RATA RATA 5 HARI TERAKHIR (mm) |
|-------|----------------------|---------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| | 6.3 | 138-230 | 259 | -235 | 4.9 | 713 | ă.i | 0.6 |
| | 3 | 103-550 | 2,39 | 103 | 4.1 | 616 | 51 | 0.1 |
| | ÷ | 155+650 | 259 | 1.54 | 4.3 | 304 | 83 | 0.4 |
| | ō, ŏ | 155+750 | 259 | 121 | 3.5 | 561 | 53 | 1.9 |

Laporan data monitoring vacuum gauge (VG) dan settlement plate (SP) pada Modul 8 sampai dengan tanggal 21 November 2018, terlampir

ANALISA EVALUASI

Berdasarkan data monitoring settlement plate (SP) pada Modul 8 sampai dengan tanggal 21 November 2018, terlampir, dilakukan analisa konsolidasi menggunakan metoda Asaoka dan perhitungan rasio beban serta rekapitulasinya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi analisa konsolidasi metoda Asaoka dan perhitungan rasio beban

| STA | UMUR PROSES VAKUM (hari) | IMUR TIMBUNAN BERJALAN (hari) | TEHAL TIMBUMAN (m) | TOTAL PENURUNAN (mm) | ASAOKA 100% PENURUNAN (2000) | DERAJAT KONSOLIDASI TERCAPAI | RASIO BEBAN |
|---------|-----------------------------------|--|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------|
| 155-350 | 2,59 | 258 | 4.9 | 701 | 708 | 99, 29 | 1,410 |
| 135-350 | 239 | 123 | 4.3 | 1010 | 624 | 28 72 | 1, 430 |
| 155-650 | 259 | 100 | 4.3 | 594 | 596 | 99.66 I | 1,440 |
| 135-750 | 239 | 121 | 4.5 | - 364 | 6094 | 91.61 | 1.310 |
| | RA | TA-RATA | -11 111 | 619 | 634 | 97.57 | 1.398 |

Modul 8 per 21 November 2018

Laporan analisa konsolidasi metoda Asaoka dan perhitungan rasio beban pada Modul 8 per 21 November 2018, terlampir.

KESIMPULAN

Berdasarkan data monitoring vacuum gauge (VG) dan settlement plate (SP) sampai dengan tanggal 21 November 2018 pada Modul 8 serta data rekapitulasi analisa konsolidasi metoda Asaoka dan perhitungan rasio beban pada Modul 8 per 21 November 2018 :

- Penurunan tanah yang terjadi selama 5 (lima) hari berturut-turut sebesar 0.4 mm s/d 1.2 mm.
- b. Nilai tekanan pengukur vakum mencapai -83 kPa s/d -85 kPa.
- c. Derajat konsolidasi mencapai 97.57%.
- d. Rasio beban mencapai 1.398.

Berdasarkan keempat hal tersebut maka pekerjaan perbaikan tanah metoda vakum konsolidasi proyek pembangunan jalan tol Pematang Panggang-Kayuagung Zona 2 pada Modul 8 (STA 155+300 – 155+800) sesuai dengan Spesifikasi Khusus Interim Pekerjaan Percepatan Konsolidasi Tanah dengan Metoda Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD (SKh-1.4.15) telah dapat dinyatakan selesai.

jadwal di situs

Modul 8 mulai vakum di 8-3-2018, di 3-04-2018 Pengukur Vakum Mencapai 80 kPa, hingga 26-10-2018 isi ulang tanah di bagian atas geomembrane selesai. selesai vakum di 27-11-2018.vacuum waktu berjalan 265 hari. Karena musim hujan membuat lalu lintas jalan tidak nyaman, truk tidak dapat memasuki area konstruksi, dan pekerjaan pengisian ulang telah ditunda.

VACUUM PRELOADING SYSTEMMONITORING SHEET



PT. GEOTEKINDO Ground Improvement Specialist

PENJELASAN UNTUK MONITOR DATA

Menurut Proposal Teknis PPKA2 yang telah diajukan kepada Waskita, PPKA2 Modul 8, 155+300 sampai 155+800, Geotekindo memasang satu Settlement Plate (SP) dan satu pengukur vakum pada setiap 100m, yang terletak di 155+350, 155+550, 155+650, 155+750, terutama di 155+350 dan 155+750, pemasangan 2 kelompok penyelesaian berlapis dan piezometer masing-masing dengan kedalaman 3.5m dan 7m, 2.5m dan 5m. Satu inclinometer dipasang 5m dari batas kiri 155+ 400 dan mempunyai kedalaman 10m serta mempunyai tinggi 2m dari permukaan tanah lunak.

Di 155+350, menurut CPT data, kedalaman tanah lunak berasal dari 2m hingga 7.7m; di 155+750, menurut CPT data, kedalaman tanah lunak berasal dari 2m hingga 5.6m, Jadi kami memasang pore water pressure cones dan cincin magnetik ekstensometer pada kedalaman. 155+350: 3.5m dan 7m; 155+750: 2.5m dan 5m.

- a) Berdasarkan data monitoring sampai dengan tanggal 21 November 2018 pada modul 8, penurunan harian rata-rata adalah 0.4-1.2 mm dalam 5 hari terakhir. Ini berarti penyelesaian pada permukaan tanah telah stabil serta konsolidasi pada tanah lunak telah selesai.
- b) Dengan vakum berjalan dan beban tambahan tanah, tekanan air pori menurun perlahan sekitar 80 kPa karena grafik yang menunjukkan tekanan efektif dan pemadatan pada tanah meningkat.
- c) Berdasarkan data monitoring Extensometer sampai dengan tanggal 21 November 2018 pada Modul 8, cincin magnetik di kedalaman 3.5m dan 7m mewakili semua penurunan tanah di bawah 3.5 m dan 7m, dan cincin magnetik di kedalaman 2.5m dan 5m mewakili semua penurunan tanah di bawah 2.5m dan 5m.

| STA | 100 | i+35Ø | 135 | -730 |
|----------------------------|-----|-------|--------|------|
| Kedalaman(m) | 3.5 | 7 | 2.6 | 3 |
| Maksimum Penurunan (mm) | 248 | 129.5 | 203. 5 | 121 |

Table 5. Extensometer data, Modul 8 per 21 November 2018

 Pada saat mengaplikasikan pra-pembebanan dengan vakum yang dikombinasikan dengan pra-pembebanan dengan tanah, pekerjaan dengan tanah, pekerjaan urugan harus dilakukan secara bertahap dengan kontrol sebagall berikut;

1)pergerakan lateral tanah ke arah luar di perbatasan area yang di perbaiki tidak lebih dari 5 mm/hari;

2)kecepatan penurunan tanah tidak lebih dari 30mm/hari;Berdasarkan data monitoring Berdasarkan data monitoring Inclinometer pergeseran horisontal sampai dengan tanggal 21 November 2018 pada modul 8, pergeseran maksimum adalah 121.645 mm dan pergeseran harian selalu kurang dari 3mm, itu berarti pergeseran horizontal telah stabil di luar modul 8.

| Kedalaman'n) | 0.5 | 1 4 | 1.3 | 2 | 2.5 | 2 | \$.3 | 4 | 4.3 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|
| Penindahan Herizental(an) | 121.45 | 110.23 | 113.51 | 117,30 | 108.62 | 1001.68 | 99.01 | 93, 38 | \$3.75 |
| Kedalozan (a) | 3 | 5. 8 | 2 | 8.5 | 1 | 25 | - | 8.3 | 9 |
| Pemindahan Horizontal mu | 79,00 | 69.83 | 66, 62 | 59, 99 | 59.45 | 52. 67 | 50.35 | 43.51 | 38.53 |
| Kedalazan(z) | 9.5 | 10 | W | (^ | | | | | i i |
| Pemindahan Jorizontal (mm) | 27.11 | 20.05 | N. | | | 2 | Ā | | 1 |

Table 6. Inclinometer perpindahan horisontal Data, Modul 8 per 21 November 2018

| GEOTEKÎNDO | | Letter 4.9 | 0.000 | Netherrick | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|------------------|----------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------------|------------|---------|-------------|-----------|----------|----------|-----------|------------|----------|-----------|-------------|------------|
| | | | 03 | in Date | 0.00 | -16 50 | -12.51- | -14.50 | -17, 50 | +13.50 | -21.40 | -2N, 01 | -20.41 | -38.66 | -12.21- | -16.0 | -13. 54 | -21.01 | 12 L2- | -10.00 | 103.201 | 44.50 | -67,40 | 11.10 | -21.60 | -27.01 | 01.62+ | 112722-1 | 112.182- | 「山田」 | -82, 00 | ~HCA. (CL | 194, 60 | -105, 015 |
| | | of the family | 15547 | 1 282 Fa A | 0.00 | -11.05 | -16.50 | -20,00 | -24,50 | -28, 50 | -32.00 | -40, 50 | -47, 00 | -53.00 | -198,191 | -62, 50 | -67.50 | -72,50 | -77,00 | -10,00 | -83, 50 | -86,50 | -89, 50 | 語之下 | 101.101 | -98,00 | 10.68- | -10% 00 | -104.50 | -108, 60 | 101.601- | +110, 501 | +112,561 | -114, 00 |
| | | Externation | 00 | o. 107m | 0.64 | -11. (0) | -14.70 | -19,00 | -24.50 | -29, 00 | -34, 341 | $\pm 41,00$ | 146.60 | -51, 60 | -55, (10 | -58, 10 | -62, 10 | -66, 001 | ~69, 001 | -11.10 | -74.00 | -76. (a) | -77, 00 | -18.10 | 10.02 | -83, 90 | -83.10 | -85.01 | -89, -1 | 169,00 | -48, 00 | -89,00 | 10,01 | -41.46 |
| | | | 155433 | o. 183, 5m N | 0.00 | -14, 00 | -20.00 | -27, 00 | -30, 00 | -22, 111 | 43.50 | 453, 111 | -60, 001 | 467, 101 | -72.30 | -78, 30 | ~8.5, 00) | -87. 50 | 101.101 | -60 05- | 100 100 | -101 10 | -102, 10 | 1 10-1 | 101-101- | 11011 | | -115 | 111.11 | 0 17- | -118 00 | -120, 001 | -1211 | -121 0.0 |
| | | | 50 | 10.285s | 0.41 | 43, 57 | 30, 75 | 200 | 10.12 | NI. | 12 51 | 10.41 | 11/17 | 11-12 | 713-17 | 17.422 | 15, 14 | 13, 90 | 12, 101 | 11.14 | 10, 62 | 10 | N. N. | 111 | | | | 利日 | | - | 200 | 2 | | 10.01 |
| ъ а | | Pori (%Pa) | 156+7 | 0.2%2.5m | 11.42 | をで | 12, 05 | 10.57 | 11-1 | 1111 | 1.21 | - Mar | 14.14 | 19, 66 | 一時、有 | -11-11- | 125 22- | -Jack | -14 14 | 14.22 | 1-11-11 | -18, 14 | 101 101 | 101 101 | 14 IN- | - 10 M | 101 001 | | and the | | Cite and | APART - | TANK PARTY | -101 TH |
| N. JALAN D ENG ZATAL | | Manual Air | 5 | 0.197u N | 19-21 | PALIS - | 60.75 | 01.40 | min 101 - | ×4.0 | 11 13 | | 11 1.1 | | Mr. Itt | 10.11 | | | 12.14 | 20.02 | 70 101 | No. of Concession, Name | 100 | 1111 | 10.20 | 10.00 | 1.1.1.2 | 101 27 | 101 24 | 0.0 | 10.00 | 04.40 | 10, 40. | 19.61 |
| IRT DATA ODT. 8 ODT. 8 ODT. 8 | | I | 166+ | 0. 1% ba | 11 13 | 1. X5 | 10.00 | Theory . | 10.01 | 10.99 | I TON | - | 100 | 10.00 | No Chi | | 21-12 | and and | 10.11 | No. 11 | 11.00 | | 101 11- | -11.01 | -11-12 | -12, 96 | -IT.RI | -1921- | -15 79 | - 1. 62 | - 17. 3A | -18.30 | 10 12 | -20,06 |
| A 165+300 | | | 1 1000 | 061+021 | - | 1 | 90 | - 14 | 111 | 11 | 20 | 100 | 10 | | 16 | 11 | 12 | 1 | | C 10 | 761 | - | N. | 82 | 82 | 88 | 82 | 5 | .678 | ex. | 2 | 128 | 82 | 82 |
| PRIMT | | uge (ki/u) | COMPANY | 1004-001 | 10 | 10 | - un | 51 | 101 | 11 | NH. | 1 | 70 | 114 | 70 | 12 | 1 | 10 | 40 | 76 | 14 | -0 | 80 | HI IN | 81 | 18 | 18 | 81 | 81 | 81 | 82 | 2 | 18 | 82 |
| 3 | $\left\{ \right.$ | Vacuum Gai | 156+550 | 10001001 | 101 | 1 | 1000 | 12 | NY. | 14 | - | 1 | - Note | 76 | 02 | 14 | 16 | 242 | 15 | 12 | 16 | 74 | 104 | 141 | L CH | 101 | 16.5 | 100 | 83 | 12 | N.C. | At | . 85V | 34 |
| | | | 1274950 | | F | 10 | 1 | 100 | - SH | 160 | 15 | No. | - | 12 | 1 | 72 | 1 | 142 | 145 | 76 | 76 | 25 | 194 | DH | CH I | 614 | 618 | 602 | 20 | 10 | 88 | 40% | 199 | 18 |
| | | $\left \right $ | 155+750 | 0 | 12- | | ~100 | -125 | 2574 | +192 | ~206 | -226 | -237 | -Si | -267 | -282 | Wide- | -105 | 1937-1 | -325 | -330 | SIX- | -340 | -344 | -2112- | -452 | -356 | 69X- | 18- | 1997 | 198- | 698- | 128- | -374 |
| | | man (m) | 155+656 | 0 | 102- | 10- | -141- | 時下 | 121- | -17- | -21 | -94 | 1931 | 1271 | 0.2- | 1005- | 1181 | 4004 | 100- | 121 | 1-3-M | 大学 | 126- | 12/18-1 | 1448- | 298- | -380 | 2 | 1900 | -200 | 1000- | 1014 | 507 | 107 |
| | | Prestry | 0 165+5R | - | -12- | 107 | 404- | -118 | 81.10 | FH- | 012- | Millio | 1 | -267 | 0607- | -1993 | (0) | 110- | 102- | 122- | 200- | | 1937- | 100- | 1910 | -WE | ie. | 100 | 0.0- | ENI- | 100 | 1997- | THE . | 120- |
| | | | 155+350 | 0 | -62 | 01- | -123 | 11.1- | -175 | -112- | 957- | 1857-1- | -273 | 667~ | 900- | 122 | 186- | 22.8- | -1166 | HICH | 観介 | 1000 | 107 | 811+ | All | 5 | R. | 975- | 1 | 411- | E . | 191- | 108 | |
| | Vit Varum | Hari Ke- | | 0 | - | - | 05 | + | 4/7 | 9 | 1- | x | n | 01 | 11 | 12 | 13 | Ы | 15 | Æ | 21 | 8 | - | 8 | 17 | 77 | - | 3 | 8 | 10 | 17 | 20 | 5 | 30 |
| ALL . | which St | Tunggal | | 2018/3/8 | 2018/3/9 | 2018/3/10 | 2018/3/11 | 2018/3/12 | CLC2167 | 2018/2-14 | 2018315 | 2018/3/16 | 2018/3/17 | 2018378 | 2018 3 19 | 2018/3/20 | 2618(3/21 | 2018/3/22 | 2418323 | 2018/3/24 | 2118/3/25 | 07 S.N.167 | 17 5 98107 | 02 2010 | 10118-3 Can | 10 Caller | TO COLOR | 2010102 | VILLOTON. | CALORDAN C | 2010101 | Children. | Prot append | 114/01/17 |
| | lista | 20% | | +-1 | es. | z | - | 17 | = | - | e | | = | - | 1 | 2 | 1 | 12 | 2 | | ×. | | 8 | 10 | 5 | | 1 | V | 444 | 192 | 913 | 102 | | |

| GEOTEKÎND | Color P. D. | | Number | | | 0.0 | | 1 | 00 | | 61 | | | 105 | | | 10 | | | | | 1 | | | 1 | | | 101 | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|----------|------------|--|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-----------|------------|-----------|---------|----------|-----------|----------|------------|-----------|----------|--|
| | | | Ma take | - | 2 | -111- | 1 | 10017 | 1121- | ľ | -125, | ' | ' | -127. | 1 | 1 | +120. | ' | 1 | 197 | ľ | +133 | 1 | ' | -138. | ' | 1 | -139. | 1 | 1 |
| | | 100) 1000 | 1001 1000 Fee | - | | -89, 00 | | 10.00- | - | | -96, 59 | | | 1997 | | • | -99,00 | | The De | 100.001 | ŀ | -100.59 | | | +101-201- | | 1 | -102.50 | ' | |
| | | Extention | No. 10711 | - | | -95, (11) | | -46, 00 | | | -58, 11 | | | -19, 70 | | | -100, 40 | | -101 Pix | - | | -102.20 | | | -103, 14 | | 1 | -104. 50 | | |
| | | 1654 | Ao. 183, Eu | - | - | -125, 801 | T | -124/0 | 11 | 11/2 | -100 201- | ' | | -128,031 | | | -141 10 | 1 | -141 - 10 | | a | -145-00 | 1 | | 10 104- | | - | -191.40 | - | |
| | 1 | 50 | 10. 20 Ma | 9 | 1 | -1.83 | | -6. RN | | | NO. T. | 1-1 | | -M AR | | | 11.42 | | -10,80 | | 3 | 12-11- | 1 | | 10.21- | | 1 | 10.01 | | 1 |
| ja a | Part (MA) | 13547 | W. Bad. Fee | | | Contraction of the local distribution of the | 1 | 121.15 | N | | 1 and the | 1 | | ALC: N | | | AL COL | 1 | -1 (A) | - | | 102.150 | | | 101-101 | | 111 111 | | | |
| AFT 1811 | Cuton Lin | 100 mm | P. ISTR | 1 | 10 10 | | - | In al | | | 12.41 | Į | | 11-11 | | | | | 12.12 | | 7 | E | | | 77-1 | | 0.408 | | | |
| HIVE DATA | To | 155+8 | tu.J. Sa | | 26. 10- | | 1.000 | 12.42 | 10-1 | | | ļ | and the | 511 FE | ľ | 12, 74 | | | -2H, 75 | | / | 10.12 | | 100-00 | IN N | | +28, 08 | | 1 | 11 |
| NONLY NONLY NONLY W | | | 56+750 N | 142 | The second | | 82 | 큃 | 72 | 22 | 10 | 00 | 20 | 60 | 12 | 2 | 82 | 382 | HC. | 2 | R. | 2K | 100 | 23 | 100 | 60 | 9 | 22 | ¥ | 1 100 |
| PRUNIX P | 1.40 | (i.c.i.) egu | 155+6511 | Te IX | 18 | 81 | 81 | 81 | | 10 | IN | 18 | 1 | 18 | 81 | 18 | 100 | 18 | 218 | 100 | 10 | 10 | 10 | 10 | 1 | 18 | 81 | 81 | 12 | 001 |
| 8 | ل لي | VACUUM IAN | 1094+990 | | 1441 | NH - | 1 444 | 100 | - Mile | Number of Street | NON0 | 101 | | | 14 | 182 | - Hill | 4 | NZ | 100 | 100 | N. | 2.4 | 18 | NN. | 28. | | 14 | Ki. | 100 |
| | | | 100240101 | 7 | R | T. | 48 | 2 | 10 | | R1 | 14 | 35 | H | 14 | 4 | 4 | Ŧ | x | 2 3 | 10 | 10 | 13 | 9 | EN. | B | 117 | 1H | X | - |
| | | 1104400 | 12X- | 628- | 180- | -383 | -385 | 1000 | -387 | -348 | -389 | -390 | THE- | High | 2682- | 1982- | E66- | 160- | 962- | SALE- | Dist. | -368 | 688- | -399 | -100 | 105- | 105- | 104- | -102 | 1997 |
| | (au) (au) | TEC. MORE | 111- | -11- | 27 | 127 | 7 | 100 | 1111 | 101- | 127- | -128 | 2017 | 1001 | 0.05- | 147- | 1282- | 127 | | 127 | 107 | +120 | 読了 | 1.1- | 1997 | ti l'he | 27 | 197 | T | 1000 |
| | Petroru | 150.0020 | -111 | -111- | -116 | -114 | | 100 | 100- | - 10 m | 010 | -4.82 | 127- | 122- | 197- | 195 | 5 | 1071 | | 011- | 117- | 112- | -112- | 514- | 141- | 141- | 147 | 117 | 575 | 184 |
| | | 158+350 | ~168 | 121- | -178 | 21 | 101 | 110- | -196 | 51 | 6597- | -502 | -505- | 101- | 3. C | *E30 | T | 200- | S13- | THE | 1919- | 1919 | +516 | 111 | 第二 | -515- | 176- | 1 | -Thu | - A HUNNER |
| | 11 1 2 10 m | -av Linn | 31 | 22 | 12 | 10 | 38 | 37 | 38 | 秀 | 03 | 11 | 42 | 43 | # | - | 2 | 1K | 50 | 50 | 11 | 52 | 24 | M | 25 | 95 | 10 | 80 | 12 | 1000 |
| At the second | Tamond | 11-8500+ | 2018.4/8 | 2018/4/9 | 2018/4 10 | 11.653100 | 2018/4/13 | 2018/4/14 | 2018 4/15 | 2018/4/16 | 2018 4 17 | 2018.4.18 | 2018/4/19 | 2018-4-20 | 12 + 910 | 27 1 110 | 2018.4734 | 018425 | 2018-4-26 | 2018/4/27 | 2018/4/28 | 2018.4.29 | STE4:30 | 1/5/8102 | 2018/5/2 | 2018/5/3 | Prove Land | 71018/5/6 | 1018/5/7 | A Residence of the local division of the loc |
| | 10 | | 24 | 2 | 1 | 0.7 | 12 | π. | 100 | 10 | 1 | | W. | - | 1 | 1 | | - | 雨 | 15 | <i>a</i> t | 12 | 1 | 2 | 5 | 141 | 1 | 1 | 10 | I |
| | CINON N N | OFTS DATA 1001. 8 1 to STA 156+400 | | | | GEOTEKÎNDO |
|---------------|------------------|--|---------------------|---------------|----------------------------|--|
| an Gauge Orly | dirau L | Tekonen A | r Pori (kPa) | | tanti anti a fait | frankis Top |
| -030 155+66u | 7+650 1156+750 N | 155-3191 | 156+750 | 154+300 | 1654740 | Roman |
| 42 R2 | 82 81 | H | NO. 4 141 140 No. 4 | 10.183.Ja 10. | #781 Arx 282, 511 Mr. 2859 | - |
| 82 | 1R 2% | 「日本」 | -10.00.10 | -161.10 | 10 in the test | |
| 10 M | R2 R1 | | | | | |
| 11 80 | 81 81 | -11. 42 | - | 1 | | |
| 4 82 | 82 83 | | | 0 -170,35 - | 10.50 -104.00 -114.70 | |
| 2 8h | 84 X3 | 7 | | | - | |
| 22 | 82 RS | 20, 33 7, 45 | | -171 tin | 1 m 121 m 1 | |
| | 82 A.A. | 1 | | | | |
| | 12 20 | | | | * | |
| 2 | N N3 | W.H. T.W. | -the 7 -the | - 122 31 - | 12. 50 -104 04 -4 m - | |
| (1 B'S | R5 04 | 1 | - 11 | | - | |
| 1 84 | BH C4 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | | 1 | | |
| 18 0 | 81 83 | | 11- 0 11- | -178.00 + | L1, at -104, 01 -18, 01 | |
| 8: | 82 52 | 1 | | - | | |
| 1 82 | 82 KG | 「「「「 | 10 miles | | | |
| 1.80 | 82 33 | | X | - 10.01- | 13, 50 +105.10 +550, 50 | |
| 10 | 22 X2 | | - | | | |
| 10 M2 | A2 N3 | -252, 60 n. 05 | -10.00 -10.7 | BET (1) | A. 201 -106, 001 -152 - | |
| 1 | 0 0 | 1 | - | | | Generator Inda- |
| - | | 10 11 Nov | | | 1 | Convertex hold an |
| 0 | 0 | 21.12 | -16.01 -14.1 | -183, 501 | 14, 101 -106, 001 -153, lo | Concerne Part of |
| 1 55 | 52 54 | | | | | Conventee food on |
| 11 71 | 7.1 7.0 | 0 11- | | - | - | |
| N BH | 6th 6th | | 1991 | - 282 111 -1 | 4.46 -106.40 -173.20 | |
| 187 | 15 10 | | - | | 1 | |
| 0 | | -07 th | | | | Communities Inc. |
| 0 | 0 | 517 11 - 18 - 18 | 201.0.0 +1A.3 | -10, 00 -1 | A. See -106, 00 -158, 51 | Contraction Inchast |
| 0 | 0 | | - | | - | Constant and and |
| | | | | | | And a state of the |

| GEOTEKÎNDO | | E . | Romina | Contentor broken | Generator broken | Generator builden | Generator huston | Genitator broken | Generator broken | Contratist Equipment | Generator broken | Conception of the protocol | Generator hard an | Community Interface | Generator Inchen | Generalite Intrinen | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------|----------|---------|----------|-----------|---------|---------|
| | | | 50 44. 285m | 18 Kg 1- | • | 1 | -153, GH | • | | -103,001 | | -15.2 0.0 | 4444 | | -283, 204 | | | ~153. | • | | -153. 34 | 1 | 144 | 1999 | 1 | -156 m | | | ~155. "U | ! | |
| | | ter (m) | | -106.09 | | 1.40 | -106. 00 | | 100 01 | 100'1001 | | -106.00 | - | | -106.00 | | ł | -106.00 | | | -106, 00 | | 100-001 | 100 Tunt- | | -105.20 | | | +107.304 | | |
| | | Extension | 50 10.187m | -114, 20 | , | | 114000 | 1 | -11. 21 | 100101-010 | 1. | -114,201 | | | -114, 50 | | | -114 40 | | | -114,201 | | -111 10 | 1 | | -116, m | | | -116,00 | | |
| | | 10,000 | 0. 103. /m | -181 00 | | -16:2-00 | 10111 | | 101 10 | - | | -182, 400 | | | -182 40 | | | -382, 00 | | - | -[F 0] | | -180.001 | | | -181.50 | | + | -181, 101 | | , |
| | | 5 | 0. 201m N | 品社 | - | - | | - | -1.20 | | 1 | No the | 14 | 1 | 16.04 | | 1 | 47 | | | 141 | | -10 20 | | | 10,00 | | - | 11: 11- | | |
| 5 m | | Port (KEa) | 0. 001 Sr | | | 100 U.S. | 5 | | -BC M Dec | | 4 | -41.11- | | 2 | にんり | | | ALC: NO | | Con test | No the | | -26, 28. | | | +204,200 | | 1 | 10.00 | | -41 mil |
| District of the second | | Michael All | Kn. 187 m | 12,11 | 1 | The set | 1 | | 10.44 | | Ì | DUNG - | 3 | | 10.42 | | | HO IN | | 10.01 | | - | 10/1 | | | 1040 | | | 100 | - | |
| CELLS BATA | E | 156+ | o. 101.5n | | ľ | -20,54 | | | -1×, 65 | - | | -In You | | - | | | -14 tur | 1 | 144 | 10 10 | 10.114 | | 1011 | y | | 101.133 | | 11. 11. | 10.42 | | -41 24 |
| ANNOUNCE MONTONIA MONTONIA MONTONIA MONTONIA | | | 115+750 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1/1/9 | 1111/0 | 0 | | 0 | | 7 | NR. | 10 | 10 | 1 | K1 | 08 | 22 | 174 | 82 | 82 | 282 | 22 | 22 | 2 | 20 | No. |
| LINEA | T | Junga (k)'A | 0 155+650 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | 0 0 | - | | 2 | 13 | 15 | 10 | 1H | H | H | 8 | Ŧ | - | 0 | 0 | - | 10 | | 00 |
| | | Vacuum 1 | 50 3.86+860 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 | | | | - | ň | × | 12 | 12 | 40N | 14 | N. | 111 | 2 | X | 10 | 2 4 | | 1 | ş | 11 |
| | | с — | 12 155+2 | 11 0 | 2 1 | - | | 4 | | | 5 | | | 1 | 0 01 | 1.1.1.1 | 16 254 | 17 60 | 17 21 | 17 | 23 M. | 22 | 2 | 3 3 | 23 | 100 | 10 10 | 105 | N NO | 28 M | 3 |
| | | AND | +650 105+ | 11 | 116 1-6 | T | T | | 7 | | 1 1 | 1 | - 10 | 1 | 101 | 141 -4 | 17 15 | 17 19 | ず | アー西 | 104 101 | · · · · | 7 | | | 1 | 17 130 | 111 | 7 | 14 | (H) |
| | | usuntinu | | 197 | - 50%- | 101 | | 101 | | 1 | | E - | - 101 | - 101- | - 1 | 1. 1926 | -101 | 上海デ | - 10.0 | - | 100 | 1 | 111 | - ANN | NI | - 10.8 | - (0)0 | - 170 | × 1.0 | 127 | 4 141 |
| | | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | -1113 | 184 | 11:0-1 | 書い | a se | 110 | -File | -136 | 1.16 | -16 | +316 | - 19 | -0.16 | 199 | · 68年 | -156 | 105 | 調学 | 南 | 192 | o - | -20.8 | 1521 | 1.95 | Rode | No. | 199 | 122 | 0.11- |
| | 1 Vacuum | Barl Ke- | 126 | F | 55 | 9 5 | 10 | 8 3 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 110 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 |
| A M | 1 dd St | ang gar | 6/9/810 | 018 6 10 | 018/011 | 118.613 | 118 611 | 118.615 | 018:6:16 | 019-617 | 018/5/18 | 01.2.310 | 018 6 20 | 18.621 | 18.6.22 | 018 6/23 | 013.6.24 | 018/6.25 | 012:6.26 | 0186.27 | 10.48 | 116.0.47 | 1/2/810 | 018/7/2 | 6/2/810 | 018/7/4 | 018/7/5 | 9/1/8/1/ | 018/7/7 | 0 8.7.8 | 6//8/0 |
| | and a | 20 | 14 | 140 | 市市 | 1911 | 100 | 1100 | 101 2 | 11.12 | 1011 | 3441 2 | 101 3 | 105 2 | 102 | 104 2 | 1 | 2011 | 0 111 | 110 | 126 | 111 | 114 2 | 117 | 1181 | 1111 | 129 | 121 | 12.21 | 1.1 | 144 |

| ecorevîuno | ALCO CANADA | Lotter 5.9 | 0 and | AND DESCRIPTION | | | 14 | | | 10 | | | The second se | | | | | | | | | 18 | | | | | | 0 | | | | | | 10. |
|---|-------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|---------|---------|---|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | | 150 | No. Ukine | 1 | 1 | -116 | 1 | - | -1221- | ' | - | -137 | ' | | -15H | , | 1 | -161. | ' | 1 | -162. | 1 | ' | +163. | ' | ' | -163, | - | - | 1111 | 1 | 1000 | 144.5 |
| | | -corfeen) | 155 | 0. 202.5m | • | 1 | -107.00 | • | • | -107, 011 | • | | -107.01 | | | -107.04 | X | | -108, 50 | • | 1 | -108, 24 | | 1 | -108 10 | • | 1 100 | -108 E4 | 1 | TANK TA | -1012 | 1 | -110 011- | IT WITT |
| | | Extension | 50 | 0.10731 | | ' | -116, (0) | | | -116.0 | | 1 | -118.00 | | , | -136, 001 | | 1 | -116.50 | | 1 | -116,34 | | 1 | 110,001 | | 110 011 | 11.0.11 | 1 | -117 40 | 11-11- | | 112 211- | and the second s |
| | | | 15948 | A. 183. 5cm | , | - | +[Sh. (0) | | | -181 10 | | | -18202NT- | 1 | - | -188, 051 | | | -189, 00 | ł | | -190.00 | | with the | 14701 000 | | -10.0 JN | 101-101- | | -10.1 2.01 | 1.1.1.1.1 | | -101 24 | |
| | | | 0 | 0.291m No | | | -110 | 1 | | 19.02 | | | Sec. 1 | | | | 1 | | 20.00 | 1 | | 111 | | -115 A.M. | | | -10. 0.0 | 10.11 | | -25, 81 | | | -20.05 | |
| u | | Pari (kFa) | 1.56+75 | 0.292,50 | 1 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 11.01 | | | | | 100 100 | DI VIL | | | 21.112+ | | | - L1, 213 | | | 1917 191 | | -01.10- | | | -23.0.41 | - | | 1-120-120-1 | | - | -101,140 | |
| N JALAN TO | 5+6:10 | AND A MIL | 50 | C- HER N | | 1 | 1 | 1. | 14 | | 7 | 1 and a | - 10 | | | 1.61 | | 1 | 6, 84 | | | 0.4 | | 40.71 | | | -1.16 | , | | 12.10 | | + | 重力 | |
| CT JAN NOTINA CI - RAYUAG MENG DATA | 10 STA 15 | Tel | 16543 | 1. 4.945 510 | 1 | -115. 2.4 | | - | -31.74 | | | -101 TN | | K | 100 | 01-10 | | and the | Hel . | 2 | - 010 104 | 10.001 | | -11-11- | 1 | | -02,000- | | | -10, 33 | | | -10.58 | |
| VADANAN VADANAN VITINDA | A 155+300 | F | CP LAND | N NO LA N | 10 | 80 | 1.0 | 82 | 1.00 | N2 | 120 | n N | 8.3 | 64 | 100 | 60 | 0.0 | 100 | 2 3 | 2 3 | 200 | 2 54 | EH. | H2 | | 82 | 92 | H2 | | 812 9 | 82 | 22 | 82 | 32 |
| FINAL | C St | uge (kP.a) | N.Co.amin | 8.6 | 18 | 18 | 8 | 81 | - 18 | H | 1.1 | 8.1 | | | 108 | B. | 84 | ba. | 0.0 | 64 | 00 | NB V | 88 | 83 | 88 | 83 | 83 | 83 | 83 | 83 | 83 | 2 | 8.8 | 84 1 |
| | | Vacuum tia | 155-550 | ANA MAR | 83 | 14 | - PK | 14 | N.L. | 18 | 84 | 1.1 | 84 | 2 | KH I | 172 | Ki | X | | 1 2 | No. | 194 | 藻 | 83 | 14.5 | 2 | ŝ | 12 | NAN . | A12 | 88 | X | W | 88 |
| | ة (| 2 | 0 155+250 | 1 | N | 12 | 123 | 1.12 | P. | No. | なし | 렸 | 22 | - FE | . kt | IN . | N HI | IN | In | - | 7 | 81 | 14 | 1 | 110 | 1 | 18 | z | - | R | x | x | | 124 |
| | | | 0 155+75 | -128 | 121- | 127 | BIT- | 624- | Br/ | -130 | -130 | 1814 | -432 | -132 | -132 | -123 | -135 | -137 | HOL- | -138 | 野 | 657- | -450 | 101- | IWP- | 7 | 141 | 277 | -412 | 97 | 9PF- | | 114 | 20.51 |
| | | lann (meil | 0 1155+65 | 1/80- | -166 | -14 | 141- | -464 | (4)- | | 54- | 191- | 194- | NSE- | NHF- | -40 | 1417 | 121- | 1-9-1 | 1221- | -175 | 121- | ET- | 117 | EF | F | H-I-C | 67 | 101 | 2 | 1 tor | Contra la | and a | The second se |
| | | Prinum | 0 155+58 | 221- | 117 | 1111- | 1217 | 2T | -173 | 121- | 四下 | -130 | 121- | 125- | -176 | -178 | -181 | ENI- | 1007- | 1999 | 2495 | -163 | +186 | -18V- | 뒤 | 191- | 21 | ET. | 141- | | 101 | | N.W. | - |
| | | | 155+35 | 123+ | 122- | 12:- | 114- | -72 | ELS- | -573 | RL- | P20- | PLAN A | 925~ | 9247- | 944- | 1417 | に当 | 119- | -578 | 525- | | 1540 | 0491 | DH- | Party - | CH- | 28 | 100 | the state | 0 | - Diff | -100k | 200 |
| | of Varian | Harl Ke- | | 124 | 125 | 126 | 171 | 128 | 129 | 30 | [31 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 1.10 | 141 | H2 | 113 | 110 | 111 | 91 | 111 | 110 | 120 | 121 | 129 | 123 | 154 | |
| 1 | oted th Set | T inggal | | 2018/7/10 | 11/2/8/10 | 118.7/12 | C1/2/2102 | 11.1.211 | CE 1:0101 | 01 / 01 / | VIN WAR | 81/.81 | 61/18/1/16 | 018.7.20 | 12/1/810 | 7918-7722 | 3018/7/23 | 2018/7/24 | 2018-7-25 | 2018/7/26 | 1211/2102 | 2018.7.28 | 2018/1/29 | 10010101 | 1.010.01 | 1018.20 | L'SUNTLY | PULK NKIN | 1118/2/6 | 0111/8/6 | 2018/8/7 | 2018/8/8 | 2018/8/9 | and a support of the |
| Q. | Data a | 300. | | 5 | 120 | | 100 | - | | 101 | 1110 | | | - | 911 | 111 | 100 | 2 | 07. | 1 | 22 | 141 | | 001 | 2 | 1.41 | 1 11 | 1 | 1X1 | 0.10 | 14 | 1951 | 1111 | |

| GEOTEKÎNDO | | Support PCF | Returns | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | and the second se | | | | |
|-------------|-------------------|-------------|-----------|------------|---------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---------|---------|----------|---------|-----------|----------|----------|-----------|---|----------|-----------|----------|------|
| | | | 50 | n. 195a | | -187, 100 | 1 | | -167,111 | | • | -16R, 001 | | | 120.001 | | | -171, 20, | | | -171, 50 | | | -173, 20 | * | - | 110 | - | - 121- | 111 | | -176 /// | - | |
| | | tor (m) | 24297 | - 2#2. 5m | - | -110.50 | | | -110, \$9 | | | -111.00 | | | -112,446 | • | | -113.00 | , | | -113,00 | | | -114,000 | | 114 400 | 011-511- | | -114 101 | - | | -614.50 | | |
| | | Extonsion | 80 | 0. 197m | | +118,000 | | 2 | -128,00 | 9 | | -138, 60 | | , | -138, 601 | | | -118, 601 | | - | -118.00 | | | -118.50 | 1 | -110 00 | 1 | 1 | -110 001- | | | -119, 50 | , | 1 |
| | | | 150+031 | c. 163, 5m | , | -162 00 | | | -100.00 | - | - | The set | | | -197-50 | + | | 1011261+ | ' | | 195.00 | | 44.00 | DO WIT- | | -140 50 | - | - | -201.00 | | | -201, 0.1 | - | |
| | | | 00 | ND. Coller | - | N. 127- | - | | -27, 142 | 1 | | -the later | | - | -28 11 | | | 10.00 | - | - | 01.10 | - | 111 111 | 11111 | 1 | 17 III- | | | -101.74 | - | | -20, 20, | | Ī |
| 1 | | Pori (kPal) | 2+001 | D. 201. 12 | | -10.00100 | | and and | 101 | | 1000 | 1000 | | 1 | ALL MICH | | | | | 14 M | | | ALC: NO | | | -101 102- | | | 1197 1197 | | - | -66,26 | | |
| AND ANY A | Bo | Abrent Air | 40 127 V | ALL 10(M N | | 5 | 1 | | 2 | | | | 1 | | 1 44 | | - 40 | | | 1 | | | 44. No. | - | 1 | The | | | -22.72 | , | | 12.28 | | |
| ALLE RATING | | Tenac | 187 Kn | | 46 11- | 3011 | 1 | 111 GE | 2 | | 100 miles | 1 | | | 101 10000 | ł | 14 11- | | K | 1 - 14 | | | -11.96 | | 1 | -17.45 | 1 | - | -10, 65 | 4 | | -10.05 | | |
| NG PANGGAO | | | 1554750 k | 80 | 100 | 10 | 60 | 10 | 10 | | 00 | 0.0 | | 2 2 | | K3 | 88 | K4 | No. | R. | 83 | 12 | H | 12 | H3 | 125 | 88 | 83 | 83 | KH | 83 | 88 | RN | . 68 |
| PERATA | | ange (Mha | 1155+650 | 81 | 81 | RI | BI | HI | 18 | R.F. | BI | 11 | 11 | IX | 10 | 84 | 84 | B | 18 | 8 | 81 | 81 | 18 | 8 | 8 | 8 | 12 | 8 | 18 | × | 10 | 10 | - | 81 |
| | $\langle \rangle$ | Vacuum 13 | 0 185-550 | 84 | Q. | N.S. | NN N | RH I | i i i | 1X | | 1 | NA P | 1 | 12 | 121 | 2 | 2 | #3 | 8 | 14 | 12 | 83 | N/A | 12 | 14 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 3 | 23 | 2 | 24 |
| | L | | 0 1:1E+35 | 1.14 | 84 | | 12.8 | IN IN | 12 | 121 | 104 | E.H. | N.S.Y | N.C. | Section 1 | 92 | 82 | 28 | ET. | - | 12 | 84 | 20 | 236 | 57 | PN- | 5 | 21 | | 2 3 | 22 | 2 5 | | 24 |
| | | _ | 0 155+76 | 148 | -146 | 166 | -150 | 750 | 181 | 155 | -152 | 1997 | -153 | 87 | 197 | -158 | 101- | -198 | 1991 | 1160 | 191- | -162 | -163 | 197 | -164 | 137 | -166 | EGT- | 105 | 100 | -17- | 141- | 170 | D111 |
| | | unan (tre | 155+6 | 140- | 181- | 長守 | 1957 | 火マー | 1985- | Pil- | tok- | 100- | -000 | -07 | 147 | Cat- | 100- | 197 | 37 | 1997 | - | 100 | 5 | 1 | 100 | | No. | -EAT | - RAN | 1011- | 114 | -12- | 14 | 11- |
| | | Fenan | 0 JF 7+83 | 147 | 404 | -110 | | 000- | | -201 | -1902 | -1902 | -1903 | -000 | - (448 | -0.00 | -0.60 | -110 | N12+ | R15- | 201 | 199- | 200- | 115- | | 1 | 214 | 10.0- | 0010 | 1.9 | - SP | Tora - | -100m | 1111 |
| | L | | 158+35 | 201 | 587 | D)+ | 10+- | 임구 | -1:02 | -102 | ++03 | 101- | 101 | 1011 | 507 | 101- | Bass | 20 | 107 | | 800- | 21 | 014 | 111 | 1010 | 1000 | T H | 147 | N19- | 0.34 | STT. | -624 | 語子 | |
| | uniter 11 | Hari Ke- | | 385 | 166 | 157 | 158 | 823 | 160 | 191 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 191 | 183 | 69 | 170 | 121 | 211 | 173 | 11 | 211 | 441 | 179 | 174 | 081 | 18 | 182 | 181 | 184 | 1921 | |
| A sum | of clab Sta | Tringsal | 110.010 | -118.8.10 | 11.8.91 | 2018/8/12 | 118.8102 | 111 2 14 | 2018-8-15 | 2118 8 10 | 118.817 | 1112/8-38 | 2018.8.19 | 2018.8.20 | 2018.8.21 | 118 8 22 | 67.8 Min | 10.8.24 | 27.5.910 | 118.8.26 | 12.2.2110 | 010.010 | 10.0.01 | 12,8 210 | 100.800 | C/0.8101 | 2018/9/3 | 2018/0/4 | 2018/9/5 | 2018/9/6 | 2018/9/7 | 2018/9/8 | 2018/0/9 | |
| 01 | and a | Nit. | | 100 | 704 | | | Eur . | Z. | 1 | 14 | 111 | 040 | 111 | 11.7 | 1 | - | | | 11. | - | 1 | 1000 | 1 | 1201 | 12 | THE | INI | 10 | 1941 | 141 | 1441 | 1400 | |

| GEOTEKÎNDO | Lephen T. I. | Reported | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|------------|---------------------------------------|-------------|------------|-------|------------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|--|------------|---|--------|----------|-------------------|-------------|--------------|-------------|----------|-----------|-----------|---------|------------|-----------|---------------|--------------|------------|-----------|--|
| | Ì | 10 | m. 285a | -178, 10 | 1 | 1 | ~150, 101 | | | 183.05 | 1 | 1 | +[83, 51) | | | -484.00 | | | +184, 10 | | | -1846. | - | - | -141. 8 | | | -1HL | 1 | | -184,00 | - | |
| | tur (mu) | 150+7 | - 282.5n | -114. 50 | | | ~115,10 | | | *115,20 | | - | ~[16,51 | | | -1 E. Fu | | 1 | -115.5% | | | -115.11 | | | -115.70 | | | -115.50 | | | -115,01 | | 116 00 |
| | Extension | 200 | 0.197m N | -120.00 | | | -128.20 | | 101 | 121.00 | | 101 | 121.00 | | | -123, 00 | | ĩ | -121.36 | , | | -121.00 | | - | 11771- | 1 | - | 123, 101 | | 100 40 | 100 W21 | 1 | -196 1.0 |
| | | K+591 | o. 183. fer | -201-110 | 1 | - | -200-00 | - | -0201 AUL | 101 117 | - | -411 MI | 10 742 | | and an a | +2131-69 | | | -211, 20 | | | -210.00 | | 1010 10 | | | Anti- 110 | -240, 110 | | when an | A10.1 | - | -010 USA |
| | | 0 | 0. 5816. | 10.10 | - | | The second | 1 | | | 1 | 100 Mar | | | | 101 102 | 1 | 1 | 121-121 | - | | 111 112 | | 201 100 | 11111 | | 100 | 10-11- | | 101 101 | Deuto | 1 | -01 04 |
| d a | Port (67a) | 224 231 | 0. 470. 11 | TAURT | | 10 m | | 5 | - Shirth | | | 11-11-1 | | | | HEHS | | | Hallin California | | 10 10 | 111 101 | | -57 00 | | | - 100 June | | | きいたいよ | | | ~[57, 106 |
| T WINT O | Solution Air | (50 107 V | C C C C C C C C C C C C C C C C C C C | 11.11 | 1 | | l | Ţ. | 1 21 24- | | 1 | -the star | | Į | 10 16 | and | | | | | and and | | | -6. 16 | | 100 | AL 28 | | | - (1-1)- | | | -61.02 |
| A STATE | L No | 1.101 55+3 | 11 410 | IN THE REAL | 8 | 11 11 | | | 12.61+ | - | | -12, 20 | | 0 | -15.21 | | P | 12.01 | In tot | - | 1.1 MM | | | 1.76 | 7 | 1 | -11.27 | | | -11,02 | | | -12.87 |
| A 165+300 | | 55+750 N | N.S. | No. | ALC NH | 18 | 151 | 83 | 83 | 83 | 14 minutes | 83 | 83 | 18 | 83 | 1 | | 6.0 | 2 2 | 2 | - | 2 | H3 | 앞 | H3 | 83 | 83 | 88 | 83 | 88 | 83 | 63 | 83 |
| FEALIN | uge (kPa) | 155+011 | 81 | 84 | 18 | 80 | 81 | 25 | 81 | 81 | 18 | 81 | 8.1 | 1.8 | 81 | 18 | 100 | N. | 18 | 81 | 18 | œ | 18 | 81 | 18 | 10 | 81 | 81 | 1.8 | 81 | 84 | 18 | 18 |
| | Vacuum 154 | 1554350 | N.C. | 122 | 8.4 | - dec | 87 | 180 | 1 Na | 1987 | 13 | 1 80 | 11% | 12 | 100 | No. | 12 | K | KN. | N. | 83 | 105 | -H. | 194 | - 223 | 30.0 | 袋 | 3.11 | 24 | 8.9 | NN. | 108 | 101 |
| | | 022+801 0 | 및 | 31 | 1214 | 륏 | 160 | Thu - | C.F. | 12 | 2 | ᅶ | 1 | 24 | 갶 | 2 | 15 | | 36 | 12.8 | 14 | 181 | 2 | 180 | 12 | 121 | 11.8 | 18 | 32 | 100 | 2 | 10 | ¥ |
| | | 91 155-75 | -176 | -111- | Re- | 081- | 187 | -183 | 1 | 2007 | - 142 | SHIT | -189 | 187 | -THE | DRI- | 日本一 | 1181~ | 061- | 107 | 101- | 165- | 161- | 157 | 117 | -455 | 261- | -192 | -192 | 797- | 141 | 37 | 261- |
| | rusan. (m | 00 155+6 | 19 | 191 | -919- 7 | 25 | E | 100 | | 122 | 4 | 57 | 方で 0 | - A | 73- 7 | 1009 | -6.1 | 語中 | 115- | ip a | - | -527 | 1 | 194 - 2 | - | -919- | 199 | 42 | 104 | 54 | 000- | 100 | 1911 |
| | Peau | 350 155+6 | 2 A | 0 -52 | 1 12X | 14 | 19 | 1 | 0 1 | 1 | | | | | 1 | 19 | 5 154 | 100 | 1 1.00 | 10- 5 | 0 | 2 - 2 | 191 m | - | - | 100 | | -200 | 1 | Contra de la | | | 20 Lan |
| 5 | -9 | 1554 | -12- | Ŧ | Ŧ | 10- | Ŧ | 7 | f I | | | | f | | 1 | | Ŧ | Ŧ | Ŧ | Ŧ | Ŧ | Ť | 19+ | 1 | | | i l | | - | | 1000 | f. | 10 |
| Terl Vien | Hart 3 | | PR I | 187 | R | 142 | H | 161 | 120 | 190 | 141 | 100 | 111 | 2 | 5 | 199 | 1300 | 105 | 202 | 203 | 102 | 202 | 907 | 102 | CU12 | 40.9 | 240 | | 212 | 1114 | 110 | 112 | 112 11 |
| and the Second | Turgan | AT D S L | IL A COLOR | 1.6.2.45 | 1. 6. W 11 | 16210 | 110011 | 1012 010 | 21.0.211 | 21.0.2101 | 01.6.810 | 1018-010 | 1018 0 71 | 19 2 10 1 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1 | 17 A 4111- | 17 6 2 1 M | 111924 | 27 6 210 | 2018-9-26 | 17 4 10 100 | API 0. 0. 20 | 67 6.9 1012 | 1019 101 | 2018/10/2 | 2018-10/2 | 1012100 | 2001/2/108 | 201010100 | 2011/01/01/02 | 1018/10/2 | 0.01.810.0 | APART NUT | The state of the s |
| Lota | 10% | 1 | - | 2 | 12 | | - | | 511 | 12 | 1 | 1 | in the | | Control of | | | 200 | | | 100 | 41.1 | 0.0 | | - | - | 1 | 1110 | | 110 | 1 | 12.1 | |

| GEOTEKÎNDO | | | Binnta | | | | | | | | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------|--------------|-------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------|--------------|----------------|------------|-----------|--|------------|--|----------|-----------|----------|----------|----------|
| | | | 140 | N. 1858 | 1 | | 1111 | ŀ | 117 Million | 1 | | -101.50 | ' | | -133, 79 | 1 | | 128、第二 | 1 | * | -198, 50 | | | ALC: NOT | 1 | - and | 120.001 | 1 | → HUM, DO | 1 | | -1197. |
| | | 10-1 (mm) | 15547 | | | | | | +117,00 | | | -117.50 | | 1 | -118,000 | | | +118,500 | | | ~119,00 | • | - | -119,000 | 1 | 1140 241 | - | | -119.20 | | | 000 |
| | | Extension | | 0.187.0 | - | - 127 | | | -127, 00 | 4 | | -127, 141 | | 1 | -127.30 | 2 | | -127, 10 | | | -120.00 | | -1 m | 1 | 1 | -12N 141 | - | | -128, 32 | • | | 0, 00 |
| | | | 12466 | 0, 164, 58 | | -231.50 | | 4 | -251,001 | 4 | | -235.00 | 1 | | -224.109 | | - | -207,440 | | 1 | -237. (1) | | -946 1 | 14 A A | | -2701.1341 | | | -241.00 | | | -2% 00 |
| | | | | 1000 | 1 | 100100 | | | - ALAN | | | 201-12 | | - | -00° -00 | 1 | - | 11 12 | | | -20,00 | 1 | | | 1 | -107-001- | - | - | -00.00 | - | | コーカー |
| | | POTI (APB) | A Have Key & | The second second | 1 | P-17, 00 | | - | 2 | - | | +146.7% | - | | -200 BC | | and and | at the | | | 1 | | 120, 121 | | | 10.00 | | , | 105.44 | | - | 11-11- |
| s Jatas To Wi Resk 2 Secuto | | The Ar | ToTe V | | 1 | 11.20 | | | 100 | | | - | 1 | | | | | | | 11 11 | UN AU | | 11.71 | | | -11.01 | | | -11.17 | - | | -11.81 |
| 4 - KANJAG 81%: BATA 1941. 8 1941. 8 | NY1 | 155+31 | LILLER N | 1 | Ņ | -47.78 | | | | 1 | a state | I HAVE | Į | 1 | | 1 | ALC: NO | | | -17 00 | - | | 12, 301 | 7 | 7. | RL 107 | , | | 10.01 | 1 | - | IL Y |
| A LINON | | | 092+197 | - 536- | 83 | 83 | 3 | 23 | | 00 | 8 5 | 2 5 | 2 2 | 1 | | 1.4 | R1 | N. N. N | 14 | N.K | N3 | 14 | 114 | 83 | 84 | 82 | X8 | 1 | 140 | 2 3 | 6.0 | 2 9 |
| ATTACK IN THE REAL PROPERTY INTO T | | dages (bUa) | 165+650 | 18 | 81 | ** | | 14 | | 1 di | | 18 | N N | 1 | 81 | 81 | 18 | 18 | x | 18 | 1H | 80 | 4 | 18 | 12 | 83 | 18 | 10 | 100 | 10 | 18 | 18 |
| | | Yarum Ga | 166+590 | the state | 35 | NA | 222 | No. | | RI | N/H | - | 101 | 14 | 1.4 | 3.1 | N.N. | 214 | 8 | 178 | N.C. | NATE: | N.S. | 10 | 10 | Z | 12 | 94 | 1 | 100 | 14 | 11 |
| | | L | 0 155-230 | 2 | ¥ | 32 | 2 | | 19 | 3 | 24 | dis. | 11 | 3 | 104 | N. | 3 | 104 | 1.9 | 1 | 12 | 12 | ¥ | 2 | ž | 14 | 100 | 10 | 2 | 1 | NN N | 40 |
| | | | 0 155+75 | ER- | 105- | 500- | -516 | 202- | BUS | -510 | TP | No. | 六1位- | 10- | WIG- | -520 | -6.23 | -526 | -500 | 設計 | -535 | -538 | The second | -242 | He | Hich Hick | -Sag | HAR- | 1941- | 992- | 199- | 83- |
| | | san) menun | 0 155*6 | - | | 4 | -H | 119- | 145 | 285- | 語学 | 1000 | 140- | 100 | 289- | 記事 | 元中 | 1997 · | 12/10-1 | 189- | Zar | The second | 201 | 1 | - Contract | - | Contra Co | Cities . | 1919 | 雪中 | -5.0 | 134 |
| | | Penal | 20 1557+55 | 111 | | 1911 | 190- | -991 | 1992 | 19/10- | 100- | -751 | | -101 | 1211- | 100- | -101 | 1000 | -1991 | 104- | 100 | 1997- | 10/3- | 1094L | Party of the second sec | - Hill | ND3- | -100M | 1004- | 1000 | | 45.41 |
| | L | 1000 | 124121 | dist. | 1001 | 201- | 104- | 1001- | 259- | 1981- | 57 | -700 | 102- | 102- | -742 | -703 | 1112- | -783 | -203 | 202- | Re- | -101- | 1001 | -706 | 101- | 2012- | 2011- | 707- | 202- | -208 | 2012- | 1992- |
| , Change | 11111111111111111111 | Rari Re- | 1111 | 110 | 015 | 020 | 121 | 100 | 123 | Wit: | 12.42 | 977 | 122 | 1228 | 100 | 230 | 231 | 232 | 233 | 182 | 952 | din. | 0.1 | ne.c. | 010 | 180 | 112 | 213 | 242 | 212 | 216 | 112 |
| All and a second | No option | Tangant | 0110-10011 | C1/01-310. | 21/01 910 | 11/01 8100 | 018/10/15 | 018 10/10 | 21/01/210 | 018/10/18 | 6131310 | 018/10/20 | 018/10/21 | 118-10/22 | 018/10/23 | P7/16/810 | 27/01/210 | 97-11-10 | 018 10/27 | 87/01 N 10/78 | 67/01 10/201 | 10/01/01/01/01 | DER-TU- | 2012/01/2 | ELL RID. | 111.810 | \$711.8100 | 011810 | 2018/11/7 | 018/11/8 | 013 11.0 | 912.1.14 |
| ~ | | 20 | - Mark | 1 | We | 123 | 記 | 1111 | 121 | 51 | 100 | 201 | 6 | | 100 | | 1 | 0.00 | 1 | t | - | 1 | 1914 | 1017 | 1157 | 110 | 121 | 191 | 1 | 1 | - | 100 |

| 780 | |
|--|--|
| 1 (m) 1 (m) 1 (m) 1 (m) 1 (m) - 1 | |
| Extension (50 (50 -120, 101 -120, 101 -120, 101 -120, 101 -120, 101 | |
| 1589-1 -256, 50 -256, 60 -255, 60 -255, 60 | |
| 50 | |
| Port Libra | |
| | |
| 1197 1997 1997 1997 1997 1997 1997 1997 | |
| | |
| (failinge (k) 1555+(1) 1 | |
| Vacuum Va | |
| | |
| (m) (m) (m) (m) (m) (m) (m) (m) (m) (m) | |
| Prunuman <u> <u> </u> </u> | |
| 115-1350 117-1312 217-2312 217 | |
| Eart Xe- 250 250 251 255 255 255 255 255 255 255 255 255 | |
| All 11/11 2011/11/12 11/ | |
| | N Instant Annum (m) Annum (m |

"Hak cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk Sub Komite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan, dan tidak untuk dikomersialkan" Untuk analisis pseudo-statik dari lereng galian, maupun timbunan, beban gempa yang lebih spesifik disarankan sesuai dengan kondisi geologi dan area kegempaan serta kepentingan lereng.

7.5.1.1 Beban gempa

Pengaruh beban gempa diperhitungkan jika lereng galian atau timbunan direncanakan dibangun di dekat area pemukiman atau dibangun dengan kriteria kepentingan strategis yaitu dengan kondisi tidak boleh mengalami keruntuhan atau terputusnya lajur transportasi setelah terjadi gempa rencana. Gempa rencana untuk lereng galian dan timbunan ditetapkan dengan kemungkinan terlewati besarannya selama umur rencana 50 tahun adalah 2% atau setara dengan periode ulang 500 tahun dengan mengacu pada peta gempa yang terdapat pada surat edaran Menteri Pekeriaan Umum No. 12/SE/M/2010.

Faktor keamanan minimum yang disyaratkan untuk analisis menggunakan model pseudostatik adalah lebih besar dari 1,1 (FK>1,1) dengan menggunakan koefisien seismik yang didapatkan dari percepatan puncak di permukaan (PGA) dengan penentuan kelas situs dan faktor amplifikasi mengacu pada 12.3.2.

7.5.1.2 Beban Jalu lintas

Beban lalu lintas ditambahkan pada seluruh lebar permukaan jalan dan besarnya ditentukan berdasarkan kelas jalan yang diberikan pada Tabel 24,

Tabel 24 - Beban lalu lintas untuk analisis stabilitas (DPU, 2001) dan beban di luar / jalan

| Kelas Jalan | Beban lalu lintas (kPa) | Beban di luar jalan () (kPa) |
|-------------|----------------------------|---------------------------------|
| | 15 | -10 |
| II | 12 | 2 =10 |
| | 12 | 10 |

Kelerangan: O Beban dari bangunan romah-ruman sekitar lereng

7.5.2 Kriteria loading dan unloading (stress history)

Perancangan lereng timbunan harus memperhitungkan tegangan vertikal sebagai major principal stress pada saat kondisi pemberian beban (loading), sedangkan pada lereng galian harus memperhitungkan tegangan horizontal sebagai major principal stress pada saat kondisi pelepasan beban (unloading). Pada kondisi jangka panjang sebagai respon pengurangan tekanan pori dan menurunnya kekuatan geser tanah, menjadikan kondisi ini kritis untuk dianalisis.

7.5.3 Kriteria umur rencana

Umur rencana lereng tergantung dari kepentingan struktur yang dibangun. Umumnya peninjauan meliputi kondisi jangka pendek dan jangka panjang.

7.5.4 Kriteria deformasi

Kriteria deformasi yang diberikan di dalam subpasal ini meliputi deformasi vertikal, deformasi horizontal, penurunan jangka pendek, penurunan jangka panjang dan dampaknya terhadap bangunan sekitarnya.

© BSN 2017

| 31 | 23 (D) | 2 12 | 1.1.2 | 22 06:04 2016 | 21 03/05/201 | 20 200 200 | 19 2467/2010 | 18 100/2014 | 16 64.07/2018 | 15 02/2018 | 14 18.08/2018 | 12 14 15 (2016 | 11 13.04/2010 | 10 3015-2011 | H CONTRACTOR | 7 26/06/2018 | 6 2005/2018 | 5 1905/2010 | TOTAL TANK | 2 1100-0011 | 1 T Protectivy 01/05/2010 | STATE OF STATE | NIT- | mes sem | | | - | 8 | | 10 | 12 | 10 | | = | 1 | e | | 21 | 22 | 12 | 23 | 1 20 1 |
|---------------|---------------|--------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|--|-----------------------|---|----------------------------------|---------------------|---------------------|--|--|--|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|--|---|-------------------|---------------------|--------------------|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|--------|
| Sampurn | 1.62 | | | 5 0508/30/8 05/08/2011 | 8 03/08/2018 03/08/201 | 20,00000 1 20,00000 1 20,00000 1 | 2402/2018 2407/2014 | 10/07/2013 10/07/2011 | 1027020 8000000 0000000000000000000000000 | 02/07/2018 02/07/2018 | 1805/218 19/02/2011 | 1506/2018 15/06/201 | LIDE ACT TIME | HOSISTICE BIOGRADOR | 29.05/2018 20/5/201 | TOTATION BUILDER | 2005/2018 20/05/2018 | 1806/2018 19:06/2018 | 1506/01/0 10/02/201 | 11/08/2015 1 11/05/201 | 02012018 0105201 | Abilio tuerza | | purha Sepucuk (A) | 12777/100/1 | | | | | | + | | + | | - | | - | | | | | |
| a Sepurat (E) | \$(21,90) | 7 | | 05/05/0018 0/ 05/01 | 03/06/2018 02/20/20 | 010010 B10001010 01000 | 2402 2402 2402 2402 2402 2402 2402 2402 | 8 10.077018 10.0772 | 9 CONT2018 0007/0 | 02 01 21 18 02 01 21 18 02 17 10 | 5 18 12 2018 16.06/ | 1508,745 15,062 | THUR WILL THE THURSDAY | 30 5.7218 30.05/2 | 28 05/1118 05/0 | 28.0%/016 20.050 | 2110-2018 20000 | 19 Lauria IV 15 | 150 1 800:0051 | The second | 02 018 50 | ち 見言 | R | 5 mpurna | 1,674 | | 4 | | | | - | | | | | | | | | - | | |
| | | | | 118 DECK 2010 DECK | 018 0345-2018 03 | 018 31/07/2018 31 | Part and | 146 140/2010 100 | 018 00000000 000 000 | 015 0407201 04 | The include the | 010 11 06/2010 151 | 14 14 CC 2016 14 | The state of the s | The 2005/2018 25 | 016 280 52018 28 | NE JEASTRA 16 | NB TURNET AND | ALL PROPERTY IN | the little of | and the state of the | 日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日 | | Sepucuk (8) | (22,81) | | 5 | | / | | - | | | | | | - | | | | - | |
| | | | | Dir Total Dir Second | 04/2015 407/00/11 | 0.2348 310/2010 | 07/2015 29/07/2018 | 07/2018 10/27/2019 | 9/4018 D9/01/2014 | 01 2018 DA C 7/2018 | Dr. AUIB 1207 20.0 | 0 2018 1500-2018 | BEACHANNE BEACTING | Division in the second | Prontis includes | 01.2016 BOSIZIT | 06 2018 | di ante Marzolda | 11 1018 DF 24 | 10.4 P. 01 0 | a nu stand | | シア | Santourna See | 1,541,21 | | | | | | | | | | - | | | | | | | - |
| | | | | | 100001018 05080 | 31/07/2019 31/07/2 | 2807/2018 26070 | 240702018 24/07/0 | 0.0.0018 00.076 | 04 0, 2018 0,070 | 0207/2018 E2/07/C | 15/ 2018 15/5/ | 1401,2018 1405,0041 | 13(5,2018 12.5,0 | 200 - 10 - 1000 | State Bit and | 090.90 8.03/00/0 | 2015/213 2005/ | 1671/2118 INVICE | 13 | 116 worth 11060 | | | ments It. | .821 | | | - | | - | | | | 1 | | | | | Ī | 1 | | |
| | | Division in | 81/21/10 | BLANCE | 2018 7/709/18 | 015 PA0948 | 90.9015 8107 | 2000/18 2000/18 | alla tentina i | 1016 18 | 018 1505 18 | 2012 LINE I | C18 11141 (6) | V18 | and a second sec | Dia anna ta | BPICOAD BID | 018 ST/08/18 | B1/BU/02 B1/B | Bribarca 1 | 016 10/04/18 | Transa a | - | 1 | sine | j | | 1 | | | | | | - | | | | | | | | - |
| | 1.673 (19,35) | Second Second | 3000 10 3000 0 10000 | 2805/16 2809/15 | 27/09/15 27/09/15 | 201010 2000 20000 | ZMIN'I ZMONT | 31-80-72 81-00/82 | 2103012 210312 | There are a light of | Samet tours | Litter Litter | a transition of the state of th | AUGUL ANDRO | States and | ADV II VIANA | 0309/18 0309/18 | 31/06/18 31/08/18 | 28/00/18 28/08/18 | 2300011 2300011 2300001 | 1064/18 1004/18 | DEREGIAL CONDACT | (The fill and the | | 1.625 (10.72) [2.62 | - Andrew - Control | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | No Plane | 28/04/18 20/0 | 2//09/18 27/0 | 20,0018 250 | 21:00/16 01/0 | 20,0016 2260 | 21K@38 21K | Increase 10/2 | ADD STREET | April 130 | Mai Brouts | diama in the | THE REAL OF | 100 81 90 10 | Transfer Contract | 31/1/18 31/1 | 281 182 290 | 244 IB 240 | 101 101 | 010 010 | 710 MI | | PEDAMARAN TIM | 1041 (27/12 | | - | | | | | | - | | | | | | | | - |
| - | | PEDAMARAN TIM 1,542 (20,177 | F 190 | 22.40/18 22.40/18 | Bins 27-mans | 18118 35/06/18 | Rute termine V | 19-10 200118 | 1011 210916 | 78/15 1A/03/18 | A T LAND | Drie Costra | A L DORH | ALL COMPANY | ALC: DOM | A 18 miles 18 | STREET STREET | BUE SYDNIA | 8/18 20/00/18 | 6/18 24/08/18 | 4/18 10/04/16 | HITE CONTRE | 03-51 93- | ſ | ILT (A) | | | | | | | - | | | | | | - | | | | - |
| | 11 | (8) 81 | 1 | 1 | DANTANS | EEGB/10 | 24/09/18 | 220191 | 211.015 | 180513 | A LINE A | Dury - | 120um | tinger (* | the line | and the | (4mm) | COUNTRY IN | 29/08/19 | 24/08/10 | 10.001 | PLANED. | 画 | | | | | | | | ĥ | - | | | | | | | | | | 1 |

| | | Brite Brite Brite Brite | BLV0 | BYA BYA BYA BYA BYA | 8200 8200 8200 8200 8200 8200 8200 8200 | | | T. | | |
|--|--|---|---|---|--|--|--|------|--|-----|
| | | 818883 | 196353 | 22 22 40 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 | | UCUK (B | | | | 1 |
| (ii) | 0011/18 | 2802010 28020000 28020000 280200000000 | 130548 770448 150448 150448 11.0448 130448 | 2000-00 2000-00 2000-00 2000-00 2000-00 2000-00 2000-00 | 20048 20056 20056 20056 10026 10026 | PIS 1 SEP PIS 1 SEP 2 (21,54) | | | | |
| SEPUCUN 20) | 81/11 81/11 | 81/2 81/2 81/2 81/2 81/2 81/2 | 5018 4000 4114 4114 4114 4114 4114 4114 | 846 846 846 | | A IAYA LA | | | | |
| 4 LAPIS II | 198 | 2000 | the set of | | | GIND | | | | |
| CINTAJAY | 20/1/1/9 17/07/1 | 2500611 2500611 2500611 | 130613 170618 150618 1100418 003418 | 220300 220304 192304 192304 192050 | andra Brand Brand Brand Brand Brand Brand Brand | K (A) | 1.14 | | 1.43 | |
| | 06/11/18 15/07/18 09/07/18 06/07/18 | 00,0711 01,0716 23,0016 22,005 15 15,065 15 | 1302-18 17755-18 1500-18 11/04-18 030-518 2553219 | 22(01/16 22(01/16 19(03/16 10(01/16 06(03/16 | Martin Martin 135016 150016 120016 112016 112016 112016 112016 | 14,011,0 PIS (158,PUCK | | | | |
| OG-11/18 | 81/20/10 81/20/20 81/20/20 | 0102748 290518 290518 210518 200518 150548 | 1/04/18 1/04/18 1/04/18 1/04/18 2/02/18 | PLONG PLONG PLONG PLONG | | NTAJAYALAI 1,65,1 | | 11 | | 1 |
| A STATE | 11-02715 04-07778 04-07778 | 0200706 770870 770870 7209570 100570 1120870 | and a state | 21/00/8 2::03/8 18/03/5 16/03/5 | | a TTT | | + | 101 | |
| A STATE | 81/2011 81/2011 | CTUTELI CTUTELI CROMINE CROMIN | N CONTRACTOR | 102/10 11/2/15 16/20/15 16/20/15 | SU | | | | | |
| | 4 07138 | Decision of the second se | | Parts Parts | | cuktel | | | | |
| and the second | 81/201 81/201 | 81.00 | Bran Bran Bran Bran Bran Bran Bran Bran | | A | 1.623 (22,0 | / | | 111 | |
| | 07/18 07/18 07/18 07/18 | Server Server Bertin Be | Side Side Side Side Side Side Side Side | | 5 | | | | <u>+ (+</u> | |
| ICUK (D) | 2033 | | | | | | | | | |
| 1,619(19,8 | 81/10/11 81/10/00 81/10/00 | 210015 220015 220015 170015 | HORN HORN BACHON DINNER | | | A SEPUCIA 1 (21,68) | n t i t | | | |
| CINT | 11/07/18 06/07/18 06/07/18 03/07/18 | 200415 200416 180544 170610 | H 1000 | 2000 he 1800 h | | CINTA JAY | | | | |
| | 81/2010 81/2050 81/2050 | 77.0579 22.0978 15.0878 17.0878 17.0878 | 100018 130018 010018 300018 300018 | 81/20/02 81/20/81 81/20/81 81/20/81 | A Contraction of the second seco | | | | | |
| Carlos Ca | 81/10/11 81/170/00 81/170/00 81/170/00 | 210679 213679 100876 130875 130875 | 1004/18 1304/18 01/04/18 30/03/18 20/03/18 | 20/03/5 18/03/5 (5/03/5 0xeC35 | | A SEPUCUK (3 (20,98) | | | | |
| | 0900718 0900718 0400718 0400718 | 2706/18 2200/18 1006/18 7706/18 305/18 305/18 | 14/04/10 13/04/10 11/04/16 0/03/18 11/02/18 | 800318 800318 600318 600318 | Manut Recta | CINTAJAY 1,54 | | - | , , , , | |
| 1820 | | | | | | ΠΠ | | | | |
| 101 101 101 01 | 00000 | 00000000 | *** | | 1 | | | | | REA |
| 1222 | 1922 | 999999 | 22222 | a la | 2222322 | Level Level | Leave Leave | 1997 | 1 | 리코크 |
| | Layer 21 CINTA JAYA SLPUCUK (D) Layer 30 1,619 (19,81) 1,619 (19,81) Layer 25 1,619 (19,81) 1,619 (19,81) Layer 26 1,618 (12,20) 1,648 (12,20) | Layer 21 CINTA.JAYA SUPUCUK (D) Layer 30 Layer 70 Layer 70 <td< td=""><td>Upre 31 CMTA.INV.ASTPUCUK (D) Lond 30 Lond 10010</td><td>Date 11 CMTA.MAX.LPUCUR(0) Unit 30 1.13.19 (19.11) 1.13.19 (19.11) Unit 30 0.001</td><td>Dire Dir Circh.AMA.S.FUCUK(D) Dire Dir Circl.AMA.S.UCUK(D) Dire Dir Circl.AMA.LACLUK(D) Dire Dir Circl.AMA.LACLUK(D) Dire Dir Circl.AMA.LACLUK(D) Dire Circl.AMA.LACLUK(D) Lind (Circl.AMA.LACLUK(D)) Dire Circl.AMA.LACLUK(D) Lind (Circl.AMA.LACLUK(D)) Dire Circl.AMA.LACLUK(D) Circl.AMA.LACLUK(D) Dire</td><td>unit i</td><td>No Chromanity Chromanity</td><td></td><td>Open Open <th< td=""><td></td></th<></td></td<> | Upre 31 CMTA.INV.ASTPUCUK (D) Lond 30 Lond 10010 | Date 11 CMTA.MAX.LPUCUR(0) Unit 30 1.13.19 (19.11) 1.13.19 (19.11) Unit 30 0.001 | Dire Dir Circh.AMA.S.FUCUK(D) Dire Dir Circl.AMA.S.UCUK(D) Dire Dir Circl.AMA.LACLUK(D) Dire Dir Circl.AMA.LACLUK(D) Dire Dir Circl.AMA.LACLUK(D) Dire Circl.AMA.LACLUK(D) Lind (Circl.AMA.LACLUK(D)) Dire Circl.AMA.LACLUK(D) Lind (Circl.AMA.LACLUK(D)) Dire Circl.AMA.LACLUK(D) Circl.AMA.LACLUK(D) Dire | unit i | No Chromanity Chromanity | | Open Open <th< td=""><td></td></th<> | |

¢.



St.

PT GEOTEKINDO

GEOHARBOUR CONSTRUCTION GROUP

Memo Teknis

Verifikasi Daya Dukung Tanah

PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL

PEMATANG PANGGANG - KAYU AGUNG SEKSI 2



| REV | DATE | PR | EPARED | BY | RE | VIEWED | BY | 1 | PPROV | ED BY |
|-----|------|------|--------|------|------|--------|------|------|-------|------------|
| | | NAME | SIGN | DATE | NAME | SIGN | DATE | NAME | SIGN | DATE |
| 00 | | | | | | | | MD | | 2019/04/23 |

PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH

Meyerhoff, et al. memberikan persamaan umum untuk menghitung daya dukung tanah kondisi tidak teralirkan (undrained, dengan nilai sudut geser dalam $\phi = 0$), sebagai berikut:

$$q_{ult} = 5.14 c_u + \gamma D$$

- quit : daya dukung tanah ultimit
- cu : kuat tanah undrained
- γ : berat jenis tanah (pada proyek ini, γ timbunan tanah = 16 kN/m³)
- D : tinggi overhurden

Untuk kolerasi hubungan antara nilai tahanan ujung sondir (qc) terhadap (cu) akan digunakan rekomendasi sebagai berikut :

Tahanan Penetrasi Konus pada Uji Sondir (Burt Look, 2006) Farameter Reimandun Undrained strength (Cu - kPa) Cone betor (Ne 17 to 20 17-18 for normally consolidated clays C. SHITS 201 funtor (N 2 to 8 and Cone factor (N. - 15 to 19 15 1.6 for normally consolida Undrained strength (Cu - kPa), Ca= [4- P. /N] corrected for a 9 for over-con Coefficient of horizontal to - minutes (time for 50% dissipation) o. 300/p convoltation (r., - eq. mysar) Coefficient of vertical convoltdation (r., - st m/year) Vilue may early from 1 co 10 Kuat geser undrained (ca) tanah lempung dapat dihitung dengan Persamaan berikut: qc. Cu Nie : kuat tanah undrained Cu : faktor konus 20 (OC clay) Nk Untuk melakukan verifikasi bahwa bahwa pada elevasi geomembrane daya dukung minimum 80kPa dengan faktor keamanan 1.50, maka : Design Load = 80kPaFoS = 1.50 $q_{ult} = Design \ load \times FoS = 80 kPa \times 1.50 = 120 kPa$

Minimum shear strength undarined $\Rightarrow c_u = \frac{q_{ult}}{5.14} = \frac{120}{5.14} = 23.4 kPa$

Minimum qc $\rightarrow q_c = c_u \times N_k = 23.4 kPa \times 20 = 468 kPa = 0.48 MPa$

1. Berdasarkan parameter uji laboratorium

Terdapat 3 buah undisturbed sample (UD) untuk masing-masing titik bor. Hasil uji laboratorium untuk nilai kuat geser tak teralirkan (cu) dapat dilihat pada Tabel 2.

| DB | Formula | Unit | DB1 (STA 152+175) | D82 (STA 154+750) | DB3 (STA 155+850) |
|------------------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Kuat geser undrained (Tx UU) | {c,.} | [kg/cm2] | 0.35 | 0.33 | 0.38 |
| Kuat geser undrained (Tx UU) | (c,,) | [kPa] | 35.00 | 33.00 | 38.00 |

Tabel 2. Cu hasil uji laboratorium

2. Berdasarkan parameter hasil uji sondir

Gambar 2, Gambar 3. dan Gambar 4 merupakan hasil uji sondir yang mewakili ketiga lokasi pengujian PLT. Pada masing-masing gambar terdapat hasil CPT yang dilakukan sebelum (garis hitam) dan setelah (garis hijau) perbaikan.



Gambar 1, Hasil Uji Sondir STA 152+150 (Mewakili Titik 152+175)



Gambar 3. Hasil Uji Sondir STA 155+950 (Mewakili Titik 155+850)

Berdasarkan rumus yang telah disampaikan sebelumnya maka,

 $\begin{array}{l} \text{Minimum qc} \Rightarrow q_c = c_u \times N_k = 23.4 k Pa \times 20 = 468 k Pa = 0.48 \ MPa \\ q_{ult} = 5.14 \ c_u + \gamma D \end{array}$

$$q_{ult} = 5.14 \frac{q_c}{N_k} = \frac{5.14}{20} q_c$$

Sehingga, nilai tahanan ujung sondiri dari hasil post CPT yang dilakukan telah memenuhi persyaratan bearing capacity yang ada.

| | Pre-Improvement | Requirement Post Improviment | | | | | | |
|---------------|-----------------|------------------------------|----------|-------|------------------|-----------|-----------|---------------|
| Location | er (Mua) | Mas ac (Mpa) | gc [Mpa] | Check | Cu = q /70 [kPa] | 5.14 x Cu | q, target | Sufety Factor |
| (STA 152+025) | 0.20 | 0.48 | 1.00 | ok | 50 | 257 | 80 | 3.2 |
| (STA 154+750) | 0.18 | 0.48 | 0.70 | 124 | 35 | 179.9. | S1; | 2.2 |
| (STA 155+950) | 0.20 | 0.48 | 0,75 | ok | 37.5 | 192.75 | 82 | 2.3 |
| | | | | | | GUNG | | |

| Tabel 3. Rekepitulasi Hasil C | ii Sondir |
|-------------------------------|-----------|
|-------------------------------|-----------|