

**ANALISA KOMPARASI DESAIN PERKERASAN LENTUR
BERDASARKAN METODE BINA MARGA 2017 DAN AASHTO 1993 PADA
RUAS JALAN LINGKAR KABUPATEN KEDIRI**

Roby Ibrahim Firmansyah

S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

robymfirmansyah16050724026@mhs.unesa.ac.id

Purwo Mahardi

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

purwomahardi@unesa.ac.id

Abstrak

Peningkatan mobilitas penduduk demi pemenuhan kebutuhan hidup harus diimbangi oleh kapasitas dan kuantitas jalan sebagai prasarana utama pergerakan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil perencanaan perkerasan dengan dua metode yang berbeda beserta besar biayanya. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data LHR dan data CBR tanah dasar yang diperoleh dari konsultan perencanaan. Metode yang digunakan adalah analisa komparatif hasil perhitungan perkerasan menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017 dan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) 1993. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tebal perkerasan lentur yang dihitung dengan metode MDP 2017 yaitu untuk tebal lapis permukaan AC-WC 4 cm dan AC-BC 6 cm, lapis AC-Base 8 cm, dan lapis pondasi bawah 30 cm, sedangkan dengan metode AASHTO 1993 antara lain tebal lapis permukaan AC-WC 5 cm dan AC-BC 8 cm, lapis pondasi atas 8 cm, dan lapis pondasi bawah 39 cm. Perbedaan tebal perkerasan lentur dari kedua metode ini tidak terlalu besar dengan selisih harga per meter pekerjaan sebesar Rp 1.397.000.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, Jalan Baru, AASHTO, Bina Marga.

Abstract

The increasing population mobility for the sake of fulfilling the necessities of life must be balanced by the capacity and quantity of roads as the main infrastructure for movement. This study aimed to compare the results of pavement planning with two different methods and their cost. This study used secondary data in the form of LHR data and subgrade CBR data obtained from planning consultants. The method used is a comparative analysis of the results of pavement calculations using the Pavement Design Manual (MDP) 2017 and the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 1993. The results of this study indicated that the flexible pavement thickness calculated by the MDP 2017 method is for the thickness of the AC-WC surface layer 4 cm and AC-BC 6 cm, the AC-Base layer 8 cm, and the sub-base layer 30 cm, while using the AASHTO method. 1993, among others, the thickness of the surface layer of AC-WC was 5 cm and AC-BC was 8 cm, the top layer was 8 cm, and the bottom layer was 39 cm. The difference in the thickness of the flexible pavement between these two methods is not too big with the difference in the price per meter of work is Rp 1,397,000.

Keywords: Flexible Pavement, New Road, AASHTO, Bina Marga.

PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan suatu prasarana yang berfungsi sebagai penghubung antar lokasi. Salah satu peran penting jalan adalah sebagai penggerak roda perekonomian masyarakat, selain itu jalan juga dapat difungsikan masyarakat dalam berbagai sektor pembangunan daerah meliputi perekonomian, sosial, politik, budaya dan keamanan (Sulistyo, 2013).

Karena berperan penting dalam menunjang kehidupan masyarakat baik dari sektor ekonomi maupun infrastruktur, maka dalam pembangunannya harus dikaji betul-betul agar selama masa operasional, jalan tersebut dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang bertambah seiring berjalannya waktu.

Pertumbuhan dan perkembangan penduduk khususnya di Kabupaten Kediri yang semakin meningkat, menyebabkan kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi meningkat serta akses jalan yang praktis. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) terjadi peningkatan jumlah kendaraan 5% pertahunnya. Hal ini tidak didukung dengan jumlah kapasitas jalan yang sudah ada maka dari itu perlu adanya pembuatan jalan baru untuk menunjang salah satu masalah tersebut (Mantiri et al., 2019).

Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan tersebut, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Pemerintah Kabupaten Kediri berencana mengadakan kegiatan pekerjaan Penyusunan Studi Kelayakan Rencana Jalan Lingkar di Kabupaten Kediri pada Tahun Anggaran 2020. Jalan Lingkar ini akan difungsikan sebagai jalan arteri dimana akan dilalui berbagai jenis kendaraan, oleh karena itu harus dibuat nyaman dan aman.

Dalam pembangunan jalan raya, Indonesia telah memiliki standar peraturan dan pedoman perencanaan struktur tebal perkerasan jalan. Standar terbaru yang telah diberlakukan selalu mendapatkan modifikasi serta penyesuaian dari standar yang telah diberlakukan oleh negara maju lain, seperti Amerika, Australia dan Inggris. Modifikasi dan penyesuaian ini selalu

dilakukan oleh Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Marga guna meningkatkan rasa kenyamanan dan keamanan pengguna jalan raya dalam berlalu lintas. Disisi lain beberapa modifikasi dan penyesuaian yang telah dilakukan belum mendekati kata sempurna, oleh karena itu pedoman dan standar yang lama masih digunakan hingga saat ini (Aris et al., 2015).

Penelitian ini berfokus pada Ruas Jalan Kraggan – Jalan Wonocatur, Kabupaten Kediri STA 0 +000 - STA 3 +770 dari panjang keseluruhan 6,5 km. Pada ruas jalan ini kondisi eksisting belum terdapat perkerasan, sehingga diperlukan perencanaan tebal perkerasan lentur untuk ruas tersebut. Tujuan dari penelitian ini ialah membandingkan hasil perencanaan perkerasan lentur pada Jalan Lingkar di Kabupaten Kediri dengan dua metode yang berbeda beserta besar biayanya.

Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Dalam perencanaan perkerasan lentur terdapat beberapa parameter yang telah di jelaskan pada MDP 2017 yaitu analisa lalu lintas, CBR tanah dasar, umur perencanaan dan fondasi jalan.

Jumlah waktu yang di gunakan dalam kurun satu tahun dimulai dari dibukanya jalan tersebut hingga saat membutuhkan perbaikan dengan skala besar atau pembangunan ulang memiliki istilah yang disebut dengan Umur Rencana (UR).

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Segala perkerasan untuk daerah yang mustahil dilakukan pelapisan ulang (Overlay), jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	Cemen Treated Based (CTB)	

Perkesan Kaku	Lapis fondasi atas, bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Segala elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber: MDP 2017

Beban lalu lintas rencana selama umur rencana didapatkan dari hasil analisis lalu lintas. Beberapa parameter yang diperlukan dalam melakukan analisis lalu lintas antara lain pertumbuhan lalu lintas, beban sumbu kendaraan dan volume lalu lintas (PUPR, 2017).

Lajur rencana merupakan jalur lalu lintas pada ruas jalan yang biasa digunakan sebagai jalur untuk kendaraan niaga paling besar. Perhitungan beban lalu lintas, faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL), dan faktor distribusi arah (DD) pada jalur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA). Faktor yang menunjukkan tingkat kerusakan yang disebabkan oleh jalur beban gandar standar disebut dengan Faktor ekuivalen beban (VDF). Beban lalu lintas akan diubah menjadi beban standar melalui VDF.

Beban standar kumulatif (CESAL) merupakan jumlah total beban gandar kendaraan pada lajur rencana selama umur rencana. Persamaan untuk CESAL adalah sebagai berikut:

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (1)$$

Lalu lintas, tanah dasar, dan pengaruh air merupakan faktor terpenting dalam mendesain perkerasan. Itu sebabnya, demi menghasilkan perkerasan dengan kinerja yang maksimal diperlukan penentuan daya dukung tanah dasar dan desain fondasi perkerasan yang akurat (Isnaini, 2019). CBR tanah dasar disarankan minimal 6%, sedangkan untuk umur rencana untuk fondasi jalan baru yaitu minimal 40 tahun.

Desain pada tebal perkerasan tergantung pada besar nilai ESA pangkat 4 dan pangkat 5. Proses perencanaan menggunakan input nilai ESA yang telah sesuai.

- Berdasarkan Pt T-01-2002-B, desain perkerasan lentur yang menggunakan ESA pangkat 4.
- Untuk desain perkerasan lentur yang berkaitan dengan faktor kelelahan aspal beton salah satunya perencanaan tebal *overlay* menggunakan ESA pangkat 5.

Metode AASHTO 1993

Dasar dari metode AASHTO 1993 adalah metode empiris. Beberapa parameter dan rumus diperlukan dalam perhitungan perencanaan tebal perkerasan, berikut adalah beberapa parameter dan rumus yang diperlukan dalam perhitungan AASHTO:

Lalu Lintas

Pada metode AASHTO segala jenis kendaraan dikonversikan dengan beban sumbu standart atau ESAL (*Equivalent Single Axle Load*) yang pada umumnya menggunakan beban sumbu tunggal sebesar 18-kip. Untuk itu AASHTO memberikan nilai faktor ekuivalen beban sumbu. Terdiri dari beban sumbu kendaraan, nilai pelayanan akhir, dan SN (Mantiri, 2019). Rumus umum desain *traffic* (ESAL) dapat dilihat pada persamaan (2).

$$W_{18} = \sum LHR_j \times DF_j \times D_A \times D_L \times 365 \times N \quad (2)$$

Tanah Dasar

Resilient modulus (MR) merupakan data pengujian kekakuan tanah yang menjadi salah satu parameter dalam perencanaan perkerasan lentur. Uji resistansi dapat dilakukan pada nilai modul untuk menunjukkan hubungan antara CBR dengan MR apabila tidak memiliki alat uji untuk *resilient modulus* (*triaxial*), dapat dilihat pada persamaan (3).

$$M_R = 1500 \times \text{CBR (psi)} \quad (3)$$

Untuk agregat halus yang memiliki CBR > 10%, tidak berlaku rumus diatas. Akan tetapi terdapat rumusan lain yang diusulkan oleh AASTHO *Guide* sebagai berikut:

$$M_R = 2555 \times \text{CBR}^{0.64} \text{ (psi)} \quad (4)$$

Reliability

Pada tabel dibawah menjelaskan mengenai saran untuk menentukan tingkat *Reliability* berdasarkan klasifikasi jalan.

Tabel 2. Saran Untuk Nilai Reliability Menurut Fungsi dan Klasifikasi Jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Jalan Nasional & Bebas Hambatan	85 - 99.9	80 - 99.9
Arteri primer (nasional & propinsi)	80 - 99	75 - 95
Kolektor (nasional & propinsi)	80 - 95	75 - 95
Lokal (kabupaten/kota)	50 - 80	50 - 80

Sumber: AASHTO (1993, p.II-9)

Besar nilai Deviasi standar (S0) adalah 0,40 ~ 0,50 dipilih berdasarkan dengan kondisi setempat. Nilai deviasi standar normal bergantung pada tingkat reliabilitas, hal ini ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Nilai Standart Deviasi Normal Terkait dengan Tingkat Reliability, R

Reliabilitas, R (%)	Standar Normal Deviate, Zr
50	0.000
60	-0.253
70	-0.523
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

Sumber: AASHTO (1993, p. I-62)

Serviceability

Rentang nilai pelayanan awal (po), yaitu IP0 = 4,2 – 5 dan untuk jalan raya utama nilai pelayanan akhir (pt) , yaitu IPT = 2,5 atau 3,0 sedangkan untuk kelas dibawah jalan raya utama nilai pt sebesar 2,0.

Structural Number (SN)

Nilai struktur perkerasan jalan dipengaruhi oleh mutu daya dukung lapis dibawahnya yang ditunjukkan dalam sebuah angka yang disebut angka structural (SN). Persamaan untuk SN adalah sebagai berikut:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (5)$$

Perencanaan tebal lapis perkerasan dipengaruhi oleh kualitas drainase yang ditunjukkan dengan koefisien drainase (m) dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Rekomendasi Nilai m_i untuk Memodifikasi Nilai Koefisien Lapis Material pada Base tanpa Perkuatan dan Sub-base

Quality of Drainage	Percent of Tme Pavement Structure is Exposed to Moisture Levels Approching Saturation			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Sangat bagus	1,4 - 1,35	1,35 - 1,3	1,30 - 1,20	1,2
Bagus	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Sedang	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Jelek	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Sangat Jelek	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Sumber: AASHTO (1993, p. II-25)

Penentuan Tebal Lapis Perkerasan Lentur

Penentuan tebal lapis perkerasan lentur dapat dihitung menggunakan persamaan (6).

$$\log_{10} W_{18} = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1.624}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} (M_r) - 8.07 \quad (6)$$

Kualitas daya dukung tiap lapisan mempengaruhi tebal pada lapis perkerasan diatasnya. Pada tabel 5 menunjukkan besar tebal minimum untuk lapis permukaan dan lapis pondasi.

Tabel 5. Tebal Lapis Perkerasan Minimum (inch)

Lalu lintas , ESAL	Lapis beraspal (a1)	Pondasi Agregat (a2)
Kurang dari 50.000	1	4
50.001 - 150.000	2	4
150.001 - 500.000	2,5	4
500.001 - 2.000.000	3	6
2.000.001 - 7.000.000	3,5	6
Lebih dari 7.000.000	4	6

Sumber: AASHTO (1993, p.II-35)

Rencana Anggaran Biaya

Pada dunia konstruksi, Rencana anggaran biaya (RAB) merupakan kalkulasi biaya yang dibutuhkan dalam pembelian bahan, upah pekerja dan lain-lain yang berhubungan dengan proyek tersebut (Rahimah, 2012). Biaya tersebut harus dihitung dengan cermat, teliti, dan memenuhi persyaratan. Karena perbedaan harga upah dan biaya material, maka perkiraan biaya pembangunan jalan raya akan berbeda di setiap wilayah.

Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan dapat dihitung melalui jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam suatu satuan. Volume tersebut masing-masing memiliki pengertian sebagai berikut:

1. *Asphalt Treated Base*, Laston dihitung berdasarkan berat dengan satuan ton, dimana variabel p, l, dan t merujuk pada dimensi dan pb adalah berat jenis.

$$V = p \times l \times t \times pb \dots \dots \dots (7)$$

2. Lapis perekat (*Tack coat*) dihitung berdasarkan volume dengan satuan liter (lt), dimana variabel p dan l merujuk pada dimensi dan n adalah koefisien material.

$$V = p \times l \times n \dots \dots \dots (8)$$

3. Lapis resap pengikat (*Prime coat*) dihitung berdasarkan volume dengan satuan liter (lt), dimana variabel p dan l merujuk pada dimensi dan n adalah koefisien material.

$$V = p \times l \times n \dots \dots \dots (9)$$

4. Agregat dihitung berdasarkan volume dengan satuan m³, dimana variabel p, l, dan t merujuk pada dimensi dan LF adalah faktor kehilangan.

$$V = p \times l \times t \times LF \dots \dots \dots (10)$$

$$V = p \times l \times t \dots \dots \dots (11)$$

Harga Satuan Pokok Kegiatan

Harga satuan pokok kegiatan merupakan hasil penjumlahan dari analisa perhitungan harga dan upah tenaga kerja dikalikan dengan volume pada setiap pekerjaan (Rahimah, 2012). HSPK kota Kediri tahun 2019 merupakan salah alat yang digunakan dalam menganalisa pada penelitian ini.

METODE

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yang didapat dari konsultan perencanaan, studi kepustakaan, dan peraturan-peraturan yang di tetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2017

Dalam perencanaan menggunakan metode Bina Marga 2017, desain tebal perkerasan lentur

Analisa Komparasi Desain Perkerasan Lentur Berdasarkan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 Pada Ruas Jalan Lingkar Kabupaten Kediri. Volume... Nomor... Tahun,

didapat dari analisa perhitungan kumulatif beban sumbu standar (CESA). Data yang diperlukan dalam analisa tersebut merupakan data lalu lintas harian yang didapat pada tahun 2020 yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Data LHR tahun 2020

No	Golongan	Jenis Kendaraan	LHR (Kend/Hari)
1	Golongan 1	Sepeda Motor	12536

2	Golongan 2	Sedan/ Jeep	2086
3	Golongan 3	Pick up dan Minibus	363
4	Golongan 4	Truck box	225
5	Golongan 5A	Bus Kecil	2
6	Golongan 5B	Bus Besar	0
7	Golongan 6A	Truck 2 sumbu	399
8	Golongan 7A	Truck 3 sumbu	38
9	Golongan 7B	Truck Gandeng	24
10	Golongan 7C	Truck semi Trailer	13
11	Golongan 8	Kend. Tidak bermotor	169

Sumber: Data Survei

Data tersebut di ambil dari Ruas Jalan Totok Kerot – Jalan Pamenang, dimana ruas Jalan Totok Kerot mencakup wilayah Jalan Kranggan – Jalan Pagu sedangkan Jalan Pamenang mencakup wilayah Jalan Katang – Jalan Wonocatur.

Menghitung Nilai CESA 4 dan CESA 5

Tabel 7 menunjukkan hasil dari perhitungan CESA 4 dan CESA 5 dengan umur rencana 20 tahun dan 40 tahun.

Tabel 7. Nilai ESA4 dan ESA5

Jenis Kendaraan	LHR 2020	VDF 4 Normal	VDF 5 Normal	ESA 4 (2021-2040)	ESA 5 (2021-2040)	ESA 4 (2021-2060)	ESA 5 (2021-2060)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Sepeda Motor	12536	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Sedan/Jeep	2086	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Minibus dan Pick up	363	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Truck box	225	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Bus Kecil	2	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Bus Besar	0	1.00	1.00	0.00	0	0	0
Truck 2 Sumbu	399	0.55	0.50	1296646.66	1178769.69	4608270.051	4189336.41
Truck 3 Sumbu	38	4.70	6.40	1055279.53	1436976.384	3750453.548	5107000.576
Truk Gandeng	24	9.40	13.00	1332984.67	1843489.44	4737415.008	6551744.16
Truck semi Trailer	13	7.40	9.70	568409.24	745076.982	2020121.116	2647996.598
Kendaraan tidak bermotor	169	0.00	0.00	0.00	0	0	0
CESA 4 (21-40)				4253320.11			
CESA 5 (21-40)				5204312.496			
CESA 4 (21-60)				15116259.72			
CESA 5 (21-60)				18496077.74			

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan:

(3) dan (4) diperoleh dari MDP 2017.

$$(5) = (2) \times (3) \times 365 \times DD \times DL \times R_{(2021-2040)}; \\ \text{dimana } DD = 0,5 ; DL = 1 ; R_{(2021-2040)} = \\ \frac{(1+0,01 \times 0,048)^{20} - 1}{0,01 \times 0,048} = 32,376$$

$$(6) = (2) \times (4) \times 365 \times DD \times DL \times R_{(2021-2040)}$$

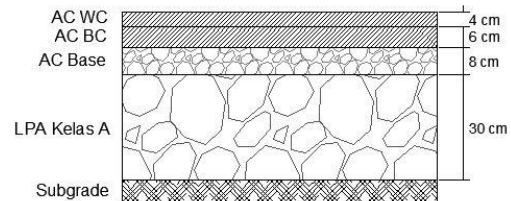
$$(7) = (2) \times (3) \times 365 \times DD \times DL \times R_{(2021-2060)}; \\ \text{dimana } DD = 0,5 ; DL = 1 ; R_{(2021-2060)} = \\ \frac{(1+0,01 \times 0,048)^{40} - 1}{0,01 \times 0,048} = 115,06$$

$$(8) = (2) \times (4) \times 365 \times DD \times DL \times R_{(2021-2060)}$$

Desain Tebal Perkerasan Lentur

Dalam penentuannya, jenis perkerasan harus disesuaikan dengan kondisi lalu lintas dan umur rencana. Pemilihan struktur perkerasan memiliki peran-peran penting didalamnya. Berdasarkan hasil perhitungan kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen yang memiliki umur rencana 20 tahun pada desain tebal lapis perkerasan pada ruas jalan Kranggan – Wonocatur didapatkan nilai ESA 4 sebesar 4,3 (juta) ESA 4 sehingga didapatkan struktur perkerasan AC dengan tebal ≥ 100 mm menggunakan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5) dengan menggunakan Bagan Desain 3B untuk perencanaan tebal lapis perkerasan karena menyesuaikan dengan sumber daya yang ada di lapangan dan juga jenis struktur perkerasan yang digunakan.

Dari hasil perhitungan didapatkan kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen dengan umur rencana 20 tahun nilai ESA5 sebesar 5,2 (juta) ESA5, tergolong kedalam struktur perkerasan tipe FFF3 sehingga didapat ketebalan lapis perkerasan yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Susunan Tebal Lapis Perkerasan (Bagan Desain 3B)

Dalam bagan desain 3B ini lapis permukaan tiap tipe memiliki ketebalan yang sama. Yang membedakan hanya tebal pada lapis pondasi atas dan pondasi bawah saja

Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode AASHTO 1993

Untuk perhitungan dengan menggunakan metode AASHTO 1993 digunakan parameter – parameter sebagai berikut:

Beban Lalu lintas

Besar nilai W18 yang di dapat dengan umur rencana 20 tahun yaitu sebesar 6,57 juta ESAL. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Nilai W₁₈ Selama Umur Rencana 20 tahun

Jenis kendaraan	LHR Kendaraan	Berat Sumbu		Angka Ekivalen (E)	W18
		Depan	Belakang		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Sepeda Motor	12536				0
Sedan/Jeep	2086	0.00117	0.00117	0.00235	28964.6461
Minibus dan Pick up	363	0.00117	0.00117	0.00235	5040.348291
Truck box	225	0.05788	0.05788	0.11577	153909.2109
Bus Kecil	2	0.06425	0.17573	0.23998	2835.901255
Bus Besar	0	0.63774	1.74440	2.38213	0
Truck 2 Sumbu	399	0.07444	0.20361	0.27805	655513.8246
Truck 3 Sumbu	38	2.09520	4.03162	6.12682	1375639.945
Truk Gandeng	24	5.05257	6.91427	11.96685	1696981.662
Truck semi Trailer	13	5.05257	29.43094	34.48351	2648749.439
Kendaraan tidak bermotor	169				0
W18					6567634.977

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan:

$$(5) = (3) + (4).$$

$$(4) = (2) \times (5) \times 365 \times D_A \times D_L \times N; \text{ dimana } D_A = 0,5; D_L = 1; N = \frac{(1+0,048)^{20}-1}{0,048} = 32,376$$

Nilai CBR Tanah Dasar

Dalam perencanaan ini besar nilai CBR dasar yang di gunakan yaitu 6,464 %.

Nilai Reliabilitas

Sesuai fungsi jalan yaitu tergolong jalan arteri primer dimana diperoleh tingkat *reliabilitas* sebesar 85. Kemudian untuk deviasi standar keseluruhan (S_0) direncanakan sebesar 0,45 dan deviasi normal standar (Z_R) sebesar -1,037.

Nilai Serviceability

Untuk *flexible pavement*, besar *Initial serviceability* adalah $p_0 = 4,2$ dan untuk *Terminal serviceability index* untuk Jalan utama sebesar $p_t = 2,5$ sehingga diperoleh Nilai *Total loss of serviceability* $\Delta PSI = 1,7$.

Koefisien Drainase

Pada penelitian ini kualitas drainase dari material yang digunakan tergolong dalam kategori baik, dengan persen waktu struktur perkerasan mendekati jenuh sebesar 1% sehingga didapat koefisien drainase sebesar $m = 1,2$.

Koefisien Kekuatan Relatif Bahan (a)

Besar Koefisien (a) tiap lapisan antara lain, Lapisan Permukaan (Laston) dengan $MS = 1000$ kg adalah $a_1 = 0,42$; Pondasi atas dengan nilai $a_2 = 0,14$; dan untuk Pondasi Bawah dengan nilai $a_3 = 0,13$.

Perhitungan Nilai SN (Structural Number)

Nilai SN diperoleh dengan cara coba-coba (*trial and error*) menggunakan persamaan (7)

$$\log_{10} W_{18} = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} (M_r) - 8.07$$

Dengan $\log_{10} W_{18} = 6,82$.

Nilai $\log_{10} W_{18}$ dimasukkan pada ruas kiri sedangkan untuk nilai SN coba-coba dimasukkan pada ruas kanan, apabila hasil perbandingan dari ruas kanan dan ruas kiri mendekati atau sama dengan 1 maka nilai SN itulah yang digunakan. Perhitungan dilakukan dengan cara yang sama untuk setiap lapisan, Hasil dari perthitungan dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Nilai SN tiap lapisan

	Log W18	SN	Hasil
Surface	6.817	1.54	6.816
Base Course	6.817	2.04	6.818
Sub Base	6.817	4.31	6.817

Sumber: Hasil perhitungan

Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan

Setelah menentukan nilai SN yang di dapat dari cara coba-coba, maka dilanjutkan dengan menghitung tebal perkerasan lentur, sebagai berikut:

- Lapis Permukaan
 $D1 = SN / a_1$
 $= 1,54 / 0,42$
 $D1 = 3,67 \text{ inch}$
 $D1^* = 4 \text{ inch} = 11 \text{ cm}$ (Tebal D1 setelah dibulatkan)
 Kontrol:
 $SN1^* = a_1 \times D1 \geq SN1$
 $= 0,42 \times 3,67 \geq 1,54$
 $= 1,541 \geq 1,54 \dots \text{OK}$
- Lapis Pondasi Atas
 $D2 = SN2 - SN1^* / a_2 \times m_2$
 $= 2,04 - 1,541 / 0,14 \times 1,2$
 $D2 = 2,98 \text{ inch}$
 $D2^* = 3 \text{ inch} = 8 \text{ cm}$ (Tebal D2 setelah dibulatkan)
 Kontrol:
 $SN1^* + SN2^* \geq SN2$
 $1,541 + 0,5 \geq 2,04$
 $2,041 \geq 2,04 \dots \text{OK}$

- Lapis Pondasi Bawah

$$D3 = (SN3 - (SN1* + SN2*)) / a3 \times m3$$

$$= (4,31 - (1,541 + 0,50)) / 0,13 \times 1,2$$

$$= (2,269) / 0,156$$

$$D3 = 14,53 \text{ inch}$$

$$D3* = 15 \text{ inch} = 39 \text{ cm (Tebal D3 setelah dibulatkan)}$$

Kontrol:

$$SN1* + SN2* + SN3* \geq SN3$$

$$2,503 + 0,60 + 1 \geq 4,1$$

$$4,103 \geq 4,1 \dots \text{OK}$$
- Penentuan tebal AC-WC dan AC-BC

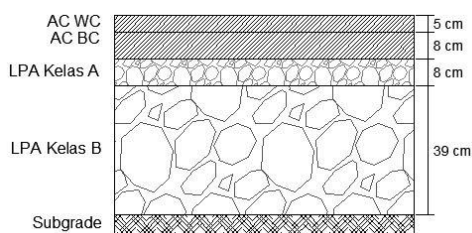
Dari perhitungan sebelumnya diperoleh tebal untuk lapis permukaan yaitu sebesar 11 cm dengan koefisien $a1 = 0,42$. Untuk AC-WC dan AC-BC besar koefisien (a) yang digunakan yaitu $a_{AC-WC} = 0,414$ dan $a_{AC-BC} = 0,36$ dan untuk tebal AC-WC digunakan tebal minimal yaitu 5 cm, sehingga untuk menentukan tebal AC-BC dapat digunakan persamaan berikut,

$$D_{AC-BC} = ((D_{\text{surface}} \times a_{\text{surface}}) - (D_{AC-WC} \times a_{AC-WC})) / a_{AC-BC}$$

$$D_{AC-BC} = ((11 \times 0,42) - (5 \times 0,414)) / 0,36$$

$$D_{AC-BC} = 7,083 \text{ cm} = 8 \text{ cm (Tebal } D_{AC-BC} \text{ setelah dibulatkan)}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan susunan tebal perkerasan lentur masing-masing lapisan, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Susunan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 93

Harga Satuan Pekerjaan

Dari hasil perencanaan yang didapat dengan menggunakan dua metode tersebut, kemudian dapat dilakukan analisa harga satuan. Harga satuan pokok kegiatan yang digunakan yaitu HSPK 2019 (Kab. Kediri).

Tabel 10. Harga satuan pokok Kabupaten Kediri

No	Uraian Pokok Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp)
1	Lapis AC-WC	Ton	Rp 1,635,390
2	Lapis AC-BC	Ton	Rp 1,559,460
3	Lapis Perekat	Liter	Rp 8,637
4	Lapis Resap Pengikat	Liter	Rp 14,703
5	Lapis AC-Base	Ton	Rp 1,490,351
6	LPA Kelas A	m ³	Rp 678,602
7	LPA Kelas B	m ³	Rp 624,360

Sumber: HSPK Tahun 2019 Kabupaten Kediri

Harga-harga tersebut didapat dari analisa harga satuan pekerjaan dengan acuan harga yang di ambil dari HSPK Tahun 2019 Kabupaten Kediri.

Perhitungan Volume Pekerjaan Perkerasan Metode Bina Marga 2017

Pada penelitian ini Jalan Lingkar Kabupaten Kediri direncanakan dengan lebar jalan 11 m sepanjang 3,77 km dengan tebal tiap lapis tertera pada gambar 1, sehingga perhitungan volume pekerjaan di dapat sebagai berikut:

- Lapisan AC-WC

$$V_{(\text{ton})} = p \times l \times t \times \rho_b$$

$$V_{(\text{ton})} = 3770 \times 11 \times 0,04 \times 2,3 = 3815,24 \text{ ton}$$
- Lapisan Perekat

$$V_{(\text{lt})} = p \times l \times n$$

$$V_{(\text{lt})} = 3770 \times 11 \times 0,35 = 14514,5 \text{ lt}$$
- Lapisan AC-BC

$$V_{(\text{ton})} = p \times l \times t \times \rho_b$$

$$V_{(\text{ton})} = 3770 \times 11 \times 0,06 \times 2,3 = 5722,86 \text{ ton}$$
- Lapisan Resap Pengikat

$$V_{(\text{lt})} = p \times l \times n$$

$$V_{(\text{lt})} = 3770 \times 11 \times 0,8 = 33176 \text{ lt}$$
- Lapisan AC-Base

$$V_{(\text{m}^3)} = p \times l \times t \times \rho_b$$

$$V_{(\text{m}^3)} = 3770 \times 11 \times 0,08 \times 2,3 = 7630,5 \text{ ton}$$
- Lapisan LPA kelas A

$$V_{(\text{m}^3)} = p \times l \times t \times LF$$

$$V_{(\text{m}^3)} = 3770 \times 11 \times 0,3 \times 1,3 = 16173,3 \text{ m}^3$$

Perhitungan Volume Pekerjaan Perkerasan Metode AASHTO 1993

Jalan Lingkar Kabupaten Kediri direncanakan dengan lebar jalan 11 m sepanjang 3,77 km dengan tebal tiap lapis tertera pada gambar 2, sehingga perhitungan volume pekerjaan di dapat sebagai berikut:

- Lapisan AC-WC
 $V_{(ton)} = p \times l \times t \times \rho_b$
 $V_{(ton)} = 3770 \times 11 \times 0,05 \times 2,3 = 10491,9 \text{ ton}$
- Lapisan Perekat
 $V_{(lt)} = p \times l \times n$

- Lapisan AC-BC
 $V_{(ton)} = p \times l \times t \times \rho_b$
 $V_{(ton)} = 3770 \times 11 \times 0,08 \times 2,3 = 7630,48 \text{ ton}$
- Lapisan Resap Pengikat
 $V_{(lt)} = p \times l \times n$
 $V_{(lt)} = 3770 \times 11 \times 0,8 = 33176 \text{ lt}$
- Lapisan LPA kelas A
 $V_{(m^3)} = p \times l \times t \times LF$
 $V_{(m^3)} = 3770 \times 11 \times 0,08 \times 1,3 = 4312,88 \text{ m}^3$
- Lapisan LPA kelas B
 $V_{(m^3)} = p \times l \times t$
 $V_{(m^3)} = 3770 \times 11 \times 0,39 = 16173,3 \text{ m}^3$

Rekapitulasi RAB Metode Bina Marga 2017

Tabel berikut ini merupakan rekapitulasi RAB dari perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga 2017.

Tabel 11. Rekapitulasi RAB perkerasan lentur metode Bina Marga 2017

MDP 2017			Sumber : HSPK Kediri 2019		
No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Pekerjaan (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (4) x (5)
1	Panjang jalan 3,77 KM				
2	Lapis Permukaan AC-WC	Ton	3815.24	Rp 1,635,390.04	Rp 6,239,405,496.21
3	Lapis Perekat	Liter	14514.5	Rp 8,637.34	Rp 125,366,671.43
4	Lapis Permukaan AC-BC	Ton	5722.86	Rp 1,559,459.63	Rp 8,924,569,138.14
5	Lapis Resap Pengikat	Liter	33176	Rp 14,703.28	Rp 487,796,017.28
6	Lapis AC Base	Ton	7630.48	Rp 1,490,351.40	Rp 11,372,096,550.67
7	LPA Kelas A	m ³	16173.3	Rp 678,601.54	Rp 10,975,226,286.88
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (Jumlah 1 - 6)				Rp 38,124,460,160.62
(B)	PPN (10% x A)				Rp 3,812,446,016.06
(C)	Total Biaya Pekerjaan (A + B)				Rp 41,936,906,176.68
	Dibulatkan				Rp 41,936,907,000.00
Terbilang : Empat Puluh Satu Milyar Sembilan Ratus Tiga Puluh Enam Juta Sembilan Ratus Tujuh Ribu Rupiah					

Sumber: Hasil perhitungan

Besar biaya yang didapatkan dari perkerasan lentur Jalan Lingkar Kediri KM 0 – 3+770 menggunakan metode Bina Marga 2017 sebesar Rp 41.936.907.000 dan jika dihitung dalam panjang jalan per 1 m maka biaya yang di hasilkan sebesar Rp 11.124.000.

Rekapitulasi RAB Metode AASHTO 1993

Hasil dari perhitungan RAB perkerasan lentur dengan metode AASHTO 1993 dapat dilihat pada Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Rekapitulasi RAB perkerasan lentur metode AASHTO 1993

AASHTO 1993				Sumber : HSPK Kediri 2019	
No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Pekerjaan (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (4) x (5)
	Panjang jalan 3,77 KM				
1	Lapis Permukaan AC-WC	Ton	4769.05	Rp 1,635,390.04	Rp 7,799,256,870.26
2	Lapis Perekat	Liter	14514.5	Rp 8,637.34	Rp 125,366,671.43
3	Lapis Permukaan AC-BC	Ton	7630.48	Rp 1,559,459.63	Rp 11,899,425,517.52
4	Lapis Resap Pengikat	Liter	33176	Rp 14,703.28	Rp 487,796,017.28
5	LPA Kelas A	m ³	4312.88	Rp 678,602	Rp 2,926,727,009.84
6	LPA Kelas B	m ³	16173.3	Rp 624,360	Rp 10,097,965,954.79
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan	(Jumlah 1 - 6)			Rp 33,336,538,041.12
(B)	PPN	(10% x A)			Rp 3,333,653,804.11
(C)	Total Biaya Pekerjaan	(A + B)			Rp 36,670,191,845.23
	Dibulatkan				Rp 36,670,192,000.00
Terbilang : Tiga Puluh Enam Milyar Enam Ratus Tujuh Puluh Juta Seratus Sembilan Puluh Dua Ribu Rupiah					

Sumber: Hasil Perhitungan

Besar biaya yang didapatkan dari perkerasan lentur Jalan Lingkar Kediri KM 0 – 3+770 menggunakan metode AASHTO 1993 sebesar Rp 36.670.192.000. Apabila dihitung dalam panjang jalan per 1 m maka biaya yang di hasilkan sebesar Rp 9.727.000.

Besar biaya yang di dapat dari kedua metode diatas memiliki selisih yang tidak terlalu besar yaitu sebesar Rp 1.397.000 untuk pekerjaan per m, meskipun tebal perkerasan yang dihasilkan dari metode AASHTO 1993 lebih besar daripada Bina Marga 2017.

Perbandingan Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017 dengan Metode AASHTO 1993

Dari hasil analisis kedua metode tersebut ditemukan perbedaan sebagai berikut:

Tabel 13. Perbandingan hasil perhitungan

Metode Bina Marga 2017	Metode AASHTO
Tebal lapis AC-WC 4 cm dan AC-BC 6 cm, lapis AC-Base 8 cm, dan lapis pondasi bawah 30 cm.	Tebal lapis AC-WC 5 cm dan AC-BC 8 cm, lapis pondasi atas 8 cm, dan lapis pondasi bawah 39 cm.
Total biaya pekerjaan Rp 41.936.907.000 dan dalam satuan per 1 m sebesar Rp 11.124.000.	Total biaya pekerjaan Rp 36.670.192.000. dan dalam satuan per 1 m sebesar Rp 9.727.000.
Lapis pondasi atas dan bawah menggunakan material AC-Base dan material LPA kelas A	Lapis pondasi atas dan bawah menggunakan material berupa LPA kelas A dan LPA kelas B

Selisih dari kedua metode tersebut tidak terlalu besar terutama pada lapis permukaan dan lapis pondasi atas, yang membedakan hanya material yang digunakan MDP 2017 pada lapis pondasi atas yaitu AC-Base.

AC-Base sendiri adalah lapis pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal yang dipadatkan dalam keadaan panas, berbeda dengan LPA kelas A yang hanya terdiri dari agregat saja sehingga terdapat perbedaan harga.

PENUTUP

Simpulan

Menurut hasil yang didapat dari analisis diatas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan dari kedua metode tersebut, tebal perkerasan yang didapat dari metode Bina Marga 2017 yaitu untuk lapis AC-WC 4 cm dan AC-BC 6 cm, lapis AC-Base 8 cm, dan lapis pondasi bawah 30 cm. Untuk tebal perkerasan yang diperoleh dengan metode AASHTO 1993 yaitu untuk lapis AC-WC 5 cm dan AC-BC 8 cm, lapis pondasi atas 8 cm, dan lapis pondasi bawah 39 cm.
2. Dari segi biaya, besar biaya yang didapat dari metode Bina Marga 2017 sebesar Rp 41.932.220.000, sedangkan biaya yang didapat dari metode AASHTO 1993 sebesar Rp 37.037.418.000 dengan selisih harga sebesar Rp 5.266.027.000.

Saran

1. Karena penelitian ini dilakukan secara studi literatur, maka untuk pengambilan data selanjutnya disarankan untuk menggunakan data yang diambil secara langsung, seperti Hasil survey dan CBR tanah dasar agar data yang diperoleh benar-benar real dari lapangan.
2. Pada penelitian ini, perhitungan tebal perkerasan lentur jalan baru menggunakan metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993. Terdapat banyak metode lain yang dapat di gunakan dalam perhitungan untuk penelitian selanjutnya sehingga dapat membandingkan hasil yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, DC
- Badan Pembinaan Konstruksi dan Sumber Daya Manusia. 2005. *Perencanaan Perkerasan Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2019. *Daftar Harga Satuan Pokok Kegiatan*. Kediri: Departemen Pekerjaan Umum.
- Isnaini, Alfiani. 2019. *Perancangan Perkerasan Jalan Lingkar Kota Kabupaten Wonogiri*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Mantiri, Cynthia Claudia. 2019. *Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode AASHTO 1993*. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado
- Nauval, Muhammad. 2015. *Analisa Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Beberapa Metode Bina Marga Studi kasus: (Ruas Jalan Piringsurat-Batas Kedu Timur)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Novi, Dwi. 2019. *Anilis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO Pada Ruas Jalan Nagrak Kabupaten Bogor*. Jakarta: Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta.
- Pattipeilohy, Jeckelin. 2019. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa - Kaibobu*. Ambon: Universitas Kristen Indonesia Maluku.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan*

Lentur. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Rahimah. 2012. *Perbandingan Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga, AASHTO Dan Road Note 31 Serta RAB Pada Ruas Jalan Lolo – Muara Biu Kabupaten Paser Kalimantan Timur*. Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda

Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova.

Sulistyo, Dwi. 2013. *Analisa Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku*

Dengan Menggunakan Metode Bina Marga dan Metode AASHTO Serta Merencanakan Saluran Permukaan Pada Ruas Jalan Abdul Wahab, Sawangan. Bandung: Universitas Gunadarma.

