

PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKERASAN AASHTO 1993 DAN BINAMARGA 2017 JALAN NASIONAL BULU-TUBAN-SADANG

Ratih Saraswati Ika Pertiwi¹, Dwi Ratnaningsih², Marjono³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: rthsrswt@gmail.com¹, dwiratna.polinema@gmail.com², marjonots2020@gmail.com³

ABSTRAK

Banyaknya kerusakan jalan seperti bergelombang, retak buaya, dan jalan berlubang di beberapa titik di ruas Jalan Nasional Bulu-Tuban-Sadang menjadi salah satu faktor yang dapat menurunkan fungsi dari jalan tersebut. Oleh karena itu perlu diadakan upaya perencanaan perkerasan kaku yang efektif dan efisien agar jalan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan umur rencana. Pada penelitian ini tidak dilakukan survey secara langsung terhadap volume lalu lintas melainkan didapat dari data sekunder yang didapat dari kementerian PUPR. Perencanaan perkerasan ini membandingkan antara kedua metode yaitu AASHTO 1993 dan Binamarga 2017. Untuk perhitungan RAB berdasarkan Permen PU nomor 28 tahun 2016. Dari hasil perhitungan metode AASHTO didapatkan hasil ketebalan plat 200 mm dengan perhitungan RAB sebesar Rp. 507.174.032.500,00 sedangkan untuk metode Binamarga 2017 didapatkan hasil ketebalan plat 285 mm dengan perhitungan RAB sebesar Rp. 652.237.731.600,00.

Kata kunci : AASHTO 1993, binamarga 2017, perkerasan kaku, Jalan Nasional Bulu-Tuban-Sadang

ABSTRACT

Road damage such as bumps, crocodile cracks, and potholes at several points on the Bulu-Tuban-Sadang National Road section is one of the factors that can reduce the function of the road. Therefore, it is necessary to carry out an effective and efficient rigid pavement planning effort so that the road functions properly and in accordance with the design life. In this study, a direct survey was not carried out on the traffic volume but obtained from secondary data obtained from the Ministry of PUPR. This pavement planning compares the two methods, namely AASHTO 1993 and Binamarga 2017. For the calculation of the RAB based on the Minister of Public Works Regulation number 28 of 2016. From the results of the AASHTO 1993 method, the results obtained are plate thickness of 200 mm with RAB calculation Rp. 507.174.032.500,00. For the calculation of the Binamarga 2017 method, the results of the plate thickness are 285 mm with an RAB calculation Rp. 652,237,731,600.00.

Keywords : AASHTO 1993, binamarga 2017, rigid pavement, Bulu-Tuban-Sadang National Road

1. PENDAHULUAN

Banyaknya kerusakan jalan seperti bergelombang, retak buaya, dan jalan berlubang di beberapa titik di ruas Jalan Nasional Bulu-Tuban-Sadang menjadi salah satu faktor yang dapat menurunkan fungsi dari jalan tersebut. Oleh karena itu perlu diadakan upaya perencanaan perkerasan kaku yang efektif dan efisien agar jalan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan umur rencana. Dari latar belakang diatas maka dapat dilihat tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui ketebalan rencana konstruksi perkerasan kaku untuk masing-masing metode

2. Mengetahui perbandingan ketebalan rencana konstruksi perkerasan kaku antara kedua metode
3. Mengetahui rencana anggaran biaya perkerasan kaku untuk masing-masing metode
4. Mengetahui perbandingan rencana anggaran biaya konstruksi perkerasan kaku antara kedua metode

Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku lebih populer dengan sebutan jalan beton karena bahan pengikat yang digunakan berupa semen Portland atau PC. Pada perkerasan ini pelat beton dijadikan

lapisan atas yang ditempatkan di atas tanah dasar atau pondasi.

Jalan Nasional

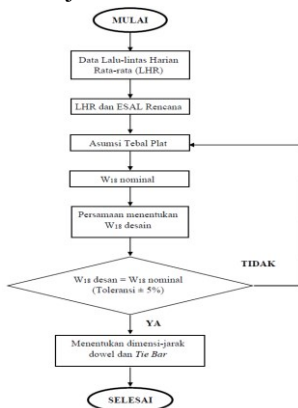
Jalan nasional adalah jalan arteri primer dan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan lain yang memiliki nilai strategis terhadap kepentingan nasional. Penetapan status jalan sebagai jalan nasional dilakukan dengan keputusan Menteri.

2. METODE

Metode penelitian untuk perhitungan ketebalan pada penelitian kali ini didasari dengan dua metode, yaitu Metode AASHTO 1993 dan Metode Binamarga 2017 sedangkan untuk perhitungan RAB berdasarkan Permen PU nomor 28 tahun 2016.

Metode AASHTO 1993

1. Menentukan Analisis Lalu-lintas.
Dalam menentukan analisis lalu-lintas ini meliputi Faktor distribusi arah (D_D) dan Faktor distribusi lajur (D_L).
2. Merencanakan ESAL selama umur rencana.
3. Menentukan nilai *Reability*.
4. Menentukan nilai *Standard Deviation*.
5. Menentukan nilai *Serviceability* (P_o dan P_t)
6. Menentukan k dengan menggunakan nilai CBR.
7. Menentukan nilai Modulus Elastisitas Beton.
8. Menentukan nilai *Flexural Strength*.
9. Menentukan nilai *Drainage Coefficient* menggunakan persentase perkerasan dalam setahun terkena air sampai tingkat mendekati jenuh air.
10. Menentukan *Load Transfer Coefficient* (J).
11. Menentukan Tebal Pelat (D).
12. Menentukan jarak dowel dan *Tie Bar*

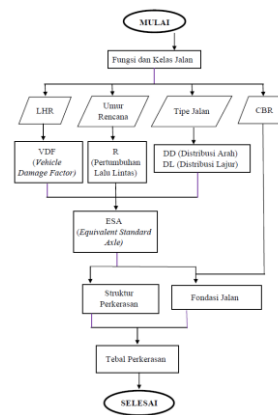


Gambar 1 Bagan Alir Metode AASHTO 1993

Metode Binamarga 2017

1. Menentukan fungsi jalan dan kelas jalan yang akan direncanakan.
2. Menentukan nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF).

3. Menghitung nilai Faktor Pertumbuhan Lalu-Lintas (R) berdasarkan Umur Rencana (UR) dan Pertumbuhan Lalu-Lintas (i).
4. Menentukan Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Arah (DL) berdasarkan tipe jalan.
5. Menghitung nilai *Equivalent Standard Axle* (ESA) dan *Cumulative Equivalent Single Axle* ($CESA$) berdasarkan Umur Rencana.
6. Menentukan struktur lapisan perkerasan.
7. Menentukan struktur fondasi jalan.
8. Menentukan tebal lapisan perkerasan menggunakan Bagan Desain.
9. Menentukan detail desain perkerasan.



Gambar 2 Bagan Alir Metode Binamarga 2017

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal bagian ini, akan dilakukan analisis perhitungan untuk mencari LHR dan CBR

LHR (Lalulintas Harian Rata-rata)

Data LHR didapatkan dengan menghitung jumlah kendaraan yang melintas dalam dua arah

Tabel 1 Data LHR

No	Jenis Kendaraan		LHR tahun 2016	LHR tahun 2017	LHR tahun 2018	LHR tahun 2019	LHR tahun 2020
1	Bus	5B	138	142	149	154	131
2	Truck dan mobil tangki 2 sumbu	6B	1509	1669	1700	1770	1574
3	Truck 3 sumbu atau lebih	7C1	209	216	222	228	197
4	Truck Trailer	7C2A	122	125	134	141	119

Sumber : Satker P2JN Surabaya

Setelah mengetahui data LHR asli maka dapat menghitung Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) dengan rumus :

$$i = \frac{(LHR\ 2019 - LHR\ 2018)}{LHR\ 2018} \times 100$$

Maka didapat hasil i pada setiap jenis kendaraan yaitu :

Tabel 2 Data i untuk setiap jenis kendaraan

No	Jenis Kendaraan	i
1	Bus	3.25
2	Truck dan mobil tangki 2 sumbu	3.95
3	Truck 3 sumbu atau lebih	2.63
4	Truck Trailer	4.96

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah mengetahui *i* langkah selanjutnya adalah menghitung LHR tahun rencana (2040) dengan rumus :

$$P_n = P_o (1 + i)^n$$

Keterangan :

- P_n = LHR pada tahun 2040
- P_o = LHR pada tahun 2020
- i = Pertumbuhan Rata-rata Lalu Lintas
- n = Tahun ke n (umur rencana = 20 tahun)

Tabel 3 LHR 2040

No	Jenis Kendaraan	LHR 2020	Pertumbuhan Lalu Lintas	UR	LHR 2040
1	Bus	131	3.25	20	248
2	Truck dan mobil tangki 2 sumbu	1574	3.95		2984
3	Truck 3 sumbu atau lebih	197	2.63		373
4	Truck Trailer	119	4.96		226

Sumber : Hasil Perhitungan

CBR (California Bearing Ratio)

Data CBR berikut diambil dari beberapa titik sampel pada Km Sby 44+000 –sampai Km Sby 53+900

Tabel 4 Data CBR

No	Segman Jalan	Nilai CBR
1	Km Sby 44+000	4,51
2	Km Sby 45+500	3,62
3	Km Sby 46+000	3,32
4	Km Sby 47+500	3,39
5	Km Sby 48+400	3,26
6	Km Sby 49+900	3,65
7	Km Sby 50+600	4,12
8	Km Sby 51+100	3,96
9	Km Sby 52+600	3,98
10	Km Sby 53+100	4,51

Sumber : Satker P2JN Surabaya

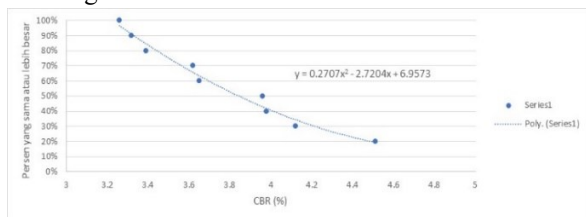
Setelah mengetahui nilai CBR di beberapa titik Langkah selanjutnya adalah menghitung CBR 90%

Tabel 5 Persentase nilai CBR

No	Nilai CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen yang sama atau lebih besar	Hasil
1	3.26	10	10/10*100%	100%
2	3.32	9	9/10*100%	90%
3	3.39	8	8/10*100%	80%
4	3.62	7	7/10*100%	70%
5	3.65	6	6/10*100%	60%
6	3.96	5	5/10*100%	50%
7	3.98	4	4/10*100%	40%
8	4.12	3	3/10*100%	30%
9	4.51	2	2/10*100%	20%
10	4.51	1	1/10*100%	10%

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil diatas didapatkan CBR 90% sebesar 3,32. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik nilai CBR. Berikut adalah grafik nilai CBR.



Gambar 2 Grafik Nilai CBR

Sumber : Hasil Perhitungan

Metode AASHTO 1993

1. Menentukan *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Angka ekivalensi beban sumbu kedaraan dihitung berdasarkan 4 rumus yang berdasarkan sumbu kendaraan

Tabel 6 Nilai VDF setiap kendaraan

Jenis Kendaraan	Beban Total	DISTRIBUSI BETON				ANGKA EKUIVALEN			VDF
		STRT	STRG	SDRG	STRG	STRT	STRG	SDRG	
Bus	10	3.4	6.6			0.1572	0.4280		0.5851
Truck dan mobil tangki 2 sumbu	15	3.75		11.25		0.2326		0.4468	0.6794
Truck 3 sumbu atau lebih	26	4.42	9.1			0.4489	1.5467		2.6795
			6.24				0.3420		
Truck Trailer	81	14.58	22.68	43.74		53.1441	59.6776	102.1037	214.9254

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Menentukan D_D dan D_L

Penentuan Faktor Distribusi Arah berkisar antara 0,3 sampai 0,7 makapada perencanaan ini diambil nilai 0,5. Untuk faktor distribusi arah diambil 100% sesuai tabel.

Tabel 7 Penentuan Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah Lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada jalur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Sumber : AASHTO 1993

3. Menghitung ESAL

ESAL dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365$$

Kemudian dilanjut dengan nilai komulatif ESAL pada semua jenis kendaraan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel :

Tabel 7 Perhitungan ESAL

No	Jenis Kendaraan	LHR 2020	Pertumbuhan Lalu Lintas	UR	LHR 2040	Distribusi Lajur (D_L)	Distribusi Arah (D_D)	Hari dalam 1 tahun	VDF	W18	Kumulatif ESAL
1	Bus	131	3.25	20	248	0.5	100%	365	0.5851	26520.925	26520.925
2	Truck dan mobil tangki 2 sumbu	1574	3.95		3416					423523.812	450044.737
3	Truck 3 sumbu atau lebih	197	2.63		331					161907.389	611952.126
4	Truck Trailer	119	4.96		313					214.9254	1229036.658
TOTAL										12902578.785	13992096.573

Sumber : Hasil Perhitungan

4. Menentukan *Reliability (R)*

Tabel 8 Penentuan nilai R

Klasifikasi Jalan	Reability : R (%)	
	Urban	Rural
Jalan Tol	85 - 99.9	85 - 99.9
Arteri	80 - 99	75 - 95
Kolektor	80 - 95	75 - 95
Lokal	50 - 80	50 - 80

Sumber : AASHTO 1993

Berdasarkan tabel diatas maka pada perencanaan ini ditentukan nilai R sebesar 90% karena fungsi jalan penelitian merupakan Arteri dan berada di kawasan Rural (perkotaan).

Tabel 9 Penentuan R dan Z_R

R (%)	Z_R	R (%)	Z_R
50	-0.000	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.090
92	-1.405	99.99	-3.750

Sumber : AASHTO 1993

Pada perencanaan ini ditentukan nilai Standar Normal Deviasi (Z_R) sebesar -1,282 karena *Reliability* yang digunakan 90%.

5. Menentukan *Serviceability*

Nilai *serviceability* dibagi menjadi 2 yaitu tingkat pelayanan awal (P_o) dan tingkat pelayanan akhir (P_t). Nilai tingkat pelayanan awal adalah 4,5 (Rekomendasi AASHTO) sedangkan nilai P_t dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 10 Penentuan Nilai P_t

Percent of people stating	P_t
12	3,0
55	2,5
85	2,0

Sumber : AASHTO 1993

Total Loss of *Serviceability*

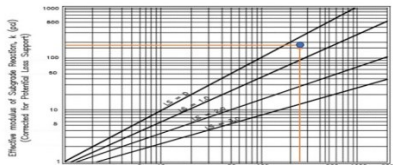
$$\Delta PSI = P_o - P_t = 4,5 - 2,5 = 2$$

6. Menentukan Modulus Reaksi Tanah Dasar

Modulus reaksi tanah dasar dapat dihitung menggunakan rumus:

$$M_R = 1500 \times CBR \quad k = \frac{MR}{19,4}$$

$$= 1500 \times 3,32 = 4980 / 19,4 = 256,7$$



Gambar 3 Grafik Koreksi Nilai Efektif *Modulus of Subgrade Reaction* berdasarkan k

Sumber : AASHTO 1993

Tabel 11 Tipe Material

No	Type Material	LS
1	Cement Treated Granular Base (E= 1.000.000 - 2.000.000 psi)	0 - 1
2	Cement Aggregate Mixture (E= 500.000 - 1.000.000 psi)	0 - 1
3	Asphalt Treated Base (E= 350.000 - 1.000.000 psi)	0 - 1
4	Bituminous Stabilized Mixtures (E= 40.000 - 300.000 psi)	0 - 1
5	Lime Stabilized (E= 20.000 - 70.000 psi)	1 - 3
6	Unbound Granular Materials (E= 15.000 - 45.000 psi)	1 - 3
7	Fine Grained / Natural Subgrade Materials (E= 3.000 - 40.000 psi)	2 - 3

Sumber : AASHTO 1993

Berdasarkan gambar grafik dan tabel diatas didapatkan LS = 1 maka perkerasan ini menggunakan beton campuran semen dan agregat.

7. Menentukan Modulus Elastisitas Beton

Pada perencanaan menggunakan $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$

Kemudian dari besaran satuan kg/cm^2 di konversi menjadi satuan PSI, dengan cara sebagai berikut :

- $1 \text{ kg/cm}^2 = 14,223 \text{ psi}$
- $F_c' = 350 \text{ kg/cm}^2 = 350 \times 14,223 \text{ (psi)} = 4.978,05 \text{ psi}$

Sehingga Nilai Modulus Elastisitas Beton dapat dihitung dengan cara berikut:

$$E_c = 57.000 \sqrt{f_c'} = 57.000 \sqrt{4.978,05} = 4.021.652 \text{ psi}$$

8. Menentukan *Flexural Strength*

Pada umumnya *flexural strength (Modulus of rupture)* diambil $Sc' = 45 \text{ kg/cm}$.

Flexural Strength (modulus of rupture) :

$$Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$Sc' = 45 \times 14,223 \text{ (psi)} = 640,035 \text{ psi}$$

$$Sc' = 640,035 \times 0,00689 \text{ (MPa)} = 4,41 \text{ Mpa}$$

9. Menentukan *Drainage Coefficient*

a. Mutu Drainase

Tabel 12 Penentuan Mutu Drainase

Quality of Drainage	Water Removed Within
Excellent	2 jam
Good	1 hari
Fair	1 minggu
Poor	1 bulan
Very Poor	Air tidak terbebaskan

Sumber : AASHTO 1993

b. Persentase struktur perkerasan terkena air

Persentase struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air dapat dilakukan pendekatan dengan persamaan :

$$P_{heff} = T_{jam}/24 \times T_{hari}/365 \times W_L \times 100$$

Dengan asumsi :

$$T_{jam} = 3 \text{ jam/hari} \quad T_{hari} = 184 \quad W_L = 20\%$$

Dengan asumsi diatas maka didapatkan nilai P_{heff} :

$$P_{heff} = T_{jam}/24 \times T_{hari}/365 \times W_L \times 100 = (3/24) \times (184/365) \times (0.2) \times 100 = 1,259429224$$

Sehingga Nilai P_{heff} sebesar 1,259429224%. Maka dapat diketahui nilai *Drainage Coefficient* (C_d) yang mengacu pada tabel berikut ini:

Tabel 13 Penentuan Nilai C_d

Quality of Drainage	Percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation			
	<1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Excellent	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Good	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Fair	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Poor	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Very Poor	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,70

Sumber : AASHTO 1993

Dengan mengacu variabel dan tabel di atas, maka dapat diketahui kisaran nilai Koefisien Drainase, dan dipilihlah nilai Koefisien Drainase sebesar 1,15.

10. Menentukan *Load Transfer*

Tabel 14 Penentuan Nilai J

Shoulder	Asphalt		Tied PCC	
	Yes	No	Yes	No
Pavement type				
1. Plain jointed & jointed reinforced	3,2	3,8 - 4,4	2,5 - 3,1	3,6 - 4,2
2. CRCP	2,9 - 3,2	N/A	2,3 - 2,9	N/A

Sumber : AASHTO 1993

Berdasarkan Tabel *Load Transfer Coefficient* (J) di atas, diambil nilai sebesar $J = 3,0$.

11. Menentukan Tebal Pelat (D)

Setelah mengetahui semua parameter, maka untuk menghitung tebal perkerasan kaku digunakan persamaan

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 7,35 \log_{10}(D + 1) - 0,006 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{0,46}}} + (4,22 - 0,32 p_c) \times \log_{10} \frac{S_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c/k)^{0,25}} \right]}$$

Untuk tebal perkerasan digunakan cara coba-coba sampai ruas kanan menghasilkan nilai yang lebih besar atau sama dengan ruas kiri. Berikut adalah rangkuman rekapitulasi dari percobaan beberapa tebal pelat yang digunakan :

Tabel 14. Rekapitulasi Penentuan Pelat Beton

Ruas Kiri (Log ₁₀ W ₁₈)	Ruas Kanan	Tebal Pelat Beton	
		Inci	mm
7,0183015	6,6818831	7	175
7,0183015	7,0437961	8	200
7,0183015	7,3620481	9	225

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat ditentukan rencana tebal pelat beton yang digunakan adalah 8 inch atau 200 mm.

12. Menghitung Batang Tie Bar

- Lebar jalan per lajur 3,5 meter (11,483 feet) dan dibulatkan maka menjadi 12 feet.
- Hasil perhitungan tebal perkerasan kaku sebesar 200 milimeter (8 inci).

Tabel 15 Penentuan Batang Tie Bar

Jenis dan mutu baja	Tegangan kerja (psi)	Tebal Perkerasan (m)	Diameter batang ½ in						Diameter batang 5/8 in					
			Panjang (in)			Lebar maksimum (in)			Panjang (in)			Lebar maksimum (in)		
			10 ft	11 ft	12 ft	10 ft	11 ft	12 ft	10 ft	11 ft	12 ft	10 ft	11 ft	12 ft
Grade 40	30.000	6	25	48	48	48	30	48	48	48	48	48	48	48
		7	25	48	48	48	30	48	48	48	48	48	48	48
		8	25	48	44	40	30	48	48	48	48	48	48	48
		9	25	48	40	38	30	48	48	48	48	48	48	48
		10	25	48	38	32	30	48	48	48	48	48	48	48
		11	25	35	32	29	30	48	48	48	48	48	48	48
		12	25	32	29	26	30	48	48	48	48	48	48	48

Sumber : Hasil Perhitungan

13. Menghitung Dowel

Tabel 16 Penentuan ukuran dan jarak dowel

Tebal Pelat		Dowel					
		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	Mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm
6	150	¾	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 ¼	32	18	450	12	300
10	250	1 ½	32	18	450	12	300
11	275	1 ¾	32	18	450	12	300
12	300	1 ½	38	18	450	12	300
13	325	1 ½	38	18	450	12	300
14	350	1 ½	38	18	450	12	300

Sumber : Principles of Pavement Design bu Yoder & Witczak, 1975

Sehingga dengan tebal perkerasan kaku 8 inci, maka didapatkan diameter dowel 1 inci atau 25 mm, panjang dowel 18 inci atau 450 mm, dan dengan jarak antar dowel 12 inci atau 300mm.

Metode Binamarga 2017

1. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan rumus :

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

Contoh perhitungan R kendaraan Bus :

$$= \frac{(1 + 0,01(3.25))^{20} - 1}{0,01(3.25)} = 20,062$$

Dari contoh perhitungan diatas didapat nilai R dari semua jenis kendaraan seperti pada tabel berikut:

Tabel 17 Nilai Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas R

No	Jenis Kendaraan	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	R (20 tahun)
1	Bus	3.25	20.062
2	Truck dan mobil tangki 2 sumbu	3.95	20.075
3	Truck 3 sumbu atau lebih	2.63	20.050
4	Truck Trailer	4.96	20.095

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Lalu lintas Pada Lajur Rencana

Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 sedangkan untuk faktor distribusi jalur kendaraan niaga (DL) seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 18 Faktor Distribusi Lajur (D_L).

Jumlah Lajur	Kendaraan niaga pada jalur desain (% terhadap populasi kendaraan)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

3. Vehicle Damage Factor

Nilai VDF untuk masing-masing jenis kendaraan seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 19 Nilai VDF untuk masing-masing jenis kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Daerah Jawa	Daerah Jawa			
			Beban Aktual		Normal	
			VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
1	Bus	5B	1	1	1	1
2	Truck dan mobil tangki 2 sumbu	6B	5.3	9.2	4	5.1
3	Truck 3 sumbu atau lebih	7C1	11	19.8	7.4	9.7
4	Truck Trailer	7C2A	17.7	33	7.6	10.2

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Perhitungan komulatif beban (ESA 5) dapat ditentukan dengan menggunakan tabel VDF berdasarkan tabel diatas menggunakan rumus :

$$\sum LHRJK \times \text{Kelompok sumbu} \times 365 \times D_D \times D_L \times R$$

Dari rumus perhitungan diatas didapat nilai ESA 5 dari semua jenis kendaraan seperti pada tabel berikut :

Tabel 20 Nilai ESA 5 untuk masing-masing jenis kendaraan

No	Jenis Kendaraan	LHR tahun 2016	LHR tahun 2017	LHR tahun 2018	LHR tahun 2019	LHR tahun 2020	Kelompok sumbu	VDF5 Beban Aktual	VDF5 Normal	ESA 5 (2020-2040)
1	Bus	5B	138	142	149	154	131	2	1	767404,304
2	Truck dan mobil tangki 2 sumbu	6B	1509	1669	1700	1770	1574	2	9.2	9226777,603
3	Truck 3 sumbu	7A	209	216	222	228	197	3	19	1730041,120
4	Truck Trailer	7C1	122	125	134	141	119	4	19.8	1396494,864

Sumber : Hasil perhitungan

$$\begin{aligned} \text{CESA 5} &= \text{ESA 5 Bus} + \text{ESA 5 Truk 2 sumbu} + \text{ESA 5 Truck 3 sumbu} + \text{ESA 5 Trailler} \\ &= 767404,304 + 9226777,603 + 1730041,120 + 1396494,864 = 3.120.717,891 \end{aligned}$$

4. Penentuan Tebal Pelat Beton

Tabel 21 Penentuan tebal perkerasan kaku

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overload)(10E6)	<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: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

$$\text{CESA 5} = 13.120.717,819 = 13,1207 \times 10^6$$

Berdasarkan hasil dari tabel diatas maka menggunakan struktur perkerasan < 25,8 yang menghasilkan tebal pelat beton 285 mm dengan tebal lapis pondasi 100 mm.

5. Perhitungan dowel

Tabel 22 Penentuan tebal perkerasan kaku

Tebal Pelat	Dowel						
	Diameter		Panjang		Jarak		
Inci	Mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm
6	150	¾	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 ¼	32	18	450	12	300
10	250	1 ¼	32	18	450	12	300
11	275	1 ¼	32	18	450	12	300
12	300	1 ½	38	18	450	12	300
13	325	1 ½	38	18	450	12	300
14	350	1 ½	38	18	450	12	300

Sumber : Principles of Pavement Design bu Yoder & Witczak, 1975

Dari tabel diatas diketahui bahwa dengan tebal pelat 285 mm dapat menggunakan diameter dowel sebesar 1 ½ inci (38 mm), panjang dowel 18 inci (450 mm), dan dengan jarak 12 inci (300 mm) agar lebih aman.

6. Perhitungan Tie Bar

Untuk panjang tie bar dapat ditentukan dengan rumus :

$$I = (38,3 \times D) + 75$$

$$= (38,3 \times 16) + 75$$

$$= 687,8 \text{ mm} = 700 \text{ mm}$$

Jadi, panjang tie bar yang akan digunakan yaitu 700 mm dan dengan jarak 750 mm.

Dari hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku metode Binamarga 2017 didapatkan hasil ketebalan 285 mm dengan menggunakan dowel besi ulir diameter 38 mm dengan jarak 300 mm dan Panjang 450, dan menggunakan tie bar diameter 16 mm dengan jarak 750 mm dan Panjang 700 mm.

RAB AASHTO 1993

Tabel 23 RAB metode AASHTO 1993

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A PEKERJAAN PERSIAPAN					
	Pembersihan Lahan	M2	1	Rp 128.087,00	Rp 128,087
	Pengukuran	LS	1	Rp 442.616,60	Rp 442,617
	Pemasangan Bekisting	M3	23760	Rp 156.602,40	Rp 3.720.873,024
B PEKERJAAN BETON					
	Lapis Pondasi Bawah	M3	10890	Rp 13.713.896,22	Rp 149.344.329,863
	Pelat Beton	M3	21780	Rp 14.113.516,68	Rp 307.392.393,290
C PEKERJAAN PEMBESIAN					
	Dowel	kg	40.439766	Rp 38.215,19	Rp 1.545,413
	Tie Bar	kg	9918.3821	Rp 38.215,19	Rp 379.032,858
D FINISHING					
	Curing	M2	108900	Rp 2.098,18	Rp 228.491,258
	Cutting	M2	1	Rp 65.828,30	Rp 65,828
				JUMLAH TOTAL	Rp 461.067.302,238
				PPN 10%	Rp 46.106.730,224
				TOTAL	Rp 507.174.032,462
				PEMBULATAN	Rp 507.174.032,500

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan tabel rencana anggaran biaya pekerjaan perkerasan kaku Metode AASHTO 1993 tabel diatas, maka didapatkan hasil total biaya pekerjaan sebesar Rp. 507.174.032.500 (lima ratus tujuh miliar seratus tujuh puluh empat juta tiga puluh dua ribu lima ratus rupiah).

RAB Binamarga 2017

Tabel 24 RAB metode Binamarga 2017

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A PEKERJAAN PERSIAPAN					
	Pembersihan Lahan	M2	1	Rp 128.087,00	Rp 128,087
	Pengukuran	LS	1	Rp 442.616,60	Rp 442,617
	Pemasangan Bekisting	M3	30492	Rp 156.602,40	Rp 4.775.120,381
B PEKERJAAN BETON					
	Lapis Pondasi Bawah	M3	10890	Rp 13.713.896,22	Rp 149.344.329,863
	Pelat Beton	M3	31036,5	Rp 14.113.516,68	Rp 438.034.160,439
C PEKERJAAN PEMBESIAN					
	Dowel	kg	93.432035	Rp 38.215,19	Rp 3.570.523
	Tie Bar	kg	14577.537	Rp 38.215,19	Rp 557.083,343
D FINISHING					
	Curing	M2	108900	Rp 2.098,18	Rp 228.491,258
	Cutting	M2	1	Rp 65.828,30	Rp 65,828
				JUMLAH TOTAL	Rp 592.943.392,338
				PPN 10%	Rp 59.294.339,234
				TOTAL	Rp 652.237.731,572
				PEMBULATAN	Rp 652.237.731,600

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan tabel rencana anggaran biaya pekerjaan perkerasan kaku Metode Binamarga 2017 diatas, maka didapatkan hasil total biaya pekerjaan sebesar Rp. 652.237.731.600 (enam ratus lima puluh dua miliar dua ratus tiga puluh tujuh juta tujuh ratus tiga puluh satu ribu enam ratus rupiah).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari skripsi yang berjudul “Perbandingan Perencanaan Perkerasan AASHTO 1993 dan Binamarga 2017 Jalan Nasional Bulu-Tuban-Sadang” ini yaitu:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dalam perencanaan perkerasan kaku antara metode AASHTO 1993 dan Binamarga 2017 didapatkan tebal perkerasan sebesar 20 cm untuk metode AASHTO 1993, sedangkan untuk metode Binamarga 2017 didapatkan tebal perkerasan sebesar 28,5 cm.
2. Perbandingan ketebalan perkerasan kaku antara 2 metode yaitu AASHTO 1993 dan Binamarga 2017 sebesar 8,5 cm.
3. Berdasarkan hasil perhitungan rencana anggaran biaya pekerjaan ini pada metode AASHTO 1993 sebesar Rp. 509.008.447.700,- sedangkan untuk metode Binamarga 2017 sebesar Rp. 688.158.174.000,-
4. Pada perencanaan antara AASHTO 1993 dan Binamarga 2017 didapat selisih harga Rp. 179.149.726.300,-

DAFTAR PUSTAKA

[1] AASHTO *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993

[2] Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan (Revisi 2017)*, Jakarta.

[3] Haskoningsih.2015. *Studi Komparatif Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga, AASHTO dan NAASRA Proyek Tol Pejagan-Pemalang Seksi 1*. Malang:Politeknik Negeri Malang

[4] Ramadhani, Elok Cipta. 2020. *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*. <http://jos-mrk-polinema.ac.id/> . Diakses pada 6 Januari 2020 jam 17.16 WIB.