

Buku Referensi

Perkerasan Jalan Raya dengan Metode Lentur dan Kaku

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Buku Referensi

Perkerasan Jalan Raya dengan Metode Lentur dan Kaku

**Dr. Ir. Kemmala Dewi, M.T.
Ariel Kriswandatu, S.T.**



Buku Referensi

Perkerasan Jalan Raya dengan Metode Lentur dan Kaku

Diterbitkan pertama kali oleh Penerbit Arta Media
Hak cipta dilindungi oleh undang-undang *All Rights Reserved*
Hak penerbitan pada Penerbit Arta Media
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi
buku ini tanpa seizin tertulis dari Penerbit

Anggota IKAPI
NO.265/JTE/2023
Cetakan Pertama: Desember 2025
15,5 cm x 23 cm
ISBN: 978-634-7271-96-9

Penulis:
Dr. Ir. Kemmala Dewi, M.T.
Ariel Kriswandatu, S.T.

Desain Cover:
Sendi Gustiawan Saputra

Tata Letak:
Fany Nafira

Diterbitkan Oleh:
Penerbit Arta Media Nusantara

Jalan Kebocoran, Gang Jalak No. 52, Karangsalam Kidul,
Kedungbanteng, Banyumas, Jawa Tengah
Email: artamediantara.co@gmail.com
Website: <http://artamedia.co/>
Whatsapp : 081-392-189-880

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmatNYA penyusun dapat menyelesaikan buku referensi Perkerasan Jalan Raya dengan Metode Lentur dan Kaku.

Semoga buku referensi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan mahasiswa yang mempelajari Perencanaan Perkerasan Jalan Raya dengan Metode Lentur dan Kaku.

Dalam penyusunan buku referensi ini, apabila ada saran dan masukan guna penyempurnaan buku referensi ini. Semoga buku referensi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Semarang ,26 Januari 2026

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PERENCANAAN RUAS DAN KELAS JALAN.....	1
1.1 Analisis Kinerja Ruas dan Kelas Jalan	1
1.1.1 Perkerasan Jalan	1
1.1.2 Data Perencanaan	2
1.1.3 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR).....	3
1.1.4 Perhitungan Volume Lalu Lintas (Q)	4
1.1.5 Perhitungan Lebar Jalan	6
1.1.6 Perhitungan Kapasitas Jalan (C).....	7
1.1.7 Perhitungan Analisa Derajat Kejenuhan (DS).....	10
2.1 Mengetahui Kelas Jalan	11
BAB 2 PERKERASAN LENTUR.....	13
2.1 Perhitungan Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2017.....	13
2.1.1 Umur Rencana	13
2.1.2 Vehicle Damage Factor (VDF).....	14
2.1.3 Faktor Distribusi (DL)	16
2.1.4 Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas (R).....	17

2.1.5 Cumulative Single Axle Load (CESA)	17
2.1.6 California Bearing Ratio (CBR)	21
2.1.7 Pondasi Perkerasan Jalan	22
2.1.8 Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017	24
2.2 Perhitungan Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen 1987	25
2.2.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	26
2.2.2 Koefisien Distribusi (C)	27
2.2.3 Angka Ekuivalen (E)	28
2.2.4 Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)	29
2.2.5 Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)	30
2.2.6 Lintas Ekuivalen Tengah (LET)	30
2.2.7 Lintas Ekuivalen Rencana (LER)	31
2.2.8 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)	31
2.2.9 Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen 1987	38
 BAB 3 PERKERASAN KAKU	 43
3.1 Perhitungan Perkerasan Kaku Dengan Metode NAASRA 1987	43
3.1.1 Data Perencanaan	43
3.1.2 Mutu Beton Rencana	45
3.1.3 Beban Lalu Lintas Rencana	45
3.1.4 Perhitungan Kekuatan Tanah Dasar	47
3.1.5 Lapis Pondasi Bawah	48
3.1.6 Tebal Pelat Beton	49
3.1.7 Perhitungan Tulangan Memanjang dan Melintang	55

3.1.8 Menentukan Dowel.....	57
3.1.9 Menentukan Tie Bar	59
3.1.10 Tebal Perkerasan Kaku Metode NAASRA 1987	60
3.2 Perhitungan Perkerasan Kaku Dengan Metode AASTHO 1993	61
3.2.1 Umur Rencana	61
3.2.2 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR).....	62
3.2.3 Vehicle Damage Factor (VDF).....	62
3.2.4 Faktor Distribusi.....	65
3.2.5 Equivalent Single Axel Load (ESAL)	65
3.2.6 Serviceability	67
3.2.7 Reliability (R).....	68
3.2.8 Standard Normal Deviation (Z_R).....	69
3.2.9 Standard Deviation (S_o).....	70
3.2.10 Modulus Reaksi Tanah Dasar	70
3.2.11 Modulus Elastis Beton	73
3.2.12 Flexural Stength.....	73
3.2.13 Koefisien Drainase.....	74
3.2.14 Load Transfer	76
3.2.15 Menentukan Tebal Pelat (D).....	77
3.2.16 Rangkuman Hasil Perhitungan Tebal Plat.....	79
3.2.17 Perhitungan Tulangan Memanjang dan Melintang	80
3.2.18 Menentukan Dowel.....	82
3.2.19 Menentukan Tie Bar	83
3.2.20 Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993	84

PENUTUP	86
DAFTAR PUSTAKA	88
PROFIL PENULIS	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Grafik California Bearing Ratio (CBR).....	21
Gambar 2 Detail Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017	25
Gambar 3 Grafik California Bearing Ratio (CBR).....	32
Gambar 4 Indeks Tebal Perkerasan (Nomogram 4).....	37
Gambar 5 Detail Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen 1987	42
Gambar 6 Korelasi Hubungan antara Nilai (k) dan CBR	48
Gambar 7 Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Kaku.....	49
Gambar 8 Grafik Perencanaan untuk STRT	50
Gambar 9 Grafik Perencanaan untuk STRG	51
Gambar 10 Grafik Perencanaan untuk SGRG	52
Gambar 11 Detail Dowel Perkerasan Kaku Metode NAASRA 1987	58
Gambar 12 Grafik jarak maksimum Tie Bar	59
Gambar 13 Detail Tie Bar Perkerasan Kaku Metode NAASRA 1987	60
Gambar 14 Detail Perkerasan Kaku Metode NAASRA 1987	60
Gambar 15 Grafik Koreksi Nilai Efektif Modulus of Subgrade Reaction berdasarkan k	72
Gambar 16 Hubungan Antara (k) dan CBR.....	72
Gambar 17 Nomogram Perkerasan Kaku AASHTO 1993 (Segmen 1).....	77
Gambar 18 Nomogram Perkerasan Kaku AASHTO 1993 (Segmen 2).....	78
Gambar 19 Detail Dowel Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993	83
Gambar 20 Detail Tie Bar Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993.....	84
Gambar 21 Detail Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993	85

DAFTAR TABEL

Tabel 1 LHR Umur Rencana Awal.....	2
Tabel 2 LHR Umur Rencana Akhir.....	3
Tabel 3 Daftar Konversi ke Satuan Mobil Penumpang	4
Tabel 4 Data Lalu Lintas Harian dalam SMP/Hari	4
Tabel 5 Klasifikasi Kelas Jalan.....	5
Tabel 6 Penentuan faktor K dan faktor F berdasarkan VLHR.....	5
Tabel 7 Penentuan lebar Jalur dan Bahu Jalan	6
Tabel 8 Lebar Lajur Jalan Ideal	7
Tabel 9 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (CO).....	7
Tabel 10 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCW)	8
Tabel 11 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCSP).....	9
Tabel 12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Hambatan Samping (FCSF)	9
Tabel 13 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCCS)	10
Tabel 14 Tabel Level Of Service (LOS)	11
Tabel 15 Umur Rencana Perkerasan Baru.....	13
Tabel 16 Klasifikasi Jalan dan Nilai VDF Standar	14
Tabel 17 Nilai VDF4 pada setiap jenis kendaraan.....	16
Tabel 18 Faktor Distribusi Lajur	16
Tabel 19 Perhitungan Nilai ESA4 dan CESA4 14 tahun.....	18
Tabel 20 Menentukan Jenis Perkerasan	19
Tabel 21 Perhitungan Nilai CBR Tanah.....	21
Tabel 22 Desain Pondasi Jalan Minimum.....	22
Tabel 23 Bagan Desain – 3. Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum dengan CTB	24
Tabel 24 LHR Umur Rencana Awal	26
Tabel 25 LHR Umur Rencana Akhir	26
Tabel 26 Daftar Distribusi Kendaraan (C)	27
Tabel 27 Daftar Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan	28
Tabel 28 Perhitungan Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan.....	29
Tabel 29 Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP).....	29
Tabel 30 Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)	30
Tabel 31 Perhitungan Nilai CBR Tanah.....	31
Tabel 32 Daftar Faktor Regional (FR)	34
Tabel 33 Daftar Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)	35
Tabel 34 Daftar indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)	36

Tabel 35 Koefisien Kekuatan Relatif (a)	38
Tabel 36 Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Permukaan	39
Tabel 37 Batas Minimum Tebal Lapisan Pondasi Atas	40
Tabel 38 Tebal Perkerasan Lentur	41
Tabel 39 Jumlah Lajur berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana	44
Tabel 40 Faktor keamanan beban (FKB)	44
Tabel 41 Perhitungan Jumlah Sumbu berdasarkan Jenis dan Beban nya ..	45
Tabel 42 Perhitungan Repetisi beban	47
Tabel 43 Perbandingan tegangan dan jumlah pengulangan beban yang dijijinkan	53
Tabel 44 Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi	54
Tabel 45 Koefisien Gesekan Antara Pelat Beton Semen Dengan Pondasi Dibawahnya (F)	55
Tabel 46 Ukuran dan Jarak Batang Dowel (Ruji) Yang Disarankan	57
Tabel 47 Umur Rancangan Perkerasan	61
Tabel 48 LHR Umur Rencana Awal	62
Tabel 49 Klasifikasi Jalan dan Nilai VDF Standar	62
Tabel 50 Nilai VDF4 pada setiap jenis kendaraan	64
Tabel 51 Faktor Distribusi Lajur	65
Tabel 52 Perhitungan Nilai ESA4 dan CESA4 14 tahun	65
Tabel 53 Indeks Kemampuan Pelayanan Akhir (Pt)	67
Tabel 54 Reliability (R) disarankan	68
Tabel 55 Standard Normal Deviation (ZR)	69
Tabel 56 Parameter desain R, ZR, So	70
Tabel 57 Tipe Material	71
Tabel 58 Quality of Drainage	74
Tabel 59 Drainage Coefficient (Cd)	75
Tabel 60 Koefisien Load Transfer	76
Tabel 61 Koefisien Transfer Beban (J)	76
Tabel 62 Rangkuman Hasil Perhitungan Parameter Desain dan Tebal Plat	79
Tabel 63 Koefisien Gesekan Antara Pelat Beton Semen Dengan Pondasi Dibawahnya (F)	80
Tabel 64 Ukuran dan Jarak Batang Dowel (Ruji) Yang Disarankan	82
Tabel 65 Penentuan Batang Tie Bar	83

BAB 1

PERENCANAAN RUAS DAN KELAS JALAN

1.1 Analisis Kinerja Ruas dan Kelas Jalan

1.1.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang berada di atas tanah dasar yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu yang sudah direncanakan supaya mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Fungsi utama dari perkerasan sendiri yaitu untuk meneruskan atau mendistribusikan beban roda ke area permukaan tanah dasar (*subgrade*) yang lebih luas dibandingkan dengan luas kontak roda dengan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar (Buku Perancangan Perkerasan Jalan). Ada tiga macam konstruksi perkerasan jalan berdasarkan bahan pengikatnya yaitu : konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) (Nur dkk, 2021).

Tabel 1 LHR Umur Rencana Awal

No.	Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	LHR _{awal}
1	Sepeda Motor	-	10860 Kend/hari
2	Mobil Penumpang	2 ton (1+1)	7150 Kend/hari
3	Bus Besar	10 ton (3 + 7)	100 Kend/hari
4	Truk 2 As	8 ton (3 + 5)	150 Kend/hari
5	Truk 3 As	20 ton (4+8+8)	40 Kend/hari
6	Truk 4 As	27 ton (5+8+7+7)	24 Kend/hari

Sumber : Data Perencanaan

Apabila :

Pertumbuhan Lalu Lintas (i) : 4% per tahun

Umur Rencana Jalan (UR) : 14 tahun

Data CBR : 2; 4; 3; 6; 5; 7; 6; 6; 5;

8; 8; 5; 7; 5;

6; 3; 4; 2

Data Curah Hujan : 1175 mm/th

Kelandaian Maks Eksisting : 5%

1.1.3 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Dalam persoalan diatas, pertumbuhan lalu lintas didapatkan nilai sebesar 4,00 % dan umur rencana jalan adalah 14 tahun. Rumus untuk mencari faktor pengali pertumbuhan lalu lintas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 LHR_{akhir} &= LHR_{awal} (1 + i)^{UR} \\
 &= 10860 (1 + 0,04)^{14} \\
 &= 18806,006 \sim 18807 \text{ Kend/hari.}
 \end{aligned}$$

Tabel 2 LHR Umur Rencana Akhir

No.	Jenis Kendaraan	LHR _{awal}	UR	LHR _{akhir}
1	Sepeda Motor	10860 Kend/hari	$(1 + 0,04)^{14}$	18807 Kend/hari
2	Mobil Penumpang	7150 Kend/hari	$(1 + 0,04)^{14}$	12382 Kend/hari
3	Bus Besar	100 Kend/hari	$(1 + 0,04)^{14}$	174 Kend/hari
4	Truk 2 As	150 Kend/hari	$(1 + 0,04)^{14}$	260 Kend/hari
5	Truk 3 As	40 Kend/hari	$(1 + 0,04)^{14}$	70 Kend/hari
6	Truk 4 As	24 Kend/hari	$(1 + 0,04)^{14}$	42 Kend/hari

Sumber : Hasil Perhitungan

1.1.4 Perhitungan Volume Lalu Lintas (Q)

Source: Adapted from various sources, including traffic engineering references.

Tabel 3 Daftar Konversi ke Satuan Mobil Penumpang

No	Jenis kendaraan	Angka Ekuivalensi mobil Penumpang
1	Mobil penumpang / Jeep	1
2	Taksi	1
3	Pick up/mobil barang ringan	1
4	Bis besar / bertingkat	1,8
5	Bis kecil (9-25 pnp)	1,3
6	Mobil barang (> 2,5 ton)	1,5
7	Gandengan / trailer	2,5
8	Bemo / bajaj	0,8
9	Sepeda motor	0,2
10	Sepeda	0,2
11	Becak	0,5
12	Dokar / bendi	1,8

Sumber : Abubakar, et al (1999 : 32)

Tabel 4 Data Lalu Lintas Harian dalam SMP/Hari

No	Jenis kendaraan	Kend/hari/arrah	EMP	LHR dalam SMP
				(smp/hari/arrah)
1	Sepeda Motor	18807	0,2	3761
2	Mobil Penumpang	12382	1	12382
3	Bus Besar	174	1,8	313
4	Truk 2 As	260	1,5	390
5	Truk 3 As	70	2,5	175
6	Truk 4 As	42	2,5	105
Total LHR dalam SMP				17126

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5 Klasifikasi Kelas Jalan

Klasifikasi Fungsi	Kelas	LHR dalam SMP
Utama	I	> 20.000
Sekunder	II A	6.000 – 20.000
	II B	1.500 – 8.000
	II C	< 2.000
Penghubung	III	-

Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya 1987

Berdasarkan data di atas didapatkan hasil LHR yaitu 17.126 SMP/hari, maka jalan yang direncanakan termasuk dalam kategori Jalan Kelas II A (6.000 – 20.000).

Tabel 6 Penentuan faktor K dan faktor F berdasarkan VLHR

VLHR	FAKTOR-K (%)	FAKTOR-F (%)
>50.000	4 – 6	0,9 – 1
30.000 - 50.000	6 – 8	0,8 – 1
10.000 – 30.000	6 – 8	0,8 – 1
5.000 – 10.000	8 – 10	0,6 – 0,8
1.000 – 5.000	10 – 12	0,6 – 0,8
<1.000	12 - 16	<0,6

Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya 1987

Volume Jam Rencana (VJR) adalah perkiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/ jam, dihitung dengan rumus.

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F}$$

Di mana : **K** (disebut faktor **K**), adalah faktor volume lalu lintas jam sibuk, dan **F** (disebut faktor **F**), adalah faktor variasi tingkat lalu lintas perseperempat jam dalam satu jam

$K = 8 \%$; $F = 1 \%$

$$\begin{aligned} Q &= VLHR \times \frac{K}{F} \\ &= 17126 \times \left(\frac{8,0}{1,0} \right) \% \\ &= 1370,08 \sim 1370 \text{ smp/jam.} \end{aligned}$$

1.1.5 Perhitungan Lebar Jalan

Tabel 7 Penentuan lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000-10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.000-25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
>25.000	2nx3,5*	2,5	2x7,0*	2,0	2nx3,5*	2,0	**	**	-	-	-	-

Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya 1987

Tabel 8 Lebar Lajur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,50
Kolektor	IIIA, III B	3,00
Lokal	III C	3,00

Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya 1987

Berdasarkan kedua tabel di atas, didapatkan hasil LHR yaitu 17.126 SMP/hari dengan fungsinya sebagai jalan Arteri. Sehingga jalan yang direncanakan tersebut memiliki lebar Jalur minimum 7,0m dan lebar Bahu minimum 2,0m. Maka digunakan rencana lebar Jalur 8,0m dengan setiap lajunya 4,0m, dan lebar bahu 2,0m (2/2 UD).

1.1.6 Perhitungan Kapasitas Jalan (C)

Tabel 9 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (CO)

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 10 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCW)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W _c)	FC _w
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 11 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCSP)

Pemisahan arah Sp % - %		50 – 50	55 - 45	60 - 40	65 – 35	70 – 30
FC _{SP}	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat Lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Hambatan Samping (FCSF)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebarbahu FC _{SF}			
		Lebar bahu efektif W _s			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98

H	0,82	0,86	0,90	0,95
VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 13 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCCS)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber : MKJI, 1997

Sehingga didapatkan nilai kapasitas sebesar :

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\
 &= 2900 \times 1,14 \times 1,00 \times 0,98 \times 1,00 \\
 &= 3239,88 \sim 3240 \text{ smp/jam.}
 \end{aligned}$$

1.1.7 Perhitungan Analisa Derajat Kejenuhan (DS)

Tingkat kinerja ruas jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai Derajat Kejenuhan adalah :

$$\begin{aligned}
 DS &= \frac{Q}{c} \\
 &= \frac{1370 \text{ smp/jam}}{3240 \text{ smp/jam}} \\
 &= 0,423 < 0,74 \text{ (Tingkat Pelayanan B)}
 \end{aligned}$$

Tabel 14 Tabel Level Of Service (LOS)

Tingkat Pelayanan	Derajat Kejenuhan (DS)	Keterangan
A	0,00 – 0,20	Arus bebas, kecepatan bebas
B	0,20 – 0,44	Arus stabil, kecepatan mulai terbatas
C	0,45 – 0,74	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan
D	0,75 – 0,84	Arus tidak stabil, kecepatan menurun
E	0,85 – 1,00	Arus stabil, kendaraan tersendat
F	≥ 1,00	Arus terhambat, kecepatan rendah

Sumber : MKJI, 1997

Dikarenakan $DS = 0,423 < 0,45$ maka jalan ini dikategorikan berada pada Tingkat Pelayanan B (0,20 – 0,44), yaitu dimana *Dalam zona arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan.*

2.1 Mengetahui Kelas Jalan

Berdasarkan pada data yang dianalisis diatas, maka Jalan tersebut di klasifikasikan ke dalam kelas jalan sebagai berikut:

Fungsi Jalan : Arteri
 LHR Akhir : 17.126 SMP/hari
 Kelas Jalan : Kelas II A (SMP
 6.000 – 20.000)

Medan Jalan	: Datar	
Kecepatan Rencana	:Maks	100
km/jam (70 – 120 km/jam)		
Kemiringan melintang perkerasan	: 2 %	
Kemiringan melintang bahu jalan	: 4 %	
Jalur Lalulintas	: 1 jalur – 2 lajur – 2	
arah tak terbagi (2/2 UD)		
Lebar Jalan	: 8 meter	
Lebar Bahu	: 2 meter	
Level of Service (LOS)	:	Tingkat
Pelayanan B		

BAB 2

PERKERASAN LENTUR

2.1 Perhitungan Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2017

Tatacara perhitungan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga SNI 2017 adalah sebagai berikut :

2.1.1 Umur Rencana

Umur rencana yang ditetapkan dalam perencanaan ini adalah selama 14 tahun. Berikut ini adalah tabel umur rencana untuk perkerasan lentur.

Tabel 15 Umur Rencana Perkerasan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan Aspal dan Lapisan CTB	20
	Pondasi Jalan	40
	Semua lapisan perkerasan yang tidak diperbolehkan ditinggikan akibat pelapisan berulang, Contoh: Jalan Kota, Underpass, Jembatan, Terowongan	
	<i>Cement Treated Base</i>	
Perkerasan Kaku	Lapis pondasi atas, bawah, lapis beton semen dan pondasi jalan	
Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen	Minimum 10

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017

2.1.2 Vehicle Damage Factor (VDF)

VDF merupakan salah satu parameter untuk menghitung ESAL (*Equivalent Single Axel Load*). Setiap jenis kendaraan memiliki nilai VDF masing – masing sesuai dengan konfigurasi sumbu beban kendaraan berdasarkan dari MDPJ 2017.

Tabel 16 Klasifikasi Jalan dan Nilai VDF Standar

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigu Rasi Sumbu	Muatan Yang Diangkut	Kelompok Sumbu	Distribusi Tipikal (%)		Faktor ekuivalen beban	
Klasifikasi Lama	Alteratif					Semua kend. bermotor	Semua kend. Bermotor Kecuali sepeda motor	VDF (Pangkat 4)	VDF (Pangkat 5)
1	1	Sepeda motor	1,1		2	30,4			
2,3,4	2,3,4	Sedan/Angkot /Pickup/ Wagon	1,1		2	51,7	74,3		
5a	5a	Bus Kecil	1,2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
5b	5b	Bus Besar	1,2		2	0,1	0,20	10	1,0
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu-kargo ringan	1,1	Muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu-ringan	1,2	Tanah, pasir, besi	2			0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu-kargo sedang	1,2	Muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
6b1.2	7,2	Truk 2 sumbu-	1,2	Tanah,	2			1,6	1,7

		sedang		pasir, besi					
6b2.1	8,1	Truk 2 sumbu- berat	1,2	Mua tan um um	2	3,8	5,50	0,9	0,8
6b2.2	8,2	Truk 2 sumbu-berat	1,2	Tanah, pasir, besi	2			7,3	11,2
7a1	9,1	Truk 3 sumbu- ringan	1,22	Muatan umu	3	3,9	5,60	7,6	11,2
7a2	9,2	Truk 3 sumbu- sedang	1,22	Tanah, p asi r, besi	3			28,1	64,4
7a3	9,3	Truk 3 sumbu-berat	1,1,2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
7b	10	Truk 2 sumbu & gande nasg 2 sumbu	1,2- 2,2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Semi traile r 4 sumbu	1,2- 22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
7c2.1	12	Semi traile r 5 sumbu	1,22- 22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
7c2.2	13	Semi trailer 5 sumbu	1,2- 222		5			30,3	69,7
7c3	14	Semi traile r 6 sumbu	1,22- 222		6	0,3	0,50	41,6	93,7

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor
04/SE/Db/2017*

2.1.4 Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Untuk mencari nilai faktor pengali pertumbuhan lalu lintas, data yang diperlukan adalah besaran pertumbuhan lalu lintas (i) dan umur rencana. Dalam persoalan diatas, pertumbuhan lalu lintas didapatkan nilai sebesar 4 % dan umur rencana jalan adalah 14 tahun. Rumus untuk mencari faktor pengali pertumbuhan lalu lintas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \\ &= \frac{(1 + 0,04)^{14} - 1}{0,04} \\ &= 18,291 \end{aligned}$$

2.1.5 Cumulative Single Axle Load (CESA)

Data yang diperlukan untuk mencari CESA4 adalah nilai VDF4 yang sebelumnya sudah dicari nilainya. Rumus untuk menghitung nilai ESA4 dan CESA4 adalah sebagai berikut :

$$ESA = \sum (LHR \text{ Jenis Kendaraan} \times VDF \times \text{Faktor Distribusi})$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R$$

Tabel 19 Perhitungan Nilai ESA4 dan CESA4 14 tahun

Jenis Kendaraan	LHR (smp/hari)	VDF4	DL	ESA4	R	CESA4
Sepeda Motor	2172	0	0,8	0,00	18,29	0
Mobil Penumpang	7150	0	0,8	0,00	18,29	0
Bus Besar	180	1,0	0,8	144,00	18,29	961.374,96
Truk 2 As	225	1,6	0,8	288,00	18,29	1.922.749,92
Truk 3 As	100	7,6	0,8	608,00	18,29	4.059.138,72
Semi Trailer	60	13,6	0,8	652,80	18,29	4.358.233,15
Jumlah				1.692,80		11.301.496,75

Sumber : Hasil Perhitungan

***Catatan :** Data LHR yang digunakan merupakan data perencanaan seperti yang tercantum pada Tabel 1.1, kemudian dikalikan dengan nilai EMP untuk masing-masing jenis kendaraan. Karena nilai faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R) dihitung secara mandiri pada tabel perhitungan diatas.

Dari tabel diatas didapat nilai **ESA⁴** adalah **0,17x10⁴** dan nilai **CESA⁴** 14 tahun adalah **11,3x10⁶**.

Nilai *Traffic Multiplier* (TM) di Indonesia untuk kondisi pembebanan yang berlebih adalah antara 1,8 s/d 2,0. Untuk rencana Jalan ini, nilai TM yang diambil adalah maksimum yaitu sebesar 2,0. Nilai digunakan untuk menghitung nilai ESA⁵ dan CESA⁵ yang dinyatakan menggunakan rumus

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}^5 &= \text{TMLapisan Aspal} \times \text{ESA4} \\
 &= 2,0 \times 0,17 \times 10^4 \\
 &= 0,34 \times 10^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CESA}^5 &= \text{TMLapisan Aspal} \times \text{CESA4} \\
 &= 2,0 \times 11,3 \times 10^6 \\
 &= 22,6 \times 10^6
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan $\text{ESA}^5 = 0,34 \times 10^4$ dan $\text{CESA}^5 = 22,6 \times 10^6$.

Tabel 20 Menentukan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Baga n desai n	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR $\geq 2,5\%$)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1, 2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1, 2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1, 2	-	-	-

Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor
04/SE/Db/2017*

Dilihat dari hasil perhitungan CESA⁵ 14 tahun yang sebesar = $22,6 \times 10^6$, maka dapat ditentukan jenis perkerasan yang digunakan yaitu jenis **AC WC Modifikasi atau SMA dengan CTB**.

Aspal modifikasi (SBS) direkomendasikan digunakan untuk lapis aus (*wearing course*) pada jalan dengan repetisi lalu lintas selama 20 tahun >10 juta ESA. Tujuan penggunaan aspal modifikasi adalah untuk memperpanjang umur pelayanan, umur *fatigue* dan ketahanan deformasi lapis permukaan akibat beban lalu lintas berat.

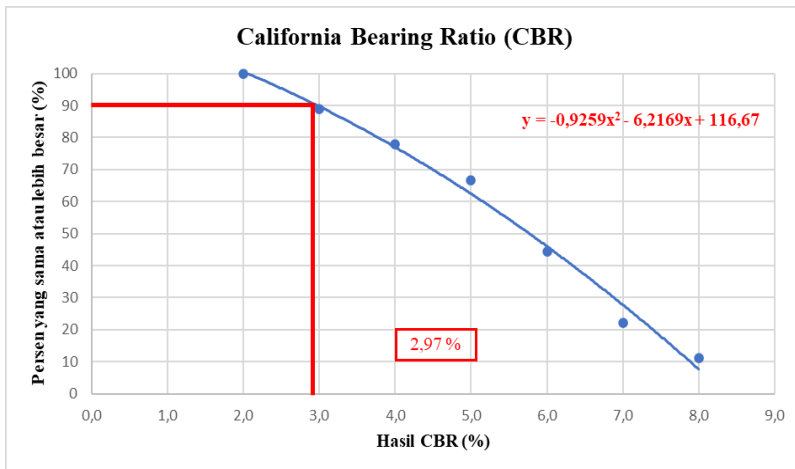
***Aspal modifikasi hanya boleh digunakan jika sumber daya untuk pencampuran dan penyimpanan secara benar tersedia.**

2.1.6 California Bearing Ratio (CBR)

Tabel 21 Perhitungan Nilai CBR Tanah

No.	CBR	Jumlah sama atau lebih besar	Persen (%) sama atau lebih besar	Hasil (%)
1	2,0	18	18/18*100%	100
2	3,0	16	16/18*100%	89
3	4,0	14	14/18*100%	78
4	5,0	12	12/18*100%	67
5	6,0	8	6/18*100%	44
6	7,0	4	4/18*100%	22
7	8,0	2	2/18*100%	11

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 1 Grafik California Bearing Ratio (CBR)

Berdasarkan grafik diatas, diperoleh pada persen yang sama atau lebih besar dari 90%, makahasil nilai CBR desain / CBR kriteria adalah 2,97%

2.1.7 Pondasi Perkerasan Jalan

Dalam menentukan desain jalan Bina Marga 2017 sangat ditekankan dalam hal perbaikan tanah dasar, dengan melihat kondisi CBR tanah dasar dan nilai yang akan diterima perkerasan. Maka bila CBR perkerasan sebesar 2,97% dan **CESA**⁵ 14 tahun adalah **22,6x10⁶** maka didapatkan hasil solusi desain pondasi pada Tabel 2.8.

Tabel 22 Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			Stabilisasi Semen
			< 2	2 - 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuai > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perker

		gembur)				asan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak	SG1	Lapis penopang	1000	1100	1200	
		-atau- lapis penopang dan geogrid	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500	

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor
04/SE/Db/2017*

Dari tabel di atas diperoleh dasar pondasi yang memerlukan peningkatan/perbaikan tanah dasar dengan alternatif sebagai berikut Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan = 300 mm.

2.1.8 Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017

Tabel 23 Bagan Desain – 3. Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum dengan CTB

	F1 ²	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat bagan desain 3A – 3B dan 3 C	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku			
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA5)	> 10 - 30	> 30 – 50	> 50 – 100	> 100 – 200	> 200 – 500
Jenis permukaan berpengikat	AC		AC		
Jenis lapis Fondasi		Cement Treated Base (CTB)			
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017

Tebal lapis perkerasan lentur dapat ditentukan dengan cara mencari tahu nilai CESA⁵ terlebih dahulu. Pada perhitungan sebelumnya sudah didapat nilai dari **CESA⁵** 14 tahun adalah sebesar **22,6x10⁶**. Menurut bagan desain 3, untuk nilai CESA⁵ masuk ke

dalam perkerasan struktur F2 dengan tebal lapis perkerasan sebagai berikut :

- AC WC = 40 mm
- AC BC = 60 mm
- AC Base = 100 mm
- CTB = 150 mm
- LPA Kelas A = 150 mm
- Timbunan Pilihan = 300 mm



Gambar 2 Detail Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017

2.2 Perhitungan Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen 1987

Tatacara perhitungan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Analisa Komponen 1987 adalah sebagai berikut :

2.2.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Tabel 24 LHR Umur Rencana Awal

No.	Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	LHR _{awal}
1	Sepeda Motor	-	10860 Kend/hari
2	Mobil Penumpang	2 ton (1+1)	7150 Kend/hari
3	Bus Besar	10 ton (3 + 7)	100 Kend/hari
4	Truk 2 As	8 ton (3 + 5)	150 Kend/hari
5	Truk 3 As	20 ton (4+8+8)	40 Kend/hari
6	Truk 4 As	27 ton (5+8+7+7)	24 Kend/hari

Sumber : Data Perencanaan

Dalam persoalan diatas, pertumbuhan lalu lintas didapatkan nilai sebesar 4,00 % dan umur rencana jalan adalah 14 tahun. Rumus untuk mencari faktor pengali pertumbuhan lalu lintas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 LHR_{akhir} &= LHR_{awal} (1 + i)^{UR} \\
 &= 10860 (1 + 0,04)^{14} \\
 &= 18806,006 \sim 18807 \text{ Kend/hari.}
 \end{aligned}$$

Tabel 25 LHR Umur Rencana Akhir

No.	Jenis Kendaraan	LHR _{awal}	UR	LHR _{akhir}
1	Sepeda Motor	10860 Kend/hari	(1 + 0,04) ¹⁴	18807 Kend/hari
2	Mobil Penumpang	7150 Kend/hari	(1 + 0,04) ¹⁴	12382 Kend/hari
3	Bus Besar	100 Kend/hari	(1 + 0,04) ¹⁴	174 Kend/hari

untuk mendapatkan full ebook silakan hubungi penerbit kami