Komparasi Model Prediksi Kerusakan Perkerasan Lentur Berlapis Cement-Treated Base Berdasarkan MDPJ
2024, AASHTO MEPDG, dan AI 1982
Muhammad Naufal Aqil Farhan, Ir. Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
HALAMAN PERNYATAAN ..... **iv**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
INTISARI ..... **xiii**
ABSTRACT ..... **xiv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Perkerasan Lentur 6
2.2 Perkembangan Studi Metode Perancangan Perkerasan Lentur 14
2.3 Studi Penerapan Model Prediksi Kerusakan Perkerasan Lentur 20
2.4 Kebaruan Penelitian 24
BAB 3 LANDASAN TEORI **25**
3.1 Tipe Kerusakan pada Lapis Perkerasan 25
3.2 Pemodelan Respons Mekanistik Lapisan Perkerasan 27
3.3 Spesifikasi Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 oleh Bina Marga 37
3.4 Evaluasi Kerusakan Desain Lapis Perkerasan Lentur Asphalt Institute (1982) 39
3.5 Evaluasi Kerusakan Desain Lapis Perkerasan Lentur Bina Marga (2024) 39
3.6 Evaluasi Kerusakan Desain Lapis Perkerasan Lentur AASHTO MEPDG (2015) 40
3.7 Perbedaan Antar Pedoman 48
BAB 4 METODE PENELITIAN **49**
4.1 Metode Penelitian 49
4.2 Data Penelitian 49

Komparasi Model Prediksi Kerusakan Perkerasan Lentur Berlapis Cement-Treated Base Berdasarkan MDPJ
2024, AASHTO MEPDG, dan AI 1982
Muhammad Naufal Aqil Farhan, Ir. Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3 Prosedur Penelitian 50
4.4 Bagan Alir Analisis Lapis Perkerasan Lentur 69
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 72
5.1 Perbandingan Data Model Kinerja Kerusakan Antarmetode 72
5.2 Evaluasi dan Konsolidasi Data Respons Mekanistik 75
5.3 Analisis dan Evaluasi Respons Mekanistik Struktur Perkerasan Lentur 100
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 128
6.1 Kesimpulan 128
6.2 Saran 130
DAFTAR PUSTAKA 131
LAMPIRAN 138

Komparasi Model Prediksi Kerusakan Perkerasan Lentur Berlapis Cement-Treated Base Berdasarkan MDPJ
2024, AASHTO MEPDG, dan AI 1982
Muhammad Naufal Aqil Farhan, Ir. Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipikal struktur perkerasan lentur (Bina Marga, 2024) 7
Gambar 2.2 Korugasi pada perkerasan lentur (TMR, 2021) 10
Gambar 2.3 *Depression* pada perkerasan lentur (TMR, 2021) 10
Gambar 2.4 *Rutting* pada perkerasan lentur (TMR, 2021) 11
Gambar 2.5 *Shoving* pada perkerasan lentur (TMR, 2021) 11
Gambar 2.6 Retak buaya pada perkerasan lentur (TMR, 2021) 12
Gambar 2.7 *Longitudinal cracking* pada perkerasan lentur (TMR, 2021) 13
Gambar 2.8 *Transverse cracking* pada perkerasan lentur (Austroads, 1987) 13
Gambar 2.9 *Block cracking* dan *ravelling* pada perkerasan lentur (TMR, 2021) 14
Gambar 3.1 Grafik kerusakan deformasi permanen pada lapisan aspal (Abed dkk., 2019) ... 26
Gambar 3.2 Grafik probabilitas kerusakan melewati batas ambang (Abed dkk., 2019) 27
Gambar 3.3 Ilustrasi konsep sistem multilapis (Erlingsson & Ahmed, 2013) 28
Gambar 3.4 Ilustrasi tekanan pada lapisan AC karena pembebanan (Wang, dkk. 2020) 29
Gambar 3.5 Model pembebanan gandar dengan ban ganda (Bina Marga, 2024) 35
Gambar 4.1 Bagan alir penelitian 51
Gambar 4.2 Tampilan antarmuka LAYERINP untuk F(4) 3 54
Gambar 4.3 Tampilan awal KENPAVE 54
Gambar 4.4 Tampilan antarmuka *general* untuk F(4)3 54
Gambar 4.5 Tampilan antarmuka *Zcoord* untuk F(4) 3 56
Gambar 4.6 Tampilan antarmuka *Layer Properties* untuk F(4)3 57
Gambar 4.7 Tampilan antarmuka *Moduli* untuk F(4)3 58
Gambar 4.8 Tampilan antarmuka *load* untuk F(4)3 59
Gambar 4.9 Tampilan antarmuka *response points* 60
Gambar 4.10 *Plan View of Multiple Wheels* (Huang, 2004) 61
Gambar 4.11 Tampilan antarmuka *viscoelastic layers* 61
Gambar 4.12 Tampilan antarmuka *viscoelastic general information* 62
Gambar 4.13 Tampilan antarmuka durasi *creep compliance* 62
Gambar 4.14 Tampilan antarmuka *layer information* HMA 63
Gambar 4.15 Tampilan antarmuka pemilihan *input* temperatur 63
Gambar 4.16 Tampilan antarmuka *input* temperatur analisis pada HMA 64
Gambar 4.17 Tampilan pemilihan *layer input creep compliances* 64
Gambar 4.18 Tampilan *input creep compliance* untuk F(4)3 64

Komparasi Model Prediksi Kerusakan Perkerasan Lentur Berlapis Cement-Treated Base Berdasarkan MDPJ
2024, AASHTO MEPDG, dan AI 1982
Muhammad Naufal Aqil Farhan, Ir. Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.19 Grafik skala logaritmik *creep compliance* F(4)3 65
Gambar 4.20 Grafik titik evaluasi KENPAVE Y = 0,000 cm 66
Gambar 4.21 Grafik titik evaluasi KENPAVE X = 0,000 cm 67
Gambar 4.22 Grafik titik evaluasi KENPAVE Z = 0,000 cm 68
Gambar 4.23 Bagan alir analisis dengan metode AI 1982 dan MDPJ 2024 70
Gambar 4.24 Bagan alir analisis dengan metode AASHTO MEPDG 71
Gambar 5.1 Diagram struktur perkerasan lentur F(1)3 76
Gambar 5.2 Diagram struktur perkerasan lentur F(2)3 76
Gambar 5.3 Diagram struktur perkerasan lentur F(3)3 77
Gambar 5.4 Diagram struktur perkerasan lentur F(4)3 77
Gambar 5.5 Grafik nilai maksimum absolut regangan model *linear elastic* 86
Gambar 5.6 Grafik nilai maksimum absolut regangan model *viscoelastic* 87
Gambar 5.7 Perbandingan nilai regangan tekan vertikal di bagian atas tanah dasar 88
Gambar 5.8 Perbandingan nilai regangan tarik horizontal di bagian bawah lapisan HMA 88
Gambar 5.9 Grafik distribusi regangan horizontal F(4)3 dengan model *linear elastic* 90
Gambar 5.10 Grafik distribusi regangan horizontal F(4)3 dengan analisis *viscoelastic* 91
Gambar 5.11 Grafik distribusi perpindahan vertikal F(4)3 pada z = 0,000 92
Gambar 5.12 Grafik distribusi regangan vertikal F(4)3 pada z = 0,000 94
Gambar 5.13 Grafik distribusi regangan vertikal F(4)3 pada X = 0,000 94
Gambar 5.14 Distribusi tegangan vertikal F(4)3 analisis *viscoelastic* dan *linear elastic* 97
Gambar 5.15 Distribusi tegangan horizontal F(4)3 dengan analisis *linear elastic* 98
Gambar 5.16 Distribusi tegangan horizontal F(4)3 dengan analisis *viscoelastic* 99
Gambar 5.17 Grafik pertama jumlah repetisi beban lalu lintas (10^6 ESA5) 116
Gambar 5.18 Grafik kedua jumlah repetisi beban lalu lintas (10^6 ESA5) 116
Gambar 5.19 Perbandingan respons mekanistik dengan batas regangan desain F(4)3 121
Gambar 5.20 Perbandingan nilai *alligator cracking* terhadap batas ambang 123
Gambar 5.21 Perbandingan nilai *longitudinal cracking* terhadap batas ambang 124
Gambar 5.22 Perbandingan nilai *rutting* tanah dasar terhadap batas ambang 126
Gambar 5.23 Perbandingan nilai *rutting HMA* terhadap batas ambang 126

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Komparasi Model Prediksi Kerusakan Perkerasan Lentur Berlapis Cement-Treated Base Berdasarkan MDPJ 2024, AASHTO MEPDG, dan AI 1982
Muhammad Naufal Aqil Farhan, Ir. Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Referensi perkembangan AASHTO MEPDG dalam penelitian 20
Tabel 2.2 Ringkasan studi penerapan metode Asphalt Institute 1982 21
Tabel 2.3 Ringkasan studi penerapan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 22
Tabel 2.4 Ringkasan studi kalibrasi lokal dan implementasi MEPDG di berbagai negara 23
Tabel 2.5 Kesenjangan dan kebaruan penelitian 24
Tabel 3.1 Durasi *creep compliance* (Huang, 2004) 33
Tabel 3.2 Nilai modulus elastisitas dari variasi bahan perkerasan (Huang, 2004) 34
Tabel 3.3 Nilai rasio Poisson dari variasi bahan perkerasan (Huang, 2004) 34
Tabel 3.4 Karakteristik modulus bahan berpengikat (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024) 37
Tabel 3.5 Volume aspal (Vb) dan parameter K untuk iklim Indonesia (Bina Marga, 2024) ... 37
Tabel 3.6 Data desain perkerasan lentur dengan lapis pondasi CTB (Bina Marga, 2024) 38
Tabel 3.7 *Performance Design Criteria* AASHTO MEPDG 2015 (AASHTO, 2015) 41
Tabel 3.8 Nilai Reliabilitas AASHTO MEPDG 2015 (AASHTO, 2015) 41
Tabel 3.9 Analisis kerusakan struktur perkerasan berdasarkan metode 48
Tabel 4.1 Data pembebanan standar pada struktur perkerasan lentur (Bina Marga, 2024) 53
Tabel 4.2 Rincian *input* antarmuka *general* untuk F(4)3 55
Tabel 4.3 Rincian nilai MATL pada antarmuka *general* 55
Tabel 4.4 Rincian nilai NL pada antarmuka *general* 55
Tabel 4.5 Titik tinjau dan model kinerja dalam analisis 56
Tabel 4.6 Data *input* pada antarmuka *Zcoord* untuk F(4) 3 56
Tabel 4.7 *Input* parameter struktur perkerasan lentur F(4) 3 57
Tabel 4.8 *Input* parameter modulus struktur perkerasan lentur F(4)3 58
Tabel 4.9 *Input* parameter pembebanan pada struktur perkerasan lentur secara umum 59
Tabel 4.10 *Input* koordinat titik tinjau (NPT) secara umum 60
Tabel 4.11 Input parameter *viscoelastic* pada struktur perkerasan lentur secara umum 61
Tabel 4.12 Nilai *creep compliance* untuk variasi durasi pembebanan F(4)3 65
Tabel 5.1 Perbandingan parameter mekanistik perhitungan antarmetode 72
Tabel 5.2 Data pembebanan standar untuk semua metode (Bina Marga, 2024) 73
Tabel 5.3 Perbandingan persamaan model kinerja antarmetode 74
Tabel 5.4 Persamaan model kinerja AASHTO MEPDG 74
Tabel 5.5 Perbandingan koefisien model kinerja antarmetode 75
Tabel 5.6 Koefisien model kinerja AASHTO MEPDG 75

Komparasi Model Prediksi Kerusakan Perkerasan Lentur Berlapis Cement-Treated Base Berdasarkan MDPJ
2024, AASHTO MEPDG, dan AI 1982
Muhammad Naufal Aqil Farhan, Ir. Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.7 Data desain perkerasan lentur dengan lapisan pondasi CTB (Bina Marga, 2024)... 78
Tabel 5.8 Hasil analisis *linear elastic* KENPAVE F(1)3 untuk AI 1982 dan MDPJ 2024 79
Tabel 5.9 Titik tinjau kritis *linear elastic* F(1)3 untuk AI 1982 dan MDPJ 2024 79
Tabel 5.10 Hasil analisis *viscoelastic* KENPAVE F(1)3 untuk AASHTO MEPDG..... 80
Tabel 5.11 Titik tinjau kritis *viscoelastic* F(1)3 untuk AASHTO MEPDG..... 80
Tabel 5.12 Hasil analisis *linear elastic* KENPAVE F(2)3 untuk AI 1982 dan MDPJ 2024 ... 81
Tabel 5.13 Titik tinjau kritis *linear elastic* F(2)3 untuk AI 1982 dan MDPJ 2024 81
Tabel 5.14 Hasil analisis *viscoelastic* KENPAVE F(2)3 untuk AASHTO MEPDG..... 82
Tabel 5.15 Titik tinjau kritis *viscoelastic* F(2)3 untuk AASHTO MEPDG..... 82
Tabel 5.16 Hasil analisis *linear elastic* KENPAVE F(3)3 untuk AI 1982 dan MDPJ 2024 ... 83
Tabel 5.17 Titik tinjau *linear elastic* F(3)3 untuk AI 1982 dan MDPJ 2024..... 83
Tabel 5.18 Hasil analisis *viscoelastic* KENPAVE F(3)3 untuk AASHTO MEPDG..... 83
Tabel 5.19 Titik tinjau kritis *viscoelastic* F(3)3 untuk AASHTO MEPDG..... 84
Tabel 5.20 Hasil analisis *linear elastic* KENPAVE F(4)3 untuk AI 1982 dan MDPJ 2024 ... 84
Tabel 5.21 Titik tinjau kritis *linear elastic* F(4)3 untuk AI 1982 dan MDPJ 2024 85
Tabel 5.22 Hasil analisis *viscoelastic* KENPAVE F(4)3 untuk AASHTO MEPDG..... 85
Tabel 5.23 Titik tinjau kritis *viscoelastic* F(4)3 untuk AASHTO MEPDG..... 86
Tabel 5.24 Perbandingan hasil tegangan pada dua kondisi pemodelan KENPAVE 100
Tabel 5.25 Parameter model kinerja MDPJ 2024 dan AI 1982 101
Tabel 5.26 Variasi akomodasi beban lalu lintas dan tebal CTB (MDPJ, 2024) 101
Tabel 5.27 Rekapitulasi nilai jumlah repetisi izin beban model elastik linear (10^6 ESAL)... 101
Tabel 5.28 Ringkasan kerusakan dan parameter mekanistik pada AASHTO MEPDG..... 104
Tabel 5.29 Konstanta dan koefisien *transfer function* AASHTO MEPDG 104
Tabel 5.30 Rincian faktor kalibrasi lokal AASHTO MEPDG..... 106
Tabel 5.31 Faktor kalibrasi nasional retak lelah *(alligator cracking*) (AASHTO, 2015)..... 107
Tabel 5.32 Faktor kalibrasi lokal Arizona retak lelah (*top-down*) (Darter dkk., 2014) 109
Tabel 5.33 Nilai prediksi BUC *alligator cracking* AASHTO MEPDG 122
Tabel 5.34 Nilai prediksi TDC *longitudinal cracking* AASHTO MEPDG 124
Tabel 5.35 Nilai prediksi *subgrade rutting* AASHTO MEPDG..... 125