

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI & SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perkerasan Lentur	5
2.1.1 Lapis Permukaan ( <i>Surface Course</i> )	5
2.1.2 Lapis Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> )	6
2.1.3 Lapis Pondasi Bawah ( <i>Subbase Course</i> )	6
2.1.4 Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> )	7
2.2 Metode Lendutan ( <i>Deflection Method</i> )	7
2.3 <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD)	7
2.3.1 Prinsip Kerja <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD)	8

2.3.2 Metode Pengukuran <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD)	9
2.4 Perbedaan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Sebelumnya	10
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	13
3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan	13
3.2 Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> )	14
3.3 Perencanaan Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) dengan Metode Lendutan Bina Marga 2017	15
3.3.1 Lalu Lintas	16
3.3.1.1 Analisa Volume Lalu Lintas	16
3.3.1.2 Data Lalu Lintas	16
3.3.1.3 Jenis Kendaraan	16
3.3.1.4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	17
3.3.1.5 Lalu Lintas pada Lajur Rencana	17
3.3.1.6 Faktor Ekivalen Beban ( <i>Vehicle Damage Factor</i> )	18
3.3.1.7 Beban Sumbu Standar Kumulatif	21
3.3.1.8 Umur Rencana	21
3.3.2 Desain Tebal <i>Overlay</i> dengan Lendutan Bina Marga 2017	22
3.3.2.1 Tebal <i>Overlay</i> Non-struktural	23
3.3.2.2 Tebal <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Maksimum	23
3.3.2.3 Tebal <i>Overlay</i> Berdasarkan Lengkung Lendutan	24
3.4 Perencanaan Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) dengan Metode Lendutan AASHTO 1993	31
3.4.1 Analisa Lalu Lintas	31
3.4.1.1 <i>Equivalent Single Axle Load</i> (ESAL)	32
3.4.1.2 Faktor Truk/Faktor Ekivalensu Beban Sumbu Kendaraan (E)	32
3.4.1.3 Faktor Distribusi Arah dan Faktor Distribusi Lajur	33
3.4.2 Koefisien Lapisan ( $a_i$ )	34
3.4.3 Koefisien Drainase (m)	35
3.4.4 <i>Structural Number</i> (SN)	37
3.4.5 Desain Tebal <i>Overlay</i> dengan Metode Lendutan	

AASHTO 1993	38
3.4.5.1 Modulus <i>Resilient</i> ( $M_R$ ) Tanah Dasar	38
3.4.5.2 Modulus Efektif Perkerasan ( $E_p$ )	39
3.4.5.3 Modulus Resilien Tanah Dasar Perencanaan ( $M_R$ desain)	40
3.4.5.4 Kemampuan Pelayanan ( <i>Serviceability</i> )	40
3.4.5.5 Reliabilitas (R)	41
3.4.5.6 Deviasi Standar Normal ( $Z_R$ )	42
3.4.5.7 Deviasi Standar Keseluruhan ( $S_0$ )	43
3.4.5.8 Koefisien Lapisan ( $a_{OL}$ )	43
3.4.5.9 Angka Struktural Efektif Perkerasan ( $SN_{eff}$ )	45
3.4.5.10 Penentuan Angka Struktural Rencana ( $SN_f$ )	46
3.4.5.11 Tebal Lapis Tambahan Perkerasan	47
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	48
4.1 Metode Penelitian	48
4.2 Data Penelitian	48
4.3 Tahapan Penelitian	48
4.4 Metode Analisis Data	51
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	56
5.1 Hasil Pengambilan Data	56
5.1.1 Data Lalu Lintas Harian (LHR)	56
5.1.2 Data Lendutan <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD)	56
5.1.3 Data Perkerasan Jalan	57
5.2 Metode Bina Marga 2017	57
5.2.1 Analisis Lalu Lintas	57
5.2.1.1 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	57
5.2.1.2 Lalu Lintas pada Lajur Rencana	58
5.2.1.3 Faktor Ekuivalen Beban ( <i>Vehicle Damage Factor</i> )	58
5.2.1.4 Beban Sumbu Standar Kumulatif	58
5.2.2 Desain Tebal <i>Overlay</i>	61
5.2.2.1 Faktor Keseragaman Data	61

5.2.2.2	Lendutan Terkoreksi Musism	64
5.2.2.3	Lendutan Terkoreksi Beban Normal	65
5.2.2.4	Lengkung Lendutan	66
5.2.2.5	Lendutan Terkoreksi Temperatur	67
5.2.2.6	Penyesuaian Lendutan ( $D_0$ ) FWD ke BB	68
5.2.2.7	Menentukan Tebal <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Maksimum	68
5.2.2.8	Menentukan Tebal <i>Overlay</i> Berdasarkan Lengkung Lendutan ( $D_0$ - $D_{200}$ )	71
5.3	Metode AASHTO 1993	73
5.3.1	Analisis Lalu Lintas	73
5.3.1.1	ESAL per Tahun	73
5.3.1.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas ( $R$ )	79
5.3.1.3	Jumlah Kumulatif <i>Equivalent Single Axle Load</i> Tahun $n$ ( $W_{18}$ )	79
5.3.2	Desain Tebal <i>Overlay</i> Metode Lendutan AASHTO 1993	79
5.3.2.1	Perhitungan Modulus Resilien Tanah Dasar ( $M_R$ )	79
5.3.2.2	Perhitungan Balik Modulus Efektif Perkerasan ( $E_p$ )	82
5.3.2.3	Perhitungan Angka Struktural Efektif Eksisting ( $SN_{eff}$ )	83
5.3.2.4	Perhitungan Angka Struktural Efektif Rencana ( $SN_f$ )	83
5.3.2.5	Perhitungan Tebal <i>Overlay</i> Metode Lendutan AASHTO 1993	84
5.4	Pembahasan	87
5.4.1	Perbandingan Konsep Desain	87
5.4.2	Perbandingan Parameter Desain	89
5.4.3	Perbandingan Prosedur Desain	91
5.4.4	Perbandingan Hasil Desain	92

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	95
6.1 Kesimpulan	95
6.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	99

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jarak antar <i>Deflector</i>	9
Tabel 2.2	Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1	Faktor Laju Perutmbuhan Lalu Lintas (i) (%)	17
Tabel 3.2	Faktor Distribusi Lajur (DL)	18
Tabel 3.3	Nilai VDF masing-masing Jenis Kendaraan Niaga	19
Tabel 3.4	Nilai VDF masing-masing Jenis Kendaraan Niaga	20
Tabel 3.5	Umur Rencana Jenis Penanganan	21
Tabel 3.6	Tebal <i>Overlay</i> untuk Menentukan IRI (non-struktural)	23
Tabel 3.7	Faktor Koreksi Temperatur Lendutan ( $D_0$ ) untuk FWD	28
Tabel 3.8	Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan ( $D_0$ - $D_{200}$ ) untuk FWD	28
Tabel 3.9	Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan ( $D_0$ - $D_{200}$ ) BB ke FWD	29
Tabel 3.10	Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan ( $D_0$ ) FWD ke BB	30
Tabel 3.11	Umur Lelah ( <i>Fatigue</i> ) Aspal Modifikasi	30
Tabel 3.12	Faktor Distribusi Lajur ( $D_L$ ) untuk Perancangan Perkerasan	34
Tabel 3.13	Faktor Distribusi Arah ( $D_D$ ) untuk Perancangan Perkerasan	34
Tabel 3.14	Koefisien Lapisan ( $a_i$ )	35
Tabel 3.15	Koefisien Pengaliran (C)	37
Tabel 3.16	Koefisien Drainase	37
Tabel 3.17	Hubungan Kondisi Jalan dan PSI	41
Tabel 3.18	Nilai <i>Reliability</i> (R)	42
Tabel 3.19	Hubungan antara R dan $Z_R$	42
Tabel 3.20	Koefisien Lapisan ( $a_i$ ) untuk Perkerasan Lentur Eksisting Setelah Dipengaruhi oleh Kerusakan	44
Tabel 5.1	Data LHR Jalan Arteri Selatan – Yogyakarta KM 6.750 – 25.250	56
Tabel 5.2	Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan	58
Tabel 5.3	Data Lendutan Seragam	62
Tabel 5.4	Perhitungan $d_0^2$	63

Tabel 5.5	Rekapitulasi Perhitungan $D_0$ rata-rata	69
Tabel 5.6	Rekapitulasi Perhitungan $D_0 - D_{200}$ rata-rata	72
Tabel 5.7	Konfigurasi Beban Sumbu Roda Kendaraan	74
Tabel 5.8	Rata-rata Hujan Tahun 2011 – 2016 Wilayah DIY	76
Tabel 5.9	Hasil Rekapitulasi Perhitungan VDF	77
Tabel 5.10	ESAL Kumulatif per Tahun	78
Tabel 5.11	Defleksi STA 2+000 Ruas Jalan Arteri Selatan KM 6+750 – 25+250	80
Tabel 5.12	Rekapitulasi Tebal <i>Overlay</i> Ruas Jalan Arteri Selatan KM 6+750 – 25+250 Metode AASHTO 1993	85
Tabel 5.13	Perbandingan Parameter Desain Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993	89
Tabel 5.14	Perbandingan Hasil Desain	93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian Tampak Atas	4
Gambar 2.1	Rangkaian Alat <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD)	9
Gambar 3.1	Solusi <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Balik <i>Benkelman Beam</i> untuk WMAPT 41°C	24
Gambar 3.2	Fungsi Lengkung Lendutan	25
Gambar 3.3	Tebal <i>Overlay</i> Aspal Konvensional untuk Mencegah Retak Akibat Lelah pada MAPT > 35 ( <i>Overlay</i> Tipis)	26
Gambar 3.4	Tebal <i>Overlay</i> Aspal Konvensional untuk Mencegah Retak Akibat Lelah pada MAPT > 35 ( <i>Overlay</i> Tebal)	26
Gambar 3.5	Distribusi Beban Sumbu dan Beban Kendaraan	33
Gamabr 3.6	Faktor Penyesuaian Nilai $D_0$ Terhadap Temperatur untuk Aspal Semen dengan Lapis Pondasi Granuler atau Distabilisasi Dengan Aspal	40
Gambar 3.7	Grafik Penentuan Nilai Koefisien Lapisan ( $a_i$ )	45
Gambar 3.8	Nomogram Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	47
Gambar 4.1	Bagan Alir Penelitian	49
Gambar 4.2	Bagan Alir Perhitungan Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) Metode Lendutan Bina Marga 2017	53
Gambar 4.3	Bagan Alir Perhitungan Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) Metode Lendutan AASHTO 1993	55
Gambar 5.1	Grafik Data Lendutan Seragam	62
Gambar 5.2	Menentukan Tebal <i>Overlay</i>	71
Gambar 5.3	Distribusi Beban Sumbu dan Beban Kendaraan	74
Gambar 5.4	Potongan Melintang Jalan Arteri Selatan KM 6.750 – 25.250	75



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Faktor Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (AASHTO 1993)	100
Lampiran 2	Data Olah FWD P2JN	102
Lampiran 3	Rekapitulasi Perhitungan $D_0$ dan $D_0$ - $D_{200}$ Terkoreksi	104
Lampiran 4	Perhitungan Faktor VDF Kendaraan	105
Lampiran 5	Perhitungan Faktor VDF Kendaraan yang Digunakan	109
Lampiran 6	Rekapitulasi Perhitungan Nilai $M_R$ Tanah Dasar	113
Lampiran 7	Rekapitulasi Perhitungan Nilai $E_p$ dan $SN_{eff}$	115

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a	= Jari-Jari Pelat Beban
$a_e$	= Jari-jari Gelembung Tegangan pada Permukaan Batas antara Tanah Dasar dan Struktur Perkerasan
$a_{OL}$	= Koefisien Lapisan
AASHTO	= American Association of State Highway and Transportation Officials
BB	= <i>Benkelman Beam</i>
C	= Faktor Koreksi
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
CC	= <i>Characteristic Curvature</i>
CESAL	= <i>Cumulative Equivalent Single Axle Load</i>
CF	= <i>Curvature Function</i>
D	= Tebal Total Lapisan Perkerasan di Atas Tanah Dasar
$D_0$	= Lendutan Maksimum
$D_0-D_{200}$	= Lengkung Lendutan
DD	= Faktor Distribusi Arah
DL	= Faktor Distribusi Lajur
$d_r$	= Lendutan pada Jarak r dari Pusat Pembebanan
$d_r$	= Lendutan Rata-rata
E	= Faktor Ekivalensi Beban Sumbu Kendaraan
$E_p$	= Modulus Efektif Seluruh Lapisan Struktur Perkerasan di Atas Tanah Dasar
ESA	= <i>Equivalent Standard Axle</i>
ESAL	= <i>Equivalent Single Axle Load</i>
FK	= Faktor Keseragaman
$f_T$	= Faktor Koreksti Temperatur
FWD	= <i>Falling Weight Deflectometer</i>
$H_{OL}$	= Tebal Lapis Tambahan yang Diperlukan

HRS	= <i>Hot Rolled Sheet</i>
HRS-WC	= <i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course</i>
i	= Faktor Laju Pertumbuhan Lalu lintas
IPf	= Indeks Permukaan Jalan Hancur
IRI	= <i>International Roughness Index</i>
LHRT	= Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan
MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
$M_R$	= Modulus <i>Resilient</i>
N	= Jumlah Data Lendutan
NDT	= <i>Non Destructive Test</i>
$P_0$	= Kemampuan Pelayanan Awal
P	= Besar Beban yang Digunakan
p	= Tekanan Akibat Beban pada Pelat FWD
PSI	= <i>Present Serviceability Service</i>
$P_t$	= Kemampuan Pelayanan Akhir
R	= Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu lintas Kumulatif (%)
R	= Reliabilitas
r	= Jarak dari Pusat Pembebanan
s	= Standar Deviasi
SN	= <i>Structural Number</i>
$SN_{eff}$	= Struktural Efektif Perkerasan
$SN_f$	= Angka Struktural Rencana
$S_o$	= Deviasi Standar Keseluruhan
UR	= Umur Rencana
VDF	= <i>Vehicle Damage Factor</i>
W18	= Perkiraan Jumlah Beban Sumbu Standar Ekuivalen 18-Kip
WMAAT	= <i>Weighted Mean Annual Air Temperature</i>
WMAPT	= <i>Weighted Mean Annual Pavement Temperature</i>
$Z_R$	= Deviasi Standar Normal
$\Delta PSI$	= Jumlah Total Kehilangan Kemampuan Pelayanan