

Analisis Tebal Perkerasan Metode AASHTO (1993) dan Metode Bina Marga (2003) Study Kasus Jalan Tol Semarang – Solo Sta 41+200 – 46+600

Richa Dwi Yuliani¹, Udi Subagyo², Burhamtoro³

¹ Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹richadwiyuliani98@gmail.com, ²udi.subagyo@polinema.ac.id, ³burhamtoro@polinema.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan jalan tol Semarang – Solo didasarkan oleh rencana dari pemerintah untuk membangun jaringan jalan tol Trans Jawa. Jalan tol ini dibangun menggunakan perkerasan kaku. Perkerasan kaku digunakan karena mempunyai kekuatan atau daya tahan yang lebih tinggi, memiliki modulus elastisitas yang tinggi dan perawatan yang lebih mudah dan murah khususnya bila dibandingkan dengan perkerasan lentur.

Perencanaan ulang ini dilakukan untuk mengetahui apakah perencanaan perkerasan jalan yang sebelumnya sudah ada itu sudah sesuai dan untuk membandingkan perencanaan jalan yang sudah ada dengan perencanaan jalan yang baru. Perencanaan ini akan dilakukan dengan menggunakan 2 metode yaitu Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2003 untuk melihat sejauh mana perbedaan ketebalan yang didapatkan.

Metode AASHTO dipilih karena metode ini dipakai secara umum diseluruh dunia, sedangkan metode Bina Marga 2003 dipilih karena merupakan penyederhanaan dari metode AASHTO yang sudah disesuaikan dengan kondisi alam yang ada di Indonesia. Metode AASHTO menggunakan parameter Reability (R) dalam satuan persen (%), sementara metode Bina Marga 2003 menggunakan parameter Faktor Keamanan Beban (FKB), metode AASHTO beban lalu lintas yang dijadikan acuan yaitu repetisi beban sumbu standar 18 kips (ESAL) yang terjadi masa layanan perkerasan, sedangkan 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. Metode AASHTO memperhitungkan parameter koefisien drainase (Cd), sedangkan metode Bina Marga 2003 tidak diperhitungkan.

Hasil perhitungan perkerasan kaku menggunakan Metode AASHTO 1993 didapatkan tebal perkerasan kaku 27 cm, *dowel* Ø32 mm, jarak 350 mm, dan panjang 460 mm, *tie-bar* D13 mm, jarak 750 mm, dan panjang 650 mm. Hasil perhitungan menggunakan Metode Bina Marga 2003 didapat tebal perkerasan kaku 23 cm, *dowel* Ø 32 mm, jarak 300 mm, dan panjang 450 mm, *tie bar* D16 mm, jarak 750 mm, dan panjang 700 mm.

Kata kunci : jalan tol; perkerasan kaku; metode AASHTO; metode Bina Marga 2003.

ABSTRACT

Semarang - Solo toll road construction is based on plans from the government to build the Trans Java toll road network. This toll road was built using rigid pavement. Rigid hardening is used because it has higher strength or durability, has a high elastic modulus and easier and cheaper maintenance, especially when compared to flexible pavement.

This re-planning is done to find out if the existing pavement planning is already in line and to compare the existing road planning with the new road planning. This planning will be carried out using two methods, namely the 1993 AASHTO Method and the 2003 Bina Marga Method to see the thickness difference obtained.

The AASHTO method was chosen because this method is widely used throughout the world, while the 2003 Bina Marga method was chosen because it is a simplification of the AASHTO method that has been adapted to natural conditions in Indonesia. The AASHTO method uses the Reability (R) parameter in units of percent (%), while the 2003 Bina Marga method uses the Load Safety Factor (FKB) parameter, the traffic load AASHTO method used as a reference is the repetition of the standard 18 kips axis load (ESAL) that occurs during the period pavement services, while the 2003 Bina Marga method is loaded by weight and axis configuration of each vehicle. The traffic load value that is used as a reference is the ratio of reps of each type of axis and allowed reps. The AASHTO method takes into account the drainage coefficient parameter (Cd), while the 2003 Bina Marga method is not calculated.

*The results of the calculation of rigid pavement using the 1993 AASHTO Method obtained rigid pavement thickness of 27 cm, *dowel* Ø32 mm, distance of 350 mm, and length of 460 mm, *tie-bar* D13 mm, distance of 750 mm, and length of 650 mm.*

The results of calculations using the 2003 Bina Marga Method obtained a thickness of 23 cm rigid pavement, dowel \varnothing 32 mm, distance 300 mm, and length 450 mm, tie bar D16 mm, distance 750 mm, and length 700 mm.

Keywords: toll roads, rigid pavement; Methode of AASHTO 1993; Methode of Bina Marga 2003

1. PENDAHULUAN

Jalan Tol Semarang – Solo merupakan rencana strategis jaringan jalan tol yang berlokasi di Provinsi Jawa Tengah. Jalan tol yang menghubungkan kota Semarang dan Solo ini memiliki panjang 72,64 km. Daerah yang dilintasi oleh tol ini adalah Semarang, Salatiga, Boyolali, Sukoharjo, dan solo. Jalan tol ini dibangun dengan tujuan untuk meningkatkan perekonomian pada daerah tersebut dan melancarkan arus lalu lintas barang dan jasa.

Analisis tebal perencanaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah perencanaan perkerasan jalan yang sebelumnya sudah ada itu sudah sesuai dan untuk membandingkan perencanaan jalan yang sebelumnya dengan perencanaan jalan yang baru. Perencanaan ini akan dilakukan

2. METODE

Metodologi adalah cara dan urutan kerja yang dilakukan untuk mendapatkan hasil atau kesimpulan dari sebuah perencanaan, yaitu berupa tebal perkerasan.. Metodologi dilakukan dengan membuat bagan pekerjaan langkah-langkah perhitungan supaya memudahkan dalam proses perhitungan. Perhitungan dilakukan menggunakan dua metode yaitu Metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2003.

2.1 Metode AASHTO 1993

Langkah-langkah perencanaan perkerasan kaku dengan metode AASHTO 1993 adalah sebagai berikut :

- a. Tentukan traffic desain untuk mendapatkan hasil desain ESAL. Parameter perencanaan jalan yang ditentukan seperti:
 - Umur rencana
 - Faktor distribusi arah
 - Faktor distribusi lajur
 - LHR pada tahun dibuka
 - Pertumbuhan lalu-lintas tahunan
 - *Vehicle damage factor (VDF)*
- b. Menentukan *reliability* dan *standard normal deviate*
- c. Menentukan *Loss of Serviceability*
- d. Menentukan CBR tanah untuk mendapatkan nilai modulus reaksi tanah dasar
- e. Menghitung kuat tekan beton untuk mendapatkan nilai *Modulus Elastisitas Beton (Ec)*,
- f. Tentukan *Flexural Strength (S'c, Drainage coefficient dan Load transfer coefficient*
- g. Memperkirakan tebal perkerasan dengan rumus (*check Equation*) dengan mencoba-coba nilai tebal plat beton

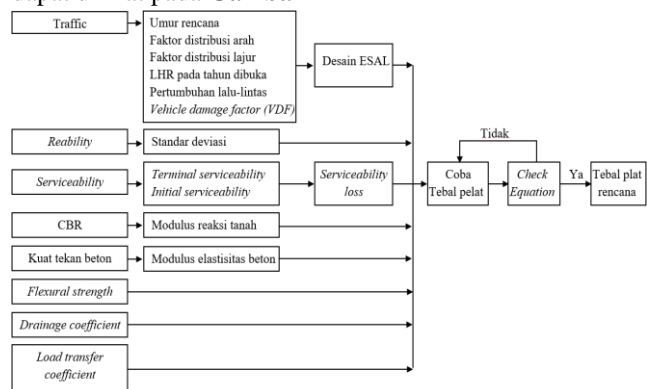
dengan menggunakan dua metode yaitu Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2003.

Metode AASHTO dipilih karena metode ini dipakai secara umum diseluruh dunia, sedangkan metode bina marga dipilih karena merupakan penyederhanaan dari metode AASHTO yang sudah disesuaikan dengan kondisi alam yang ada di Indonesia.

Metode perencanaan suatu jalan pasti memiliki hasil yang berbeda meskipun dengan umur rencana jalan yang sama, maka dalam perencanaan perkerasan jalan dilakukan dengan dua metode untuk membandingkan hasil hasil perencanaan dengan jalan yang sudah ada dengan perencanaan yang baru dan untuk melihat dan mengetahui sejauh mana perbedaan ketebalan yang didapatkan.

- h. Apabila nilainya 0 atau sudah sesuai maka tebal tersebut dapat digunakan sebagai tebal perkerasan beton yang direncanakan.
- i. Membuat gambar perencanaan perkerasan kaku dan gambar detail penulangan.

Bagan alir tebal perkerasan kaku Metode AASHTO 1993 dapat dilihat pada **Gambar 1**



Gambar 1 Bagan Alir Metode AASHTO 1993

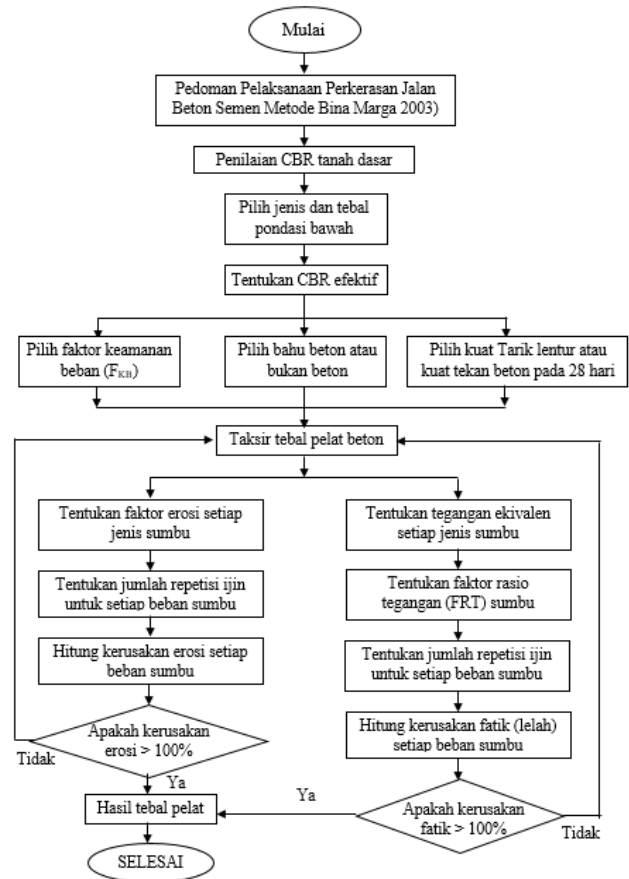
2.2 Metode Bina Marga 2003

Langkah-Langkah Perhitungan Tebal perkerasan dengan menggunakan metode Bina Marga 2003 adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung nilai CBR tanah dasar
- b. Pilih jenis dan tebal pondasi bawah yang digunakan.
- c. Menentukan nilai CBR efektif
- d. Pilih jenis perkiraan distribusi jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) dan jenis atau beban sumbu yang diperoleh dari data LHR

- e. Pilih jenis sambungan yang akan digunakan
- f. Tentukan bahu jalan menggunakan bahu beton atau tidak.
- g. Tentukan kuat tarik beton pada umur 28 hari
- h. Tentukan faktor keamanan beban (FKB) dengan menggunakan tabel
- i. Nilai tebal plat beton diperoleh dari data JSKN rencana, CBR tanah dasar efektif, F_{KB} , dan jenis lalu lintas dengan menggunakan grafik atau dengan tabel tafsiran.
- j. Tentukan faktor erosi (FE) dan tegangan ekivalen (TE) untuk setiap jenis sumbu dengan menggunakan tabel tafsiran
- k. Tentukan faktor ratio tegangan (FRT)
- l. Untuk setiap sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}) untuk menentukan beban rencana per roda.
- m. Tentukan analisa fatik untuk setiap beban sumbu dengan menggunakan grafik.
- n. Tentukan analisa erosi untuk setiap beban sumbu dengan menggunakan grafik.
- o. Tentukan persen kerusakan erosi untuk setiap beban sumbu, kemudian dijumlahkan persen kerusakan akibat erosi tersebut.
- p. Tentukan persen kerusakan fatik untuk setiap beban sumbu, kemudian dijumlahkan persen kerusakan akibat fatik tersebut.
- q. Apabila nilai persentase dari salah satu kerusakan fatik atau kerusakan erosi $\geq 100\%$ maka perlu mengulang taksiran tebal plat beton dengan memperbesar nilai tebal plat beton
- r. Apabila nilai persentase dari salah satu kerusakan fatik atau kerusakan erosi $< 100\%$ dengan menggunakan tebal plat baru, maka tebal tersebut dapat digunakan sebagai tebal perkerasan beton yang direncanakan.
- s. Membuat gambar perencanaan perkerasan kaku dan gambar detail penulangan.

Bagan alir tebal perkerasan kaku Metode Bina Marga 2003 dapat dilihat pada **Gambar 2**



Gambar 2 Bagan Alir Metode Bina Marga 2003

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi tentang analisis dan pembahasan dari perhitungan perkerasan dengan menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga 2003

3.1 Perhitungan Metode AASHTO 1993

Untuk menentukan tebal *rigid pavement* menggunakan metode AASHTO (1993) dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut ini :

a. Data Pendukung

Data Pendukung dalam analisis ini adalah:

- Fungsi jalan : Arteri Primer
- Jenis Perkerasan : Beton bersambung tanpa tulangan (dengan ruiji/dowel)
- Mutu beton : K-450 / 40 Mpa
- Jenis bahu jalan : Bahu beton
- Tipe Jalan : 4 lajur 2 arah terbagi
- Umur rencana : 20 tahun
- Jalan Dibuka : 2023

b. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Tabel 1. Data LHR

No	Jenis Kendaraan	LHR 2012 (Kend/hari)	LHR Tahun dibuka 2023 (Kend/hari)	LHR Umur Rencana 2043 (Kend/hari)
1	Mobil Penumpang	10.176	18.356	53.656
2	Mobil Hantaran	1.258	2.270	6.638
3	Bus Kecil	302	548	1.618
4	Bus Besar	1032	1.862	5.445
5	Truk Ringan 1.2L	3.319	4.900	9.952
6	Truk Sedang 1.2H	1.275	1.881	3.813
7	Truk 1.22	2.052	4.218	15.639
8	Truk Gandeng 4 Sumbu	379	961	5.221
9	Trailer	178	456	2.526

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

c. Vehicle damage factor (VDF)

Perhitungan angka Vehicle Damage Factor (VDF) dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

Contoh perhitungan angka Vehicle Damage Factor (VDF) untuk jenis kendaraan bus kecil

- Untuk roda depan dengan rumus :

Angka Ekuivalen Sumbu Tunggal Roda Tunggal

$$STRT = \left(\frac{P}{5,4}\right)^4$$

$$STRT = \left(\frac{2,040}{5,4}\right)^4$$

$$STRT = 0,0204$$

- Untuk roda belakang dengan rumus :

Angka Ekuivalen Sumbu Tunggal Roda Ganda pada sumbu belakang :

$$STRG = \left(\frac{P}{8,16}\right)^4$$

$$STRG = \left(\frac{3,960}{8,16}\right)^4$$

$$STRG = 0,055$$

Jadi total angka Damage Factor (VDF) untuk kendaraan truk 2 sumbu (6 roda) sebesar 0,0204 + 0,055 = 0,076

d. Penentuan Tebal Pelat Beton (D)

Dalam menentukan tebal pelat beton (D) maka parameter yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Umur rencana = 20 tahun
- CBR = 6%
- Standard normal deviation (ZR) = -1,282
- Standard deviation (SO) = 0,40
- Terminal serviceability (Pt) = 2,5
- Initial serviceability (P0) = 4,5
- Serviceability Loss (ΔPSI) = 2
- Modulus reaksi tanah dasar (k) = 464 psi
- Modulus elastisitas beton (EC) = 302.400 kg/cm2
- Flexural Strength (S'C) = 640 psi
- Koefisien drainase (CD) = 1,20
- Koefisien transfer beban (J) = 3,1

Dalam menentukan tebal pelat beton (D) digunakan persamaan :

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 7,35 \log_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}}$$

$$+ (4,22 - 0,32 \cdot p_t \times \log_{10} \frac{S'_c \cdot C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times [D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c \cdot k)^{0,25}}]})$$

$$D = 10.5397 \text{ inch} = 26.771 \text{ cm} \sim 27 \text{ cm}$$

Check equation :

$$\log_{10} W_{18} = 7.52282 - 7.52282 = 0$$

Dari hasil analisis tebal rigid pavement menggunakan metode AASHTO (1993), maka didapat ketebalan pelat beton (D) sebesar 26,771 cm atau dibulatkan menjadi 27 cm.

3.2 Perhitungan Metode Bina Marga 2003

Untuk menentukan tebal rigid pavement menggunakan metode Bina Marga 2003 dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut ini :

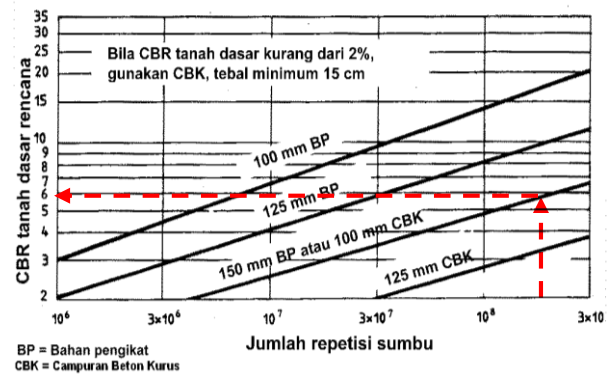
a. Data Pendukung

Data Pendukung dalam analisis ini adalah:

- Fungsi jalan : Arteri Primer
- Jenis Perkerasan : Beton bersambung tanpa tulangan (BBTT)
- Mutu beton : K-450 / 40 Mpa
- Jenis bahu jalan : Bahu beton
- Tipe Jalan : 4 lajur 2 arah terbagi
- Umur rencana : 20 tahun
- Jalan Dibuka : 2023

b. Menentukan Tebal Pondasi Bawah dan CBR Tanah Dasar Efektif

Untuk mengetahui tebal pondasi bawah minimum yang di gunakan untuk perkerasan beton semen maka dapat dilihat pada Gambar 3

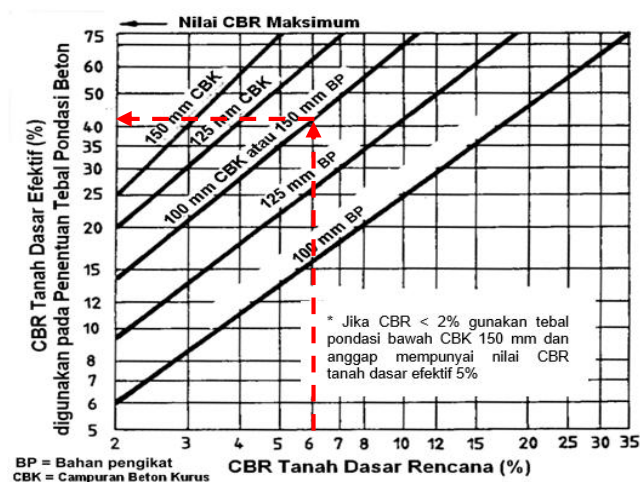


Gambar 3. Tebal Lapis Pondasi Bawah Minimum
Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Tabel 2. Perhitungan Angka *Vehicle Damage Factor (VDF)*

No	Jenis Kendaraan	Berat Total Maksimum (kg)	Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu				<i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i>				
				Depan	Belakang	Total	Depan	Belakang	VDF			
1	Mobil Penumpang	2,00	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Mobil Hantaran	3,00	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Bus Kecil	6,00	1,2	2,040	3,960	-	6,000	0,020	0,055	-	-	0,076
4	Bus Besar	9,00	1,2	3,060	5,940	-	9,000	0,103	0,281	-	-	0,384
5	Truk Ringan 1.2L	8,30	1,2 L	2,822	5,478	-	8,300	0,075	0,203	-	-	0,278
6	Truk Sedang 1.2H	18,20	1,2 H	6,188	12,012	-	18,200	1,724	4,696	-	-	6,420
7	Truk 1.22	25,00	1,22	6,250	18,750	-	25,000	1,795	3,448	-	-	5,242
8	Truk Gandeng 4 Sumbu	31,40	1,2+2,2	5,652	8,792	8,478	31,400	1,200	1,348	1,165	1,165	4,878
9	Trailer	42,00	1,2+22	7,560	17,220	17,220	42,000	3,842	19,832	2,453	-	26,127

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020



Gambar 4. CBR tanah dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

c. Analisis Lalu Lintas

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 20 tahun:

$$R = \frac{(1 + i)^{UR} - 1}{i} = \frac{(1 + 5.6\%)^{20} - 1}{5.6\%} = 35,110$$

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R = 365 \times 1.096 \times 35,110 = 14.043.206,57$$

$$JSKN_{Rencana} = JSKN_{Total} \times C = 14.043.206,57 \times 0.45 = 6.319.449,26$$

d. Perhitungan Tebal Pelat Beton

- Jenis perkerasan : BBTT dengan ruji
- Umur rencana : 20 tahun
- JSKN rencana : 186.616.317,07
- F_{KB} : 1,2
- Kuat Tarik lentur : 4,98 Mpa
- CBR tanah dasar : 6 %
- CBR efektif : 42 %

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

Tabel 3. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi

CBR Efektif (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi Dengan Ruji/ Beton Bertulang			
	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
35	0,68	1,04	0,87	0,69	1,56	2,17	2,23	2,28
42	0,68	1,02	0,85	0,68	1,55	2,16	2,21	2,25
50	0,67	1,00	0,83	0,67	1,54	2,15	2,19	2,22

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Tabel 4. Hasil analisis fatik dan erosi sesuai tebal plat

Tebal Plat (cm)	Analisa Fatik		Analisa Fatik	
	Persen rusak (%)	Keterangan	Persen rusak (%)	Keterangan
21	0	Aman	476,58	Tidak Aman
22	0	Aman	261,20	Tidak Aman
23	0	Aman	89,62	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Dari hasil analisis tebal perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga 2003 maka didapat ketebalan pelat beton sebesar 23 cm.

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan perkerasan kaku menggunakan Metode AASHTO 1993 didapatkan tebal perkerasan kaku 27 cm, dowel Ø32 mm, jarak 350 mm, dan panjang 460 mm, tie-bar D13 mm, jarak 750 mm, dan panjang 650 mm.

Hasil perhitungan perkerasan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2003 didapatkan tebal perkerasan kaku 23 cm, dowel Ø 32 mm, jarak 300 mm, dan panjang 450 mm, tie bar D16 mm, jarak 750 mm, dan panjang 700 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1993. Guide for Design Pavement Structures. Washington: AASHTO.
- [2] Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997 “Manual Kapasitas Jalan Indonesia”, Jakarta
- [4] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2006 “Perkerasan Beton Semen”, Jakarta
- [5] Franki, A. (2017). Rancangan Tebal Perkerasan Kaku Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon. Jurnal CIVTECH Teknik Sipil Universitas Serang Raya, 1(1).
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2013. Manual Desain Perkerasan Jalan.
- [7] Pradana, M. F., Bethary, R. T., & Enggalita, T. I. (2013). Perencanaan Kembali Perkerasan Jalan Kaku dengan Metode Bina Marga 2003 Dan AASHTO 1993 (Studi Kasus Ruas Jalan Maja-Citeras). Jurnal Fondasi, 2(2).
- [8] 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.