

## DAFTAR ISI

|  |        |
|--|--------|
| HALAMAN JUDUL.....   | i      |
| HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....   | ii     |
| ABSTRAK .....  | iii    |
| ABSTRACT.....  | iv     |
| KATA PENGANTAR .....   | v      |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....   | vii    |
| BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....   | x      |
| MOTTO.....   | xi     |
| PERSEMBAHAN .....  | xii    |
| DAFTAR ISI.....  | xiv    |
| DAFTAR TABEL .....   | xvii   |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xix    |
| DAFTAR NOTASI.....   | xxviii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | xxx    |
|  |        |
| BAB I   PENDAHULUAN  |        |
| 1.1   Latar Belakang .....   | 1      |
| 1.2   Rumusan Masalah .....  | 2      |
| 1.3   Tujuan .....   | 2      |
| 1.4   Batasan Masalah.....   | 2      |
| 1.5   Sistematika Penulisan.....   | 3      |
|  |        |
| BAB II  TINJAUAN PUSTAKA   |        |
| 2.1   Tinjauan Umum .....  | 4      |
| 2.2   Klasifikasi Tanah .....  | 4      |
| 2.3   Parameter Tanah.....   | 8      |
| 2.3.1 Klasifikasi Tanah dari Data Sondir.....  | 9      |
| 2.3.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Standart Penetration</i><br><i>Test (N-SPT)</i> ..... | 10     |
| 2.4   Tanah Lunak.....   | 15     |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.4.1 | Deskripsi Tanah Lunak.....                          | 16 |
| 2.4.2 | Karakteristik Tanah Lunak .....                     | 17 |
| 2.4.3 | Masalah yang timbul pada Tanah Lunak.....           | 19 |
| 2.4.4 | Penanganan terhadap Tanah Lunak .....               | 19 |
| 2.5   | Oprit Jembatan .....                                | 20 |
| 2.5.1 | Deskripsi Oprit Jembatan .....                      | 20 |
| 2.5.2 | Timbunan pada Oprit Jembatan.....                   | 20 |
| 2.5.3 | Dampak Ketidakstabilan Timbunan Oprit.....          | 22 |
| 2.6   | Penurunan Tanah.....                                | 22 |
| 2.7   | Stabilitas Lereng.....                              | 26 |
| 2.7.1 | Definisi Stabilitas Lereng .....                    | 26 |
| 2.7.2 | Analisis Stabilitas Lereng.....                     | 27 |
| 2.8   | Pemadatan Tanah .....                               | 28 |
| 2.9   | Perbaikan Tanah Menggunakan Geosintetik .....       | 29 |
| 2.9.1 | Definisi Umum .....                                 | 29 |
| 2.9.2 | Fungsi Geosintetik sebagai Perkuatan Timbunan ..... | 30 |

### BAB III METODOLOGI

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.1   | Pendahuluan .....  | 33 |
| 3.2   | Identifikasi Masalah.....  | 35 |
| 3.2.1 | Pengumpulan Data.....  | 35 |
| 3.2.2 | Sumber Data .....  | 35 |
| 3.3   | Studi Literatur .....  | 35 |
| 3.4   | Pemodelan dengan Program Plaxis 8.2.....                         | 35 |
| 3.4.1 | Teknik Pengolahan Data.....                                      | 35 |
| 3.4.2 | Penginputan Data.....  | 44 |
| 3.4.3 | Perhitungan .....  | 51 |
| 3.4.4 | Hasil Analisis Pemodelan Menggunakan Program<br>Plaxis 8.2 ..... | 52 |
| 3.5   | Kesimpulan dan Saran.....  | 52 |
| 3.6   | Penyusunan Laporan .....   | 52 |

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1   | Pembebanan .....   | 53 |
| 4.2   | Tahap Perhitungan .....  | 55 |
| 4.3   | Hasil Perhitungan .....  | 66 |
| 4.3.1 | Keluaran Setelah dilakukan Perkerasan Jalan .....              | 66 |
| 4.3.2 | Keluaran akibat Beban Lalu Lintas .....                        | 68 |
| 4.4   | Hasil Perhitungan Lanjutan.....                                | 69 |
| 4.4.1 | Tahapan Pelaksanaan Timbunan Tinggi dengan<br>Penanganan ..... | 70 |
| 4.4.2 | Keluaran pada Tahapan Akhir Konstruksi .....                   | 90 |
| 4.4.3 | Keluaran Setelah Terkonsolidasi 1 Tahun.....                   | 92 |
| 4.4.4 | Keluaran Setelah Terkonsolidasi 3 Tahun.....                   | 94 |
| 4.4.5 | Keluaran Setelah Terkonsolidasi 10 Tahun.....                  | 95 |
| 4.4.6 | Keluaran Setelah Terkonsolidasi 50 Tahun.....                  | 97 |

## BAB V PENUTUP

|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| 5.1 | Kesimpulan ..... | 101 |
| 5.2 | Saran .....      | 102 |

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

|   |     |
|---|-----|
| Tabel 2.1. Klasifikasi Tanah untuk Jalan Raya (Sistem AASHTO) .....   | 7   |
| Tabel 2.2. Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i> .....  | 9   |
| Tabel 2.3. Klasifikasi Tanah dari Data Sondir .....   | 10  |
| Tabel 2.4. Hubungan antara kepadatan dengan berat jenis tanah kering, nilai N-SPT, $q_c$ , dan $\phi$ .....   | 12  |
| Tabel 2.5. Hubungan antara nilai N-SPT dengan berat jenis tanah jenuh ( $\gamma_{sat}$ ). 12  |     |
| Tabel 2.6. Hubungan Antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering .....  | 13  |
| Tabel 2.7. Nilai Permeabilitas ( $k$ ) dalam satuan (m/s) .....   | 13  |
| Tabel 2.8. Hubungan Modulus Elastisitas ( $E_s$ ) dan Nilai <i>poisson ratio</i> .....  | 14  |
| Tabel 2.9. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah .....   | 15  |
| Tabel 2.10. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas, dan Jenis Tanah.....  | 15  |
| Tabel 2.11. Hubungan Antara N-SPT, Kohesi, Sudut Geser Tanah .....  | 16  |
| Tabel 2.12. Tipe Tanah Lunak berdasarkan Kadar Organik .....  | 17  |
| Tabel 2.13. Definisi Kuat Geser Lempung Lunak .....   | 17  |
| Tabel 3.1. Deskripsi Data Tanah .....   | 37  |
| Tabel 3.2. Parameter Tanah.....   | 41  |
| Tabel 4.1. Phase Perhitungan .....  | 54  |
| Tabel 4.2. Hasil Perhitungan ( <i>Output</i> ) Timbunan Tinggi tanpa Penanganan ...   | 68  |
| Tabel 4.3. Hasil Perhitungan ( <i>Output</i> ) Timbunan Tinggi dengan Penanganan  | 99  |
| Tabel 4.4. Perbandingan <i>Displacement</i> dengan <i>Time</i> Pelaksanaan pada Timbunan Tinggi menggunakan Geotekstil, <i>Counterweight</i> , dan <i>Preloading</i> .. | 100 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1  | Grafik Hubungan Tekanan Conus dengan Perlawanan Geser.....          | 10 |
| Gambar 2.2  | Tahapan Penurunan Tanah ( <i>Ground Settlement</i> ) .....          | 26 |
| Gambar 2.3  | Kelongsoran Lereng .....  | 27 |
| Gambar 2.4  | Prinsip Pemadatan Tanah .....                                       | 28 |
| Gambar 2.5  | Timbunan Tanah diatas Tanah Lunak .....                             | 30 |
| Gambar 2.6  | Kontribusi Geosintetik untuk Timbunan Tanah diatas Tanah Lunak..... | 31 |
| Gambar 2.7  | Fungsi Geosintetik Selama Konstruksi .....                          | 32 |
| Gambar 3.1  | Bagan Metodologi .....  | 34 |
| Gambar 3.2  | Kotak Dialog <i>Toolbar</i> .....                                   | 42 |
| Gambar 3.3  | Kotak Dialog <i>General Settings – tab Project</i> .....            | 42 |
| Gambar 3.4  | Kotak Dialog <i>General Settings – tab Dimension</i> .....          | 42 |
| Gambar 3.5  | Model Geometri Penampang Melintang Jepit Standar .....              | 43 |
| Gambar 3.6  | <i>Material Sets</i> .....  | 45 |
| Gambar 3.7  | <i>Properties</i> Lapisan Tanah - <i>Tab General</i> .....          | 45 |
| Gambar 3.8  | <i>Properties</i> Lapisan Tanah – <i>TabParameters</i> .....        | 46 |
| Gambar 3.9  | <i>Properties</i> Lapisan Tanah - <i>Tab Interfaces</i> .....       | 46 |
| Gambar 3.10 | <i>Material Sets Geogrid</i> .....                                  | 47 |
| Gambar 3.11 | <i>Properties Geogrid – Geogrid Properties</i> .....                | 47 |
| Gambar 3.12 | <i>Mesh Generation</i> Penampang Melintang .....                    | 48 |
| Gambar 3.13 | Tinggi Permukaan Air Tanah <i>Phreatic Level</i> .....              | 49 |
| Gambar 3.14 | <i>Phreatic Level</i> .....   | 49 |
| Gambar 3.15 | Tekanan Air Aktif ( <i>Active Pore Water Pressure</i> ) .....       | 50 |
| Gambar 3.16 | Mengaktifkan Konfigurasi Geometri .....                             | 50 |
| Gambar 3.17 | $K_0$ – <i>Procedure</i> .....                                      | 51 |
| Gambar 3.18 | <i>Generate Intial Stress</i> .....                                 | 51 |
| Gambar 4.1  | Potongan Melintang .....  | 53 |
| Gambar 4.2  | Besar Beban Tiap As Roda Truk.....                                  | 54 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.3  | Pembebanan.....  | 54 |
| Gambar 4.4  | <i>Input Phase</i> Timbunan 1 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                | 56 |
| Gambar 4.5  | <i>Define Phase</i> Timbunan 1 .....   | 56 |
| Gambar 4.6  | <i>Input Phase</i> Timbunan 2 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                | 57 |
| Gambar 4.7  | <i>Define Phase</i> Timbunan 2 .....   | 57 |
| Gambar 4.8  | <i>Input Phase</i> Konsolidasi 1 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i><br>.....    | 58 |
| Gambar 4.9  | <i>Define Phase</i> Konsolidasi 1 .....  | 58 |
| Gambar 4.10 | <i>Input Phase</i> Timbunan 3 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                | 59 |
| Gambar 4.11 | <i>Define Phase</i> Timbunan 3 .....   | 59 |
| Gambar 4.12 | <i>Input Phase</i> Timbunan 4 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                | 60 |
| Gambar 4.13 | <i>Define Phase</i> Timbunan 4 .....   | 60 |
| Gambar 4.14 | <i>Input Phase</i> Konsolidasi 2 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i><br>.....    | 61 |
| Gambar 4.15 | <i>Define Phase</i> Konsolidasi 2 .....  | 61 |
| Gambar 4.16 | <i>Input Phase</i> Timbunan 5 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                | 62 |
| Gambar 4.17 | <i>Define Phase</i> Timbunan 5 .....   | 62 |
| Gambar 4.18 | <i>Input Phase</i> Timbunan 6 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                | 63 |
| Gambar 4.19 | <i>Define Phase</i> Timbunan 6 .....   | 63 |
| Gambar 4.20 | <i>Input Phase</i> Konsolidasi 3 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i><br>.....    | 64 |
| Gambar 4.21 | <i>Define Phase</i> Konsolidasi 3 .....  | 64 |
| Gambar 4.22 | <i>Input Phase</i> Perkerasan Jalan Pada <i>Tab General</i> dan<br><i>Parameters</i> ..... | 65 |
| Gambar 4.23 | <i>Define Phase</i> Perkerasan Jalan.....  | 65 |
| Gambar 4.24 | Total Perhitungan Penurunan Tanah Saat Perkerasan Jalan.                                   | 66 |
| Gambar 4.25 | Tekanan Air Pori Berlebih saat Perkerasan Jalan .....                                      | 67 |
| Gambar 4.26 | Tegangan Air Pori Rata-Rata saat Tahapan Akhir Konstruksi<br>.....                         | 67 |
| Gambar 4.27 | <i>Safety Factor</i> saat Perkerasan Jalan .....   | 68 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.28 | Grafik Hubungan Antara Penurunan dan Waktu Saat<br>Perkerasan Jalan .....                            | 68 |
| Gambar 4.29 | Permodelan Timbunan Tinggi dengan Penanganan .....   | 70 |
| Gambar 4.30 | Detail Timbunan Tinggi .....   | 70 |
| Gambar 4.31 | <i>Input Phase</i> Timbunan 1 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                          | 71 |
| Gambar 4.32 | <i>Define Phase</i> Timbunan 1 .....   | 71 |
| Gambar 4.33 | <i>Input Phase</i> Timbunan 2 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                          | 72 |
| Gambar 4.34 | <i>Define Phase</i> Timbunan 2 .....   | 72 |
| Gambar 4.35 | <i>Input Phase</i> Konsolidasi 1 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i><br>.....              | 73 |
| Gambar 4.36 | <i>Define Phase</i> Konsolidasi 1 .....  | 74 |
| Gambar 4.37 | <i>Input Phase</i> Beban Jalan Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                         | 74 |
| Gambar 4.38 | <i>Define Phase</i> Beban Jalan .....  | 75 |
| Gambar 4.39 | <i>Input Phase</i> Timbunan 3 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                          | 75 |
| Gambar 4.40 | <i>Define Phase</i> Timbunan 3 .....   | 76 |
| Gambar 4.41 | <i>Input Phase</i> Timbunan 4 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                          | 77 |
| Gambar 4.42 | <i>Define Phase</i> Timbunan 4 .....   | 77 |
| Gambar 4.43 | <i>Input Phase</i> Konsolidasi 2 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i><br>.....              | 78 |
| Gambar 4.44 | <i>Define Phase</i> Konsolidasi 2 .....  | 78 |
| Gambar 4.45 | <i>Input Phase</i> Timbunan 5 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                          | 79 |
| Gambar 4.46 | <i>Define Phase</i> Timbunan 5 .....   | 79 |
| Gambar 4.47 | <i>Input Phase</i> Timbunan 6 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i>                          | 80 |
| Gambar 4.48 | <i>Define Phase</i> Timbunan 6 .....   | 81 |
| Gambar 4.49 | <i>Input Phase</i> Konsolidasi 3 Pada <i>Tab General</i> dan <i>Parameters</i><br>.....              | 81 |
| Gambar 4.50 | <i>Define Phase</i> Konsolidasi 3 .....  | 82 |
| Gambar 4.51 | <i>Input Phase</i> Timbunan <i>Preloading</i> Pada <i>Tab General</i> dan<br><i>Parameters</i> ..... | 82 |
| Gambar 4.52 | <i>Define Phase</i> Timbunan <i>Preloading</i> .....   | 83 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.53 | <i>Input Phase Konsolidasi Preloading Pada Tab General dan Parameters</i> ..... | 84 |
| Gambar 4.54 | <i>Define Phase Konsolidasi Preloading</i> .....                                | 84 |
| Gambar 4.55 | <i>Input Phase Galian Preloading Pada Tab General dan Parameters</i> .....      | 85 |
| Gambar 4.56 | <i>Define Phase Galian Preloading</i> .....                                     | 85 |
| Gambar 4.57 | <i>Input Phase Perkerasan Jalan Pada Tab General dan Parameters</i> .....       | 86 |
| Gambar 4.58 | <i>Define Phase Perkerasan Jalan</i> .....                                      | 86 |
| Gambar 4.59 | <i>Input Phase Beban Jalan 2 Pada Tab General dan Parameters</i> .....          | 87 |
| Gambar 4.60 | <i>Define Phase Beban Jalan 2</i> .....   | 87 |
| Gambar 4.61 | <i>Input Phase Konsolidasi 1 Tahun pada Tab General dan Parameters</i> .....    | 88 |
| Gambar 4.62 | <i>Input Phase Konsolidasi 3 Tahun pada Tab General dan Parameters</i> .....    | 89 |
| Gambar 4.63 | <i>Input Phase Konsolidasi 10 Tahun pada Tab General dan Parameters</i> .....   | 89 |
| Gambar 4.64 | <i>Input Phase Konsolidasi 50 Tahun pada Tab General dan Parameters</i> .....   | 90 |
| Gambar 4.65 | Total Penurunan Tanah Setelah Tahapan Akhir Konstruksi                          | 91 |
| Gambar 4.66 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Tahapan Akhir Konsolidasi .....               | 91 |
| Gambar 4.67 | <i>Safety Factor</i> Setelah Tahapan Akhir Konstruksi .....                     | 92 |
| Gambar 4.68 | Total Penurunan Tanah Setelah Terkonsolidasi 1 Tahun....                        | 92 |
| Gambar 4.69 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Terkonsolidasi 1 Tahun                        | 93 |
| Gambar 4.70 | <i>Safety Factor</i> Setelah Terkonsolidasi 1 Tahun .....                       | 93 |
| Gambar 4.71 | Total Penurunan Tanah Setelah Terkonsolidasi 3 Tahun ....                       | 94 |
| Gambar 4.72 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Terkonsolidasi 3 Tahun                        | 95 |
| Gambar 4.73 | <i>Safety Factor</i> Setelah Terkonsolidasi 3 Tahun .....                       | 95 |
| Gambar 4.74 | Total Penurunan Tanah Setelah Terkonsolidasi 10 Tahun...                        | 96 |



|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Gambar 4.75 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Terkonsolidasi 10 Tahun<br>.....                  | 97  |
| Gambar 4.76 | <i>Safety Factor</i> Setelah Terkonsolidasi 10 Tahun.....                           | 97  |
| Gambar 4.77 | Total Penurunan Tanah Setelah Terkonsolidasi 50 Tahun...                            | 98  |
| Gambar 4.78 | Tekanan Air Pori Berlebih Setelah Terkonsolidasi 50 Tahun<br>.....                  | 98  |
| Gambar 4.79 | <i>Safety Factor</i> Setelah Terkonsolidasi 50 Tahun.....                           | 99  |
| Gambar 4.80 | Kurva <i>Settlement</i> dan <i>Time</i> Pelaksanaan pada Titik Top<br>Timbunan..... | 100 |

## DAFTAR NOTASI

|                |  |
|----------------|--|
| PI             | = <i>Indeks Plastisitas</i>                      |
| LL             | = Batas Cair                                     |
| Qc             | = Perlawanan Konus                               |
| Fs             | = Hambatan pelekat (kg/cm)                       |
| Fr             | = Perlawanan geser                               |
| Cu             | = <i>Undrained Shear Strength</i> (kN/m)         |
| Cc             | = Kompresibilitas                                |
| $\phi$         | = Sudut Geser dalam Efektif ( $^{\circ}$ )       |
| qu             | = Kuat Geser Tekan Bebas (kg/cm <sup>2</sup> )   |
| $\gamma_{sat}$ | = Berat Volume Jenuh Air (kN/m <sup>3</sup> )    |
| $\gamma_{dry}$ | = Berat Volume Tanah Kering (kN/m <sup>3</sup> ) |
| k              | = Koefisien Permeabilitas (m/s)                  |
| E              | = Modulus Elastisitas (Mpa)                      |
| v              | = Angka Poisson                                  |
| c              | = Kohesi (kN/m <sup>2</sup> )                    |
| c'             | = Kohesi Efektif (kN/m <sup>2</sup> )            |
| Si             | = Penurunan Segera (m)                           |
| B              | = Lebar atau diameter timbunan (m)               |
| H              | = Tebal Lapisan Tanah (m)                        |
| Ip             | = <i>non – dimensional influence factor</i>      |
| S              | = Penurunan Total                                |
| Sc             | = Penurunan Konsolidasi Primer (m)               |
| Ss             | = Penurunan Sekunder (m)                         |

|                 |  |
|-----------------|--|
| $\Delta\sigma$  | = Perubahan Tegangan Total (kN/m <sup>2</sup> )    |
| $\Delta u$      | = Perubahan Tekanan Air Pori (kN/m <sup>2</sup> )  |
| $\Delta\sigma'$ | = Perubahan Tegangan Efektif (kN/m <sup>2</sup> )  |
| $u_{soil}$      | = Perpindahan Vertikal                             |
| $\delta_{soil}$ | = Penurunan Tanah (m)                              |
| SF              | = Safety Factor                                    |
| $k_x$           | = Koefisien Permeabilitas Arah Horizontal (m/hari) |
| $k_y$           | = Koefisien Permeabilitas Arah Vertikal (m/hari)   |
| $\psi$          | = Sudut Dilantansi (°)                             |
| $e$             | = Angka Pori Sebelum Konsolidasi                   |
| $e_0$           | = Angka Pori Setelah Konsolidasi                   |
| $t$             | = Waktu (hari)                                     |
| $\mu$           | = Tegangan Air Pori (kN/m <sup>2</sup> )           |
| $w$             | = Kadar Air (%)                                    |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Data Borlog

Lampiran 2 : Summary of Soil Data

Lampiran 3 : Gambar Kerja