



Analisis Strategi Perbaikan Jalan Secara Temporal Terhadap Biaya Operasi Kendaraan (Studi Kasus : Jalan Raya Candipuro, Lumajang) ¹

Analysis of The Strategy of Temporal Street Repairs to Vehicle Operation Costs (Case Study: Candipuro Highway, Lumajang)

Rizqi Eka Faiqatul Maghfiroh ^a, Akhmad Hasanuddin ^{b, 2}, Sri Sukmawati ^b

^a Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

^b Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

ABSTRACT

Candipuro highway, Candipuro District, Lumajang Regency is a road section which is passed by sand loaded trucks so that this road receives excessive loads. It can be seen from the presence of perforation damages, hair cracks, longitudinal and transverse cracks, edge cracks and polished aggregate. The damages on the road can disrupt the comfort and safety of drivers and affect to Vehicle Operating Cost (VOC). There is 2 maintenance method used in this research. The first method was an analysis of routine roadwork strategies once a year and second method every 3 years for 9 years to find out the most efficient cost for roadwork and operating cost for vehicles. ND Lea Consultant which focused on the aspect of pavement was used as the method for Vehicle Operating Cost. An economic feasibility analysis was used to determine the appropriate strategy using which strategy has a cheaper fee. The results of the calculation of routine roadwork every 1 year during 9 years were Rp3.459.436.869,42 and periodic roadwork 3 years for 9 years was Rp5.021.403.850,96. The total operating cost of car vehicles due to routine maintenance once a year during 9 years was Rp4.391.248.161,16 and periodic maintenance for 3 years during the 9 years was Rp4.391.248.161,16. Therefore, the efficient handling strategy was routine maintenance once a year. It was because this alternative has cheaper than periodic maintenance.

Keywords: routine maintenance, periodic maintenance, Vehicle Operating Cost (VOC), ND Lea Consultant, Net Present Value (NPV)

ABSTRAK

Ruas Jalan Raya Candipuro, Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang merupakan ruas jalan yang dilewati truck pengangkut pasir sehingga ruas jalan ini menerima beban berlebih. Hal ini dapat dilihat dari adanya kerusakan berlubang, retak rambut, retak memanjang dan melintang, retak tepi dan pelepasan butiran. Kerusakan jalan dapat mengganggu kenyamanan maupun keselamatan pengendara dan dapat mempengaruhi Biaya Operasi Kendaraan (BOK). Terdapat 2 metode perbaikan jalan pada penelitian ini, metode pertama adalah secara rutin setiap 1 tahun sekali dan metode kedua secara berkala setiap 3 tahun sekali selama 9 tahun untuk mengetahui biaya yang paling efisien untuk perbaikan jalan serta biaya operasi terhadap kendaraan. Metode untuk Biaya Operasi Kendaraan menggunakan *ND Lea Consultant* yang menitikberatkan pada aspek perkerasan jalan. Analisa kelayakan ekonomi digunakan untuk penentuan strategi yang sesuai dengan memilih biaya yang paling kecil, sehingga efisien dari segi biaya. Hasil dari perhitungan untuk perbaikan jalan secara rutin setiap 1 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp3.459.436.869,42 dan perbaikan jalan secara berkala 3 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp5.021.403.850,96. Total Biaya Operasi

¹ Info artikel: Received 16 Mei 2019, Received in revised from 21 Mei 2019, Accepted 14 Januari 2020.

² Corresponding author: ahmadhasanuddin11@gmail.com (A. Hasanuddin)

Kendaraan mobil akibat pemeliharaan rutin 1 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp4.391.248.161,16 dan pemeliharaan berkala 3 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp4.941.996.380,06. Strategi penanganan yang efektif adalah pemeliharaan rutin 1 tahun sekali, karena alternatif ini memiliki biaya yang lebih kecil daripada pemeliharaan berkala.

Kata kunci: pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, Biaya Operasi Kendaraan (BOK), ND Lea Consultant, Net Present Value (NPV)

PENDAHULUAN

Kerusakan jalan menjadi salah satu masalah di Indonesia yang seringkali terjadi terutama pada jalan dengan volume lalu lintas yang padat. Kerusakan jalan dapat mengganggu keamanan, kenyamanan dan kelancaran dalam berkendara. Ruas jalan raya Candipuro merupakan ruas jalan yang dilewati truk pengangkut pasir, sehingga ruas jalan ini memiliki volume lalu lintas yang padat. Volume lalu lintas yang padat tersebut dapat mengakibatkan menurunnya kemampuan jalan untuk menerima beban di atasnya. Hal ini dapat dilihat dari adanya kerusakan jalan seperti kerusakan lubang, retak halus, retak memanjang dan melintang, jalan bergelombang serta pelapukan pelepasan butir. Kerusakan jalan dapat mengganggu kenyamanan maupun keselamatan pengendara yang melintasi jalan tersebut. Selain mengganggu nyaman dan keselamatan pengendara, kerusakan jalan juga dapat mempengaruhi Biaya Operasi Kendaraan (BOK).

Mengingat pentingnya peranan jalan, maka dibutuhkan sebuah studi mengenai kerusakan dan perbaikan jalan. Metode perbaikan jalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis strategi perbaikan jalan secara rutin setiap 1 tahun sekali dan secara berkala setiap 3 tahun sekali selama 9 tahun untuk mengetahui biaya yang paling efisien untuk perbaikan jalan serta biaya operasi terhadap kendaraan. Metode untuk menentukan Biaya Operasi Kendaraan menggunakan metode *N.D Lea Consultant* yang menitikberatkan di aspek perkerasan jalan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui total biaya perbaikan jalan secara rutin 1 tahun sekali dengan secara berkala 3 tahun sekali selama umur rencana 10 tahun, mengetahui total Biaya Operasi Kendaraan akibat pemeliharaan rutin 1 tahun sekali dan pemeliharaan berkala 3 tahun sekali selama umur rencana 10 tahun dan mengetahui strategi yang paling efisien untuk digunakan.

METODE PENELITIAN

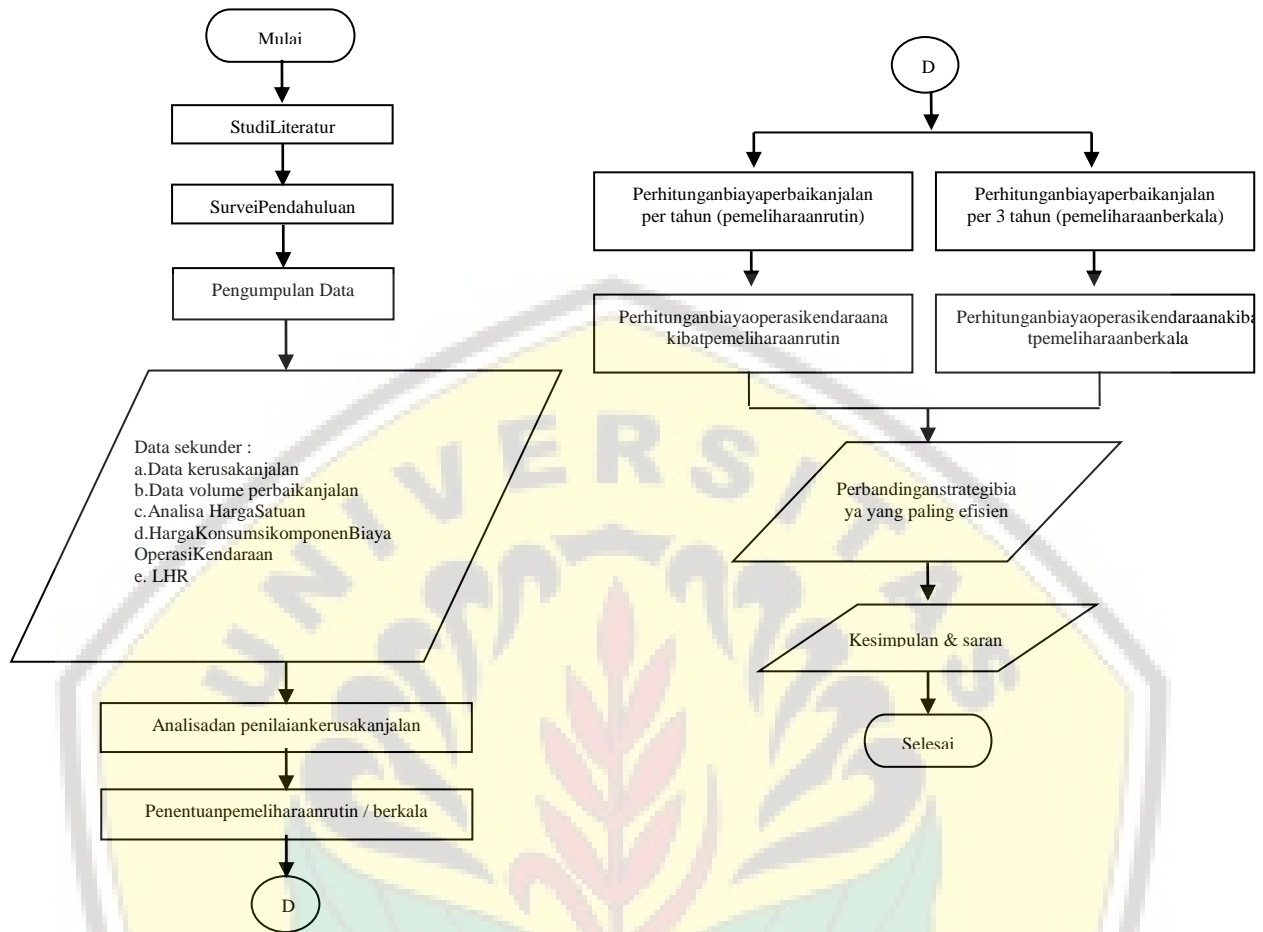
Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah ruas jalan raya Candipuro Kabupaten Lumajang sepanjang 3,4 km dari sta 69+000 s/d sta 72+400 yang menghubungkan Kabupaten Lumajang dengan Kabupaten Malang yang sering dilewati kendaraan berat seperti bus dan truk.

Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini hanya menggunakan data sekunder yang di peroleh dari instansi terkait yaitu Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur, jurnal, dan lain-lain. Adapun data sekunder yang digunakan yaitu data kerusakan jalan, data volume perbaikan jalan, Analisa Harga Satuan, harga komponen Biaya Operasi Kendaraan dan LHR Tahunan.

Bagan Alur Penelitian (Flow Chart)



Gambar 1 Diagram alir pelaksanaan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Biaya Perbaikan Jalan Pemeliharaan Rutin

Total biaya perbaikan jalan pemeliharaan rutin didapat dengan cara mengalikan harga satuan dengan dengan volume. Hasil total biaya dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Total biaya perbaikan jalan pemeliharaan rutin

Jenis Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Harga (Rp.)
AC-BC (<i>Patching + Cold Milling</i>)	1.340.409,87	368	493.270.830,95
Aspal Cair (<i>Cold Milling</i>)	10.959,09	1400	15.342.731,75
Jumlah			508.613.562,70

Perhitungan Biaya Pemeliharaan Berkala

Total biaya perbaikan jalan pemeliharaan berkala didapat dengan cara mengalikan harga satuan dengan volume. Hasil total biaya dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Total biaya perbaikan jalan pemeliharaan berkala

Jenis Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Harga (Rp.)
AC-BC (<i>Overlay</i>)	1.340.409,87	747,5	1.001.956.375,37
AC-WC	1.378.481,06	460	634.101.286,50
AC-BC <i>Grade</i>	1.340.409,87	230	308.294.269,34
AspalCair (<i>Overlay</i>)	10.959,09	2250	24.657.961,74
Jumlah			1.969.009.892,95

Perbandingan Pemeliharaan Rutin dan Berkala

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil biaya perbaikan jalan secara rutin 1 tahun sekali sebesar Rp508.613.562,70. Biaya tersebut ditetapkan sebagai nilai A (*Annual*) untuk menghitung *present worth* dengan suku bunga (*BI rate*) sebesar 6%. Sedangkan total biaya perbaikan jalan secara berkala 3 tahun sekali adalah Rp1.969.009.892,95. Biaya tersebut ditetapkan sebagai nilai P untuk mencari *future worth* dengan tingkat inflasi yang digunakan sebesar 3,13% yang kemudian di-*present*-kan kembali dengan suku bunga (*BI rate*) sebesar 6%.

Perhitungan *Present Worth* untuk pemeliharaan rutin 1 tahun sekali selama 10 tahun dengan suku bunga 6% :

$$\begin{aligned}
 P &= A (P/A, i\%, N) \\
 &= \text{Rp}508.613.562,70 (P/A, 6\%, 9) \\
 &= \text{Rp}508.613.562,70 \times 6,8017 \\
 &= \text{Rp}3.459.436.869,42
 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa total biaya untuk pemeliharaan rutin 1 tahun sekali selama 9 tahun adalah sebesar Rp3.459.436.869,42. Sedangkan perhitungan *Present Worth* untuk pemeliharaan berkala 3 tahun sekali selama 9 tahun untuk tahun ke-3, tahun ke-6 dan tahun ke -9 adalah sebagai berikut :

1. Tahun ke-3 :

$$\begin{aligned}
 F &= P(1 + i)^n \\
 &= \text{Rp}1.969.009.892,95 \times (1+0,0313)^3 \\
 &= \text{Rp}2.159.747.358,11
 \end{aligned}$$

2. Tahun ke-6 :

$$\begin{aligned}
 P &= F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right) \\
 &= \text{Rp}2.159.747.358,11 \times \left(\frac{1}{(1+0,06)^3} \right) \\
 &= \text{Rp}1.813.365.528,34
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, didapatkan *Present Worth* tahun ke-6 dan ke-9 adalah Rp1.670.024.387,96 dan Rp1.538.013.935,66. Sehingga jumlah *Present Worth* untuk pemeliharaan berkala 3 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp5.021.403.850,96.

Pertumbuhan Volume Kendaraan Mobil

Nilai pertumbuhan setiap tahunnya akan dikalikan dengan volume kendaraan pada tahun 2015, guna mendapatkan volume kendaraan pada tahun 2017 sampai 2026 pada Jalan Raya Candipuro Kabupaten Lumajang. Adapun persamaan yang digunakan :

$$P_t = P_o(1 + i)^n \quad (1)$$

dengan: P_t = Data volume kendaraan pada tahun yang diinginkan

P_o = Data volume pada tahun terakhir yang diketahui (tahun 2015) (870 Kend)

i = Faktor pertumbuhan kendaraan setiap tahunnya (4,92%)

n = Rentang waktu pertumbuhan dari tahun terakhir

Adapun contoh perhitungan jumlah kendaraan mobil tahun 2017 adalah :

$$P_t = P_o(1 + i)^n$$

$$P_{17} = 870 (1 + 4,92\%)^2$$

$$= 958 \text{ Kendaraan}$$

Dengan cara yang sama, dapat diketahui pertumbuhan kendaraan pada setiap tahunnya dari tahun 2017 sampai 2026 di Jalan Raya Candipuro Kabupaten Lumajang. Tabel pertumbuhan kendaraan pada tahun 2017 sampai tahun 2026 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Pertumbuhan kendaraan Jalan Raya Candipuro kondisi 2/2 UD (Kend/hari)

No	Tahun	Jumlah Kendaraan Mobil
1	2017	958
2	2018	1005
3	2019	1054
4	2020	1106
5	2021	1160
6	2022	1217
7	2023	1277
8	2024	1340
9	2025	1406
10	2026	1475

Volume Kendaraan Sepeda Motor

Pertumbuhan volume kendaraan sepeda motor dapat dihitung juga dengan persamaan 1. Pada tahun 2015, volume kendaraan yang diketahui adalah 2962 kendaraan. Adapun contoh perhitungan untuk mencari volume kendaraan sepeda motor pada tahun 2017 adalah :

$$P_t = P_o(1 + i)^n$$

$$P_{17} = 2962 (1 + 4,92\%)^2$$

$$= 3260 \text{ Kendaraan}$$

Dengan cara yang sama, dapat diketahui pertumbuhan kendaraan sepeda motor pada setiap tahunnya dari tahun 2017 sampai 2026 di Jalan Raya Candipuro Kabupaten Lumajang yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Pertumbuhan kendaraan sepeda motor Jalan Raya Candipuro kondisi 2/2 UD (Kend/hari)

No	Tahun	Jumlah Kendaraan Sepeda Motor
1	2017	3260
2	2018	3421
3	2019	3589
4	2020	3765
5	2021	3950
6	2022	4144
7	2023	4348
8	2024	4562
9	2025	4786
10	2026	5021

Biaya Operasi Kendaraan Mobil Pemeliharaan Rutin

Biaya Operasi Kendaraan akibat pemeliharaan rutin terhadap mobil (*auto*) adalah sebagai berikut :

1. Bahan Bakar

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{Prosentase bahan bakar untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga konsumsi} \\ &\quad \text{bahan bakar (tabel 2.7)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 84\% \times \text{Rp}1.060.800,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}891,072 \end{aligned}$$

2. Konsumsi Oli

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{Prosentase oli untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga konsumsi oli (tabel} \\ &\quad \text{2.8)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 100\% \times \text{Rp}214.500,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}214,5 \end{aligned}$$

3. Konsumsi Ban

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{Prosentase ban untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga konsumsi ban (tabel} \\ &\quad \text{2.9)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 300\% \times \text{Rp}34.160,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}102,48 \end{aligned}$$

4. Pemeliharaan

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{Prosentase pemeliharaan untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga} \\ &\quad \text{pemeliharaan (tabel 2.10)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 230\% \times \text{Rp}30.619,98 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}70,42595 \end{aligned}$$

5. Despresiasi / Penyusutan Kendaraan

$$\text{BOK} = \text{Prosentase penyusutan kendaraan untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga}$$

$$\begin{aligned} & \text{penyusutan kendaraan (tabel 2.11)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 110 \% \times \text{Rp}119.587,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}131,5457 \end{aligned}$$

6. Suku Bunga

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{Prosentase harga suku bunga untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga suku} \\ & \text{bunga kendaraan (tabel 2.11)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 110 \% \times \text{Rp}77.732,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}85,5052 \end{aligned}$$

7. Fixed Cost / Asuransi

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{Prosentase harga asuransi untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga asuransi} \\ & \text{kendaraan (tabel 2.11)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 110 \% \times \text{Rp}40.252,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}44,2772 \end{aligned}$$

8. Upah Crew

Untuk kendaraan mobil tidak memiliki upah crew. Upah crew hanya untuk tipe kendaraan bus dan truck saja. Adapun perhitungan yang digunakan :

$$\text{BOK} = \text{Prosentase harga upah crew (tabel 2.16)} \times \text{Total harga upah crew (tabel 2.12)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right)$$

9. Total BOK

$$\begin{aligned} \text{Total BOK} &= \text{Harga bahan bakar} + \text{oli} + \text{pemeliharaan} + \text{suku bunga} + \text{asuransi} + \\ & \text{upah crew} \\ &= \text{Rp}891,072 + \text{Rp}214,5 + \text{Rp}102,48 + \text{Rp}70,42595 + \text{Rp}131,5457 + \\ & \text{Rp}85,5052 + \text{Rp}44,2772 \\ &= \text{Rp}1.539,806/\text{Kend} \end{aligned}$$

Biaya Operasi Kendaraan Mobil Pemeliharaan Berkala

Biaya Operasi Kendaraan akibat pemeliharaan berkala terhadap mobil (*auto*) adalah sebagai berikut :

1. Bahan Bakar

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{Prosentase bahan bakar untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga konsumsi} \\ & \text{bahan bakar (tabel 2.7)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 76\% \times \text{Rp}1.060.800,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}806,208 \end{aligned}$$

2. Konsumsi Oli

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{Prosentase oli untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga konsumsi oli (tabel} \\ & \text{2.8)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= 192\% \times \text{Rp}214.500,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\ &= \text{Rp}411,84 \end{aligned}$$

3. Konsumsi Ban

$$\text{BOK} = \text{Prosentase ban untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga konsumsi ban (tabel$$

$$\begin{aligned}
 & 2.9) \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = 575\% \times \text{Rp}34.160,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = \text{Rp}196,42
 \end{aligned}$$

4. Pemeliharaan

$$\begin{aligned}
 \text{BOK} & = \text{Prosentase pemeliharaan untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga} \\
 & \text{pemeliharaan (tabel 2.10)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = 404\% \times \text{Rp}30.619,98 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = \text{Rp}123,7047
 \end{aligned}$$

5. Despresiasi / Penyusutan Kendaraan

$$\begin{aligned}
 \text{BOK} & = \text{Prosentase penyusutan kendaraan untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga} \\
 & \text{penyusutan kendaraan (tabel 2.11)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = 122\% \times \text{Rp}119.587,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = \text{Rp}145,8961
 \end{aligned}$$

6. Suku Bunga

$$\begin{aligned}
 \text{BOK} & = \text{Prosentase harga suku bunga untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga suku} \\
 & \text{bunga kendaraan (tabel 2.11)} \times \text{panjang jalan/1000 km} \\
 & = 122\% \times \text{Rp}77.732,00 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = \text{Rp}94,83304
 \end{aligned}$$

7. Fixed Cost / Asuransi

$$\begin{aligned}
 \text{BOK} & = \text{Prosentase harga asuransi untuk mobil (tabel 2.16)} \times \text{Total harga asuransi} \\
 & \text{kendaraan (tabel 2.11)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = 122\% \times \text{Rp}40.252,00 \times \left(\frac{3,4 \text{ km}}{1000 \text{ km}} \right) \\
 & = \text{Rp}49,10744
 \end{aligned}$$

8. Upah Crew

Untuk kendaraan mobil tidak memiliki upah crew. Upah crew hanya untuk tipe kendaraan bus dan truck saja. Adapun perhitungan yang digunakan :

$$\begin{aligned}
 \text{BOK} & = \text{Prosentase harga upah crew (tabel 2.16)} \times \text{Total harga upah crew (tabel} \\
 & \text{2.12)} \times \left(\frac{\text{Panjang jalan}}{1000 \text{ km}} \right)
 \end{aligned}$$

9. Total BOK

$$\begin{aligned}
 \text{Total BOK} & = \text{Harga bahan bakar + oli + pemeliharaan + suku bunga + asuransi +} \\
 & \text{upah crew} \\
 & = \text{Rp}806,208 + \text{Rp}411,84 + \text{Rp}196,42 + \text{Rp}123,7047 + \text{Rp}145,8961 + \\
 & \text{Rp}94,83304 + \text{Rp}49,10744 \\
 & = \text{Rp}1.828,009/\text{Kend}
 \end{aligned}$$

Biaya Operasi Kendaraan Per-Tahun Kendaraan Mobil

Future Worth BOK mobil sedan (auto) akibat pemeliharaan rutin tahun ke-1

$$\begin{aligned}
 & = \text{Rp}1.539,806 \times 365 \text{ hari} \times 958 \\
 & = \text{Rp}538.217.354,40
 \end{aligned}$$

Present Worth BOK mobil sedan (auto) akibat pemeliharaan rutin tahun ke-1

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

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp}538.217.354,40 \times \left(\frac{1}{(1+0,06)^1}\right) \\
 &= \text{Rp}507.752.221,13 \\
 \text{Future Worth BOK mobil sedan (auto) akibat pemeliharaan berkala tahun ke-1} \\
 &= \text{Rp}1.828,009 \times 365 \text{ hari} \times 958 \\
 &= \text{Rp}638.954.722,78 \\
 \text{Present Worth BOK mobil sedan (auto) akibat pemeliharaan berkala tahun ke-1} \\
 &= F\left(\frac{1}{(1+i)^n}\right) \\
 &= \text{Rp}638.954.722,78 \times \left(\frac{1}{(1+0,06)^1}\right) \\
 &= \text{Rp}602.787.474,32
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, BOK mobil sedan (Auto) *Future Worth* dan *Present Worth* selama 9 tahun akibat pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala dapat dilihat pada tabel 4. Pada penelitian ini Biaya Operasi Kendaraan (BOK) yang digunakan adalah BOK *Present Worth*.

Tabel 5 BOK tahunan kendaraan mobil pada Jalan Raya Candipuro(Rp/Thn)

No.	Tahun	BOK Akibat Pemeliharaan Rutin (Rp)		BOK Akibat Pemeliharaan Berkala (Rp)	
		<i>Future Worth</i>	<i>Present Worth</i>	<i>Future Worth</i>	<i>Present Worth</i>
1	2017	538.217.354,40	507.752.221,13	638.954.722,78	602.787.474,32
2	2018	564.673.589,59	502.557.484,51	670.362.733,47	596.620.446,31
3	2019	592.430.288,94	497.415.894,45	592.430.288,94	497.415.894,45
4	2020	621.551.377,16	492.326.907,23	737.886.254,76	584.475.026,59
5	2021	652.103.921,19	487.289.984,67	774.157.274,53	578.495.350,47
6	2022	684.158.284,67	482.304.594,10	684.158.284,67	482.304.594,10
7	2023	717.788.289,98	477.370.208,32	852.135.692,18	566.718.903,85
8	2024	753.071.388,27	472.486.305,50	894.022.677,24	560.920.887,96
9	2025	790.088.837,81	467.652.369,15	790.088.837,81	467.652.369,15
10	2026	828.925.891,18	462.867.888,08	984.074.758,40	549.502.205,19
Jumlah		4.850.023.857,16		5.486.893.152,40	

Biaya Operasi Kendaraan Per-Tahun Kendaraan Sepeda Motor

Biaya Operasi Kendaraan sepeda motor adalah 10% atau 0,1 dari Biaya Operasi Kendaraan mobil. Biaya Operasi Kendaraan sepeda motor adalah sebagai berikut :

1. Biaya Operasi Kendaraan sepeda motor akibat pemeliharaan rutin
 BOK Sepeda Motor = 0,1 x Rp1.539,806
 = Rp153,9806/Kend
2. Biaya Operasi Kendaraan sepeda motor akibat pemeliharaan berkala
 BOK sepeda motor = 0,1 x Rp1.828,009
 = Rp182,8009

Biaya Operasi Kendaraan sepeda motor per-tahun sama dengan Biaya Operasi Kendaraan mobil . Adapun contoh perhitungan *Future Worth* dan *Present Worth* kendaraan sepeda motor adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Future Worth BOK sepeda motor akibat pemeliharaan rutin tahun ke-1} \\ &= \text{Rp}153,9806 \times 365 \text{ hari} \times 3260 \\ &= \text{Rp}502.031,11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Present Worth BOK sepeda motor akibat pemeliharaan rutin tahun ke-1} \\ &= F\left(\frac{1}{(1+i)^n}\right) \\ &= \text{Rp}502.031,11 \times \left(\frac{1}{(1+0,06)^1}\right) \\ &= \text{Rp}507.752.221,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Future Worth BOK sepeda motor akibat pemeliharaan berkala tahun ke-3} \\ &= \text{Rp}182,8009 \times 365 \text{ hari} \times 3260 \\ &= \text{Rp}595.995,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Present Worth BOK sepeda motor akibat pemeliharaan berkala tahun ke-3} \\ &= F\left(\frac{1}{(1+i)^n}\right) \\ &= \text{Rp}595.995,56 \times \left(\frac{1}{(1+0,06)^1}\right) \\ &= \text{Rp}562.259,96 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, BOK sepeda *Future Worth* dan *Present Worth* selama 9 tahun akibat pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala dapat dilihat pada tabel 5. Pada penelitian ini Biaya Operasi Kendaraan (BOK) yang digunakan adalah BOK *Present Worth*.

Tabel 6 BOK Tahunan kendaraan sepeda motor pada Jalan Raya Candipuro (Rp/Thn)

No.	Tahun	BOK Akibat Pemeliharaan Rutin (Rp)		BOK Akibat Pemeliharaan Berkala (Rp)	
		<i>Future Worth</i>	<i>Present Worth</i>	<i>Future Worth</i>	<i>Present Worth</i>
1	Ke-1	502.031,11	473.614,26	595.995,56	562.259,96
2	Ke-2	526.708,60	468.768,78	625.291,90	556.507,56
3	Ke-3	552.599,12	463.972,88	552.599,12	463.972,88
4	Ke-4	579.762,30	459.226,04	688.275,57	545.178,72
5	Ke-5	608.260,69	454.527,77	722.107,97	539.601,08
6	Ke-6	638.159,92	449.877,57	638.159,92	449.877,57
7	Ke-7	669.528,87	445.274,94	794.843,62	528.616,40
8	Ke-8	702.439,76	440.719,39	833.914,40	523.208,21
9	Ke-9	736.968,39	436.210,46	736.968,39	436.210,46
Jumlah			4.092.192,09		4.605.432,84

Biaya Operasi Kendaraan Total

Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan dalam penelitian ini adalah jumlah dari Biaya Operasi Kendaraan mobil dan Biaya Operasi Kendaraan sepeda motor.

1. Biaya Operasi Kendaraan akibat pemeliharaan rutin
BOK total = BOK mobil + BOK sepeda motor
= Rp4.387.155.969,07 + Rp4.092.192,09
= Rp4.391.248.161,16
2. Biaya Operasi Kendaraan akibat pemeliharaan berkala
BOK total = BOK mobil + BOK sepeda motor
= Rp4.937.390.947,22 + 4.605.432,84
= Rp4.941.996.380,06

Analisis Pemilihan Strategi

Analisis pemilihan strategi berfungsi untuk mengetahui strategi dari alternatif manakah yang memenuhi evaluasi ekonomi. Dari hasil perhitungan dapat diketahui :

- *Present Worth* perbaikan pemeliharaan rutin = Rp3.459.436.869,42
- *Present Worth* perbaikan pemeliharaan berkala = Rp5.021.403.850,96
- *Present Worth* BOK pemeliharaan rutin = Rp4.391.248.161,16
- *Present Worth* BOK pemeliharaan berkala = Rp4.941.996.380,06

Dari hasil perhitungan perbaikan jalan, pemeliharaan rutin memerlukan biaya yang lebih kecil daripada pemeliharaan berkala. Dari hasil perhitungan Biaya Operasi Kendaraan, pemeliharaan rutin juga memerlukan biaya yang lebih kecil dibandingkan dengan pemeliharaan berkala, sehingga strategi yang efisien untuk digunakan adalah pemeliharaan rutin 1 tahun sekali.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Bedasarkan hasil analisa yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Total biaya perbaikan jalan secara rutin 1 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp3.459.436.869,42 dan perbaikan jalan secara berkala 3 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp5.021.403.850,96.
2. Total Biaya Operasi Kendaraan akibat pemeliharaan rutin 1 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp4.391.248.161,16 dan pemeliharaan berkala 3 tahun sekali selama 9 tahun adalah Rp4.941.996.380,06.
3. Strategi penanganan yang efektif adalah pemeliharaan rutin 1 tahun sekali. Karena alternatif ini memiliki biaya yang lebih kecil.

Saran

Saran yang dapat dilakukan guna merekomendasikan dalam penelitian ini adalah pemeliharaan rutin 1 tahun sebaiknya dilakukan oleh instansi terkait karena pemeliharaan ini lebih efisien dari segi biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Materi Kuliah Ekonomi Teknik*. Universitas Jember, Jember.
- Buana, Ajeng Mustika. 2018. “Efisiensi Biaya Operasional Kendaraan pada Pelebaran Jalan Brawijaya Kabupaten Jember”. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga. 2017. *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Kota Lumajang*. Lumajang: Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga
- Giatman, M. (2006). *Ekonomi Teknik*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Kartika, Anak Agung Gde. 2006. *Ekonomi Jalan Raya*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil ITS.
- N. D. Lea Associates LTD. 1975. *Report On Java Road Improvement Project*.
- Nurahmi, Oktodelina, dan A. A. G. Kartika. 2012. “Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung”. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 1, ISSN: 2301-9271. Surabaya.
- Washington State Department of Transportation (WSDOT). 2005. *Pavement Guide Interactive*. Washington, USA: Washington State Department of Transportation.
- Ziantono, Dio Ananda. 2016. “Analisis Penentuan Prioritas Penanganan Kerusakan Jalan di Kecamatan Krian”. *Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

