

PERANCANGAN ULANG PERKERASAN JALAN BETON PADA *UNDERPASS* SUDIRMAN DI KOTA AMBON

Hamkah

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ambon
Jln. Ir. M. Putuhena, Wailela
Rumahtiga Ambon
hamkah27@yahoo.co.id

Muhamad Ulwan Talaohu

BPJN Maluku
Jln. Ir. M. Putuhena, Wailela
Rumahtiga Ambon
Muhammadulwantalaohu
@rocketmail.com

Meyske A. Pattikawa

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ambon
Jln. Ir. M. Putuhena, Wailela
Rumahtiga Ambon
meyskepattikawa99@gmail.com

Abstract

In this study, a pavement redesign was carried out on the Sudirman Underpass, in Ambon City. Two methods were used to design the pavement, namely the AASHTO Method (1993) and the Bina Marga Method (2017). The traffic volume data used is traffic volume data obtained based on a survey conducted after the Sudirman Underpass was put into operation. By using the same design life and pavement material characteristics, this study shows that the Bina Marga Method (2017) produces thinner pavement than the AASHTO Method (1993). The difference in the resulting pavement thickness is about 10% or 35 mm.

Keywords: road pavement; pavement design; traffic volumes; design life

Abstrak

Pada studi ini dilakukan perancangan ulang perkerasan jalan pada *Underpass* Sudirman, di Kota Ambon. Dua metode digunakan untuk merancang perkerasan tersebut, yaitu Metode AASHTO (1993) dan Metode Bina Marga (2017). Data volume lalu lintas yang digunakan adalah data volume lalu lintas yang didapat berdasarkan survei yang dilakukan setelah *Underpass* Sudirman dioperasikan. Dengan menggunakan umur desain serta karakteristik material perkerasan yang sama, studi ini menunjukkan bahwa Metode Bina Marga (2017) menghasilkan perkerasan yang lebih tipis dibandingkan dengan Metode AASHTO (1993). Perbedaan tebal perkerasan yang dihasilkan adalah sekitar 10% atau 35 mm.

Kata-kata kunci: perkerasan jalan; perancangan perkerasan; volume lalu lintas; umur desain

PENDAHULUAN

Underpass Sudirman terletak di ruas jalan nasional di Kelurahan Tantui, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon. *Underpass* ini mempunyai perkerasan yang terbuat dari beton, dengan panjang 150 m dan lebar 7 m, yang dibangun pada tahun 2017 dan berfungsi sebagai akses bagi lalu lintas dari dan menuju arah Jembatan Merah Putih (JMP) melalui jalan pendekat arah Tantui, seperti yang terdapat pada Gambar 1. Perkerasan jalan beton ini berada di atas tanah dasar dengan CBR 6%, yang terdiri atas pelat beton dengan tebal 295 mm, *lean concrete* setebal 100 mm, dan Lapis Pondasi Agregat (LPA) setebal 150 mm. *Underpass* ini direncanakan mempunyai umur pelayanan 20 tahun dan dirancang dengan menggunakan data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) hasil survei dan hasil prediksi sebelum *Underpass* Sudirman tersebut dibangun.

Perkerasan kaku umumnya terdiri atas tanah dasar, lapisan pondasi bawah, dan pelat beton semen portland dengan atau tanpa tulangan. Kang et al. (2010) menyatakan pentingnya

pemeliharaan perkerasan seiring dengan peningkatan volume kendaraan dan beban roda yang diterima oleh jalan.



Gambar 1 Lokasi Underpass Sudirman Ambon

Adanya perubahan volume dan beban lalu lintas memerlukan analisis lebih lanjut terhadap desain tebal perkerasan pada Jalan Jenderal Sudirman, Ambon, agar diperoleh alternatif desain dengan memperhatikan kekuatan dan umur layanan jalan. Studi ini dimaksudkan untuk mengkaji hasil perancangan tebal perkerasan yang dikerjakan oleh Konsultan Perencana, yang menggunakan data LHR sebelum Underpass Sudirman dibangun. Kajian ini diperlukan karena adanya kebutuhan untuk memeriksa tebal struktur perkerasan akibat perubahan pola tata ruang di sekitar wilayah jalan pendekat JMP arah Tantui, yang memengaruhi arus lalu lintas setelah terbangunnya *Underpass* Sudirman. Pada kajian ini dihitung pertumbuhan dan volume lalu lintas harian rata-rata *Underpass* Sudirman, Ambon, setelah diresmikan penggunaannya tahun 2018, dan membandingkan tebal pelat beton hasil perancangan menggunakan Metode AASHTO 1993 dan menggunakan Metode Bina Marga 2017.

Menurut Aris et al. (2015), peraturan dan pedoman perancangan struktur perkerasan jalan di Indonesia merupakan hasil modifikasi peraturan dan pedoman yang terdapat di negara-negara maju, seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Australia. Metode Bina Marga 2017, yang merujuk pada Manual Desain Perkerasan Jalan nomor 02/M/BM/2017, atau biasa disebut MDP 2017, dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Metode ini mengacu pada Pedoman Pd T-14-2003 yang diterbitkan sebelumnya, yang disebut dengan Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen 2003, dan direvisi dengan Metode Bina Marga 2013, yang merujuk pada Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013. Berbeda dengan metode AASHTO 1993, MDP 2017 lebih praktis, karena tidak mempertimbangkan parameter faktor distribusi arah dan lajur, kualitas drainase, persentase perkerasan terkena air, dan koefisien drainase (Cd).

2020, dan dilanjutkan mulai Hari Senin 15 Maret 2021 sampai dengan Hari Sabtu 20 Maret 2021. Jumlah kendaraan dalam sehari yang melintas di *Underpass* Sudirman pada tahun 2020 dan tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 1. Dengan menggunakan data LHR tahun 2020 dan tahun 2021, ditentukan pertumbuhan LHR, yang hasilnya adalah 2,053%, seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 1 LHR *Underpass* Sudirman

Jenis Kendaraan	emp	LHR 2020		LHR 2021	
		Kendaraan	smp	Kendaraan	smp
Sedan, Jeep, Wagon	LV 1	1676	1676	1757	1757
Combi, Minibus	LV 1	2092	2092	2103	2103
Pick up	LV 1	411	411	456	456
Bus Kecil	LV 1	2	2	3	3
Bus Besar	HV 1,3	1	1,3	7	9,1
Truk Ringan 2 Sumbu	HV 1,3	127	165,1	123	159,9
Truk Sedang 2 Sumbu	HV 1,3	251	326,3	215	279,5
Truk 3 Sumbu	HV 1,3	1	1,3	3	3,9
Truk Gandengan	HV 1,3	0	0	0	0
Truk Semi Trailer	HV 1,3	0	0	0	0
Jumlah Kendaraan		4675		4771	

Tabel 2 Pertumbuhan LHR *Underpass* Sudirman

Tahun	LHR	LHRo (smp/jam)	LHRt (smp/Jam)	n	i (%)
2020	4675	–	–	–	–
2021	4771	4675	4771	1	2,053
Pertumbuhan LHR					2,053

Beban Kendaraan

Jenis kendaraan diklasifikasikan sebagaimana diatur dalam pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas. Beban as kendaraan dihitung dengan menggunakan distribusi beban as dan berat masing-masing kendaraan. Perhitungan beban as tiap jenis kendaraan akibat distribusi beban roda depan (RD), beban roda belakang (RB), dan beban roda gandar belakang (RGB) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3 Bebas As Tiap Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Beban Kendaraan (ton)	Distribusi Beban As (%)			Beban As (ton)		
		RD	RB	RGB	RD	RB	RGB
		Sedan, Jeep, Wagon	3,75	50	50	1,875	1,875
Combi, Minibus	3,75	50	50	1,875	1,875		
Pick-up, Mobil hantaran	3,75	50	50	1,875	1,875		
Bus Kecil	6,16	34	66	2,094	4,066		
Bus Besar	9,23	34	66	3,138	6,092		
Truk Ringan 2 sumbu	9,4	34	66	3,196	6,204		
Truk Sedang 2 sumbu	11,47	34	66	3,900	7,570		
Truk 3 sumbu	15,53	25	37,5	37,5	3,883	5,824	5,824
Truk Gandengan	29,29	18	28	54	5,272	8,201	15,817
Truk Semi Trailer	40,3	18	28	54	7,254	11,284	21,762

Subgrade dan Data Hujan

Data *subgrade* diperoleh dari Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Maluku. Pada studi ini, nilai *CBR* tanah dasar yang digunakan sebagai parameter desain struktur perkerasan adalah 6%. Data hari hujan dari tahun 2016 hingga tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 4. Dari data jumlah hari hujan per tahun, diperoleh jumlah hari hujan rata-rata per tahun adalah 30 hari.

Tabel 4 Jumlah Hari Hujan Per Tahun

Tahun	2016	2017	2018	2019	2020
Hari Hujan	28	29	30	30	31

Perancangan Tebal Perkerasan Menggunakan Metode AASHTO 1993

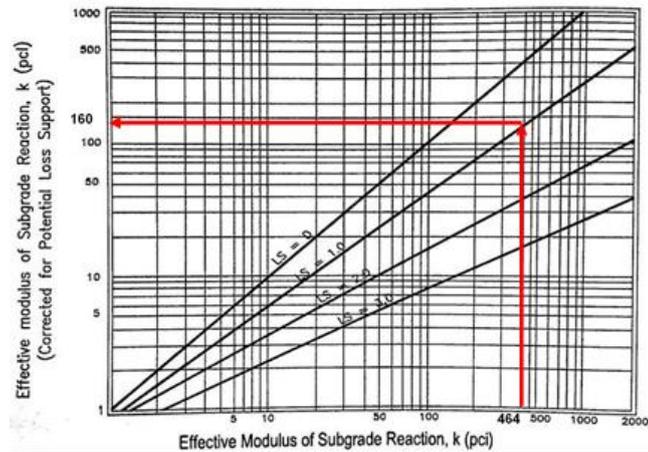
Untuk konstruksi baru, umur rancangan yang digunakan dalam perancangan perkerasan kaku umumnya adalah 20 tahun (AASHTO, 1993). Jenis atau penggolongan kendaraan mengikuti sistem klasifikasi kendaraan, sebagaimana dinyatakan dalam Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan, 2004), seperti yang terdapat pada Tabel 3. Sedangkan faktor distribusi arah (DD) bergantung pada jumlah lajur di setiap arah. Nilai yang disarankan adalah 0,3 hingga 0,7, dan yang umum digunakan pada studi ini adalah 0,5 (AASHTO, 1993). Dengan mengacu pada Tabel 2.2 dan mempertimbangkan kondisi jalan Jenderal Sudirman, yang terdiri atas 2 lajur 1 arah tak terbagi (2/1 UD), faktor distribusi lajur (DL) adalah 90%. *CBR* tanah dasar yang digunakan sebagai parameter desain adalah sebesar 6% dengan dukungan subbase. Dengan demikian nilai modulus reaksi tanah dasar efektif dapat ditentukan. Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada metode AASHTO, 1993), diperoleh Modulus Reaksi Tanah Dasar sebesar 464 pci.

AASHTO 1993 mengembangkan cara yang teliti untuk memperhitungkan pengaruh tipe material dan tebal lapis pondasi. Untuk memperhitungkan pengaruh tersebut, perlu diperhatikan faktor kehilangan dukungan (*loss of support factor*, LS). Dengan merujuk pada metode AASHTO (1993), untuk campuran agregat semen, diperoleh faktor kehilangan dukungan (LS) sebesar 1.0. Dengan menggunakan LS sebesar 1.0 dan nilai modulus reaksi tanah dasar efektif (k) sebesar 464 pci, diperoleh nilai modulus reaksi tanah dasar koreksi sebesar 160 pci (lihat Gambar 3).

Nilai kemampuan pelayanan awal (*Initial Serviceability*, P_o) bergantung pada tingkat kehalusan atau kerataan perkerasan awal. Untuk perkerasan kaku, AASHTO (1993) menyarankan untuk menggunakan nilai P_o sebesar 4,5. Kemampuan pelayanan akhir (*Terminal Serviceability*, P_t) bergantung pada kekasaran atau ketidak-rataan jalan yang masih memungkinkan untuk dilalui kendaraan sebelum dilakukan rehabilitasi. Untuk jalur utama, AASHTO (1993) menyarankan penggunaan nilai P_t sebesar 2,5. Dengan demikian didapat nilai kehilangan pelayanan total (*total loss of serviceability*), atau ΔPSI , sebesar 2,0.

Nilai Reliability (R) yang digunakan untuk parameter desain, merujuk pada Tabel 5. Karena fungsi jalan *Underpass* Sudirman adalah jalan arteri dengan tipe jalan perkotaan,

nilai Reliabilitas berkisar antara 80% hingga 99%. Pada studi ini digunakan nilai (R) sebesar 90%, yang merupakan nilai tengahnya rentang nilai Reliabilitas tersebut.



Gambar 3 Grafik Koreksi Modulus Reaksi Tanah Dasar

Tabel 5 Nilai R Berdasarkan Fungsi Jalan

Tipe Jalan	Nilai R (%)	
	Urban	Rural
Jalan bebas hambatan	90-99	85-99
Utama	85-99	80-99
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokal	50-80	50-80

Sumber: AASHTO (1993)

Nilai deviasi standard normal (Z_R) ditentukan berdasarkan nilai R yang diperoleh. Dengan menggunakan nilai R sebesar 90%, didapat nilai Z_R sebesar -1,282.

Tabel 6 Normal Standard Deviate (Z_R)

Reliability (R),%	Normal Standard Deviate (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
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)

Untuk perkerasan kaku, AASHTO (1993) menyarankan untuk menggunakan deviasi standar keseluruhan (S_o) antara 0,30 hingga 0,40. Deviasi standar keseluruhan yang digunakan untuk desain pada studi ini adalah sebesar 0,35.

Modulus elastisitas beton dipengaruhi oleh nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton (f_c') sesuai dengan hasil uji laboratorium adalah sebesar 361 kg/cm², yang artinya nilai kuat tekan tersebut memenuhi syarat kuat tekan minimum, yaitu sebesar 350 kg/cm². Nilai kuat tekan (f_c') yang digunakan sebagai parameter desain pada studi ini adalah sebesar 350 kg/cm² atau (4978,155 psi).

Modulus elastis beton (E_c) dan nilai kuat lentur (S_c') dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2. Dengan menggunakan kuat tekan yang digunakan, diperoleh modulus elastisitas beton sebesar 4021694,369 psi dan kuat lentur beton sebesar 529,170 psi.

$$E_c = 57000 \sqrt{f_c'} \quad (1)$$

$$S_c' = 7,5 \sqrt{f_c'} \quad (2)$$

Nilai koefisien drainase (C_d) ditentukan berdasarkan jumlah hari hujan per tahun. Pada studi ini, dianggap jumlah hari hujan rata-rata per tahun (T_h rata-rata) adalah 30 hari dan jumlah jam hujan rata-rata per hari (T_j) adalah 1,5 jam.

Koefisien drainase C merujuk pada koefisien pengaliran (C) menurut kondisi permukaan tanah, sebagaimana yang terdapat pada Tabel 7. Untuk desain perkerasan kaku atau perkerasan beton, dipakai nilai C sebesar 0,80 atau 80%, yaitu sekitar nilai tengah rentang nilai koefisien pengaliran untuk kondisi permukaan jalan beton dan jalan beraspal.

Tabel 7 Koefisien Pengaliran (C)

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koef. Pengaliran (C)
1.	Jalan Beton dan Jalan Beraspal	0,70-0,95
2.	Bahu Jalan:	
	a. Tanah berbutir halus	0,40-0,65
	b. Tanah berbutir kasar	0,10-0,20
	c. Batuan masif keras	0,70-0,85
	d. Batuan masif lunak	0,60-0,75

Faktor air Hujan (W_L) dihitung menggunakan Persamaan 3. Dengan menggunakan nilai C sebesar 80%, didapat nilai W_L sebesar 20% atau 0,2.

$$W_L = 100 - C (\%) \quad (3)$$

Selanjutnya, ditentukan persentase struktur perkerasan dalam satu tahun yang terkena air, dengan menggunakan Persamaan 4. Dari hasil perhitungan, didapat angka persentase struktur perkerasan dalam satu tahun yang terkena air sampai tingkat saturated sebesar 0,103% atau kurang dari 1%.

$$P = \frac{T_h \text{ rata-rata}}{365} \times \frac{T_j}{24} \times W_L \times 100 \quad (4)$$

Hasil yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan koefisien drainase (C_d) dengan memanfaatkan Tabel 8. Nilai koefisien drainase dengan kualitas drainase pada golongan sangat baik adalah 1,25 hingga 1,20. Pada studi ini digunakan nilai koefisien drainase (C_d) sebesar 1,25.

Tabel 8 Koefisien Drainase (C_d) untuk Desain Perkerasan Beton

Kualitas Drainase	Persentase Waktu Struktur Perkerasan Terkena Air			
	< 1%	1 -5%	5 -25%	> 25%
Sangat baik	1,25-1,20	1,20-1,15	1,15-1,10	1,10
Baik	1,20-1,15	1,15-1,10	1,10-1,00	1,00
Sedang	1,15-1,10	1,10-1,00	1,00-0,90	0,90
Buruk	1,10-1,00	1,00-0,90	0,90-0,80	0,80
Sangat Buruk	1,00-0,90	0,90-0,80	0,80-0,70	0,70

Sumber: AASHTO (1993)

Penetapan parameter koefisien transfer beban (J) mengacu pada Tabel 9. Nilai parameter koefisien transfer beban menurut AASHTO (1993) untuk sambungan dengan dowel adalah 2,5 hingga 3,1, sedangkan untuk lapis tambahan (*overlay*) adalah 2,2 hingga 2,6. Pada studi ini digunakan nilai koefisien transfer beban (J) sebesar 2,55.

Tabel 9 Penentuan Koefisien Transfer Beban (J)

Tipe Perkerasan	Nilai J	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
Plain jointed & jointed reinforced	2,5-3,1										
Overlay design	2,2-2,6										
Nilai J terpilih	2,5-2,6										
J yang mewakili	2,55										

Volume lalu lintas rencana (W_{18}) dapat dihitung, seperti yang terdapat pada Tabel 10. Pada perhitungan ini digunakan faktor distribusi arah (D_D) dan faktor distribusi lajur (D_L), berturut-turut sebesar 0,5 dan 0,9. Tebal perkerasan percobaan yang digunakan pada studi ini adalah sebesar 9 inci sampai dengan 3 inci.

Nilai VDF pada jenis kendaraan bus besar dihitung dengan asumsi berat bus besar adalah 9,23 ton. Distribusi beban adalah RD sebesar 0,34 dan RB sebesar 0,66. Dengan demikian diperoleh beban as RD sebesar 3,138 ton (atau sama dengan 6,9185 kips) dan beban as RB sebesar 6,092 ton (atau 13,4301 kips). Nilai faktor ekivalensi beban gandar (E) Nilai faktor ekivalensi beban gandar (E) dihitung dengan melakukan interpolasi *Axle Load Equivalency Factors for Rigid Pavements*, sesuai dengan beban kendaraan kendaraan (*single, tandem* atau *triple*) dan nilai *terminal serviceability index* (P_t) yang direncanakan. Dengan demikian diperoleh faktor ekivalensi beban gandar untuk RD dan RB berturut-turut adalah 0,02010 dan 0,29398, sehingga diperoleh nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) sebesar 0,31408 ESAL. Perhitungan nilai VDF dengan percobaan tebal pelat beton 13 inci disajikan pada Tabel 10. Dengan menggunakan hasil yang terdapat pada Tabel 10, W_t dapat ditentukan, yaitu sebesar 169883976 ESAL.

Tabel 10 Perhitungan W_{18} dengan Tebal Pelat Beton 13 Inchi

Golongan Kendaraan	Tipe Kendaraan	LHR	VDF	Faktor Arah (DD)	Faktor Lajur (DL)	Jumlah Hari Setahun	W_{18} (ESAL) Umur Rancangan
Golongan 2	Sedan, Jeep, Wagon	1757	0,00507	0,5	0,9	365	292627,4715
Golongan 3	Combi, Minibus	2103	0,00507	0,5	0,9	365	350253,5985
Golongan 4	Pick-up, Mobil hantaran	456	0,00507	0,5	0,9	365	75946,5720
Golongan 5a	Bus Kecil	3	0,05958	0,5	0,9	365	5871,6090
Golongan 5b	Bus Besar	7	0,31408	0,5	0,9	365	712706,3170
Golongan 6a	Truk Ringan 2 sumbu	123	0,14244	0,5	0,9	365	575535,9420
Golongan 6b	Truk Sedang 2 sumbu	215	0,78357	0,5	0,9	365	5534159,0175
Golongan 7a	Truk 3 sumbu	3	0,50170	0,5	0,9	365	49442,5350
							6955043,0625

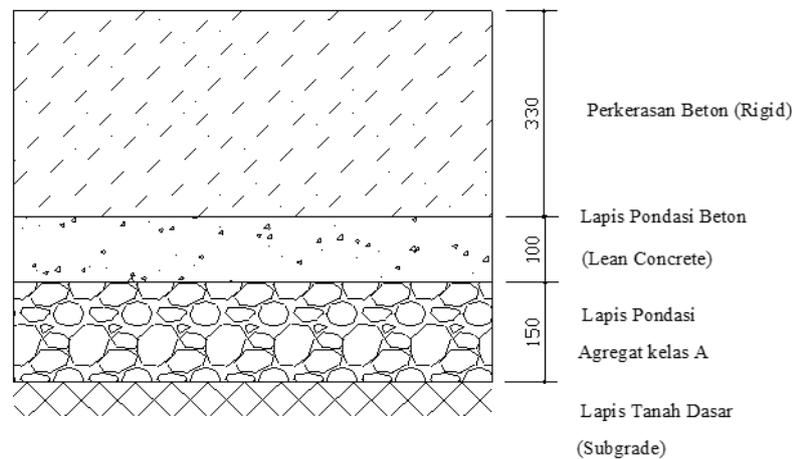
Penentuan tebal pelat beton yang dibutuhkan, dilakukan sesuai dengan prosedur AASHTO (1993) menggunakan parameter yang diperlukan untuk penentuan tebal pelat. Rangkuman perhitungan dapat dilihat pada Tabel 11. Hasil kumulatif ESAL yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan nilai kumulatif ESAL yang dapat diterima oleh pelat beton dengan tebal yang dipilih.

Tabel 11 Parameter Penentuan Tebal Pelat Beton

No.	Parameter	Nilai	Satuan
1	Umur Rencana	20	Tahun
2	<i>Traffic Design</i> (W_{18})	9'' = 171911499	ESAL
		10'' = 170576065	
		11'' = 169889593	
		12'' = 169885549	
3	CBR	6	%
		4,5	
4	<i>Initial serviceability</i> (Po)	2,5	
5	<i>Terminal serviceability</i> (Pt)	2	
6	<i>Serviceability loss</i> (Δ PSI)	90	%
7	<i>Reliability</i> (R)	-1,282	
8	<i>Normal Standard Deviation</i> (Z_R)	0,35	
9	<i>Standard deviation</i> (So)	464	pci
10	Modulus reaksi tanah dasar (k)	350	kg/cm ²
11	Kuat tekan beton (f'_c)	4021695	psi
12	Modulus elastisitas beton (E_c)	529,170	psi
13	Kuat Lentur (S'_c)	1,25	
14	Koefisien Drainase (Cd)	2,55	
15	Koefisien Transfer Beban (J)		

Dari perhitungan yang telah dilakukan, rancangan yang menggunakan pelat beton dengan tebal D sebesar 13 inci (330 mm) memenuhi kriteria desain, sehingga dapat digunakan. Tebal lapis fondasi minimum yang disarankan oleh AASHTO adalah 4 inci atau 100 mm untuk lantai kerja (*lean concrete*) dan lapis fondasi bawah berupa agregat kelas A dengan

tebal sebesar 150 mm. Tebal perkerasan jalan beton beserta lapis pondasi dan agregat yang diperlukan sesuai perancangan menggunakan metode AASHTO (1993) ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Desain Tebal Perkerasan Menggunakan Metode AASHTO 1993

Perancangan Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2017

Beberapa data dan anggapan diperlukan untuk perancangan tebal perkerasan menggunakan metode MDP Bina Marga. Umur desain atau umur layanan perkerasan kaku atau perkerasan beton pada studi ini dianggap 20 tahun. Data volume lalu lintas yang digunakan adalah data LHR tahun 2020 sampai 2021, seperti yang terdapat pada Tabel 1, dengan pertumbuhan lalu lintas seperti yang terdapat pada Tabel 3, yaitu 2,053%. Nilai pertumbuhan ini digunakan untuk semua jenis kendaraan.

Faktor distribusi arah yang disarankan pada Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) adalah 0,5 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017). Sedangkan faktor distribusi lajur untuk jalan 2 lajur setiap arah ditentukan berdasarkan Tabel 12. Dari Tabel 12 diperoleh nilai D_L sebesar 80%.

Tabel 13 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2017)

Perhitungan beban sumbu standar kumulatif hanya menggunakan data kendaraan berat (*overload*) saja, sehingga mobil pribadi dan bus kecil dianggap bernilai 0. Perhitungan beban sumbu kumulatif kendaraan selama umur desain dapat dilihat pada Tabel 14.

Material yang akan digunakan pada lapis pondasi adalah lapis pondasi agregat kelas A (LPA) dengan tebal 150 mm, dan *Lean concrete* f_c' dengan mutu 15 MPa dan tebal 100 mm. Rangkuman penentuan tebal pelat beton dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 14 Beban Sumbu Kumulatif Kendaraan

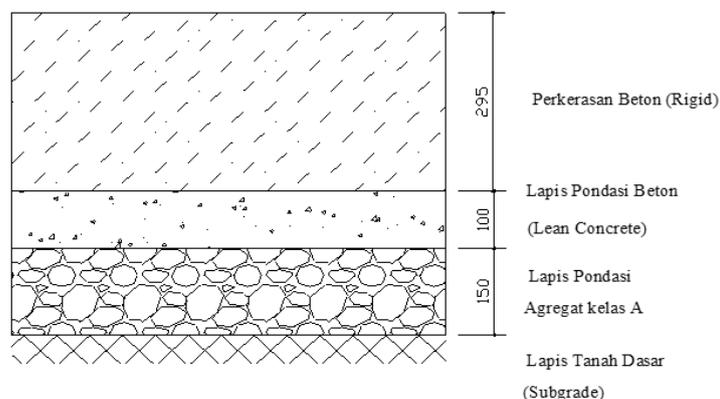
Golongan Kendaraan	Jenis Kendaraan	Jumlah As Per Kendaraan	LHR 2021	Kelompok Sumbu 2021	DD	DL	R	Jumlah Kelompok Sumbu 2023-2043
Golongan 5b	Bus Besar	2	7	14	0,5	0,8	40,1605	8, 2087E+07
Golongan 6a	Truk Ringan 2 sumbu	2	123	246	0,5	0,8	40,1605	1,4423E+06
Golongan 6b	Truk Sedang 2 sumbu	2	215	430	0,5	0,8	40,1605	2,5212E+06
Golongan 7a	Truk 3 sumbu	2	3	6	0,5	0,8	40,1605	3,5180E+05
Golongan 7b	Truk Gandengan	4	0	0	0,5	0,8	40,1605	0
Golongan 7c	Truk Semi Trailer	3	0	0	0,5	0,8	40,1605	0
Kumulatif kelompok Sumbu Kendaraan 2023-2043								4,0808E+06

Tabel 15 Perkerasan Jalan Kaku Dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan (R)	1	2	3	4	5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>) (106)	< 4,3	< 8,6	< 25,8	< 43,0	< 86,0
Dowel dan bahu beton	Ya				
Struktur Perkerasan (<i>mm</i>)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LC	100				
Lapis fondasi agregat klas A	150				

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2017)

Tebal pelat beton ditentukan berdasarkan jumlah kelompok sumbu tiap jenis kendaraan selama umur desain. Jumlah beban sumbu standar kumulatif selama umur desain adalah sebesar $4,0808 \times 10^6$. Karena beban sumbu kendaraan termasuk kategori R4, dipilih tebal pelat beton 295 mm. Tebal desain perkerasan jalan menggunakan metode Bina Marga 2017 ditunjukkan pada Gambar 5.

**Gambar 5** Desain Tebal Perkerasan Menggunakan Metode Bina Marga (2017)

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada kajian ini dilakukan peninjauan ulang terhadap perkerasan jalan pada *Underpass* Sudirman, di Kota Ambon. Pada peninjauan ulang tersebut digunakan 2 metode untuk merancang perkerasan jalan, yaitu Metode AASHTO (1993) dan Metode Bina Marga (2017). Data volume lalu lintas adalah data volume lalu lintas yang didapat berdasarkan sur-

vei yang dilakukan pada tahun 2020 dan tahun 2021, atau setelah *Underpass* Sudirman dioperasikan.

Untuk kedua metode yang digunakan, perkerasan kaku *Underpass* Sudirman dirancang dengan umur desain 20 tahun, dengan pelat beton mutu f_c' 30 MPa, serta menggunakan *Lean Concrete* f_c' dengan mutu 15 MPa dan Lapis Pondasi Agregat Kelas A (LPA dengan CBR_{min} 80%). Kedua metode juga menggunakan tebal yang sama untuk *Lean Concrete*, yaitu 100 mm, dan LPA, yaitu 150 mm. Metode AASHTO (1993) membutuhkan pelat beton setebal 330 mm, sedangkan Metode Bina Marga (2017) membutuhkan pelat beton dengan tebal 295 mm. Penggunaan Metode Bina Marga (2017) pada studi ini menghasilkan perkerasan yang lebih tipis dibandingkan dengan Metode AASHTO (1993), dengan perbedaan tebal sekitar 10% atau 35 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D.C.
- Ardiansyah, R. dan Sudiby, T. 2020. *Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Lajur Pengganti pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek II*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 05 (1): 17–30.
- Aris, M. N. R., Simbolon, G., Setiadji, B. H., Supriyono, S. 2015. *Analisis Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Beberapa Metode Bina Marga: Studi Kasus Ruas Jalan Piringsurat–Batas Kedu Timur*. Jurnal Karya Teknik Sipil S1 Undip, 4 (4): 380–393.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan. 2004. *Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B)*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- Hendarsin, S. L. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Kang, M., Kim, M., dan Lee, J. H. 2010. *Analysis of Rigid Pavement Distresses on Interstate Highway Using Decision Tree Algorithms*. KSCE Journal of Civil Engineering, 14: 123–130.