

ANALISIS *LIFE CYCLE COST* PERKERASAN KAKU DAN LENTUR JALAN PROVINSI (STUDI KASUS: JALAN RAYA PARE – KEDIRI)

Gita Rizqi Hermastuti, Abdiyah Amudi

Program S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail gita.19009@mhs.unesa.ac.id, abdiyahamudi@unesa.ac.id

Abstrak

Ruas Jalan Raya Pare – Kediri merupakan jalan provinsi yang merupakan jalan utama penghubung antara Pare dan Kota Kediri. Pada ruas jalan ini sering dilewati oleh kendaraan yang bermuatan besar. Namun pada kondisi existing terdapat kerusakan yang bervariasi. Perencanaan jalan pada umumnya direncanakan untuk digunakan dalam jangka waktu tertentu, misalnya 10 sampai 20 tahun tergantung kebutuhan transportasi yang ada, dengan harapan jalan tersebut tetap dalam kondisi baik dan layak untuk lalu lintas. Tindakan pemeliharaan jalan diperlukan untuk memastikan kondisi pengoperasian yang baik sepanjang periode perencanaan. Perawatan dan perbaikan jalan yang rusak juga membutuhkan biaya yang banyak. Akibatnya mengevaluasi kerusakan jalan dan memilih jenis perbaikan yang tepat sangat penting. Sesuai hasil penelitian dengan pedoman Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, diperoleh tebal perkerasan lentur diantaranya AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, AC-Base 16 cm dan lapis pondasi agregat kelas A 15 cm. Sedangkan tebal perkerasan kaku menggunakan beton bersambung tanpa tulangan dengan beton mutu 30 MPa diperoleh ketebalan pelat 28,5 cm dan lapis pondasi beton kurus (LMC) 10 cm. Berdasarkan pengolahan data jumlah biaya konstruksi perkerasan lentur sebesar Rp 12.958.812.587,00 sedangkan perkerasan kaku sebesar Rp 30.584.262.345,00. Total biaya pemeliharaan untuk perkerasan lentur sebesar Rp 23.836.678.414,33 sedangkan untuk perkerasan kaku sebesar Rp 3.208.462.265,15. Sehingga hasil analisis *life cycle cost* penelitian ini diperoleh total biaya selama siklus hidup 20 tahun perkerasan lentur sebesar Rp 36.795.491.001,33 sedangkan perkerasan kaku sebesar Rp 33.792.724.610,15. Dalam hal ini, perkerasan kaku memiliki biaya siklus hidup (*life cycle cost*) yang 8,51% lebih efisien daripada perkerasan lentur.

Kata kunci: Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku, *Life Cycle Cost*

Abstract

Pare-Kediri Highway is a provincial road which is the main connecting road between Pare and Kediri City. On this road section is often bypassed by vehicles with large loads. However, in existing conditions there is damage that varies. Road planning is generally planned to be used for a certain period of time, for example 10 to 20 years depending on existing transportation needs, in the hope that the road will remain in good condition and suitable for traffic. Road maintenance measures are necessary to ensure good operating conditions throughout the planning period. Maintenance and repair of damaged roads also cost a lot. As a result evaluating road damage and choosing the right type of repair is very important. According to the results of research with the 2017 pavement Design Manual guidelines, flexible pavement thickness was obtained including AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, AC-Base 16 cm and Class A aggregate foundation layer 15 cm. While the thickness of the rigid pavement using continuous concrete without reinforcement with 30 MPa quality concrete obtained plate thickness of 28.5 cm and a layer of thin concrete foundation (LMC) 10 cm. Based on data processing, the construction cost of flexible pavement amounted to Rp 12,958,812,587.00 while rigid pavement amounted to Rp 30,584,262,345. 00. The Total maintenance cost for flexible pavement is Rp 23,836,678,414.33 while for rigid pavement is Rp 3,208,462,265. 15. So that the results of life cycle cost analysis of this study obtained the total cost during the 20-year life cycle of flexible pavement of Rp



36,795,491,001.33 while rigid pavement of Rp 33,792,724,610. 15. In this case, rigid pavement has a life cycle cost (life cycle cost) which is 8.51% more efficient than flexible pavement.

Keywords: Flexible Pavement, Rigid Pavement, Life Cycle Cost

I. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan salah satu infrastruktur transportasi untuk memfasilitasi berbagai aktivitas masyarakat yang melayani pergerakan orang dan barang. Dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 tentang prasarana jalan, disebutkan bahwa jalan raya merupakan salah satu komponen sistem transportasi nasional yang sangat penting untuk tercapainya kemajuan kehidupan bangsa. Infrastruktur jalan yang berkualitas akan memperlancar distribusi barang sehingga dapat meningkatkan daya saing suatu negara. Pemilihan perkerasan jalan merupakan salah satu aspek penting dari transportasi yang efisien. Menurut (Sukirman, 1999) terdapat tiga kategori perkerasan jalan diantaranya perkerasan komposit (*composite pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Perkerasan lentur berupa elemen perkerasan dengan lapisan aspal dan lapisan berbutir pondasi jalan. Sedangkan perkerasan kaku terdiri dari beton semen, lapis pondasi dan lapisan pondasi yang lebih rendah. Dalam jangka waktu tertentu, tingkat pelayanan lapisan perkerasan akan menurun. Hal ini dibedakan dengan kerusakan pada lapisan perkerasan, yang bervariasi berdasarkan luas jalan. Arus lalu lintas, kenyamanan, dan keselamatan semuanya dapat dipengaruhi oleh kerusakan jalan. (Prayogo dkk, 2018)

mengatakan bahwa tujuh faktor yang dianggap signifikan, yakni keselamatan pengguna jalan, kenyamanan pengguna jalan, biaya pembangunan, kondisi dan lokasi proyek, pemeliharaan di luar masa pemeliharaan, dan ketahanan terhadap erosi.



Gambar I. Ruas Jalan Raya Pare - Kediri
Sumber: *Google Maps*, 2023

Ruas Jalan Raya Pare – Kediri merupakan jalan provinsi dengan panjang ± 15 kilometer dan lebar $\pm 9,10$ meter yang merupakan jalan utama penghubung antara Pare dan Kota Kediri. Berdasarkan status ruas jalan tersebut sesuai Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 menurut fungsinya termasuk dalam kelompok jalan kolektor. Pada ruas jalan ini sering dilewati oleh kendaraan yang bermuatan besar, seperti truck bermuatan tebu. Jalan Raya Pare – Kediri ini merupakan jalan utama distribusi tebu menuju pabrik gula. Namun kondisi existing ruas jalan ini terdapat kerusakan yang bervariasi sehingga sering dilakukan pemeliharaan rutin maupun berkala. Penelitian ini sangat diperlukan untuk mempertimbangkan pemilihan perkerasan pada saat konstruksi ulang.

Perencanaan jalan pada umumnya direncanakan untuk digunakan dalam jangka waktu tertentu, misalnya 10 sampai 20 tahun, tergantung kebutuhan dan kondisi transportasi yang ada, dengan harapan jalan tersebut tetap dalam kondisi baik dan layak untuk lalu lintas. Tindakan pemeliharaan jalan diperlukan untuk memastikan kondisi pengoperasian yang baik sepanjang periode perencanaan. Perawatan dan perbaikan jalan yang rusak juga membutuhkan biaya yang banyak. Akibatnya mengevaluasi keadaan kerusakan jalan dan memilih jenis perbaikan yang tepat sangat penting.

Indonesia menggunakan perkerasan lentur di sebagian besar jalan. Pemilihan metode konstruksi perkerasan ditentukan oleh biaya konstruksi awal. Analisis *life cycle cost* diperlukan untuk memastikan bahwa perkerasan ini hemat biaya dan tepat sasaran. *Life cycle cost* atau biaya siklus hidup merupakan metode untuk mempertimbangkan secara ekonomi terhadap alternatif opsi investasi jangka panjang yang digunakan dalam menentukan keputusan berinvestasi (Galang, 2022). Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan (2017), *life cycle cost* minimum merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi saat merancang perkerasan.

Berdasarkan kajian diatas dapat diketahui pemilihan jenis perkerasan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) atau perkerasan lentur (*flexible pavement*) untuk setiap jenis lalu lintas padat di ruas Jalan Raya Pare - Kediri berdasarkan analisis *life cycle cost*. Analisis *life cycle cost* menunjukkan bahwa desain perkerasan yang paling efektif dan

efisien selama umur rencana. Biaya – biaya tersebut dianalisis secara ekonomis dengan menggunakan *Net Present Value* (NPV) untuk menetapkan desain minimum.

II. METODE PENELITIAN

A. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah analisis perencanaan perkerasan kaku dan perkerasan lentur, selain itu juga analisis *life cycle cost* yang memperhitungkan biaya konstruksi dan pemeliharaan. Sedangkan ruas Jalan Raya Pare – Kediri merupakan objek penelitian ini.

B. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data yang terbagi menjadi dua diantaranya sebagai berikut:

Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari lapangan atau tempat penelitian. Data primer dapat diperoleh melalui survei lapangan, wawancara, observasi lokasi penelitian dan pengujian jika diperlukan. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berupa foto lokasi, dan data volume lalu lintas harian.

Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui perantara tetapi tidak dicatat atau dipublikasikan oleh pihak luar. Data sekunder yang telah dikumpulkan dan diarsipkan dari dokumen, laporan dan sumber lainnya. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi data gambar desain perkerasan, dan data CBR dari Dinas PU

Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Data CBR tersebut berupa hasil dynamic cone penetration test yang diambil sampel dengan jarak ± 1 km. Untuk mengetahui biaya yang diperlukan menggunakan SK Gubernur Jawa Timur dan Harga Satuan Pokok Kegiatan Tahun 2023 Kabupaten Kediri.

C. Variabel Penelitian

Variabel-variabel berikut diukur untuk membandingkan biaya siklus hidup (*life cycle cost*) perkerasan lentur dan kaku:

- 1) *Initial Cost* (Biaya Konstruksi)
- 2) *Operational Maintenance Cost* (Biaya Operasional dan Pemeliharaan)
- 3) *Life Cycle Cost* (Biaya Siklus Hidup)

D. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

Pencarian tinjauan pustaka

Pencarian tinjauan pustaka digunakan untuk mengumpulkan informasi terkait penelitian seperti data literatur terkait, prinsip teori, metode analisis dan hasil penelitian yang ada. Literasi penelitian diperoleh dari jurnal, artikel, buku dan situs web yang membahas *life cycle cost* dan desain perkerasan kaku maupun perkerasan lentur.

Pengumpulan data

Pengumpulan data didapatkan dari instansi/dinas terkait, berupa data primer dan data sekunder.

Pengolahan data

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan,

penelitian akan dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- 1) Menghitung tebal perkerasan untuk perkerasan kaku dan lentur menggunakan data lalu lintas dan CBR.
- 2) Menghitung biaya untuk membangun perkerasan kaku dan lentur.
- 3) Menghitung total biaya pemeliharaan.
- 4) Menghitung *life cycle cost* perkerasan kaku dan lentur termasuk biaya pemeliharaan.
- 5) Membandingkan biaya siklus hidup perkerasan kaku dan lentur untuk menentukan perkerasan yang lebih layak untuk diaplikasikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari hasil *counting* lalu lintas harian rata-rata. Data lalu lintas diperlukan untuk memperkirakan ketebalan perkerasan dan menentukan pertumbuhan kendaraan tahunan selama umur rencana. Data jumlah kendaraan bermotor dan rencana laju pertumbuhan pada tahun 2023 dapat digunakan untuk menentukan angka pertumbuhan lalu lintas setiap jenis kendaraan. Data hasil *counting* lalu lintas harian rata-rata 2023 yang telah di total dapat dilihat pada tabel I berikut.

Tabel I. Peramalan LHR Jalan Raya Pare - Kediri

Golongan	LHR 2023
Mobil penumpang	10.068
5B	60
6A	1.327
6B	311
7A1	105
7A2	0

Golongan	LHR 2023
7B1	63
7B2	0
7C1	29
7C2A	0
7C2B	0
7C3	0

Sumber: Peneliti, 2023

B. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berasal dari tingkat pertumbuhan tahunan. Pada penelitian tingkat pertumbuhan lalu lintas pada saat ini dan masa yang akan datang selama 20 tahun dapat dihitung sebagai berikut:

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

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

$$R = 32,38$$

C. Faktor Lajur

Faktor distribusi lajur (DL) dan faktor distribusi arah (DD) dipertimbangkan saat menyatakan beban lalu lintas di lajur rencana, hal tersebut kaitannya dengan beban gandar standar kumulatif (ESA). Pada penelitian ini faktor distribusi arah (DD) diambil 0,50 dan faktor distribusi lajur (DL) memiliki nilai 1,00 karena terdapat satu lajur dalam setiap arah.

D. Perencanaan Perkerasan Lentur

Faktor ekuivalen beban atau *vehicle damage factor* (VDF) memerlukan beban sumbu kendaraan dan konfigurasi sumbu kendaraan yang dapat dilihat pada tabel II Sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 VDF dibagi menjadi dua yaitu VDF4 dan VDF5, sehingga perhitungan beban sumbu standar kumulatif atau *cumulative equivalent standart axle* (CESA) berupa nilai CESA4 dan CESA5. Dari hasil perhitungan nilai CESA4 dapat ditentukan jenis perkerasan sedangkan hasil dari CESA5 didapatkan tebal jenis perkerasan.

Tabel II. Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESA)

Golongan	LHR	VDF ₄	VDF ₅	CESA ₄	CESA ₅
Mobil penumpang	10.068	0,00	0,00	0	0
5B	60	1,00	1,00	307.998	307.998
6A	1.327	0,55	0,50	3.746.539	3.405.945
6B	311	4,00	5,10	6.385.825	8.141.927
7A1	105	4,70	6,40	2.533.284	3.449.578
7A2	0	4,30	5,60	0	0
7B1	63	9,40	13,00	3.039.941	4.204.173
7B2	0	12,80	17,80	0	0
7C1	29	7,40	9,80	1.101.607	1.458.884
7C2A	0	7,60	10,20	0	0
7C2B	0	6,50	8,50	0	0
7C3	0	6,10	7,70	0	0
				17.115.194	20.968.505

Sumber: Peneliti, 2023

Hasil perhitungan nilai CESA4 sebesar 17.115.194 dapat ditentukan jenis perkerasan sesuai manual desain perkerasan jalan 2017 yaitu AC tebal > 100 mm dengan lapis fondasi berbutir sesuai dengan bagan desain 3B. Nilai CESA5 sebesar 20.968.505 jika dimasukkan dalam tabel bagan desain-3B manual desain perkerasan jalan 2017 didapatkan tebal perkerasan lentur sebagai berikut.

AC-WC	: 4 cm
AC-BC	: 6 cm
AC-Base	: 16 cm
LPA Kelas A	: 30 cm

Jika sudah diketahui tebal perkerasan sesuai bagan desain-3B, perlu adanya penyesuaian tebal lapis pondasi agregat kelas A dengan menggunakan bagan desain 3C. Hal ini dapat dilakukan pengurangan untuk subgrade dengan daya dukung lebih tinggi dan struktur perkerasan dapat mengalirkan air dengan

baik, serta untuk menghemat biaya konstruksi jalan Berdasarkan nilai CESA5 sebesar 20.968.505 dan nilai CBR sebesar 15,00% maka didapatkan tebal lapis pondasi agregat kelas A menjadi 15 cm. Sehingga didapat tebal perkerasan lentur sebagai berikut.

AC-WC	: 4 cm
AC-BC	: 6 cm
AC Base	: 16 cm
LPA Kelas A	: 15 cm

E. Perencanaan Perkerasan kaku

Perhitungan struktur perkerasan kaku didasarkan pada jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) pada lajur rencana selama umur rencana. Adapun perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga harian (JSKNH) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.11 sehingga jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) dapat diketahui menggunakan persamaan 2.10.

Tabel III. Menentukan jumlah sumbu berdasarkan beban dan tipe

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan	Jumlah sumbu per kendaraan	Jumlah sumbu	STRT		STRG		STdRG	
				BS	JS	BS	JS	BS	JS
Bus	60	2	120	3	60	5	60	-	-
Truk 2as kecil	1327	2	2654	2	1327	-	-	-	-
Truk 2as besar	311	2	622	4	1327	-	-	-	-
Truk 3as	105	2	210	5	311	8	311	-	-
Truk Gandeng	63	4	252	6	63	-	-	14	63
				5	63	-	-	-	-
				5	63	-	-	-	-
TOTAL			3858		3319		371		168

Sumber: Peneliti, 2023

Keterangan: BS = beban sumbu, JS = jumlah sumbu, STRT = sumbu tunggal roda tunggal, STRG = sumbu tunggal roda ganda, STdRG = sumbu tandem roda ganda. Sesuai nilai JSKNH dan R dapat diketahui nilai jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN)

selama umur rencana menggunakan persamaan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= \text{JSKNH} \times 365 \times R \times \text{DD} \times \text{DL} \\ &= 3858 \times 365 \times 32,38 \times 0,50 \times 1,00 \\ &= 22.798.272,30 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai JSKN yang sudah

diketahui, dapat dihitung jumlah repetisi sumbu yang terjadi. Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi diperoleh berdasarkan hasil penjumlahan dari perkalian antara masing-masing repetisi sesuai konfigurasi beban sumbu kendaraan. Tabel IV dibawah ini menampilkan hasil perhitungan repetisi sumbu yang terjadi.

Tabel IV. Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

Jenis sumbu	Beban sumbu (ton)	Jumlah sumbu	Proporsi beban	Proporsi sumbu	Lalin rencana	Repetisi yang terjadi
STRT	6	168	0,05	0,86	22798272,30	992770,8
	5	437	0,13	0,86	22798272,30	2582385,95
	4	1327	0,40	0,86	22798272,30	7841707,45
	3	60	0,02	0,86	22798272,30	354561
	2	1327	0,40	0,86	22798272,30	7841707,45
Total		3319				
STRG	8	311	0,84	0,10	22798272,30	1837807,85
	5	60	0,16	0,10	22798272,30	354561
Total		371				
STdRG	14	168	1,00	0,04	22798272,30	992770,8
Total		168				
KOMULATIF						22798272,3

Sumber: Peneliti, 2023

Tabel V. Rekapitulasi Persen Total Kerusakan Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (kN)	Beban Rencana Per Roda	Repetisi Yang Terjadi	Faktor Tegangan & Erosi	Analisis Fatik		Analisis Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
STRT	60	33	992770,8	TE = 1,15 FRT = 0,28 FE = 2	TT	0	TT	0
	50	27,5	2582385,9		TT	0	TT	0
	40	22	7841707,4		TT	0	TT	0
	30	16,5	354561		TT	0	TT	0
	20	11	7841707,4		TT	0	TT	0
STRG	80	22	1837807,8	TE = 1,87 FRT = 0,45	600.000	3,06	10.000.000	18,38
	50	13,75	354561	FE = 2,61	TT	0	TT	0
STdRG	140	19,25	992770,8	TE = 1,41 FRT = 0,34 FE = 2,58	TT	0	TT	0

Sumber: Peneliti, 2023

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton, jika hasil analisis fatik dan erosi lebih kecil atau mendekati 100%,

ketebalan pelat beton dapat digunakan. Sesuai Tabel V didapatkan hasil analisis fatik kurang dari 100% yaitu 3,06% dan analisis kerusakan

akibat erosi juga kurang dari 100% yaitu 18,38%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pelat beton dapat menoleransi erosi pada pondasi dasar dan tanah dasar serta munculnya retakan fatik tarik lentur pada pelat. Apabila presentase kerusakan akibat fatik dan erosi telah memenuhi, *trial and error* tidak perlu dilakukan. Maka tebal perkerasan kaku sudah dapat ditentukan antara lain sebagai berikut.

Tebal Pelat Beton = 28,5 cm

Lapis Fondasi LMC = 10 cm

Kuat tekan beton = 30 MPa

F. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya didapatkan dengan mengalikan antara volume perkerasan dengan AHSP. Pada penelitian ini AHSP yang digunakan adalah AHSP Kabupaten Kediri tahun 2023. Sehingga dapat diketahui biaya konstruksi perkerasan lentur sebesar Rp 12.985.812.587 dan perkerasan kaku sebesar Rp 30.584.262.345. Berdasarkan perhitungan rencana anggaran biaya tersebut dapat diketahui bahwa biaya konstruksi perkerasan kaku lebih tinggi dibandingkan biaya konstruksi perkerasan lentur.

G. Analisis Life Cycle Cost

Perencanaan pemeliharaan pada penelitian ini direncanakan selama 20 tahun. Biaya pemeliharaan mengikuti AHSP kabupaten Kediri tahun 2023 dan mengikuti peningkatan inflasi tiap tahunnya. Rata-rata tingkat inflasi Indonesia selama lima tahun terakhir sebesar 3% (Bank Indonesia, 2023). Perhitungan ini menunjukkan berapa nilai *future value* dari biaya pemeliharaan dan nilai *present value*.

Nilai *present value* dicari dengan menggunakan nilai *BI 7-Day Repo Rate* yang mempunyai nilai rata-rata 4,6% (Bank Indonesia, 2023). Berdasarkan biaya konstruksi dan nilai *present value* dapat diketahui nilai *life cycle cost*.

Tabel VI. Nilai *life cycle cost* selama umur rencana 20 tahun

	Perkerasan lentur	Perkerasan Kaku
Konstruksi	Rp 12.985.812.587	Rp 30.584.262.345
Pemeliharaan	Rp 23.283.678.414	Rp 3.208.462.265
Life Cycle Cost	Rp 36.795.491.001	Rp 33.792.724.610

Sumber: Peneliti, 2023

Berdasarkan tabel VI dapat disimpulkan nilai *life cycle cost* (biaya siklus hidup) selama umur rencana 20 tahun perkerasan lentur sebesar 36.795.491.001,33 sedangkan perkerasan kaku sebesar 33.792.724.610,15. Maka nilai *life cycle cost* untuk perkerasan kaku lebih hemat 8,51% daripada perkerasan lentur.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil penelitian untuk setiap jenis perkerasan maka kesimpulan dapat dibuat diantaranya; (1) Tebal perkerasan lentur diantaranya AC-WC (lapis permukaan) 4 cm, AC-BC (lapis antara) 6 cm, AC-Base 16 cm dan lapis pondasi agregat kelas A 15 cm. Sedangkan ketebalan perkerasan kaku menggunakan beton mutu 30 MPa diperoleh tebal pelat beton 28,5 cm dan lapis pondasi beton kurus (LMC) 10 cm dengan menggunakan jenis perkerasan kaku beton bersambung tanpa tulangan. (2) Total biaya selama siklus hidup (*life cycle cost*) 20 tahun perkerasan lentur sebesar 36.795.491.001,33 sedangkan perkerasan kaku sebesar 33.792.724.610,15. Dalam hal ini, perkerasan kaku memiliki biaya siklus hidup (*life cycle cost*) yang 8,51% lebih efisien

daripada perkerasan lentur.

DAFTAR PUSTAKA

- De Porter, Bobbi dan Hernacki, Mike. (1992). *Quantum Learning*. Membiasakan Belajar Nyaman dan Menyenangkan. Terjemahan oleh Alwiyah Abdurrahman. Bandung: Penerbit Kaifa.
- Sujimat, D. Agus. (2000). *Penulisan karya ilmiah*. Makalah disampaikan pada pelatihan penelitian bagi guru SLTP Negeri di Kabupaten Sidoarjo tanggal 19 Oktober 2000 (Tidak diterbitkan). MKKS SLTP Negeri Kabupaten Sidoarjo
- Suparno. (2000). *Langkah-langkah Penulisan Artikel Ilmiah* dalam Saukah, Ali dan Waseso, M.G. 2000. Menulis Artikel untuk Jurnal Ilmiah. Malang: UM Press.
- UNESA. (2000). *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.
- Wahab, Abdul dan Lestari, Lies Amin. (1999). *Menulis Karya Ilmiah*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Winardi, Gunawan. (2002). *Panduan Mempersiapkan Tulisan Ilmiah*. Bandung: Akatiga.
- Ade, Mulyawan; (2019). *Simulasi Biaya Penanganan Jalan Antara Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur*. 9(2):153-64.
- Bank Indonesia. (2022)a. *BI 7-Day Reverse Repo Rate*. <https://www.bi.go.id/Id/Statistik/Indikator/BI-7day-Rr.aspx> (1).
- Bank Indonesia. (2022)b. *Data Inflasi*. <http://www.bi.go.id/Id/Statistik/Indikator/D-ata-Inflasi.aspx> (1):39-40
- Betamal, Fendy Nur. (2015). *Analisa Life Cycle Cost Perkerasan Kaku dan Lentur jalan nasional (Studi kasus: Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan)*.
- Ditrekotorat Jendral Bina Marga. (2003). Pd-T-14-2003. <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/pedoman-perencanaan-perkerasan-jalan-beton-semen>
- Ditrekotorat Jendral Bina Marga. (2004). Pd-T-12-2004-B. <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/penempatan-marka-jalan>
- Hendriansyah, Galang Chesar. (2022). *Analisis Pemilihan Perkerasan Lentur dan Kaku Berdasarkan Life Cycle Cost Analysis di Kota Kediri*
- Kementrian PUPR. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan 2017*. NO 04/SE/Db/2017.
- Muthaher, Andi Mufli Marzaq. (2017). *Penerapan Metode Analisa Manfaat Biaya Pada Penilaian Kelayakan Pembangunan Infrastruktur Jalan*. 152.
- Pemerintah Indonesia. (2004). *Undang Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. *International Journal of Tropical Insect Sciene* 8(4):104 – 10.
- Rosalina, M., and P. Mahardi. (2019). *Pemodelan Biaya Desain Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku Berdasarkan Metode Bina Marga 2017*. *Rekayasa Teknik Sipil* 1-8.
- Sentot Hardwiyono. (2013). *Metode Pelaksanaan Perkerasan Jalan*. 259.
- Sukirman, S. (2003). *Perkerasan Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Swandari, Tintany, Akhmad Hasanuddin, and Willy Kriswardhana. (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. doi: 10.25077/jrs.17.2.164-175.2021
- Widayanti, Ari, Ria Asih Aryani Soemitro, Januarti Jaya Ekaputri, and Hitapriya Suprayitno. (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.
- Wisena, Surya. (2015). *Analisa Life Cycle Cost Pada Proyek Pembangunan*. 1-10