

PERENCANAAN PERKERASAN PADA RUAS JALAN DARI SIMPANG JALAN GATOT SUBROTO BARAT SAMPAI SIMPANG JALAN GUNUNG SOPUTAN DENPASAR

Made Yudha Permana¹⁾, A.A. Gede Sumanjaya¹⁾, dan I Ketut Nudja S.¹⁾

1) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali

yudha_permana59@yahoo.com

ABSTRACT

Pavement Planning on the Cross Road Section of West Gatot Subroto Road to Jalan Gunung Soputan aims to determine the thickness of the pavement layer according to the planned age by using two types of pavement layers namely flexible pavement and rigid pavement along with a budget plan. In this pavement planning using the 1993 AASHTO method. To get maximum planning results, an analysis is carried out to get the thickness of each pavement as thick on the bottom foundation layer, upper foundation layer, and surface layer. The results of the pavement planning on the intersection of Jalan Gatot Subroto Barat to Jalan Gunung Soputan with a flexible pavement layer can be as thick as 78 cm with the results of the budget plan that costs Rp.29,367,915,291.00. In the rigid pavement can be as thick as 46 cm with the results of the budget plan which can be obtained Rp.50,115,799,352.00.

Keyword: flexible pavement, rigid pavement, 1993 AASHTO method, cost budget plan

ABSTRAK

Perencanaan Perkerasan Pada Ruas Jalan dari Simpang Jalan Gatot Subroto Barat Sampai Jalan Gunung Soputan bertujuan untuk mengetahui tebal lapis perkerasan sesuai dengan umur rencana yang di tetapkan dengan menggunakan dua macam lapis perkerasan yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku beserta rencana anggaran biaya. Dalam perencanaan perkerasan ini menggunakan metode AASHTO 1993. Untuk mendapatkan hasil perencanaan yang maksimal maka dilakukan suatu analisa untuk mendapatkan tebal masing-masing perkerasan seperti tebal pada lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan. Hasil dari perencanaan perkerasan pada ruas jalan dari simpang Jalan Gatot Subroto Barat sampai Jalan Gunung Soputan ini dengan lapis perkerasan lentur di dapat tebal sebesar 78 cm dengan hasil rencana anggaran biaya yang di dapat Rp.29,367,915,291.00. Pada perkerasan kaku di dapat tebal sebesar 46 cm dengan hasil rencana anggaran biaya yang di dapat Rp.50,115,799,352.00.

Kata kunci: perkerasan lentur, perkerasan kaku, metode AASHTO 1993, rencana anggaran biaya

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana dalam mendukung laju perekonomian serta berperan sangat besar dalam kemajuan dan perkembangan suatu daerah. Indonesia sebagai salah satu negara yang berkembang sangat membutuhkan kualitas dan kuantitas jalan dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat untuk melakukan berbagai jenis kegiatan perekonomian baik itu aksesibilitas maupun perpindahan barang dan jasa.

Peningkatan masalah jalan di Kota Denpasar diakibatkan oleh pertumbuhan populasi dan pertumbuhan ekonomi. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengatasi kebutuhan transportasi dan masalah-masalah yang ditimbulkannya, seperti pembangunan prasarana fisik dan peningkatan usaha manajemen lalu lintas. Salah satu kebijakan pembangunan prasarana fisik yaitu melakukan perkerasan jalan yang merupakan bagian dari perencanaan jalan yang harus direncanakan secara efektif dan efisien, karena kebutuhan tingkat pelayanan jalan semakin tinggi, maka perlu adanya peningkatan kualitas sistem dan prasarana jalan, diantaranya adalah kebutuhan akan jalan yang aman dan nyaman.

Pemerintah dalam kegiatan

pengumpulan, pemeliharaan dan pengolahan data untuk menghasilkan rekomendasi penanganan pemeliharaan jalan antara lain melalui survei kondisi fungsional maupun struktural. Metode yang sering digunakan oleh Bina Marga untuk menentukan kondisi perkerasan jalan adalah dengan menggunakan data *International Roughness Index* (IRI), *Surface Distress Index* (SDI) dan lalu lintas harian rata-rata (LHR).

Ruas jalan dari Simpang Gatot Subroto Barat sampai Simpang Jalan Gunung Sopotan merupakan salah satu simpang dengan volume lalu lintas tinggi karena merupakan gerbang arus lalu lintas dari dan menuju Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Sesuai surat keputusan (SK) nama ruas jalan tersebut adalah WRR (western ring road) dan sesuai SK Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) jalan tersebut merupakan jalan nasional dan jalur logistik untuk menghubungkan antar kota kabupaten.

Data lalu lintas harian rata-rata pada ruas jalan tersebut 45.023 smp/hari (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, 2017) yaitu termasuk padat dalam melayani pergerakan arus lalu lintas, dan merupakan penghubung antar zona pemukiman dan zona kegiatan

perekonomian, pendidikan, rumah sakit maupun pariwisata. Kondisi lalu lintas berdasarkan hasil pengamatan penulis dilapangan yakni terdapatnya beberapa titik kerusakan jalan seperti adanya keretakan dan jalan berlubang. Permasalahan-permasalahan tersebut sangat berdampak besar kepada pengguna ruas jalan karena potensi terjadinya kecelakaan akan menjadi lebih besar dan dapat menghambat laju kendaraan sehingga memicu kemacetan. Kepadatan arus lalu lintas dan beban kendaraan yang berlebihan merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan pada ruas jalan tersebut.

Berdasarkan uraian diatas, penulis membuat suatu perencanaan menggunakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku berserta rencana anggaran biaya (RAB) pada penyusunan tugas akhir ini dengan studi kasus pada ruas Jalan dari Simpang Gatot Subroto Barat sampai Jalan Gunung Sopotan.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perencanaan perkerasan jalan ini yaitu:

1. Merencanakan tebal lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode AASHTO 1993.

2. Merencanakan tebal lapis perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan menggunakan metode AASHTO 1993.
3. Merencanakan Rencana Anggaran Biaya (RAB) perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan dalam menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton, dan kemampuan jalan tersebut dalam melayani lalu lintas kendaraan dengan dimensi tertentu. Peraturan Pemerintah RI No.38/2004 dapat di lihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Jalan menurut Kelas, Fungsi, Dimensi Kendaraan dan Muatan Sumbu Terberat

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum		Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
I		18	2.5	>10
II	Arteri	18	2.5	10
III		18	2.5	8
III A	Kolektor	18	2.5	8
III B		12	2.5	8
III C	Lokal	9	2.1	8

Sumber: Anonim, 2004

2.2 Penggolongan Jenis Kendaraan

Bagian ini akan membahas mengenai penggolongan jenis kendaraan yang akan melewati ruas jalan tol. Berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2017 penggolongan kendaraan seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Penggolongan Kendaraan

Golongan	Jenis Kendaraan
1	Sepeda motor roda 2 dan 3
2	Sedan, jeep dan station wagon
3	Opelet, pick-up, combi dan minibus
4	Pick-up, micro truck, dan mobil hantaran atau pick-up box
5	A. Bus Ringan B. Bus Besar
6	A. Truk 2 sumbu 4 roda B. Truk 2 sumbu 6 roda
7	A. Truk 3 sumbu B. Truk gandengan C. Truk semi trailer

Sumber: Anonim, 2017

2.3 Perencanaan Perkerasan Lentur dengan Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO 1993 Menurut Siegfried (2007), salah satu metoda perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan. Metoda ini sudah dipakai secara umum diseluruh dunia untuk perencanaan serta diadopsi sebagai standar perencanaan di berbagai Negara. Metoda AASHTO 1993 ini pada dasarnya adalah metoda perencanaan yang didasarkan pada metoda empiris. Parameter yang dibutuhkan pada perencanaan

menggunakan metoda AASHTO 1993 ini antara lain *Structural Number* (SN), lalu lintas, *reliability*, faktor lingkungan dan *serviceability*.

Menurut Rosyidi (2007), dari hasil percobaan jalan AASTHO untuk berbagai macam variasi kondisi dan jenis perkerasan, maka disusunlah metoda perencanaan AASHTO yang kemudian berubah menjadi AASHTO. Dasar perencanaan dari metoda AASHTO baik AASHTO'72. AASHTO'86, maupun metoda terbaru saat sekarang yaitu AASHTO'93 seperti pada Persamaan 1.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 \times 9.36 \times \log_{10}(SN + 1)0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{P_0 - P_t}{P_0 - P_f} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_r) - 8.07 \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

W_{18} = kumulatif beban gandar standar selama umur rencana (CESA).

Z_R = standar normal deviasi.

S_0 = *combined standard error* dari prediksi lalu lintas dan kinerja

SN = *structural number*

P_0 = *initial serviceability*

P_t = *terminal serviceability*

P_f = *failure serviceability*

M_r = *modulus resilien* (psi)

2.4 Langkah-langkah Perencanaan dengan Metode AASHTO 1993

Analisis lalu lintas

1. Penentuan umur rencana, bisa digunakan 20 – 40 tahun.
2. Faktor distribusi arah: $DD = 0.3 - 0.7$ dan umumnya diambil 0.5 (Anonim, 1993).
3. Penentuan faktor distribusi lajur dalam Tabel 4.

Tabel 4. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah laju per arah	% beban gandar standar
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber: Anonim, 1993

4. Data Lalu lintas harian rata-rata (LHR).
5. Menghitung lalu lintas pada lajur rencana (W_{18}) seperti pada Persamaan 2.

$$W_{18} = D_D \times D_L \times \hat{W}_{18} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

D_D = faktor distribusi arah.

D_L = faktor distribusi lajur.

$\hat{W}_{18}$ = beban gandar standar kumulatif untuk dua arah

6. Menghitung lalu lintas kumulatif selama umur rencana (W_t) seperti pada Persamaan 3.

$$W_t = W_{18} \times ((1+g)^n - 1) / g \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

W_t = jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif.

W_{18} = beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun.

n = umur pelayanan (tahun)

g = perkembangan lalu lintas (%)

7. Menentukan reliability (R) dan standar deviasi normal (Z_R) dalam Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Nilai Reliabilitas (R)

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi tingkat reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas hambatan	85-99.99	85-99.99
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokasi	50-85	50-80

Sumber: Anonim, 1993

Tabel 6. Standart Deviasi Normal (ZR)

Reliabilitas, R (%)	Standar Deviasi Normal (ZR)
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	-1.55
95	-1.645
96	-1.751

Reliabilitas, R (%)	Standar Deviasi Normal (ZR)
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.237
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Sumber: Anonim, 1993

Deviasi standar keseluruhan (So) = 0.40 – 0.50 (diambil dari AASHTO 1993 halaman I-62).

8. Serviceability Pt 2.5 jalan raya utama dan Po 4.2 perkerasan lentur (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-10) Total loss serviceability: $\Delta PSI = Po - Pt$.

9. Resilient Modulus

- a. Perhitungan *resilient modulus* (MR) tanah dasar.
- b. Perhitungan *resilient modulus* (MR) agregat base kelas A dan B.
- c. Elastic (*resilient*) modulus asphalt concrete surface course.

10. Penentuan koefisien drainase didasarkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Standart Deviasi Normal (ZR)

Kualitas Drainase	Waktu Air Hilang
Baik Sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek sekali	Air tidak mengalir

Sumber: Anonim, 1993

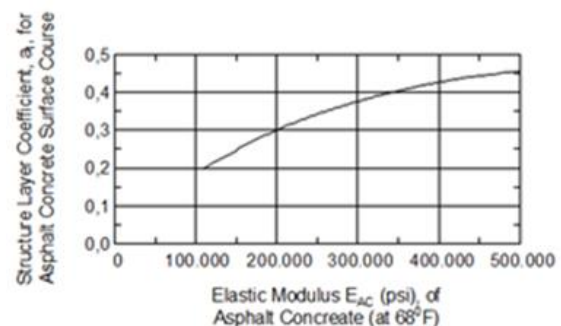
11. Layer coefficient

- a. Layer coefficient ACWC (asphalt concrete wearing course) and ACBC (asphalt concrete binder course)

- i. Marshall stability = 1100 kg = 2423 lb

- ii. Elastic / resilient modulus: $EAC \geq 450000$ psi (diambil dari AASHTO 93 hal. II-17)

- iii. Structural layer coefficient: $a_i = 0.42$ pada Gambar 1 (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-18).



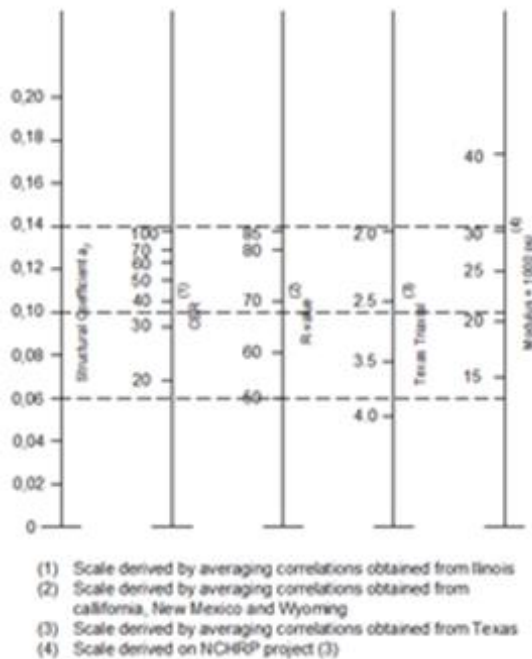
Gambar 1. Nomogram Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Permukaan Beton Aspal a_1
(Sumber: Anonim, 1993)

- b. Pada a_2 , koefisien kekuatan relatif dapat digunakan Gambar 2 dan koefisien berikut: Layer coefficient Agregat Base Kelas A.

- i. CBR = 80

- ii. Structural layer

coefficient: $a_i = 0.14$
(diambil dari AASHTO 1993 halaman II-21).

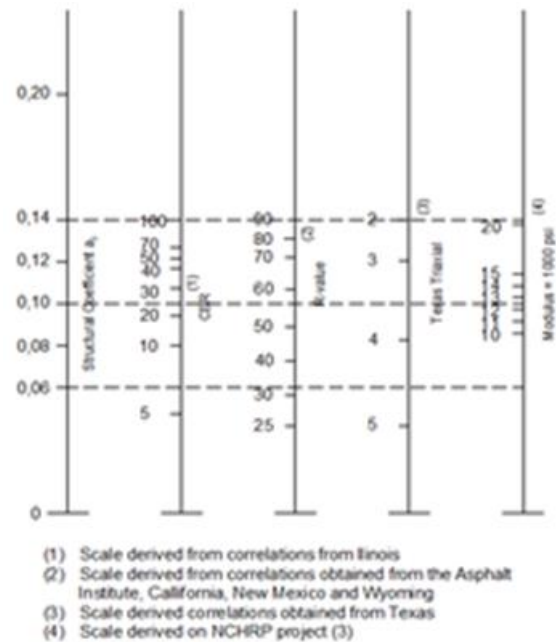


Gambar 2. Nomogram Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi.

c. Pada a_3 dapat menggunakan Gambar 3 atau dengan koefisien berikut: *Layer coefficient Agregat Base Kelas B*

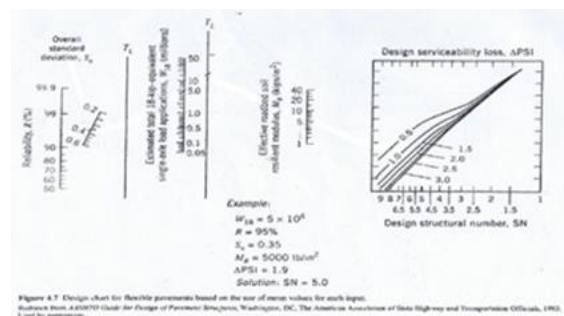
i. CBR = 40

ii. *Structural layer coefficient*: $a_i = 0.12$
(diambil dari AASHTO 1993 halaman II-21).



Gambar 3. Nomogram Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Bawah a_3 .

12. Menghitung angka struktural (SN), dapat menggunakan nomogram pada Gambar 4 atau dengan rumus diatas pada Persamaan 4, 5 dan 6.



Gambar 4. Nomogram Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur AASHTO 1993

Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dapat menggunakan persamaan berikut, menurut AASHTO 1993:

- a. Angka struktural 1 (SN1)

$$D_1 = \frac{SN^i}{a_1} \dots\dots\dots(4)$$

- b. Angka struktural 2 (SN2)

$$D_2 = \frac{SN_2 - a_1 D_1}{a_2 m_2} \dots\dots\dots(5)$$

- c. Angka struktural 3 (SN3)

$$D_3 = \frac{SN_3 - a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2}{a_3 m_3} \dots\dots\dots(6)$$

- d. Syarat tebal minimum lapisan ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Tebal Minimum Campuran Beraspal dan Lapis Pondasi

Lalu lintas (ES AL)	Beton Aspal		LAPEN		LASBUTAG		Lapis Pondasi Agregat	
	in	cm	in	cm	in	cm	in	Cm
<50000*)	1*)	2.5	2	5	2	5	4	10
50001-150000	2	5	-	-	-	-	4	10
150001-500000	2.5	6.25	-	-	-	-	4	10
500001-2000000	3	7.5	-	-	-	-	6	15
2000001-7000000	3.5	8.75	-	-	-	-	6	15
>7000000	4	10	-	-	-	-	6	15

Sumber: Anonim, 1993

2.5 Perencanaan Perkerasan Kaku dengan metode AASHTO 1993

Hardiyatmo (2015) menyatakan pertimbangan utama dalam perancangan perkerasan beton atau perkerasan kaku adalah kekuatan struktur betonnya. Perancangan perkerasan beton umumnya diasumsikan perkerasan akan melayani lalu lintas lebih dari 50000 selama masa pelayanan.

2.5.1 Umur rencana

AASHTO (1993) menyarankan umur perkerasan yang diistilahkan dengan periode analisis. Penentuan periode analisis sangat dipengaruhi oleh kondisi jalan perencanaan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Umur Rancangan Perkerasan

Kondisi Jalan Raya	Periode Analisis Umur Rencana (tahun)
Perkotaan volume tinggi	30-50
Pedesaan volume tinggi	20-50
Volume rendah, jalan diperkeras	15-25
Volume rendah, permukaan agregat	10-20

Sumber: Anonim, 1993

2.5.2 Faktor distribusi arah

AASHTO (1993) menyarankan untuk nilai faktor distribusi arah (DD) diambil nilai antara 0.3 – 0.7.

2.5.3 Faktor distribusi lajur

AASHTO (1993) menyarankan jika arah kendaraan tidak teratur, maka perkerasan harus dirancang berdasarkan volume lalu lintas pada arah yang paling banyak.

Tabel 10. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Setiap Arah	DL (%)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber: Anonim, 1993

2.5.4 Penentuan nilai CBR

CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasar besaran 6% untuk lapis tanah dasar yang mengacu pada spesifikasi departemen pekerjaan umum edisi 2005. Tanah dasar dengan nilai CBR 4% dan 5% dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik. CBR kurang dari 6% dapat digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan.

2.5.5 Vehicle damage factor (VDF)

Penentuan nilai VDF akan dipengaruhi konfigurasi tiap sumbu. Konfigurasi beban as kendaraan yang digunakan sebagai perhitungan beban as masing-masing kendaraan. Nilai VDF yang dipengaruhi oleh konfigurasi tiap sumbu menyebabkan nilai faktor ekivalensinya tiap sumbu akan berbeda-beda.

2.5.6 Equivalent single axel load (ESAL)

Suryawan (2009) menyatakan traffic design merupakan salah satu parameter lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan. Penentuan traffic design berdasarkan AASHTO 1993. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama setahun (W18) dengan besaran kenaikan lalu lintas (traffic growth).

2.5.7 Serviceability

Tingkat penurunan pelayanan atau kerusakan perkerasan dinyatakan oleh kehilangan PSI pada suatu skala 0 sampai 5, dapat dilihat dalam Tabel 11.

Tabel 11. Skala PSI

Skala PSI	Kategori
0-1	Sangat buruk
1-2	Buruk
2-3	Sedang
3-4	Baik
4-5	Sangat baik

Sumber: Anonim, 1993

2.5.8 Reliability (R)

Penentuan nilai reliability akan berhubungan dengan penentuan nilai standard normal deviate (Z_R) dapat dilihat dalam Tabel 5 dan Tabel 6.

2.5.9 Deviasi standar keseluruhan (So)

Deviasi standar keseluruhan dipilih sesuai dengan kondisi lokal. AASHTO (1993) menyarankan nilai deviasi standar keseluruhan (So) untuk perkerasan kaku di antara 0,30 - 0,40.

2.5.10 Modulus reaksi tanah dasar (k)

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).

2.5.11 Persentase perkerasan terkena air

Hardiyatmo (2015) menyarankan untuk penentuan persentase struktur perkerasan dalam setahun terkena air sampai ke tingkat jenuh.

2.5.12 Koefisien drainase (Cd)

Penentuan nilai koefisien drainase bergantung pada kualitas drainase yang mempertimbangkan air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang akan masuk ke dalam pondasi jalan.

Tabel 14. Koefisien Drainase (Cd) untuk Perancangan Perkerasan Beton

Kualitas Drainase	Presentase 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	1.10-1.10	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: Anonim, 1993

2.5.13 Koefisien penyaluran beban (J)

Hardiyatmo (2015) menyatakan koefisien transfer beban (J) adalah faktor yang digunakan dalam perancangan perkerasan kaku untuk memperhitungkan kemampuan struktur beton dalam mentransfer atau mendistribusikan beban yang melintas di atas sambungan atau retakan.

Tabel 15. Koefisien Transfer Beban (J)

Bahu Jalan	Aspal		Pelat Beton Semen Portland Terikat	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Alat Transfer Beban				
Tipe Perkerasan				
1. Perkerasan beton tak bertulang bersambungan (JPCP) dan bertulang bersambung (CRCP)	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2
2. Perkerasan beton bertulang kontinyu (CRCP)	2.9-3.2	Tidak ada	2.3-2.9	Tidak ada

Sumber: Anonim, 1993

2.5.14 Penentuan Tebal Pelat Beton (D) 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 pada Persamaan 7.

$$\begin{aligned}
 \log_{10}(W_{18}) = & Z_R \times S_0 \times 7.35 \times \log_{10}(D + 1) \\
 & - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^3}{4.5-1.5}} \\
 & + (4.22 - 0.32Pt) \times \log_{10} \\
 & \left(\frac{Sc' Cd(D^{0.75} - 1.132)}{215.63J(D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{Bc}{k})+25}} \right)
 \end{aligned}$$

2.5.15 Menentukan Ukuran Segmen Pelat.

Ukuran segmen pelat sangat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti tebal

pelat, lebar joint, ukuran sambungan memanjang, dan ukuran sambungan melintang.

2.5.16 Penentuan Lapis Pondasi

Penentuan lapis pondasi minimum yang disarankan oleh AASHTO 1993

adalah sebesar 4 inchi atau sebesar 10 cm. Sehingga tebal lapis pondasi atas yang digunakan dalam perencanaan sebesar 10 cm dengan bahan pondasi berupa campuran beton kurus (CBK) dan lapis pondasi bawah berupa lapis agregat kelas A dengan tebal sebesar 15 cm.

2.5.17 Penulangan

1. Penentuan Tie Bars

Tabel 16. Penentuan Ukuran Tie Bar

Jenis dan Mutu Baja	Tegangan Kerja (PSI)	Tebal perkerasan (in)	Diameter Batan 1/2 in			Diamter Batang 3/4 in				
			Panjang (in)	Jarak maksimum (in)			Panjang (in)	Jarak maksimum (in)		
				Lebar Lajur	Lebar Lajur	Lebar Lajur		Lebar Lajur	Lebar Lajur	Lebar Lajur
				10 ft	11 ft	12 ft		10 ft	11 ft	12 ft
Grade 40	30000	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	26	30	48	48	48

2. Penentuan Dowel

Tabel 17. Diameter dan Jarak Dowel (Yoder dan Witczak, 1975 dalam AASHTO,1993)

Tebal Pelat Beton (D)		Diameter Dowel	
in	mm	in	mm
6	150	3/4	19
7	175	1	25
8	200	1	25
9	225	1 1/4	32
10	250	1 1/4	32
11	275	1 1/4	32
12	300	1 1/2	38
13	325	1 1/2	38
14	350	1 1/2	38

· Jarak dowel 300 mm

· Panjang dowel 450 mm

Sumber: Anonim, 1993

2.5.18 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Berdasarkan daftar analisa diatas dan daftar harga satuan upah, bahan, dan alat, maka selanjutnya dapat dihitung biaya bahan, biaya upah, biaya alat dan harga satuan untuk pekerjaan, seperti disajikan berikut:

1. Biaya bahan

Biaya Pekerjaan (i) = Koef. bahan(i) yang dipakai x Harga satuan bahan(i)

2. Biaya upah tenaga kerja

Biaya Upah Pekerjaan (i) =
Koef. tenaga (i) yang dipakai x Harga
satuan upah (i)

3. Biaya alat

Untuk biaya alat dapat dihitung
dengan cara tersendiri

4. Biaya Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan = biaya
bahan + biaya upah + biaya alat.

3 METODE PERENCANAAN

3.1 Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan perkerasan jalan
terletak di ruas Jalan simpang Gatot
Subroto Barat sampai Simpang Gunung
Soputan di Denpasar Barat.

3.2 Data Sekunder

Untuk menunjang perencanaan
perkerasan jalan tersebut, data penunjang
akan diuraikan sebagai berikut:

1. Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Perhitungan lalu lintas harian
rata-rata, Perhitungan angka
pertumbuhan lalu lintas dan
Perhitungan umur rencana. Data
LHR yang digunakan yaitu pada 1
tahun terakhir pada tahun 2017.

2. Nilai CBR

Nilai CBR rata-rata pada
masing-masing stationing untuk

menentukan perkerasan dan pondasi
jalan, mencari nilai CBR segmen
yang digunakan sesuai dengan
prosedur adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan nilai CBR yang
terendah
- b. Menentukan berapa banyak
nilai CBR yang sama atau
lebih besar dari masing –
masing nilai CBR dan
kemudian disusun secara
tebal mulai dari CBR terkecil
sampai terbesar.
- c. Angka terbesar diberi nilai
100%, angka yang lain
merupakan persentase dari
100%
- d. Dibuat grafik antara
hubungan harga CBR dan
persentase jumlah tadi
- e. Nilai CBR segmen adalah
nilai pada keadaan 90%

Setelah nilai CBR segmen
diperoleh, maka untuk menentukan
nilai DDT digunakan grafik korelasi
antara nilai CBR dengan DDT
(Grafik) dengan cara
menghubungkan nilai CBR segmen
dengan garis mendatar sebelah kiri
maka diperoleh nilai DDT.

3. Data Curah Hujan

Curah hujan yang digunakan diperoleh dari pengukuran pada Stasiun Sanglah Denpasar, dimana data yang akan digunakan adalah data curah hujan selama 5 tahun terakhir di mulai dari tahun 2013-2017.

3.3 Langkah Perencanaan Perkerasan Lentur AASHTO 1993

1. Analisis lalu lintas
 - a. Menentukan umur rencana dapat digunakan 20 – 40 tahun.
 - b. Menentukan faktor distribusi arah (DD) digunakan 0.3-0.7.
 - c. Menentukan faktor distribusi lajur (DL).
 - d. Menghitung W_{18} .
 - e. Menghitung W_t .
2. Perhitungan *modulus resilient* (MR) tanah dasar digunakan persamaan 14.
3. Menentukan *serviceability*.
 - a. Indeks kemampuan pelayanan awal (P_o) = 4.2. untuk perkerasan lentur.
 - b. Indeks kemampuan pelayanan akhir (P_t) digunakan.
 - c. Kehilangan kemampuan pelayanan (ΔPSI).

4. Menentukan *reliability* (R) digunakan.
5. Menentukan standar deviasi normal (ZR) digunakan.
6. Menentukan standar keseluruhan (S_o) digunakan.
7. Penentuan koefisien drainase digunakan.
8. Penentuan koefisien lapisan bahan.
9. Menentukan koefisien relatif lapisan permukaan a1.
10. Menentukan koefisien relatif lapis pondasi atas beraspal a2.
11. Menentukan koefisien relatif lapis pondasi bawah granular a3.

3.4 Langkah Perencanaan Perkerasan Kaku AASHTO 1993

1. Menentukan umur rencana berdasarkan.
2. Menentukan faktor distribusi arah (DD) nilai antara 0.3 – 0.7.
3. Menentukan faktor distribusi lajur (DL) pada Tabel 14.
4. Menentukan nilai CBR sesuai data sekunder.
5. Menentukan data sekunder LHR yang akan digunakan.
6. Nilai VDF diambil berdasarkan manual perkerasan jalan untuk beban berat maksimum.

7. Menentukan tingkat kemampuan pelayanan (*serviceability*)
8. Menentukan nilai *reliability* dan nilai *standart normal deviate*.
9. Menentukan nilai deviasi standar keseluruhan (*So*) untuk perkerasan kaku diantara 0.30 – 0.40.
10. Menghitung modulus reaksi tanah dasar.
11. Menentukan nilai koefisien drainase (*Cd*).
12. Menentukan koefisien penyalur beban.
13. Penentuan tebal pelat beton (*D*) dengan formulasi dapat ditentukan dengan Persamaan 7.
14. Perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan nomogram dengan metode AASHTO 1993 selain menggunakan formula dapat juga menggunakan nomogram. Penentuan tebal perkerasan kaku menggunakan nomogram dapat ditunjukkan pada Gambar 17.
15. Penentuan lapis pondasi minimum yang disarankan oleh AASHTO 1993 adalah sebesar 4 inchi atau sebesar 10 cm untuk lapis pondasi.

16. Perhitungan penentuan tie bar yang digunakan dapat menggunakan Tabel 16.

17. Menentukan diameter tulangan dowel, jarak dowel beserta panjangnya dapat dilihat pada Tabel 17.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perkerasan Lentur AASHTO 1993

4.1.1 Analisis lalu lintas

1. Umur rencana perkerasan lentur digunakan yaitu 20 tahun.
2. Distribusi arah (*DD*) diasumsikan ambil nilai 0.5.
Distribusi Lajur (*DL*) diasumsikan ambil nilai 70%.
3. Pertumbuhan lalu lintas tahun 2017 yaitu 6 %
4. Data volume kendaraan

Tabel 18. Data Volume Kendaraan

Jenis Kendaraan	LHR (Unit)
Golongan 1 (Sepeda motor roda 2 atau 3)	24197
Golongan 2 (Sedan, jeep dan station wagon)	36567
Golongan 3 (Opelet, pick-up oplet, combi dan minibus)	21007
Golongan 4 (Pick up, micro truck dan mobil hantaran atau pick up box)	20227
Golongan 5 A (Bus Ringan)	220
Golongan 5 B (Bus Besar)	271
Golongan 6 A (Truk 2 sumbu 4 roda)	1404
Golongan 6 A (Truk 2 sumbu 6 roda)	1404
Golongan 7A (Truk 3 sumbu)	383
Golongan 7B (Truk gandengan)	823
Golongan 7C (Truk semi trailler)	1078

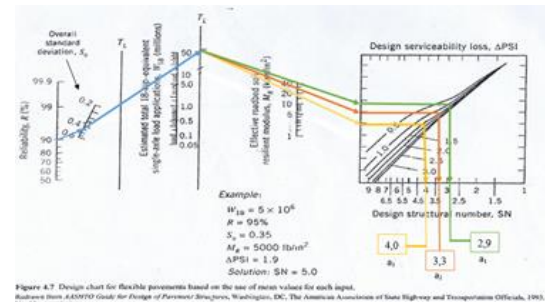
5. Menghitung lalu lintas pada lajur rencana (W18)

Tabel 19. Data Volume Kendaraan

Golongan Kendaraan	Volume Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Faktor Ekivalen		W18
			Sb-1	Sb-2	
Golongan 2	36567	1.1	0.00126	0.00126	92.148
Golongan 3	21007	1.1	0.00126	0.00126	52.937
Golongan 4	20227	1.1	0.07901	0.21697	5986.78
Golongan 5 A	220	1.2	0.07901	0.21697	65.115
Golongan 5 B	271	1.2	0.10967	0.29784	110.435
Golongan 6 A	1404	1.2	0.07901	0.21697	415.555
Golongan 6 A	1404	1.2	1.82481	4.97865	9552.057
Golongan 7A	383	1.22	1.89695	29.72675	12111.87
Golongan 7B	823	1.2+2.2	1.27329	105.6792	88021.89
Golongan 7C	1078	1.2-2	0.61318	51.29874	66961.04
Total W18 dihitung untuk ruas jalan 4 lajur 2 arah					172369.827

Diperoleh nilai W18 dan Wt masing-masing sebesar 48263.55 dan 6.48×10^8 .

6. *Modulus resilient* (MR) tanah dasar diperoleh sebesar 10800 psi.
7. *Serviceability* (Pt=2.5) (Po=4.2) (Δ PSI=1.7).
8. *Reliability* (R) dan standar deviasi normal (ZR). Nilai R = 90%, Nilai ZR = -1,282. Nilai So disarankan 0,45.
9. Koefisien drainase (m1, m2, m3 = 1)
10. Koefisien lapisan
- a1 = structural layer coefficient = 0.42.
 - a2 = structural layer coefficient = 0.14.
 - a3 = structural layer coefficient = 0.12.



Gambar 5. Nomogram Perhitungan Perkerasan Jalan

4.1.2 Tebal Lapisan Perkerasan

$$11. D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2,9}{0,42} = 6 \text{ in} = 15 \text{ cm}$$

(Permukaan)

$$12. D_2 = \frac{SN_2 - a_1 D_1}{a_2 m_2} = \frac{3,3 - 0,42 \times 6}{0,14 \times 1} = 6$$

in = 15 cm (Pondasi Atas)

$$13. D_3 = \frac{SN_3 - a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2}{a_3 m_3} = \frac{4 - (0,42 \times 6) + (0,14 \times 1 \times 6)}{0,12 \times 1} = 19 \text{ in} = 48 \text{ cm (Pondasi Bawah)}$$

4.2 Perkerasan Kaku

4.2.1 Analisis lalu lintas

- Umur rencana perkerasan lentur digunakan yaitu 20 tahun.
- Distribusi arah (DD) diasumsikan ambil nilai 0.5.
- Distribusi lajur (DL) diasumsikan ambil nilai 70%.
- Pertumbuhan lalu lintas tahun 2017 yaitu 6 %

Tabel 20. Perhitungan VDF denhan Tebal Slab Rencana 8 inchi

Golongan Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Faktor Ekvivalen		Total Ekvivalensi
		Sb-1	SB-2	
Golongan 2	1.1	0.00126	0.00126	0.00252
Golongan 3	1.1	0.00126	0.00126	0.00252
Golongan 4	1.1	0.07901	0.21697	0.29598
Golongan 5A	1.2	0.07901	0.21697	0.29598
Golongan 5B	1.2	0.10967	0.29784	0.40751
Golongan 6A	1.2	0.07901	0.21697	0.29598
Golongan 6A	1.2	1.82481	4.97865	6.80346
Golongan 7A	1.22	1.89695	29.72675	31.6237
Golongan 7B	1.2+2.2	1.27329	105.6792	106.9525
Golongan 7C	1.2-2	0.61318	51.29874	51.91192

Tabel 21. Perhitungan W18 denhan Tebal Slab Rencana 8 inchi

Golongan Kendaraan	Volume Kendaraan	VDF	Faktor Lajur (D _L)	Jumlah Hari dalam Setahun	W18 (ESAL)
Golongan 2	36567	0.00252	0.7	365	23544
Golongan 3	21007	0.00252	0.7	365	13525
Golongan 4	20227	0.29598	0.7	365	1529624
Golongan 5A	220	0.29598	0.7	365	16637
Golongan 5B	271	0.40751	0.7	365	28216
Golongan 6A	1404	0.29598	0.7	365	106174
Golongan 6A	1404	6.80346	0.7	365	2440550
Golongan 7A	383	31.6237	0.7	365	3094584
Golongan 7B	823	106.9524	0.7	365	22489576
Golongan 7C	1078	51.9118	0.7	365	14298015
TOTAL					188097363

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+i)^6 - 1}{i}$$

$$W_t = 188097363 \times \frac{(1+0,08)^{20} - 1}{0,08}$$

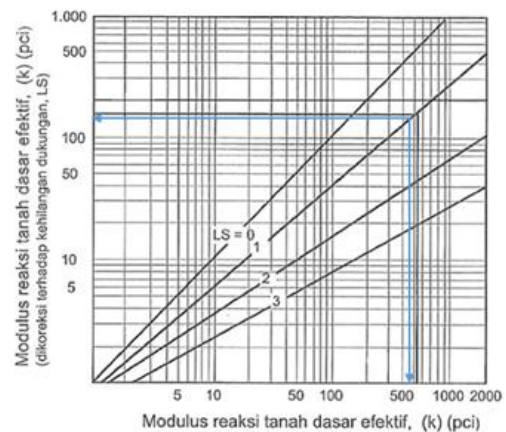
$$W_t = 8607335331 \text{ ESAL}$$

4.2.2 Menghitung modulus elastisitas beton

$$E_c = 57000 \sqrt{f_c'} = 57000 \times \sqrt{6400,485} = 4560356.236 \text{ psi.}$$

4.2.3 Menghitung modulus reaksi tanah dasar

$$k = \frac{M_R}{19.4} = \frac{1500 \times \text{CBR}}{19.4} = \frac{1500 \times 7.2}{19.4} = 556.7 \text{ pc.}$$



Gambar 6. Modulus Reaksi Tanah Dasar Dikoreksi Terhadap Kehilangan Dukungan Lapis Fondasi

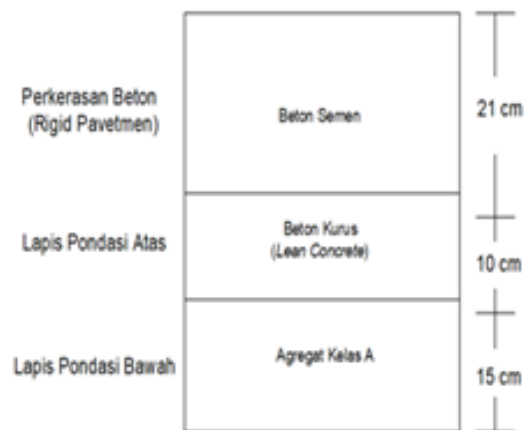
- Menentukan nilai deviasi standar keseluruhan. So digunakan sebesar 0.35.
- Menentukan nilai koefisien drainase (Cd). $W_L = 20\% \cdot P = 0.96\% < 1\%$, nilai Cd digunakan sebesar 1%.
- Menentukan koefisien transfer beban. Nilai koefisien transfer beban (J) yang digunakan sebesar 3.2.

Tabel 22. Parameter Input AASHTO 1993

No.	Parameter Input	Nilai Input
1	Umur rencana	20 tahun
2	Distribusi Arah (DD)	0.5
3	Distribusi Lajur (DL)	70%
4	Traffic design (W18)	188097363 ESAL untuk tebal slab 8 inchi
5	Terminal Serviceability (Pt)	2.5
6	Initial serviceability (Po)	4.5
7	Seciceability Loss (ΔPSI)	2
8	Reliability (R)	90%
9	Standard normal deviation	-1.282
10	Standard deviation (So)	0.35
11	Modulus reaksi tanah dasa (k)	180 pci
12	Kuat tekan (fc)	450 kg/cm2
13	Modulus elastisitas beton (Ec)	4560356.236 psi
14	Kuat Lentur (Sc)	600 psi
15	Drainage coefficient (Cd)	1.15
16	Load transfer coefficient (J)	3.2
17	Dperkiraan	8 inchi

$$\log 188097363 = -1,282 \times 0,35 + 7,35 \times \log(8+1) - 0,06 + \frac{\log\left(\frac{2}{4,5-1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(8+1)^{844}}} + (4,22 - (0,32 \times 2,5)) \times \log\left(\frac{600 \times 1,15 (8^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times 3,2 + (8^{0,75} - \frac{18,42}{(\frac{4560356,236}{180})^{0,25}})}\right)$$

$$8,274 = 8,414$$



Gambar 7. Tebal Perkerasan AASHTO 1993 Menggunakan Formulasi.

4.2.4 Penentuan lapis pondasi

Penentuan lapis pondasi minimum yang disarankan oleh AASHTO 1993 perkerasan kaku adalah sebesar 4 inchi atau sebesar 10 cm untuk lapis pondasi. Sehingga tebal lapis pondasi atas yang digunakan dalam perencanaan sebesar 10 cm dengan bahan pondasi berupa campuran beton kuru (CBK) dan lapis pondasi bawah berupa lapis agregat kelas A dengan tebal sebesar 15 cm.

4.2.5 Menentukan segmen pelat beton

Tebal pelat yang digunakan adalah 21 cm (8 inchi). Panjang pelat maksimum = 2 x 8 inchi = 16 feet (5 m). Lebar pelat maksimum = 5 m/1.25 = 4 m. Panjang pelat beton = 4m < 5m memenuhi syarat.

Perbandingan lebar dan panjang pelat = 4 m/3.5 m = 1.14 < 1.25 memenuhi syarat.

4.2.6 Perhitungan Penulangan.

Penentuan tulangan yang digunakan harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tebal pelat = 210 mm $\approx$ 21 cm
2. Jumlah lajur setiap arah = 4 lajur
3. Panjang tiap segmen lajur = 4 meter
4. Lebar tiap lajur = 3.5 meter (11 ft)
5. Perhitungan tie bars

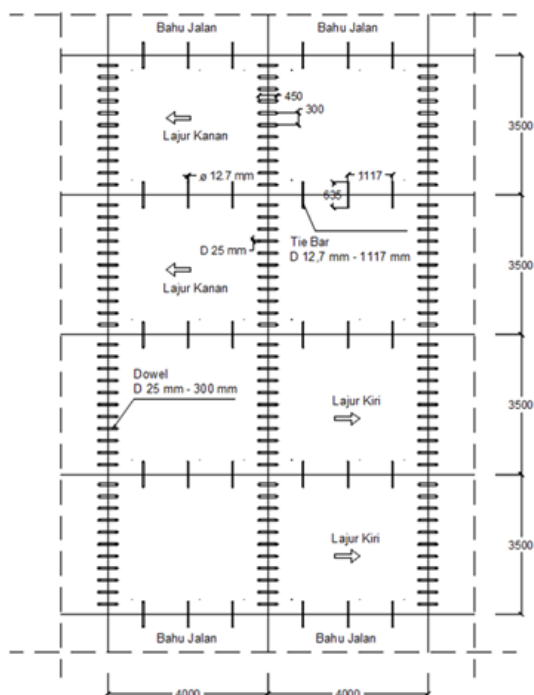
Dengan tebal perkerasan 210 mm (8 inchi) apabila menggunakan diameter batang tulangan baja ulir $\frac{1}{2}$ in, maka panjang tulangan 635 mm dan jarak maksimum antar tulangan yang dipakai 1117 mm.

6. Menentukan Dowel

Ukuran dowel yang digunakan yaitu baja tulangan polos berdiameter 25 mm, panjang dowel 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm. Penempatan penulangan hasil dari desain seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

4.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Pehitungan RAB untuk perkerasan lentur dan perkerasan kaku dapat dilihat pada Tabel 23 dan 24.



Gambar 8. Penempatan Penulangan Hasil Desain Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993

Tabel 23. RAB Perencanaan Perkerasan Lentur

No	Uraian/Jenis Pekerjaan	Vol.	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pekerjaan Lapis Permukaan Laston Lapis Aus (ACWC)	4312	ton	1,032,261	4,451,110,812
2	Pekerjaan Lapis Laston Lapis (ACBC)	4928	ton	996,550	4,911,000,765
3	Pekerjaan Lapis Pondasi Atas	9240	m ³	829,690	7,666,339,296
4	Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah	29568	m ³	417,325	12,339,464,417
Total					29,367,915,291

Tabel 23. RAB Perencanaan Perkerasan Kaku

No	Uraian/Jenis Pekerjaan	Vol.	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pekerjaan Lapis Permukaan Perkerasan Beton Semen	12936	m ³	3,102,584	40,135,030,893
2	Pekerjaan Lapis Pondasi Beton Kuras	6160	m ³	1,090,476	6,717,334,624
3	Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kertas A	9240	m ³	353,185	3,263,433,835
Total					50,115,799,352

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Tebal lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan umur rencana yang direncanakan yaitu 20 tahun didapat tebal untuk lapisan permukaannya sebesar 15 cm dengan dilakukan 2 kali penghamparan menggunakan lapis ACWC tebal 7 cm dan lapis ACBC tebal 8 cm, pada lapisan pondasi atas didapat sebesar 15 cm dengan bahan yang digunakan stabilisasi tanah semen dan pada lapisan pondasi bawah di dapat sebesar 48 cm dengan bahan yang digunakan yaitu pasir dan batu (sirtu) kelas A.
2. Tebal lapis perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan umur rencana yang direncanakan yaitu 40 tahun, pada lapis permukaan perkerasan beton didapat dengan tebal 21 cm, pada lapis pondasi atas dengan tebal 10 cm dengan bahan campuran beton kuras (*lean concrete*) dan pada lapis pondasi bawah dengan tebal 15 cm dengan bahan yang digunakan yaitu agregat kelas A.

3. Rencana anggaran biaya (RAB) perkerasan lentur adalah sebesar Rp.29,367,915,291.00.
4. Rencana anggaran biaya (RAB) pada perkerasan kaku adalah sebesar Rp.50,115,799,352.00.

5.2 Saran

Untuk penelitian sejenis selanjutnya sebaiknya dilakukan dengan dua alternative dalam 1 perencanaan dengan perkerasan yang sama tetapi berbeda dalam metodenya agar mengetahui efisiensi ketebalan yang didapat.

Siegfried dan Sri Atmaja P. Rosyidi, (2007), *Deskripsi Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Metode AASHTO 1993*, [Http://labtransportumy.files.wordpress.com/2007/11/web-publish-narasiAASHTO_1993.pdf](http://labtransportumy.files.wordpress.com/2007/11/web-publish-narasiAASHTO_1993.pdf), diunduh tanggal 14 November 2016.

Suryawan, A. (2009). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Yogyakarta: Beta Offset.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials
- Anonim. (2004). *Undang-undang Nomor 38 tentang Jalan Indonesia*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Anonim. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementrian Pekerjaan Umum
- Hardiyatmo, H.C. (2015). *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.