

## Model Perbandingan Teknis dan Biaya Perkerasan Lentur dan Kaku pada Proyek Jalan di Kabupaten Kutai Timur

Tukimun<sup>1</sup>, Viva Oktaviani<sup>2</sup>, Alif Prawoto<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

<sup>3</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

e-mail: [moonix.mg@gmail.com](mailto:moonix.mg@gmail.com)<sup>1</sup>, [vivasoeri83@gmail.com](mailto:vivasoeri83@gmail.com)<sup>2</sup>

### Abstrak

Dalam penentuan suatu jenis perkerasan jalan dari pertimbangan teknis dan biaya sangat dibutuhkan untuk Pembangunan dan peningkatan jalan di Kabupaten Kutai Timur yang tentunya memiliki kondisi yang berbeda dengan daerah lainnya. Metode analisa teknis dengan metode Metode Bina Marga 2017 - Revisi 2 dan metode Analisa biaya dengan menggunakan metode AHS Binamarga dengan konsep perhitungan bunga majemuk. Hasil dari analisis tebal perkerasan dengan jenis perkerasan lentur dihasilkan susunan tebal perkerasan: AC-WC (40 mm); AC-BC (60 mm); AC-Base (245 mm) dan LPA Klas A (300 mm). Sedangkan untuk perkerasan kaku mendapatkan hasil: Plat Beton (275 mm); Lapis LMC (100 mm) dan Lapis Drainase (150 mm). Analisis Biaya perkerasan lentur sebesar Rp. 124.590.432.270,00 dan untuk perkerasan kaku sebesar Rp. 200.088.295.470,00. Sedangkan skema untuk biaya perawatan selama UR. 20 tahun perkerasan lentur sebesar Rp. 7.187.622.037.656,30 dan perkerasan kaku sebesar Rp. 6.786.994.982.342,40. Kemudian dilakukan perhitungan bunga majemuk dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia sebesar 5% terhadap kedua jenis perkerasan sesuai UR. 20 tahun dihasilkan perkerasan lentur sebesar Rp. 169,268,534,533,00 dan untuk perkerasan kaku sebesar Rp. 224,987,932,329,00 sehingga selisih terhadap nilai akhir perkerasan lentur dan kaku adalah Rp. 55,719,397,796,00 atau 24,77% lebih hemat menggunakan perkerasan Lentur.

**Kata Kunci :** *Model Teknis dan Biaya, Desain Jalan, Kutai Timur*

### Abstract

In determining a type of road pavement, technical and cost considerations are very necessary for the construction and improvement of roads in East Kutai Regency, which of course has different conditions from other areas. The technical analysis method uses the 2017 Bina Marga Method - Revision 2 and the cost analysis method uses the AHS Binamarga method with the concept of compound interest calculation. The results of the analysis of pavement thickness using flexible pavement types resulted in a composition of pavement thicknesses: AC-WC (40 mm); AC-BC (60 mm); AC-Base (245 mm) and LPA Class A (300 mm). Meanwhile, for rigid pavement, the results were: Concrete Plate (275 mm); LMC Layer (100 mm) and Drainage Layer (150 mm). Flexible pavement cost analysis of Rp. 124,590,432,270.00 and for rigid pavement Rp. 200,088,295,470.00. Meanwhile, the scheme is for maintenance costs during UR. 20 years of flexible pavement amounting to Rp. 7,187,622,037,656.30 and rigid pavement Rp. 6,786,994,982,342.40. Then, compound interest is calculated using the Bank Indonesia interest rate of 5% for both types of pavement according to the UR. 20 years produces flexible pavement amounting to Rp. 169,268,534,533.00 and for rigid pavement Rp. 224,987,932,329.00 so the difference in the final value of flexible and rigid pavement is Rp. 55,719,397,796.00 or 24.77% more economical using flexible pavement.

**Keywords:** *Echnical and Cost Model, Road Design, East Kutai*

## PENDAHULUAN

Salah satu prasarana transportasi darat yang berperan sangat besar dalam mendukung kemajuan dan perkembangan suatu daerah adalah prasarana jalan. Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mengalami perkembangan pesat. Oleh sebab itu pembangunan sebuah jalan haruslah dapat menciptakan keadaan yang aman bagi pengendara yang memakai jalan tersebut. Untuk menghasilkan jalan yang layak digunakan oleh masyarakat, jalan harus dibangun dengan menggunakan material yang memiliki kualitas baik serta menggunakan perhitungan tebal perkerasan jalan yang efektif dan efisien. Perkerasan Jalan adalah campuran material dan bahan pengikat. Struktur perkerasan terdiri dari beberapa lapisan dengan daya dukung dan fungsi yang berbeda-beda, dimana fungsinya untuk mendukung berat dari beban lalu lintas sehingga tidak mengalami perubahan karena tidak mampu menahan beban (*distress*) dan tidak cepat kritis (*failure*).

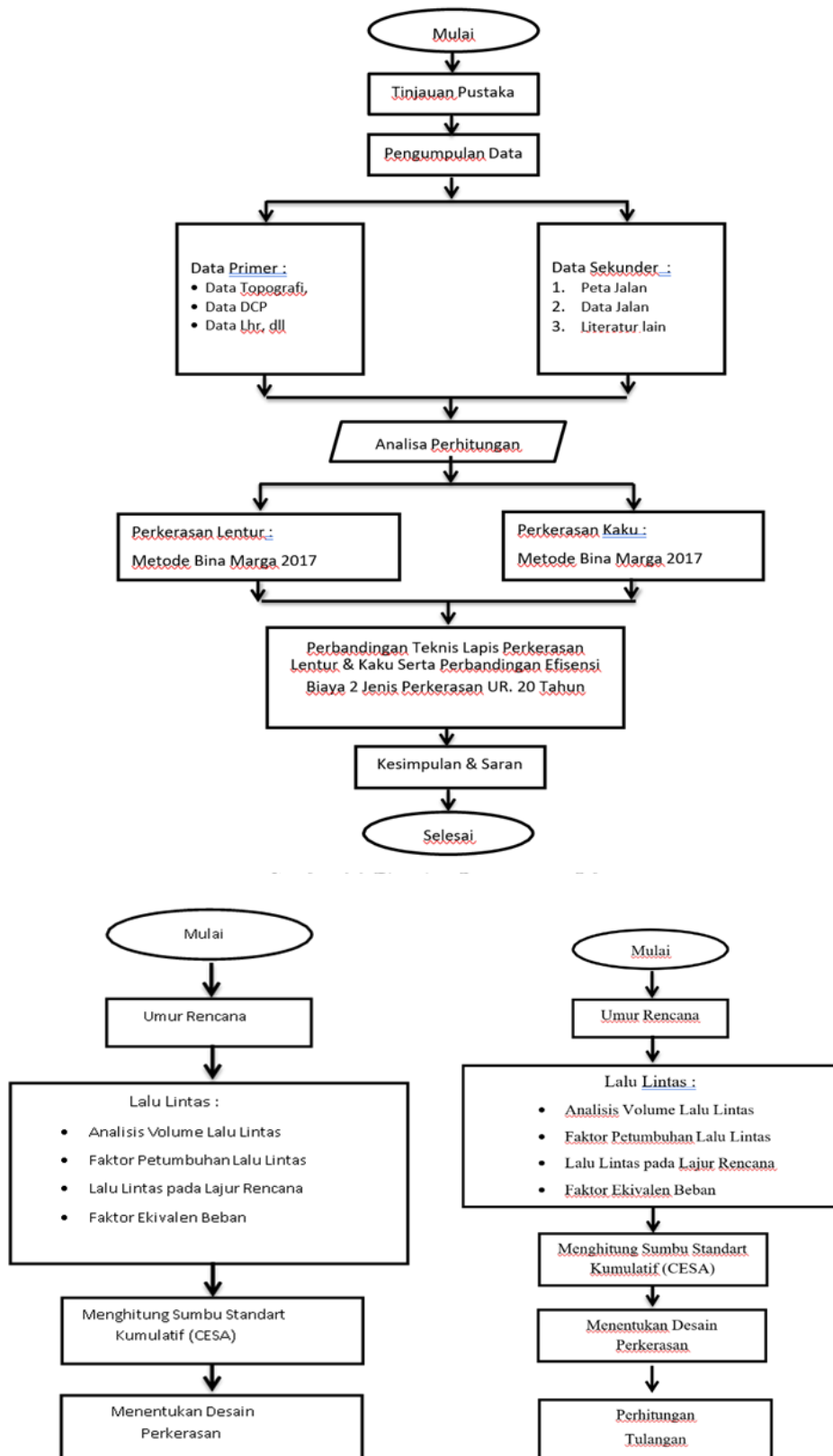
Kekuatan kontruksi sebuah perkerasan jalan sangat ditentukan dari besaran nilai daya dukung tanah dasar di mana kontruksi itu diletakkan. Semakin baik nilai daya dukung tanah dasar maka semakin baik pula ketahanan (kekokohan/kestabilan) dari kontruksi tersebut, yang berdampak pada efisiensi dari struktur perkerasan itu sendiri. Nilai daya dukung tanah sangat dipengaruhi dan ditentukan dari nilai CBR pada tanah tersebut. Tanah dasar adalah permukaan asli, permukaan galian, atau permukaan tanah timbunan yang merupakan permukaan untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Fungsi tanah dasar adalah menerima tekanan akibat beban lalu lintas yang ada di atasnya oleh karena itu tanah dasar harus mempunyai kapasitas daya dukung yang optimal sehingga mampu menerima gaya akibat beban lalu lintas tanpa mengalami kerusakan (Wasisetal,2012).

Salah satunya model penelitian yang diambil adalah ruas jalan Simpang Batu Redi menuju Batu Redi yang merupakan salah satu jalan akses utama yang menghubungkan antar wilayah di kecamatan Telen, Kabupaten Kutai Timur. Kondisi ruas jalan Simpang Batu Redi – Batu Redi kondisinya cukup memprihatinkan mengingat jalan tersebut menjadi jalan akses di daerah perkebunan kelapa sawit yang banyak kendaraan-kendaraan melintas pada ruas jalan tersebut. Kondisi ini menyebabkan banyak kerusakan pada kondisi jalan yang ada. Kondisi existing jalan masih berupa perkerasan agregat dan perlu dilakukan peningkatan terhadap kondisi perkerasan jalan yang ada. Panjang ruas jalan simpang Batu Redi-Batu Redi, Kecamatan Telen, Kabupaten Kutai Timur adalah sepanjang 21, 222 Km. Ada sebagian jalan yang sudah dilakukan perkerasan dengan beton semen namun hanya pada penanganan-penanganan minor dan beberapa segmen jalan saja. Secara keseluruhan dari panjang ruas jalan yang ada masih perlu dilakukan penanganan terhadap kondisi existing jalan tersebut.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis perbandingan secara teknis dan biaya dengan studi kasus pada ruas jalan Simpang Batu Redi menuju Batu Redi yang memiliki kondisi yang hampir sama mengenai karakteristik lokasi di Kabupaten Kutai Timur. Dari hasil analisis nantinya akan didapatkan hasil kajian terhadap teknis dan biaya dan menjadi suatu keputusan jenis perkerasan lentur apa kaku yang dapat diterapkan dalam kegiatan Pembangunan dan Peningkatan ruas jalan di Kabupaten Kutai Timur.

## METODE

Metode analisis data penelitian merupakan proses dimana peneliti mengolah data yang sudah dikumpulkan agar menjadi informasi yang dapat dipahami dan menjadi sebuah kesimpulan yang dapat berguna bagi Masyarakat umum. Analisis pada penelitian ini menggunakan 2 Metode yaitu: Analisa perhitungan teknis dengan menggunakan Metode Bina Marga 2017 Revisi 2 (Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur) dan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) untuk Perhitungan Tulangan pada perkerasan kaku. Sedangkan untuk perhitungan analisis biaya dengan menggunakan AHS Binamarga dan bunga majemuk sebagai pembanding nilai biaya selama umur rencana. Adapun flow chart perhitungan untuk perkerasan lentur dan perkerasan kaku adalah sebagai berikut:



**Gambar Bagan Alir Penelitian**  
Sumber : hasil Analisa (2023)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Penelitian

#### a. Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini terletak pada ruas Simpang Batu Redi – Batu Redi, Kecamatan Telen, Kabupaten Kutai Timur, dimana ruas jalan tersebut merupakan ruas Jalan Kabupaten yang menghubungkan wilayah-wilayah di Kecamatan Telen Kabupaten Kutai Timur. Panjang Jalan yang akan dilakukan penelitian ini adalah sepanjang 21, 222 Km yang menghubungkan antara Simpang Batu Redi menuju Desa Batu Redi, di Kecamatan Telen Kabupaten Kutai Timur.

#### b. Data Kondisi Jalan

Data kondisi jalan rencana pada ruas Jalan Simpang Batu Redi menuju Batu Redi, Kecamatan Telen, Kabupaten Kutai Timur adalah sebagai berikut :

**Tabel Data Kondisi Jalan**

No	Uraian data	Data Perhitungan
1	Klasifikasi Jalan Rencana	Jalan Kolektor Sekunder
2	Panjang Jalan	22,2 Km
3	Jumlah Lajur / Jalur	2 / 2
4	Lebar Badan Jalan	6 meter
5	Lebar Lajur Jalan	3 meter
6	Lebar bahu jalan kiri/kanan	1 meter / 1 meter
7	Kondisi Medan	Perbukitan
8	Rencana Desain	Perkerasan Lentur dan Kaku
9	Kondisi Vegetasi sekitar	Pemukiman & Perkebunan Sawit

Sumber : Survey lapangan (2023)

#### c. Data CBR Lapangan

Dari hasil survey terhadap nilai CBR lapangan dengan menggunakan metode DCP sebanyak 80 sampel uji dihasilkan nilai rata-rata CBR (12,04 %); CBR maksimum (29,08%); CBR Minimum (3,40%) sehingga didapatkan nilai R (3,18%). Dengan data tersebut dihitung nilai CBR Segmen sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{SBR}_{\text{segmen}} &= \text{CBR}_{\text{rata-rata}} - ((\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}) / R) \\ &= 12,04 - ((29,08 - 3,40) / 3,18) \\ &= 4,29 \% \end{aligned}$$

### Perhitungan Teknis Perkerasan

#### a. Perhitungan Perkerasan Lentur

##### 1. Umur Rencana (UR)

Umur rencana (UR) perkerasan lentur berdasarkan MDP Binamarga tahun 2017 sebesar 20 tahun.

##### 2. Volume Lalu-Lintas

Untuk volume lalu lintas di ambil dari tabel MDP 2017, karena lalu lintas pada ruas jalan Simpang Batu Redi-Batu Redi terklasifikasi rendah, maka:

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= 2000 \text{ kend/hari} \\ \text{Kendaraan berat} &= 7\% (\text{dari lalu lintas}) \\ &= 7\% \times 2000 \\ &= 140 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

##### 3. Pemilihan Jenis Perkerasan

Berdasarkan tabel di MDP didapatkan nilai  $ESA_4 = 5 \times 10^6$ , bahwa struktur perkerasan yang di gunakan untuk perkerasan lentur adalah AC tebal  $\geq 100\text{mm}$  dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5).

##### 4. Menghitung CESA (Cumulative Equivalent Single Acle Load)

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalulintas (i) = 3,5 %

Faktor pengali perumbuhan lalu lintas (R) :

Faktor pengali dengan target pelaksanaan = 4 tahun dari 2023-2027

$$R = ((1+0,01i)^{UR-1}) / (0,07 i) = ((1+0,01i(1 + 0,01 \times 0,035)^4 - 1) / (0,01 \times 0,035) = 4,00$$

Faktor pengali dengan umur rencana = 16 tahun dari 2027-2043

$$R = ((1+0,01i)^{UR-1}) / (0,07 i) = ((1+0,01i(1 + 0,01 \times 0,035)^{16} - 1) / (0,01 \times 0,035) = 16,042$$

Menentukan Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Faktor distribusi arah (DD) = 0,50 (Tabel MDP)

Faktor Distribusi Lajur (DL) = 80 (Tabel MDP)

5. Menghitung CESA (Cumulative Equivalent Single Acle Load)

**Tabel Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESA)**

Jenis Kendaraan	LHR	LHR	LHR	VDF	VDF 5	ESA 5	ESA 5
	2021	2022	2025	5	Normal	(2021 –	(2025 –
				Aktual		2025)	2041)
	A	B	C	D	E	F	G
Truck 2 as 20 ton (6b)	140	140	140	8,5	4,7	869.460	154.328.817
Jumlah						869.460	154.328.817
CESA 5 (20 Tahun)							155.198.277

Sumber : Hasil perhitungan (2023)

Keterangan :

1) B = A x (1 + 0,035)<sup>1</sup>

2) C = A x (1 + 0,035)<sup>4</sup>

3) D dan E (dari Tabel MDP)

4) F = B x D x 365 x DD x DL x R (2023 – 2027)

5) G = C x E x 365 x DD x DL x R (2027 – 2043)

Catatan:

Pada tahun 2023 sampai dengan 2027 setelah pembukaan jalan, digunakan menggunakan faktor beban actual (VDF) dan pada tahun 2027 sampai dengan tahun 2043 digunakan faktor beban normal (VDF).

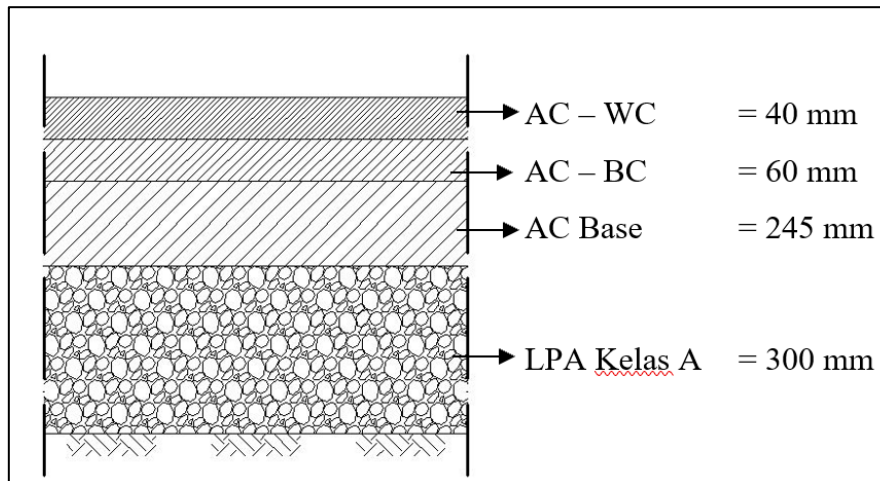
6. Menghitung CESA (Cumulative Equivalent Single Acle Load)

Hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan Bina Marga 2017 dengan CESA 5 untuk 20 tahun sebesar 155.198.277 didapatkan ketebalan lapisan sebagai berikut:

**Tabel Desain Perkerasan Lentur**

Struktur Perkerasan									
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
<b>Solusi yang dipilih</b>	<b>Lihat Catatan 2</b>								
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ESA5)	< 2	≥ 2 – 4	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10- 20	>20 - 30	>30- 50	>50- 100	>100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1			2			3		

Sumber : Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017 No.04/SE/Db/2017)



**Gambar hasil perhitungan tebal perkerasan lentur**  
Sumber : hasil perhitungan (2023)

b. Perhitungan Perkerasan Kaku

1. Umur Rencana (UR)

Umur rencana perkerasan lentur berdasarkan MDP Binamarga tahun 2017 sebesar 40 tahun

2. Volume Lalu-Lintas

Untuk volume lalu lintas di ambil dari tabel MDP 2017, karena lalu lintas pada ruas jalan Simpang Batu Redi-Batu Redi terklasifikasi rendah, maka:

LHR = 2000 kend/hari

Kendaraan berat = 7% (dari lalu lintas)

= 7% x 2000

= 140 kend/hari

3. Pemilihan Jenis Perkerasan

Berdasarkan tabel di MDP didapatkan nilai  $ESA_4 = 5 \times 10^6$ , bahwa struktur perkerasan yang di gunakan untuk perkerasan lentur adalah AC tebal  $\geq 100$ mm dengan lapis fondasi berbutir ( $ESA$  pangkat 5). Struktur perkerasan yang di gunakan untuk perkerasan kaku adalah perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dengan  $CBR \geq 2,5\%$ ).  $CBR$  tanah sudah memenuhi persyaratan sehingga struktur perkerasan bisa di gunakan. Dari hasil perhitungan data  $CBR$  untuk rata-rata adalah 12,05%. Data  $CBR$  Segmen hasil perhitungan adalah 4,29 %. Artinya kondisi tanah dasar sudah melebihi dari persyaratan desain lalu lintas berat yaitu  $> 2,5\%$ .

4. Menghitung CESA (Cumulative Equivalent Single Acle Load)

Faktor pertumbuhan lalu lintas ( $i$ ) = 3,5 %

Faktor pengali perumbuhan lalu lintas ( $R$ ) :

Faktor pengali dengan target pelaksanaan = 4 tahun dari 2023-2027

$$R = \frac{((1+0,01i)^{UR}-1)}{(0,07 i)}$$

$$= \frac{((1+0,01i(1 + 0,01 \times 0,035)^4 - 1))/(0,01 \times 0,035)}$$

$$= 4,00$$

Faktor pengali perumbuhan lalu lintas ( $R$ ) :

Faktor pengali dengan umur rencana = 40 tahun dari 2023-2063

$$R = \frac{((1+0,01i)^{UR}-1)}{(0,07 i)}$$

$$= \frac{((1+0,01i(1 + 0,01 \times 0,035)^{40} - 1))/(0,01 \times 0,035)}$$

$$= 40,47.$$

Menentukan Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Faktor distribusi arah ( $DD$ ) = 0,50 (Tabel MDP)

Faktor Distribusi Lajur ( $DL$ ) = 80 (Tabel MDP)

5. Menghitung CESA (Cumulative Equivalent Single Acle Load)

**Tabel Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESA)**

Jenis Kendaraan	LHR	VDF 5	VDF 5	ESA 5
	2023	Aktual	Normal	(2023 – 2063)
	A	B	C	D
Truck 2 as 20 ton (6b)	140	8,5	4,7	8.749.614
	Jumlah			8.749.614
	CESA 5 (40 Tahun)			8.749.614

Sumber : Hasil perhitungan (2023)

Keterangan :

- 1) A = 140 (LHR kendaraan berat),
- 2) B dan C dari tabel MDP 2017
- 3) D = C x E x 365 x DD x DL x R (2023 – 2063)

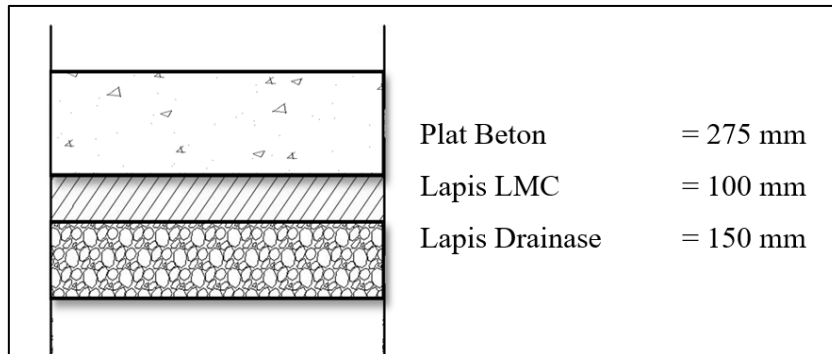
6. Menghitung CESA (Cumulative Equivalent Single Acle Load)

Hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan Bina Marga 2017 dengan CESA 5 untuk 40 tahun sebesar 8.749.614 didapatkan ketebalan lapisan sebagai berikut:

**Tabel Desain Perkerasan kaku**

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat ( <i>Overloaded</i> ) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton	Ya				
<b>STRUKTUR PERKERASAN (mm)</b>					
Tebal plat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LMC	100				
Lapis drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sumber : Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017 No.04/SE/Db/2017)



**Gambar hasil perhitungan tebal perkerasan lentur**

Sumber : hasil perhitungan (2023)

c. Perhitungan Penulangan

Tebal pelat (h) = 0,275 m = 275 mm

Lebar pelat (b) = 2 x 3,5 m = 7 m

Panjang pelat (L) = 5 m

Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah ( $\mu$ ) = 1,5

Kuat tarik leleh baja ( $f_y$ ) = 240 Mpa

Kuat tarik ijin baja ( $f_s$ ) = 0,6 x 240 = 144 Mpa

Berat isi beton (M) = 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Gravitasi (G) = 9,81 m/dtk<sup>2</sup>

a. Tulangan memanjang

$$\begin{aligned} A_s &= \mu \times L \times M \times g \times 2 \times f_s \\ &= 1,5 \times 10 \times 2400 \times 9,81 \times 0,2752 \times 144 \\ &= 48559,5288 \\ &= 168,61 \text{ mm}^2/\text{m} = 16,861 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$A_s \text{ min} = 0,14 \% \times h \times 1000 = 0,0014 \times 275 \times 1000 = 385 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Syarat} = A_s \text{ min} > A_s \text{ perlu} = 385 \text{ mm}^2/\text{m} > 168,61 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ OKE}$$

Jadi dicoba menggunakan tulangan diameter 14 mm dan jarak tulangan 300 mm.

$$\text{Tulangan pakai} = (1000/\text{jarak}) \times \pi \times r^2 = 513,1268 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Control} = \text{Tulangan pakai} > A_s \text{ min} = 513,1268 \text{ mm}^2/\text{m} > 385 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ OKE}$$

b. Tulangan melintang

$$\begin{aligned} A_s &= \mu \times b \times M \times g \times h^2 \times f_s \\ &= 1,5 \times 3,5 \times 2400 \times 9,81 \times 0,2752 \times 144 \\ &= 33991,65288 \\ &= 118,03 \text{ mm}^2/\text{m} = 11,803 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$A_s \text{ min} = 0,14 \% \times h \times 1000 = 0,0014 \times 275 \times 1000 = 385 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Syarat} = A_s \text{ min} > A_s \text{ perlu} = 385 \text{ mm}^2/\text{m} > 118,03 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (OKE)}$$

Jadi dicoba menggunakan tulangan diameter 14 mm dan jarak tulangan 300 mm.

$$\text{Tulangan pakai} = (1000/\text{jarak}) \times \pi \times r^2 = 513,1268 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Control} = \text{Tulangan pakai} > A_s \text{ min} = 513,1268 \text{ mm}^2/\text{m} > 385 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (OKE)}$$

c. Sambungan Perkerasan Kaku

1. Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*Tie bars*)

Diketahui:

$$\text{Tebal pelat (h)} = 0,275 \text{ m}$$

$$\text{Jarak terkecil antar sambungan (b)} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Jarak batang pengikat yang digunakan (s)} = 75 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter batang pengikat (d}\phi\text{)} = 16 \text{ mm}$$

Luas penampang tulangan ( $A_t$ )

$$A_t = 204 \times b \times h = 204 \times 3,5 \times 0,275 = 196,35 \text{ mm}^2$$

Digunakan besi ulir diameter 16 mm

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,1416 \times 16^2 = 201,06193 \text{ mm}^2$$

Panjang batang pengikat (l)

$$l = (38,3 \times \text{dia.}) + 75 = (38,3 \times 16) + 75 = 687,8 \text{ mm} \text{ dibulatkan menjadi } 700 \text{ mm}$$

Jadi digunakan tulangan ulir diameter 16 mm dengan panjang 700 mm, dengan jarak antar tulangan batang pengikat 750 mm.

2. Sambungan susut melintang (*Dowel Bars*)

Jarak sambungan melintang untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 – 15 m dan sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak anantara ruji 30 cm.

$$\text{Panjang batang pengikat (l)} = 450 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak batang pengikat yang digunakan (s)} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter batang pengikat (d}\phi\text{)} = 32 \text{ mm (Tabel 4.6)}$$

**Tabel Diameter Ruji / Dowel**

Tebal pelat		Diameter		Panjang		Jarak	
inci	mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm
6	150	$\frac{3}{4}$	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
10	250	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
11	275	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
12	300	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300



13	325	1½	38	18	450	12	300
14	350	1½	38	18	450	12	300

Sumber : Pd T-14-2003

Jadi digunakan tulangan polos diameter 32 mm dengan panjang 450 mm, dengan jarak antar tulangan batang pengikat 300mm.

### Perhitungan Analisa Biaya

#### a. Rencana Anggaran Biaya Konstruksi

Harga satuan biaya per item pekerjaan berdasarkan hasil dari perhitungan Analisa harga satuan dengan menggunakan Standart Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2 (terbaru). Adapun hasil perhitungan terhadap satuan item pekerjaan sebagai berikut:

**Tabel Rekapitulasi Anggaran Biaya Perkerasan Lentur**

No. Divisi	Uraian	REKONSTRUKSI JALAN	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
		Harga (Rupiah)	
1	Umum	726.186.737.88	726.186.737.88
2	Drainase	3.445.627.712.60	3.445.627.712.60
3	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	6.601.527.693.03	6.601.527.693.03
6	Perkerasan Aspal	98.662.305.271.86	98.662.305.271.86
9	Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain	2.807.985.265.37	2.807.985.265.37
(A)	Jumlah Harga per Output Pekerjaan	<b>112.243.632.680.74</b>	112.243.632.680.74
(B)	Total Harga Pekerjaan ( termasuk Biaya Umum dan Keuntungan )		
(C)	Pajak Pertambahan Nilai ( PPN ) = 11% x B		12.346.799.594.88
(D)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = B + C		124.590.432.275.62
(E)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = B + C (dibulatkan)		<b>124.590.432.270.00</b>
Terbilang : <b>Seratus Dua Puluh Empat Milyar Lima Ratus Sembilan Puluh Juta Empat Ratus Tiga Puluh Dua Ribu Dua Ratus Tujuh Puluh Rupiah.</b>			

Sumber : hasil perhitungan (2023)

**Tabel Rekapitulasi Anggaran Biaya Perkerasan Kaku**

No. Divisi	Uraian	REKONSTRUKSI JALAN	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
		Harga (Rupiah)	
1	Umum	721.116.737.88	721.116.737.88
2	Drainase	3.445.627.712.60	3.445.627.712.60
3	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	12.706.739.998.94	12.706.739.998.94
5	Perkerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen	160.578.255.942.00	160.578.255.942.00
9	Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain	2.807.985.265.37	2.807.985.265.37
10	Pekerjaan Pemeliharaan		
(A)	Jumlah Harga per Output Pekerjaan	<b>180.259.725.656.79</b>	180.259.725.656.79
(B)	Total Harga Pekerjaan ( termasuk Biaya Umum dan Keuntungan )		
(C)	Pajak Pertambahan Nilai ( PPN ) = 11% x B		19.828.569.822.25
(D)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = B + C		200.088.295.479.04
(E)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = B + C (dibulatkan)		<b>200.088.295.470.00</b>
Terbilang : <b>DuaRatusMilyar Delapan Puluh Delapan Juta Dua Ratus Sembilan Puluh Lima Ribu Empat Ratus Tujuh Puluh Rupiah.</b>			

Sumber : hasil perhitungan (2023)

#### b. Rencana Anggaran Biaya Perawatan

Untuk menjaga kontruksi perkerasan lentur tetap bertahan selama usia rencana, maka dilakukan perawatan secara berkala. Perhitungan besar biaya pemeliharaan rutin dan berkala terhadap nilai proyek untuk perkerasan lentur ditampilkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel Anggaran Perawatan Perkerasan Lentur**

Tahun	% Rutin	% Berkala	Nilai Anggaran (Rp)	Total Anggaran Perawatan (Rp)
1	1.92	-	124,590,432,270.00	239,213,629,958.40
2	1.86	-	124,590,432,270.00	231,738,204,022.20
3	1.81	-	124,590,432,270.00	225,508,682,408.70
4	1.75	-	124,590,432,270.00	218,033,256,472.50
5	-	10.47	124,590,432,270.00	1,304,461,825,866.90
6	1.65	-	124,590,432,270.00	205,574,213,245.50
7	1.6	-	124,590,432,270.00	199,344,691,632.00
8	1.55	-	124,590,432,270.00	193,115,170,018.50
9	1.51	-	124,590,432,270.00	188,131,552,727.70
10		9.01	124,590,432,270.00	1,122,559,794,752.70
11	1.42	-	124,590,432,270.00	176,918,413,823.40
12	1.38	-	124,590,432,270.00	171,934,796,532.60
13	1.34	-	124,590,432,270.00	166,951,179,241.80
14	1.3	-	124,590,432,270.00	161,967,561,951.00
15		7.76	124,590,432,270.00	966,821,754,415.20
16	1.22	-	124,590,432,270.00	152,000,327,369.40
17	1.19	-	124,590,432,270.00	148,262,614,401.30
18	1.15	-	124,590,432,270.00	143,278,997,110.50
19	1.12	-	124,590,432,270.00	139,541,284,142.40
20		6.68	124,590,432,270.00	832,264,087,563.60
<b>TOTAL BIAYA PERAWATAN</b>				<b>7,187,622,037,656.30</b>

Sumber : hasil perhitungan (2023)

**Tabel Nilai Anggaran Perawatan Perkerasan Kaku**

Tahun	% Rutin	% Berkala	Nilai Anggaran (Rp)	Total Anggaran Perawatan (Rp)
1	-	-	200,088,295,470.00	-
2	-	-	200,088,295,470.00	-
3	-	-	200,088,295,470.00	-
4	-	-	200,088,295,470.00	-
5	-	10.47	200,088,295,470.00	2,094,924,453,570.90
6	-	-	200,088,295,470.00	-
7	-	-	200,088,295,470.00	-
8	-	-	200,088,295,470.00	-
9	-	-	200,088,295,470.00	-
10		9.01	200,088,295,470.00	1,802,795,542,184.70
11	-	-	200,088,295,470.00	-
12	-	-	200,088,295,470.00	-
13	-	-	200,088,295,470.00	-
14	-	-	200,088,295,470.00	-
15		7.76	200,088,295,470.00	1,552,685,172,847.20
16	-	-	200,088,295,470.00	-
17	-	-	200,088,295,470.00	-
18	-	-	200,088,295,470.00	-
19	-	-	200,088,295,470.00	-
20		6.68	200,088,295,470.00	1,336,589,813,739.60
<b>TOTAL BIAYA PERAWATAN</b>				<b>6,786,994,982,342.40</b>

Sumber : hasil perhitungan (2023)

Dari hasil perhitungan terhadap biaya konstruksi ditambah dengan biaya perawatan baik rutin dan berkala, dengan menggunakan skema penelitian ITS Surabaya dihasilkan nilai terhadap biaya berdasarkan perhitungan bunga-berbunga sesuai UR 20 tahun untuk perkerasan lentur dan kaku. Tingkat suku bunga diambil sebesar 5% berdasarkan data Bank Indonesia tahun 2023. Adapun hasil perhitungan sebagai berikut:

**Tabel Perhitungan Biaya Proyek sesuai UR. 20 Tahun Perkerasan Lentur**

Tahun	n	Biaya						Future Value (FV) (Rp)	Present Value (PV) = FV x [1/(1+i) <sup>n</sup> ] (Rp)
		Initial Cost	Pemeliharaan Rutin		Pemeliharaan Berkala		Total Biaya (Rp)		
			(%)	(Rp)	(%)	(Rp)			
2023	0	124,590,432,270					124,590,432,270	124,590,432,270	
2024	1		1.92%	2,392,136,300			2,392,136,300	2,278,225,047	
2025	2		1.86%	2,317,382,040			2,317,382,040	2,101,933,823	
2026	3		1.81%	2,255,086,824			2,255,086,824	1,948,028,787	
2027	4		1.75%	2,180,332,565			2,180,332,565	1,793,764,997	
2028	5		-		10.47%	13,044,618,259	13,044,618,259	10,220,799,737	
2029	6		1.65%	2,055,742,132			2,055,742,132	1,534,026,431	
2030	7		1.60%	1,993,446,916			1,993,446,916	1,416,705,506	
2031	8		1.55%	1,931,151,700			1,931,151,700	1,307,079,485	
2032	9		1.51%	1,881,315,527			1,881,315,527	1,212,712,763	
2033	10		-		9.01%	11,225,597,948	11,225,597,948	6,891,543,359	
2034	11		1.42%	1,769,184,138			1,769,184,138	1,034,405,324	
2035	12		1.38%	1,719,347,965			1,719,347,965	957,397,282	
2036	13		1.34%	1,669,511,792			1,669,511,792	885,377,749	
2037	14		1.30%	1,619,675,620			1,619,675,620	818,046,250	
2038	15		-		7.76%	9,668,217,544	9,668,217,544	4,650,577,947	
2039	16		1.22%	1,520,003,274			1,520,003,274	696,331,013	
2040	17		1.19%	1,482,626,144			1,482,626,144	646,864,876	
2041	18		1.15%	1,432,789,971			1,432,789,971	595,353,827	
2042	19		1.12%	1,395,412,841			1,395,412,841	552,212,245	
2043	20		-		6.68%	8,322,640,876	8,322,640,876	3,136,715,816	
<b>TOTAL BIAYA</b>								<b>169,268,534,533</b>	

Sumber : hasil perhitungan (2023)

**Tabel Perhitungan Biaya Proyek sesuai UR. 20 Tahun Perkerasan Kaku**

Tahun	n	Biaya						Future Value (FV) (Rp)	Present Value (PV) = FV x [1/(1+i) <sup>n</sup> ] (Rp)
		Initial Cost	Pemeliharaan Rutin		Pemeliharaan Berkala		Total Biaya (Rp)		
			(%)	(Rp)	(%)	(Rp)			
2023	0	200,088,295,470					200,088,295,470	200,088,295,470	
2024	1		1.92%	0			0	0	
2025	2		1.86%	0			0	0	
2026	3		1.81%	0			0	0	
2027	4		1.75%	0			0	0	
2028	5		-		10.47%	13,044,618,259	13,044,618,259	10,220,799,737	
2029	6		1.65%	0			0	0	
2030	7		1.60%	0			0	0	
2031	8		1.55%	0			0	0	
2032	9		1.51%	0			0	0	
2033	10		-		9.01%	11,225,597,948	11,225,597,948	6,891,543,359	
2034	11		1.42%	0			0	0	
2035	12		1.38%	0			0	0	
2036	13		1.34%	0			0	0	
2037	14		1.30%	0			0	0	
2038	15		-		7.76%	9,668,217,544	9,668,217,544	4,650,577,947	
2039	16		1.22%	0			0	0	
2040	17		1.19%	0			0	0	
2041	18		1.15%	0			0	0	
2042	19		1.12%	0			0	0	
2043	20		-		6.68%	8,322,640,876	8,322,640,876	3,136,715,816	
<b>TOTAL BIAYA</b>								<b>224,987,932,329</b>	

Sumber : hasil perhitungan (2023)

Dari hasil perhitungan biaya terhadap jenis perkerasan yang dipakai yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku dihasilkan perbandingan biaya sesuai umur rencana 20 tahun sebagai berikut:

Tabel Perbandingan Biaya Perkerasan Lentur dan Kaku (Bunga Majemuk)

No	Uraian Jenis Pengerasan	Cost (UR=20 tahun)	Selisih Cost
1	Perkerasan Lentur	169,268,534,533	
2	Perkerasan Kaku	224,987,932,329	55,719,397,796

Sumber : hasil perhitungan (2023)

Dari hasil perhitungan diatas, didapatkan nilai akhir UR. 20 tahun untuk perkerasan lentur sebesar Rp. 169,268,534,533,00 dan untuk perkerasan kaku sebesar Rp. 224,987,932,329,00 sehingga selisih terhadap nilai akhir perkerasan lentur dan kaku adalah Rp. 55,719,397,796,00 atau 24,77% lebih hemat menggunakan perkerasan Lentur terhadap umur Rencana 20 tahun.

## SIMPULAN

Hasil dari analisis tebal perkerasan dengan jenis perkerasan lentur dihasilkan susunan tebal perkerasan : AC-WC (40 mm); AC-BC (60 mm); AC-Base (245 mm) dan LPA Klas A (300 mm). Sedangkan untuk perkerasan kaku mendapatkan hasil: Plat Beton (275 mm); Lapis LMC (100 mm) dan Lapis Drainase (150 mm). Analisis Biaya perkerasan lentur sebesar Rp. 124.590.432.270,00 dan untuk perkerasan kaku sebesar Rp. 200.088.295.470,00. Sedangkan skema untuk biaya perawatan selama UR. 20 tahun perkerasan lentur sebesar Rp. 7.187.622.037.656,30 dan perkerasan kaku sebesar Rp. 6.786.994.982.342,40. Kemudian dilakukan perhitungan bunga majemuk dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia sebesar 5% terhadap kedua jenis perkerasan sesuai UR. 20 tahun dihasilkan perkerasan lentur sebesar Rp. 169,268,534,533,00 dan untuk perkerasan kaku sebesar Rp. 224,987,932,329,00 sehingga selisih terhadap nilai akhir perkerasan lentur dan kaku adalah Rp. 55,719,397,796,00 atau 24,77% lebih hemat menggunakan perkerasan Lentur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arzaqil Aufar, et.al., (2020), Perancangan Teknis Pemeliharaan Jalan pada Lapis Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE.Db/2017. Jakarta
- Departemen Pemukiman dan Prasaranan Wilayah, (2003). Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd T-14-2003, BSN. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. (1990). Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota, No: 018/T/BNTK/1999. Jakarta
- Departemen Pekerjaan umum Direktorat Jendral Bina Marga. (1987) Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Raya
- Harison, J.A., Correlation of CBR Dynamic Cone Penetrometer Stenght Measurement of Soil. Austreaian Road, Research 16 June 1986.
- Hendarsin, Shirley L., 2000, Penuntun Praktis Perencanaan Teknis Jalan Raya. Cetakan Pertama Penerbit Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil. Bandung.
- Hardiyatmo, Hary Christday. (2007). Pemeliharaan Jalan Raya. Gajah Mada University press. Yogyakarta
- Sanjaya, A., Tukimun., (2016). Analisis Perbandingan Metode Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Pada Runway Studi Kasus Bandara Samarinda Baru. KURVA MAHASISWA, 1(1), 639-652.
- Sukirman, Silvia., (1988), Perkerasan Lenturan Jalan Raya. Penerbit Nova Bandung.
- Supriyadi, Agus, (2013). Menghitung Rencana Anggaran Biaya. Penerbit Jakarta: Mediakita
- Wasis H, F, H. et.al. (2012), Penggunaan Terrasil Sebagai Material Modifier Untuk Perbaikan Daya Dukung Subgrade, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Putra, Y. A., Tukimun., (2019). Studi Analisa Tebal Perkerasan Pada Halaman Parkir Fakultas Hukum Dan Ekonomi Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. KURVA MAHASISWA, 1(1), 1132-1150.