

Kajian Komparatif Ekonomi Perkerasan Lentur dan Kaku dengan Metode MDPJ 2017, Studi Kasus: Rekonstruksi Jalan Jampang Tengah-Kiara Dua

MOCHAMMAD RAFI AZHAR^{1*}, RATIH DEWI SHIMA², ELKHASNET²

¹Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

²Dosen Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Email: razhari525@gmail.com

ABSTRAK

Ruas Jalan Jampang Tengah-Kiara Dua adalah jalan nasional antar Kota Sukabumi dan Sukabumi Selatan. Jalan ini mempunyai lebar 5 m dan panjang 10,40 km, serta tingkat kerusakan yang cukup parah, sehingga memerlukan perbaikan. Tujuan penelitian ini ialah mengevaluasi berdasarkan jenis perkerasan jalan yang kemudian ditinjau berdasarkan anggaran ekonomis untuk jalan tersebut. Dari perencanaan perkerasan lentur dan kaku menggunakan metode MDPJ 2017, diperoleh perkerasan lentur yaitu AC-WC setebal 4 cm, AC-BC setebal 6 cm, LFA Kelas A setebal 40 cm. Untuk perkerasan kaku, tebal pelat beton ialah 28,5 cm, lapis LMC setebal 10 cm, lapis drainase setebal 15 cm, lapis stabilisasi 30 cm, dowel D 36 sepanjang 450 mm, dan jarak 300 mm, lalu tie bars D 16 sepanjang 810 mm, dan spasi 750 mm. Dari hasil perhitungan ekonomi menggunakan metode Annual Worth didapat biaya untuk pembangunan dan pemeliharaan selama 40 tahun. Untuk Perkerasan Lentur Rp50.216.997.833 dan Perkerasan Kaku Rp48.641.598.628 dapat disimpulkan dari segi biaya konstruksi awal perkerasan lentur lebih ekonomis tetapi setelah adanya pemeliharaan pekerasan kaku lebih ekonomis dibandingkan perkerasan lentur.

Kata kunci: *annual worth analysis, MDPJ 2017, NPV, perkerasan kaku, perkerasan lentur*

ABSTRACT

The Jampang Tengah-Kiara Dua road section is a national road between Sukabumi City and South Sukabumi. This road is 5 m wide with a length of 10.40 km and has a fairly severe level of damage so that the road needs to be reconstructed. The study was aimed to check and re-evaluating based on the type of road pavement that is appropriate in terms of budget and is more economical for the road. Using the MDPJ 2017 method, the flexible pavement thickness resulted with AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, LFA Class A 40 cm. While for the rigid pavement, the concrete slab thickness is 28.5 cm, LMC layer 10 cm, drainage layer 15 cm, stabilization layer 30 cm, dowel D 36 length 450 mm, with in-between space of 300 mm, then tie bars D 16 length 810 mm, with in-between space of 750 mm. In terms of economic calculations using the Annual Worth method, the costs for construction process and maintenance for 40 years for Flexible Pavement Rp50,216,997,833 and Rigid Pavement Rp48,641,598,628. The study concluded that in terms of initial construction costs, flexible pavement is more economical, but after maintenance, rigid pavement is more economical than flexible pavement.

Keywords: *annual worth analysis, MDPJ 2017, NPV, rigid pavement, flexible pavement*

1. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia saat ini dalam masa pembangunan infrastruktur untuk mewujudkan kelompok entitas masyarakat sosial yang sejahtera. Demi membangun ekonomi pada masyarakat, maka dibutuhkan pembangunan infrastruktur yang ideal, dimulai dengan menciptakan pembangunan infrastruktur transportasi antar wilayah, seperti bandara, pelabuhan, stasiun kereta api dan jalan.

Prasarana Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang paling banyak digunakan di Indonesia [1]. Pergerakan moda, ekonomi dan perpindahan manusia hampir seluruhnya menggunakan prasarana jalan. Maka tak heran jika terjadi pertumbuhan angka volume lalu lintas harian. Kondisi struktural jalan biasanya akan memburuk seiring bertambahnya volume lalu lintas dan jumlah repetitif beban per tahunnya, sehingga menyebabkan keretakan bahkan pergeseran lapisan jalan [2]. Di Jawa Barat sendiri, dari total panjang jaringan jalan 23.527 KM, terdapat 10,97% mengalami kerusakan berat dan 12,83% mengalami rusak ringan akibat tingginya volume lalu lintas [3].

Salah satu yang membuktikan adanya kerusakan jaringan jalan di Jawa Barat ialah Ruas Jalan Jampang Tengah-Kiara Dua. Ruas Jalan Jampang Tengah-Kiara Dua merupakan jalan provinsi yang menghubungkan Kota Sukabumi dan Sukabumi Selatan. Jalan ini mempunyai 3 segmen dan setiap segmen nya mempunyai panjang yang berbeda. Untuk penelitian ini diambil segmen 3 yang mempunyai lebar 5 m dengan panjang 10,40 km dan mempunyai tingkat kerusakan yang cukup parah sehingga jalan tersebut perlu diadakan perbaikan merupakan peningkatan struktur.

Perbaikan Peningkatan struktur jalan dilakukan untuk mengembalikan kondisi prasarana jalan sehingga fungsi laik jalannya kembali [4]. Setiap kegiatan perbaikan jalan memerlukan biaya atau investasi ekonomi yang nilainya tidak sedikit, tergantung dari metoda dan jenis lapis perkerasannya [5]. Oleh karena itu, perlu dilakukan tinjauan lebih lanjut untuk dapat memilih jenis lapis perkerasan yang cocok digunakan sebagai upaya peningkatan struktur jalan untuk Ruas Jalan Jampang Tengah-Kiara Dua ini. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tebal lapis perkerasan berdasarkan jenis lapis perkerasan kaku serta lentur. Kedua jenis lapis tersebut kemudian akan dibandingkan dari segi anggaran, menggunakan metode *Annual Worth*.

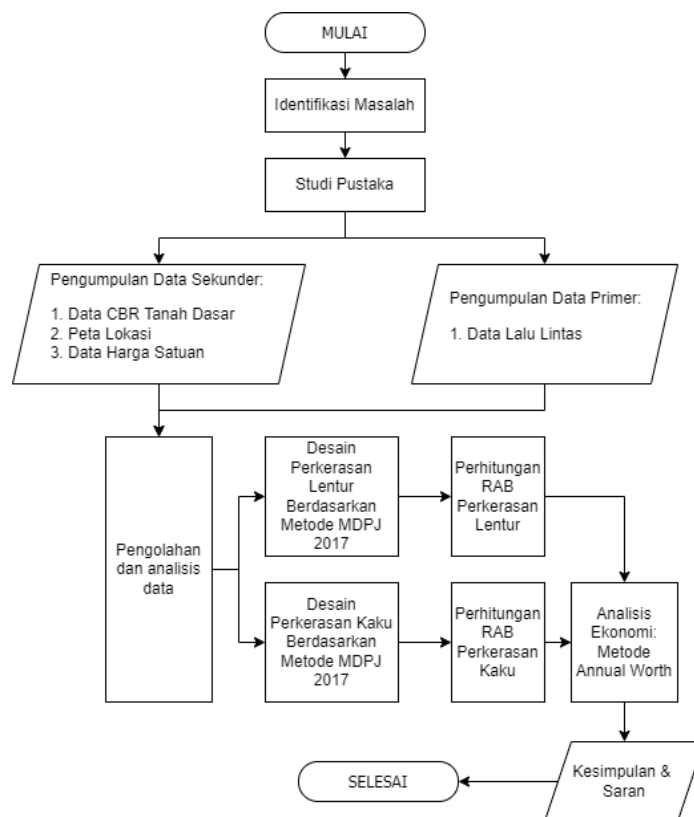
2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, untuk perancangan desain ketebalan perkerasan lentur serta perkerasan kaku menerapkan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Edisi Tahun 2017, sedangkan untuk komparasi dari aspek ekonomi digunakan metode *Annual Worth*. Jenis data yang dilibatkan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Gambaran mengenai bagan alir penelitian dijelaskan melalui **Gambar 1**.

Berikut detail dari tahapan penelitian ini:

- a. Mengidentifikasi permasalahan, dan mengidentifikasi topik penelitian.
- b. Mengkaji pustaka dan referensi yang berkorelasi dengan perkerasan lentur dan perkerasan kaku, serta menghitung lalu lintas harian (LHR) rata-rata berdasarkan metode MDPJ 2017. Lalu menghitung RAB dari tiap perkerasan kemudian menganalisis dari segi ekonomi.
- c. Data primer yang dikumpulkan berupa data LHR, serta data sekunder berupa CBR tanah dasar, peta lokasi dan Harga Satuan Kota Sukabumi yang akan diolah secara manual.

- d. Perhitungan perencanaan perkerasan lentur dan kaku, serta RAB pada masing-masing perkerasan kemudian dilakukan perhitungan ekonomi menggunakan *Annual Worth*.
- e. Kemudian membandingkan hasil perhitungan untuk perkerasan yang lebih ekonomis.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Primer

Hasil peninjauan kinerja lalu lintas data kendaraan harian di kabupaten Sukabumi pada tahun 2024 dilakukan pada ruas jalan Jampang Tengah-Kiara Dua, seperti tampak pada **Tabel 1**. Hasil survei lalu lintas tahun 2024 ini diperoleh melalui pengamatan selama 7 jam, dimulai pada jam 10.00 sampai dengan 17.00 WIB dimana nilai total volume masing-masing jalan merupakan volume per 7 jam.

Tabel 1. Data Kendaraan Harian

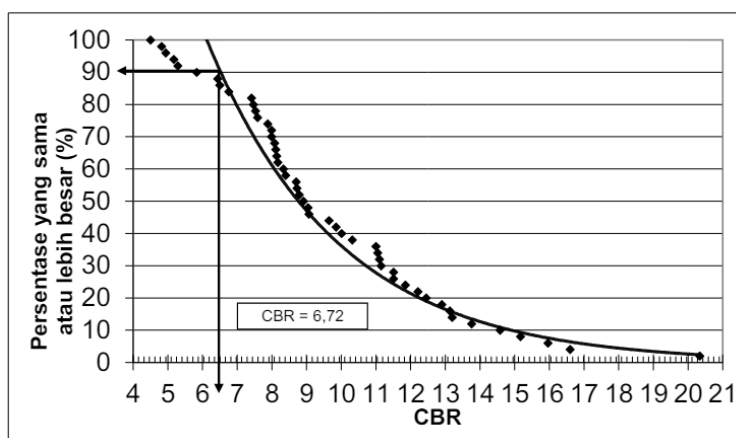
Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu	Muatan Yang diangkut	Jumlah Kendaraan
Klasifikasi	Alternatif				
Lama					
1	1	Sepeda Motor	1,1		4004
2,3,4	2,3,4	Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	1,1		1227
5a	5a	Bus ukuran Kecil	1,2		1
5b	5b	Bus ukuran Besar	1,2		1
6a.2	6,2	Truk 2 Sumbu-Ringan	1,2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	259
6b1.1	7,1	Truk 2 Sumbu-Cargo Sedang	1,2	Muatan Umum	1
7a2	9,2	Truk 3 Sumbu-Sedang	1,22	Tanah, Pasir, Besi, Semen	12

3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan yakni berupa Data Geometrik Jalan, seperti tertera pada **Tabel 2** dan Data CBR Tanah yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Kedua data ini bersumber dari Dinas Binamarga Provinsi Jawa Barat [6].

Tabel 2. Data Umum Deskripsi Jalan (Sumber: DBMPR, 2024)

No	Uraian	Kriteria
1	Panjang Jalan	10,400 km
2	Status Jalan	Provinsi
3	Fungsi Jalan	Kolektor Primer
4	Tipe Jalan	2/2 UD



Gambar 2. Data CBR Tanah Dasar (Sumber: DBMPR, 2024)

3.3 Desain Perkerasan Lentur

Menghitung nilai *CESAL5* yakni dimulai dengan menghitung jumlah beban sumbu standar lalu lintas rencana yang akan dimanfaatkan sepanjang umur layan [7]. Data mengenai nilai CBR Tanah dasar tersebut bersifat sekunder, sehingga telah diketahui bahwa nilainya diatas 6% (ditandai dengan *highlight* kuning), sehingga tidak diperlukan perbaikan [8].

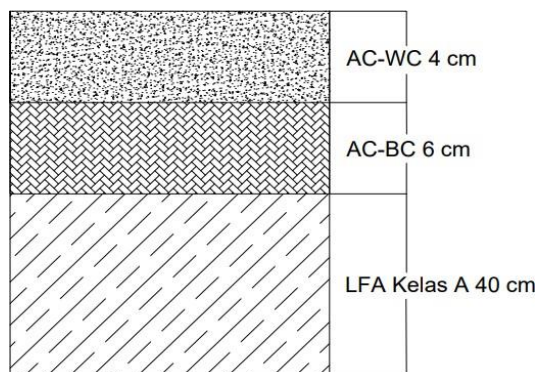
Perhitungan Kumulatif Beban Lalu Lintas *CESAL5* dihitung berdasarkan metode MDPJ 2017, seperti ditunjukkan pada **Tabel 3**. Untuk Nilai VDF yang digunakan yakni VDF 5 Normal, dimana jenis kendaraan yang digunakan di Pulau Jawa [9].

Tabel 3. Perhitungan *CESAL5*

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kendaraan Harian 2024	VDF 5 Normal	ESA 5 (24-44)	
1	Sepeda Motor	1	1.1	4.004	-	
2	Mobil Penumpang	2,3,4	1.1	1.227	-	
3	Bus ukuran Kecil	5a	1.2	1	-	
4	Bus ukuran Besar	5b	1.2	1	5.161	
5	Truck Ringan	6a	1.2	259	1	668.355
6	Truck Sedang 2as	6b	1.2	1	5	26.321
7	Truck Sedang 3as	7a	1.22	12	6	346.822
Jumlah ESA5						1.046.659

Berdasarkan **Tabel 3** dengan nilai beban lalu lintas selama umur rencana sebesar 1.046.659 lss/lajur/UR. Dari nilai beban lalu lintas tersebut, jika berdasarkan tabel Pemilihan Desain

Perkerasan Lentur dari MDPJ 2017, maka dipilih pemilihan Bagan Desain 3B. Bagan Desain 3B memiliki struktur perkerasan AC yang tebal lebih besar dari 100 mm dengan lapis pondasi berbutir [10]. Kemudian berdasarkan tabel tersebut, dipilih tabel Pemilihan Desain Perkerasan Lentur dengan Bagan Desain 3B dari MDPJ 2017. Dari tabel tersebut kumulatif beban sumbu 20 tahun pada hitungan sebelumnya adalah kurang dari 2×10^6 ESA5. Sehingga, diperoleh untuk perkerasan lentur AC-WC memiliki tebal 40 mm, AC-BC memiliki tebal 60 mm, dan LFA Kelas A setebal 400 mm. Ilustrasi rasio ketebalan dapat dilihat di **Gambar 3**.



Gambar 3. Struktur Lapis Perkerasan Lentur

3.4 Desain Perkerasan Kaku

Hasil analisis perancangan perkerasan kaku berdasarkan metode MDPJ 2017. Data nilai CBR Tanah dasar merupakan data sekunder, sama seperti yang disampaikan pada sub-bab sebelumnya yakni $> 6\%$, maka desain fondasi jalan minimum untuk struktur perkerasan kaku berupa stabilitas tanah dengan ketebalan 300 mm [11]. Untuk Data LHR yang diperoleh pada tahun 2024 merupakan data primer dengan umur rencana 40 tahun. Sedangkan beban lalu lintas dihitung berdasarkan total kelompok sumbu golongan kendaraan berat. Hasil rekapitulasi perhitungan Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga (yang selanjutnya disebut sebagai JSKN) dilihat seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Nilai Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN)

Jenis Kendaraan	Jumlah Kelompok Sumbu	LHR 2024	Kelompok Sumbu 2024	Jumlah Kelompok Sumbu 2024-2064
Bus Kecil (1.2)	2	1	2	30.860,85
Bus Besar (1.2)	2	1	2	30.860,85
Truck Ringan (1.2)	2	259	518	7.992.960,51
Truck Sedang 2as (1.2)	2	1	2	30.860,85
Truck Sedang 3 as (1.22)	3	12	36	555.495,32
Kumulatif Kelompok Sumbu Kendaraan Berat 2024-2064				8.641.038,39

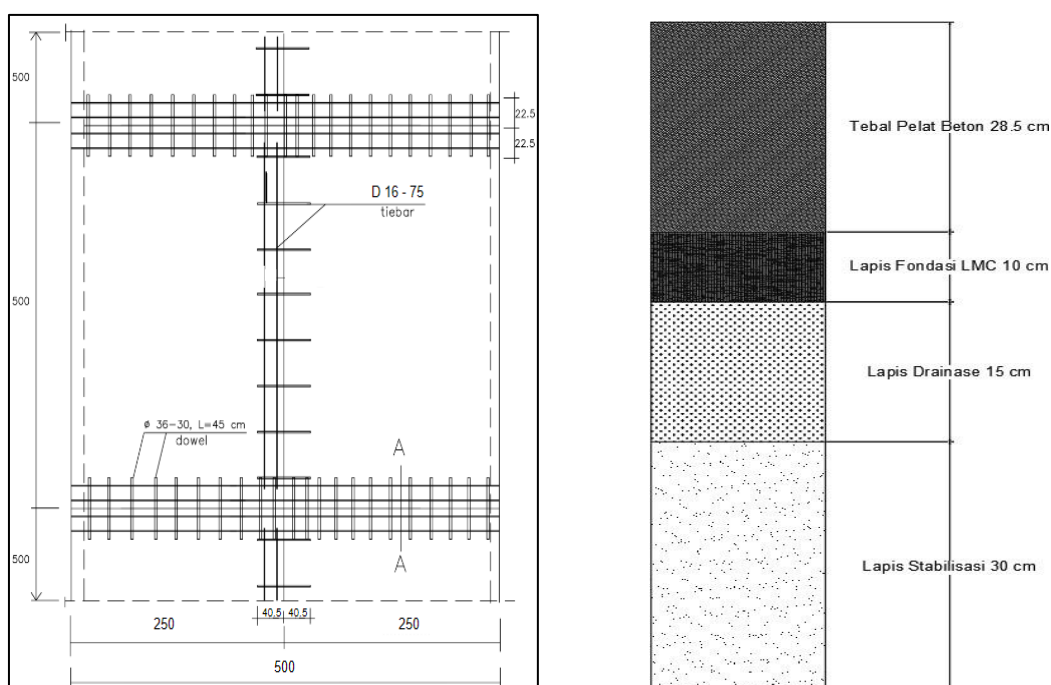
Dengan jumlah sumbu kendaraan niaga sebesar 8.641.038,39 Kend/UR/Lajur rencana, maka kelompok sumbu kendaraan termasuk dalam R3 yakni berdasarkan Tabel Desain Perkerasan Kaku untuk Jalan Beban Lalu Lintas Berat menurut MDPJ 2017. Dimana pada tabel tersebut menunjukkan kebutuhan struktur perkerasan kaku yakni pelat beton setebal 285 mm, lapis fondasi LMC setebal 100 mm, dan lapis drainase setebal 150 mm.

Pada perencanaan sambungan memanjang (*tie bars*) dan sambungan susut atau *dowel*, didasarkan pada perencanaan sambungan metode Pd T-14-2003 tentang Pedoman

Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, kemudian diperoleh desain perkerasan kaku merujuk pada **Tabel 5**. Gambar penulangan perkerasan kaku dan tebal lapisan, diilustrasikan pada **Gambar 4**.

Tabel 5. Tabel Spesifikasi Desain Perkerasan Kaku

No.	Struktur Perkerasan	Dimensi [mm]
1	Tebal pelat beton	285 (Beton FS 45)
2	Lapis LMC	100 (Beton FC 10)
3	Lapis Drainase	150
4	Lapis Stabilisasi	300
5	Diameter Dowel	D36
6	Panjang Dowel	450
7	Jarak Dowel	300
8	Diameter Tie Bars	D19
9	Panjang Tie Bars	810
10	Jarak Tie Bars	750



Gambar 4. (a) Gambar penulangan tie bars dan dowel (b) Struktur lapisan perkerasan kaku

3.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Perbandingan berdasarkan kajian analisa ekonomi diambil dari perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Ruas Jalan Jampang Tengah-Kiara Dua diasumsikan memiliki dimensi penampang jalan persegi, dan tidak memperhitungkan desain geometrinya. Pada survei awal, ruas jalan tersebut telah memiliki perkerasan lentur eksisting setebal 4 cm, oleh karena itu, memerlukan pekerjaan pembongkaran dan galian. Jalan ini juga tidak memiliki sekunder mengenai jumlah kerusakan, sedangkan persentasi kerusakan sangat diperlukan untuk perhitungan nilai pemeliharaan rutin pada perencanaan RAB [12]. Berdasarkan diskusi dengan ahli perencanaan jalan, dan melalui observasi lapangan, maka diasumsikan ruas jalan tersebut mengalami kerusakan sebesar 40%. Tabel hasil perhitungan RAB untuk Desain Perkerasan Lentur dapat dilihat pada **Tabel 6**, sedangkan hasil perhitungan RAB untuk Desain Perkerasan Kaku dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 6. Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur

Jumlah Harga Perkerasan Lentur					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pekerjaan Galian Menggunakan Cold Milling	m ³	832	313.160	260.549.446
2	Kebutuhan Lapisan AC-WC Tebal 4 cm	ton	4.680	1.627.888	7.618.513.867
3	Kebutuhan Lapisan AC-BC Tebal 6 cm	ton	7.020	1.547.483	10.863.333.798
4	Kebutuhan Lapisan Agregat Kelas A	m ³	21.632	568.743	12.303.051.954
A	Jumlah Harga Pekerjaan (Termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)				31.045.449.065
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11 % x (A)				3.414.999.397
C	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)				34.460.448.462

Dari **Tabel 6**, maka diketahui bahwa total RAB untuk Perkerasan Lentur sebesar RP34.460.448.462.

Tabel 7. Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Kaku

Jumlah Harga Perkerasan Kaku					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pekerjaan Galian Menggunakan Cold Milling	m ³	832	313.160	260.549.446
2	Perkerasan Beton Kaku	m ³	14.820	1.860.061	27.566.100.938
3	Lapis Fondasi Beton Kuru	m ³	5.200	1.165.663	6.061.448.894
4	Lapis Drainase	m ³	7.800	516.109	4.025.651.994
5	Lapis Stabilisasi	m ³	15.600	228.996	3.572.332.044
A	Jumlah Harga Pekerjaan (Termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)				41.225.533.869
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11 % x (A)				4.534.808.726
C	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)				45.760.342.595

Dari **Tabel 7**, maka diketahui bahwa total RAB untuk Perkerasan kaku sebesar RP45.760.342.595.

3.6 Analisis Ekonomi *Net Present Value* untuk Biaya Pemeliharaan

Analisa ekonomi dapat dilakukan dengan melihat nilai Net Present Value atau NPV. Metode NPV dipakai untuk menguraikan dan mengevaluasi keuangan untuk nilai kelayakan investasi suatu proyek [12]. NPV membandingkan selisih *present value* (nilai saat ini) dari arus kas masuk (*Cashflow in*) serta arus kas keluar (*Cashflow out*) selama kurun waktu tertentu. Jika nilai dari selisih tersebut menghasilkan nilai minus (atau NPV < 0), maka investasi terhadap proyek dinyatakan tidak layak [13]. Metode ini akan digunakan untuk menentukan kelayakan investasi untuk perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada Ruas Jalan Jampang Tengah – Kiara Dua.

Jika keduanya telah dinyatakan layak, setelah itu perlu dilakukan analisis untuk memilih di antara dua alternatif. Pada penelitian ini pemilihan dua alternatif menggunakan metode *Annual Worth Analysis* (AWA). AWA merupakan analisis yang mengkonversi semua aliran kas ke dalam deret seragam [14]. Rumus yang digunakan pada metode AWA seperti yang ditunjukkan pada **Persamaan 1** dan **Persamaan 2**.

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

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad \dots (2)$$

halmana:

- i = tingkat suku bunga,
- n = jumlah periode bunga,

- P = nilai uang saat sekarang dengan bunga i ,
- F = nilai uang saat mendatang dengan bunga i .

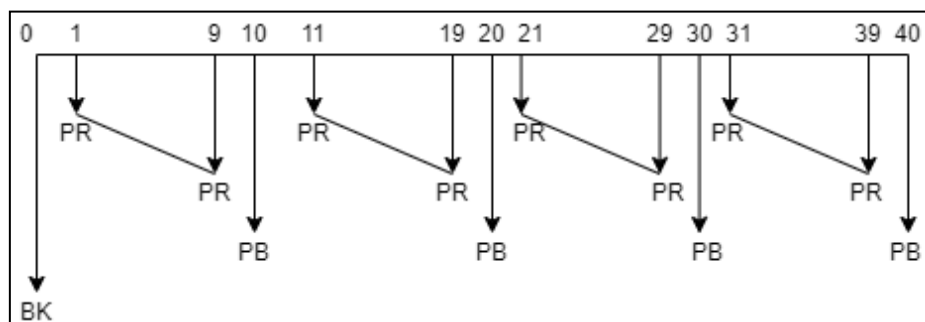
Berdasarkan metode NPV, kemudian diperoleh hasil rekapitulasi seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Rekapitulasi Biaya Konstruksi dan Pemeliharaan

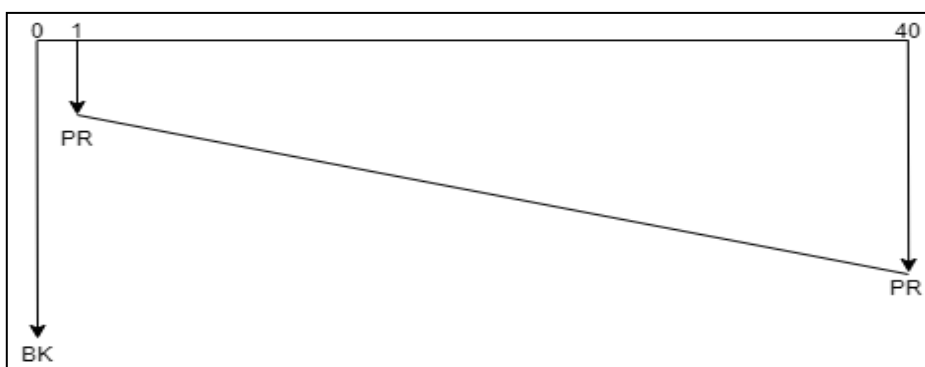
Keterangan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Biaya Konstruksi	Rp34.460.448.462	Rp45.760.342.595
Pemeliharaan Rutin	Rp118.510.216	Rp137.830.505
Pemeliharaan Berkala	Rp7.618.513.867	-

Rekapitulasi ini telah menghitung pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala untuk masing-masing perkerasan. Kecuali pada perkerasan kaku yang tidak perlu menghitung nilai NPV Pemeliharaan berkala, karena tidak memerlukan adanya pemeliharaan berkala. Pemeliharaan berkala mencakup pekerjaan pembongkaran kembali lapisan perkerasan yang aus atau rusak setelah kurun waktu tertentu. Sedangkan perkerasan kaku yang diberi penulangan tidak memerlukan pemeliharaan berupa pembongkaran kembali.

Berdasarkan proyeksi metode AWA, arus kas perkerasan lentur dapat dilihat pada **Gambar 3**, halmana proyeksi biaya konstruksi dan pemeliharaan untuk 40 tahun dengan jarak pemeliharaan berkala setiap 10 tahun yakni sebesar Rp50.216.997.833. Sedangkan untuk arus kas perkerasan kaku yang ditunjukkan pada **Gambar 4**, proyeksi biaya konstruksi dan pemeliharaan selama 40 tahun sebesar Rp48.641.598.628 tanpa mempertimbangkan pemeliharaan berkala.



Gambar 3. Arus kas perkerasan lentur



Gambar 4. Arus kas perkerasan kaku

4. PEMBAHASAN

Setelah melakukan analisis ekonomi biaya yang dapat digunakan untuk pembangunan selama 40 tahun menunjukkan bahwa perkerasan lentur membutuhkan Rp50.216.997.833 dan

perkerasan kaku membutuhkan Rp48.641.598.628. Keduanya memiliki nilai NPV yang lebih besar ketimbang nilai 0 ($NPV > 0$), artinya layak untuk diinvestasi dan dibangun. Meski demikian, berdasarkan hasil *Annual Worth Analysis*, hasil perhitungan menunjukkan bahwa perkerasan kaku untuk ruas Jalan Jampang Tengah-Kiara Dua (Segmen 3) sepanjang 10,40 km memiliki nilai yang lebih setimpal dan sepadan. Pada biaya konstruksi awal, perkerasan kaku memang memerlukan biaya yang lebih besar. Namun jika mempertimbangkan biaya pemeliharaan rutin dan berkala, perkerasan kaku lebih ekonomis dibandingkan perkerasan lentur karena tidak memerlukan biaya pemeliharaan berkala. Jika dibangun dengan perkerasan lentur dapat meningkatkan biaya sebesar Rp1.575.399.205 dari total biaya pada perkerasan kaku. Sedangkan untuk harga per meter persegi perkerasan lentur sebesar Rp671.044 dan perkerasan kaku sebesar Rp893.911.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Paikun, I. Nurpa'i, D. Susanto, and N. S. Nugroho, "Estimasi Biaya Menggunakan Metode Cost Significant Model Pada Pembangunan Peningkatan Jalan," *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2020, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:234593990>
- [2] W. M. S. Simanjuntak, "Perbandingan Ekonomi Pada Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Proyek Pembangunan Jalan Kampung Pon-Bakaran Batu (Kelapa Tinggi)," Universitas Medan Area, 2023.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Panjang Jalan Menurut Kondisi (km), 2018," <https://jabar.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzQ4IzI=/panjang-jalan-menurut-kondisi.html>.
- [4] A. K. Salim, M. A. Darmawan, and H. Wibowo, "Analisa Perbandingan Biaya Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Pada Proyek Jalan Middle Ring Road Kota Makassar," *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 5, no. 1, pp. 41–47, 2020.
- [5] F. Ramdhani, "Analisa Perbandingan Biaya Konstruksi Jalan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku Pada Jalan Maredan Provinsi Riau," *Jurnal Sainis*, vol. 16, no. 1, pp. 63–75, 2016.
- [6] Materi Pekerjaan Umum, *Manual Perkerasan Jalan (Revisi 2017) Nomor 04/SE/Db/2017*, vol. 2017. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017.
- [7] M. N. Ibrahim and A. Narendra, "Perbandingan Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur Berdasarkan Biaya Dan Umur Rencana (Studi Kasus Lot-3 Jembatan Kretek 2 Bantul)," *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 22–38, 2023.
- [8] D.J.B Bina Marga, *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*, 2018th ed. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020.
- [9] Z. A. Febrama, "Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku Jalan Tol Semarang-Batang dengan Metode AASHTO Ditinjau dari Segi Ekonomi," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [10] G. Prasojo and A. Narendra, "Analisis perbandingan tebal perkerasan kaku dan perkerasan lentur metode MDPJ 2017 (Studi Kasus Paket I.4 Jalan KIT Batang Sta 8+100 – 10+500)," *Universitas Negeri Semarang*, 2023.
- [11] K. Nisak, "Perencanaan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan revisi September 2017 dan rencana anggaran biaya studi kasus Jalan Pangkalan Nyirih–Kadur," *Kecamatan Rupa Utara, Program Studi D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis*, 2019.
- [12] O. Widiatoro, *Buku Ajar Rencana Anggaran Biaya (Construction Cost Estimate)*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, 2017.

- [13] Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, *Nomer 1 Tahun 2022 Bagian IV: Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya dan Perumahan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2022.
- [14] I. K. Wardani, "Perbandingan Kontruksi Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Serta Analisis Ekonominya Pada Proyek Frontage Road Sisi Barat Surabaya," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.