UNIVERSITAS GADJAH MADA
Analisis Stabilitas dan Perancangan Perkuatan Lereng Jalan Akibat Hujan Ekstrem Menggunakan Analisis Balik dan Pendekatan FEM-MPM (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Singaraja - Mengwitani KM 59+600)
MUHAMMAD SYUKRI HARIANDA, Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERNYATAAN iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI 6
DAFTAR TABEL 9
DAFTAR GAMBAR 11
DAFTAR LAMBANG 13
INTISARI 16
ABSTRACT 17
BAB 1 PENDAHULUAN 18
1.1 Latar Belakang 18
1.2 Rumusan Masalah 19
1.3 Tujuan Penelitian 20
1.4 Batasan Masalah 20
1.5 Manfaat Penelitian 21
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 22
2.1 Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kestabilan Lereng 22
2.2 Penentuan Parameter Tanah dengan *Back Analysis* 22
2.3 *Finite Element Method (*FEM*)* 23
2.4 *Material Point Method (*MPM*)* 24
2.5 Pendekatan FEM-MPM 25
2.6 Perkuatan Stabilitas Lereng Jalan 26
2.7 Kebaruan Penelitian 27
BAB 3 LANDASAN TEORI 29
3.1 Klasifikasi dan Stabilitas Lereng 29
3.1.1 Klasifikasi longsoran 29
3.1.2 Kriteria faktor keamanan (SF) lereng 31
3.1.3 Klasifikasi tanah 31
3.2 Penentuan Parameter Tanah 33
3.2.1 Penentuan kuat geser tanah dengan metode *back analysis* 33
3.2.2 Penentuan nilai N-SPT pralongsor berdasarkan data pascalongsor 34
3.2.3 Penentuan berat isi tanah (γ) berdasarkan nilai N-SPT 36
3.2.4 Penentuan modulus elastisitas (Es) berdasarkan jenis tanah dan N-SPT 38
3.2.5 Penentuan *Poisson's ratio* (ν) berdasarkan jenis tanah 38
3.2.6 Penentuan koefisien permeabilitas (k) berdasarkan jenis tanah 39
3.3 Penentuan Batas Hidrologi Hujan 39
3.3.1 Kriteria dan klasifikasi curah hujan ekstrem 40
3.3.2 Analisis frekuensi dan pemilihan distribusi curah hujan 40
3.4 Beban Luar pada Lereng 43
3.4.1 Beban lalu lintas 44
3.4.2 Beban gempa 44
3.5 Perancangan Perkuatan Lereng 44
3.5.1 Perkuatan *soil nailing* 44
3.5.2 Perkuatan *shotcrete* 45
3.5.3 Sistem drainase lereng 46

Analisis Stabilitas dan Perancangan Perkuatan Lereng Jalan Akibat Hujan Ekstrem Menggunakan Analisis
Balik dan Pendekatan FEM-MPM (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Singaraja - Mengwitani KM 59+600)
MUHAMMAD SYUKRI HARIANDA, Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.5.4 Dinding penahan tiang 46
BAB 4 METODE PENELITIAN 47
4.1 Lokasi Penelitian 47
4.2 Prosedur Penelitian 47
4.3 Data Penelitian 49
4.3.1 Data sekunder tanah 50
4.3.2 Data sekunder geometri 51
4.3.3 Data sekunder hidrologi 55
4.4 Alat Penelitian 55
4.5 Metode Analisis 55
4.5.1 Penentuan parameter tanah dengan analisis balik 55
4.5.2 Analisis stabilitas lereng kondisi eksisting dengan FEM 57
4.5.3 Analisis frekuensi dan pemilihan distribusi curah hujan 57
4.5.4 Simulasi pascakeruntuhan dengan MPM 58
4.5.5 Perancangan perkuatan lereng 58
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN 60
5.1 Rekonstruksi Parameter Kuat Geser dengan Analisis Balik Keruntuhan 60
5.1.1 Parameter kuat geser tanah kondisi pascalongsor (*post-failure*) 60
5.1.2 Validitas parameter pascalongsor (*post-failure*) 62
5.1.3 Hasil analisis balik parameter kuat geser tanah kritis 62
5.1.4 Rekonstruksi parameter kondisi pralongsor (*pre-failure*) 65
5.1.5 Degradasi parameter kuat geser tanah akibat kejadian longsor 65
5.2 Analisis Faktor Keamanan Tanpa Hujan dan Infiltrasi Hujan Kejadian Longsor 67
5.2.1 Kondisi awal lereng 67
5.2.2 Pengaruh beban lalu lintas terhadap stabilitas lereng 68
5.2.3 Pengaruh infiltrasi hujan kejadian longsor terhadap mekanisme kestabilan 69
5.2.4 Pola aliran air tanah dan distribusi kejenuhan 74
5.2.5 Analisis deformasi dan implikasinya terhadap perilaku lereng 76
5.3 Evaluasi Infiltrasi Hujan Periode Ulang terhadap Faktor Keamanan Lereng 79
5.3.1 Analisis frekuensi curah hujan dan penetapan curah hujan rencana 79
5.3.2 Konfigurasi model dan skenario simulasi PLAXIS 2D 80
5.3.3 Hasil faktor keamanan pada berbagai periode ulang hujan 80
5.3.4 Rekapitulasi faktor keamanan dan identifikasi periode ulang kritis 83
5.3.5 Analisis laju penurunan SF dan sensitivitas antarsegmen 85
5.3.6 Klasifikasi curah hujan kejadian longsor 10 Maret 2024 86
5.4 Simulasi Pascakeruntuhan Lereng Menggunakan *Material Point Method* (MPM) 86
5.4.1 Karakteristik pola deformasi pascakeruntuhan 87
5.4.2 Perkembangan pergerakan massa longsor 88
5.4.3 Estimasi waktu keruntuhan 90
5.4.4 Analisis jarak jangkauan (*run-out distance*) 91
5.4.5 Dampak pascakeruntuhan terhadap badan jalan 92
5.5 Perancangan dan Evaluasi Efektivitas Sistem Perkuatan Lereng 93
5.5.1 Pertimbangan dan konsep desain perkuatan 93
5.5.2 Dasar penentuan parameter material perkuatan dalam PLAXIS 2D 96
5.5.3 Tahapan konstruksi dalam pemodelan PLAXIS 2D 99
5.5.4 Evaluasi faktor keamanan setelah perkuatan 100
5.5.5 Pemeriksaan faktor keamanan komponen struktural 102
5.5.6 Analisis kinerja pada kondisi seismik 106
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 108

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Stabilitas dan Perancangan Perkuatan Lereng Jalan Akibat Hujan Ekstrem Menggunakan Analisis Balik dan Pendekatan FEM-MPM (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Singaraja - Mengwitani KM 59+600)
MUHAMMAD SYUKRI HARIANDA, Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.1 Kesimpulan 108
6.2 Saran 109
DAFTAR PUSTAKA 110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebaruan penelitian. 28
Tabel 3.1 Dimensi tipikal longsoran (Skempton dan Hutchinson, 1969). 29
Tabel 3.2 Klasifikasi kedalaman longsor (Broms, 1975). 30
Tabel 3.3 Nilai faktor keamanan untuk lereng tanah (SNI 8460:2017). 31
Tabel 3.4 Klasifikasi tanah sistem USCS (Hardiyatmo, 1992). 32
Tabel 3.5 Klasifikasi sensitivitas tanah dan nilai St (Skempton dan Northey, 1952). 34
Tabel 3.6 Hubungan *liquidity index* (LI) terhadap sensitivitas tanah (Bowles, 1996). 35
Tabel 3.7 Hubungan N-SPT terhadap karakteristik tanah (Terzaghi dan Peck, 1996). 36
Tabel 3.8 Korelasi klasifikasi USCS terhadap γunsat (Look, 2007). 37
Tabel 3.9 Korelasi N-SPT terhadap γsat dan qu untuk tanah kohesif (Bowles, 1996; Korelasi PUPR). 37
Tabel 3.10 Korelasi N-SPT terhadap γsat dan ϕ untuk pasir sedang (Bowles, 1996)..... 38
Tabel 3.11 Modulus Young (*Es*) berdasarkan jenis tanah dan N-SPT (AASHTO, 1998)..... 38
Tabel 3.12 Nilai angka Poisson (ν) untuk berbagai jenis tanah (AASHTO, 1998). 39
Tabel 3.13 Nilai permeabilitas tanah pada suhu 20 °C (Hardiyatmo, 1992). 39
Tabel 3.14 Klasifikasi intensitas curah hujan (BMKG, 2023). 40
Tabel 3.15 Hubungan jumlah data (n), nilai rata-rata tereduksi (Yn), dan simpangan baku tereduksi (Sn) (Soewarno, 1995). 41
Tabel 3.16 Nilai variat tereduksi (YT) (Soewarno, 1995). 42
Tabel 3.17 Syarat parametrik distribusi curah hujan (Soewarno, 1995; Triatmodjo, 2008). 43
Tabel 3.18 Beban lalu lintas dan beban di luar jalan untuk analisis stabilitas (DPU, 2001). 44
Tabel 3.19 Persyaratan tanah untuk *soil nailing* (SNI 8460:2017). 45
Tabel 3.20 Parameter geometri *soil nailing* (SNI 8460:2017). 45
Tabel 3.21 Spesifikasi material *soil nailing* (SNI 8460:2017). 45
Tabel 3.22 Parameter *shotcrete* (SNI 8460:2017). 45
Tabel 3.23 Kriteria faktor keamanan *soil nailing* dan *shotcrete* (SNI 8460:2017). 46
Tabel 3.24 Parameter sistem drainase (SNI 8460:2017). 46
Tabel 4.1 Hasil pemboran pada titik DB-01 (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 50
Tabel 4.2 Hasil pemboran pada titik DB-02 (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 50
Tabel 4.3 Hasil pemboran pada titik DB-03 (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 50
Tabel 4.4 Sifat fisik tanah (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 51
Tabel 4.5 Sifat mekanis tanah berdasarkan parameter kuat geser (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 51
Tabel 4.6 Sifat mekanis tanah berdasarkan parameter kompresibilitas (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 51
Tabel 4.7 Data curah hujan harian maksimum (milimeter) bulanan periode Januari 2015 sampai Desember 2024 di Pos Hujan Gitgit (BMKG Stasiun Klimatologi Bali, 2025). 55
Tabel 4.8 Pengaturan dan Input Parameter PLAXIS 2D 57
Tabel 5.1 Parameter kuat geser tanah kondisi pascalongsor berdasarkan data BBPJN Jawa Timur-Bali tahun 2024. 61
Tabel 5.2 Parameter hasil analisis balik. 62
Tabel 5.3 Validitas hasil analisis balik 64
Tabel 5.4 Parameter kuat geser tanah kondisi pralongsor. 65
Tabel 5.5 Degradasi parameter kuat geser lapisan MH pada kondisi pralongsor dan pascalongsor. 66

Tabel 5.6 Faktor keamanan keempat segmen pada kondisi tanpa hujan dan infiltrasi hujan. 67
Tabel 5.7 Curah hujan rencana Log Pearson Tipe III (LP3) dan laju infiltrasi untuk input PLAXIS. 80
Tabel 5.8 Faktor keamanan segmen MBRS pada berbagai periode ulang hujan. 81
Tabel 5.9 Faktor keamanan segmen USS pada berbagai periode ulang hujan. 81
Tabel 5.10 Estimasi waktu keruntuhan USS berdasarkan interpolasi linear SF. 82
Tabel 5.11 Faktor keamanan segmen MSS pada berbagai periode ulang hujan. 82
Tabel 5.12 Faktor keamanan segmen LSS pada berbagai periode ulang hujan. 82
Tabel 5.13 Rekapitulasi faktor keamanan pada t = 24 jam untuk seluruh segmen. 83
Tabel 5.14 Periode ulang kritis pada setiap segmen berdasarkan ambang SNI 8460:2017. 84
Tabel 5.15 Rekapitulasi *run-out* material longsoran pada t = 45 detik. 91
Tabel 5.16 Klasifikasi dampak longsoran terhadap badan jalan. 92
Tabel 5.17 Faktor keamanan kondisi eksisting berdasarkan hasil analisis balik. 93
Tabel 5.18 Parameter *soil nailing* dan *shotcrete* pada segmen USS dan MSS. 95
Tabel 5.19 Parameter perkuatan pada segmen LSS. 96
Tabel 5.20 Parameter elemen *embedded beam row* untuk *soil nail* pada USS dan MSS. 97
Tabel 5.21 Parameter elemen *plate* untuk *shotcrete* USS/MSS dan *rigid pavement* LSS. 98
Tabel 5.22 Parameter material *soil body* pada volume *cluster* perkuatan LSS. 99
Tabel 5.23 Tahapan konstruksi model PLAXIS pada USS dan MSS. 100
Tabel 5.24 Rekapitulasi faktor keamanan setelah perkuatan pada seluruh segmen. 101
Tabel 5.25 Rekapitulasi faktor keamanan komponen *soil nail* pada USS dan MSS. 104
Tabel 5.26 Rekapitulasi pemeriksaan komponen *soil nail* pada setiap *nail* USS. 104
Tabel 5.27 Rekapitulasi pemeriksaan komponen *soil nail* pada setiap *nail* MSS. 104
Tabel 5.28 Rekapitulasi faktor keamanan struktur gravitasi bronjong LSS. 106

Analisis Stabilitas dan Perancangan Perkuatan Lereng Jalan Akibat Hujan Ekstrem Menggunakan Analisis
Balik dan Pendekatan FEM-MPM (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Singaraja - Mengwitani KM 59+600)
MUHAMMAD SYUKRI HARIANDA, Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi penelitian dan kondisi area longsor pada Ruas Jalan Bts. Kota Singaraja-Mengwitani KM 59+600 (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024; Google Maps, 2026). 18
Gambar 2.1 Perubahan faktor keamanan terhadap durasi hujan (Fadilah dan Luknanto, 2020). 22
Gambar 2.2 Distribusi densitas partikel yang mengalami likuifaksi pada lereng akibat curah hujan 10 mm/jam: (a) hujan 6 jam; (b) hujan 12 jam; dan (c) hujan 24 jam (Gu dkk., 2024). 24
Gambar 2.3 Perpindahan *material points* dan distribusi kecepatannya pada tahap pascagagal: (a) t = 5 s; (b) t = 10 s; (c) t = 15 s; dan (d) t = 25 s (Troncone dkk., 2020). 24
Gambar 2.4 Hasil model hibrida FEM-MPM dengan proses transfer: (a) hasil FEM sebelum transfer; (b) *material points* MPM sesaat setelah transfer; (c) *material points* MPM pada t = 0,5 s setelah transfer (t = 2,5 s); dan (d) *material points* MPM pada akhir proses *run-out* (t = 20,0 s) (Sordo dkk., 2024). 25
Gambar 3.1 Karakteristik gerakan massa: (a) jatuhan (*falls*); (b) robohan (*topples*); (c) longsoran (*slides*); (d) sebaran (*spreads*); dan (e) aliran (*flows*) (Cruden dan Varnes, 1992). 29
Gambar 3.2 Jenis bidang longsor: (a) longsoran rotasional; dan (b) longsoran translasional (Broms, 1975). 30
Gambar 3.3 Bagian-bagian longsoran dalam tiga dimensi (Cruden dan Varnes, 1992). 31
Gambar 3.4 Hubungan indeks plastisitas dan sudut geser dalam *residual* (Voight, 1973; Brandon dkk., 1991). 33
Gambar 3.5 Hubungan nilai ϕ' dan N-SPT (Peck dkk., 1974). 35
Gambar 4.1 Peta lokasi penelitian Jalan Bts. Kota Singaraja - Mengwitani KM 59+600 (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 47
Gambar 4.2 Bagan alir prosedur penelitian. 48
Gambar 4.3 Topografi lokasi penelitian (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 52
Gambar 4.4 *Layout* detail lokasi penelitian (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 53
Gambar 4.5 Potongan melintang lokasi penanganan lereng (BBPJN Jawa Timur - Bali, 2024). 54
Gambar 5.1 Pola bidang gelincir MBRS pada kondisi awal pascalongsor berdasarkan *incremental displacement.* 61
Gambar 5.2 Perbandingan parameter kuat geser lapisan MH sebelum dan sesudah longsor: (a) kohesi efektif (c'); dan (b) sudut geser dalam efektif (φ'). 66
Gambar 5.3 Pola bidang gelincir berdasarkan *incremental displacement* pada kondisi awal: (a) MBRS; (b) USS; (c) MSS; dan (d) LSS. 68
Gambar 5.4 Perbandingan faktor keamanan sebelum dan setelah beban lalu lintas pada kondisi: (a) pralongsor (*pre-failure*); (b) pascalongsor (*post-failure*); dan (c) analisis balik (*back analysis*). 69
Gambar 5.5 Distribusi tekanan air pori aktif (*Pactive*) MBRS: (a) setelah beban lalu lintas; dan (b) setelah infiltrasi 6 jam. 70
Gambar 5.6 Distribusi tekanan air pori aktif (*Pactive*) MBRS pada infiltrasi 12 jam. 71
Gambar 5.7 Perubahan distribusi tekanan air pori aktif (*Pactive*) pada LSS selama infiltrasi: (a) 6 jam; (b) 12 jam; (c) 18 jam; dan (d) 24 jam. 72

Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.8 Bidang gelincir hasil analisis balik pada kondisi infiltrasi 24 jam: (a) MBRS; (b) USS; (c) MSS; dan (d) LSS. 73
Gambar 5.9 Perubahan faktor keamanan hasil analisis balik pada keempat segmen lereng. .. 73
Gambar 5.10 Perubahan faktor keamanan kondisi pralongsor pada keempat segmen lereng. 74
Gambar 5.11 Distribusi kecepatan aliran air tanah pada kondisi infiltrasi 24 jam: (a) MBRS; (b) USS; (c) MSS; dan (d) LSS. 75
Gambar 5.12 Distribusi derajat kejenuhan MBRS pada kondisi infiltrasi 24 jam. 76
Gambar 5.13 Perbandingan *total displacement* pada kondisi awal dan infiltrasi 24 jam: (a) MBRS kondisi awal; (b) MBRS infiltrasi 24 jam; (c) USS kondisi awal; (d) USS infiltrasi 24 jam; (e) MSS kondisi awal; (f) MSS infiltrasi 24 jam; (g) LSS kondisi awal; dan (h) LSS infiltrasi 24 jam. 77
Gambar 5.14 Distribusi *deviatoric strain* pada kondisi infiltrasi 24 jam: (a) MBRS; (b) USS; (c) MSS; dan (d) LSS. 78
Gambar 5.15 Diagram radar faktor keamanan hasil analisis balik pada keempat segmen lereng. 78
Gambar 5.16 Penurunan faktor keamanan per interval fase pada hasil analisis balik. 79
Gambar 5.17 Hubungan faktor keamanan 24 jam dengan periode ulang hujan pada keempat segmen lereng. 84
Gambar 5.18 Penurunan faktor keamanan per interval infiltrasi pada periode ulang T5. 85
Gambar 5.19 Perubahan posisi *material points* pada simulasi pascakeruntuhan lereng: (a) t = 0 detik; (b) t = 10 detik; (c) t = 20 detik; (d) t = 30 detik; (e) t = 40 detik; dan (f) t = 45 detik. 87
Gambar 5.20 Perubahan *run-out* vertikal USS dan MSS terhadap waktu simulasi. 88
Gambar 5.21 Perubahan *run-out* horizontal USS, MSS, dan LSS terhadap waktu simulasi. 89
Gambar 5.22 Laju *run-out* vertikal USS dan MSS untuk identifikasi waktu keruntuhan. 91
Gambar 5.23 Penampang melintang sistem perkuatan lereng pada lokasi penelitian. 94
Gambar 5.24 Visualisasi tiga dimensi sistem perkuatan. 94
Gambar 5.25 Perubahan faktor keamanan pada setiap tahap analisis perkuatan. 102
Gambar 5.26 Bidang gelincir setelah perkuatan pada: (a) USS; dan (b) MSS. 102

Analisis Stabilitas dan Perancangan Perkuatan Lereng Jalan Akibat Hujan Ekstrem Menggunakan Analisis
Balik dan Pendekatan FEM-MPM (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Singaraja - Mengwitani KM 59+600)
MUHAMMAD SYUKRI HARIANDA, Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMBANG

Lambang	Arti
A	Luas penampang
a	Percepatan pseudo-statis/seismik
a_{max}	Percepatan maksimum di permukaan tanah
B	Lebar dasar/pondasi struktur
b_p	Lebar pelat/*bearing plate*
C_a	Kuat lekat/adhesi antara *grout* dan tanah
Cc	Koefisien kelengkungan gradasi atau indeks kompresi sesuai konteks
Cs	Koefisien kemencengan (skewness)
Ck	Koefisien kurtosis
Cu	Koefisien keseragaman gradasi
c	Kohesi tanah
c'	Kohesi efektif tanah
c'r	Kohesi efektif *residual*
c'pra	Kohesi efektif kondisi pralongsor
c'pasca	Kohesi efektif kondisi pascalongsor
D	Diameter
D_{10}	Diameter butiran pada 10% lolos saringan
D_{30}	Diameter butiran pada 30% lolos saringan
D_{60}	Diameter butiran pada 60% lolos saringan
Dgrout	Diameter *grout*/lubang bor *soil nail*
Dmaks	Simpangan maksimum pada Uji Smirnov-Kolmogorov
d	Tebal elemen *plate*/*shotcrete*/*rigid pavement*
E	Modulus elastisitas material
Ei	Frekuensi teoritis pada kelas ke-i
E'ref	Modulus elastisitas referensi tanah
E50	Modulus secant pada 50% tegangan deviasi maksimum
Eoed	Modulus oedometer
EA	Kekakuan aksial elemen plate
EI	Kekakuan lentur elemen plate
Es	Modulus Young tanah
EU	Modulus tidak terdrainase
e	Angka pori
Fh	Gaya inersia horizontal akibat gempa
Fv	Gaya inersia vertikal akibat gempa
Ftahan	Gaya tahanan geser
Fhorizontal	Gaya horizontal pendorong
FK	Faktor keamanan
FKdaya dukung	Faktor keamanan terhadap daya dukung
FKgelincir	Faktor keamanan terhadap geser/gelincir
FKguling	Faktor keamanan terhadap guling
FOS	*Factor of safety*/faktor keamanan
FPGA	Faktor amplifikasi PGA
fc'	Kuat tekan beton
fy	Tegangan leleh baja
G	Faktor frekuensi Distribusi Log Pearson Tipe III
Gs	Berat jenis tanah/specific gravity

Analisis Stabilitas dan Perancangan Perkuatan Lereng Jalan Akibat Hujan Ekstrem Menggunakan Analisis
Balik dan Pendekatan FEM-MPM (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Singaraja - Mengwitani KM 59+600)
MUHAMMAD SYUKRI HARIANDA, Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lambang	Arti
H	Tinggi lereng
I	Momen inersia penampang
IP	Indeks plastisitas
K	Faktor frekuensi
Ka	Koefisien tekanan tanah aktif
Ks	Koefisien permeabilitas jenuh
KT	Faktor frekuensi untuk periode ulang T
k	Koefisien permeabilitas tanah
k20	Koefisien permeabilitas pada suhu 20 °C
kT	Koefisien permeabilitas pada suhu T
kh	Koefisien seismik horizontal
k	Jumlah kelas pada Uji Chi-Square
L	Panjang *nail* atau bentang sesuai konteks
Lp	Panjang angkur efektif di belakang bidang gelincir
LI	*Liquidity Index*
LL	*Liquid Limit*/batas cair
Mguling	Momen pengguling
Mpenahan	Momen penahan
Mstabil	Momen stabilisasi
m	Urutan data atau jumlah parameter distribusi sesuai konteks
N	Nilai pukulan N-SPT
Nmax	Gaya aksial maksimum pada *nail*
Npasca	Nilai N-SPT kondisi pascalongsor
Npra	Nilai N-SPT kondisi pralongsor
n	Jumlah data atau porositas sesuai konteks
Oi	Frekuensi pengamatan pada kelas ke-i
OCR	*Overconsolidation ratio*
Ppengamatan	Probabilitas kumulatif data pengamatan
Pteoritis	Probabilitas kumulatif teoritis
Pa	Tekanan/gaya tanah aktif
Pc	Tekanan prakonsolidasi
Po	Tekanan *overburden* efektif
PGA	*Peak Ground Acceleration*/percepatan puncak batuan dasar
PI	*Plasticity Index*/indeks plastisitas
PL	Plastic Limit/batas plastis
q	Laju infiltrasi hujan
qaktual	Tekanan kontak aktual pada dasar struktur
qu	Kuat tekan bebas
qult	Daya dukung ultimit tanah dasar
R	Curah hujan rencana atau koefisien korelasi sesuai konteks
S	Standar deviasi
SlogX	Standar deviasi data logaritmik
Sn	Simpangan baku tereduksi Distribusi Gumbel
Sr	Derajat kejenuhan
Sv	Spasi vertikal *soil nail*
Sh	Spasi horizontal *soil nail*
SF	*Safety factor*/faktor keamanan
St	Sensitivitas tanah

Analisis Stabilitas dan Perancangan Perkuatan Lereng Jalan Akibat Hujan Ekstrem Menggunakan Analisis
Balik dan Pendekatan FEM-MPM (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Singaraja - Mengwitani KM 59+600)
MUHAMMAD SYUKRI HARIANDA, Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lambang	Arti
T	Periode ulang hujan
T0	Gaya rencana untuk pemeriksaan pons
Ty	Kapasitas tarik nominal baja *nail*
Tmax	Gaya tarik maksimum aktual pada *soil nail*
Tskin	Tahanan selimut *soil nail* per satuan panjang
t	Waktu simulasi atau tebal elemen sesuai konteks
t0	Waktu awal estimasi SF = 1,000
ua	Tekanan udara pori
uw	Tekanan air pori
uc	Keliling bidang kritis pons
Vn	Kapasitas pons nominal
Vs	Volume butiran padat
Vv	Volume rongga
W	Berat massa tanah/struktur
Wbronjong	Berat dinding bronjong
Wlean concrete	Berat *lean concrete*
Wtimbunan	Berat timbunan
Wtotal	Berat total struktur dan timbunan
Ws	Berat butiran tanah
Ww	Berat air
w	Kadar air tanah
w	Berat sendiri elemen per satuan panjang
X	Data curah hujan
Xi	Data ke-i
XT	Curah hujan rencana pada periode ulang T
$\bar{X}$	Rata-rata data
YT	Variat tereduksi untuk periode ulang T
Yn	Rata-rata tereduksi Gumbel untuk jumlah data n
β	Sudut kemiringan lereng
γ	Berat isi tanah
γb	Berat isi basah/*bulk unit weight*
γd	Berat isi kering
γsat	Berat isi jenuh
γt	Berat isi total
$\gamma unsat$	Berat isi tidak jenuh
γw	Berat isi air
$\Delta c'$	Perubahan/degradasi kohesi efektif
$\Delta\varphi'$	Perubahan/degradasi sudut geser dalam efektif
$\chi^2 h$	Nilai hitung Uji Chi-Square
φ	Sudut geser dalam tanah
φ'	Sudut geser dalam efektif tanah
$\varphi' r$	Sudut geser dalam efektif *residual*
v	Angka Poisson
λ	Koefisien kompresibilitas/slope garis kompresi sesuai konteks uji
μT	Viskositas air pada suhu T
$\mu 20$	Viskositas air pada suhu 20 °C
ψ	Matric suction/hisapan matriks