

ANALISIS PEMILIHAN PERKERASAN LENTUR DAN KAKU BERDASARKAN *LIFE CYCLE COST* ANALYSIS DI KOTA KEDIRI

Analysis Of Rigid And Flexible Pavement Selection Based On Life Cycle Cost Analysis In Kediri City

Galang Chesar Hendriansyah

S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Email : galang.18030@mhs.unesa.ac.id

Ari Widayanti

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Email : ariwidayanti1973@gmail.com

ABSTRAK

Perencanaan konstruksi jalan penting dilakukan untuk pembangunan infrastruktur yang merupakan kebutuhan dasar sebagai fasilitas agar perekonomian berfungsi dengan baik. Pembangunan konstruksi jalan memerlukan investasi biaya awal yang besar. Perhitungan biaya selama siklus hidup memerlukan biaya konstruksi dan biaya perawatan dan rehabilitasi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tebal perkerasan, biaya selama siklus hidup, dan rekomendasi perkerasan yang layak untuk ruas jalan Kota Kediri. Metode menggunakan pedoman Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan biaya selama siklus hidup dalam 20 tahun kedepan. Hasil yang diperoleh tebal perkerasan lentur 39,5 cm dengan AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, AC-base 8 cm, dan agregat kelas A tebal 21,5 cm. Tebal perkerasan kaku 27,5 cm dan tebal beton kaku 10 cm dengan perkerasan kaku beton bersambung tanpa tulangan berkekuatan 30 MPa. Biaya konstruksi pada perkerasan lentur sebesar Rp 4.836.032.057 lebih hemat dibandingkan pada perkerasan kaku sebesar Rp 5.385.116.789. Biaya perawatan dan rehabilitasi perkerasan kaku memiliki biaya paling kecil Rp 1.629.662.892 dibandingkan perkerasan lentur sebesar Rp 8.780.362.112. Total biaya selama siklus hidup perkerasan kaku lebih hemat Rp 7.014.779.681 dibanding perkerasan lentur sebesar Rp 13.616.394. Perkerasan kaku lebih layak untuk diaplikasikan pada ruas jalan perkotaan Kota Kediri.

Kata Kunci: Bina Marga 2017, LCCA, Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku.

ABSTRACT

Road construction planning is important for infrastructure development which is a basic requirement as a facility for the economy to function properly. Road construction requires a large initial investment. Calculation of costs over the life cycle requires construction costs and maintenance and rehabilitation costs. The purpose of this study was to determine the thickness of the pavement, costs during the life cycle, and recommendations for proper pavement for the Kediri City roads. The method uses the 2017 Road Pavement Design Manual guidelines and costs over the life cycle in the next 20 years. The results obtained are 39.5 cm thick flexible pavement with 4 cm AC-WC, 6 cm AC-BC, 8 cm AC-base, and 21.5 cm thick class A aggregate. The thickness of the rigid pavement is 27.5 cm and the thickness of the thin concrete is 10 cm with a continuous concrete rigid pavement without reinforcement with a strength of 30 MPa. Construction costs on flexible pavements amounting to IDR 4,836,032,057 are more economical than those on rigid pavements amounting to IDR 5,385,116,789. The cost of maintaining and rehabilitating rigid pavements costs at least IDR 1,629,662,892 compared to flexible pavements of IDR 8,780,362,112. The total cost during the life cycle of a rigid pavement is Rp. 7,014,779,681 more efficient than a flexible pavement of Rp. 13,616,394. Rigid pavement is more feasible to be applied to urban roads in the City of Kediri..

Keywords: Bina Marga 2017, Flexible Pavement, Rigid Pavement, LCCA.

PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi yang memiliki peranan penting dalam suatu perkembangan ekonomi di suatu daerah maupun perkotaan (Widayanti, dkk., 2018). Dalam artian jalan

yang ditingkatkan itu mampu menampung volume lalu lintas dengan kecepatan kendaraan sesuai kebutuhan serta memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna. Seiring dengan meningkatnya perkembangan sektor perekonomian dan sektor perindustrian, maka

semakin bertambahnya kebutuhan akan adanya sarana dan prasarana transportasi jalan yang baik serta memiliki manfaat dalam jangka panjang.

Kota Kediri memiliki industri rokok terbesar di Indonesia dan daerah dengan populasi terbanyak nomor tiga di Jawa Timur. Hal ini membutuhkan jalan raya untuk kelancaran perekonomian dan pendistribusian barang. Pada umumnya dalam perencanaan konstruksi jalan memiliki masa layan tertentu sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lalu lintas semisal 10 tahun sampai dengan 20 tahun (Kementerian PUPR, 2017)

Perkerasan jalan yang biasa digunakan adalah perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai pengikat. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat (Rachmayati, 2014). Perkerasan jalan di Indonesia kebanyakan menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Pemilihan konstruksi perkerasan ini disebabkan oleh karena biaya pembangunan (*initial cost*). Hal ini memerlukan *life cycle cost analysis* (LCCA) sehingga apa yang dihasilkan tepat sasaran dan ekonomis. LCCA merupakan teknik untuk mengevaluasi secara ekonomi terhadap alternatif opsi investasi jangka panjang yang digunakan dalam membuat keputusan berinvestasi.

LCCA dari perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada jalan di negara Bangladesh didapatkan bahwa perkerasan kaku (*rigid pavement*) layak secara ekonomi dan berkelanjutan terutama di negara berkembang yang menghadapi cuaca iklim tropis ekstrim (Hamim, Aninda, and Hoque. 2020). Sedangkan penelitian yang serupa pada Ruas Jalan di perkotaan India menghasilkan prosentase perhitungan perkerasan kaku (*rigid pavement*) 5% lebih menguntungkan (Ashok & Ashwini, 2017). Penelitian penelitian yang dilakukan di Islandia menggunakan LCCA lebih ekonomis jika menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) (Scheving, 2011).

Lebih lanjut pada penelitian serupa dengan metode LCCA di Jalur Lintas Selatan Jarit-Puger mendapatkan hasil perkerasan kaku (*rigid pavement*) membutuhkan biaya lebih hemat (Swandari, dkk . 2021) Sedangkan pada penelitian di jalan Balong-Plosokerep mendapatkan hasil LCCA perkerasan kaku (*rigid pavement*) lebih hemat (Muhammad, 2021). Pada ruas Jalan Tol Gempol-Pasuruan dilakukan penelitian yang serupa dan mendapatkan hasil perkerasan kaku (*rigid pavement*) memiliki nilai LCCA paling minimum (Kamila Wahidaturrohman , Akhmad Hasanuddin, 2019). Kesimpulan dari semua penelitian menyatakan bahwa perkerasan kaku (*rigid pavement*) menjadi jenis

perkerasan dengan yang direkomendasikan berdasarkan metode LCCA.

Berdasarkan kajian diatas, maka timbul ide untuk menentukan alternatif desain strategis pemilihan jenis perkerasan pada Ruas Jalan Kota Kediri dengan LCCA pada perencanaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Hasil analisis LCCA didapatkan desain perkerasan yang paling efektif dan efisien selama umur rencana. Analisis LCCA menggunakan komponen utama, yakni : biaya konstruksi, biaya pemeliharaan dan rehabilitas. Penggunaan LCCA disesuaikan dengan aturan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (Kementerian PUPR, 2017).

METODE

Penelitian dilakukan pada lokasi ruas jalan Lenjen Suparman, jalan Erlangga, jalan Brigadir Jendral Katamso, dan jalan Letjend. Mt. Haryono Kota Kediri dengan panjang 5 km, lebar 10 m (**gambar 1**). Perencanaan yang akan dilakukan dalam penelitian memiliki lebar jalan berukuran 10 m dan tipe jalan 2 lajur 1 arah dan tidak terbagi atau 2/1 UD.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode yang dilakukan untuk merencanakan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada penelitian ini dengan manual desain perkerasan tahun 2017 (Kementerian PUPR, 2017). Penggunaan metode ini dipilih karena metode terbaru untuk merencanakan perkerasan jalan di Indonesia. Merencanakan jenis dan tebal perkerasan jalan berdasarkan metode ini dibutuhkan data beban lalu lintas dan nilai CBR tanah dasar. Perencanaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) diperoleh dari jumlah beban lalu lintas (*ESA/Equivalent Standard Axle*) setiap sumbu kendaraan. Nilai ESA yang diperoleh, ESA4 digunakan untuk menentukan jenis perkerasan, sedangkan nilai ESA5 digunakan untuk menentukan struktur perkerasan lentur. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai ESA pada persamaan [1].

$$ESA = LHR \times VDR \times 365 \times R \times DD \times DL$$

Dengan

- LHR = Lalu lintas harian
- VDR = Vehicle damage factor
- DD = Faktor distribusi arah
- DL = Faktor distribusi jalur
- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) beban lalu lintas tidak menggunakan nilai ESA, melainkan nilai HVAG (*Heavy Vehicle Axle Group*) atau kelompok sumbu kendaraan niaga sesuai dengan pedoman Pd-T-14-2003 (Ditrekotorat Jendral Bina Marga, 2003), dengan rumus nilai jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) pada persamaan [2]:

$$JKSN = 365 \times JSKNH \times R$$

Dengan

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

Beberapa penelitian yang telah melakukan perbandingan nilai *life cycle cost* terhadap perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexible pavement*) karena jenis perkerasan tersebut yang paling umum digunakan di Indonesia. Seperti penelitian dari (Swandari,dkk., 2021 ; Kamila Wahidaturrohmah , Akhmad Hasanuddin, 2019 ; Betamal, 2015) melakukan penelitian dengan menggunakan metode *present worth*. Metode ini memiliki beberapa variabel yakni biaya

konstruksi dan biaya pemeliharaan, dengan memproyeksikan semua arus kas pada saat sekarang atau nilai sekarang. Penelitian ini menggunakan metode *present worth* untuk mengukur nilai suatu proyek pada saat sekarang. Hal yang dilakukan yaitu menghitung nilai *future* terlebih dahulu dari biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan dengan rumus dari persamaan [3]:

$$F = P (1 + i)^n$$

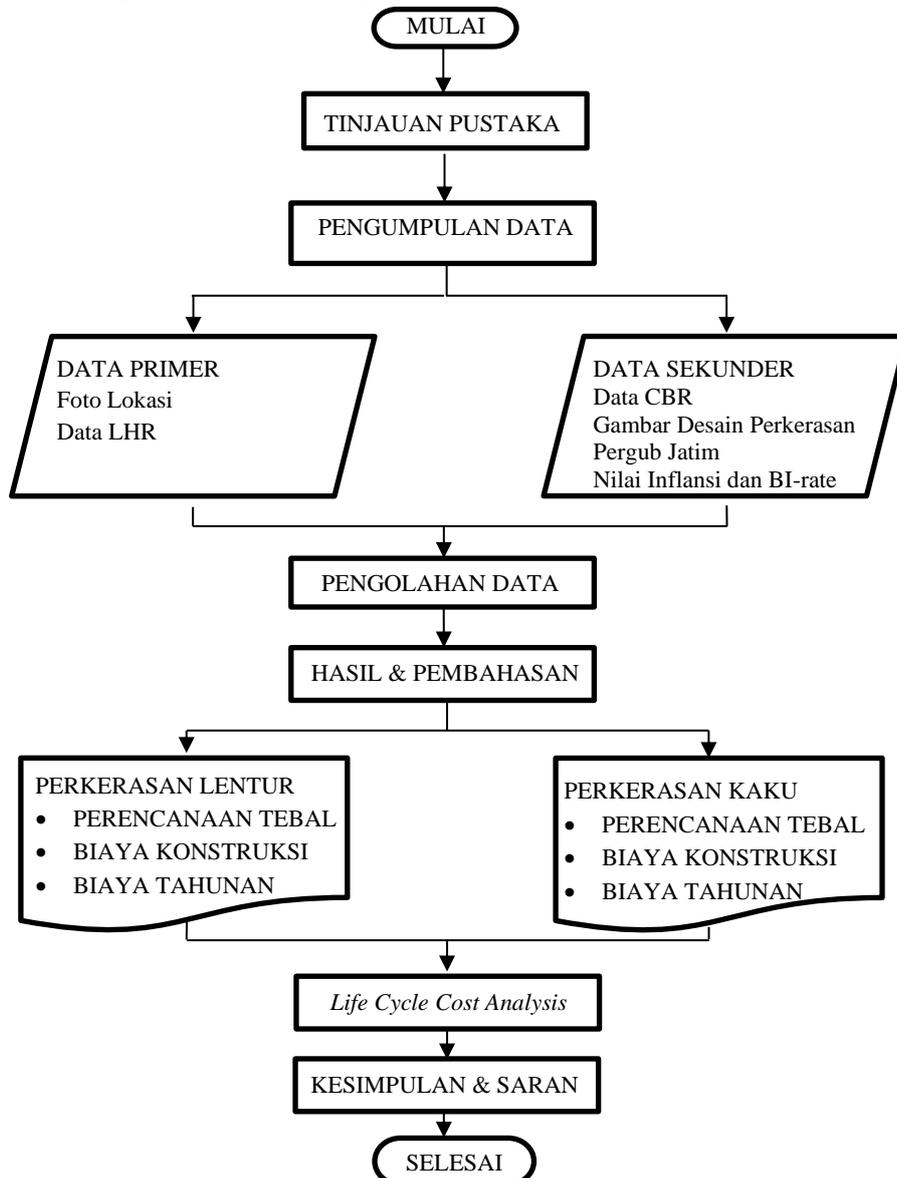
Setelah nilai yang telah *future* kemudian di *present* kembali menggunakan rumus dari persamaan [4]:

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

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

Tahapan analisis data penelitian disajikan pada bagan alir di **gambar 2** berikut.

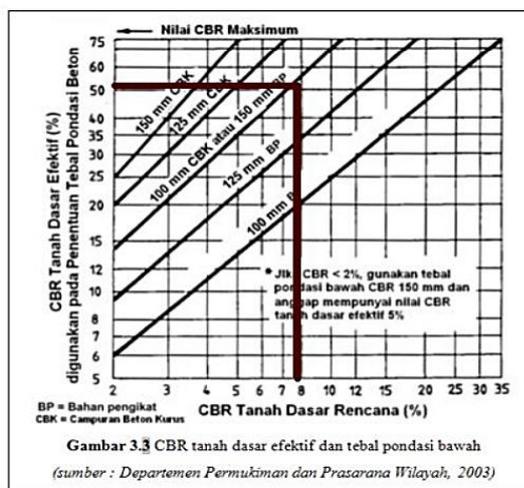


Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai CBR Tanah Dasar

Nilai CBR didapatkan dari hasil pengujian dengan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Nilai CBR tanah dasar yang direncanakan yakni 7,76% berdasarkan hasil wawancara dengan Dinas Perhubungan Kota Kediri. Karena nilai CBR yang didapat melebihi atau sama dengan 6% maka tidak diperlukan perbaikan tebal pada tanah dasar. Tebal pondasi yang sudah diperoleh sebelumnya maka didapat nilai CBR tanah dasar efektif sebesar 50%. Perencanaan perkerasan kaku nilai CBR juga digunakan pada tahap analisis fatik dan erosi.



Gambar 3. Penentuan CBR Tanah Efektif Yang Digunakan (Dishub Kota Kediri, 2019)

Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Volume lalu lintas diolah berdasarkan hasil pemutakhiran data dari Dinas PUPR Kota Kediri tahun 2019 pada Jalan Pahlawan Kusuma Bangsa sampai Jalan Brawijaya, Kota Kediri. Diperoleh hasil pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Data LHR pada Tahun 2022

NO	Golongan	V LHR
1.	Sepeda Motor	8.230
2.	Mobil Pribadi	5.980
3.	Mobil Barang	988
4.	Truk 2 sumbu 4 roda	299
5.	Truk 2 sumbu 6 roda	103
	Total	15.600

sumber : Dinas PUPR Kota Kediri (2022).

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Penelitian di daerah Jawa Timur, nilai faktor pertumbuhan lalu lintas (*i*) sebesar 3,5% lebih kecil dari peraturan di Manual Desain Perkerasan Jalan nomor 4 tahun 2017 yaitu 4,8% (Ardiyana, 2019). sehingga dalam penelitian ini, angka faktor pertumbuhan lalu

lintas pada masa sekarang dan yang masa yang akan datang selama 20 tahun dihitung sebagai berikut.

$$R = \frac{(1 + i)^{UR} - 1}{i}$$

$$= \frac{(1 + 0,048)^{20} - 1}{0,048}$$

$$= 32,39$$

Faktor Lajur Lalu Lintas

Faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL) pada penelitian ini adalah 0,5 untuk faktor distribusi arah (DD) dan untuk faktor distribusi lajur (DL) yaitu memiliki nilai 1 karena terdapat 1 lajur pada satu arah.

Perencanaan Perkerasan Lentur

Dalam perhitungan perkerasan lentur faktor ekivalen beban (*vehicle damage factor*) perlu diketahui untuk gambaran dari beban sumbu kendaraan dan konfigurasi sumbu kendaraan yang ada. Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 VDF dibagi menjadi VDF₄ dan VDF₅, sehingga menghasilkan nilai Beban Sumbu Standar Kumulatif atau *Cumulative Equivalent Standart Axle* (CESA) menjadi CESA₄ dan CESA₅. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh akan diketahui jenis perkerasan dengan CESA₄ dan tebal perkerasan dengan CESA₅. Maka dapat dihitung nilai CESA₄ dalam periode umur rencana 20 tahun sebagai berikut

Tabel 2. Perhitungan nilai ESA₄

gol.kend	VLHR	VDF ₄	CESA ₄
1	8.230	0	0
2	5.980	0	0
4	988	0	0
5b	299	0,55	968.542,465
61	103	4	2.458.289,6
			CESA ₄
			3.426.832,06

Dari perhitungan diatas maka diperoleh hasil nilai CESA₄ adalah 3.426.832,06. Maka, dilakukan penentuan jenis perkerasan lentur memperoleh AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir (Bagan Desain 3A) dengan (ESA pangkat 4).

Selanjutnya pada perhitungan nilai CESA₅ dengan periode umur rencana 20 tahun sebagai berikut.

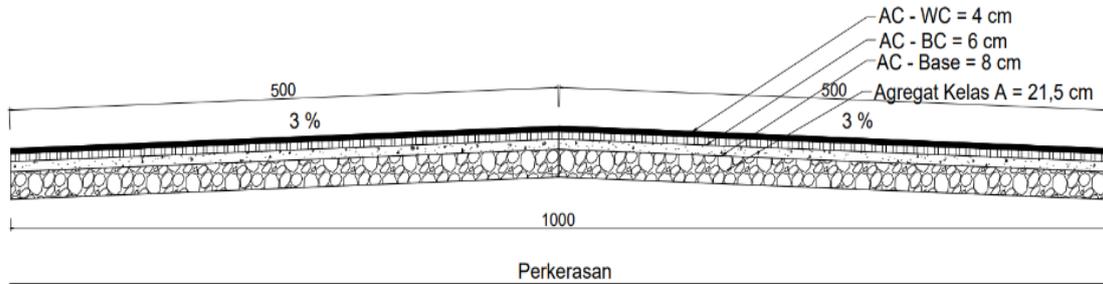
Tabel 3. Perhitungan nilai CESA₅

gol.kend	VLHR	VDF ₅	CESA ₅
1	8.230	0	0
2	5.980	0	0
4	988	0	0
5b	299	0,5	880.493,15
61	103	4	2.458.289,6
			CESA ₅
			3.338.782,75

Diperoleh perhitungan nilai CESA₅ sebesar 3.338.782,75. Berdasarkan hasil dari CESA₄ desain perkerasan menggunakan Bagan Desain 3A, akan tetapi syarat nilai CESA₅ tidak memenuhi, yaitu tidak sesuai

dengan daerah perkotaan dengan beban nilai $CESA_5 \geq 2$ juta. Maka digunakan Bagan Desain 3B. Pada bagan desain 3B nilai $CESA_5$ memenuhi, maka nilai $CESA_5$ dimasukkan dan mendapatkan tebal perkerasan lentur; AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 8 cm, dan LPA Kelas A = 30 cm. Setelah diketahui tebal LPA kelas A, maka perlu dilakukan penyesuaian tebal menggunakan bagan desain 3C Penyesuaian Tebal Lapis Pondasi Agregat A Untuk Tanah Dasat CBR

Lebih Dari 7% (Hanya Untuk Bagan Desain 3 B). Hal ini dapat dilakukan pengurangan untuk *subgrade* dengan daya dukung lebih tinggi dan struktur perkerasan dapat mengalirkan air dengan baik, serta untuk menghemat anggaran biaya konstruksi jalan. Berdasarkan nilai $CESA_5$ sebesar 6.534.559,23 dan nilai CBR 7,76% maka didapatkan tebal lapis pondasi kelas A menjadi 21,5 cm.

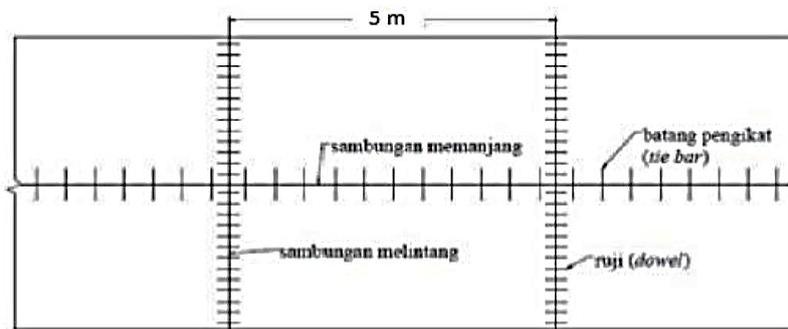


Gambar 4. Hasil Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur

Perencanaan Perkerasan Kaku

Perencanaan perkerasan kaku menggunakan jenis beton bersambung tanpa tulangan (BBTT) yang mempunyai jarak antar sambungan beton 5 m. perencanaan perkerasan kaku ini sambungan melintang

menggunakan *ruij* atau dowel, sedangkan pada sambungan memanjang menggunakan batang pengikat atau *tie bar*. Umur rencana perkerasan kaku 20 tahun. Berikut ilustrasi gambar rencana perkerasan kaku.



Gambar 5. Tmpak Atas Perkerasan Kaku Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)

Penentuan pada struktur perkerasan lentur dari distribusi kelompok jumlah sumbu kendaraan niaga (JKSN). Kelompok kendaraan tersebut mempunyai berat minimal 5 ton. data konfigurasi beban sumbu dan

jumlah sumbu kendaraan dikelompokkan menjadi tiga yaitu Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT), Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG), Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG). Berikut hasil analisis penelitian.

Tabel 4. Analisis Distribusi Kelompok Kendaraan Niaga

Gol	Jenis kendaraan	P (ton)	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml kend (bh)	Jml sumbu per kend	Jml sumbu per kend (bh)	STRT		STRG	
			RD	RB	RDG	RGB				BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	$j = h \times i$	$k = d$	$m = h$	$n = e$	$o = h$
1	Sepeda motor	0	-	-	-	-	8.230	-					
2 dan 3	Mobil Pribadi	2	1	1	-	-	5.980	-					
4	Mobil Barang	4	2	2	-	-	988	-	596	2,822	298		
6a	Truk 2 sumbu 2 roda	8,3	2,822	5,478	-	-	299	2		5,478	298		

Gol	Jenis kendaraan	P (ton)	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml kend (bh)	Jml sumbu per kend	Jml sumbu per kend (bh)	STRT		SRTG	
			RD	RB	RDG	RGB				BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)
6b	Truk 2 sumbu 6 roda	18,2	6,188	12,012	-	-	103	2	108	6,188	104	12,012	104
								Total	804		700		104

Analisis pada tabel diatas menghasilkan jumlah sumbu kendaraan niaga harian (JSKNH) sebanyak 804 buah. Maka pada perhitungan nilai sumbu kendaraan niaga (JSKN) rencana selama umur rencana 20 tahun

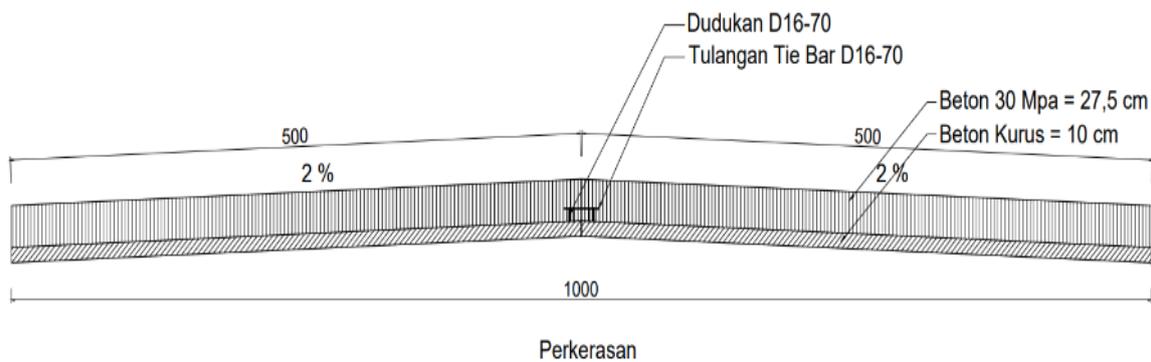
dikalikan koefisien c (0,5 untuk tipe jalan 2/2 UD) sehingga didapatkan nilai JSKN 4.752.584,7. Kemudian pada nilai JSKN rencana digunakan untuk mendapatkan repetisi sumbu yang terjadi.

Tabel 5. Perhitungan Repetisi Sumbu Yang Terjadi

jenis sumbu	beban sumbu (ton)	jml sumbu	proporsi beban	proporsi sumbu	JSKN	repetisi yang terjadi
(a)	(b)	(c)	(d = b/c)	(e = h/j)	(f)	(g = d x e x f)
STRT	2,822	298	0,426	0,871	4.752.584,7.	1.760.986,30
	5,478	298	0,426	0,871	4.752.584,7.	1.760.986,30
	6,188	104	0,149	0,871	4.752.584,7.	614.572,40
Jumlah (h)		700	1			
STRTG	12,012	104	1	0,129	4.752.584,7.	614.572,40
Jumlah (i)		104	1			
Total (j)		804				4.752.584,7

Hasil tab diatas menghasilkan kumulatif repetisi sumbu <8,6, berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 diperoleh struktur perkerasan kaku yang dapat digunakan yakni tebal pelat beton 275 mm dengan lapis pondasi *Lean Mix Concrete* (LMC) 100 mm dan penggunaan mutu beton sebesar 30 MPa. Kemudian dilakukan perhitungan analisis fatik dan erosi untuk mengetahui apakah tebal perkerasan bisa digunakan

atau tidak. Hasil perhitungan tebal perkerasan kaku memenuhi syarat karena presentase kerusakan fatik kurang dari 100% yaitu 0% dan presentasi kerusakan erosi juga kurang dari 100% yaitu 2,19%. Menandakan bahwa pelat beton mampu menahan terjadinya retak fatik tarik lentur pada pelat beton dan mampu menahan terjadinya repetisi erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar.



Gambar 6. Tebal lapis perkerasan kaku

Analisis Biaya Konstruksi

Analisa biaya konstruksi diperoleh dari mengalikan volume pekerjaan dengan daftar harga yang terdapat pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 (Gubernur Jawa Timur, 2021), HSPK Kota Kediri 2020, HSPK Lokal

2022 dan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016 dengan ditambahkan dengan PPN sebesar 11%. Terdapat 10 divisi dalam pekerjaan Bidang Bina Marga. Berikut Analisa hasil dari perhitungan.

Perbandingan jumlah harga pekerjaan perkerasan lentur dan perkerasan kaku dapat di lihat pada **Tabel 6** sebagai berikut.

Tabel 6. Biaya Konstruksi Perkerasan Lentur

	PERGUB JATIM 2022		
	Terendah	Rerata	Tertinggi
Total	8.166.992.199	9.074.305.456	10.542.542.219
	HSPK Kota Kediri 2020	HSPK Lokal Kota Kediri 2022	PERMEN PUPR 2016
Total	8.068.462.799	8.843.685.341	4.836.032.057

Hasil Analisa total biaya pada perkerasan lentur dengan Panjang jalan 1 km, lebar jalan 10 m dan tebal total rencana perkerasan 39,5 cm dengan kecepatan rencana 40-60 km/jam, diketahui pada perkerasan lentur dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 (Gubernur Jawa Timur 2021) harga terendah Rp 8.166.992.199 ; rerata Rp 9.074.305.456 ; tertinggi Rp 10.542.542.219, HSPK Kota Kediri tahun 2020 Rp 8.068.462.799, HSPK Lokal tahun 2022 Rp 8.843.685.341 dan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016 Rp 4.836.032.057.

Tabel 7. Biaya Konstruksi Pekerjaan Kaku

	PERGUB JATIM 2022		
	Terendah	Rerata	Tertinggi
Total	11.752.433.536	13.058.278.505	14.256.803.228
	HSPK Kota Kediri 2020	HSPK Lokal Kota Kediri 2022	PERMEN PUPR 2016
Total	10.469.776.216	12.668.087.854	5.385.116.789

Hasil Analisa total biaya pada perkerasan kaku dengan Panjang jalan 1 km, lebar jalan 10 m dan tebal total rencana perkerasan 37,5 cm dengan kecepatan rencana 40-60 km/jam, Pada perhitungan perkerasan kaku dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 (Gubernur Jawa Timur 2021) harga terendah Rp 11.752.433.536; rerata Rp 13.058.278.505; tertinggi Rp 14.256.803.228, HSPK Kota Kediri tahun 2020 Rp 10.469.776.216, HSPK Lokal tahun 2022 Rp 12.668.087.854 dan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016 Rp 5.385.116.789.

Analisis yang diperoleh dari perhitungan biaya konstruksi perkerasan lentur memiliki jumlah total harga sebesar Rp 4.836.032.057, sedangkan pada perkerasan kaku memiliki jumlah total harga sebesar Rp 5.385.116.789. Maka jika dilihat dari jumlah total biaya konstruksi perkerasan lentur lebih hemat dibandingkan dengan perkerasan kaku.

Analisis Biaya Tahunan

Analisa biaya tahunan berupa biaya perawatan dan rehabilitasi. Untuk menentukan biaya tersebut perlu perencanaan perawatan dan rehabilitasi jalan. Perencanaan perawatan dan rehabilitasi jalan pada penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu 20 tahun. Untuk mengetahui harga satuan pekerjaan ini diperoleh dari Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah

Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 (Gubernur Jawa Timur, 2021) HSPK Kota Kediri 2020, HSPK Lokal 2022 dan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016.

Pada setiap tahunnya harga pekerjaan akan meningkat mengikuti tingkat inflansi. Nilai rata-rata inflansi selama 5 tahun terakhir di Indonesia sebesar 3% (Bank Indonesia, 2022). Perhitungan tersebut akan menghasilkan nilai *future value* dari biaya perawatan dan rehabilitasi. Maka perlunya dikonversi ke nilai *present value*. Tetapi untuk mencari nilai *present value* menggunakan suku bunga acuan terkini yang menunjukkan nilai BI *7-Day repo rate* perbulan mulai dari bulan januari 2018 sampai desember 2020 memperoleh nilai rata-rata 3,5% (Bank Indonesia, 2022a)

Tabel 8. Biaya Perkerasan Lentur

	PERGUB JATIM 2022 (Rp)		
	Terendah	Rerata	Tertinggi
Total	8.885.023.993	9.872.478.300	12.027.955.032
	HSPK Kota Kediri 2020 (Rp)	HSPK Lokal Kota Kediri 2022 (Rp)	
Total	8.780.362.112	9.653.146.547	

Berdasarkan tabel perhitungan diatas, pada tabel perkerasan lentur dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 (Gubernur Jawa Timur 2021) harga terendah Rp 8.885.023.993 ; rerata Rp 9.872.478.300 ; tertinggi Rp 12.027.955.032, HSPK Kota Kediri tahun 2020 Rp 8.780.362.112 dan HSPK Lokal tahun 2022 Rp 9.653.146.547.

Tabel 9. Biaya Konstruksi Pekerjaan Kaku

	PERGUB JATIM 2022 (Rp)		
	Terendah	Rerata	Tertinggi
Total	1.860.796.028	2.067.923.020	2.273.826.440
	HSPK Kota Kediri 2020 (Rp)	HSPK Lokal Kota Kediri 2022 (Rp)	
Total	1.629.662.892	1.798.628.437	

Sedangkan pada tabel perkerasan kaku dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 (Gubernur Jawa Timur 2021) harga terendah Rp 1.860.796.028; rerata Rp 2.067.923.020; tertinggi Rp 2.273.826.440, HSPK Kota Kediri tahun 2020 Rp 1.629.662.892 dan HSPK Lokal tahun 2022 Rp 1.798.628.437.

Berdasarkan perhitungan biaya biaya total perawatan dan rehabilitasi, perkerasan lentur memiliki total biaya perawatan dan rehabilitasi sebesar Rp 9.653.146.547, sedangkan pada perkerasan kaku total biaya perawatan dan rehabilitasi sebesar Rp 1.798.628.437. Maka jika dilihat dari biaya perawatan dan rehabilitasi pada perkerasan kaku lebih hemat dibandingkan dengan perkerasan lentur.

Analisis Biaya Selama Siklus Hidup

Analisis biaya selama siklus hidup ini terdiri dari biaya konstruksi dan biaya perawatan dan rehabilitasi yang dijumlahkan. Berikut rekapitulasi biaya siklus hidup perkerasan lentur dan kaku

Tabel 10. Rekapitulasi Biaya Perkerasan lentur

	PERGUB JATIM 2022 (Rp)		
	Terendah	Rerata	Tertinggi
Total	17.052.016.192	18.946.783.756	22.570.497.251
	HSPK Kota Kediri 2020 (Rp)	HSPK Lokal Kota Kediri 2022 (Rp)	PERMEN PUPR 2016 (Rp)
Total	16.049.247.517	17.620.430.638	13.616.394.969

Pada perkerasan lentur dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 (Gubernur Jawa Timur 2021) harga terendah Rp 17.052.016.192 ; rerata Rp 18.946.783.756 ; tertinggi Rp 22.570.497.251, HSPK Kota Kediri tahun 2020 Rp 16.049.247.517, HSPK Lokal tahun 2022 Rp 17.620.430.638, dan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016 Rp 13.616.394.969. Maka, biaya selama siklus hidup pada perkerasan lentur lebih murah pada PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016.

Tabel 11. Rekapitulasi Biaya Perkerasan kaku

	PERGUB JATIM 2022 (Rp)		
	Terendah	Rerata	Tertinggi
Total	12.424.109.873	13.804.994.055	15.077.334.418
	HSPK Kota Kediri 2020 (Rp)	HSPK Lokal Kota Kediri 2022 (Rp)	PERMEN PUPR 2016 (Rp)
Total	11.056.488.312	13.211.320.198	7.014.779.681

pada perkerasan kaku dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 (Gubernur Jawa Timur 2021) harga terendah Rp 112.424.109.873 ; rerata Rp 13.804.994.055 ; tertinggi Rp 15.077.334.418, HSPK Kota Kediri tahun 2020 Rp 11.056.488.312, HSPK Lokal tahun 2022 Rp 13.211.320.198 dan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016 Rp 7.014.779.681. Maka, biaya selama siklus hidup pada perkerasan lentur lebih murah pada PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016.

Berdasarkan tabel diatas dapat dianalisis biaya selama siklus hidup pada perkerasan kaku yang menghasilkan pada biaya yang lebih rendah sebesar Rp 7.014.779.681 dibandingkan dengan biaya selama siklus hidup perkerasan lentur yang memiliki total biaya selama siklus hidup Rp 13.616.394.969.

PENUTUP

SIMPULAN

Simpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah:

1. Tebal perkerasan lentur pada AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, AC-base 8 cm, dan lapis pondasi bawah agregat kelas A tebal 21,5 cm dengan total tebal keseluruhan 39,5 cm. Tebal perkerasan kaku

menggunakan beton 30 MPa dengan tebal 27,5 cm dan lapis pondasi menggunakan beton kurus dengan ketebalan 10 cm. Tebal keseluruhan 37,5 cm dan menggunakan jenis perkerasan kaku beton bersambung tanpa tulangan.

2. Biaya konstruksi perkerasan lentur memiliki biaya konstruksi rendah dengan menggunakan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016 sebesar Rp 4.836.032.057 dibandingkan pada biaya konstruksi perkerasan kaku sebesar Rp 5.385.116.789. Biaya perawatan dan rehabilitasi perkerasan kaku memiliki biaya paling kecil menggunakan HSPK Kota Kediri tahun 2020 sebesar Rp 1.629.662.892 dibandingkan pada perkerasan lentur sebesar Rp 8.780.362.112.
3. Biaya selama siklus hidup paling rendah pada perkerasan lentur dengan menggunakan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016 sebesar Rp 13.616.394. Pada perkerasan kaku didapat biaya selama siklus hidup paling hemat dengan menggunakan PERMEN PUPR No.28 Tahun 2016 sebesar Rp 7.014.779.681.

Dari kesimpulan perkerasan kaku lebih direkomendasikan untuk diaplikasikan pada ruas jalan perkotaan Kota Kediri berdasarkan biaya selama siklus hidup untuk 20 tahun kedepan dengan pedoman Pergub Jatim nomor 66 dan BI-rate 3,5%.

SARAN

Saran dari penulis adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan alternatif jenis perkerasan lainnya seperti perkerasan gabungan (*composite pavement*) yang sekarang banyak digunakan. Hal ini bisa menjadi referensi biaya selama siklus hidup paling hemat, efisien dan layak pada perkerasan terbaru bagi berbagai daerah di Indonesia.
2. Perlu dilakukan penelitian terkait perencanaan perawatan dan rehabilitasi jalan yang sesuai dengan keadaan ruas jalan yang diteliti. Hal ini diperlukan karena perencanaan perawatan dan rehabilitasi akan berpengaruh dalam biaya selama siklus hidup jalan tersebut.
3. Perlu penambahan komponen lain dalam perhitungan LCCA, seperti; biaya pengolahan jalan, biaya pengguna jalan, biaya eksternal berupa kualitas udara dan biaya kebisingan.
4. Perlu dilakukan sosialisasi pada penelitian selanjutnya terhadap masing-masing daerah di Kota Kediri atau daerah lain guna mengetahui keadaan jalan dan pedoman yang digunakan untuk perhitungan biaya konstruksi dan perencanaan perawatan dan rehabilitasi jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyana, rima rafisa. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Di Jalan Pare-Kediri Kota Kediri. *Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 7(2), 113–124.
- Ashok, S. P., & Ashwini, P. (2017). Life Cycle Cost Analysis of Flexible Pavements and Rigid Pavements in Urban Areas. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 2(6), 48–54. www.ijisrt.com48
- Bank Indonesia. (2022a). BI 7-Day Reverse Repo Rate. <https://www.bi.go.id/Id/Statistik/Indikator/Bi-7day-Rr.aspx>, 1.
- Bank Indonesia. (2022b). Data Inflasi. <https://www.bi.go.id/Id/Statistik/Indikator/Data-Inflasi.aspx>, 1, 39–40.
<https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/data-inflasi.aspx>
- Betamal, F. N. (2015). *Analisa Life Cycle Cost Perkerasan Kaku dan Lentur Jalan Nasional (Studi Khusus: Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan)*.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2003). Pd–T–14–2003.
<https://binamarga.pu.go.id/Index.Php/Nspk/Detail/Pedoman-Perencanaan-Perkerasan-Jalan-Beton-Semen>.
- Gubernur Jawa Timur. (2021). Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 66. In *Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2022: Vol. Nomor 66*.
- Hamim, O. F., Aninda, S. S., & Hoque, S. (2020). *Suitability of pavement type for developing countries from an economic perspective using life cycle cost analysis*. 1–8.
- Kamila Wahidaturrohmah , Akhmad Hasanuddin, W. K. (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*, 2548–9518, 93.
- Kementrian PUPR. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan 2017* (p. NO 04/SE/Db/2017).
[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%20MANUAL%20DESAIN%20PERKERASAN%20JALAN%20(REVISI%202017)%20(STEMPEL)%20FINAL.pdf)
- Muhammad, A. R. (2021). *Tesis analisis biaya selama siklus hidup perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada perencanaan jalan*.
- Rachmayati, D. (2014). *Kaku Dan Perkerasan Lentur (Life Cycle Cost Comparison Study for Rigid and Flexible Pavement)*. 94–110.
- Scheving, A. G. (2011). *Life Cycle Cost Analysis of Asphalt and Concrete Pavements Life Cycle Cost Analysis of Asphalt and Concrete Pavements*. January.
- Swandari, T., Hasanuddin, A., & Kriswardhana, W. (2021). Perbandingan Life Cycle Cost Perkerasan Kaku Dan Lentur (Studi Kasus: Jalan Lintas Selatan Jarit-Puger STA 25+500-STA 40+400). *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 17(2), 164. <https://doi.org/10.25077/jrs.17.2.164-175.2021>
- Widayanti, A., Aryani Soemitro, R. A., Jaya Ekaputri, J., & Suprayitno, H. (2018). Kinerja Campuran Aspal Beton dengan Reclaimed Asphalt Pavement dari Jalan Nasional di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 2(1), 35–43. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v2i1.3766>