UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR LAMBANG xii
INTISARI xiv
ABSTRACT xv

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Penelitian 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Keaslian Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Informasi Umum Jalan Rel Kereta Cepat 5
2.1.1 Komponen Kereta Cepat 5
2.2 Tanah Timbunan 7
2.3 Stabilisasi Tanah 7
2.4 Analisis Dinamis Tanah 9
2.5 Metode Elemen Hingga 9
2.6 Plaxis 2D V.8 12
2.6.1 Pendahuluan 12
2.6.2 Metode Material Mohr-Coulomb Elastis Plastis Sempurna 13
2.6.3 Parameter Dasar Model Mohr-Coulomb 14

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Sejarah Kereta Api Indonesia …….. 16
3.2 Metode Internasional Perencanaan Jalan Kereta Cepat …….. 17
3.3 Pembebanan Pada Rel Kereta ……. 20
3.3.1 Beban Vertikal ……. 21
3.3.2 Beban Vertikal Dinamis …….. 22
3.4 Tanah Dasar, Sifat-sifat Fisik, Mekanis dan Klasifikasinya …… 23
3.4.1 Tanah Dasar ……. 23
3.4.2 Sifat-sifat Fisik dan Mekanis Tanah …… 24
3.4.3 Klasifikasi Tanah ……. 26
4.4.4 Perkiraan Klasifikasi Tanah ……. 30
3.5 Kapasitas Dukung Tanah dan Stabilisasi Tanah Dangkal ……. 33
3.6 Penurunan Pondasi Akibat Beban Siklik Pada Tanah Granular …… 35
3.7 Analisis Dinamis Tanah …… 38
3.7.1 Dasar-dasar Getaran …….. 38
3.7.2 Sistem Dengan Derajat Kebebasan Tunggal ……. 40

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian ……..... 46
4.2 Data Penelitian ……. 47
4.2.1 Bahan Penelitian ……..…….. 47
4.2.2 Data Primer dan Peralatan …… 48
4.2.3 Data Sekunder …….. 50
4.2.4 Peralatan yang Digunakan dalam Pengujian …… 50
4.3 Tahapan Pengujian …… 51
4.3.1 Pengujian Pendahuluan ……. 51
4.3.2 Pengujian Utama …… 51
4.4 Tahapan Penelitian dan Bagan Alir Penelitian …….. 52
4.5 Tahapan Analisi Numeris …….. 54
4.5.1 Data Geometri pada Plaxis …… 54

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.5.2 Langkah-langkah Input Data, Kalkulasi dan Hasil Pada Plaxis 56
4.5.3 Plaxis Calculation 62
4.5.4 Plaxis Output 68

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN
5.1 Karakteristik Tanah Awal 70
5.1.1 Indeks Properti Tanah 70
5.1.2 Karakteristik Sifat Mekanis Tanah 70
5.2 Pengaruh Penambahan Semen dan Zat Aditif 72
5.2.1 Hasil Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) 72
5.2.2 Hasil Pengujian Unconfined Comperssion Strength (UCS) .. 77
5.3 Parameter Daya Dukung Tanah 80
5.4 Analisis Daya Dukung Tanah Akibat Beban Statis, Dinamis/Siklik Dan Gempa 82

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN
6.1 Kesimpulan 85
6.2 Saran 86

DAFTAR PUSTAKA 88

LAMPIRAN

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Klasifikasi Kelas Tanah berdasar UIC 719 R ……..	19
Tabel 3.2	Daya Dukung tergantung pada kualitas tanah pada embankment (California High Speed Rail Authority, 2009) …….	20
Tabel 3.3	Beban Statis Kereta Seluruh Dunia ……..	22
Tabel 3.4	Salah satu Type Kereta Cepat dan Spesifikasinya ……...	23
Tabel 3.5	Kedalaman Tanah Dasar ……..	24
Tabel 3.6	Berat Jenis Tanah (*Spesifyc Gravity*) ……	25
Tabel 3.7	Perkiraan Angka Poison ……	25
Tabel 3.8	Perkiraan Modulus Elastisitas (*E*) …….	26
Tabel 3.9	Sistem Klasifikasi Tanah Unified ……	28
Tabel 3.10	Sistem Klasifikasi AASHTO ……	29
Tabel 3.11	Berat Volume Kering Maksimum, Kadar Air Optimum yang Didasarkan pada Klasifikasi AASHTO, serta Kinerja Tanah Tersebut bila dipakai sebagai bahan Urugan Tanah …….	31
Tabel 3.12	Nilai-nilai Typical CBR untuk Berbagai Macam Tanah ……..	32
Tabel 3.13	Nilai-nilai Faktor Daya Dukung Tanah ……	34
Tabel 4.1	Variasi Pengujian ……..	52
Tabel 4.2	Tebal Masing-masing Lapisan Tanah ……...	55
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Indeks Properti Tanah …….	70
Tabel 5.2	Hasil Uji Pemadatan ……..……	70
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Nilai CBR ……	71
Tabel 5.4	Parameter Tanah Timbunan ……..	80
Tabel 5.5	Parameter *Subgrade* …….. ……..	81
Tabel 5.6	Parameter Ballast …….	81
Tabel 5.7	Parameter Bantalan Kereta ……..	82

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Rencana Rute Kereta Cepat Jakarta-Bandung ……..	2
Gambar 2.1	Potongan Melintgang Rel Kereta ……	6
Gambar 2.2	Komponen dari Rel Kereta ……..	6
Gambar 2.3	Elemen Imajiner ……..	12
Gambar 2.4	Ide Dasar dari Suatu Model *Elastis Plastis*-Sempurna …….....	14
Gambar 3.1	Distribusi Beban Pada Rel Kereta ……	21
Gambar 3.2	Perkembangan Beban Gandar dari Tahun ke Tahun ……	22
Gambar 3.3	Faktor Daya Dukung ……	35
Gambar 3.4	Beban Siklik Pada Pondasi ……..	36
Gambar 3.5	Variasi Nilai S_c setelah beban siklik pertama(dengan σ_d/qu), dan N pada B = 75 mm …….	37
Gambar 3.6	Variasi Nilai S_c setelah beban siklik pertama(dengan σ_d/qu), dan N pada B = 225 mm ……..	37
Gambar 3.7	Bentuk variasi dari S_c dengnan σ_d dan N untuk B = 75 mm …	38
Gambar 3.8	Bentuk variasi dari S_c dengnan σ_d dan N untuk B = 225 mm ..	38
Gambar 3.9	6 Model Getaran pada Pondasi …….	39
Gambar 3.10	Parameter Sistem Getaran …….	40
Gambar 3.11	Getaran Bebasdari Sistem Massa Pegas ……	41
Gambar 3.12	Plot Penurunan, Kecepatan dan Percepatan Dari Getaran Akibat System Massa Pegas ……..	44
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian ……	46
Gambar 4.2	Bahan Aditif ……..	47
Gambar 4.3	Proses Perendaman CBR ……...	48
Gambar 4.4	Proses Perendaman CBR ……...	49
Gambar 4.5	Pengujian CBR ……..	49
Gambar 4.6	Pengujian UCS ……...	50

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.7 Bagan Alir Penelitian 54
Gambar 4.8 Gambar Rencana Timbunan 55
Gambar 4.9 Detail A 55
Gambar 4.10 Detail B 56
Gambar 4.11 Membuka File 56
Gambar 4.12 General *Setting Axiyymetry* 57
Gambar 4.13 Tampilan *Dimension Setting* 57
Gambar 4.14 Pemodelan dan Kondisi Batas 58
Gambar 4.15 Tahapan *Input Material Sets* 59
Gambar 4.16 Tahapan Lanjutan *Input Material* 59
Gambar 4.17 Tampilan *Mesh Generation* 60
Gambar 4.18 Tampilan *Menu Initial Condition* 60
Gambar 4.19 Tampilan *Initial Condition*, Muka Air Tanah Berada di Bawah Tanah Dasar 61
Gambar 4.20 Pengaktifan Timbunan, *Subgrade* dan *Ballast* Kereta 61
Gambar 4.21 Tampilan *Initial Stress* dan K_0 *Procedure* 62
Gambar 4.22 Tampilan Tegangan Pada Tanah 62
Gambar 4.23 Phase Kesatu Tahapan Perhitungan Beban Statis 63
Gambar 4.24 Pengaktifan Lapisan Tanah dan Beban 63
Gambar 4.25 Phase Kedua Perhitungan Beban Dinamis Akibat Beban Siklik yang Bekerja pada Tanah Dengan Beban dan Frekuensi Maksimum 64
Gambar 4.26 Phase Ketiga Perhitungan Beban Dinamis Akibat Beban Siklik yang Bekerja pada Tanah dengan Beban Kembali ke nol dan Frekuensi Kembali ke nol 64
Gambar 4.27 Phase Keempat Perhitungan Beban Dinamis dan Beban Gempa Secara Bersamaan dengan Beban Siklik dan Frekuensi Maksimum 65
Gambar 4.28 Beban Dinamis-Perpindahan 65

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.29 Kurva Waktu-Percepatan pada Dasar Timbunan ……... 66
Gambar 4.30 Phase Kelima Perhitungan Beban Dinamis dan Beban Gempa Secara Bersamaan dengan Beban Siklik dan Frekuensi Nol ……..66
Gambar 4.31 Tahapan Pemilihan Point Pada Pembebanan ……. 67
Gambar 4.32 Tahapan Perhitungan Plaxis …….. 67
Gambar 4.33 Hasil Perhitungan Penurunan Akibat Beban Statis …….. 68
Gambar 4.34 Hasil Perhitungan Akibat Beban Dinamis/Siklik …….. 69
Gambar 4.35 Hasil Perhitungan Akibat Beban Siklik dan Gempa ……. 69
Gambar 5.1 Hubungan Kadar Air dan Berat Kereing Tanah …… 71
Gambar 5.2 Nilai CBR Terendam (*soaked*) dengan Variasi Semen ……. 75
Gambar 5.3 Nilai CBR Terendam (*soaked*) dengan Lama Pemeraman …… 75
Gambar 5.4 Nilai CBR Terendam (*soaked*) dengan Aditif dan Variasi Semen …… 76
Gambar 5.5 Nilai CBR Terendam (*soaked*) dengan Lama Pemeraman (Aditif dan Variasi Semen) …… 76
Gambar 5.6 Perbandingan Nilai CBR Terendam Antara Tanah Asli, Campuran Variasi Semen dan ZAt Aditif ditambah Variasi Semen …… 77
Gambar 5.7 Nilai *qu* dari Hasil uji UCS dengan Campuran Variasi Semen …… 78
Gambar 5.8 Nilai *qu* dari Hasil uji UCS dengan Campuran Variasi Semen dan Zat Aditif …… 79
Gambar 5.9 Perbandingan Nilai *qu* Antara Tanah Asli, Campuran Variasi Semen dan Zat Aditif ditambah Variasi Semen ……. 79
Gambar 5.12 Hasil Perehitungan Penurunan Akibat Beban Statis …….. 83
Gambar 5.13 Hasil Perhitungan Penurunan Akibat Beban Siklik …….. 83
Gambar 5.14 Hasil Perhitungan Penurunan Akibat Beban Siklik dan Gempa …… 84

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMBANG

Lambang	Arti	Satuan
$\underline{F}$	Matriks Gaya	-
$\underline{D}$	Matriks Displacement	-
$\underline{K}$	Matriks Kekakuan Global	-
DOF	Derajat Kebebasan	-
ε	Regangan	-
σ	Tegangan	kN/m^2
d	Deformasi	m
f	Fungsi Leleh	-
g	Fungsi Potensi Plastis	-
G_s	*Spesify Gravity*	-
μ	*Poison Ratio*	-
E	*Modulus Elastisitas*	kN/m^2
q_u	Kapasitas Dukung Ultimit	kN/m^2
Q_u	Daya Dukung Tanah	kN
P_u	Beban Ultimit	kN
A	Luasan	m^2
c	Kohesi	kN/m^2
D	Kedalaman Tanah yang Ditinjau	m
B	Lebar Pondasi atau Timbunan	m
D_f	Kedalaman Tanah	m
S_c	Penurunan	m
σ_d	Amplitudo dari Intensitas Beban Siklik	-
N	Jumlah	-
K	Konstanta Pegas	-
G	Gravitasi	m/dt^2

STABILISASI TANAH DASAR DENGAN BAHAN ADITIF AKIBAT BEBAN SIKLIK JALAN REL KERETA CEPAT
JAKARTA-BANDUNG
WIDY CAHYONO, Dr. Ir. Ahmad Rifai, MT
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

t	Waktu	dt
ω_n	Frekuensi Natural Tanpa Redaman	-
OMC	Kadar Air Optimum	%
MDD	Kepadatan Maksimum	gr/cm^3
φ	Sudut Gesek Tanah	^{o}
ψ	Sudut Delatansi	^{o}
γ_b	Berat Jenuh Tanah	gr/cm^3
γ_d	Berat Kering Tanah	gr/cm^3
EA	Kekakuan Normal	kN/m^2
EI	Kekakuan Lentur	kN/m^2