UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xvii
DAFTAR LAMPIRAN xix
INTISARI xx
ABSTRACT xxi
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Studi Terdahulu 5
2.1.1 Tanah Lunak 5
2.1.2 EPS *Geofoam* untuk Timbunan Jalan 6
2.1.3 *Direct Shear Test* pada EPS *geofoam* 6
2.1.4 Tegangan Geser *Interface* EPS *Geofoam* 7
2.1.5 Pemodelan Numerik EPS *Geofoam* 10
2.2 Kebaruan Penelitian 11
BAB 3 LANDASAN TEORI 13
3.1 *Expanded Polystyrene* (EPS) *Geofoam* sebagai Material Timbunan Jalan 13
3.1.1 Umum 13
3.1.2 Sifat Fisik dan Mekanik EPS *Geofoam* 13
3.1.2.1 Kepadatan 14
3.1.2.2 Perilaku Tegangan-Regangan 15
3.1.2.3 Parameter Kekakuan 16

Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen
Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.1.2.4 Kuat Tekan 17
3.1.2.5 Kuat Geser 17
3.2 Aplikasi EPS *Geofoam* pada Timbunan Jalan 18
3.2.1 Konfigurasi Timbunan dan Sistem Pelindung 18
3.2.1.1 Bagian Timbunan Jalan 18
3.2.1.2 Tata Letak Balok 19
3.2.2 Analisis Pembebanan pada Timbunan 20
3.2.2.1 Beban Statis 20
3.2.2.2 Beban Angin 21
3.2.2.3 Beban Pseudostatis 27
3.2.3 Aspek Perancangan Geoteknik 29
3.2.4 Analisis Penurunan Tanah 30
3.2.5 Kapasitas Dukung Tanah Dasar 32
3.2.6 Stabilitas Timbunan terhadap beban Hidrostatis 33
3.2.7 Analisis *Load Bearing Capacity* EPS *Geofoam* 35
3.3 Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*) 37
3.4 Analisis Numerik dengan Metode Elemen Hingga 38
3.4.1 Prinsip Dasar PLAXIS 2D 38
3.4.2 Elemen *Interface* dan Pemodelannya 38
3.4.3 Jenis Analisis pada PLAXIS 2D 40
BAB 4 METODE PENELITIAN 42
4.1 Lokasi Studi Kasus 42
4.2 Data Penelitian 42
4.2.1 Data Tanah 43
4.2.2 Data Rencana Timbunan 44
4.2.3 Data Pembebanan Perkerasan Jalan dan Lalu Lintas 46
4.2.4 Data *Expanded Polystrene* (EPS) *Geofoam* 48
4.3 Prosedur Penelitian 48
4.3.1 Studi Literatur dan Perangkat lunak *(Software)* 50
4.3.2 Interpretasi Lapisan Tanah Dasar dan Parameter Tanah 50
4.3.3 Interpretasi Parameter EPS *Geofoam* 52
4.3.4 Evaluasi Rencana Awal Timbunan 54
4.3.5 Perancangan Alternatif Timbunan EPS *Geofoam* 54
4.3.6 Uji Geser Langsung untuk EPS *Geofoam* 55

Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen
Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3.7 Pemodelan Numerik pada PLAXIS 2D 63
BAB 5 ANALISIS DAN HASIL 68
5.1 Pengolahan Data 68
5.1.1 Interpretasi Lapisan Tanah Dasar dan Parameter Tanah 68
5.1.2 Penentuan Parameter Geotekstil 69
5.1.3 Interpretasi Parameter EPS *Geofoam* 70
5.2 Pembebanan 71
5.2.1 Beban Statis 71
5.2.2 Beban Pseudostatis 71
5.2.3 Beban Angin 72
5.3 Evaluasi Rencana Timbunan Awal 75
5.3.1 Pemodelan Timbunan dalam PLAXIS 2D 75
5.3.2 Analisis Penurunan Konsolidasi pada Timbunan 76
5.3.3 Analisis Stabilitas Timbunan 80
5.4 Perancangan Timbunan dengan EPS *Geofoam* 82
5.4.1 *Preliminary Design* Timbunan dengan EPS *Geofoam* 82
5.4.2 Analisis Penurunan Konsolidasi dengan Metode Analitis 84
5.4.3 Analisis Penurunan dengan Metode Numeris 94
5.4.4 Analisis Kapasitas Dukung Tanah Dasar 97
5.4.5 Analisis Stabilitas Timbunan Terhadap Beban Statis 97
5.4.6 Analisis Stabilitas Timbunan Terhadap Beban Seismik 98
5.4.7 Analisis Tahanan Terhadap Gaya Angkat Air (*Uplift*) 99
5.4.8 Analisis Translasi Akibat Air 101
5.4.9 Analisis *Load Bearing Capacity* EPS *Geofoam* 102
5.4.10 Desain Akhir Timbunan EPS *Geofoam* 107
5.4.11 Kontrol Desain Timbunan EPS *Geofoam* terhadap Geometri Aktual. 107
5.5 Uji Geser Langsung Balok EPS *Geofoam* 108
5.5.1 EPS *Geofoam Monoblock* 110
5.5.2 EPS-EPS dengan Sambungan Horizontal 115
5.5.3 EPS-EPS dengan Sambungan Horizontal dan Vertikal 119
5.5.4 Pengaruh Sambungan terhadap Perilaku Tahanan Geser Balok EPS 121
5.6 Penentuan Parameter Kuat Geser EPS *Geofoam* pada PLAXIS 2D 123
5.6.1 Parameter Kuat Geser Internal Balok EPS *Geofoam* 123
5.6.2 Parameter Kuat Geser *Interface* EPS *Geofoam* 127

Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen
Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.7 Pemodelan *Interface* Balok EPS *Geofoam* dalam Timbunan Jalan 132
5.7.1 Desain Susunan Balok EPS *Geofoam* dalam Timbunan Jalan 133
5.7.2 Pemodelan Struktur Timbunan EPS *Geofoam* dengan *Interface* 134
5.7.3 Pemodelan Material 135
5.7.4 Pemodelan Sambungan Antarbalok EPS dengan Elemen *Interface* 136
5.7.5 Pemodelan Sambungan EPS-Pasir dengan Elemen *Interface* 139
5.7.6 Pemodelan Tahapan Konstruksi dan Analisis 139
5.8 Analisis Pengaruh Pemodelan *Interface* Antarbalok EPS *Geofoam* pada Kinerja Timbunan 140
5.8.1 Pengaruh Pemodelan *Interface* terhadap Penurunan Konsolidasi Tanah Dasar 141
5.8.2 Pengaruh Pemodelan *Interface* terhadap Stabilitas Timbunan. 142
5.9 Pengaruh Pemodelan *Interface* terhadap Pergeseran (*Displacement* Horizontal) 147
5.10 Pengaruh Pemodelan *Interface* terhadap Tegangan Geser pada *Interface* Balok EPS *Geofoam* 154
BAB 6 KESIMPULAN 162
6.1 Kesimpulan 162
6.2 Saran 164
DAFTAR PUSTAKA 165
LAMPIRAN 169

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi mekanisme tegangan geser pada *interface* EPS – pasir. 8
Gambar 2.2 *Barbed plate connector*. 9
Gambar 3.1 Ilustrasi proses pembuatan butiran *expanded polystyrene* (EPS). 14
Gambar 3.2 Perilaku tipikal tegangan-regangan EPS *geofoam*. 15
Gambar 3.3 Ilustrasi perilaku tegangan-regangan balok EPS *geofoam*. 15
Gambar 3.4 Tipikal bagian timbunan jalan dengan EPS *geofoam*. 19
Gambar 3.5 Spesifikasi susunan balok EPS *geofoam* di dalam timbunan jalan. 20
Gambar 3.6 Garis besar proses untuk menentukan beban angin. 21
Gambar 3.7 Kategori risiko bangunan dan struktur lainnya. 23
Gambar 3.8 Parameter faktor arah angin K_d. 24
Gambar 3.9 Kategori kekasaran permukaan. 24
Gambar 3.10 Kategori eksposur. 24
Gambar 3.11 Faktor topografi K_{zt}. 25
Gambar 3.12 Faktor elevasi permukaan tanah K_e. 26
Gambar 3.13 Koefisien eksposur tekanan kecepatan K_z. 26
Gambar 3.14 Ilustrasi pembebanan angin pada timbunan. 27
Gambar 3.15 Peta percepatan puncak di batuan dasar untuk periode ulang 2500 tahun. 28
Gambar 3.16 Ilustrasi pembebanan hidrostatik pada timbunan. 34
Gambar 3.17 Grafik hubungan beban roda tunggal atau ganda dengan tegangan vertikal di atas balok EPS *geofoam*. 36
Gambar 4.1 Lokasi studi kasus, Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Seksi 3. 42
Gambar 4.2 Titik lokasi *bore hole* nomor 22 pada *plan* jalan utama. 44
Gambar 4.3 Stratigrafi lapisan tanah dasar pada STA 48+200 dan STA 48+400. 44
Gambar 4.4 Penampang rencana timbunan jalan pada (a) STA 48+200, (b) STA 48+300, dan (c) STA 48+400. 45
Gambar 4.5 Geometri rencana timbunan jalan pada (a) STA 48+200 dan (b) STA 48+400. 46
Gambar 4.6 Tipikal potongan melintang rencana perkerasan jalan utama pada STA 47+998 – 48+627. 47
Gambar 4.7 Detail lapisan sistem perkerasan jalan utama. 47
Gambar 4.8 Diagram alir penelitian. 49

Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen
Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.9 Korelasi strength parameter EPS *geofoam* terhadap nilai kepadatan pada kondisi kering dan basah: (a) kohesi – kepadatan, (b) *phi* – kepadatan. 53
Gambar 4.10 Diagram alir tahapan perancangan timbunan EPS *geofoam* 56
Gambar 4.11 Diagram alir *remidial procedure* dari analisis perancangan timbunan *EPS geofoam.* 57
Gambar 4.12 Mesin *digital direct shear* GLDS-01. 59
Gambar 4.13 *Shear box* dari mesin GLDS-01. 60
Gambar 4.14 Sampel m*onoblock* EPS *geofoam.* 60
Gambar 4.15 Sampel EPS *geofoam* dengan sambungan horizontal. 61
Gambar 4.16 EPS *geofoam* dengan sambungan horizontal dan vertikal. 61
Gambar 4.17 Ilustrasi pengujian geser langsung balok EPS *geofoam*. 63
Gambar 4.18 *Project Properties* pada PLAXIS 2D. 64
Gambar 4.19 Input parameter *material* pada PLAXIS 2D 65
Gambar 4.20 *Phases explorer* tahapan konstruksi model pada PLAXIS 2D. 67
Gambar 5.1 Kecepatan angin desain untuk periode 50 dan 500 tahun. 73
Gambar 5.2 Model timbunan *preloading* STA 48+200 pada PLAXIS 2D. 75
Gambar 5.3 Model timbunan *preloading* STA 48+400 pada PLAXIS 2D. 75
Gambar 5.4 *Staged construction* pada PLAXIS 2D. 76
Gambar 5.5 Pemodelan analisis konsolidasi pada *staged construction* dengan PLAXIS 2D. 77
Gambar 5.6 Titik tinjauan pada timbunan *preloading* STA 48+200. 77
Gambar 5.7 Titik tinjauan pada timbunan *preloading* STA 48+400. 78
Gambar 5.8 Deformasi total setelah tahap konsolidasi ke-2 timbunan STA 48+200. 78
Gambar 5.9 Deformasi total setelah tahap konsolidasi ke-2 timbunan STA 48+400. 78
Gambar 5.10 Deformasi total arah sumbu *y* setelah tahap konsolidasi ke-2 timbunan STA 48+200. 78
Gambar 5.11 Deformasi total arah sumbu *y* setelah tahap konsolidasi ke-2 timbunan STA 48+400. 79
Gambar 5.12 Grafik perbandingan penurunan terhadap waktu pada timbunan STA 48+200. 79
Gambar 5.13 Grafik perbandingan penurunan terhadap waktu pada timbunan STA 48+400 80
Gambar 5.14 Pemodelan analisis *safety* pada PLAXIS 2D. 81
Gambar 5.15 Selubung kegagalan pada timbunan *preloading* STA 48+200. 81

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.16 Selubung kegagalan pada timbunan *preloading* STA 48+400..... 81
Gambar 5.17 *Preliminary design* geometri timbunan dengan EPS *geofoam.*..... 83
Gambar 5.18 *Simplified design* geometri timbunan dengan EPS *geofoam.*..... 83
Gambar 5.19 Pembagian zona timbunan. 84
Gambar 5.20 Distribusi beban di tengah timbunan akibat beban Zona I.. 84
Gambar 5.21 Distribusi beban di tengah timbunan akibat beban Zona II. 85
Gambar 5.22 Distribusi beban di tepi timbunan akibat beban Zona II. 87
Gambar 5.23 Distribusi beban di tepi timbunan akibat beban Zona III.. 87
Gambar 5.24 Distribusi beban di tepi timbunan akibat beban Zona I. 88
Gambar 5.25 Dimensi balok EPS *geofoam* PT Dinar Makmur. 91
Gambar 5.26 Model tahapan timbunan dengan EPS *geofoam* pada PLAXIS 2D, (a) prakonsolidasi, (b) penggalian tanah, dan (c) struktur timbunan. 94
Gambar 5.27 Penurunan konsolidasi pada timbunan dengan EPS *geofoam.*..... 95
Gambar 5.28 Titik tinjauan pada timbunan EPS *geofoam.* 96
Gambar 5.29 Grafik perbandingan penurunan terhadap waktu pada timbunan EPS *geofoam.* 96
Gambar 5.30 Perbandingan hasil analisis penurunan dengan metode analitis dan numerik..... 96
Gambar 5.31 Selubung kegagalan akibat beban statis pada timbunan EPS *geofoam.*..... 98
Gambar 5.32 Pemodelan beban pseudostatis pada PLAXIS 2D..... 98
Gambar 5.33 Selubung kegagalan akibat beban seismik pada timbunan EPS *geofoam.*..... 99
Gambar 5.34 Beban roda yang berdekatan di atas sistem perkerasan jalan..... 102
Gambar 5.35 Distribusi beban roda pada sistem perkerasan jalan..... 103
Gambar 5.36 Pembebanan roda di atas sistem perkerasan jalan..... 104
Gambar 5.37 Distribusi tegangan vertikal pada kedalaman 0,12 m. 105
Gambar 5.38 Model desain akhir timbunan EPS *geofoam* pada PLAXIS 2D..... 107
Gambar 5.39 Grafik penurunan konsolidasi pada desain final timbunan EPS *geofoam.* ... 108
Gambar 5.40 Kondisi monoblok EPS *geofoam* pada *horizontal strain* lebih dari 12%. 110
Gambar 5.41 Kondisi deformasi monoblok EPS *geofoam* pada akhir uji geser langsung untuk sampel (a) M19-10, (b) M19-20, (c) M19-40, (d) M29-10, (e) M29-20, dan (f) M29-40. 111
Gambar 5.42 Dimensi sampel bagian atas dan bawah (a) sebelum dan (b) sesudah uji geser langsung. 112

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.43 Grafik perilaku *internal shear stress-strain* dan selubung keruntuhan untuk *monoblock* EPS 19. 113
Gambar 5.44 Grafik perilaku *internal shear stress-strain* dan selubung keruntuhan untuk *monoblock* EPS 29. 113
Gambar 5.45 Grafik pengaruh kepadatan EPS terhadap *internal shear stress* pada tegangan normal (a) 10 kPa, (b) 20 kPa, dan (c) 40 kPa. 114
Gambar 5.46 Grafik perilaku *interface shear stress-strain* dan selubung keruntuhan untuk EPS 19 dengan sambungan horizontal. 116
Gambar 5.47 Grafik perilaku *interface shear stress-strain* dan selubung keruntuhan untuk EPS 29 dengan sambungan horizontal. 116
Gambar 5.48 Grafik pengaruh kepadatan terhadap *interface shear stress* antarbalok EPS dengan sambungan horizontal pada tegangan normal (a) 10 kPa, (b) 20 kPa, dan (c) 40 kPa. 117
Gambar 5.49 Kerusakan balok (a) EPS 19 dan (b) EPS 29 akibat uji geser langsung dengan tegangan normal 40 kPa. 118
Gambar 5.50 Grafik perilaku *interface shear stress-strain* dan selubung keruntuhan untuk EPS 19 dengan sambungan horizontal dan vertikal. 120
Gambar 5.51 Grafik perilaku *interface shear stress-strain* dan selubung keruntuhan untuk EPS 29 dengan sambungan horizontal dan vertikal. 120
Gambar 5.52 Grafik pengaruh kepadatan terhadap *interface shear stress* antarbalok EPS dengan sambungan horizontal dan vertikal pada tegangan normal (a) 10 kPa, (b) 20 kPa, dan (c) 40 kPa. 121
Gambar 5.53 Grafik perbandingan pengaruh sambungan terhadap tegangan geser pada EPS 19 dengan tegangan normal (a) 10 kPa, (b) 20 kPa, (c) 40 kPa dan EPS 29 dengan tegangan normal (d) 10 kPa, (e) 20 kPa, dan (f) 40 kPa. 122
Gambar 5.54 Model uji geser langsung monoblok EPS *geofoam* pada PLAXIS 2D. 125
Gambar 5.55 Grafik perubahan tegangan geser internal terhadap waktu (*output* PLAXIS). 125
Gambar 5.56 Grafik perbandingan tegangan geser hasil pemodelan dan uji geser langsung (dengan modulus elastisitas (E) awal) untuk (a) EPS 19 dan (b) EPS 29. 126
Gambar 5.57 Kontur tegangan geser pada pemodelan uji geser langsung monoblok (a) EPS 19 dan (b) EPS 29. 127

Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen
Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.58 Grafik perbandingan tegangan geser hasil pemodelan dan uji geser langsung untuk (a) EPS 19 dan (b) EPS 29..... 127
Gambar 5.59 Perbandingan kurva tegangan geser-*horizontal strain* dari uji laboratorium dan pemodelan PLAXIS 2D dengan ks awal; (a) EPS 19 dan (b) EPS 29... 130
Gambar 5.60 Grafik pengaruh tegangan normal terhadap *shear stiffness* (ks) untuk (a) EPS 19 dan (b) EPS 29..... 131
Gambar 5.61 Hasil validasi parameter geser *interface* dari (a) EPS 19 dan (b) EPS29. 132
Gambar 5.62 Desain susunan balok EPS *geofoam* dalam timbunan jalan..... 133
Gambar 5.63 *Import geometry* pada pemodelan *interface* balok EPS dalam timbunan. 135
Gambar 5.64 Model *interface* balok EPS *geofoam* dalam timbunan jalan. 135
Gambar 5.65 Material pada pemodelan *interface* balok EPS *geofoam* dalam timbunan jalan. 136
Gambar 5.66 Titik tinjau tegangan normal pada *interface* balok EPS *geofoam.* 138
Gambar 5.67 Hasil validasi nilai tegangan normal di lapisan *interface* balok EPS *geofoam* untuk tahap (a) instalasi balok EPS dan (b) timbunan penuh..... 138
Gambar 5.68 *Staged construction* pada pemodelan *interface* balok EPS *geofoam* dalam timbunan jalan. 140
Gambar 5.69 Penurunan konsolidasi pada timbunan EPS *geofoam* tanpa pemodelan *interface*..... 141
Gambar 5.70 Penurunan konsolidasi pada timbunan EPS *geofoam* dengan pemodelan *interface*..... 141
Gambar 5.71 Titik tinjauan dan grafik perbandingan penurunan konsolidasi pada model timbunan EPS *geofoam* tanpa dan dengan *interface.*..... 142
Gambar 5.72 Analisis stabilitas terhadap beban statis dan beban angin pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface*. 143
Gambar 5.73 Analisis stabilitas terhadap beban statis dan beban angin pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface*. 143
Gambar 5.74 Analisis stabilitas terhadap beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface*. 144
Gambar 5.75 Analisis stabilitas terhadap beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface*. 144
Gambar 5.76 Analisis stabilitas terhadap beban statis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* tanpa pemodelan *interface*..... 146

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.77 Analisis stabilitas terhadap beban statis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* dengan pemodelan *interface*. 146
Gambar 5.78 Analisis stabilitas terhadap beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* tanpa pemodelan *interface*. 146
Gambar 5.79 Analisis stabilitas terhadap beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* dengan pemodelan *interface*..... 147
Gambar 5.80 *Displacement* horizontal akibat beban angin pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface*. 148
Gambar 5.81 Displacement horizontal akibat beban angin pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface*. 148
Gambar 5.82 Detail *displacement* horizontal pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface*. 148
Gambar 5.83 Detail *displacement* akibat beban angin horizontal pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface*. 149
Gambar 5.84 Grafik perbandingan *displacement* horizontal akibat beban angin pada setiap *interface* antarbalok EPS *geofoam* dalam timbunan (tahap instalasi). 149
Gambar 5.85 *Displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface*. 150
Gambar 5.86 *Displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface* 150
Gambar 5.87 Detail *displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface.* 151
Gambar 5.88 Detail *displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface.* 151
Gambar 5.89 Grafik perbandingan *displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada setiap *interface* antarbalok EPS *geofoam* dalam timbunan (tahap instalasi). 152
Gambar 5.90 *Displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* tanpa pemodelan *interface.* 153
Gambar 5.91 *Displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (*full embankment*) dengan pemodelan *interface*..... 153
Gambar 5.92 Detail *displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* tanpa pemodelan *interface.*..... 153

Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen
Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.93 Detail *displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* dengan pemodelan *interface.* 154
Gambar 5.94 Grafik perbandingan *displacement* horizontal akibat beban pseudostatis pada setiap *interface* antarbalok EPS *geofoam* dalam timbunan (*full embankment*). 154
Gambar 5.95 Distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban angin pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface.* 155
Gambar 5.96 Distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban angin pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface.* 155
Gambar 5.97 Detail distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban angin pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface.* 156
Gambar 5.98 Detail distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban angin pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface.* 156
Gambar 5.99 Grafik perbandingan tegangan geser akibat beban angin pada setiap *interface* antarbalok EPS *geofoam* dalam timbunan (tahap instalasi). 156
Gambar 5.100 Distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface.* 157
Gambar 5.101 Distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface.* 157
Gambar 5.102 Detail distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) tanpa pemodelan *interface.* 158
Gambar 5.103 Detail distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (tahap instalasi) dengan pemodelan *interface.* 159
Gambar 5.104 Grafik perbandingan tegangan geser akibat beban pseudostatis pada setiap *interface* antarbalok EPS *geofoam* dalam timbunan (tahap instalasi). 159
Gambar 5.105 Distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* tanpa pemodelan *interface.* 160
Gambar 5.106 Distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam (full embankment)* dengan pemodelan *interface.* 160
Gambar 5.107 Detail distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (*full embankment*) tanpa pemodelan *interface.* 160
Gambar 5.108 Detail distribusi tegangan geser σ_{xy} akibat beban pseudostatis pada timbunan EPS *geofoam* (*full embankment*) dengan pemodelan *interface.* 161

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen
Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak**
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.109 Grafik perbandingan tegangan geser akibat beban pseudostatis pada setiap *interface* antarbalok EPS *geofoam* dalam timbunan (*full embankment*). 161

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi sifat bahan dari EPS *geofoam*. 14
Tabel 4.1 Data uji N-SPT *bore hole* 22. 43
Tabel 4.2 Parameter pembebanan sistem perkerasan jalan dan lalu lintas. 48
Tabel 4.3 Korelasi nilai N-SPT terhadap konsistensi tanah. 51
Tabel 4.4 Korelasi modulus elastisitas (E) berdasarkan jenis tanah. 51
Tabel 4.5 Korelasi nilai *Poisson's rasio* ν berdasarkan jenis tanah. 52
Tabel 4.6 Korelasi koefisien permeabilitas (k) berdasarkan jenis tanah. 52
Tabel 4.7 Daftar sampel uji geser langsung. 62
Tabel 5.1 Interpretasi lapisan tanah dasar pada STA 48+200. 68
Tabel 5.2 Interpretasi lapisan tanah dasar pada STA 48+400. 68
Tabel 5.3 Rekapitulasi parameter tanah dasar dan tanah timbunan 69
Tabel 5.4 Rentang RF_{CR} geosintetik jenis polimer. 70
Tabel 5.5 Parameter geotekstil tipe *woven*. 70
Tabel 5.6 Rekapitulasi parameter EPS *geofoam*. 71
Tabel 5.7 Hasil analisis konsolidasi dengan PLAXIS 2D. 79
Tabel 5.8 Hasil analisis *safety* dengan PLAXIS 2D. 82
Tabel 5.9 Data *preliminary design* timbunan EPS *geofoam.* 83
Tabel 5.10 Tegangan vertikal tambahan pada tanah dasar di tengah timbunan. 92
Tabel 5.11 Tegangan vertikal tambahan pada tanah dasar di tepi timbunan. 92
Tabel 5.12 Penurunan konsolidasi primer dan sekunder. 93
Tabel 5.13 Penurunan konsolidasi primer dan sekunder (setelah revisi tebal *EPS geofoam*). 93
Tabel 5.14 Tipe EPS *geofoam* yang dibutuhkan berdasarkan *load bearing capacity* terhadap tegangan di atasnya. 106
Tabel 5.15 Rekapitulasi data sampel uji geser langsung. 109
Tabel 5.16 Rekapitulasi deformasi monoblok EPS *geofoam* akibat uji geser langsung. ... 113
Tabel 5.17 Rekapitulasi hasil perhitungan k_s berdasarkan hasil uji geser langsung. 130
Tabel 5.18 Rekapitulasi hasil validasi nilai k_s dengan PLAXIS 2D. 130
Tabel 5.19 Parameter material *soil cover* dan *pavement system.* 136
Tabel 5.20 Nilai k_s untuk pemodelan *interface* balok EPS *geofoam*. 139
Tabel 5.21 Rekapitulasi nilai *factor of safety FS* dari pemodelan timbunan EPS *geofoam*. 147

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen
Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak**
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 6.1 Parameter kuat geser EPS *geofoam* berdasarkan hasil uji geser langsung..... 163

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Numerik Sambungan Antarbalok Extended Polystyrene (EPS) Geofoam Menggunakan Elemen Interface sebagai Material Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak
Naufal 'Azmi Amrullah, Prof. Dr.es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T., IPM, ASEAN Eng.; Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data N-SPT *bore hole* nomor 22 169
Lampiran 2. Hasil uji laboratorium sampel tanah pada BH-22 171
Lampiran 3. Dokumentasi dimensi sampel balok EPS *geofoam* pada sebelum dan sesudah uji geser langsung. 172