

PERBANDINGAN ANTARA *FLEXYBLE PAVEMENT* DAN *RIGID PAVEMENT* PADA PENINGKATAN PELEBARAN JALAN

Hari Setiyono¹, Machmud Effendy²

² Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Hari Setiyono

Ds. Ngunut Rt. 02 Rw. 01 Kec. Kawedanan Kab. Magetan

E-mail: harystyono@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan perhitungan teknis perkerasan lentur dan perkerasan kaku, mendapatkan besarnya biaya yang diperlukan dari perhitungan teknis perkerasan lentur dan kaku, mendapatkan jenis perkerasan yang efisien terhadap teknis dan biaya dinilai dari umur rencana 10 tahun, mendapatkan titik impas antara kedua jenis perkerasan tersebut pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan. Hasil penelitian adalah Perhitungan teknis perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan. Perencanaan susunan struktur jalan lentur dan susunan struktur jalan kaku dilakukan dengan metode bina marga. Besar biaya yang diperlukan dari perhitungan teknis terhadap peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan, meliputi biaya pelaksanaan peningkatan jalan perkerasan lentur dan kaku. Biaya pelaksanaan peningkatan jalan perkerasan lentur metode bina marga sebesar Rp 16,429 Milyar dan biaya pelaksanaan peningkatan jalan perkerasan kaku metode bina marga sebesar Rp 17,342 Milyar. Berdasarkan umur rencana 10 tahun, maka biaya pekerjaan perkerasan kaku lebih efisien dibandingkan perkerasan lentur pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan, dengan penghematan biaya sebesar Rp 13,083 Milyar. Biaya pekerjaan perkerasan lentur akan terjadi titik impas dengan biaya perkerasan kaku, bila pekerjaan perkerasan kaku sudah berjalan selama 11 tahun 1 bulan.

Kata kunci : peningkatan jalan, perkerasan lentur, perkerasan kaku

1. Pendahuluan

Jalan merupakan infrastruktur yang dibangun oleh pemerintah untuk memperlancar pengembangan daerah. Jalan adalah aset yang harus dikelola dan difungsikan secara optimal. Jalan raya adalah salah satu prasarana yang akan mempercepat pertumbuhan dan pengembangan suatu daerah serta akan membuka hubungan sosial, ekonomi dan budaya antar daerah. Di dalam undang-undang Republik Indonesia no. 38 tahun 2004 tentang prasarana jalan, disebutkan bahwa jalan mempunyai peranan penting dalam mewujudkan perkembangan kehidupan bangsa [1]. Maka jalan darat ini sangat dibutuhkan oleh masyarakat di dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari. Kondisi jalan yang lancar merupakan ukuran yang dapat menggambarkan baik buruknya operasional lalu lintas berupa kecepatan, waktu tempuh (efisiensi waktu), kebebasan bermanuver, kenyamanan, pandangan bebas, keamanan dan keselamatan jalan.

Pembangunan jalan adalah proses pembukaan ruangan lalu lintas yang mengatasi pelbagai rintangan geografi [2]. Proses ini melibatkan pengalihan muka bumi, pembangunan jembatan dan terowongan, bahkan juga pengalihan tumbuh-tumbuhan bahkan penebasan hutan. Pelbagai jenis mesin pembangun jalan akan digunakan untuk proses ini. Muka bumi harus diuji untuk melihat kemampuannya untuk menampung beban kendaraan. Berikutnya, jika perlu, tanah yang lembut akan diganti dengan tanah yang lebih keras. Lapisan tanah ini akan menjadi lapisan dasar. Seterusnya di atas lapisan dasar ini akan dilapisi dengan satu lapisan lagi yang disebut lapisan permukaan. Biasanya lapisan permukaan dibuat dengan aspal ataupun semen. Pengairan atau drainase air merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan dalam pembangunan jalan. Air yang berkumpul di permukaan jalan setelah hujan tidak hanya membahayakan pengguna jalan, malahan akan mengikis dan merusakkan struktur jalan. Karena itu permukaan jalan sebenarnya tidak betul-betul rata, sebaliknya mempunyai landaian yang berarah ke selokan di pinggir jalan. Dengan demikian, air hujan akan mengalir kembali ke selokan. Setelah itu *retroreflektor* dipasang di tempat-tempat yang berbahaya seperti belokan yang tajam. Pada

permukaan jalan mungkin juga akan diletakkan mata kucing, yakni sejenis benda bersinar seperti batu yang ditanamkan di permukaan jalan. Fungsinya adalah untuk menandakan batas lintas.

Ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan saat ini kurang memadai untuk perkembangan lalu lintas, timbul kerusakan pada lapis aus, yaitu retak, cekungan atau alur searah memanjang jalan, lubang, dan jembulan aspal. Hal tersebut menjadi masalah yang cukup mengganggu bagi pengguna jalan. Untuk mempertahankan keberlanjutan pemanfaatan prasarana jalan sesuai dengan rencana pembangunan, perlu dilakukan penelitian pengelolaan operasi, pemeliharaan yang harus direncanakan secara berkala terhadap jalan tersebut, sehingga mampu berfungsi secara optimal untuk mempermudah arus transportasi orang, barang dan jasa. Dari fakta tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui perkerasan jalan yang lebih menguntungkan dengan cara membandingkan antara perkerasan jalan lentur yang sudah ada dengan perkerasan kaku (*rigid*) dengan umur rencana 10 tahun untuk ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mendapatkan perhitungan teknis perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada pembangunan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan (2) Mendapatkan besarnya biaya yang dibutuhkan dari perhitungan teknis perkerasan lentur dan kaku terhadap pembangunan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan. (3) Mendapatkan jenis perkerasan yang efisien terhadap teknis dan biaya dinilai dari umur rencana perkerasan (biaya awal dan perawatan) dengan menggunakan Analisis *Future Value*? Dengan umur rencana 10 tahun. (4) Mendapatkan titik impas antara kedua jenis perkerasan tersebut pada pembangunan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan

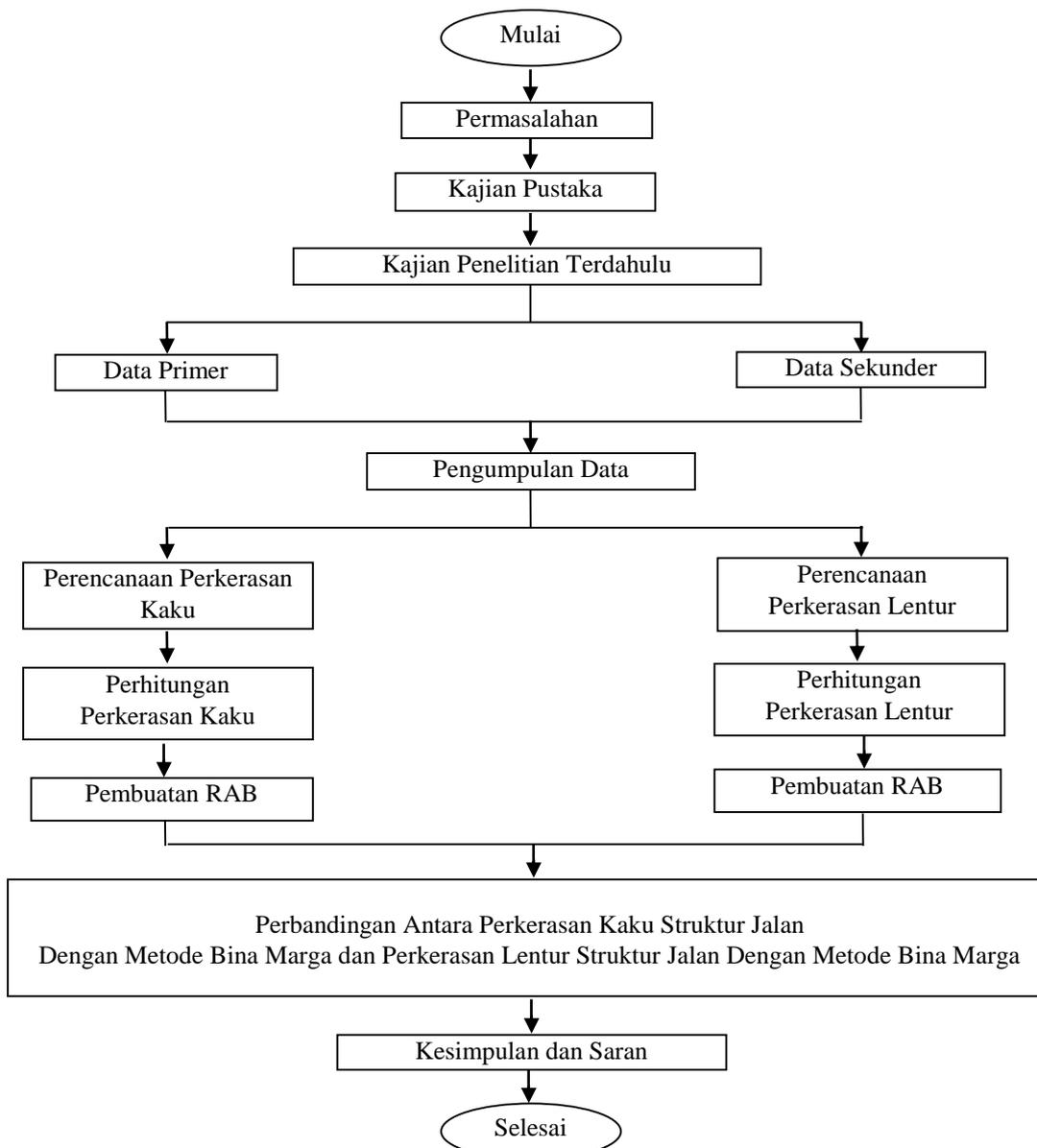
Penelitian ini memiliki beberapa manfaat. Manfaat yang diperoleh dari peningkatan jalan di ruas jalan Genengan-Lembeyan antara lain: (1) Dari hasil penulisan ini diharapkan agar dapat menambah wawasan dan pengetahuan khususnya dalam penerapan kontrak konstruksi yang tepat dalam pelaksanaan proyek konstruksi jalan yang menggunakan pembiayaan APBN untuk ruas jalan Nasional. (2) Memberikan masukan kepada stakeholder dalam pemilihan alternatif skema kontrak yang efisien dari segi waktu dan biaya. (3) Sebagai bahan literature / kajian terhadap peneliti selanjutnya mengenai alternatif kontrak konstruksi dengan sistem *long segment* dan sistem konvensional.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini direncanakan untuk mendapatkan perhitungan teknis perkerasan lentur dan perkerasan kaku [3], mendapatkan besarnya biaya yang diperlukan dari perhitungan teknis perkerasan lentur dan kaku, mendapatkan jenis perkerasan yang efisien terhadap teknis dan biaya dinilai dari umur rencana 10 tahun, mendapatkan titik impas antara kedua jenis perkerasan tersebut pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan.

Biaya pekerjaan perkerasan lentur akan terjadi titik impas dengan biaya perkerasan kaku, bila pekerjaan perkerasan kaku sudah berjalan selama 11 tahun 1 bulan. Dimana untuk tahap selanjutnya pelaksanaan proyek. Pada diagram alur atau *Flowchart* dibawah ini merupakan penjelasan lebih rinci mengenai tahapan penelitian agar setiap bagian tahapan saling berkaitan dan hasil akhir yang dicapai dapat lebih baik.

Pada diagram alur atau *Flowchart* dibawah ini merupakan penjelasan lebih rinci mengenai tahapan penelitian agar setiap bagian tahapan saling berkaitan dan hasil akhir yang dicapai dapat lebih baik



Gambar 1 Flowchart Rancangan Penelitian

2.1 Perencanaan Perkerasan Lentur Metode Bina Marga

Perencanaan perkerasan lentur [4] dan metode bina marga [5] meliputi beberapa tahapan. Tahapan perencanaan tersebut meliputi: pertama adalah perhitungan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR). Lalu lintas harian rata-rata atau LHR setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. Kedua yaitu perhitungan Nilai Ekuivalen. Volume lalu lintas dalam satuan sumbu standar tersebut kemudian ditentukan untuk masa perencanaan, yaitu jumlah total lintasan (sumbu standar) selama masa perencanaan. Jumlah total lintasan tersebut diperoleh dengan mengalikan jumlah lintasan sumbu standar rata-rata harian (lebih dikenal dengan Lintas Ekuivalen Rata-rata – LER) dengan jumlah hari masa perencanaan (tahun perencanaan dikalikan dengan 365). Tahap ketiga, penentuan Nilai Koefisien Distribusi Kendaraan (C). Dari data tipe jalan 2 lajur 2 arah didapat angka koefisien distribusi kendaraan (C) untuk masing-masing kendaraan. Selanjutnya adalah penentuan nilai lintas yang terdiri dari nilai lintas Ekuivalen Permulaan (LEP), Ekuivalen Akhir (LEA), Ekuivalen Tengah (LET), Ekuivalen Rencana (LER) dan penentuan daya dukung tanah.

Penentuan kekuatan tanah dasar yang umum dipakai adalah menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Pengukuran dengan menggunakan alat DCP (*Dynamic Cone Penetration*). Tahapan penentuan kekuatan tanah dasar [6] meliputi : Penentuan Nilai Faktor Regional (FR). Dalam perencanaan tebal perkerasan, diperhitungkan juga pengaruh lingkungan yang disebut Faktor Regional (FR). Faktor ini adalah fungsi dari kondisi iklim (yang dinyatakan dengan jumlah curah hujan per tahun), kelayakan dan persentase kendaraan berat. Selanjutnya terdapat penentuan Indeks Permukaan, Menentukan nilai Indeks Permukaan Awal (IPo) dari tabel Indeks Permukaan Awal (IPo), dan dari Indeks Permukaan Akhir (IPt) didapatkan nilai Indeks Permukaan Akhir (IPt). Kemudian dilanjutkan dengan Penentuan Indeks Tebal Permukaan (ITP). Dari data LER, IPo, IPt, FR, dan DDT dapat ditentukan nilai ITP dari nomogram. Dengan cara memplot nilai data tersebut pada nomogram, didapatkan nilai ITP dan *ITP*

2.2 Perencanaan Perkerasan Kaku Metode Bina Marga

Perencanaan perkerasan lentur dan metode bina marga meliputi beberapa tahapan [5, 7]. Tahapan perencanaan tersebut meliputi: pertama, Perhitungan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR). Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan, maka didapatkan perhitungan LHR. Perkiraan distribusi sumbu kendaraan niaga dan jenis/beban sumbu sesuai data LHR. Memilih jenis sambungan, apakah memakai sambungan memanjang atau sambungan melintang. Memilih jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan Jenis dan tebal pondasi bawah ditentukan berdasarkan nilai repetisi sumbu dan CBR tanah dasar rencana. Dari perhitungan LHR tersebut kemudian dihitung jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya. Kedua, Perhitungan repetisi sumbu. Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas. Tahapan keempat adalah penentuan faktor keamanan beban. Faktor keamanan beban (F_{KB}) digunakan berkaitan dengan adanya berbagai tingkat reliabilitas, yaitu jalan bebas hambatan (*Freeway*) dan kekuatan beton dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok yang besarnya 30-50 kg/cm².

Selanjutnya adalah Perhitungan CBR tanah dasar rencana dan tanah dasar efektif. CBR tanah dasar rencana ditentukan berdasarkan jumlah repetisi sumbu, didapatkan CBR tanah dasar rencana. Sedangkan CBR tanah dasar efektif ditentukan berdasarkan CBR tanah dasar rencana, didapatkan CBR tanah dasar rencana efektif. Kemudian yaitu perhitungan tebal slab beton berdasarkan kuat tarik lentur, berdasarkan jumlah repetisi sumbu dan berdasarkan CBR tanah dasar rencana efektif. Langkah terakhir yang dilakukan adalah Analisis Fatik dan Erosi untuk mengetahui tebal perkerasan aman atau tidak.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Biaya Pelaksanaan Peningkatan Jalan

3.1.1 Biaya Pekerjaan Perkerasan Lentur

Biaya pelaksanaan peningkatan jalan perkerasan lentur pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan sebagai berikut :

Tabel 1 RAB Pekerjaan Perkerasan Lentur Pada Peningkatan Ruas Jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan

No.	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga-Harga (Rp)
1.2	Mobilisasi	LS	1,00	7.500.000,00	7.500.000,00
1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1,00	3.000.000,00	3.000.000,00
1.22.(1)	Uitzet dan Pengukuran	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
1.22.(2)	Papan Nama Proyek	LS	1,00	300.000,00	300.000,00

1.22.(5)	Sewa Direksi Keet dan Gudang	LS	1,00	4.500.000,00	4.500.000,00
1.22.(4)	Quality Control	LS	1,00	5.000.000,00	5.000.000,00
1.22.(6)	PemindahanTiang	Ttk	13,00	600.000,00	7.800.000,00
1.22.(7)	Pemindahan Pipa Ø3", P = 6 m	Ttk	2,00	1.500.000,00	3.000.000,00
3.1.(1a)	GalianBiasa	m ³	10.000,00	49.458,54	494.585.400,00
3.4.(2)	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Bh	68,00	130.640,69	8.883.567,24
5.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m ³	10.000,00	669.923,55	6.699.235.500,00
6.1 (2)(a)	Lapis Perekat – Aspal Cair	Liter	10.000,00	12.963,80	129.638.000,00
6.3(5a)	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ton	4.500,00	1.639.715,23	7.378.718.541,27
7.15.(9)	Pengangkutan Hasil Bekas Galian / Bongkaran	m ³	10.000,00	19.266,01	192.660.148,78
A	Jumlah Total				14.935.821.157,29
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPn) =(10% x A)				1.493.582.115,73
C	Jumlah Total Harga = (A+B)				16.429.403.273,02
D	Dibulatkan				16.429.400.000,00

3.1.2 Biaya Pekerjaan Perkerasan Kaku

Biaya Pelaksanaan Peningkatan Jalan Perkerasan Kaku Pada Peningkatan Ruas Jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan sebagai berikut :

Tabel 2 RAB Pekerjaan Perkerasan Kaku Pada Peningkatan Ruas Jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan

No.	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga-Harga (Rp)
1.2	Mobilisasi	LS	1,00	7.500.000,00	7.500.000,00
1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1,00	3.000.000,00	3.000.000,00
1.22.(1)	Uitzet dan Pengukuran	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
1.22.(2)	Papan Nama Proyek	LS	1,00	300.000,00	300.000,00
1.22.(5)	Sewa Direksi Keet dan Gudang	LS	1,00	4.500.000,00	4.500.000,00
1.22.(4)	Quality Control	LS	1,00	5.000.000,00	5.000.000,00
1.22.(6)	Pemindahan Tiang	Ttk	13,00	600.000,00	7.800.000,00
1.22.(7)	Pemindahan Pipa Ø3", P = 6 m	Ttk	2,00	1.500.000,00	3.000.000,00
3.1.(1a)	Galian Biasa	m ³	12.500,00	49.458,54	618.231.750,00
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	m ²	50.000,00	1.406,13	70.306.736,62
3.4.(2)	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Bh	68,00	130.640,69	8.883.567,24
3.5.(4)	Lapisan Plastik Tebal 0,08 mm	m ²	50.000,00	4.306,55	215.327.380,95
7.1 (7) a	Beton Mutu Sedang fc'20 MPa	m ³	12.500,00	1.073.821,48	13.422.768.492,90
7.15.(9)	Pengangkutan Hasil Bekas Galian / Bongkaran	m ³	12.500,00	19.266,01	240.825.185,97
7.16.(5)	Perancah / Bekisting / Acuan	m ²	12.500,00	92.589,00	1.157.362.500,00

A	Jumlah Total	15.765.805.613,69
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPn) =(10% x A)	1.576.580.561,37
C	Jumlah Total Harga = (A+B)	17.342.386.175,06
D	Dibulatkan	17.342.380.000,00

Tabel 3 Perbandingan RAB Pekerjaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku Pada Peningkatan Ruas Jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan

No.	Uraian	Jumlah Harga Perkerasan Lentur (Rp)	Jumlah Harga Perkerasan Kaku (Rp)
1.2	Mobilisasi	7.500.000,00	7.500.000,00
1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	3.000.000,00	3.000.000,00
1.22.(1)	Uitzet dan Pengukuran	1.000.000,00	1.000.000,00
1.22.(2)	Papan Nama Proyek	300.000,00	300.000,00
1.22.(5)	Sewa Direksi Keet dan Gudang	4.500.000,00	4.500.000,00
1.22.(4)	Quality Control	5.000.000,00	5.000.000,00
1.22.(6)	PemindahanTiang	7.800.000,00	7.800.000,00
1.22.(7)	Pemindahan Pipa Ø3", P = 6 m	3.000.000,00	3.000.000,00
3.1.(1a)	Galian Biasa	494.585.400,00	618.231.750,00
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan		70.306.736,62
3.4.(2)	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15–30 cm	8.883.567,24	8.883.567,24
3.5.(4)	Lapisan Plastik Tebal 0,08 mm		215.327.380,95
5.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	6.699.235.500,00	
6.1 (2)(a)	Lapis Perekat – Aspal Cair	129.638.000,00	
6.3(5a)	Laston Lapis Aus (AC-WC)	7.378.718.541,27	
7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa		13.422.768.492,90
7.15.(9)	Pengangkutan Hasil Bekas Galian / Bongkaran	192.660.148,78	240.825.185,97
7.16.(5)	Perancah / Bekisting / Acuan		1.157.362.500,00
A	Jumlah Total	14.935.821.157,29	15.765.805.613,69
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPn) =(10% x A)	1.493.582.115,73	1.576.580.561,37
C	Jumlah Total Harga = (A+B)	16.429.403.273,02	17.342.386.175,06
D	Dibulatkan	16.429.400.000,00	17.342.380.000,00

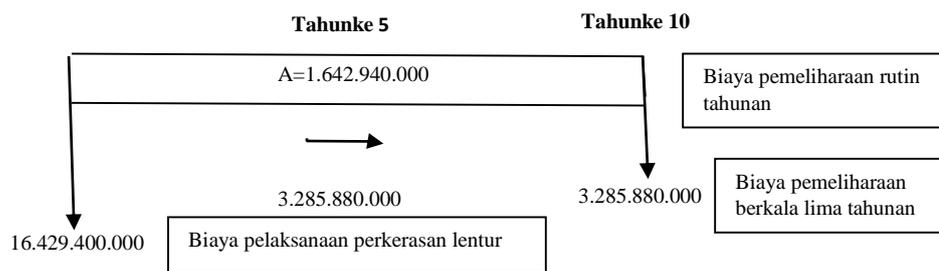
Menunjukkan bahwa RAB pekerjaan perkerasan lentur terlihat lebih murah dibandingkan dengan RAB pekerjaan perkerasan kaku pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan

3.2 Perbandingan Biaya Pemeliharaan Pelaksanaan Peningkatan Jalan

Setelah dilakukan perhitungan pelaksanaan peningkatan jalan, kemudian dilakukan perbandingan biaya pemeliharaan antara pekerjaan peningkatan jalan perkerasan lentur dan perkerasan kaku berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 /PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan, sebagai berikut : Pemeliharaan rutin jika kerusakan sebesar 1 sd 11% dan pemeliharaan berkala jika kerusakan sebesar 11% - 23%.

3.2.1 Biaya Pemeliharaan Perkerasan lentur

Biaya pemeliharaan rutin berdasarkan pengamatan lapangan terdapat kerusakan 10% dari total jalan yang dibangun sejak tahun 2020, yaitu sebesar $10\% \times 16.429.400.000,00 = \text{Rp } 1.642.940.000,00$. Pada tahun ke 5 tingkat kerusakan sebesar 50%, berarti jalan tersebut mengalami peningkatan kerusakan sebesar 10% tiap tahunnya untuk itu perlu diadakan pemeliharaan berkala pada setiap tahun ke 5 dengan biaya pemeliharaan berkala maksimal 20% dari biaya awal yaitu $20\% \times 16.429.400.000,00 = \text{Rp } 3.285.880.000,00$



Dengan asumsi bunga 10% per periode, biaya pemeliharaan untuk 10 tahun adalah
 $16.429.400.000,00 (F/P,10\%,10) = 16.429.400.000,00 (1+10\%)^{10}$
 $= 42.613.632.373,97$ (biaya pelaksanaan)

$$1.642.940.000,00 (F/A,10\%,10) = 1.642.940.000,00 \left(\frac{(1+10\%)^{10} - 1}{10\%} \right)$$

$$= 26.184.232.373,97$$
 (pemeliharaan rutin)

$$3.285.880.000,00 (F/A/10\%,10) = 3.285.880.000,00 \left(\frac{(1+10\%)^{10} - 1}{10\%} \right)$$

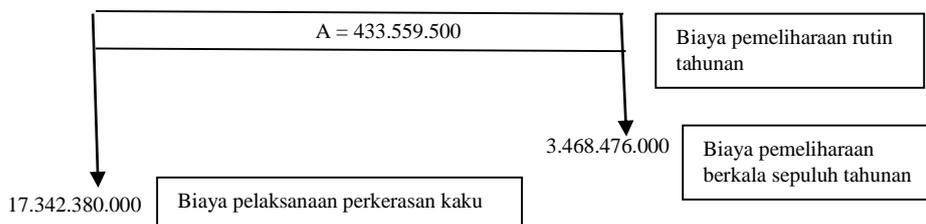
$$= 52.368.464.747,93$$
 (pemeliharaan berkala)

Total biaya pemeliharaan perkerasan lentur untuk 10 tahun adalah

$$11.779.000.000 (F/P,10\%,10) = 42.613.632.373,97$$
 (biaya pelaksanaan)
 $1.177.900.000 (F/A,10\%,10) = 26.184.232.373,97$ (pemeliharaan rutin)
 $2.355.800.000 (F/A/10\%,10) = 52.368.464.747,93$ (pemeliharaan berkala)
Rp = 121.166.329.496,00

3.2.2 Biaya pemeliharaan Perkerasan kaku

Pemeliharaan rutin berdasarkan pengamatan lapangan terdapat kerusakan 2,5% dari total jalan yang dibangun, yaitu sebesar $2,5\% \times 17.342.380.000,00 = \text{Rp } 433.559.500,00$. Pada tahun ke 1 tingkat kerusakan sebesar 2,5%, untuk itu perlu diadakan pemeliharaan berkala setiap 10 tahun dengan biaya sebesar 25% dari biaya awal. Untuk menentukan waktu pemeliharaan dengan menghitung besarnya pertumbuhan kerusakan hingga mencapai syarat pemeliharaan berkala maksimal 20% dari biaya awal yaitu, yaitu $20\% \times 17.342.380.000,00 = \text{Rp } 3.468.476.000,00$



Dengan asumsi bunga 10% per periode, biaya pemeliharaan untuk 10 tahun adalah:

$$17.342.380.000,00 (F/P,10\%,10) = 17.342.380.000,00(1+10\%)^{10}$$

$$= 44.981.667.365,19$$
 (biaya pelaksanaan)

$$433.559.500,00 (F/A,10\%,10) = 433.559.500,00 \left(\frac{(1+10\%)^{10} - 1}{10\%} \right)$$

$$= 6.909.821.841,30$$
 (pemeliharaan rutin)

$$3.468.476.000,00 \text{ (F/A,10\%,10)} = 3.468.476.000,00 \left(\frac{(1+10\%)^{10} - 1}{10\%} \right)$$

$$= 55.278.574.730,38 \text{ (pemeliharaan berkala)}$$

Total biaya pemeliharaan perkerasan kaku untuk 10 tahun adalah
 17.624.800.000,00 (F/P,10%,1) = 44.981.667.365,19 (biaya pelaksanaan)
 440.620.000,00 (F/A,10%,10) = 6.909.821.841,30 (pemeliharaan rutin)
 3.524.960.000,00 (F/A,10%,1) = 55.278.574.730,38 (pemeliharaan berkala)
 Rp = 107.170.063.937,00

Selisih biaya : 121.166.329.496,00 – 107.170.063.937,00 = Rp 13.996.265.559,00

Tabel 4 Perbandingan Biaya Pekerjaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku Pada Peningkatan Ruas Jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan

No.	UraianBiaya	PerkerasanLentur	Perkerasan Kaku
1	Biaya Pelaksanaan /RAB	16.429.400.000	17.342.380.000
	Biaya Pemeliharaan		
2	Biaya Pelaksanaan	42.613.632.373,97	44.981.667.365,19
3	Biaya pemeliharaan rutin	26.184.232.373,97	6.909.821.841,30
4	Biaya pemeliharaan berkala	52.368.464.747,93	55.278.574.730,38
	Jumlah Pemeliharaan	121.166.329.496,00	107.170.063.937,00
	Jumlah Total	137.595.729.494,00	124.512.443.973,00

Sumber : Hasil Perhitungan Tabel 1 dan Tabel2

Besar biaya yang diperlukan dari perhitungan teknis perkerasan lentur dan kaku terhadap peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan sebagai berikut: Biaya pelaksanaan peningkatan jalan perkerasan lentur metode bina marga sebesar Rp 16.429.400.000,00. Sedangkan Biaya pelaksanaan awal peningkatan jalan perkerasan kaku metode bina marga sebesar Rp 17.342.380.000,00

Besar biaya yang diperlukan selama 10 tahun untuk pemeliharaan perkerasan lentur dan kaku terhadap peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan meliputi Biaya pemeliharaan peningkatan jalan perkerasan lentur metode bina marga sebesar Rp 121.166.329.496,00 dan biaya pemeliharaan peningkatan jalan perkerasan kaku metode bina marga sebesar Rp 107.170.063.937,00. Besar biaya total yang diperlukan perkerasan lentur metode bina marga sebesar Rp 137.595.729.494,00 dan perkerasan kaku metode bina marga sebesar Rp.124.512.443.973,00.

Berdasarkan perhitungan biaya pemeliharaan dengan selama umur rencana 10 tahun, maka untuk jangka panjang biaya pemeliharaan pekerjaan perkerasan kaku lebih efisien dibandingkan perkerasan lentur pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan, dengan penghematan biaya sebesar Rp 13.083.285.559,00. Biaya pekerjaan pemeliharaan perkerasan lentur akan terjadi titik impas dengan biaya perkerasan kaku, bila pekerjaan perkerasan kaku sudah berjalan selama $= 10 + \left(\frac{42.613.632.373,97}{44.981.667.365,19} \right) = 10,95 = 11$ tahun 1 bulan

4. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian, serta hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa perhitungan teknis perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan sebagai berikut:

Perencanaan susunan struktur jalan lentur dengan metode bina marga. Tebal lapis permukaan atas Laston MS 744 sebesar 10 cm, tebal lapis pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100) sebesar 20 cm dan tebal lapis pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 50) sebesar 10 cm. Sedangkan perencanaan susunan struktur jalan kaku dengan metode bina marga meliputi bahan pondasi bawah dengan bahan pengikat 125 mm.

Jenis perkerasan adalah bersambung tanpa tulangan (BBTT) dengan Tebal Slab Beton sebesar 250 mm

Besar biaya yang diperlukan dari perhitungan teknis perkerasan lentur dan kaku terhadap peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan sebagai meliputi biaya pelaksanaan peningkatan jalan perkerasan lentur metode bina marga sebesar Rp 16.429.400.000,00. Sedangkan biaya pelaksanaan peningkatan jalan perkerasan kaku metode bina marga sebesar Rp 17.342.380.000,00.

Berdasarkan perhitungan ekonomi biaya pemeliharaan dengan umur rencana 10 tahun, maka untuk jangka panjang biaya pemeliharaan untuk pekerjaan perkerasan kaku lebih efisien dibandingkan perkerasan lentur pada peningkatan ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan, dengan penghematan biaya sebesar Rp 13.083.285.559,00. Biaya pekerjaan perkerasan lentur akan terjadi titik impas dengan biaya perkerasan kaku, bila pekerjaan perkerasan kaku sudah berjalan selama 11 tahun 1 bulan. Namun, dalam merencanakan peningkatan jalan pada ruas ruas jalan Genengan-Lembeyan Kabupaten Magetan hendaknya jangan hanya melihat biaya awal pelaksanaan saja, akan tetapi diperhitungkan pula biaya pemeliharaan selama umur rencana agar didapat konstruksi yang efisien.

Agar lebih efisien, penggunaan perkerasan kaku dapat diterapkan pada proyek peningkatan jalan lain di lingkungan Pemerintah Kabupaten Magetan dan instansi terkait dalam penyusunan Rencana Peningkatan Jalan serta penyusunan Daftar Pengajuan Anggaran. Sebagai referensi bagi peneliti lain guna penelitian lebih lanjut.

Referensi

- [1] R. Indonesia, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2004 Tentang Pemerintahan Daerah," *Jakarta (ID): RI*, 2004.
- [2] B. F. Tarigan and S. Seno Imanuel Sitepu, "Analisa Tikungan Terhadap Keselamatan Pengguna Jalan Raya Bandar Baru–Berastagi (Kabupaten Deli Serdang–Kabupaten Karo)," *JUITECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality*, vol. 3, no. 1, 2019.
- [3] H. T. H. Astuti, I. G. A. Putera, and I. G. P. Suparsa, "Kajian Ekonomi Konstruksi Perkerasan Lentur dan Konstruksi Perkerasan Kaku (Studi Kasus Jalan Raya PKT. EBL-02 Tohpati-Kusamba)," *Jurnal Spektran*, 2014.
- [4] O. Nurahmi and A. A. G. Kartika, "Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 1, no. 1, pp. E63-E68, 2012.
- [5] D. P. Umum, "Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997," *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 1987.
- [6] H. Helmi, A. Aprianto, and V. Bachtiar, "Korelasi nilai california bearing ratio (CBR) lapangan dengan menggunakan alat dynamic cone penetrometer (DCP) dan california bearing ratio (CBR) mekanis," *Tanjungpura University*, 2016.
- [7] K. P. Umum and D. Marga, "Manual Desain Perkerasan Jalan," *Jakarta: Binamarga*, 2013.