

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Stabilitas dan Penurunan Dinding Penahan Tanah untuk Oprit Jembatan”**.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menerima bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang melimpahkan kasih sayang, motivasi, doa, arahan, dan bimbingan, serta dukungan moril maupun materiil kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Aripin, IPU, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Siliwangi.
3. Bapak Ir. Pengki Irawan, S.TP., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Siliwangi, Wali Dosen, sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan, masukan dan saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Fitriana Sarifah, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi, masukan dan saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Zakwan Gusnadi, M.T., selaku Dosen Penguji I yang telah mengarahkan dan memberikan banyak masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ir. Hendra, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji II yang telah mengarahkan dan memberikan banyak masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak/Ibu Dosen, *staff* dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Universitas Siliwangi atas bekal ilmu, wawasan serta pengalaman yang diajarkan selama ini.

8. Teman-teman dan semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, maka dari itu penulis mohon maaf atas keterbatasan kemampuan dalam penyusunan ini. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun atas laporan ini.

Tasikmalaya, Mei 2024



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xv</b>
<b>1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Jembatan.....	5
2.1.1 Struktur Bawah Jembatan .....	5
2.1.2 Struktur Atas Jembatan.....	7
2.2 Pembebanan .....	8
2.2.1 Beban Lalu Lintas dan Perkerasan Jalan .....	8
2.2.2 Beban Gempa.....	8
2.3 Tanah.....	14
2.3.1 Penyelidikan Tanah.....	15
2.3.2 Klasifikasi Tanah .....	19
2.3.3 Parameter Tanah .....	25

2.4	Dinding Penahan Tanah .....	38
2.4.1	Stabilitas DPT terhadap Bahaya Penggulingan ( <i>Overturning</i> ).....	43
2.4.2	Stabilitas DPT terhadap Bahaya Penggeseran ( <i>Sliding</i> ).....	45
2.4.3	Analisis Daya Dukung Dinding Penahan Tanah .....	46
2.5	Stabilitas Lereng.....	50
2.5.1	Keruntuhan Lereng .....	53
2.5.2	Analisis Stabilitas Lereng .....	54
2.6	Distribusi Beban pada Tanah .....	59
2.7	Penurunan Tanah.....	60
2.7.1	Penurunan Seketika.....	61
2.7.2	Penurunan Konsolidasi .....	63
2.7.3	Derajat dan Waktu Konsolidasi .....	66
<b>3</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>67</b>
3.1	Lokasi Penelitian .....	67
3.2	Teknik Pengumpulan Data .....	68
3.3	Alat Penelitian .....	71
3.4	Diagram Alir Penelitian .....	71
3.5	Teknik Analisis Data.....	72
3.5.1	Interpretasi Data Hasil Uji Lapangan dan Uji Lab Tanah .....	72
3.5.2	Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	75
3.5.3	Analisis Stabilitas Timbunan Setelah Perkuatan .....	76
3.5.4	Analisis Penurunan .....	78
<b>4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>79</b>
4.1	Interpretasi Tanah.....	79
4.1.1	Kondisi Geologi.....	79
4.1.2	Stratifikasi Tanah.....	80
4.1.3	Parameter Tanah .....	83
4.2	Stabilitas .....	90
4.2.1	Stabilitas Lereng Oprit.....	90
4.2.2	Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	104
4.3	Penurunan.....	127

4.3.1	Penurunan Seketika (Se).....	128
4.3.2	Penurunan Konsolidasi (Sc).....	130
4.3.3	Waktu Konsolidasi.....	133
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>138</b>
5.1	Kesimpulan.....	138
5.2	Saran.....	138
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>140</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas dan Beban di Luar Jalan.....	8
Tabel 2.2	Berat Isi Perkerasan Jalan.....	8
Tabel 2.3	Klasifikasi Kelas Situs.....	9
Tabel 2.4	Kriteria Faktor Keamanan Perancangan Gempa Berdasarkan Peruntukannya.....	11
Tabel 2.5	Faktor Amplifikasi.....	14
Tabel 2.6	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butir.....	20
Tabel 2.7	Batasan <i>Plasticity Index</i> .....	23
Tabel 2.8	Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO.....	24
Tabel 2.9	Angka Pori, Kadar Air, dan Berat Isi kering .....	27
Tabel 2.10	Rasio Poisson.....	27
Tabel 2.11	Berat Isi Tanah ( $\text{kN/m}^3$ ) .....	28
Tabel 2.12	Modulus Elastisitas Tanah.....	29
Tabel 2.13	Sudut Geser Efektif dan Kohesi Efektif .....	30
Tabel 2.14	Parameter Sudut Geser dan Kohesi .....	31
Tabel 2.15	Koefisien Konsolidasi Arah Vertikal .....	31
Tabel 2.16	Indeks Kompresi.....	32
Tabel 2.17	Nilai Faktor Daya Dukung .....	49
Tabel 2.18	Tipe Keruntuhan Lereng.....	53
Tabel 2.19	Nilai $I_f$ .....	62
Tabel 2.20	Persamaan konsolidasi.....	64
Tabel 3.1	Jenis Data, Sumber, dan Kegunaannya .....	68
Tabel 3.2	Alat Penelitian .....	71
Tabel 3.3	Nilai Kepadatan Relatif berdasarkan Korelasi Nilai N-SPT .....	73
Tabel 3.4	Nilai Kepadatan Relatif berdasarkan Korelasi Nilai N-SPT untuk Tanah Nonkohesif .....	73
Tabel 4.1	Stratifikasi Lapisan Tanah .....	81
Tabel 4.2	Parameter Berat Isi Tanah .....	83
Tabel 4.3	Parameter Angka Pori.....	84
Tabel 4.4	Parameter <i>Poisson's Ratio</i> .....	84
Tabel 4.5	Parameter Modulus Elastisitas Tanah .....	85

Tabel 4.6	Parameter Sudut Geser dan Kohesi Tanah .....	86
Tabel 4.7	Parameter Koefisien Konsolidasi .....	87
Tabel 4.8	Parameter Indeks Kompresi dan Indeks <i>Swelling</i> .....	88
Tabel 4.9	Rekapitulasi Parameter Tanah Setiap Lapisan .....	89
Tabel 4.10	Beban Perkerasan dan Beban Lalu Lintas .....	93
Tabel 4.11	Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan Lereng Oprit.....	99
Tabel 4.12	Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan Lereng Oprit dengan Dinding Penahan Tanah Setinggi 4.5 m.....	104
Tabel 4.13	Rekapitulasi Analisis Berat dan Momen Segmen DPT Sisi Kiri	107
Tabel 4.14	Rekapitulasi Analisis Berat dan Momen Segmen DPT Sisi Kanan.....	110
Tabel 4.15	Rekapitulasi Analisis Tekanan Tanah Aktif dan Pasif.....	113
Tabel 4.16	Rekapitulasi Analisis Momen Guling DPT .....	114
Tabel 4.17	Resume Faktor Keamanan Guling, Geser, dan Daya Dukung DPT.....	118
Tabel 4.18	Parameter Tekanan Tanah Aktif dan Pasif pada Kondisi Gempa.....	119
Tabel 4.19	Rekapitulasi Tekanan Tanah Aktif dan Pasif DPT Kiri Kondisis Seismik .....	121
Tabel 4.20	Parameter Tekanan Tanah Aktif dan Pasif pada Kondisi Gempa.....	121
Tabel 4.21	Rekapitulasi Tekanan Tanah Aktif dan Pasif DPT Kiri Kondisis Seismik .....	123
Tabel 4.22	Resume Analisis Momen Guling DPT .....	123
Tabel 4.23	Resume Faktor Keamanan Guling, Geser, dan Daya Dukung DPT dalam Kondisi Gempa.....	127
Tabel 4.24	Analisis Beban untuk Penurunan Seketika.....	128
Tabel 4.25	Rekapitulasi Analisis Beban Penurunan.....	131
Tabel 4.26	Rekapitulasi Analisis Penurunan Konsolidasi .....	133
Tabel 4.27	Analisis Waktu Penurunan .....	134

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagian-Bagian Jembatan .....	5
Gambar 2.2	Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun .....	13
Gambar 2.3	Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas Terlampaui 10% dalam 50 Tahun .....	13
Gambar 2.4	<i>Standard Penetration Test</i> .....	16
Gambar 2.5	<i>Cone Penetration Test</i> .....	17
Gambar 2.6	Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS .....	21
Gambar 2.7	Grafik Plastisitas Sistem Klasifikasi Unified .....	24
Gambar 2.8	Konsep Kuat Geser Mohr Coulombs .....	34
Gambar 2.9	Uji <i>Consolidated Drained</i> : (a) Sampel dalam <i>Chamber</i> dengan Diberi Tekanan; (b) Penerapan Tegangan Deviator .....	35
Gambar 2.10	Selubung Keruntuhan Tanah Lempung: (a) <i>Normally Consolidated</i> ; (b) <i>Overconsolidated</i> .....	36
Gambar 2.11	Selubung Kegagalan Tegangan Total dan Efektif Uji Triaksial CU .....	36
Gambar 2.12	Keruntuhan Tegangan Total <i>Overconsolidated Clay</i> pada Uji CU .....	37
Gambar 2.13	Tegangan Total Lingkaran Mohr pada Uji UU Tanah Kohesif Sangat Jenuh .....	37
Gambar 2.14	Tipe-Tipe Dinding Penahan Tanah .....	38
Gambar 2.15	<i>Rankine Active Pressure</i> .....	39
Gambar 2.16	Tekanan Tanah Aktif Metode Coulomb .....	41
Gambar 2.17	Keruntuhan pada Dinding Penahan: (a) <i>Overturing</i> ; (b) <i>sliding</i> .....	42
Gambar 2.18	Tekanan Tanah Akibat Gempa pada Dinding Penahan: (a) Kondisi Aktif; (b) Kondisi Pasif .....	42
Gambar 2.19	Analisis Stabilitas Terhadap Guling .....	45
Gambar 2.20	Analisis Stabilitas Terhadap Geser .....	45
Gambar 2.21	Gaya dan Beban yang Bekerja Sebagai Parameter Analisis Daya Dukung .....	47
Gambar 2.22	Konsep Analisis Stabilitas dengan Metode Irisan: (a) <i>Failure Surface</i> (b) Gaya-gaya yang Bekerja Pada Irisan Ke-n .....	56
Gambar 2.23	Metode Irisan Bishop: (a) Gaya yang Bekerja pada Irisan ke-n (b) Poligon Gaya untuk Kesetimbangan .....	58



Gambar 2.24	Distribusi Beban: (a) Parameter B dan L (b) Beban yang di Analisis .....	60
Gambar 2.25	Fase Konsolidasi.....	63
Gambar 3.1	Peta Lokasi Jembatan Nusawiru.....	67
Gambar 3.2	Denah Lokasi Penelitian.....	67
Gambar 3.3	Potongan Memanjang Oprit Arah Nusawiru .....	69
Gambar 3.4	Detail Dinding Penahan Tanah.....	70
Gambar 3.5	Potongan Melintang STA 0+225.....	70
Gambar 3.6	Diagram Alir Penelitian.....	72
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> Interpretasi Hasil Penyelidikan Tanah.....	75
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	76
Gambar 3.9	Analisis Stabilitas Timbunan.....	77
Gambar 3.10	<i>Flowchart</i> Analisis Penurunan .....	78
Gambar 4.1	Lembar Peta Geologi pada Lokasi Penelitian .....	79
Gambar 4.2	Detail <i>Cross Section</i> Profil Geologi .....	80
Gambar 4.3	Lokasi Titik <i>Bore Hole</i> .....	81
Gambar 4.4	Grafik Stratifikasi Tanah .....	82
Gambar 4.5	<i>Safety Factor Settings</i> .....	90
Gambar 4.6	<i>Interface</i> Lapisan Tanah .....	91
Gambar 4.7	<i>Soils Parameter</i> .....	91
Gambar 4.8	<i>Rigid Bodies</i> .....	92
Gambar 4.9	<i>Assign Soils dan Rigid Bodies</i> .....	92
Gambar 4.10	<i>Input</i> Beban Lalu Lintas .....	93
Gambar 4.11	Beban Lalu Lintas.....	94
Gambar 4.12	Input Kedalaman <i>Gamma Water Level</i> .....	94
Gambar 4.13	Nilai PGA dari Aplikasi Lini Binamarga .....	95
Gambar 4.14	<i>Input</i> Koefisien Seismik Gempa.....	95
Gambar 4.15	Analisis Stabilitas Global dengan Metode Bishop (Lereng Kanan) .....	96
Gambar 4.16	Analisis Stabilitas Global dengan Metode Fellenius (Lereng Kanan) .....	96
Gambar 4.17	Analisis Stabilitas Seismik dengan Metode Bishop (Lereng Kanan) .....	97
Gambar 4.18	Analisis Stabilitas Seismik dengan Metode Fellenius (Lereng Kanan) .....	97

Gambar 4.19	Analisis Stabilitas Global dengan Metode Bishop (Lereng Kiri) .....	98
Gambar 4.20	Analisis Stabilitas Global dengan Metode Fellenius (Lereng Kiri) .....	98
Gambar 4.21	Analisis Stabilitas Seismik dengan Metode Bishop (Lereng Kiri) .....	99
Gambar 4.22	Analisis Stabilitas Seismik dengan Metode Fellenius (Lereng Kiri) .....	99
Gambar 4.23	Analisis Stabilitas Global DPT 4.5 m dengan Metode Bishop (Lereng Kiri).....	100
Gambar 4.24	Analisis Stabilitas Global DPT 4.5 m dengan Metode Fellenius (Lereng Kiri) .....	101
Gambar 4.25	Analisis Stabilitas Seismik DPT 4.5 m dengan Metode Bishop (Lereng Kiri).....	101
Gambar 4.26	Analisis Stabilitas Seismik DPT 4.5 m dengan Metode Fellenius (Lereng Kiri) .....	102
Gambar 4.27	Analisis Stabilitas Global DPT 4.5 m dengan Metode Bishop (Lereng Kanan).....	102
Gambar 4.28	Analisis Stabilitas Global DPT 4.5 m dengan Metode Fellenius (Lereng Kanan) .....	103
Gambar 4.29	Analisis Stabilitas Seismik DPT 4.5 m dengan Metode Bishop (Lereng Kanan).....	103
Gambar 4.30	Analisis Stabilitas Seismik DPT 4.5 m dengan Metode Fellenius (Lereng Kanan) .....	104
Gambar 4.31	Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever .....	105
Gambar 4.32	Berat Segmen DPT Kiri.....	106
Gambar 4.33	Berat Segmen DPT Kanan.....	110
Gambar 4.34	Beban pada Analisis Penurunan .....	131
Gambar 4.35	Grafik Penurunan Terhadap Waktu.....	137

## DAFTAR ISTILAH

$\gamma$	:	Berat Isi Tanah (kN/m <sup>3</sup> )
$\mu$	:	Angka Poisson's
$\phi$	:	Sudut Geser (°)
$\phi'$	:	Sudut Geser Efektif (°)
$\sigma$	:	Tegangan (KPa)
$\alpha$	:	Sudut Alfa (°)
$\beta$	:	Sudut Betta (°)
$\theta$	:	Sudut Teta (°)
$\delta$	:	Delta
$\Sigma$	:	Sigma/Jumlah
$\pi$	:	Phi
$c$	:	Kohesi Tanah (kN/m <sup>2</sup> )
$c'$	:	Kohesi Efektif (kN/m <sup>2</sup> )
$C_c$	:	Indeks Kompresi
$C_s$	:	Indeks <i>Swelling</i>
$C_v$	:	Koefisien Konsolidasi Arah Vertikal (m <sup>2</sup> /det)
$C_h$	:	Koefisien Konsolidasi Arah Horizontal (m <sup>2</sup> /det)
$E$	:	Modulus Elastisitas (MPa)

$e_o$	:	Angka Pori
FK	:	Faktor Keamanan
B	:	Lebar (m)
Kh	:	Koefisien Seismik Horizontal
W	:	Berat (kN/m)
M	:	Momen (kN.m/m)
N	:	Nilai NSPT
H	:	Tinggi (m)
Q	:	Beban