

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
ABSTRAK .....	x
ABSTRACT .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Keaslian Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	10
2.1 <i>Backcalculation</i> .....	10
2.2 Metode Mekanistik-Empirik .....	10
2.3 Hubungan Parameter Mekanistik-Empirik dengan Parameter Lain .....	11
2.4 Perbedaan Metode Mekanistik-Empirik dengan Metode Lainnya .....	12
2.5 Keunggulan Metode Mekanistik-Empirik .....	13
2.6 Program ELMOD 6.0 .....	14
2.7 Program KENPAVE .....	14
BAB III LANDASAN TEORI .....	15
3.1 Tipe Perkerasan .....	15
3.1.1 <i>Seal coat</i> .....	16
3.1.2 <i>Surface course</i> .....	16
3.1.3 <i>Binder course</i> .....	16
3.1.4 <i>Tack coat and prime coat</i> .....	17
3.1.5 <i>Base course and subbase course</i> .....	17
3.1.6 <i>Subgrade</i> .....	17

3.2 Analisis Mekanistik – Empirik .....	17
3.2.1 <i>Multi-layered system</i> .....	19
3.2.2 Faktor Desain .....	20
3.2.3 <i>Falling Weight Deflectometer (FWD)</i> .....	22
3.2.4 Respon Perkerasan Lentur .....	24
3.2.5 <i>Backcalculation</i> .....	25
3.3 <i>Pavement Distress Identification</i> .....	30
3.3.1 <i>Rutting</i> .....	30
3.3.2 <i>Fatigue cracking</i> .....	31
3.3.3 <i>Permanent deformation</i> .....	32
3.4 <i>Material Properties</i> .....	34
3.3.1 Modulus elastisitas .....	34
3.3.2 <i>Poisson's ratio</i> .....	36
3.5 Analisis Lalulintas .....	38
3.4.1 Analisis volume lalulintas .....	39
3.4.2 Data lalulintas .....	40
3.4.3 Umur rencana .....	40
3.4.4 Faktor pertumbuhan lalulintas .....	40
3.4.5 Lalulintas pada lajur rencana .....	41
3.4.6 Faktor ekivalen beban ( <i>vehicle damage factor</i> ) .....	41
3.4.7 Beban sumbu standar kumulatif .....	43
3.4.8 Jenis kendaraan .....	43
3.6 Analisis Struktur Perkerasan .....	43
3.7 Program ELMOD 6.0 .....	44
3.8 Analisis Modulus Elastisitas .....	46
3.9 Program KENPAVE .....	47
3.6.1 Sub program KENLAYER .....	48
3.10 Respon Perkerasan Program KENPAVE .....	51
3.11 Prediksi Kerusakan .....	52
3.7.1 Prediksi <i>rutting</i> .....	53
3.7.2 Prediksi <i>fatigue</i> .....	53
3.7.3 Prediksi <i>Permanent deformation</i> .....	53
3.12 Prediksi Sisa Umur Perkerasan .....	54
BAB IV METODE PENELITIAN .....	56

4.1 Lokasi Penelitian.....	56
4.2 Data Penelitian.....	56
4.2.1 Pengumpulan data primer .....	56
4.2.2 Pengumpulan data sekunder .....	57
4.3 Parameter Penelitian .....	57
4.4 Metode Penelitian .....	58
4.5 Alur Penelitian .....	60
4.5.1 Studi pustaka dan pengumpulan data.....	60
4.5.2 Analisis lalu lintas.....	61
4.5.3 Pengujian <i>falling weight deflectometer</i> (FWD).....	63
4.5.4 <i>Parameter input</i> ELMOD 6.0.....	64
4.5.5 Analisis <i>backcalculation</i> dengan ELMOD 6.0 .....	65
4.5.6 Analisis Modulus Elastisitas .....	70
4.5.7 <i>Parameter input</i> KENPAVE .....	71
4.5.8 Analisis KENPAVE.....	74
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	86
5.1 Analisis Data.....	86
5.1.1 Kondisi Eksisting.....	86
5.1.2 Data Lalu lintas .....	88
5.1.3 Data <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD).....	89
5.2 Analisis <i>Material Properties</i> Program ELMOD 6.0 .....	90
5.2.1 <i>Backcalculated moduli</i> .....	91
5.2.2 <i>Poisson's ratio</i> .....	93
5.2.3 <i>Pavement thickness</i> .....	93
5.3 Analisis Nilai Tegangan - Regangan Program KENPAVE.....	94
5.4 Analisis Prediksi Nilai Kerusakan .....	95
5.4.1 Prediksi kerusakan <i>rutting</i> .....	95
5.4.2 Prediksi kerusakan <i>fatigue</i> .....	95
5.4.3 Prediksi kerusakan <i>permanent deformation</i> .....	96
2.523.064,11 .....	97
5.5 Analisis Prediksi Sisa Umur Perkerasan.....	98
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	106
6.1 Kesimpulan .....	106
6.2 Saran .....	107



DAFTAR PUSTAKA .....	109
LAMPIRAN.....	112
LAMPIRAN 1 .....	112
LAMPIRAN 2.....	115
LAMPIRAN 3.....	131

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rekapitulasi hasil penelitian terdahulu .....	6
Tabel 3. 1 <i>Severity level</i> pada <i>fatigue</i> dan <i>rutting</i> .....	33
Tabel 3.2 Nilai tipikal modulus elastisitas untuk <i>unstabilized material</i> (Sumber: FHWA, 2017).....	35
Tabel 3.3 Nilai tipikal modulus elastisitas untuk <i>stabilized material</i> (Sumber: FHWA, 2017).....	35
Tabel 3.4 Nilai tipikal modulus elastisitas untuk <i>subgrade</i> (Sumber: FHWA, 2017)....	36
Tabel 3. 5 Nilai elastisitas tipikal (sumber: Huang, 2004) .....	36
Tabel 3. 6 Nilai tipikal <i>poisson's ratio</i> (Sumber: FHWA, 2017).....	37
Tabel 3. 7 Nilai poisson's ratio (Sumber: Huang, 2004) .....	38
Tabel 3. 8 Umur rencana perkerasan baru (Sumber: Bina Marga, 2017).....	40
Tabel 3. 9 Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%) (Sumber: Bina Marga, 2017) .....	41
Tabel 3. 10 Faktor distribusi lajur (DL) (Sumber: Bina Marga, 2017) .....	41
Tabel 3. 11 Pengumpulan data beban gandar (Sumber: Bina Marga, 2017) .....	42
Tabel 3. 12 Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga (sumber: Bina Marga, 2017) .....	42
Tabel 3. 13 Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga (sumber: Bina Marga, 2017) .....	43
Tabel 4. 1 Pengelompokan golongan kendaraan .....	61
Tabel 4. 2 Nilai vehicle damage factor pada setiap kelompok kendaraan.....	62
Tabel 4. 3 Resume nilai CESA .....	63
Tabel 4.4 Parameter input pada ELMOD 6.0 .....	64
Tabel 4. 5 Input parameter suhu pada ELMOD 6.0.....	65
Tabel 4.6 Backcalculated moduli program ELMOD 6.0 ruas utara .....	66
Tabel 4.7 Backcalculated moduli program ELMOD 6.0 ruas selatan .....	66
Tabel 4.8 Nilai ambang batas reasonable moduli FHWA (2017).....	67
Tabel 4.9 Skenario pengelompokan kondisi backcalculated moduli menurut FHWA (2017).....	68
Tabel 4.10 Klasifikasi skenario backcalculated moduli pada ruas utara .....	68
Tabel 4.11 Klasifikasi skenario backcalculated moduli pada ruas selatan .....	69
Tabel 4. 12 Pengurutan nilai modulus elastisitas lapis HMA.....	70
Tabel 4. 13 Landasan parameter input program KENPAVE.....	72

Tabel 4. 14 Skema perhitungan input detail beban kendaraan .....	74
Tabel 4. 15 Detail input pada <i>general information</i> KENPAVE .....	75
Tabel 4. 16 Detail titik tinjauan pada Z coordinate KENPAVE .....	76
Tabel 4. 17 Type of loading pada KENPAVE .....	78
Tabel 4. 18 Output hasil pengujian FWD di Jl. Janti (Yogyakarta) - Prambanan (Batas Provinsi Jawa Tengah) ruas utara .....	112
Tabel 4. 19 Output hasil pengujian FWD di Jl. Janti (Yogyakarta) - Prambanan (Batas Provinsi Jawa Tengah) ruas selatan .....	113
Tabel 5. 1 Jenis dan tebal tiap lapis perkerasan (sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DIY, 2020) .....	86
Tabel 5. 2 Deskripsi geometri eksisting (sumber: Dinas Perhubungan Provinsi DIY, 2018) .....	87
Tabel 5. 3 Pengelompokan jenis kendaraan (sumber: Pd T-19-2004-B, 2004) .....	88
Tabel 5.4 Rekapitulasi lalu lintas harian rata-rata tahunan Jl. Janti (Yogyakarta) – Prambanan (Batas Provinsi Jawa Tengah) tahun 2020 (sumber: Satuan Kerja P2JN, 2020) .....	88
Tabel 5. 5 Modulus elastisitas eksisting analisis ELMOD 6.0 .....	92
Tabel 5. 6 Nilai <i>poisson's ratio</i> .....	93
Tabel 5. 7 Tebal tiap lapis perkerasan .....	93
Tabel 5. 8 Respon perkerasan lentur untuk prediksi <i>rutting</i> dan <i>permanent deformation</i> .....	94
Tabel 5. 9 Nilai <i>critical tensile strain</i> ruas utara dan ruas selatan .....	94
Tabel 5. 10 Resume nilai prediksi kerusakan perkerasan lentur .....	97
Tabel 5. 11 Resume penentuan nilai <i>remaining life single axle single tire</i> pada ruas utara .....	99
Tabel 5. 12 Resume penentuan nilai <i>remaining life single axle dual tire</i> pada ruas utara .....	100
Tabel 5. 13 Resume penentuan nilai <i>remaining life single axle single tire</i> pada ruas selatan .....	103
Tabel 5. 14 Resume penentuan nilai <i>remaining life single axle dual tire</i> pada ruas selatan .....	104
Tabel 5. 15 Resume tahun keruntuhan perkerasan lentur .....	105

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Penyebaran beban pada perkerasan kaku (Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017).....	15
Gambar 3. 2 <i>Cross section</i> perkerasan lentur .....	16
Gambar 3. 3 Tipikal sistem perkerasan (Sumber: Bina Marga, 2017) .....	18
Gambar 3. 4 Dimension of tire contact area .....	21
Gambar 3. 5 Diagram sistem pada pengujian falling weight deflectometer (Sumber: Elseifi, et al, 2012).....	22
Gambar 3. 6 Skema pengukuran beban dan defleski pada alat FWD (Sumber: Texas Department of Transportation FWD Technical Advisory).....	23
Gambar 3. 7 Konfigurasi pengujian FWD dengan geophone (Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2019).....	23
Gambar 3. 8 Typical deflection basin on the selected pavement surface .....	24
Gambar 3. 9 Lokasi respon perkerasan HMA (Sumber: FHWA, 2017) .....	25
Gambar 3. 10 Diagram tahapan umum backcalculation dengan mikrokomputer. (Sumber: Lytton, 1989) .....	28
Gambar 3. 11 Rutting pada asphalt concrete surfaced pavement (ACP).....	30
Gambar 3. 12 Pengukuran rutting lapangan .....	31
Gambar 3. 13 Severity level kerusakan fatigue cracking .....	31
Gambar 3. 14 Tegangan dan regangan yang digambarkan pada rentang elastis (Sumber: pavementinteractive.org) .....	34
Gambar 3. 15 Poisson's ratio (Sumber: pavementinteractive.org).....	37
Gambar 3. 16 Contoh penampang struktur perkerasan.....	44
Gambar 3. 17 <i>Backcalculation</i> dengan ELMOD 6.0 (Sumber: <i>Quick Start Manual</i> ELMOD 6.0).....	45
Gambar 3. 18 Grafik dan tabel hasil analisis ELMOD 6.0 (Sumber: <i>Quick Start Manual</i> ELMOD 6.0).....	46
Gambar 3. 19 Letak <i>percentile</i> pada distribusi frekuensi .....	46
Gambar 3. 20 Tampilan awal program KENPAVE (Sumber: Fadhlán, 2010) .....	47
Gambar 3. 21 Tampilan KENLAYER (Sumber: Fadhlán, 2010).....	48
Gambar 3. 22 Tampilan menu General pada KENLAYER (Sumber: Fadhlán, 2010) ..	49
Gambar 3. 23 Tampilan layar Zcoord pada KENLAYER (Sumber: Fadhlán, 2010) ....	49
Gambar 3. 24 Tampilan menu Layer (Sumber: Fadhlán, 2010).....	50
Gambar 3. 25 Tampilan layar interface (Sumber: Fadhlán, 2010) .....	50
Gambar 3. 26 Tampilan menu load (Sumber: Fadhlán, 2010) .....	51
Gambar 3. 27 Strain factor for single wheel.....	52

Gambar 3. 28 Konsep sisa umur perkerasan.....	55
Gambar 4. 1 Lokasi tinjauan penelitian (Sumber: google.com/maps) .....	56
Gambar 4. 2 <i>Input</i> pada menu <i>general information</i> KENPAVE .....	74
Gambar 4. 3 Detail <i>input</i> pada menu <i>Z coordinate</i> KENPAVE .....	75
Gambar 4. 4 Detail <i>input</i> pada <i>layer thickness, poisson's ratio, and unit weight</i> KENPAVE .....	76
Gambar 4. 5 Detail <i>input</i> pada menu <i>layer moduli</i> KENPAVE .....	77
Gambar 4. 6 Detail input load information KENPAVE .....	77
Gambar 4. 7 Detail <i>coordinate respond</i> KENPAVE pada <i>single axle single tire</i> .....	78
Gambar 4. 8 Pemilihan KENLAYER dalam analisis KENPAVE .....	79
Gambar 4. 9 Proses analisis KENLAYER selesai .....	79
Gambar 4. 10 Pilihan LGRAPH pada KENLAYER .....	80
Gambar 4. 11 Grafik pada <i>period 1 load 1</i> KENLAYER .....	80
Gambar 4. 12 Pilihan EDITOR pada KENPAVE .....	81
Gambar 4. 13 Penentuan nilai Fe pada ruas utara.....	82
Gambar 4. 14 Penentuan nilai Fe pada ruas selatan .....	83
Gambar 4. 15 Flowchart alur penelitian. ....	85
Gambar 5. 1 Struktur dan tebal perkerasan tiap lapis Jalan Janti (Yogyakarta)- Prambanan (Batas Provinsi Jawa Tengah) .....	87
Gambar 5. 2 Peta jaringan jalan Provinsi Jawa Tengah dan lokasi tinjauan penelitian (Sumber: SK Menteri PUPR No.290/KPTS/M/2015, 2015).....	87
Gambar 5.3 <i>Deflection basin</i> pengujian FWD pada ruas utara Jl. Janti (Yogyakarta) - Prambanan (Batas Provinsi Jawa Tengah) .....	90
Gambar 5.4 <i>Deflection basin</i> pengujian FWD pada ruas selatan Jl. Janti (Yogyakarta) - Prambanan (Batas Provinsi Jawa Tengah) .....	90
Gambar 5.5 <i>Backcalculated moduli</i> pada ruas utara.....	91
Gambar 5.6 <i>Backcalculated moduli</i> pada ruas selatan .....	92
Gambar 5. 7 Presentase klasifikasi <i>backcalculated moduli</i> pada ruas utara.....	92
Gambar 5. 8 Presentase klasifikasi <i>backcalculated moduli</i> pada ruas selatan.....	93





UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**Prediksi Kerusakan dan Sisa Umur Perkerasan Lentur Dengan Metode Mekanistik - Empirik dan Backcalculation (Studi Kasus: Jalan Janti (Yogyakarta) - Prambanan (Batas Provinsi Jawa Tengah))**  
RIZKY RAHMAWATI, Ir. Latif Budi Suparma, M.Sc., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 .....	112
LAMPIRAN 2 .....	115
LAMPIRAN 3 .....	131