
**EVALUASI PERKERASAN JALAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)
PADA JALAN SM RAJA MEDAN DENGAN METODE BINA MARGA**

**Ros Anita Sidabutar¹, Yetty Riris Saragi²,
Humisar Pasaribu³, Maruli Pardede⁴, Torang Hutabarat⁵**

Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen, Medan

Email: rosanita_sidabutar@yahoo.com¹, yettyririssaragi@yahoo.com²,
pasaribu.humisar@yahoo.com³

Abstract

The Sisingamangaraja road section is a means of land transportation that is devoted to two or more axle vehicles with the aim of shortening the distance and travel time from one place to another, as well as an infrastructure that is needed to support development. The design of the Sisingamangaraja – Lubuk Pakam road pavement consisting of a cement concrete slab as a foundation layer and a foundation layer above the subgrade.

The purpose of this study was to evaluate the thickness of the pavement using the Highways Method. The research method used is the secondary data collection method. The data collected include traffic data, concrete data, soil data, vehicle axle free data, CBR modulus of subgrade.

Planning the thickness of the road pavement concrete slab using the Highways Method obtained 300 mm. A planner is expected to have “felling engineering” supported by extensive knowledge and experience gained in the field.

Keywords : Pavements, Rigid pavements, Highways Method

Abstrak

Ruas Jalan Sisingamangaraja merupakan sarana transportasi angkutan darat yang dikhususkan untuk kendaraan bersumbu dua atau lebih dengan tujuan mempersingkat jarak dan waktu tempuh dari satu tempat ke tempat lain, dan juga suatu prasarana yang sangat dibutuhkan dalam menunjang pembangunan. Desain ruas Jalan Sisingamangaraja – Lubuk Pakam menggunakan perkerasan kaku. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah suatu perkerasan jalan yang terdiri atas plat beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi di atas tanah dasar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tebal perkerasan dengan Metode Bina Marga. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan metode pengumpulan data sekunder. Data yang dikumpulkan antara lain, data lalu lintas, data beton, data tanah, data bebas as kendaraan, CBR modulus tanah dasar.

Perencanaan tebal pelat beton perkerasan jalan dengan menggunakan metode Bina Marga didapatkan 300 mm. Seorang perencana diharapkan memiliki “*felling engineering*” yang didukung oleh pengetahuan yang luas dan pengalaman yang didapatkan di lapangan.

Kata kunci : Perkerasan, Perkerasan Kaku, Metode Bina Marga

PENDAHULUAN

Jenis perkerasan kaku atau juga disebut *Rigid Pavement* merupakan alternatif perkerasan di Indonesia yang cukup banyak digunakan dikarenakan cukup kuat dan tanah lebih lama dibandingkan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Saat ini penggunaan perkerasan kaku sudah banyak digunakan khususnya untuk jalan nasional ataupun jalan tol. Hal ini disebabkan karena pada ruas-ruas jalan tersebut kerap kali dilewati oleh kendaraan berat (*heavy vehicle*).

Kenaikan beban pada kendaraan yang melintasi permukaan jalan, pembebanan kendaraan yang berulang juga menimbulkan kerusakan jalan. Oleh karena itu, semestinya dalam perencanaan jalan hendaknya direncanakan dengan benar agar jalan tersebut menghasilkan jalan yang kuat dan tahan terhadap peningkatan volume lalu lintas dan iklim selama masih dalam umur rencana dengan tetap melakukan pemeliharaan perkerasan jalan baik rutin maupun secara berkala.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi alternatif desain perkerasan kaku dengan menggunakan metode Bina Marga serta untuk mengetahui tebal perkerasan sesuai dengan umur dan standar yang dikeluarkan oleh Bina Marga.

TINJAUAN PUSTAKA

1. PERKERASAN KAKU

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya, pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.

Perkerasan beton semen terdiri atas empat (4) jenis yaitu perkerasan beton bersambung tanpa tulang, perkerasan beton dengan tulangan, perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dan perkerasan beton semen pra-tegang.

Perkerasan beton adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, atau lapis permukaan beraspal.

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan dan permukaan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban tetapi berfungsi untuk :

- a) Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
- b) Mencegah instruksi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat.
- c) Memberi dukungan yang lebih baik dan seragam pada pelat.
- d) Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.

2. BETON SEMEN

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexible pavements*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian dengan pembebanan tiga (3) titik (ASTM C-78)² yang besarnya secara tipikal sekitar 3 – 5 MPa (30 – 50 kg/cm²) kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat beton, harus mencapai kuat tarik lentur 5 – 5,5 MPa (50 – 55 kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²) terdekat. Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik lentur beton didekati dengan persamaan berikut :

$$f_{cf} = K(f'c)^{0,50} \text{ (MPa) atau} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$f_{cf} = 3,13 K(f'c)^{0,50} \text{ (kg/cm}^2\text{) } \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

- f'c : kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm²)
- f_{cf} : kuat tekan lentur beton karakteristik 28 hari (kg/cm²)
- K : konstanta 0,7 untuk agregat tidak pecah dan 0,75 untuk agregat pecah

Kuat tarik lentur dapat juga ditentukan dari hasil uji kuat tarik belah beton yang dilakukan berdasarkan SNI 03-2491-1991¹ sebagai berikut :

$$f_{cf} = 1,37 f_{cs} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$f_{cf} = 13,44 f_{cs} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

f_{cs} : kuat tarik belah beton karakteristik 28 hari

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (*steel-fibre*) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton, untuk jalan tol, putaran dan pemberhentian bus.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini data-data pendukung didapatkan dari proyek pembangunan Jl. SM Raja Medan sebagai data sekunder. Adapun data-data sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Data lapangan, antara lain :
 - a) *Boring log* yaitu data jenis dan warna lapisan tanah, tebal lapisan serta letak muka air
 - b) CBR lapangan
- 2) Data pengujian laboratorium, antara lain :
 - a) Data *soil properties* berupa *specific gravity*, kohesi (c), sudut geser (ϕ), berat isi tanah (γ), *water content* (w) dan *void ratio* (e)
 - b) Data *liquid* dan *plastis limit*
- 3) Peta lokasi dan gambar trase jalan

- 4) Lalu lintas harian rata-rata, yaitu mengenai jenis dan volume kendaraan yang melewati jalan tersebut
- 5) Data topografi

ANALISIS DAN HASIL

1. DATA VOLUME LALU LINTAS

Pada lokasi penelitian selanjutnya dibagi menjadi dua (2) segmen ruas jalan yaitu Segmen 1 (Arah ke Medan) dan Segmen 2 (Arah ke Lubuk Pakam). Hasil perhitungan volume lalu lintas dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Volume Lalu Lintas (Kend/hari)

Medan – Lubuk Pakam		Lubuk Pakam - Medan	
Golongan	Jumlah Kendaraan	Golongan	Jumlah Kendaraan
2	9232	2	9389
3	1809	3	1926
4	1769	4	1455
5a	163	5a	201
5b	281	5b	228
6a	486	6a	274
6b	2179	6b	1847
7a1	30	7a1	5
7a2	1216	7a2	1168
7b	0	7b	0
7c1	324	7c1	167
7c2a	38	7c2a	20
7c2b	72	7c2b	30
7c3	140	7c3	100

Sumber : Hasil penelitian (2019)

2. PERHITUNGAN LALU LINTAS HARIAN RATA-RATA TAHUN KE-n

Berdasarkan hasil survey pada ruas jalan yang sudah dilakukan, jumlah lalu lintas harian rata-rata kendaraan dari golongan I sampai golongan V seperti yang dijabarkan pada

Tabel 2. Maka untuk perencanaan perkerasan jalan 2 lajur dan 2 arah diambilkan faktor pertumbuhan lalu lintas 5% akibat pengaruh pertumbuhan jumlah penduduk dan tingkat ekonomi masyarakat setempat, dan untuk umur rencana perkerasan jalan 20 tahun.

Tabel 2. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata 2 arah/hari

Type Kendaraan	Golongan Kendaraan	LHR 2015	$i = 5\%$	LHR	E	C
- Sedan - Jeep - Station wagon	2	18621	0,05	102,4155	0,0055	0,3
- Oplet - Pickup oplet - Mini bus - Combi	3	3734	0,05	282,2904	0,0055	0,3
- Pickup - Mikro truk - Mobil hantaran	4	3224	0,05	1008,1448	0,0055	0,3
- Bus kecil	5a	365	0,05	145,27	0,065	0,45
- Bus besar	5b	508	0,05	448,6148	0,332	0,45
- Truk ringan 2 sumbu	6a	760	0,05	341,848	0,356	0,45
- Truk berat 2 sumbu	6b	4026	0,05	891,759	0,792	0,45
- Truk 3 sumbu tunggal	7a1	36	0,05	25,0776	5,235	0,45
- Truk 3 sumbu tandem	7a2	2384	0,05	1675,4752	0,049	0,45
- Truk gandeng	7b	0	0,05	0	1,825	0,45
- Truk 4 sumbu	7c1	510	0,05	1524,645	3,017	0,45
- Truk 5 sumbu tandem	7c2a	58	0,05	180,9194	0,509	0,45
- Truk 5 sumbu triple	7c2b	102	0,05	433,704	0,241	0,45
- Truk 6 sumbu	7c3	240	0,05	772,032	0,289	0,45

Sumber : Hasil penelitian (2019)

3. PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN KAKU

Hasil perhitungan tegangan setara dan faktor erosi pada penelitian ini dijabarkan pada Tabel 3 dan perhitungan faktor erosi tanpa ruji dan dengan ruji/beton bertulang dijabarkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Penentuan Tegangan Setara dan Faktor Erosi

Tebal Slab (mm)	CBR Efektif Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara (TE)			
		STR _T	STR _G	STd _{RG}	STr _{RG}
300	5	0,49	0,86	0,79	0,58
	10	0,48	0,81	0,73	0,56
	15	0,47	0,78	0,70	0,53
	20	0,46	0,77	0,69	0,52
	25	0,48	0,76	0,67	0,51
	35	0,46	0,73	0,64	0,49
	43	0,455	0,714	0,619	0,474
	50	0,45	0,70	0,60	0,46
	75	0,45	0,67	0,57	0,45

Sumber : Hasil penelitian (2019)

Tabel 4. Penentuan Faktor Erosi (i)

Tebal Slab (mm)	CBR Efektif Tanah Dasar (%)	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
		STR _T	STR _G	STd _{RG}	STr _{RG}	STR _T	STR _G	STd _{RG}	STr _{RG}
300	5	1,57	2,17	2,42	2,52	1,32	1,93	2,16	2,32
	10	1,55	2,15	2,36	2,44	1,30	1,91	2,10	2,24
	15	1,53	2,14	2,33	2,40	1,29	1,89	2,07	2,20
	20	1,52	2,13	2,31	2,37	2,28	1,88	2,05	2,18
	25	1,51	2,12	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,15
	35	1,49	2,10	2,25	2,30	1,25	1,85	1,99	2,09
	43	1,485	2,089	2,223	2,268	1,239	1,839	1,969	2,058
	50	1,48	2,08	2,20	2,24	1,23	1,83	1,95	2,03
	75	1,46	2,06	2,15	2,17	1,81	1,81	1,90	1,95

Sumber : Hasil penelitian (2019)

4. PENENTUAN KUAT LENTUR BETON

Nilai kuat lentur beton dipengaruhi oleh nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton ($f'c$) yang diperoleh sesuai pengujian sebesar 479 kg/cm^2 sehingga nilai kuat tekan tersebut memenuhi syarat kuat tekan minimum sebesar 450 kg/cm^2 . Nilai kuat tekan ($f'c$) yang digunakan sebagai parameter desain adalah sebesar 450 kg/cm^2 . Dari hasil perhitungan maka didapatkan bahwa nilai kuat tekan beton ($f'c$) pada penelitian ini adalah sebesar 4,98 MPa atau dibulatkan menjadi 5 MPa.

5. MENENTUKAN FAKTOR PERTUMBUHAN LALU LINTAS

Volume lalu lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu lintas. Nilai faktor pertumbuhan lalu lintas yang digunakan pada penelitian ini adalah 33,06.

6. MENENTUKAN JUMLAH SUMBU KENDARAAN NIAGA

Jumlah sumbu kendaraan niaga dipengaruhi oleh koefisien distribusi kendaraan (C). Berdasarkan perhitungan nilai koefisien distribusi kendaraan (C) yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu sebesar 0,7 maka nilai JSKN (Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga) adalah sebesar $151,418 \times 10^6$. Perhitungan nilai perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas dijabarkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>)	$< 4,3 \times 10^6$	$< 8,6 \times 10^6$	$< 25,8 \times 10^6$	$< 43 \times 10^6$	$< 86 \times 10^6$
Dowel dan bahu beton	Ya				
Struktur Perkerasan (mm)	R1	R2	R3	R4	R5
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapisan pondasi LMC	150				
Lapisan pondasi agregat kelas A ¹²	150				

Sumber : Hasil penelitian (2019)

7. MENENTUKAN SEGMENT PELAT BETON

Untuk segmen pelat yang disarankan Bina Marga harus sesuai dengan perbandingan $< 1,25$. Sehingga dalam kasus Jl SM Raja ukuran segmen pelat beton rencana adalah lebar pelat sebesar 3,75 m. Untuk mengetahui apakah ukuran segmen pelat memenuhi syarat Bina Marga dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Panjang pelat beton} &= \text{lebar pelat} \times \text{perbandingan} \\ \text{maksimum} &= 3,75 \times 1,25 \\ &= 4,6875 \text{ mm} = 4,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perbandingan lebar} &= \text{panjang pelat} : \text{lebar pelat} \\ \text{dan panjang pelat} &= 4,5 : 3,75 \\ &= 1,2 \text{ mm} < 1,25 \text{ mm} \\ &= \text{memenuhi syarat}\end{aligned}$$

Maka ukuran segmen pelat beton yang digunakan sebagai perkerasan ruas Jl SM Raja yaitu panjang pelat 4,5 mm dan lebar pelat 3,75 mm.

8. PERHITUNGAN PENULANGAN

Fungsi dari sambungan memanjang (*tier bar*) adalah untuk memegang antar *slab* sehingga tetap teguh, tidak bergeser dan juga direncanakan untuk menahan gaya tarik namun tidak untuk memindahkan beban. Pada penelitian ini, perhitungan sambungan memanjang dijabarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}A_t &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 3,75 \times 0,3 \\ &= 229,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L &= 38,3 \times \emptyset + 75 \\ &= 38,3 \times 16 + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka ditentukan bahwa luas penampang tulangan parameter panjang sambungan (A_t) adalah 229,5 mm dan panjang batang pengikat (L) adalah 687,8 mm.

Dowel bars merupakan sepotong baja polos dan lurus yang digunakan sebagai perangkat transver beban, dengan diameter dan panjang yang telah ditetapkan pada peraturan Bina Marga. Maka diameter dowel (d) yang ditentukan adalah 1,5 inchi. Perhitungan penggunaan besi dowel dijabarkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Penggunaan Besi Dowel

Tebal pelat		Diameter		Panjang		Jarak	
inchi	mm	inchi	mm	inchi	mm	inchi	mm
6	150	1	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1	32	18	450	12	300
10	250	1	32	18	450	12	300
11	275	1	32	18	450	12	300
12	300	1	38	18	450	12	300

Sumber : Hasil penelitian (2019)

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada dapat diambil kesimpulan bahwa tebal struktur perkerasan kaku Jl SM Raja berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan adalah tebal pelat adalah 30 cm, tebal *lean concrete* adalah 10 cm dan tebal pondasi agregat adalah 15 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (1991). *Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium SNI 03-2493-1991*. Jakarta.
- Callister, W. D. J. (1998). Annual Book of ASTM Standars. *Standard Test Method for End-Quench Test for Hardenability of Seel*, American Society for Testing and Materials. John Wiley & Sons, Inc. United Stated of America.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2003). *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.