

## PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU PADA JALAN TOL SOLO-YOGYAKARTA-NYIA KULON PROGO DENGAN METODE BINA MARGA 2017 DAN AASHTO 1993 (STA 02+00 – STA 07+500)

\*) Eko Prasetyo<sup>1</sup>, Sumina<sup>1</sup>, Kusdiman Joko Prayitno<sup>1</sup>, Rasyiid Lathiif Amhudo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta

\*) Email: ekoprst17@gmail.com

### ABSTRACT

The Solo – Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Toll Road is one part of the Trans Java toll road. The main purpose of the construction of the Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Toll Road is to improve accessibility and connectivity between regions and increase the capacity of the road network between Central Java Province and the Special Region of Yogyakarta (DIY). In addition, the toll road serves as a support for the economic growth of the community and supports access to the *New Yogyakarta International Airport (NYIA)* airport located in Kulon Progo Regency, Special Region of Yogyakarta. For this reason, proper and effective toll road planning is needed, among others, by considering road capacity, large vehicle loads and high speeds, the life of the road plan and functions. Rigid *pavement* planning is carried out by two calculation methods, namely the 2017 Highways method and the 1993 AASHTO. The data required for planning are secondary data namely LHR (Average Daily Cross), base soil CBR (*California Bearing Ratio*), and rainfall. Based on the planning analysis data obtained, it was concluded that the thick planning of the rigid pavement of the Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Toll Road, with the 2017 Highways method, obtained a plate thickness of 305 mm with an LMC (*Lean Mix Concrete*) foundation layer of 100 mm, and a drainage foundation layer of 150 mm. While the AASHTO 1993 method obtained a plate thickness of 285 mm with an LMC foundation of 100 mm.

**Keywords:** *Thick Rigid Pavement*, Bina Marga 2017, AASHTO 1993

### ABSTRAK

Jalan Tol Solo – Yogyakarta-NYIA Kulon Progo merupakan salah satu bagian jalan tol Trans Jawa. Tujuan utama dibangunnya jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo yaitu untuk meningkatkan aksesibilitas dan konektivitas antar daerah serta meningkatkan kapasitas jaringan jalan antara Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Selain itu, jalan tol tersebut berfungsi sebagai penunjang pertumbuhan ekonomi masyarakat dan penunjang akses kebandara *New Yogyakarta International Airport (NYIA)* yang berada di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Untuk itu diperlukan perencanaan jalan tol yang tepat dan efektif antara lain dengan mempertimbangkan kapasitas jalan, beban kendaraan yang besar dan kecepatan tinggi, umur rencana dan fungsi jalan. Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dilakukan dengan dua metode perhitungan yaitu metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993. Data yang diperlukan untuk perencanaan adalah data sekunder yaitu LHR (Lintas Harian Rata-Rata), CBR tanah dasar (*California Bearing Ratio*), dan curah hujan. Berdasarkan data analisa perencanaan yang didapatkan, diambil kesimpulan bahwa perencanaan tebal perkerasan kaku jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo, dengan metode Bina Marga 2017 didapatkan hasil tebal pelat 305 mm dengan lapis pondasi LMC (*Lean Mix Concrete*) 100 mm, dan lapis pondasi drainase 150 mm. Sedangkan metode AASHTO 1993 didapatkan tebal pelat 285 mm dengan pondasi LMC 100 mm.

**Kata kunci:** Tebal Perkerasan Kaku, Bina Marga 2017, AASHTO 1993

## 1. PENDAHULUAN

Jalan Tol Solo – Yogyakarta-NYIA Kulon Progo merupakan salah satu bagian jalan tol Trans Jawa yang saat ini masih dalam tahap pembangunan. Tujuan utama dibangunnya jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo yaitu untuk meningkatkan aksesibilitas dan konektivitas antar daerah serta meningkatkan kapasitas jaringan jalan antara Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Selain itu, jalan tol tersebut berfungsi sebagai penunjang pertumbuhan ekonomi masyarakat dan penunjang akses kebandara *New Yogyakarta International Airport (NYIA)* yang berada di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tol Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo direncanakan menggunakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Perkerasan kaku dipilih dengan mempertimbangkan aspek kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar. Perkerasan kaku mempunyai kekakuan (modulus elastisitas) yang tinggi dari perkerasan lentur (*Flexibel Pavement*). Setiap konstruksi yang menerima beban dari atas, akan menyalurkan atau menyebarkan beban tersebut ke bawah. Dalam hal konstruksi perkerasan jalan, salah satu fungsinya adalah untuk menyalurkan dan menyebarkan beban lalu-lintas yang diterima kelapisan di bawahnya sampai ke lapisan tanah dasar (*subgrade*). Beban yang disalurkan ke lapisan di bawahnya, menghasilkan tekanan yang lebih kecil, disebabkan makin luasnya area yang menampung beban tersebut, sehingga mampu dipikul oleh lapisan tanah dasar. Dengan kekakuan atau modulus elastisitas beton semen yang lebih besar, konstruksi perkerasan kaku (*Rigid*

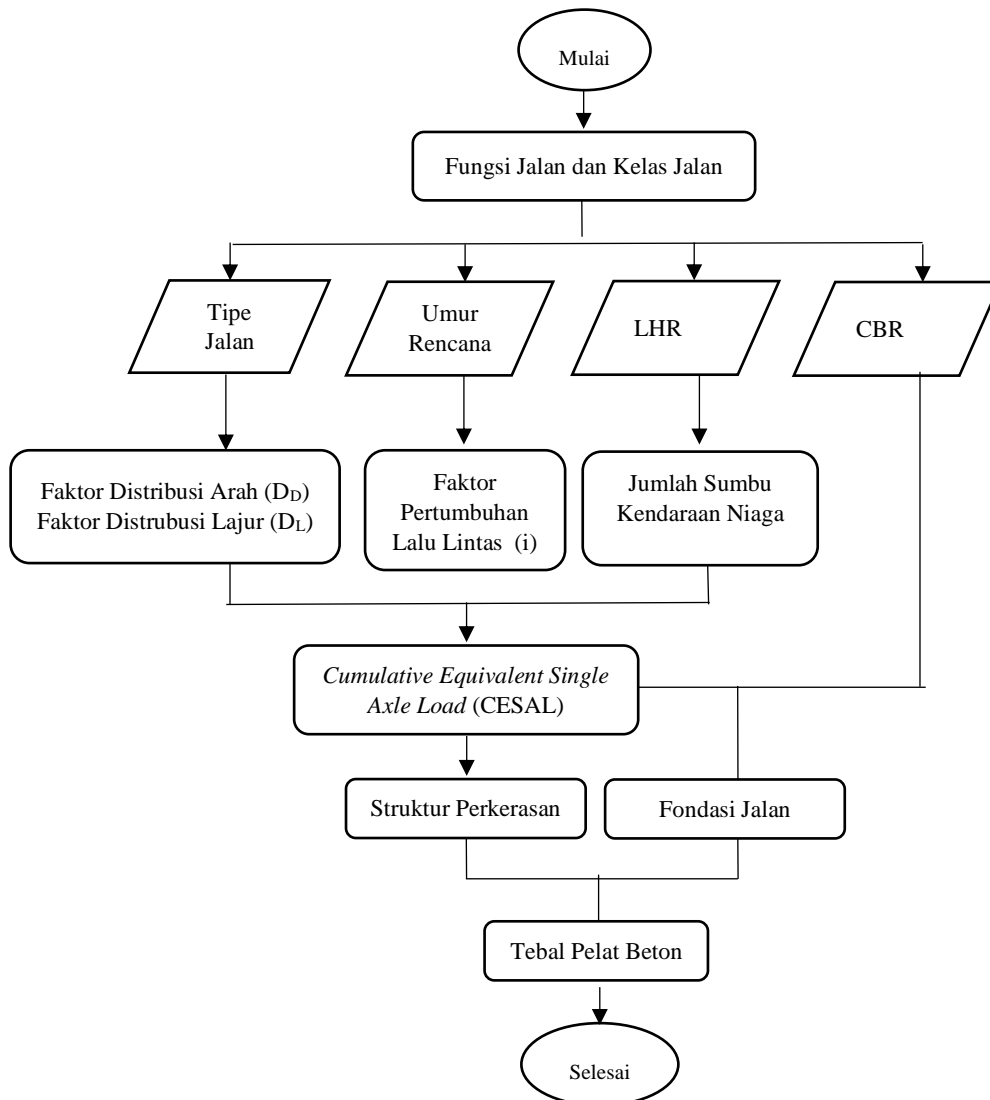
*Pavement*) mempunyai kemampuan penyebaran beban yang lebih tinggi dari perkerasan lentur (*Flexibel Pavement*). Sebagai akibatnya, lendutan menjadi lebih kecil serta tegangan yang bekerja pada tanah dasar juga rendah, karena itu perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) tidak memerlukan daya dukung pondasi yang kuat (Perancangan Perkerasan Jalan, 2015). Agar didapatkan desain struktur perkerasan yang baik maka diperlukan analisis perencanaan perkerasan yang sesuai, dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 dan metode dari Amerika yaitu AASHTO 1993. Metode Bina Marga 2017 yang dilakukan dengan mengikuti langkah dari perencanaan perkerasan jalan beton semen oleh Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian untuk perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku pada penelitian ini didasari dengan dua metode, dengan begitu dapat dipilih mana yang lebih cocok untuk dijadikan acuan perencanaan. Metode Bina Marga 2017 merupakan revisi terhadap Manual Desain Perkerasan Jalan 2013, metode Bina Marga 2017 merujuk pada Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017 yang diterbitkan oleh direktorat Jendral Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Sedangkan Metode AASHTO 1993 merupakan metode empirik yang dikembangkan oleh *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO, 1993), merupakan penyempurnaan dari metode AASHTO 1986.

### Metode Bina Marga 2017

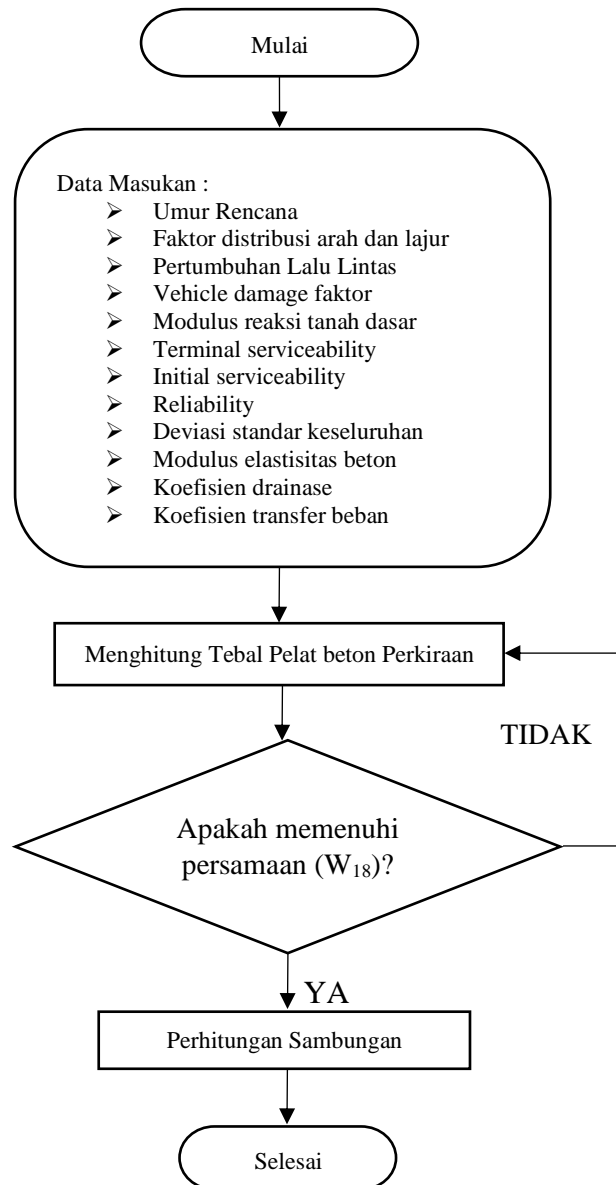
Parameter desain perencanaan perkerasan kaku yang digunakan pada metode Bina Marga 2017, diuraikan sebagai berikut :



**Gambar 1.** Bagan Alir Metode Bina Marga 2017

### Metode AASHTO 1993

Parameter desain perencanaan perkerasan kaku yang digunakan pada metode AASHTO 1993, diuraikan sebagai berikut :



**Gambar 2.** Bagan Alir Metode AASHTO 1993

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal bagian ini, akan dilakukan analisis perhitungan perencanaan perkerasan kaku dengan menggunakan dua metode yang berbeda.

**LHR (Lintas Harian Rata-Rata)****Tabel 1. Data LHR**

Gol	Jenis Kendaraan	konfigurasi sumbu dan Type	LHR (2020)	LHR (2024)
2	Sedan, Jeep dan Station Wagon	1.1	7608	9177
3	oplet, Pick up, Combi, Suburan dan Mini bus	1.1	2106	2540
4	Micro truck, Mobil Hantaran	1.1	1068	1288
5a	Bus Kecil	1.1	74	89
5b	Bus Besar	1.2	59	71
6a	Truck 2as ringan	1.1	628	758
6b	truck 2as sedang	1.2	1037	1251
7a	Truck 3 as	1.22	759	916
7b	Trailer 4 as, Truck gandingan	1.22-22	47	57
7c	Truck besar, Semi trailer	1.22+22	50	60
TOTAL :			13436	16207

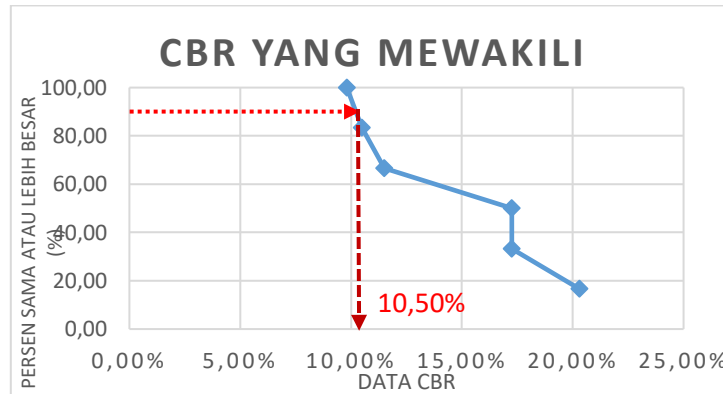
Sumber: Data Proyek PT. Adhi Karya (Persero) dan Perhitungan

Data LHR yang didapatkan adalah data LHR tahun 2020, sedangkan tahun beroperasi jalan yaitu 2024, maka perlu dilakukan perhitungan untuk LHR ditahun 2024 dengan rumus :

$$LHR\ 2024 = LHR_{2020} \times (1 + i)^{UR} \quad (1)$$

**CBR (California Baring Ratio)**

Data CBR berikut diambil dari beberapa titik sampel pada Sta 02+00 sampai Sta 07+500.



Sumber : Data Proyek PT. Adhi Karya (Persero)

**Gambar 3. Grafik CBR****Metode Bina Marga 2017**

Berikut adalah perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga 2017 :

## 1. Data Perencanaan :

- Jenis Perkerasan : Beton Bersambung Tanpa Tulangan (dengan ruji dan *tie-bars*)
- Fungsi Jalan : Jalan Tol
- Mutu Beton : K-450 /  $f_c' = 40$  Mpa
- Tipe Jalan : 4 lajur, 2 arah
- Umur Rencana : 40 Tahun
- CBR : 10,5 %

## 2. Lalu Lintas

Beban lalu lintas dinyatakan dalam jumlah sumbu kelompok niaga, sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Konfigurasi sumbu untuk analisis dibagi 4 tipe, yaitu : sumbu tunggal roda tunggal (STRT), sumbu tunggal roda ganda (STRG), sumbu tandem roda ganda (STrRG), dan sumbu tridem roda ganda (STrRG) (Ardiansyah & Sudibyo,2020). Jenis kendaraan dikelompokkan menjadi Sembilan tipe, yaitu : 5B, 6A, 6B, 7A1, 7A2, 7C1, 7C2A, 7C2B, dan 7C3 (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2004).

## a. Volume lalu lintas

Berupa beban lalu gandar kendaraan niaga yang dinyatakan dalam beban sumbu gandar (Vinna et al., 2019).

## b. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 untuk jalan tol dan pulau jawa sebesar 4,8 %. Selanjutnya ditentukan Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R) dapat ditentukan berdasarkan perhitungan sebagai berikut ;

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \quad R = \frac{(1+0,01(4,8\%)^{40}-1}{0,01(4,8\%)} \quad R = 40,37\%$$

## c. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standart (ESA) dengan memperhitungkan nilai Faktor Distribusi Arah (DD) sebesar 0,50 dan Faktor Distribusi Lajur (DL) 80 % untuk jalan dua arah.

## 3. Sebaran Kelompok Sumbu Kendaraan

Berdasarkan pedoman desain perkerasan kaku (PD T-14-2003) pada perencanaan perkerasan kaku beban lalu lintas desain, didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan (*Heavy Vehicle Single Group*, HVAG) dan bukan pada nilai Cesa.

## 4. Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

Berbeda dengan perencanaan perkerasan lentur/*flexible pavement*, desain perkerasan kaku pada Bina Marga 2017 tidak menggunakan nilai ESA sebagai satuan beban lalu lintas, akan tetapi menggunakan jumlah kelompok sumbu kendaraan berat (*Heavy Vehicle Axle Group*) (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017). Sehingga pada perhitungannya, Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR) dikalikan dengan jumlah sumbu kendaraan.

**Tabel 2.** Nilai JSKN pada Masing-Masing Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan		i	R	365	DD	DL	Jumlah Sumbu	LHR 2024	Kelompok Sumbu 2024	Jumlah Kelompok Sumbu (40 <sup>th</sup> )
Gol.	Kendaraan	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
5a	1.2 Bus Kecil	4.80%	40.38	365	0.5	0.8	2	89	179	1052423
5b	1.2 Bus Besar	4.80%	40.38	365	0.5	0.8	2	71	142	839094
6a	1.2L Truk	4.80%	40.38	365	0.5	0.8	2	758	1515	8931375
6b	1.2H Truk	4.80%	40.38	365	0.5	0.8	2	1251	2502	14748146
7a	1.22 Truk	4.80%	40.38	365	0.5	0.8	3	916	2747	16191672
7b	1.2+2.2Trailer	4.80%	40.38	365	0.5	0.8	4	57	227	1336862
7c	1.2-2.2Trailer	4.80%	40.38	365	0.5	0.8	3	60	181	1066645
JSKN										44166216

Sumber : Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan pada jumlah kendaraan golongan 5a yaitu bus kecil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{JSKNH 2024 (6)} &= \text{LHR 2024} \times \text{Jumlah sumbu kendaraan} \\ &= 89 \times 2 \\ &= 179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JSKNH 40 TAHUN} &= \text{LHR 2024} \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= (6) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times (2) \\ &= 179 \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,38 \\ &= 1052423 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai beban sumbu standar kumulatif (CESAL) adalah 44,166,216

## 5. Penentuan Tebal Pelat Beton

**Tabel 3.** Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) (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 Drainase				150	
(dapat mengalir dengan baik)					

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017

Didapatkan Kelompok Sumbu Kendaraan Berat dengan total jumlah Kelompok Sumbu pada Umur Rencana 40 Tahun sejumlah 44,166,216. Maka menggunakan struktur perkerasan <86 yang menghasilkan pelat beton 305 mm.

### Metode AASHTO 1993

Berikut adalah parameter perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga 2017:

#### 1. Lalu Lintas

Analisis lalu lintas yang dilakukan membutuhkan data jenis kendaraan, LHR, Pertumbuhan Lalu Lintas, VDF,  $D_D, D_L$ , dan ESAL selama umur rencana. (Isnaini et al., 2019).

#### 2. Nilai *Reability* (R)

Berdasarkan AASHTO 1993 nilai R sebesar 90%, dikarenakan fungsi jalan merupakan jalan Tol dan berada di kawasan Rural (perdesaan).

#### 3. Nilai *Standard Normal Deviation* ( $Z_R$ )

Dengan nilai R = 90%, maka nilai  $Z_R = -1,282$ .

#### 4. Nilai *Standard Deviation* ( $S_o$ )

Pada buku “ Perkerasan Jalan Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993, Ari Suryawan (2009)” nilai *Standard Deviation* untuk perkerasan kaku adalah  $S_o = 0,30 - 0,40$  (di ambil dari AASHTO 1993 Halaman 1 – 62). Sehingga dipilih nilai  $S_o = 0,35$ .

#### 5. Nilai *Serviceability*

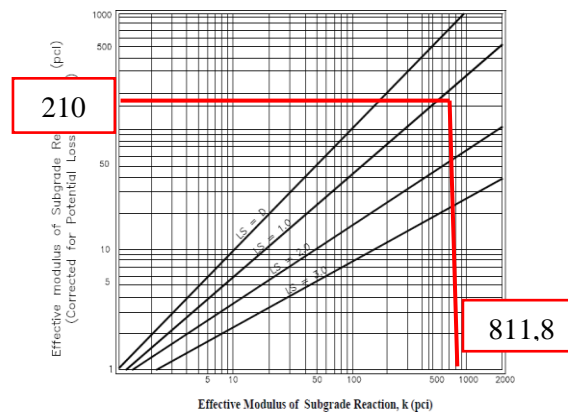
Pada buku “ Perkerasan Jalan Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993, Ari Suryawan (2009). Penentuan nilai *Serviceability* mengacu pada AASHTO halaman II-31. *Initial Present Serviceability index* ( $P_o$ ), untuk perkerasan kaku adalah 4,5 menurut AASHTO 1993. Diketahui tipe jalan adalah jalan nasional yang menghubungkan Kota Solo dengan Provinsi Yogyakarta, maka diasumsikan sebagai jalan jalan raya utama dengan Nilai terminal *Serviceability index* ( $P_t$ ) = 2,5. Sehingga untuk nilai *Design Serviceability loss* ( $\Delta PSI$ ) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} (\Delta PSI) &= P_o - P_t \\ &= 4,5 - 2,5 \\ &= 2 \end{aligned}$$

#### 6. Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)

Berdasarkan nilai CBR yang dikonversikan ke nilai Modulus Resilen ( $M_R$ ) (Putranto et al., 2016). dengan persamaan:

$$\begin{aligned} K &= \frac{MR}{19,4} \\ &= \frac{1.500 \times 10,5}{19,4} \\ &= 811,8 \text{ Pci} \end{aligned}$$



Sumber : AASHTO 1993

**Gambar 4.** Koreksi efektifitas modulus reaksi tanah dasar dengan *Potensial Loss Subbase Support*

#### 7. Modulus Elastisitas Beton dan *Flexural Strength*

Mutu beton yang digunakan yaitu K400 atau setara  $400 \text{ kg/cm}^2$ . Jika nilai tersebut dikonversikan menjadi kuat tekan (benda uji silinder), maka nilai tersebut harus dikali dengan 0,083.

$$f'c = 400 \times 14,2233 = 5689,32 \text{ Psi}$$

Nilai modulus elastisitas beton, menggunakan persamaan :

$$E_c = 57000 \sqrt{f'c} = 57000 \sqrt{5689,32} = 4299372,126 \text{ Psi}$$

Nilai kuat lentur beton, menggunakan persamaan :

$$S_c = 7,5 \sqrt{f'c} = 7,5 \sqrt{5689,32} = 565,707 \text{ Psi}$$

#### 8. Koefisien Drainase

Nilai presentase struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai tingkat *saturated* sebesar < 1 %. dan koefisien drainase adalah good, maka koefisien drainase ( $C_d$ ) yang didapat sebesar 1,20.

#### 9. Nilai Koefisien Transfer Beban

Nilai J merupakan koefisien yang memperhitungkan kemampuan perkerasan kaku mendistribusikan beban yang melintas diatas sambungan atau retakan (Setiawan, 2017). Nilai Nilai Koefisien Transfer Beban (J) mengacu pada AASHTO 1993 Nilai Koefisien Transfer Beban menurut ASSHTO 1993 yaitu : 2, 55.

#### 10. Nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF)

Penentuan nilai VDF didasarkan pada angka ekivalensi pada lampiran metode AASHTO 1993

**Tabel 4.** Nilai *Vehicle Damage Factor*

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR 2024	Nilai VDF
2	1.1 Sedan	9177	0.0002
3	1.1 Pick up	2540	0.1758
4	1.1 Micro Truk	1288	0.0478
5a	1.2 Bus	89	0.1758
5b	1.2 Bus	71	0.1758
6a	1.2L Truk	758	0.8995
6b	1.2H Truk	1251	4.7895
7a	1.22 Truk	916	0.4592
7b	1.2+2.2 Trailer	57	0.9417
7c	1.2-2.2 Trailer	60	10.6944

Sumber:Hasil Perhitungan

#### 11.Perhitungan *Equivalent Single Axle Load* (ESAL)

Perhitungan ESAL pada ruas jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo dengan VDF berdasarkan AASHTO 1993 dan, dengan perhitungan ESAL adalah lalu lintas kumulatif , secara numerik lalu - lintas kumulatif dapat di rumuskan sebagai berikut :

**Tabel 5.**Nilai Perhitungan ESAL

Jenis Kendaraan		LHR 2024	VDF	R	DD	DL	W18	W2064
Gol.	Sumbu	1	2	3	4	5	6	7
2	1.1 Sedan	9177	0.0002	40.38	0.5	90%	304.53	12295.96835
3	1.1 Pick up	2540	0.1758	40.38	0.5	90%	73367.81	2962349.209
4	1.1 Micro Truk	1288	0.0478	40.38	0.5	90%	10121.29	408664.1234
5a	1.2 Bus	89	0.1758	40.38	0.5	90%	2577.98	104090.1431
5b	1.2 Bus	71	0.1758	40.38	0.5	90%	2055.41	82990.78979
6a	1.2L Truk	758	0.8995	40.38	0.5	90%	111921.66	4519025.816
6b	1.2H Truk	1251	4.7895	40.38	0.5	90%	984056.36	39732935.24
7a	1.22 Truk	916	0.4592	40.38	0.5	90%	69055.03	2788213.477
7b	1.2+2.2 Trailer	57	0.9417	40.38	0.5	90%	8769.38	354078.6069
7c	1.2-2.2 Trailer	60	10.6944	40.38	0.5	90%	105943.75	4277657.598
<i>ESAL</i>								55242300.97

Sumber : Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan *ESAL* jenis kendaraan golongan 6b yaitu truk besar sebagai berikut:

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(1+0,01(4,8\%)^{40}-1}{0,01(4,8\%)} \\
 &= 40,38\% \\
 W_{18}, (6) &= LHR \times VDF \times 365 \times D_D \times D_L \\
 &= 1251 \times 4,7895 \times 365 \times 0,5 \times 90\% \\
 &= 984056,36 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{18 \text{ 2064}}, (7) &= W_{18} \times \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \\
 &= (6) \times (3) \\
 &= 984056,36 \times 40,38 \\
 &= 39732935,24 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

$W_{18 \text{ 2064}}$  atau Esal adalah kumulatif dari tiap kendaraan, sehingga diperoleh  $W_{18 \text{ 2064}}$  total = 55,242,300.97ESAL

## 12. Perhitungan Tebal Pelat Beton (D)

Dicoba  $D = 11,22$  in, maka :

Hasil rumus ruas kanan harus sama dengan rumus ruas kiri.

$$\begin{aligned}
 \text{Log}_{10}(W_{18}) &= \text{Log}_{10}(96069772,61) &&= 7,742 \\
 Z_R \times S_o &= -1,282 \times 0,35 &&= -0,44 \\
 7,35 \text{ Log}_{10}(D+1)-0,06 &= 7,35 \text{ Log}_{10}(11,86+1)-0,06 &&= 7,989 \\
 \text{Log}_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5}\right] &= \text{Log}_{10}\left[\frac{2}{4,5-1,5}\right] &&= -0,174 \\
 1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}} &= 1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(11,86+1)^{8,46}} &&= 1,00 \\
 4,22 - 0,32 P_t &= 4,22 - 0,32 (2,5) &&= 3,42 \\
 S_c C_d \times (D^{0,75} - 1,132) &= (600,023 \times 1,2 \times (11,86^{0,75} - 1,132)) = 3393,21 \\
 215,63 \times J \times [D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c \cdot K^{0,25})}] &= 215,63 \times 2,55 \times [11,86^{0,75} - \frac{18,42}{(4560173_c \cdot 210)^{0,25}}] = 2524,16 \\
 \text{Cek} &&& \\
 7,742 &= -0,44 + 8,153 + (\frac{0,176}{1,00}) + 3,42 \times \text{Log}_{10}\frac{3393,21}{2524,16} \\
 7,742 \text{ ESAL} &= 7,746 \text{ ESAL ... TERPENUHI}
 \end{aligned}$$

Maka tebal pelat beton (D) = 11,22 in, terpenuhi, diketahui 1 in = 25,4 mm, Jadi tebal pelat beton = 285 mm.

## Penentuan Sambungan

### 1. Sambungan Ruji / Dowel

Direncanakan perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan, penentuan *dowel* sebagai sambungan melintang dilakukan berdasarkan tebal pelat yang sudah didapat yaitu 285 mm, diambil dari buku . Perancangan Pengerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah, Hardiyatmo (2015), maka diameter *dowel* dipilih sebagai berikut :

**Tabel 6.** Ukuran Dowel yang Disarankan

Tebal Pelat Beton (D)		Diameter Dowel	
Inchi	mm	Inchi	mm
6	150	¾	19
7	175	1	25
8	200	1	25
9	225	1 ¼	32
10	250	1 ¼	32
11	275	1 ¼	32
12	300	1 ½	38
13	325	1 ½	38
14	350	1 ½	38

Catatan :

- Jarak dowel 300 mm
- Panjang dowel 450 mm

Sumber:Hardiyatmo,2015

### 2. Sambungan Bahu / Tie-bars



**Tabel 7.** Ukuran Tie-bars yang disarankan

Tebal Perkerasan (in)	panjang (in)	Diameter batang 1/2 in jarak maximum (in)			panjang (in)	Diameter batang 5/8 in jarak maximum (in)		
		Lebar lajur 10ft	lebar lajur 11ft	lebar lajur 12 ft		Lebar lajur 10ft	lebar lajur 11 ft	lebar lajur 12 ft
6	25	48	48	48	30	48	48	48
7	25	48	48	48	30	48	48	48
8	25	48	44	40	30	48	48	48
9	25	48	40	38	30	48	48	48
10	25	48	38	32	30	48	48	48
11	25	35	32	29	30	48	48	48
12	25	32	29	29	30	48	48	48

Sumber : AASHTO, 1993

H beton = 11,22 in = 285 mm

Lebar lajur = 3,60 m = 11,8 ft

Pada tabel diatas jika hasil penentuan *Tie bar* dideskripsikan maka didapatkan hasil:

- Diameter tie bar : 16 mm
- Jarak tie bar : 30 in = 762 mm, diambil 750 mm
- Panjang tie bar : 48 in = 1220 mm, diambil 750 mm

#### 4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku dengan metode Bina Marga didapatkan tebal perkerasan kaku yang terdiri dari pelat beton 305 mm, tebal lapis pondasi 100 mm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A 150 mm. Sedangkan hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku menggunakan metode AASHTO 1993 didapatkan tebal perkerasan yang terdiri dari pelat beton 285 mm, tebal lapis pondasi 100 mm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A 150 mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D.C.
- Ardiansyah, R., & Sudibyo, T. (2020). Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Lajur Pengganti pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Elevated. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). *Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual (Pd T-19-2004-B)* (p. 36). Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Republik Indoensia
- Hardiyatmo, H.C. (2015). *Perancangan Pekerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Isnain, A. Y., Suparman, L. B., & Utomo, S. H. T. (2019). Perancangan Perkerasan Jalan Lingkar Kota Kabupaten Wonogiri. *Jurnal HPJI*,5(2), 119-128.
- Kementerian Pekerjaan umum. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Putranto, Y. P., Ridwanyah, A. M., Djakfar, L., & K, R. (2016). Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan Tol Karanganyar - Solo. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawiwa*.
- Suryawan, Ari. (2009). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta
- Setiawan, A. B. (2017). Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Metode Bina Marga Pada Bahu Jalan Tol Gempol A- Pasuruan Seksi A1 STA 0+000 A- STA 6+800 Universitas Muhammadiyah Malang).
- Vinna, A. D., Prihutomo, N. B., & Pramono, E. (2019). Analisis Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2017 Serta Biaya Pelaksanaan (Studi Kasus Proyek Jalan Tol Cinere–Serpong Seksi 1). *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*, 496–506. Jakarta.