



PERBANDINGAN LIFE CYCLE COST PERKERASAN KAKU DAN LENTUR (STUDI KASUS: JALAN LINTAS SELATAN JARIT-PUGER STA 25+500-STA 40+400)

TINTANY SWANDARI^{1*}, AKHMAD HASANUDDIN¹, WILLY KRISWARDHANA¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Jember, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author: ✉ swandari80@gmail.com

Naskah diterima : 19 Januari 021. Disetujui: 31 Juli 2021

ABSTRAK

Pada Desa Wotgalih, Kecamatan Yosowilangun, Kabupaten Lumajang sampai dengan pesisir Pantai Puger, Kabupaten Jember akan direncanakan pembangunan Jalan Lintas Selatan. Jalan ini akan dibangun dari STA 25+500 sampai dengan STA 40+400 dengan nilai CBR pada tanah dasar 22,7%. Perbedaan penggunaan jenis perkerasan akan menghasilkan nilai *life cycle cost* yang berbeda pula, *nilai life cycle cost* yang minimum merupakan salah satu kriteria yang harus dipenuhi dalam merencanakan perkerasan jalan. Menghitung nilai *life cycle cost* setiap jenis perkerasan bertujuan untuk mendapatkan desain perkerasan yang paling efisien. Dalam merencanakan tebal struktur perkerasan dibutuhkan data sekunder berupa nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan lalu lintas harian rata-rata. Data-data tersebut diolah sesuai dengan pedoman Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Rancangan anggaran biaya dihitung dengan analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) Provinsi Jawa Timur, sehingga didapatkan biaya konstruksi tiap perkerasan. Nilai *life cycle cost* didapatkan dengan menambahkan biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan. Selanjutnya dibutuhkan nilai tingkat inflasi dan nilai suku bunga untuk menghitung nilai *discounted life cycle cost*. Berdasarkan hasil analisis didapatkan perkerasan lentur terdiri atas lapis pondasi agregat kelas A 130 mm, AC Base 115 mm, AC BC 60 mm dan AC WC 40 mm, sedangkan struktur perkerasan kaku terdiri dari lapisan drainase 150 mm, LMC 100 mm, dan pelat beton 195 mm dengan *tie bars* diameter 16 mm dan serta dowel diameter 36 mm. Nilai *discounted life cycle cost* perkerasan lentur sebesar Rp162.834.408.862 dan perkerasan kaku sebesar Rp64.501.092.789. Perkerasan lentur membutuhkan biaya lebih banyak daripada perkerasan kaku.

Kata kunci : *perkerasan kaku, perkerasan lentur, manual desain perkerasan, life cycle cost, , present worth*

1. PENDAHULUAN

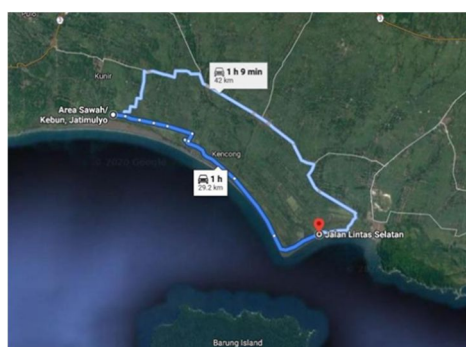
Suatu konstruksi jalan berfungsi sebagai penghubung satu daerah ke daerah lainnya sehingga dalam jangka panjang diharapkan dapat membangkitkan pertumbuhan sosial dan ekonomi di sekitarnya. Pada Desa Wotgalih, Kecamatan Yosowilangun, Kabupaten Lumajang sampai dengan pesisir Pantai Puger, Kabupaten Jember akan dibangun Jalan Lintas Selatan. Jalan

ini akan dibangun dari STA 25+500 sampai dengan STA 40+400. Hal ini akan memicu pertumbuhan masyarakat disekitar lokasi pembangunan, maka diperlukan kondisi jalan yang memadai sehingga menimbulkan kelancaran transportasi. Salah satu faktor yang berpengaruh dalam kelancaran transportasi yaitu pemilihan perkerasan jalan. Menurut Prayogo Dkk (2018) terdapat beberapa kriteria dalam pemilihan perkerasan jalan diantaranya, keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, biaya konstruksi, lokasi pekerjaan, pemeliharaan jalan, dan ketahanan terhadap air. Pada penelitian ini membahas lebih detail mengenai biaya konstruksi dalam mempengaruhi pemilihan jenis perkerasan.

Pada Manual Desain Perkerasan Jalan (Dirjen Bina Marga, 2017) dijelaskan nilai *life cycle cost* yang minimum merupakan satu diantara tolak ukur yang patut dipenuhi dalam tahap perencanaan. Nilai *life cycle cost* meliputi biaya konstruksi awal dan biaya pemeliharaan di masa yang akan datang. Nurahmi dan Kartika (Nurahmi & Kartika, 2012) meneliti perbandingan konstruksi perkerasan lentur dan kaku pada proyek pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung dengan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tanah dasar 3,15% dan didapatkan hasil perkerasan kaku memiliki nilai *life cycle cost* paling minimum. Lebih lanjut Wahidaturrohman Dkk (2019) melakukan penelitian serupa pada ruas Jalan Tol Gempol-Pasuruan dengan nilai CBR tanah 1,2% dan didapatkan hasil perkerasan kaku memiliki nilai *life cycle cost* paling minimum. Sedangkan pada penelitian Betamal (2015) pada Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan mendapatkan hasil nilai *life cycle cost* perkerasan lentur memiliki nilai paling minimum. Lebih lanjut Satria (2016) melakukan penelitian serupa pada ruas Jalan Ajung, Kabupaten Jember dengan nilai CBR tanah dasar 11,50% dan didapatkan hasil biaya konstruksi perkerasan kaku lebih mahal daripada perkerasan lentur, namun total biaya konstruksi dan pemeliharaan untuk perkerasan kaku lebih murah. Perbedaan ini disebabkan karena volume lalu lintas dan nilai CBR yang berbeda disetiap proyek. Sehingga, nilai *life cycle cost* setiap jenis perkerasan di setiap proyek tentunya tidak akan sama. Oleh karena itu, pada penelitian ini dihitung tebal dari setiap jenis perkerasan serta membandingkan nilai *life cycle cost* dari tiap jenis perkerasan, sehingga didapatkan desain perkerasan yang paling efektif dan efisien selama umur rencana.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Jalur Lintas Selatan Jarit – Puger STA 25+500 - STA 40+400 yang memiliki lebar jalan 7,5 meter dan panjang 14,9 km (**Gambar 1**). Lebar jalan direncanakan berukuran 7,5 m dan tipe jalan 2 lajur 2 arah dan tak terbagi atau 2/2 UD.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini ditahap perencanaan perkerasan jalan kaku dan lentur, digunakan metode manual desain perkerasan tahun 2017. Metode ini dipilih karena merupakan metode terbaru untuk merencanakan perkerasan jalan di Indonesia. Pada metode ini jenis dan tebal

perkerasan jalan direncanakan berdasarkan beban lalu lintas dan nilai CBR tanah dasar. Untuk perkerasan lentur. Beban lalu lintas didapatkan dari jumlah beban lalu lintas (ESA/*Equivalent Standard Axle*) setiap sumbu kendaraan. Nilai ESA⁴ digunakan untuk menentukan jenis perkerasan, sedangkan nilai ESA⁵ digunakan untuk menentukan struktur perkerasan lentur. Nilai ESA dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$ESA=LHR \times VDF \times 365 \times R \times DD \times DL \quad (1)$$

Dengan:

- LHR = Lalu lintas harian
- VDF = Vehicle damage factor
- DD = Faktor Distribusi arah
- DL = Faktor distribusi lajur
- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Sedangkan untuk perkerasan kaku beban lalu lintas tidak menggunakan nilai ESA, melainkan menggunakan nilai HVAG (*Heavy Vehicle Axle Group*) atau kelompok sumbu kendaraan niaga sesuai dengan pedoman Pd-T-14-2003. Nilai jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) diperoleh dengan rumus berikut.

$$JSKN=365 \times JSKNH \times R \quad (2)$$

Dengan:

- JSKNH = Jumlah sumbu kendaraan niaga harian
- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Beberapa peneliti telah melakukan perbandingan nilai *life cycle cost* terhadap konstruksi perkerasan kaku dan lentur. Perbandingan perkerasan kaku dan lentur dipilih karena merupakan jenis perkerasan yang paling umum digunakan di Indonesia. Nurahmi dan Kartika (2012) membandingkan konstruksi perkerasan lentur dan dengan metode *benefit cost ratio*. Metode ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan investasi. *Benefit* adalah *saving user cost* dan *total cost* jalan eksisting kondisi normal, sedangkan *cost* ialah selisih *total cost* jalan eksisting kondisi normal dengan *user cost* dan *total cost*. Lebih lanjut Wahidaturrohman dkk (Wahidaturrohman et al., 2019) serta Betamal (2015) melakukan penelitian serupa dengan menggunakan metode *present worth*. Pada metode ini terdapat beberapa variabel yang digunakan, yakni biaya konstruksi awal dan biaya pemeliharaan. Metode ini memproyeksikan semua arus kas pada saat sekarang atau nilai sekarang. Untuk menjawab tujuan penelitian ini, digunakan metode *present worth* karena cenderung lebih mudah untuk mengukur nilai suatu proyek pada saat sekarang. Hal pertama yang dilakukan yakni menghitung terlebih dahulu dahulu nilai *future* dari biaya konstruksi dan biaya pemeliharaannya dengan rumus berikut:

$$F=P(1+i)^n \quad (3)$$

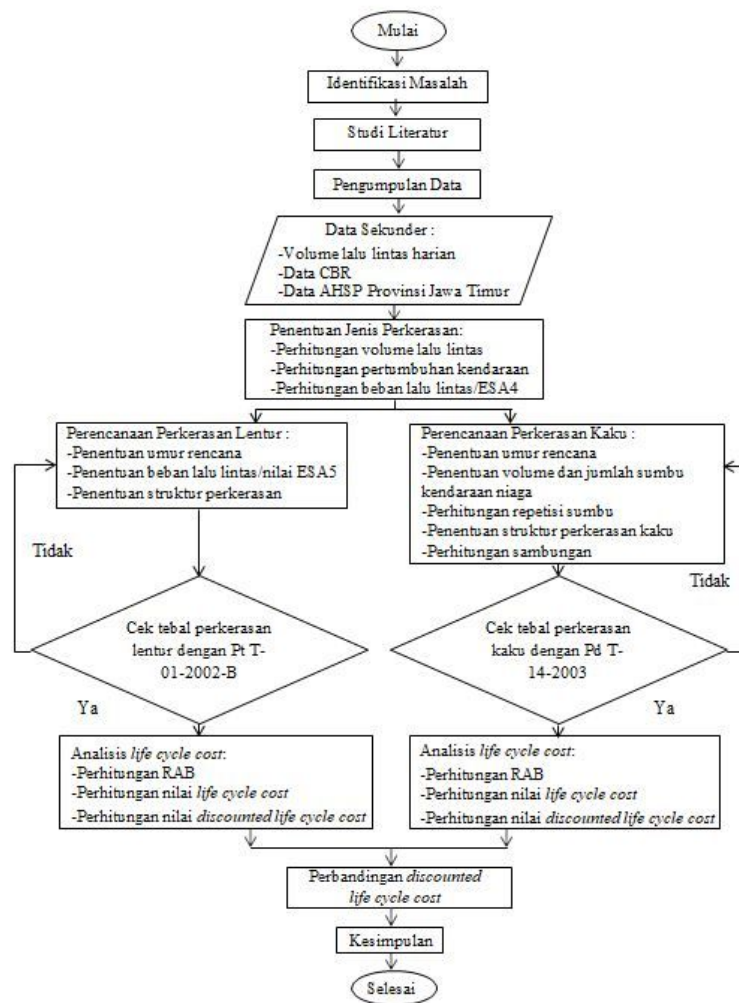
Lalu nilai yang telah difuture kemudian dipresent kembali menggunakan rumus berikut:

$$P=F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (4)$$

Dengan:

- i (interest)* = suku bunga per periode
- n (number)* = jumlah periode bunga
- P (present worth)* = jumlah uang saat ini
- F (future worth)* = jumlah uang masa depan

Adapun tahapan analisis data disajikan pada bagan alir di **Gambar 2** dibawah ini.



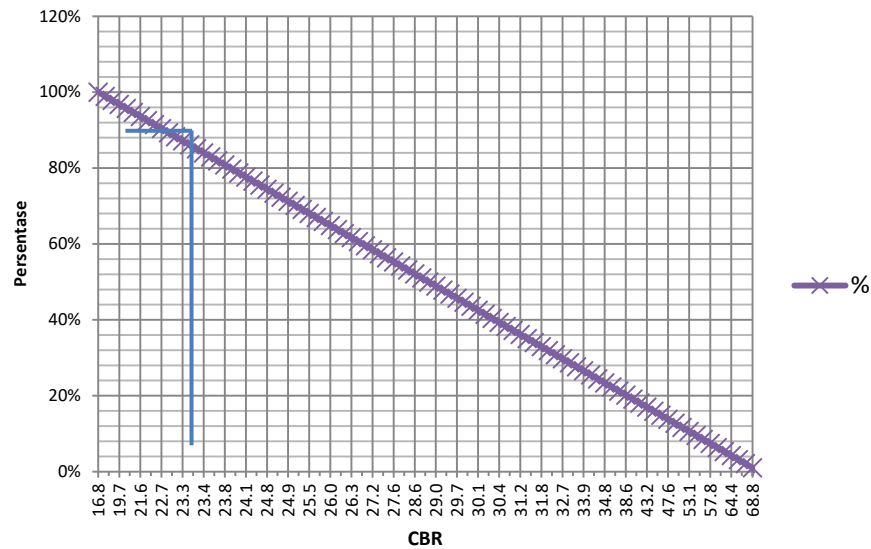
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Nilai CBR Tanah Dasar

Pengujian ini dilakukan di 94 titik dengan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan (Dirjen Bina Marga, 2017), data CBR diolah menggunakan metode grafis untuk mendapatkan nilai CBR 90%. Nilai CBR ini merupakan nilai persentil ke 10, yang mengartikan bahwa terdapat 90% dari data CBR pada segmen tersebut yang memiliki nilai lebih besar atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut atau nilai CBR yang mewakili.

Berdasarkan **Gambar 3**, didapatkan nilai CBR tanah dasar yang mewakili yakni 22,7%. Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan (Dirjen Bina Marga, 2017), karena Nilai CBR yang didapat lebih dari atau sama dengan 6% maka tidak diperlukan perbaikan tebal pada tanah dasar. Pada perencanaan perkerasan kaku nilai CBR juga digunakan pada tahap analisis fatik dan erosi.



Gambar 3. CBR 90%

3.2. Volume Lalu lintas Harian Rata-Rata

Volume lalu lintas diolah berdasarkan asal dan tujuan kendaraan yang diasumsikan akan melewati Jalan Lintas Selatan saat telah beroperasi. Data yang diperoleh dari beberapa jembatan timbang diproyeksikan ke tahun 2022 (tahun asumsi jalan telah beroperasi).

Tabel 1. Data LHR pada Tahun 2022

Jenis Kendaraan	VLHR			
	JT Sedarum	JT Rejoso	JT Rambigundam menuju Banyuwangi	JT Rambigundam menuju Surabaya
Truk 1.2 L	13	57	328	194
Truk 1.2 H	6	17	72	51
Truk 1.22	1	2	42	49
Truk 1.2-2	0	1	31	3
Truk 1.2+2.2	0	0	24	3

Data yang digunakan merupakan data yang memiliki nilai LHR terbesar, karena diasumsikan menghasilkan beban lalu lintas yang paling besar pula. Berdasarkan Tabel 1, data yang digunakan untuk tahap selanjutnya ialah data dari Jembatan Timbang Rambigundam yang menuju Banyuwangi.

3.3. 3.3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan (Dirjen Bina Marga, 2017), didapatkan faktor pertumbuhan lalu lintas (i) di Pulau Jawa sebesar 4,8%. Faktor ini digunakan untuk mendapatkan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas (R). Nilai R untuk umur rencana 20 tahun = 32,38 dan nilai R untuk umur rencana 40 tahun = 115,06.

3.4. Penentuan Jenis Perkerasan

Penentuan jenis perkerasan sesuai Manual Desain Perkerasan Jalan (Dirjen Bina Marga, 2017) ditentukan berdasarkan perhitungan kumulatif beban lalu lintas (CESA⁴). Perhitungan beban lalu lintas menggunakan volume hasil analisis pada Tabel 1.

Tabel 2. Perhitungan Beban Lalu Lintas

Tipe Kendaraan	VLHR	VDF ⁴	ESA ⁴
1.2 L	328	0,3	580.822
1.2 H	72	0,9	383.933
1.22	42	7,6	1.870.442
1.2-2	31	28,1	5.071.524
1.2+2.2	24	36,9	5.146.177
		CESA ⁴	13.052.897

Berdasarkan **Tabel 2** didapatkan beban lalu lintas >10-30 juta. Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan, maka jenis perkerasan yang dapat digunakan ialah perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR $\geq 2,5\%$) serta perkerasan lentur dengan *asphalt concrete* (AC) tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir.

3.5. Perencanaan Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur direncanakan dengan umur rencana 20 tahun dan nilai *life cycle cost* 2 kali 20 tahun menggunakan nilai pertumbuhan lalu lintas (R)=32,38. Penentuan struktur perkerasan lentur didasarkan pada kumulatif beban lalu lintas (CESA⁵). Hasil perhitungan beban lalu lintas ditampilkan pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. Perhitungan ESA⁵ umur rencana 20 tahun

Tipe Kendaraan	VLHR	VDF ⁵	ESA ⁵
1.2 L	328	0,2	387.214
1.2 H	72	0,8	341.274
1.22	42	11,2	2.756.441
1.2-2	31	64,4	11.622.994
1.2+2.2	24	90,4	12.607.437
		CESA ⁵	15.107.923

Berdasarkan **Tabel 3** didapatkan beban lalu lintas >10-20 juta. Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan (Dirjen Bina Marga, 2017), maka didapatkan ketebalan AC WC setebal 40 mm, AC BC setebal 60 mm, AC Base 145 mm dan LFA kelas A setebal 300 mm. Karena, nilai CBR tanah dasar $\geq 7\%$ maka LFA kelas A dapat disesuaikan menjadi 150 mm. Kemudian dilakukan pengecekan tabel perkerasan yang telah diperoleh dengan pedoman Pt T-01-2002-B, sehingga dapat ditentukan $W18=15.107.923$; $SO=0,45$; $IPO=4$; $IPt=2,5$; $IPf=1,5$; $\Delta PSI=1,5$; $Mr=34.050$ psi; dan $Zr=-1,282$. Dari data tersebut dicari nilai S_n (*Structural Number*) menggunakan nomogram pada Pt T-01-2002-B dan didapatkan $S_n=3,2$. Selanjutnya dicari nilai ITP, untuk menghitung ITP nilai D1 diambil dari tebal lapis permukaan=245 mm=9,65 inch dan D2 dari tebal LFA=150 mm=5,91 inch. Nilai a_1 dan a_2 didapatkan dari grafik pada Pt T-01-2002-B. Didapat nilai $ITP=3,70 > S_n=3,2$; nilai ITP harus lebih besar daripada S_n , yang menandakan ketebalan yang direncanakan (ITP) telah mencukupi dari kebutuhan (S_n) yang diperlukan. Agar tebal perkerasan lebih efisien dan

tidak boros, maka nilai ITP dibuat mendekati nilai Sn. Dicoba dengan ketebalan AC WC setebal 40 mm, AC BC setebal 60 mm, AC Base 115 mm dan LFA kelas A setebal 130 mm. Dengan langkah yang sama, dicari nilai ITP dengan nilai D1 diambil dari tebal lapis permukaan=215 mm=8,45 inch dan D2 dari tebal LFA=130 mm=5,11 inch. Nilai a1 dan a2 didapatkan dari grafik pada Pt T-01-2002-B. Didapat nilai ITP=3,23 > Sn=3,2. Sehingga, tebal perkerasan lentur dengan ketebalan AC WC setebal 40 mm, AC BC setebal 60 mm, AC Base 115 mm dan LFA kelas A setebal 130 mm dapat digunakan.

3.6. Perencanaan Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana 40 tahun. Penentuan struktur perkerasan kaku ditentukan berdasarkan pada kumulatif repetisi sumbu (HVAG). Untuk mendapatkan kumulatif repetisi sumbu terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap kelompok sumbu kendaraan niaga. Hasil analisis disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Analisis Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml h Kend (bh)	Jml h Sumbu / Kend (bh)	Jml h Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
		RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
		1	Truk 1.2 L	2,8	5,48						328	2	656	2,82
											5,48	328		
2	Truk 1.2 H	6,2	12			72	2	144	6,19	72				
											12,01	72		
3	Truk 1.22	6,3	18,8			42	3	126	6,25	42				
													18,8	42
4	Truk 1.2-2	4,7	10,7	10,74		31	3	93	4,72	31				
											10,74	31		
											10,74	31		
5	Truk 1.2+2.2	5,7	8,79	8,478	8,478	24	4	96	5,65	24				
											8,79	24		
											8,48	24		
											8,48	24		
Total								1115	496		532	42		

Pada **Tabel 4** didapatkan jumlah sumbu kendaraan niaga harian (JSKNH) sebanyak 1.115 buah. Maka, dapat diperoleh jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana = $365 \times \text{JSKNH} \times R = 46.826.544$. Untuk mendapatkan nilai JSKN rencana perlu dikalikan dengan koefisien c (0,5 untuk tipe jalan 2/2 UD), sehingga didapat nilai JSKN selama umur rencana sebesar 23.413.272. Nilai JSKN selanjutnya digunakan untuk mendapatkan repetisi sumbu yang terjadi.

Tabel 5. Repetisi Sumbu yang Terjadi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi yang Terjadi
STRT	2,82	328	0,66	0,53	23.413.272	8.185.974
	6,19	72	0,15	0,53	23.413.272	1.803.689
	6,25	42	0,08	0,53	23.413.272	1.040.590
	4,72	31	0,06	0,53	23.413.272	763.099
	5,65	24	0,05	0,53	23.413.272	589.668
Total		496	1			
STRG	5,48	328	0,82	0,43	23.413.272	8.185.974
	12,01	72	0,18	0,43	23.413.272	1.803.689
	10,74	31	0,08	0,43	23.413.272	763.099
	10,74	31	0,08	0,43	23.413.272	763.099
	8,79	24	0,06	0,43	23.413.272	589.668
	8,48	24	0,06	0,43	23.413.272	589.668
	8,48	24	0,06	0,43	23.413.272	589.668
Total		400	1,00			
STdRG	18,75	42	1,00	0,04	23.413.272	1.040.590
Total		42	1,00			
Kumulatif		937				26.708.473

Pada **Tabel 5** didapatkan kumulatif repetisi sumbu <43 juta, berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan, untuk jalan dengan beban lalu lintas berat struktur perkerasan kaku yang dapat digunakan yakni tebal pelat beton 295 mm, lapis pondasi Lean Mix Concrete (LMC) 100 mm, dan lapis drainase 150 mm. Dengan tie bars diameter 16 mm dan panjang 450 mm serta dowel diameter 36 mm (Saodang, 2005). Kemudian dilakukan pengecekan ketebalan terhadap fatik dan erosi dengan pedoman Pd T-14-2003. Berdasarkan Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003), tebal pelat beton dapat digunakan apabila hasil analisis fatik dan erosi lebih kecil atau mendekati 100%. Didapatkan hasil analisis fatik dan erosi sebesar 0%, yang menandakan bahwa pelat beton mampu menahan terjadinya retak fatik tarik lentur pada pelat beton dan mampu menahan terjadinya erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar, namun memiliki tebal pelat yang boros. Agar tebal perkerasan efisien dan tidak boros, direncanakan pelat beton dengan hasil analisis fatik dan erosi yang mendekati 100%. Dicoba menggunakan pelat beton 195 mm, LMC 100 mm dan lapis drainase 150 mm dengan hasil analisis fatik dan erosi tertera pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Analisis Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan Erosi		Analisa Fanatik		Analisa Erosi	
	Ton	kN			Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	% Rusak		
STRT	2,82	28,22	15,52	8.185.973,5 3	TE	0,89	TT	-	TT	-
	6,19	61,88	34,03	1.803.689, 08	FRT	0,20	TT	-	TT	-
	6,25	62,50	34,38	1.040.589, 86	FE	1,78	TT	-	TT	-
	4,72	47,16	25,94	763.099,23			TT	-	TT	-
	5,65	56,52	31,09	589.667,58			TT	-	TT	-

Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan Erosi		Analisa Fanatik		Analisa Erosi		
	Ton	kN					Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	% Rusak	
STRG	5,48	54,78	15,06	8.185.973,5 ₃	TE	1,36	TT	-	TT	-	
	12,01	120,12	33,03	1.803.689,08	FRT	0,30	2.000.000	90,18	2.500.000	72,15	
	10,74	107,42	29,54	763.099,23	FE	2,38	TT	-	10.000.000	7,63	
	10,74	107,42	29,54	763.099,23			TT	-	10.000.000	7,63	
	8,79	87,92	24,18	589.667,58			TT	-	TT	-	
	8,48	84,78	23,31	589.667,58			TT	-	TT	-	
	8,48	84,78	23,31	589.667,58			TT	-	TT	-	
STdRG	18,75	187,50	4,30	1.040.589,86	TE	1,14	TT	-	TT	-	
					FRT	0,25					
					FE	2,43					
							∑ Analisis Fatik	90,18	∑ Analisis Erosi	87,41	

Berdasarkan hasil analisis pada **Tabel 6**, didapatkan hasil analisis fatik dan erosi telah mendekati 100% yang menandakan bahwa selama umur rencana pelat beton diasumsikan mampu menahan terjadinya retak fatik pada pelat beton hingga kerusakan 90,18% dan mampu menahan terjadinya erosi pada pondasi bawah hingga kerusakan 87,41%. Maka, tebal pelat beton 195 mm dianggap memiliki ketebalan paling efisien dan memenuhi syarat sebagai perkerasan kaku.

3.7. Perhitungan nilai Life Cycle Cost

3.7.1. Perhitungan RAB

Dengan mengalikan volume perkerasan dengan AHSP Provinsi Jawa Timur didapatkan biaya awal konstruksi perkerasan lentur senilai Rp65.904.024.116 dan perkerasan kaku senilai Rp59.728.962.641. Didapatkan biaya konstruksi perkerasan lentur lebih mahal dibanding perkerasan kaku. Hal ini disebabkan karena perkerasan lentur memiliki lapisan lebih banyak yakni LPA, AC Base, lapis resap pengikat/*prime coat*, AC BC, lapis perekat/*tack coat* dan AC WC sedangkan perkerasan kaku hanya terdiri atas lapisan drainase, LMC dan pelat beton.

3.7.2. Perhitungan Life Cycle Cost

Nilai *life cycle cost* didapatkan dari penjumlahan biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan di masa yang akan datang selama umur rencana. Asumsi kebutuhan biaya pemeliharaan perkerasan lentur dan kaku didapatkan dari perhitungan biaya pada Jalan Kabupaten Demak Indramayu oleh PT. Blantickindo Aneka. Didapatkan biaya pemeliharaan untuk setiap jenis perkerasan adalah sebagai berikut:

- Perkerasan Lentur

Pada perkerasan lentur pemeliharaan jalan terdiri atas pemeliharaan rutin setiap 1 tahun sekali, pemeliharaan berkala setiap 5 tahun sekali dan rekonstruksi setiap 15 tahun sekali. Diasumsikan pemeliharaan rutin membutuhkan biaya sebesar 2,3% dari total biaya konstruksi. Pemeliharaan berkala meliputi pelapisan ulang (*overlay*) satu lapis AC-WC setebal 4 cm selebar dan sepanjang jalan, diasumsikan membutuhkan biaya jumlah

harga AC-WC dan lapis perekat/*tack coat*. Sedangkan rekontruksi diasumsikan dilakukan pada lapis AC-WC, AC-BC dan AC Base.

- Perkerasan Kaku

Pada perkerasan kaku hanya dilakukan pemeliharaan rutin setiap 1 tahun sekali dan pemeliharaan berkali setiap 10 tahun sekali. Hal ini disebabkan perkerasan kaku cenderung membutuhkan pemeliharaan yang minimum. Pemeliharaan rutin meliputi pengisian celah atau retak permukaan (*sealing*) diasumsikan membutuhkan biaya sebesar 0,39% dari total biaya konstruksi. Pemeliharaan berkala meliputi pengisian celah atau retak permukaan maupun *partial depth repair* yang diasumsikan sebesar 42,4% dari total biaya konstruksi.

Tabel 7. Perbandingan Tiap Jenis Perkerasan

	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Konstruksi	Rp65.904.024.116	Rp59.728.962.641
Pemeliharaan Rutin	Rp1.515.792.555	Rp232.942.954
Pemeliharaan Berkala	Rp10.777.124.777	Rp25.325.080.160
Rekontruksi	Rp52.137.904.138	-

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan, perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana 40 tahun, sehingga didapat nilai life cycle cost sebesar Rp169.415.229.636. Sedangkan perkerasan lentur lapisan aspal direncanakan dengan umur rencana 20 tahun. Agar sebanding dengan perkerasan kaku, maka nilai life cycle cost perkerasan lentur perlu diasumsikan dua kali umur rencana, sehingga didapatkan nilai sebesar Rp349.251.966.920.

3.7.3. Perhitungan Discounted Life Cycle Cost

Discounted life cycle cost perkerasan jalan diperoleh dengan cara menjumlahkan biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan yang telah dihitung nilai *future*nya menggunakan tingkat nilai inflasi Indonesia sejak 2019 sampai dengan 2020 yakni sebesar 2,67% dengan rumus 3, kemudian nilai tadi di*present* kembali menggunakan suku bunga Indonesia sejak 2019 sampai dengan 2020 sebesar 5,05% dengan rumus 4. Sehingga, didapatkan nilai *discounted life cycle cost* perkerasan kaku selama umur rencana 40 tahun sebesar Rp64.501.092.789. Agar sebanding dengan perkerasan kaku, maka nilai *discounted life cycle cost* perkerasan lentur perlu diasumsikan dua kali umur rencana, sehingga nilai *discounted life cycle cost* perkerasan lentur selama umur rencana sebesar Rp162.834.408.862.

Tabel 8. Perbandingan Tiap Jenis Perkerasan

Biaya	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
<i>Life Cycle Cost</i>	Rp349.251.966.920	Rp169.415.229.636
<i>Discounted Life Cycle Cost</i>	Rp162.834.408.862	Rp64.501.092.789

Berdasarkan **Tabel 8**, dapat disimpulkan bahwa selama umur rencana 40 tahun, biaya yang dibutuhkan perkerasan lentur lebih besar dibanding perkerasan kaku. Ditinjau dari perbedaan biaya konstruksi, penelitian ini menghasilkan hasil yang sama dengan penelitian terdahulu yang mengatakan biaya konstruksi perkerasan lentur lebih mahal daripada perkerasan kaku (Nurahmi & Kartika, 2012). Hal ini terjadi karena perkerasan lentur memiliki lebih banyak lapisan daripada perkerasan kaku. Menurut Suryaman (2016), kekuatan perkerasan pada perkerasan lentur diperoleh dari tebal masing-masing lapisannya. Karena modulus elastis/kekakuan perkerasan lentur cenderung lebih rendah daripada perkerasan kaku, maka dibutuhkan kekuatan yang tinggi pada masing-masing lapisan untuk mendistribusikan tegangan dari beban roda dan menyebarkan kelapisan bawahnya. Namun,

penelitian ini memiliki hasil yang berbeda dengan penelitian lain yang mengatakan bahwa perkerasan kaku memiliki biaya konstruksi lebih mahal daripada perkerasan lentur (Satria, 2016). Perbedaan ini terjadi karena peneliti tidak memasukkan biaya untuk kebutuhan lapis resap pengikat/*prime coat* dan lapis perekat/*tack coat* pada perhitungan biaya konstruksi perkerasan lentur. Sehingga, mengakibatkan biaya konstruksi kaku menjadi lebih mahal. Ditinjau dari biaya pemeliharaan, perkerasan lentur juga cenderung memiliki lebih banyak tahapan pemeliharaan jalan dengan periode waktu yang lebih sering daripada perkerasan kaku. Berdasarkan konsep dasar konstruksi perkerasan kaku oleh Kementerian PUPR (Kementerian PUPR, 2017), hal ini terjadi karena perkerasan kaku mempunyai modulus elastis/kekakuan jauh lebih tinggi daripada perkerasan lentur. Dengan modulus elastis yang lebih besar, perkerasan kaku mampu menyebarkan beban yang lebih tinggi daripada perkerasan lentur, sehingga lendutan yang terjadi lebih kecil. Oleh karena itu, perkerasan kaku cenderung membutuhkan pemeliharaan yang minimum. Akibatnya, perkerasan kaku memiliki nilai *discounted life cycle cost* lebih rendah dibandingkan perkerasan lentur (Wahidaturrohman et al., 2019). Namun, memiliki hasil yang berbeda dengan penelitian lain yang mengatakan bahwa nilai *discounted life cycle cost* perkerasan kaku lebih mahal daripada perkerasan lentur (Betamal, 2015). Perbedaan tersebut disebabkan oleh biaya pemeliharaan yang mahal dikarenakan risiko ditanggung oleh kontraktor pada kontrak berbasis kinerja. Oleh karena itu, nilai *life cycle cost* untuk perkerasan lentur maupun kaku di setiap proyek tidak akan sama.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan setiap jenis perkerasan dan perhitungan biaya yang dibutuhkan selama umur rencana, maka dapat diambil kesimpulan berikut:

1. Hasil ketebalan perkerasan untuk setiap jenis perkerasan didapatkan struktur perkerasan lentur terdiri atas lapis pondasi agregat kelas A 130 mm, AC Base 115 mm, AC BC 60 mm dan AC WC 40 mm, sedangkan struktur perkerasan kaku terdiri dari lapisan drainase 150 mm, LMC 100 mm, dan pelat beton 195 mm dengan tie bars diameter 16 mm serta dowel diameter 36 mm.
2. Hasil perhitungan nilai *discounted life cycle cost* selama umur rencana untuk perkerasan lentur senilai Rp162.834.408.862 dan perkerasan kaku senilai Rp64.501.092.789. Maka, dapat disimpulkan perkerasan lentur membutuhkan biaya 2,5 kali lebih banyak daripada perkerasan kaku. Perbedaan biaya disebabkan karena beberapa faktor, yakni perkerasan lentur cenderung memiliki lebih banyak lapisan yang mengakibatkan biaya konstruksi menjadi lebih mahal serta jenis pemeliharaan jalan selama umur rencana pada perkerasan lentur lebih banyak dan memiliki periode waktu yang lebih sering daripada perkerasan kaku, sehingga membutuhkan biaya pemeliharaan yang lebih mahal. Maka dapat disimpulkan perkerasan kaku merupakan perkerasan yang paling efisien digunakan di lokasi proyek ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Betamal, F. N. (2015). *Analisa Life Cycle Cost Perkerasan Kaku Dan Lentur Jalan Nasional (Studi Kasus: Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan)*. Disertasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah. (2003). *Pd T-14-2003 : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*.
- Dirjen Bina Marga. (2017). *Manual Perkerasan Jalan*. [https://binamarga.pu.go.id/v3/assets/files/NSPK/pembangunan_jalan/2017_SE_DIRJEN MANUAL_DESAIN PERKERASAN JALAN \(REVISI 2017\) \(STEMPEL\) FINAL.pdf](https://binamarga.pu.go.id/v3/assets/files/NSPK/pembangunan_jalan/2017_SE_DIRJEN_MANUAL_DESAIN_PERKERASAN_JALAN_(REVISI_2017)_STEMPEL_FINAL.pdf)
- Kementerian PUPR. (2017). *Modul 1. Konsep Dasar Konstruksi Perkerasan Kaku*.

- Nurahmi, O., & Kartika, A. A. G. (2012). Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), E63–E68.
- Prayogo, A., Suprayitno, H., & Budianto, H. (2018). Penentuan Kriteria Dalam Pemilihan Jenis Perkerasan Pada Dataran Tinggi Di Kabupaten Trenggalek. *Journal of Civil Engineering*, 33(1), 27. <https://doi.org/10.12962/j20861206.v33i1.4565>
- Saodang, H. (2005). *Konstruksi Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Satria, R. A. (2016). *Studi Analisa Perbandingan Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Ajung Kabupaten Jember*. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Suryaman, D. (2016). *Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur Menurut Metode Aasho Pada Jalan Teuku Iskandar Daod Area Kampus Utu Kabupaten Aceh Barat*. Disertasi, Universitas Teuku Umar Meulaboh.
- Wahidaturrohmah, K., Hasanuddin, A., & Kriswardhana, W. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan pada Ruas Jalan Tol Gempol – Pasuruan STA 13+900 sampai dengan STA 20+500 dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 3(1), 93–103.