

Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Lingkar Laladon, Kab. Bogor

Syah Razad Lutfhy Al Bahry*, Rulhendri, Nurul Chayati, Muhamad Lutfi

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

E-mail: syahrazadlutfhi@gmail.com*; rulhendri@gmail.com; nurulais12345@gmail.com; mlutfi@ft.uika-bogor.ac.id;

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana transportasi darat paling banyak digunakan oleh masyarakat dalam melakukan mobilitasnya. Jalan Dramaga merupakan jalan di Kabupaten Bogor yang mempunyai tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi, telah dilakukan pengembangan ruas jalan pada tahun 2018 yang menghubungkan jalan Dramaga dan jalan Ciomas dalam rangka mengurangi kemacetan. Namun ruas jalan alternatif tersebut pada saat ini mengalami kerusakan, jalan alternatif yang mengalami kerusakan adalah ruas jalan Lingkar Laladon. Kerusakan di akibatkan tidak terpeliharanya lingkungan sekitar dan buruknya saluran drainase. Telah dilakukan beberapa kali penanganan dalam perbaikan kerusakan tersebut, namun hasilnya tidak sampai bertahan lama dan rusak Kembali. Oleh karena itu perlu adanya suatu penanganan yang tepat yakni dengan meningkatkan jalan menjadi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yang dapat bertahan lama dan melakukan analisis geometric jalan dalam meningkatkan arus lalu lintas. Dalam penelitian ini dihasilkan tebal perkerasan sebesar 20 cm dari hasil perhitungan menggunakan metode AASHTO 1993, dengan tulangan memanjang dan melintang D12-300, dengan sambungan melintang menggunakan *dowel* yang digunakan diameter 12 dengan Panjang 450mm dan dari hasil analisis geometrik didapatkan 2 tikungan dengan menggunakan jenis full circle yaitu tikungan PI-1 dengan panjang lengkung tikungan sebesar 198,34m, tikungan PI-2 dengan panjang lengkung tikungan sebesar 139,64m.

Kata kunci: Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), geometric jalan, tebal perkerasan

ABSTRACT

Roads are the most widely used land transportation infrastructure by the community in carrying out their mobility. Dramaga Street is a road in Bogor Regency which has a high level of traffic density, a road segment has been developed in 2018 that connects Dramaga road and Ciomas road in order to reduce congestion. However, the alternative road is currently damaged, the alternative road that is damaged is the Laladon Ring Road. The damage is caused by the non-maintenance of the surrounding environment and poor drainage channels. Several treatments have been carried out to repair the damage, but the results did not last long and were damaged again. Therefore, it is necessary to have an appropriate treatment, namely by increasing the road into a rigid pavement that can last a long time and conducting a geometric analysis of the road in increasing traffic flow. In this study, a pavement thickness of 20 cm was obtained from the results of calculations using the 1993 AASHTO method, with longitudinal and transverse reinforcement D12-300, with transverse joints using dowels with a diameter of 12 with a length of 450mm and from the results of geometric analysis obtained 2 bends using the full type. circle, namely the PI-1 bend with a bend length of 198.34m, the PI-2 bend with a bend length of 139.64m.

Key word: Rigid Pavement, geometric road, pavement thickness

Submitted:	Reviewed:	Revised:	Published:
15 Agustus 2022	15 September 2022	25 Januari 2023	01 Agustus 2023

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan penting dalam sektor perhubungan, terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa maupun orang. Adanya suatu sistem transportasi yang baik dan bermanfaat menjadi salah satu syarat penting bagi perkembangan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Mengingat manfaatnya yang begitu penting maka sektor pembangunan dan pemeliharaan jalan menjadi prioritas untuk diteliti dan dikembangkan dalam perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharannya (Mardianus, 2013). Perencanaan tebal perkerasan merupakan salah satu tahapan dalam pekerjaan jalan dengan sasaran utama adalah memberikan pelayanan yang optimal kepada para masyarakat pengguna jalan. Jalan lingkar Laladon merupakan penghubung antara jalan raya Laladon Kecamatan Ciomas dengan jalan raya Ciharang Kecamatan Dramaga. Jalan lingkar Laladon merupakan jalan alternatif yang dibangun oleh pemerintah kabupaten Bogor untuk mengurangi kemacetan yang terjadi di jalan raya Dramaga. Kondisi eksisting di jalan tersebut berupa perkerasan lentur atau aspal, namun akibat tingginya volume lalu lintas yang melintas dan sistem drainase yang tidak berfungsi dengan baik, jalan tersebut mengalami kerusakan di beberapa titik. Kerusakan yang paling parah terdapat di belakang Terminal Laladon. Dengan perencanaan konstruksi jalan tanpa pemeliharaan jalan secara memadai, baik rutin maupun berkala akan dapat mengakibatkan kerusakan yang besar pada jalan, sehingga jalan akan lebih cepat kehilangan fungsinya. Oleh karena itu perlu adanya suatu penanganan peningkatan jalan yang tepat yang dapat mengatasi kerusakan – kerusakan pada ruas jalan tersebut sehingga jalan dapat bertahan lama serta untuk memberi kenyamanan dan kelancaran bagi pengguna jalan.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas, (Shirley L. Hendarsin, 2000). Jenis konstruksi pada jalan pada umumnya terdiri dari:

- Perkerasan lentur (*flexible pavement*), adalah perkerasan yang pada umumnya menggunakan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan bawahnya (Pekerjaan Umum tahun, 1987).
- Perkerasan Kaku (*rigid pavement*), atau perkerasan beton semen adalah perkerasan

yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan diatas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah.

- Perkerasan Komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu-lintas, maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton dibawahnya.

Metode AASTHO 1993

Metode yang digunakan dalam perancangan perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah metode AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials) guide for design of pavement structures 1993, Langkah-langkah, tahapan, prosedur dan parameter perencanaan secara praktis adalah:

- Analisis lalu lintas mencakup umur rencana, lalu lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu lintas tahunan, *vehicle damage factor*, *equivalent single axle load*, *Terminal serviceability index*, *initial serviceability*, dan *serviceability loss*.
- Reability*
Penentuan nilai *reability* (R) ditunjukkan pada tabel 1 dan penentuan nilai *standard normal deviate* (ZR) ditunjukkan Tabel 2 berikut:

Tabel 1. Nilai Reabilitas (R)

Klasifikasi Jalan	Reliability: 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: AASTHO 1993

Tabel 2. Nilai ZR

R (%)	Z _R
50	0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476

R (%)	Z_R
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99.9	- 3.090
99.99	- 3.750

Sumber: AASHTO 1993

3. **CBR dan modulus reaksi tanah dasar**
 Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya. *CBR* dapat dibagi atas: *CBR* lapangan, *CBR* lapangan rendam, *CBR* rencana titik. Modulus reaksi tanah dasar (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan *CBR* tanah dasar. *AASHTO* 1993 menyarankan penentuan nilai modulus of *subgrade reaction* (k) dapat ditentukan dengan Persamaan (1) dan Persamaan (2).

$$MR = 1.500 \times CBR \quad (1)$$

$$K = \frac{MR}{19,4} \quad (2)$$
 Dengan, $MR = Resilient modulus$, $CBR = California Bearing Ratio$, dan $K = Modulus of subgrade reaction$.
4. **Modulus Elastisitas Beton**
 Perhitungan Modulus Elastisitas Beton yaitu:

$$E_c = 57000 \sqrt{f'c} \quad (3)$$
 dengan, $E_c = Modulus elastisitas beton$ (psi), dan $f'c = Kuat tekan beton$, silinder (psi)
5. **Flexural strength**
 Spesifikasi kuat tekan lentur beton untuk perkerasan kaku di Indonesia disarankan (S^c) = 45 kg/cm² = 640 psi
6. **Drainage coefficient**
7. Koefisien drainase (C_d) digunakan untuk modifikasi tebal beton rancangan dengan memperhatikan kondisi drainase. Hardiyatmo (2015)
8. **Load transfer coefficient**

Penentuan Tebal Pelat Beton dengan Formulasi

Penentuan tebal perkerasan pelat beton dalam perancangan perlu dipilih kombinasi yang paling optimum/ekonomis dari tebal pelat beton dan lapis pondasi. *AASHTO* (1993) menentukan tebal perkerasan beton dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\log_{10} W_{18} = -0.0759 + 7.35 \log_{10}(D + 1) - \frac{0.1761(D+1)^{8.46}}{(D+1)^{8.46} + 1.624 \times 10^7} + 3.24 \times \log_{10} \frac{D^{0.75} - 1.132}{D^{0.75} - 1.4631} \quad (3)$$

Perencanaan Penulangan

Perkerasan bersambung tanpa tulangan, penulangan tetap dibutuhkan untuk mengantisipasi atau meminimalkan retak pada tempat-tempat dimana dimungkinkan terjadi konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari. Tipikal penggunaan penulangan khusus ini antara lain; tambahan pelat tipis dan sambunagn yang tidak tepat.

Perencanaan Sambungan

Perencanaan sambungan pada perkerasan kaku, merupakan bagian yang harus dilakukan, baik jenis perkerasan beton bersambung tanpa atau dengan tulangan, maupun pada jenis perkerasan beton menerus dengan tulangan.

1. **Dowel (ruji)**
 Dowel berupa batang baja tulangan polos (maupun profil) yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan.
2. **Batang Pengikat (tie bar)**
 Batang tulangan atau baja ulir yang digunakan untuk menjaga agar tepi/ujung-ujung pelat beton yang berdampingan tetap dalam kontak yang baik antara satu dengan yang lainnya dan membantu terjadinya ikatan sempurna antar sambungan. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang.

Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan route dari suatu ruas jalan yang lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan data dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survei lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan yang berlaku (Hendarsin, 2000). Perencanaan geometrik secara umum menyangkut aspek-aspek perencanaan bagian-bagian jalan tersebut baik untuk jalan sendiri maupun untuk pertemuan yang bersangkutan agar tercipta keserasian sehingga dapat memperlancar lalu-lintas (Setyawan, 2003) yang terdapat beberapa kriteria perencanaan, antara lain:

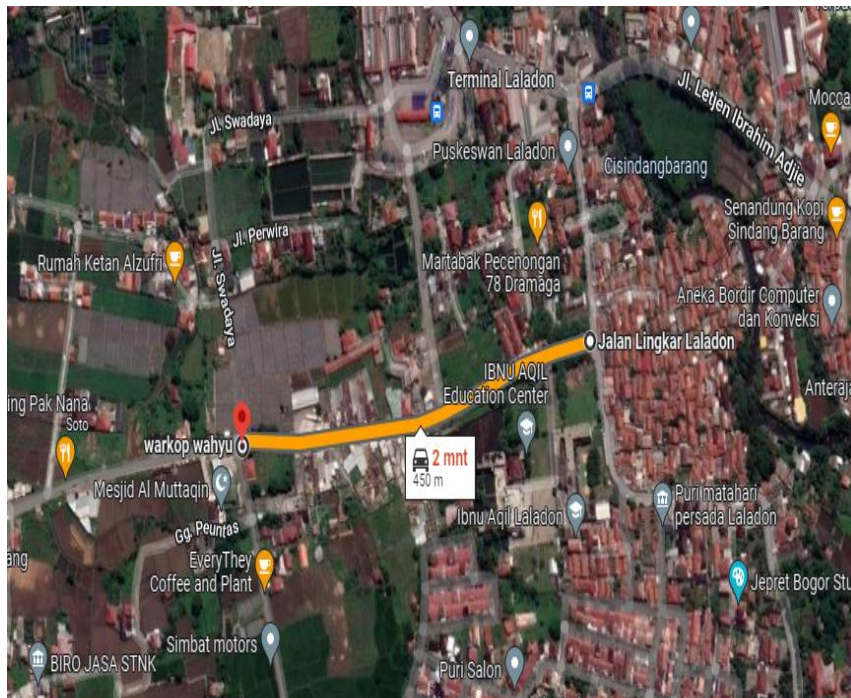
1. Klasifikasi menurut medan jalan
2. Kecepatan rencana
3. Jalur lalu lintas, pada geometric jalan terdapat alinyemen yakni alinyemen horizontal dan alinyemen vertical.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengambil lokasi di ruas jalan Lingkar Laladon, STA 0±000~STA 0+437 Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor Pengumpulan data dilakukan selama 2 hari, 1 hari dilakukan sebanyak 3 kali pada jam sibuk atau

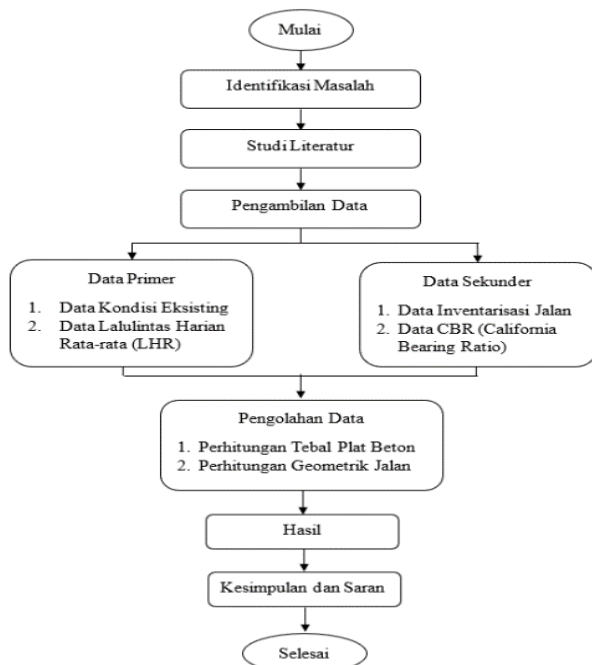
pada tingkat lalu lintas yang tinggi yaitu pagi hari pukul 06.30-08.30, siang hari pukul 11.00-13.00 dimana pada jam ini biasanya terjadi peningkatan

arus lalu lintas, dan sore hari pukul 16.00-18.00. Peta lokasi penelitian disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

Tahapan penelitian disajikan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting berpengaruh ada rencana peningkatan ruas jalan tersebut, kondisi awal harus diamati terlebih dahulu sebelum masuk kepada

tahapan selanjutnya. Diketahui jalan Lingkar Laladon yang dilakukan penelitian sepanjang 437 meter dan lebar 7 meter. Jalan ini termasuk jalan kolektor dengan fungsi jalan urban karena disekitar jalan tersebut terdapat pemukiman penduduk dan terminal angkutan umum. Jalan Lingkar Laladon merupakan jalan yang menghubungkan jalan Dramaga dan jalan Ciomas.

Hasil Perhitungan Tebal Pelat Beton

Dilakukannya perhitungan dari data primer dan sekunder untuk mendapatkan tebal pelat beton perkerasan kaku, metode yang digunakan adalah AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) *guide for design of pavement structures* 1993. Berikut adalah hasil pengamatan lapangan jalan Lingkar Laladon:

Tabel 3. Data hasil pengamatan jalan Lingkar Laladon

No	Parameter	Nilai
1	Panjang jalan	437m
2	Lebar jalan	7m
3	Kelas jalan	Kolektor
4	Status lokasi jalan	Urban
5	Jumlah jalur	1
6	Jumlah lajur	2
7	Bahu jalan	Tidak ada

(Sumber: Hasil pengamatan)

- a. Umur rencana *rigid pavement* umumnya diambil 20 tahun untuk konstruksi baru. Ditentukannya data perencanaan pada jalan Lingkar Laladon dengan umur rencana selama 20 tahun.
- b. Mendapatkan jumlah pertumbuhan data lalu lintas kendaraan yaitu dengan mencari informasi di internet melalui situs Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Bogor, maka hasil diperoleh yaitu 6%.
- c. Dilakukan survey lapangan lalu lintas harian rata-rata (LHR). Didapatkan hasil rata-rata dari 2 hari yang berbeda dengan lamanya 12 jam setiap harinya. Berikut adalah hasil rekapitulasinya:

Tabel 4. Rekapitulasi hasil survei LHR

Jenis kendaraan	Jumlah rata-rata/hari
Mobil penumpang	512
Pick up/Combi	97
Bus kecil	24
Mikro truk	96
Angkutan umum	250
Jumlah	978

(Sumber: Hasil pengamatan)

- d. Penentuan kekuatan tanah dasar dilihat dari nilai CBR (*California Bearing Ratio*), berdasarkan SNI 03-1744-1989 yang menerangkan bahwa yang umum digunakan di

- e. Indonesia sebesar 6%
- e. Menentukan masa layan yang direncanakan (*Reability*) sesuai dengan kelas dan status lokasi jalan yaitu jalan kolektor dengan status urban, didapatkan nilai rata-rata sebesar 90% dan didapatkan standar normal deviasi (ZR) sebesar -1,282 dan standar deviasi (So) sebesar 0,35.

- f. Kehilangan pelayanan kepercayaan ditentukan oleh selisih dari tingkat pelayanan awal dan akhir. Didapatkan jumlah tingkat kehilangan pelayanan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Initial serviceability (Po)} & : 4,5 \\ \text{Terminal serviceability (Pt)} & : 2,5 \\ \text{Serviceability loss (\Delta PSI)} & : Po - Pt = 2,0 \end{aligned}$$

- g. Modulus reaksi tanah dasar (k) berdasarkan CBR tanah dasar adalah:

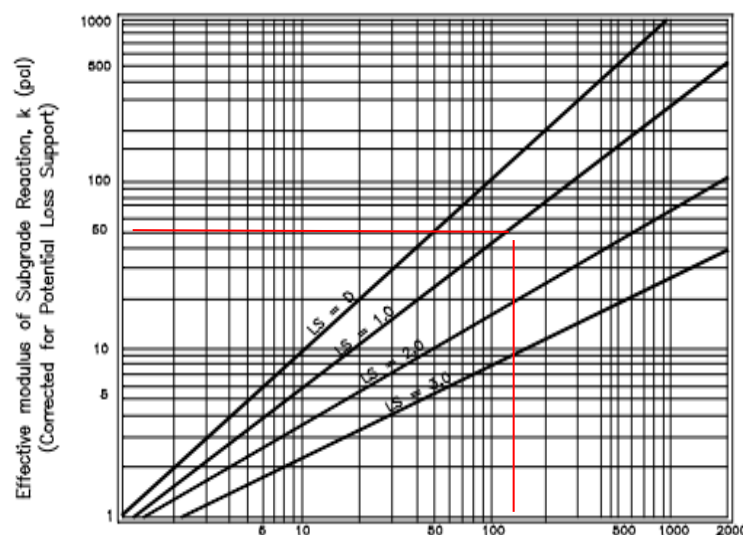
$$M_R = 1500 \times \text{CBR} = 1500 \times 6\% = 9000 \text{ psi}$$

$$K = M_R / 19,4 = 9000 / 19,4 = 464 \text{ pci}$$

Dimana:

$$M_R = \text{Modulus resilient}$$

Perkerasan jalan beton menggunakan *wet lean concrete* dibawah plat 7 cm. Koreksi reaksi efektif modulus tanah dasar didapat sebesar 160 pci. Didapatkan nilai *loss off support factors* (LS) sebesar 1.0 untuk tipe *material cement agregat mixtures* (E=500.000-1.000.000 psi). Dengan memperhatikan gambar 5 modulus reaksi tanah dasar berikut:

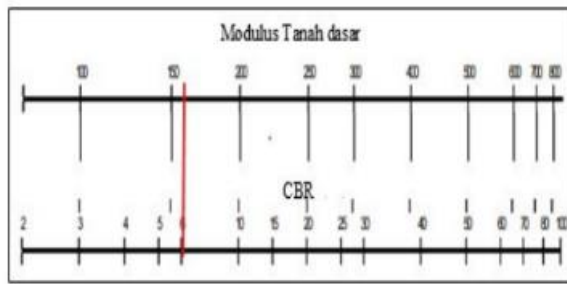


(Sumber: AASHTO 1993)

Gambar 2. Pendekatan nilai koreksi modulus reaksi tanah dasar efektif untuk potensi kehilangan daya dukung tanah dasar

Pendekatan dari nilai modulus reaksi tanah dasar (k) 160 psi dapat menggunakan hubungan dengan

nilai CBR seperti yang ditunjukkan pada gambar 6 di bawah ini, didapatkan nilai CBR sebesar 6%



(Sumber: AASHTO 1993)

Gambar 5. Pendekatan hubungan (k) dan (CBR)

- h. Menentukan Tebal Pelat Beton
 Menghitung tebal pelat beton didapatkan berdasarkan parameter-parameter yang telah dianalisis sebelumnya. Berikut merupakan tabel data parameter yang digunakan untuk mencari tebal pelat beton yang merujuk pada tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Data parameter perencanaan

No	Data Parameter Perencanaan	simbol	Nilai
1	Umur rencana (tahun)	UR	20
2	Jumlah lajur	DL	2
3	Jumlah arah	DD	2
4	CBR	CBR	6%
5	Reabilitas	R	90%
6	Standart Normal Deviate	Z _R	-1.282
7	Standart Deviation	S _o	0.35
8	Indeks Permukaan Awal	P _o	4.5
9	Indeks Permukaan Akhir	P _t	2.5
10	PSI	PSI	2
11	Modulus Resilient	M _r	9000
12	Modulus of Subgrade	K _{eff}	464
13	Kelas Beton	F _c '	K350
14	Modulus Elastisitas Beton	E _c	3639142
15	Kuat Tarik Lentur Beton	S' _c	640
16	Koefisien Drainase	C _d	1.15

(Sumber: Hasil perhitungan)

Setelah seluruh parameter ditentukan, maka nilai-nilai parameter tersebut dimasukkan dengan menggunakan persamaan (3), maka dicoba tebal pelat 8 in ≈ 20,32 ≈ 20 cm.

$$\log_{10} \times W_{18} = 6.23 \quad (A)$$

$$-0.0759 + 7.35 \log_{10}(D+1) = 66.0741 \quad (B)$$

$$\frac{0.1761(D+1)^{8.46}}{(D+1)^{8.46} + 1.624 \times 10^7} = 0.154839 \quad (C)$$

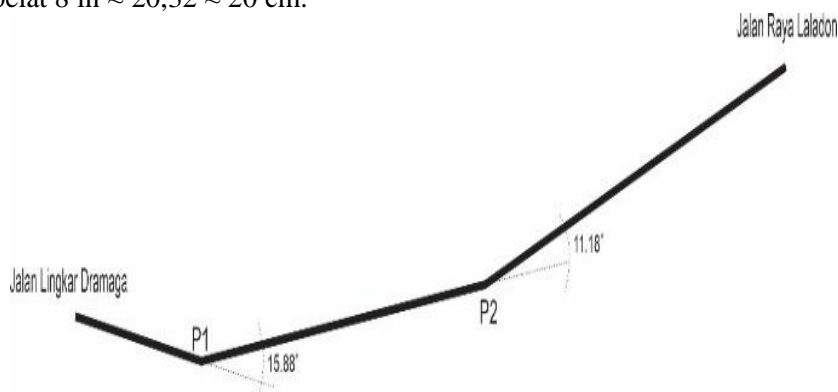
$$3.24 \times \log_{10} \frac{D^{0.75} - 1.132}{D^{0.75} - 1.4631} = 3.5656 \quad (D)$$

Jumlah perhitungan (B) - ((C) + (D)) = 6.23
 Hasil perhitungan diatas maka hasil yang didapatkan adalah 6.23 = 623 (sesuai)

- i. Tulangan memanjang
 As perlu = (11,76 × (F×L×h))/f_s
 = (11,76×(1,8×15×200))/240 = 246.6 mm²
 As min = 0,14%×h×1000
 = 0,14%×200×1000 = 280 mm² (As min > As perlu)
 Maka digunakan tulangan diameter 12 mm (113.1 mm²/lebar)
- j. Tulangan melintang
 As perlu = (11,76 × (F×L×h))/f_s
 = (11,76×(1,8×15×7))/240 = 123.5 mm²
 As min = 0,14%×h×1000
 = 0,14%×200×1000 = 280 mm² (As min > As perlu)
 Maka digunakan tulangan diameter 12 mm (113.1 mm²/lebar)
- k. Sambungan melintang
 Dowel $\frac{D}{8} = \frac{200}{8} = 25mm$
 Jadi, digunakan ruji polos dengan diameter 25 mm, dengan Panjang 450 mm dan jarak antar ruji 300mm

Analisis Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik Jalan Lingkar Laladon terdapat 2 (dua) bentuk tikungan alinyemen horizontal yang ditinjau dengan perhitungan sebagaimana berikut:



Gambar 6. Gambar trase jalan

Perhitungan Alinyemen Horizontal

Data dan Klasifikasi desain:

$V_r = 60$ km/jam
 $e_{max} = 10\%$
 $e_{normal} = 2,9\%$
 Lebar perkerasan (W) = $2 \times 3,5$ m
 Perencanaan Geometrik Jalan atau menggunakan rumus: Sukirman (1994)

$$f_{max} = -0,00065V + 0,192$$

$$= -0,00065(60) + 0,192$$

$$= 0,153$$

$$D_{max} = \frac{181913,5 (e_{max} + f_{max})}{v^r}$$

$$= \frac{181913,5 (0,1 + 0,153)}{60^2}$$

$$= 12,785^\circ$$

$$R_{min} = \frac{60^2}{127(0,1 + 0,153)}$$

$$= 112$$
 m

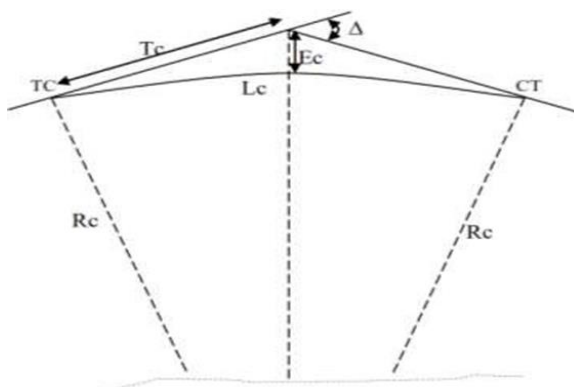
1. Tikungan PI-1

Tikungan PI-1 direncanakan menggunakan FC (Full Circle)

$\Delta 1 = 15.88^\circ$
 Vrencana = 60 km/jam
 $R_{min} = 112$ m
 Rrencana = 716 m
 $e = 2.9\%$

Perhitungan besaran-besaran tikungan

$$T_c = R_r \times \tan\left(\frac{1}{2} \Delta 1\right)$$



Gambar 7. Tikungan PI-1

2. Tikungan PI-2

Tikungan PI-2 direncanakan menggunakan FC (Full Circle)

$\Delta 2 = 11.18^\circ$
 Vrencana = 60 km/jam
 $R_{min} = 112$ m
 Rrencana = 716 m
 $e = 2.9\%$

Perhitungan besaran-besaran tikungan

$$T_c = R_r \times \tan\left(\frac{1}{2} \Delta 1\right)$$

$$= 716 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 15.88^\circ\right) = 99.86$$
 m

$$E_c = T_c \times \tan\left(\frac{1}{4} \Delta 1\right)$$

$$= 99.86 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 15.88^\circ\right) = 6.93$$
 m

$$L_c = \frac{\Delta 1 \times 2 \times \pi \times R_r}{360^\circ} = \frac{\Delta 1 \times \pi \times R_r}{180^\circ}$$

$$= \frac{15.88^\circ \times 3.14 \times 716}{180^\circ} = 198.34$$
 m

Syarat-syarat tikungan Full Circle

$$L_t = L_c = 198.34$$
 m

$$2T_c > L_c$$

$$(2 \times 99.86) > 198.34$$

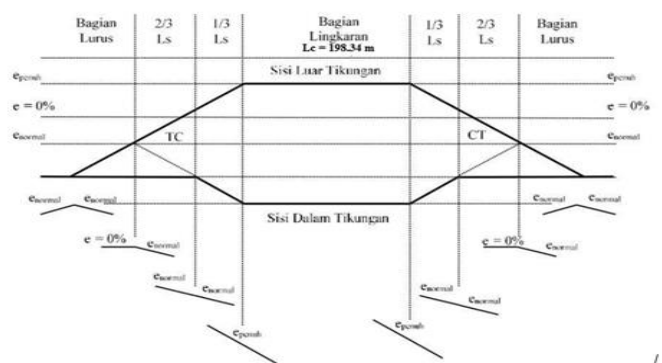
$199.72 > 198.34$ m OK (tikungan FC dapat digunakan)

Hasil perhitungan tikungan PI-1 tipe Full Circle (FC) ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil perencanaan tikungan PI-1

Nilai	
R	716
$\Delta 1$	15.88°
T_c	99.86 m
E_c	6.93 m
L_c	198.34 m

(Sumber: Hasil analisis)



Gambar 8. Diagram Superelevasi Tikungan PI-1 Tipe Full Circle

$$= 716 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 11.18^\circ\right) = 70.08$$
 m

$$E_c = T_c \times \tan\left(\frac{1}{4} \Delta 1\right)$$

$$= 70.08 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 11.18^\circ\right) = 3.42$$
 m

$$L_c = \frac{\Delta 1 \times 2 \times \pi \times R_r}{360^\circ} = \frac{\Delta 1 \times \pi \times R_r}{180^\circ}$$

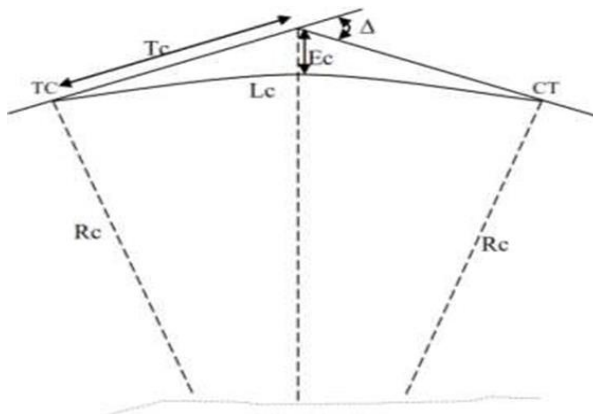
$$= \frac{11.18^\circ \times 3.14 \times 716}{180^\circ} = 139.64$$
 m

Syarat-syarat tikungan Full Circle

$$L_t = L_c = 139.64$$
 m

$$2T_c > L_c$$

$(2 \times 70.08) > 139.64$
 $140.16 > 139.64$ m OK (tikungan FC dapat digunakan)
 Hasil perhitungan tikungan PI-2 tipe Full Circlele (FC) ditunjukkan pada tabel 7.



Gambar 9. Tikungan PI-2

KESIMPULAN

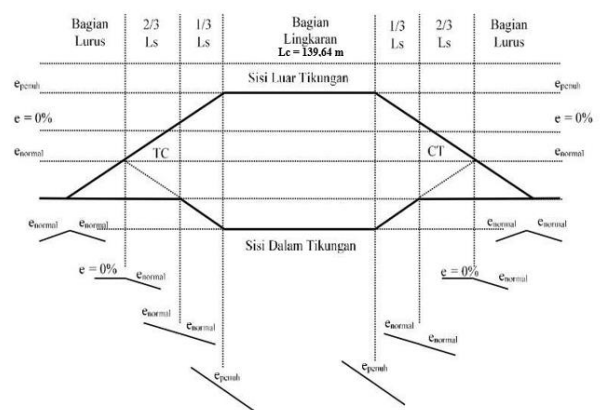
Dari hasil penelitian Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) pada ruas Jalan Lingkaran Laladon didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting jalan tersebut berupa perkerasan lentur atau aspal namun ada beberapa titik sudah mengalami kerusakan. Apabila dibiarkan dalam jangka waktu lama, maka akan memperburuk kondisi lapisan perkerasan yang ada dan berpengaruh juga terhadap keamanan, kenyamanan dan kelancaran dalam berlalu lintas, maka perlu adanya suatu penanganan peningkatan jalan agar dapat bertahan lama serta untuk memberi kenyamanan dan kelancaran bagi pengguna jalan yaitu dengan cara pelapisan tambahan perkerasan kaku (*rigid pavement*) diatas perkerasan aspal
2. Hasil perhitungan teknis perkerasan kaku dapat diperoleh tebal minimum lapis pelat permukaan beton 15 cm, dengan asumsi rencana tebal pelat yang di pakai dalam pelaksanaan 20 cm, tulangan memanjang dan tulangan melintang dipergunakan tulangan D12 dengan jarak 300 mm. Dowel atau Tie bar yang dipakai dengan diameter 12 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm.
3. Perencanaan geometrik Jalan Lingkaran Laladon terdapat 2 (dua) bentuk tikungan alinyemen horizontal yang di tinjau. Tikungan PI-1 direncanakan menggunakan

Tabel 7. Hasil perencanaan tikungan PI-2

Nilai	
R	716
Δ	11.18°
T_c	70.08 m
E_c	3.42 m
L_c	139.64 m

(Sumber: Hasil analisis)



Gambar 10. Diagram Superelevasi Tikungan PI-2 Tipe Full Circle

FC (Full Circle) dengan panjang lengkung 198,34 m dan tikungan PI-2 direncanakan menggunakan FC (Full Circle) dengan panjang lengkung 139,64. Tidak ditemukan adanya tanjakan sehingga tidak terdapat perencanaan alinyemen vertikal.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1993). *American Association of State Highway and Transportation Guides for Design of Pavement Structure*. Washington, D.C: AASHTO.
- AASHTO (1984). *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets*. Washington, D.C: AASHTO.
- Arthono, A., & Permana, V. A. (2022). Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya Menggunakan Metode Analisa Komponen SNI 1732-1989-F Ruas Jalan Raya Mulya Sari Kecamatan Pamanukan Sampai Kecamatan Binong Kabupaten Subang Propinsi Jawa Barat. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 6(1), 41-51.
- Awaludin, M. M., Lutfi, M., & Rulhendri, R. (2019). Studi Pengembangan Jalan Rigid Pavement, di Jalan Kumbang Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 3(2), 71-79
- Baharudin, S. & Rulhendri, R. (2020). Perencanaan Geometrik jalan dan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Garendong – Janala.

- Astonjadro CEAESJ*: 4(1)
- Budiawan, T., Lutfi, M., & Rulhendri, R. (2021). Studi Pengembangan Jalan Rigid Pavement, pada Ruas Jalan Arzimar, Kota Bogor. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 5(1), 39-45.
- Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (1970). Permen No. 13/1970. *Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (Standard Specifications for Geometric Design of Rural Highways)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (1997). Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, *Direktorat Jenderal Bina Marga, Jalan Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat – No. 038/T/BM/1997. September 1997.*
- Direktorat Bina Marga (1997) *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) No. 036/T/BM/1997.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Mubarak, M., Rulhendri, R., Syaiful. S. (2020) Perencanaan peningkatan perkerasan jalan beton pada ruas jalan Babakan Tengah Kabupaten Bogor. *Astonjadro: CEASEJ*, 9 (1), 1-13.
- Muharam, R. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Kapten Dasuki Bakri. *Skripsi*. Bogor: Universitas Ibn Khaldun
- NAASRA. (1987). *Pavement Design, A Guide to the Structural Design of Road Pavement.* National Association of Australian State Road Authorities.
- Nurdiansyah, N. & Rulhendri, R. (2016) Perencanaan Perkerasan dan peningkatan geometrik jalan, *Astonjadro CEAESJ*: 5(1)
- Oglesby, C. H., & Haves, L.I. (1996) *Highway Engineering 2nd ed*, Jhon Wiley and Sons. Inc, California.
- Pradana, F. M. (2016). Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003 dan Metode AASHTO 1993 (Studi Kasus: Jalan Akses Tol Cilegon Barat). *Symposium XIX FSTPT*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Prayudyanto, M. N., Alimuddin, A., Suhendra, A. (2023). Analisis Tebal Perkerasan Jalan dengan Metode AASHTO pada Kerusakan Ruas Jalan Cileungsi – Cinyosong Udik Kabupaten Bogor. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 7(1), 25-34
- Shirley H. L. (2000). *Buku Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: penerbit Politeknik Negeri Bandung.
- Sukirman, S. (1994). *Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung, NOVA.
- SKBI: 2.3.28.1998. 1998. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan, Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Bogor.
- Tanda, P. R., & Ariostar, A. (2021, November). Perancangan Geometrik dan Perkerasan Ruas Jalan Cibugel - Garela. In *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 119-126).