

KOMPUTERISASI PENENTUAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN METODE AASHTO 1993

ANDRI SURYADI
NRP: 1321049

Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc.

ABSTRAK

Perkerasan kaku banyak digunakan pada jalan tol. Volume kendaraan yang melewati ruas jalan tol perlu didukung oleh perkerasan pada ruas jalan yang dilewatinya. Perhitungan tebal perkerasan secara komputerisasi perlu dikembangkan untuk meminimalisir kesalahan, memperoleh hasil yang lebih teliti, cepat, akurat, dan dapat dilakukan secara iterasi.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kebutuhan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan tol dengan menggunakan metode AASHTO 1993. Faktor-faktor yang mempengaruhi pendekatan empiris dalam desain struktur perkerasan kaku suatu ruas jalan disusun secara komputerisasi. Nilai faktor yang digunakan dalam perhitungan, diperoleh dari proyek Jalan Tol Cikopo-Palimanan dan kekurangannya diasumsikan sesuai dengan aturan AASHTO 1993.

Analisis data dihitung secara komputerisasi, diolah dengan perangkat lunak yaitu *Microsoft Excel* versi tahun 2010. Hasil analisis penentuan tebal perkerasan kaku diperoleh tebal sebesar 39cm untuk Jalan Tol Cipali. Model untuk penentuan tebal perkerasan W_{18} nominal adalah $\log_{10}(2541530993,12)$, yang berarti bahwa logaritma dari total kumulatif beban 18-kip ESAL yaitu 9,41. Perhitungan beban gandar standar kumulatif menggunakan metode AASHTO 1993 dengan W_{18} desain diperoleh hasil sebesar 8,97, yang berarti bahwa tebal pelat beton rencana dapat diterapkan pada ruas Jalan Tol Cipali sesuai dengan toleransi yang diberikan AASHTO 1993.

Kata kunci: Perkerasan Kaku, AASHTO 1993, Komputerisasi.

COMPUTERIZED FOR DETERMINATION OF THE RIGID PAVEMENT THICKNESS USING AASHTO 1993 METHOD

ANDRI SURYADI

NRP: 1321049

Supervisor: Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc.

ABSTRACT

Rigid pavement is widely used on toll roads. The volume of vehicles passing through toll roads need to be supported by the pavement on the road in its path. Computerized about calculation of pavement thickness needs to be developed to minimize the human error, obtain the results more conscientious, fast, accurate, and can be done iteratively.

The purpose of this study was to analyze the necessary of rigid pavement thickness for the road using AASHTO 1993 method, and compiled in a computerized many factors that affect the empirical approach in the design of rigid pavement structure to a road section. Value factors used in the calculation, obtained from Toll Road project Cikopo-Palimanan and shortcomings assumed in accordance with the rules of AASHTO 1993.

Computerisation data analysis is calculated, which is processed by software that Microsoft Excel version 2010. The results of the analysis of the determination of the rigid pavement thickness obtained by 39centimeters thick for Cikampek-Palimanan Toll Road. The model for determining the pavement thickness W_{18} nominal is $\log_{10}(2541530993,12)$, which means that the logarithm of the total cumulative load of 18-kips ESAL is 9,41. Cumulative standard axle load calculations using the 1993 AASHTO method within W_{18} design the result obtained was 8,97, which means that the concrete slab thickness plan will be put on Cikampek-Palimanan toll road segment in accordance with the tolerance of AASHTO 1993.

Keywords: Rigid Pavement, AASHTO 1993, Computerized.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Inti Permasalahan	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
1.6 Lisensi Perangkat Lunak	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Perkerasan Jalan Raya	5
2.1.1 Perkembangan Konstruksi Perkerasan Jalan.....	5
2.1.2 Klasifikasi Tipe Perkerasan Jalan	8
2.1.3 Komponen dan Fungsi Lapisan Perkerasan Jalan.....	9
2.2 Konstruksi Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	12
2.2.1 Definisi Perkerasan Kaku.....	13
2.2.2 Jenis Perkerasan Kaku.....	13
2.2.3 Manfaat dari Perkerasan Kaku	17
2.3 Parameter Desain Perkerasan Kaku	17
2.3.1 Tanah Dasar.....	18
2.3.1.1 CBR Tanah Dasar	18
2.3.1.2 Modulus Reaksi Tanah Dasar	18
2.3.2 Lapisan Fondasi Bawah	18
2.3.2.1 Material Berbutir.....	19
2.3.2.2 Bahan Pengikat.....	19
2.3.2.3 Beton Kurus.....	20
2.3.3 Material Beton Semen.....	20
2.3.3.1 Kuat Tekan Beton.....	20
2.3.3.2 Kuat Tarik Beton.....	21
2.3.3.3 Modulus Elastisitas Beton.....	21
2.3.3.4 Modulus Kelenturan Beton	21

2.3.3.5 Perkuatan Mutu Struktur	22
2.3.4 Lalu Lintas.....	22
2.3.4.1 Lajur Rencana	23
2.3.4.2 Koefisien Distribusi Arah.....	23
2.3.4.3 Koefisien Distribusi Lajur.....	23
2.3.4.4 Konfigurasi Sumbu Kendaraan	24
2.3.4.5 Umur Rencana Perkerasan	25
2.3.4.6 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas.....	26
2.3.4.7 Lalu Lintas Rencana.....	27
2.3.5 <i>Serviceability</i>	27
2.3.5.1 <i>Initial Present Serviceability Index</i>	28
2.3.5.2 <i>Terminal Serviceability Index</i>	28
2.3.6 Reliabilitas.....	28
2.3.6.1 Standar Deviasi	29
2.3.6.2 Standar Normal Deviasi	29
2.3.7 <i>Loss of Support Factor</i>	30
2.3.8 Koefisien	30
2.3.8.1 Koefisien Pelimpahan Beban	31
2.3.8.2 Koefisien Drainase	32
2.4 Model Perancangan Perkerasan Kaku	33
2.4.1 Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan	33
2.4.2 Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan.....	33
2.4.3 Beton Semen Menerus Dengan Tulangan.....	34
2.4.4 Ruji dan Batang Pengikat.....	34
2.5 Perangkat Lunak <i>Microsoft Excel</i>	35
2.5.1 Lembar Kerja <i>Microsoft Excel</i>	37
2.5.2 Memasukkan Data ke Lembar Kerja.....	39
2.5.3 Menggunakan Rumus.....	39
2.5.4 Menggunakan Fungsi	39
2.5.5 Menata Tampilan <i>Microsoft Excel</i>	40
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Bagan Alir Penelitian	42
3.2 Wilayah Studi	43
3.3 Metode Pengumpulan Data	47
3.4 Tahapan Penelitian	48
3.5 Prosedur Pengolahan Data dengan <i>Microsoft Excel</i>	50
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Bagan Alir Analisis	56
4.2 Penyajian Data.....	58
4.3 Analisis Data	71
4.3.1 Persamaan AASHTO 1993	71
4.3.2 Perhitungan Parameter Perkerasan Kaku	72
4.4 Analisis dengan Perangkat Lunak <i>Microsoft Excel</i>	75
4.5 Pembahasan	77
4.6 <i>Check Equation</i>	93
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	95
5.1 Simpulan.....	95
5.2 Saran.....	96

DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	100



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Perkerasan Romawi	6
Gambar 2.2 Konstruksi Perkerasan Telford	7
Gambar 2.3 Konstruksi Perkerasan Makadam	7
Gambar 2.4 Struktur Perkerasan Jalan	12
Gambar 2.5 Tipikal Struktur Perkerasan Kaku	13
Gambar 2.6 Sumbu Tunggal Roda Tunggal	24
Gambar 2.7 Sumbu Tunggal Roda Ganda	24
Gambar 2.8 Sumbu Tandem Roda Ganda	25
Gambar 2.9 Sumbu Tridem Roda Ganda	25
Gambar 2.10 Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan	33
Gambar 2.11 Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan	34
Gambar 2.12 Beton Semen Menerus Dengan Tulangan	34
Gambar 2.13 Tampilan Utama <i>Microsoft Excel</i>	36
Gambar 2.14 Lembar Kerja <i>Microsoft Excel</i>	37
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	42
Gambar 3.2 Peta Jalan Tol Cikopo-Palimanan	46
Gambar 3.3 <i>Trumpet Interchange</i>	47
Gambar 3.4 Penentuan Tebal <i>Rigid Pavement</i> dengan <i>Microsoft Excel</i>	51
Gambar 4.1 Bagan Alir Analisis	57
Gambar 4.2 Tipikal Perkerasan Detail A	59
Gambar 4.3 Lokasi Proyek Tol Cikopo-Palimanan	60
Gambar 4.4 Konfigurasi Penulangan Cikopo <i>Toll Plaza</i>	61
Gambar 4.5 Penulangan Seksi I pada Cikopo <i>Toll Plaza</i>	62
Gambar 4.6 Bagan Alir Penentuan Tebal Perkerasan Kaku Dengan <i>Microsoft Excel</i>	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Kuat Tekan Beton dan Angka Ekuivalen Baja dan Beton (n).....	15
Tabel 2.2 Persyaratan Gradasi.....	19
Tabel 2.3 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana.....	23
Tabel 2.4 Faktor Distribusi Lajur.....	23
Tabel 2.5 Umur Rencana Perkerasan Baru	26
Tabel 2.6 Perkiraan Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i).....	27
Tabel 2.7 Hubungan Umur Rencana dengan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	27
Tabel 2.8 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana	28
Tabel 2.9 Nilai Reliabilitas untuk Berbagai Klasifikasi Jalan	28
Tabel 2.10 Standar Normal Deviasi	29
Tabel 2.11 Faktor Kehilangan Daya Dukung Berdasarkan Tipe Material...	30
Tabel 2.12 Koefisien Pelimpahan Beban	32
Tabel 2.13 Koefisien Drainase untuk Perkerasan Kaku.....	32
Tabel 2.14 Definisi Kualitas Drainase	32
Tabel 2.15 Diameter Ruji	35
Tabel 2.16 Batang Pengikat	35
Tabel 2.17 <i>Shortcut</i> untuk Memindahkan <i>Cell Pointer</i>	38
Tabel 2.18 Beberapa Pilihan untuk Mengatur Posisi Teks	40
Tabel 2.19 <i>Toolbar</i> untuk Mengatur Posisi Teks.....	41
Tabel 3.1 Penentuan Desain Jalan.....	52
Tabel 3.2 Penentuan Beban Lalu Lintas	53
Tabel 3.3 Penentuan Lapisan Fondasi Bawah	54
Tabel 3.4 Penentuan Parameter Metode AASHTO 1993	54
Tabel 3.5 Penentuan Indeks Permukaan dan <i>Reliability</i>	54
Tabel 3.6 Rekapitulasi Tebal Lapis Perkerasan Beserta <i>Check Equation</i> ...	54
Tabel 3.7 Rekapitulasi Tebal Lapis Perkerasan	55
Tabel 4.1 Keterangan Data <i>Input</i>	58
Tabel 4.2 Data Lalu Lintas pada Juni 2015.....	63
Tabel 4.3 Data Lalu Lintas pada Juli 2015	63
Tabel 4.4 Data Lalu Lintas pada Agustus 2015	64
Tabel 4.5 Data Lalu Lintas pada September 2015	64
Tabel 4.6 Data Lalu Lintas pada Oktober 2015	65
Tabel 4.7 Data Lalu Lintas pada November 2015	65
Tabel 4.8 Data Lalu Lintas pada Desember 2015	66
Tabel 4.9 Data Lalu Lintas pada Januari 2016.....	66
Tabel 4.10 Data Lalu Lintas pada Februari 2016.....	67
Tabel 4.11 Data Lalu Lintas pada Maret 2016.....	67
Tabel 4.12 Data Lalu Lintas pada April 2016.....	68
Tabel 4.13 Data Lalu Lintas pada Mei 2016.....	68
Tabel 4.14 Data Lalu Lintas pada Juni 2016	69
Tabel 4.15 Data Lalu Lintas pada Juli 2016	69

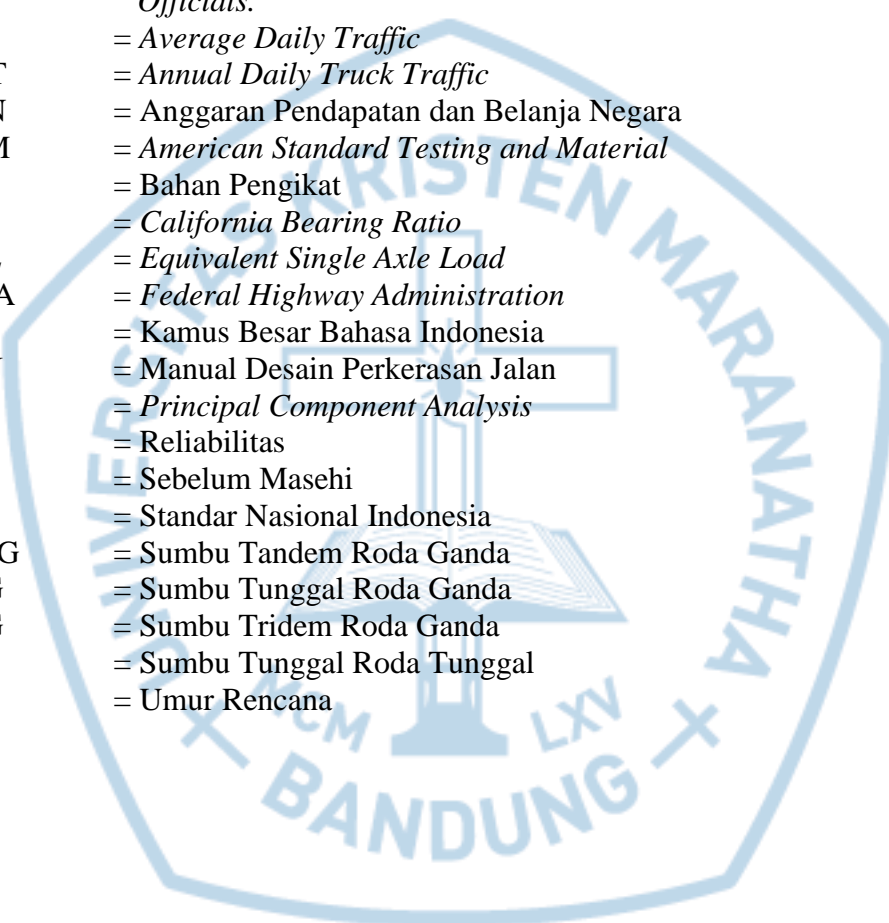
Tabel 4.16 Data Lalu Lintas pada Agustus 2016	70
Tabel 4.17 Data Lalu Lintas pada September 2016	70
Tabel 4.18 Data Lalu Lintas pada Oktober 2016	71
Tabel 4.19 Standar Kelas Jalan berdasarkan Fungsi, Dimensi Kendaraan dan MST	77
Tabel 4.20 Laju Pertumbuhan Bulanan Kendaraan di Gerbang Cikopo pada Juni 2015-Juni 2016.....	78
Tabel 4.21 Laju Pertumbuhan Bulanan Kendaraan di Gerbang Palimanan pada Juni 2015-Oktober 2016	79
Tabel 4.22 Laju Pertumbuhan Tahunan Kendaraan di Gerbang Palimanan	80
Tabel 4.23 Rekapitulasi Laju Pertumbuhan di Tol Cipali.....	80
Tabel 4.24 Rekapitulasi Faktor Pertumbuhan pada Tol Cipali	81
Tabel 4.25 Golongan Jenis Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol yang Sudah Beroperasi.....	82
Tabel 4.26 Jumlah Kendaraan yang Melintas pada Jalan Tol Kunciran-Serpong	85



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ϵ_s	= Koefisien Susut Beton
ϵ_s	= Modulus Elastisitas Baja
μ	= Koefisien Gesek antara Pelat Beton dan Fondasi Bawah
ϕ	= Diameter Batang Pengikat yang Dipilih
ΔPSI	= <i>Present Serviceability Index</i>
A_s	= Luas Penampang Tulangan
A_t	= Luas Penampang Tulangan per Meter Panjang Sambungan
b	= Jarak Terkecil Antar Sambungan/Jarak Sambungan dengan Tepi Perkerasan
BJTU-24	= Baja Tulangan Ulir Mutu 240 MPa.
C	= Koefisien Distribusi Lajur
C_d	= Koefisien Drainase
d	= Diameter Tulangan
D	= Koefisien Distribusi Arah
E_c	= Modulus Elastisitas Beton
f_b	= Tegangan Lekat antara Tulangan dengan Beton
f_c'	= Kuat Tekan Beton Karakteristik 28 Hari
f_{cf}	= Kuat Tarik Lentur Beton Umur 28 Hari
f_{cs}	= Kuat Tarik Belah Beton 28 Hari
f_{ct}	= Kuat Tarik Langsung Beton
F_{KB}	= Faktor Keamanan Beban
f_s	= Kuat Tarik Izin Tulangan
f_y	= Tegangan Leleh Rencana Baja
g	= Gravitasi
h	= Tebal Pelat Beton
i	= Laju Pertumbuhan Lalu Lintas per Tahun
J	= Koefisien Pelimpahan Beban
K-175	= Kuat Tekan Beton 175 kg/cm ²
k	= Konstanta
l	= Panjang Batang Pengikat
L	= Jarak antara Sambungan yang Tidak Diikat atau Tepi Bebas Pelat
L_{cr}	= Jarak Teoritis antara Retakan
LS	= Faktor Kehilangan Daya Dukung
M	= Berat Satuan Volume Pelat
M_R	= Modulus Reaksi Tanah Dasar
MR	= <i>Modulus of Rupture</i>
n	= Angka Ekuivalensi antara Baja dan Beton
P	= Perbandingan Luas Tulangan Memanjang
P_o	= <i>Initial Serviceability</i>
P_s	= Persentase Luas Tulangan Memanjang yang Dibutuhkan Terhadap Luas Penampang Beton
P_t	= <i>Terminal Serviceability</i>
R	= Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas.

$S'c$	= Modulus Kelenturan Beton
Sc	= Konstruksi Spesifik Pada Modulus Kelenturan Beton
S_{DS}	= Standar Deviasi Modulus Kelenturan Beton
So	= Standar Deviasi
u	= Perbandingan Keliling Terhadap Luas Tulangan
UR_m	= Waktu Tertentu, Sebelum Umur Rencana Selesai
W_{18}	= <i>18-Kip Equivalent Single Axle Load</i>
z	= Variasi Normal Standar
Z_R	= Standar Normal Deviasi
AASHO	= <i>American Association of State Highway Officials.</i>
AASHTO	= <i>American Association of State Highway And Transportation Officials.</i>
ADT	= <i>Average Daily Traffic</i>
ADTT	= <i>Annual Daily Truck Traffic</i>
APBN	= Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
ASTM	= <i>American Standard Testing and Material</i>
BP	= Bahan Pengikat
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
ESAL	= <i>Equivalent Single Axle Load</i>
FHWA	= <i>Federal Highway Administration</i>
KBBI	= Kamus Besar Bahasa Indonesia
MDPJ	= Manual Desain Perkerasan Jalan
PCA	= <i>Principal Component Analysis</i>
R	= Reliabilitas
SM	= Sebelum Masehi
SNI	= Standar Nasional Indonesia
STdRG	= Sumbu Tandem Roda Ganda
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Ganda
StrRG	= Sumbu Tridem Roda Ganda
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
UR	= Umur Rencana



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Detail Klasifikasi Jalan Tol Cipali	100
Lampiran L.2 Modulus Reaksi Tanah Dasar Efektif dengan Koreksi Nilai LS	105

