

PERBANDINGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN KAKU METODE BINA MARGA 2003 DAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 (BINA MARGA) PADA TOL PANDAAN – MALANG STA. 30+625 s/d 38+488

Elok Ciptia Ramadhani¹, Udi Subagyo², M. Fajar Subkhan³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang ^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹ elok.cramadhani@gmail.com, ²udi_subagyo@polinema.ac.id, ³m_fajarsubkhan@polinema.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang merupakan usaha pemerintah untuk bisa melakukan mobilitas. Penerus dari Jalan Tol Gempol – Pandaan. Jalan Tol ini menggunakan perencanaan perkerasan kaku yang dibentuk dari campuran semen, agregat, dan tulangan yang memiliki kemampuan lebih baik dari segi struktur dan tahan lama. Perencanaan ulang dilakukan untuk mengetahui bagaimana perencanaan sebelumnya yang telah dilaksanakan dengan membandingkan menggunakan 2 (dua) metode. Metode yang digunakan yaitu Metode Bina Marga 2003 dan Manual Desain Perkerasan 2017 atau disebut juga Bina Marga 2017. Perbandingan yang ditinjau dari segi ketebalan dan biaya. Metode Bina Marga 2003 termasuk metode yang diterapkan sebagai standar di Indonesia dan Manual Desain Perkerasan 2017 (Bina Marga 2017) yang merupakan versi terbaru dari Metode Bina Marga yang tentunya terdapat revisi-revisi dari metode sebelumnya. Metode Bina Marga 2003 beban dikelompokkan berdasarkan berat dan konfigurasi sumbu tiap kendaraan. Nilai beban lalu lintas yang dijadikan acuan adalah perbandingan repetisi tiap jenis sumbu dan repetisi yang diijinkan, sedangkan Metode Bina Marga 2017 memperhatikan data nilai VDF pada tiap jenis kendaraan niaga. Metode Bina Marga 2003 menggunakan laju pertumbuhan lalu lintas dikonversikan sesuai dengan umur rencana, sedangkan Metode Bina Marga 2017 laju pertumbuhan sesuai dengan daerah masing-masing. Hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2003 didapatkan tebal perkerasan kaku setebal 34 cm, *dowel* Ø38 mm, jarak 300 mm, panjang 450 mm, *tie bar* D16 mm, jarak 750 mm, panjang 700 mm. Sedangkan hasil perhitungan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 Hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2003 didapatkan tebal perkerasan kaku setebal 29,5 cm, *dowel* Ø38 mm, jarak 300 mm, panjang 450 mm, *tie bar* D16 mm, jarak 750 mm, panjang 700 mm

Kata kunci : Perkerasan Kaku, Bina Marga 2003, Bina Marga 2017, Jalan Tol

ABSTRACT

*Pandaan – Malang Toll Road construction is a government effort to be able to do mobility. Successor the Gempol – Pandaan Toll Road. This Toll Road use a Rigid Pavement plan that is formed from a mixture of cement, aggregate, and reinforcement which has better capability in terms of structure and durability. This replanning is done to find out how the previous planning has been carried out by comparing using 2 (two) methods. The method used is Bina Marga 2003 Method and Pavement Design Manual or also Bina Marga 2017 Method. The comparison in terms of thickness and cost. The Bina Marga 2003 Method includes the method applied as a Standard in Indonesia and the Pavement Design Manual (Bina Marga 2017) which is the latest version of the Bina Marga Method which of course there are revisions from the previous method. Bina Marga 2003 Method is based on the weight and axle configuration of each vehicle. The traffic load value that is used as a reference is the ratio of repetitions of each type of axes and permitted reps, while Bina Marga 2017 Method looks at the VDF value data for each type of commercial vehicle. Bina Marga 2003 Method uses a traffic growth rate that is converted according to the planned age, while the Bina Marga 2017 Method has a growth rate according to each region. The results of the calculation of rigid pavement using the Bina Marga 2003 Method obtained rigid pavement thickness of 34 cm, *dowel* Ø38 mm, distance of 300 mm, and length of 450 mm, *tie bar* D16 mm, distance of 750 mm, and length of 700 mm. The results of the calculation of rigid pavement using the Pavement Design 2017 Method obtained rigid pavement thickness of 29,5 cm, *dowel* Ø38 mm, distance of 300 mm, and length of 450 mm, *tie bar* D16 mm, distance of 750 mm, and length of 700 mm.*

Keywords : Rigid Pavement, Bina Marga 2003, Bina Marga 2017, Toll Road

1. PENDAHULUAN

Jalan Tol Pandaan – Malang merupakan bentuk usaha agar dapat melakukan mobilitas yang berlokasi di Jawa Timur. Jalan tol ini menjadi penerus dari Jalan Tol Gempol – Pandaan. Terbagi menjadi 5 *Section* yaitu di daerah Purwodadi, Lawang, Singosari, Pakis, dan Madyopuro.

Perencanaan ulang kali ini, dilakukan untuk mengetahui bagaimana perbandingan dari perencanaan sebelumnya dengan perencanaan yang baru menggunakan 2 Metode, yaitu Metode Bina Marga 2003 dan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 dari segi tebal dan biaya.

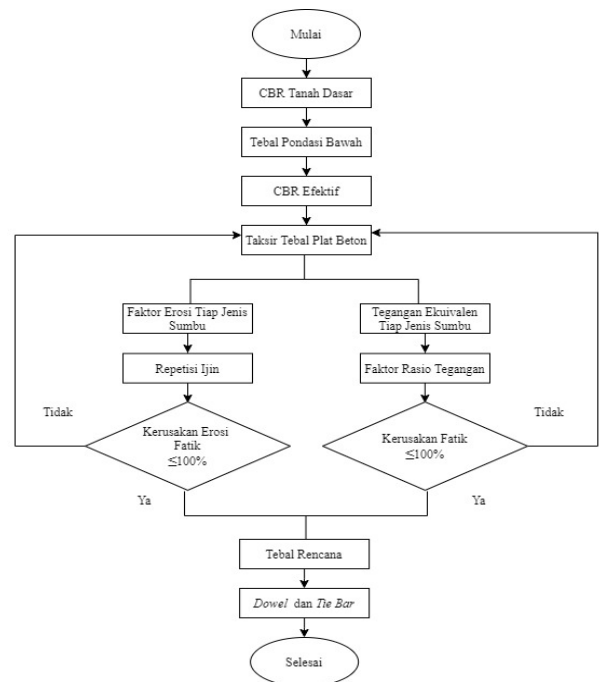
2. METODE

Metodologi penelitian merupakan sebuah cara untuk mengetahui hasil dari sebuah permasalahan yang spesifik, dimana permasalahan tersebut disebut juga dengan permasalahan penelitian. Dalam penelitian ini, didapatkan hasil atau kesimpulan dari sebuah perhitungan perencanaan yaitu tebal perkerasan menggunakan 2 Metode. Dengan begitu dapat dipilih mana yang lebih cocok untuk dijadikan acuan perencanaan. Metode Bina Marga 2003 merupakan metode yang kerap diterapkan sebagai SNI (Standar Nasional Indonesia), sedangkan Metode Manual Desain Perkerasan merupakan versi terbaru dari revisi-revisi sebelumnya. Dari kedua metode tersebut, perbedaan dalam keduanya ialah pada perhitungan perencanaannya baik itu dalam perhitungan dan acuan dasar yang telah digunakan pada pedoman masing-masing.

Metode Bina Marga 2003

Langkah-langkah perencanaan perkerasan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2003 sebagai berikut:

- Menghitung repetisi sumbu yang terjadi.
- Pilih jenis sambungan
- Tentukan jenis dan tebal lapis pondasi bawah
- Hitung mutu beton
- Menentukan Faktor Keamanan Beban (FKB)
- Menentukan nilai CBR efektif yang dipilih, lalu menentukan taksiran tebal plat beton.
- Menentukan Tegangan Ekuivalen (TE) dan Faktor Erosi (FE), kemudian mencari nilai Faktor Rasio Tegangan (FRT).
- Menghitung kerusakan Erosi dan Fatik di setiap sumbu, sehingga diperoleh ketebalan tertipis dengan total kerusakan akibat fatik atau erosi $\leq 100\%$.

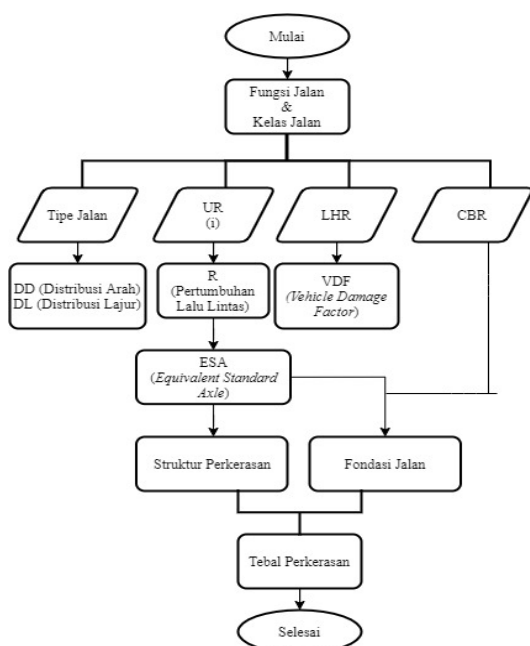


Gambar 1 Bagan Alir Metode Bina Marga 2003

Metode Manual Desain Perkerasan 2017

Berikut adalah langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan kaku Metode Manual Desain Perkerasan 2017 :

- Tentukan fungsi jalan dan kelas jalan yang akan direncanakan.
- Tentukan nilai DD (Distribusi Arah) dan DL (Distribusi Lajur) berdasarkan tipe jalan.
- Hitung nilai R (Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas) berdasarkan UR (Umur Rencana) dan *i* (Pertumbuhan Lalu Lintas).
- Kemudian menentukan nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*).
- Menghitung nilai CESA (Beban Ganda Standar Kumulatif) berdasarkan Umur Rencana.
- Menentukan Desain Fondasi Jalan pada Bagan Desain – 2
- Menentukan struktur perkerasan pada Bagan Desain 4
- Lalu menentukan tebal lapisan perkerasan menggunakan Bagan Desain yang dipilih sesuai dengan langkah sebelumnya (pada point f dan g)
- Menentukan jenis sambungan.



Gambar 2 Bagan Alir Metode Manual Desain Perkerasan 2017

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal bagian ini, akan dilakukan analisis suatu perhitungan perencanaan jalan dengan menggunakan 2 (dua) metode yang berbeda, yaitu Metode Bina Marga 2003 dan Metode Manual Desain Perkerasan 2017.

Metode Bina Marga 2003

Berikut adalah perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2003 :

a. Data Perencanaan

- Jenis Perkerasan : Beton Bersambng Tanpa Tulangan (dengan ruji / dowel)
- Fungsi jalan : Arteri, Jalan Tol
- Mutu Beton : K-450 / $fc' = 40$ Mpa
- Jenis Bahu : Bahu Beton
- Tipe Jalan : 4 Lajur 2 Arah
- Umur Rencana : 40 Tahun
- CBR : 5,8%

b. Menentukan Tebal Pondasi Bawah dan CBR Efektif

Tabel 1 Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi (C)

Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (Lp)	Jumlah Lajur	Kendaraan Niaga	
		1 arah	2 arah
(1)	(2)	(3)	(4)
$L_p < 5,50$	1 lajur	1	1
$5,50 \leq L_p < 8,25$	2 lajur	0,7	0,5
$8,25 \leq L_p < 11,25$	3 lajur	0,5	0,475
$11,23 \leq L_p < 15,00$	4 lajur	-	0,45
$15,00 \leq L_p < 18,75$	5 lajur	-	0,425
$18,75 \leq L_p < 22,00$	6 lajur	-	0,4

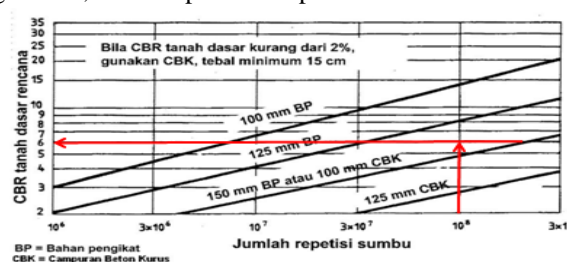
Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2 Faktor Keamanan Beban (F_{KB})

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (weight-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai factor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : SNI-Pd-T-14-2003

Untuk mengetahui tebal pondasi bawah yang akan digunakan, maka dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Grafik Taksiran Tebal Pondasi Bawah

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Sumber : Hasil Perhitungan

c. Analisis Lalu Lintas

Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) dengan umur rencana 40 tahun :

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \\
 &= \frac{(1+0,69)^{40}-1}{0,69} \\
 &= 194,562 \\
 JSKN &= 365 \times JSKNH \times R \\
 &= 365 \times 1239 \times 86,533 \\
 &= 39.123.688,27 \\
 JSKN_{Rencana} &= JSKN_{Total} \times Cd \\
 &= 267.002.091,22 \times 0,45 \\
 &= 120.150.941,049
 \end{aligned}$$

d. Tebal Plat Beton

- Kuat Tarik Lentur : 4,98 Mpa
- CBR Tanah Dasar : 5,8%
- CBR Efektif : 42%
- JSKN_{Rencana} : 120.150.941,049
- F_{KB} : 1,2

Tebal Plat Beton (mm)	Keterangan	
	Fatik	Erosi
340	Aman	Aman

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa tebal perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Bina Marga 2003 didapatkan tebal plat beton setebal 34 cm.

e. Menentukan Tegangan Ekuivalen (TE) dan Faktor Erosi (FE)

Tabel 3 Tegangan Ekuivalen (TE) dan Faktore Erosi (FE)

Tebal Slab	CBR efektif	Tegangan Ekuivalen			Faktor Erosi dengan Ruji		
		STRT	STRG	STdRG	STRT	STRG	STdRG
300	35	0,46	0,73	0,64	1,25	1,85	1,99
	50	0,45	0,7	0,6	1,23	1,83	1,95
	42	0,46	0,72	0,62	1,24	1,84	1,97
320	35	0,41	0,66	0,59	1,18	1,78	1,94
	50	0,41	0,64	0,55	1,15	1,76	1,89
	42	0,41	0,65	0,57	1,17	1,77	1,92
340	35	0,37	0,62	0,55	1,11	1,71	1,88
	50	0,37	0,59	0,52	1,08	1,69	1,84
	42	0,37	0,61	0,54	1,10	1,70	1,86

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4 Hasil Analisis Fatik dan Erosi

Tebal Plat Beton (mm)	Keterangan	
	Fatik	Erosi
300	Aman	Belum
320	Aman	Belum

Metode Manual Desain Perkerasan 2017 (Bina Marga)

Berikut adalah perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2003 :

a. Data Perencanaan

- Jenis Perkerasan : Beton Bersambng Tanpa Tulangan (dengan ruji / dowel)
- Fungsi jalan : Arteri, Jalan Tol
- Mutu Beton : K-450 / fc' = 40 Mpa
- Jenis Bahu : Bahu Beton
- Tipe Jalan : 4 Lajur 2 Arah
- Umur Rencana : 40 Tahun
- CBR : 5,8%
- Kuat Tarik Lentur : 4,98 Mpa

b. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Tabel 5 Data LHR

No.	Jenis Kendaraan	LHR Tahun 2016	LHR Tahun 2017	LHR Tahun 2018	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	LHR Tahun Dibuka 2019	LHR Umur Rencana Tahun 2059
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Mobil Penumpang	2317	2475	2649	4,8%	2667	17396
2	Bus	557	576	601	4,8%	641	4182
3	Truk 2 Sumbu (L)	472	493	521	4,8%	543	3544
4	Truk 2 Sumbu (H)	461	485	516	4,8%	531	3461
5	Truk 3 Sumbu	415	436	462	4,8%	478	3116
6	Truk 4 Sumbu	186	195	205	4,8%	214	1397
7	Trailer	258	271	290	4,8%	297	1937

Sumber : Hasil Perhitungan

c. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan yg berlaku seperti pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,8	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,5	3,5	3,5	3,5
Jalan desa	1	1	1	1

Sumber : MDP 2017

Tabel 7 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

No.	Jenis Kendaraan	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	R (40 TAHUN)	R (3 TAHUN) (2016-2019)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Mobil Penumpang	4,8%	40,377	3,001

No.	Jenis Kendaraan	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	R (40 TAHUN)	R (3 TAHUN) (2016-2019)
2.	Bus	4,8%	40,377	3,001
3.	Truk 2 Sumbu (L)	4,8%	40,377	3,001
4.	Truk 2 Sumbu (H)	4,8%	40,377	3,001
5.	Truk 3 Sumbu	4,8%	40,377	3,001
6.	Truk 4 Sumbu	4,8%	40,377	3,001
7.	Trailer	4,8%	40,377	3,001

Sumber : Hasil Perhitungan

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$

$$= \frac{(1+0,01(0,48))^{40} - 1}{0,01(0,48)}$$

$$= 40,377 \text{ (untuk R 40 Tahun, 2019-2059)}$$

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i}$$

$$= \frac{(1+0,01(0,48))^3-1}{0,01(0,48)}$$

$$= 3,001 \text{ (untuk R 3 Tahun, 2016-2019)}$$

d. Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan Faktor Distribusi Arah (DD) dan Faktor Distribusi Lajur (DL).

Tabel 8 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber : MDP 2017

e. Vehicle Damage Factor

Tabel 10 Nilai ESA 5 (Kumulatif Beban) Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga

No.	Jenis Kendaraan	LHR Tahun 2016	LHR Tahun 2017	LHR Tahun 2018	LHR Tahun 2019	Kelompok Sumbu	VDF 5	VDF 5	ESA 5	ESA 5	
							Beban Aktual	Normal	R = (2016-2019)	R = (2019-2059)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
1.	Mobil Penumpang	2317	2475	2649	2667	2	0	0	0	0	
2.	Bus	5B	557	576	601	641	2	1	1	488.166,2448	7.558.795,056
3.	Truk 2 Sumbu (L)	6A	472	493	521	543	2	0,5	0,5	413.670,4983	6.405.298,503
4.	Truk 2 Sumbu (H)	6B	461	485	516	531	2	9,2	5,1	404.029,872	6.256.022,48
5.	Truk 3 Sumbu	7A1	415	436	462	478	3	14,4	6,4	545.571,791	8.447.665,93
6.	Truk 4 Sumbu	7C1	186	195	205	214	4	19,8	9,7	326.028,444	5.048.243,74
7.	Trailer	7C2A	258	271	290	297	5	33	10,2	565.291,25	8.753.003,25
Jumlah ESA 5									2.742.758,10	42.469.028,95	
CESA 5										45.211.787,1	

Sumber : Hasil Perhitungan

- 3), (4), (5), (6) = didapat dari **Tabel 5**
 (7), (8), (9) = didapat dari **Tabel 9**
 (10) = $\sum LHRJK \times \text{Kelompok sumbu} \times 365 \times DD \times DL \times R$
 $= 557 \times 2 \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 3,001$
 $= 488.166,2448$
 (11) = $\sum LHRJK \times \text{Kelompok sumbu} \times 365 \times DD \times DL \times R$
 $= 641 \times 2 \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,377$
 $= 7.558.795,056$

Sehingga didapat nilai lalu lintas rencana (CESA) adalah 45.211.787,1.

f. Penentuan Tebal Pelat Beton

Tebal perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat ditunjukkan pada **Tabel 11**.

Tabel 11 Perkerasan Kaku Untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
---------------------	----	----	----	----	----

Jika dihitung berdasarkan formulasi dengan konfigurasi sumbu serta untuk muatan sumbu terberat 10 ton maka akan menghasilkan nilai , diberikan pada **Tabel 9**. dibawah ini.

Tabel 9 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga

No.	Jenis Kendaraan	Daerah Jawa			
		Beban Aktual	Normal	VDF4	VDF5
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	Mobil Penumpang	0	0	0	0
2.	Bus	5B	1	1	1
3.	Truk 2 Sumbu (L)	6A	0,55	0,5	0,55
4.	Truk 2 Sumbu (H)	6B	5,3	9,2	4
5.	Truk 3 Sumbu	7A1	8,2	14,4	4,7
6.	Truk 4 Sumbu	7C1	11	19,8	7,4
7.	Trailer	7C2A	17,7	33	7,6

Sumber : MDP 2017

Lalu melakukan perhitungan komulatif beban (ESA5) untuk umur rencana yang telah ditentukan dengan menggunakan *Vehicle Damage Factor* (VDF) berdasarkan tabel diatas.

Kelompok sumbu kendaraan berat (overload) (10 ⁶)	<4,3	<8,6	<25,8	<43	<86
Dowel dan bahu beton	Ya				
Struktur Perkerasan (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LMC	100				
Lapis fondasi agregat kelas A	150				

Sumber : MDP 2017

Didapatkan Kelompok Sumbu kendaraan Berat berdasarkan pada **Tabel 10** dengan total Jumlah Kelompok Sumbu pada Umur Rencana 40 Tahun sejumlah 42.469.028,95 / 42.(10⁶) maka menggunakan Struktur Perkerasan <43 yang menghasilkan Tebal Pelat Beton 29,5 cm.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan Metode Bina Marga 2003 dan Metode Manual Desain Perkerasan baik itu hasil perhitungan tebal perkerasan maupun data yang digunakan dalam perhitungan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 12** sebagai berikut :

Tabel 12 Hasil Perbandingan Kedua Metode

Metode Bina Marga 2003		Manual Desain Perkerasan 2017	
1. Tebal Hasil Perhitungan	34 cm	1. Tebal Hasil Perhitungan	29,5 cm
2. Dowel :		2. Dowel :	
a. Diameter	38 mm	a. Diameter	38 mm
b. Panjang	450 mm	b. Panjang	450 mm
c. Jarak antar <i>Dowel</i>	300 mm	c. Jarak antar <i>Dowel</i>	300 mm
3. Tie Bar :		3. Tie Bar :	
a. Diameter	16 mm	a. Diameter	16 mm
b. Panjang	700 mm	b. Panjang	700 mm
c. Jarak antar <i>Tie bar</i>	750 mm	c. Jarak antar <i>Tie bar</i>	750 mm
3. Spesifikasi data yang digunakan :		3. Spesifikasi data yang digunakan :	
a. Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)	6,9% , dst.	a. Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)	4,80%
b. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)	194,562	b. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)	40,377 (UR 40 Tahun) 3,001 (UR 3 Tahun)
c. Faktor Keamanan	177.768.924,7	c. Nilai VDF	45.211.787,1
d. Koefisien Distribusi	0,45 (4 lajur)	d. Faktor Distribusi arah & lajur (DD & DL)	80 & 50 (4 lajur)
e. Repetisi Sumbu Rencana	177.768.925	e. Repetisi Sumbu Rencana	35.161.295
f. Nilai JSKN	267.002.091	f. Nilai JSKN	45.189.923,76

Sumber : Hasil Analisa

4. KESIMPULAN

- Hasil perhitungan perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Bina Marga 2003 menghasilkan tebal perkerasan setebal 34 cm, *dowel* Ø 38 mm, jarak 300 mm, panjang 450 mm, *tie bar* D16 mm, jarak 750 mm, panjang 700 mm.
- Hasil perhitungan perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 (Bina Marga 2017) menghasilkan tebal perkerasan setebal 29,5 cm, *dowel* Ø 38 mm, jarak 300 mm, panjang 450 mm, *tie bar* D16 mm, jarak 750 mm, panjang 700 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Pd-T-14-2003, 2003. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen
- Departemen Pekerjaan Umum, 2009. "Kamus Istilah Bidang Pekerjaan Umum", Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017.nManual Desain Perkerasan (Revisi Juni 2017), Jakarta
- Sukirman Silvia, 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit Nova, Bandung.
- Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2014. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, Jakarta.
- Oktavianadin, D. T. A. (2018). Perancangan Perkerasan Kaku Pada Simpang Bersinyal Seturan Berdasarkan Metode AASHTO 1993 Dan Metode Bina Marga 2017. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Zohri, S., Sutrisno, W., & Priyanto, A. (2019). Analisis Tebal Perkerasan Kaku Pada Jalan Tol Pasuruan–Probolinggo Berdasarkan Metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan 2017) Dan AASHTO (1993). *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 4(1), 33-41.
- Muhammad, F. P., (2016). Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Pada Underpass Cibubur dengan Metode Bina Marga 2017 dan NAASRA 1987. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa: Cilegon
- Ardiansyah, Rahmat., (2019). Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Lajur Pengganti Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Elevated. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.