

Studi Kelayakan Jalan Lingkar Selatan Sampang dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi

Nur Zaida Sukmadina dan Anak Agung Gde Kartika
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: kartika@ce.its.ac.id

Abstrak—Pergerakan lalu lintas di Kabupaten Sampang masih tertumpu pada jalan nasional yang melewati pusat kota. Dengan kondisi tersebut, pergerakan dalam kabupaten dan antar kabupaten tercampur. Untuk mengurai permasalahan lalu lintas yang ada, Pemerintah Kabupaten Sampang berencana membangun jalan lingkar selatan (JLS) sebagai alternatif rute pergerakan. Sebelum JLS dibangun, perlu dilakukan studi kelayakan pembangunan JLS dari segi lalu lintas dan ekonomi. Studi kelayakan dari segi lalu lintas dilakukan dengan mengukur derajat jenuh jalan sebelum dan setelah adanya JLS. Sedangkan studi kelayakan dari segi ekonomi dilakukan dengan menghitung BCR, NPV, EIRR, dan FYRR. Berdasarkan studi kelayakan yang dilakukan, pembangunan JLS Sampang dikatakan layak secara lalu lintas dikarenakan terjadi perbaikan kinerja jalan eksisting setelah adanya JLS. Pembangunan JLS dikatakan layak secara ekonomi dengan nilai BCR sebesar $1,39 > 1$, NPV sebesar Rp 189.806.798.826,123 > 0 , nilai EIRR sebesar $11,85\% > 4,63\%$. Berdasarkan nilai FYRR sebesar $14,25\% > 4,63\%$, pada tahun 2023 pengoperasian JLS dapat dimulai dan layak.

Kata Kunci—Jalan Lingkar, Kelayakan Ekonomi, Madura, Sampang.

I. PENDAHULUAN

PERGERAKAN lalu lintas di wilayah Madura, khususnya di Kabupaten Sampang masih tertumpu pada jalan nasional yang melewati pusat kota. Di sepanjang jalan tersebut, tata guna lahan yang dibangun beragam, seperti pertokoan, perkantoran, pasar, dan sekolah. Contohnya adalah di sepanjang jalan antara Jalan Jaksa Agung Suprpto sampai Jalan Trunojoyo terdapat beberapa kantor dinas pemerintahan, sekolah, pertokoan emas, kantor bank, beberapa minimarket, serta pasar tradisional terbesar di Kabupaten Sampang yaitu Pasar Srimangunan. Kondisi ini membuat tingginya bangkitan dan tarikan jalan karena aktivitas masyarakat terkonsentrasi pada jalan tersebut. Sementara itu, beberapa bagian badan jalan disalahgunakan untuk tempat pangkalan angkutan umum, tempat berjualan, dan tempat parkir. Hal ini berdampak pada tingginya hambatan jalan yang mempengaruhi kelancaran pergerakan arus lalu lintas.

Aktivitas akibat tata guna lahan disamping jalan akan menjadi hambatan samping yang akan mempengaruhi kinerja jalan. Aktivitas akan bertambah banyak seiring dengan pertumbuhan penduduk. Keadaan tersebut diperparah dengan adanya pergerakan lintas kabupaten yang melalui jalan tersebut. Pergerakan lintas kabupaten yang menggunakan sistem jaringan jalan dalam kabupaten lain yang bukan zona tujuan akan menjadi beban tambahan bagi sistem jaringan jalan tersebut [1].

Untuk mengurai permasalahan lalu lintas yang ada, Pemerintah Kabupaten Sampang berencana membangun



Gambar 1. Trase jalan lingkar selatan.

jalan lingkar selatan [2]. Jalan lingkar ini merupakan alternatif rute pergerakan yang melalui Kecamatan Sampang dan Kecamatan Torjun. Untuk lebih jelasnya, trase jalan lingkar tergambar pada Gambar 1 [3]. Jalan tersebut direncanakan selesai dibangun pada tahun 2023 awal. Namun, pembangunan sebuah proyek yang melibatkan penanaman investasi yang besar dan berdampak besar bagi masyarakat luas memerlukan studi kelayakan.

Dengan memperhatikan kondisi tersebut, maka studi kelayakan pembangunan jalan lingkar selatan di Kabupaten Sampang dari sisi analisis ekonomi transportasi dibutuhkan. Pada analisis ekonomi tersebut akan dilakukan analisis terkait penghematan waktu perjalanan pengemudi, analisis biaya operasional kendaraan (BOK) beserta penghematannya, juga analisis biaya pembangunannya. Selain itu, juga dilakukan analisis terkait apakah pada tahun 2023 jalan lingkar tersebut dapat dan layak dioperasikan. Dengan begitu, studi ini dapat dijadikan bahan evaluasi apakah pembangunan jalan lingkar selatan tersebut layak secara ekonomi.

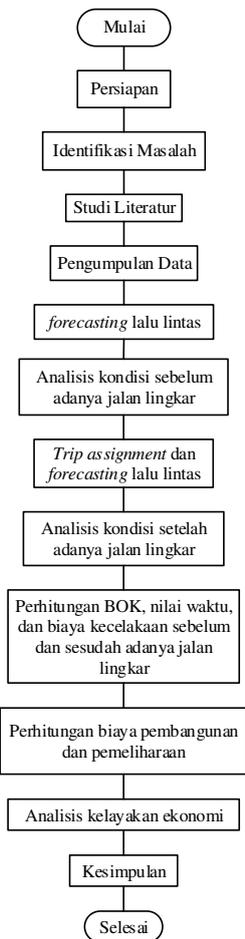
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jalan Lingkar

Jalan lingkar merupakan jalan yang melingkari kota yang dibangun dengan tujuan untuk mengalihkan lalu lintas menerus di pusat kota agar tidak terjadi kemacetan. Jalan lingkar merupakan solusi untuk pengalihan pergerakan eksternal-eksternal agar tidak menjadi beban bagi sistem jaringan jalan yang bukan tujuan pergerakan [1].

B. Karakteristik Jalan dan Lalu Lintas Perkotaan

Kinerja jalan perkotaan dapat diukur menggunakan derajat jenuh. Ukuran derajat jenuh merupakan perbandingan volume lalu lintas dan kapasitas suatu jalan. Penentuan derajat jenuh pada jalan perkotaan didasarkan pada [4].



Gambar 4. Bagan Alir.

C. Karakteristik Jalan dan Lalu Luar Kota

Kinerja jalan luar kota dapat diukur menggunakan derajat jenuh. Ukuran derajat jenuh merupakan perbandingan volume lalu lintas dan kapasitas suatu jalan. Pedoman yang digunakan untuk menentukan derajat jenuh pada [5].

D. Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi merupakan analisis untuk mengetahui kelayakan pembangunan suatu proyek secara ekonomi dengan menggunakan beberapa metode seperti *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV), *Economic Internal Rate of Return* (EIRR), dan *First Year Rate of Return* (FYRR) [6].

III. METODOLOGI

Metodologi penelitian secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 2. Berikut penjelasan lebih lanjut terkait metodologi penelitian.

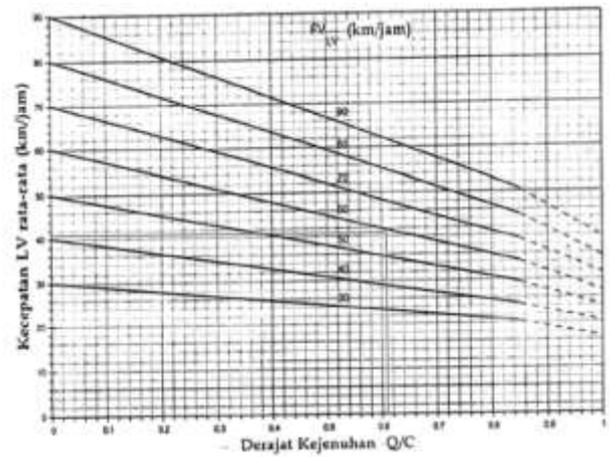
A. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Identifikasi masalah dilakukan untuk menentukan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini. Setelah rumusan masalah telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah studi literatur [4],[5],[7],[8],[9], dan jurnal terkait dengan studi kelayakan ekonomi serta studi lain yang relevan.

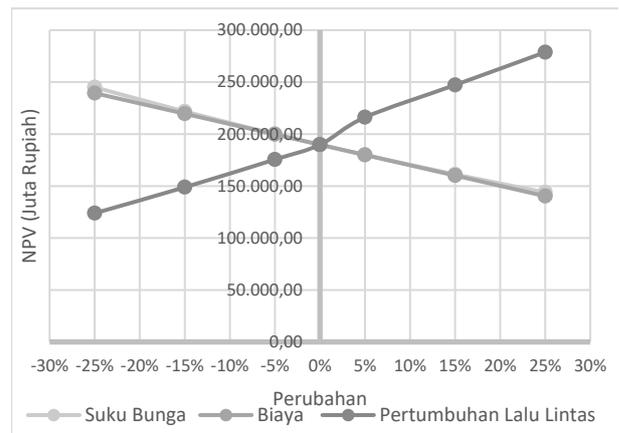
B. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data primer berupa volume lalu lintas didapatkan dari survei *traffic counting* selama 12 jam pada tanggal 7



Gambar 2. Analisis grafik kecepatan tempuh pada ruas 1.1.



Gambar 3. Grafik analisis kepekaan.

September 2021, harga komponen BOK, ukuran geometri lebar jalan dan bahu jalan, dan persentase volume lalu lintas menerus dari survei *origin-destination*.

2. Data sekunder yang terdiri dari trase dan geometri jalan lingkar, jumlah penduduk kabupaten se-Madura, PDRB kabupaten se-Madura, PDRB per kapita kabupaten se-Madura, ukuran geometri panjang jalan eksisting, biaya pembangunan jalan lingkar, biaya pemeliharaan jalan dan data inflasi serta suku bunga yang berlaku.

C. Analisis Data

Setelah mendapatkan data, berikut merupakan langkah dalam menganalisis data yang telah dikumpulkan.

1. Meramal (*forecasting*) volume lalu lintas selama umur rencana. Kemudian menganalisis kondisi lalu lintas pada kondisi eksisting dimana belum adanya jalan lingkar selatan. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kapasitas jalan, derajat jenuh, kecepatan arus bebas, kecepatan tempuh, dan waktu tempuh.
2. Menganalisis persentase perpindahan volume lalu lintas dari jalan eksisting ke jalan lingkar dengan analisis *trip assignment* menggunakan metode Smock, Davidson 1966, dan Kurva Diversi. Kemudian, meramal (*forecasting*) volume lalu lintas selama umur rencana.
3. Menganalisis kondisi lalu lintas pada kondisi rencana dimana telah adanya jalan lingkar selatan. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kapasitas jalan, derajat jenuh, kecepatan arus bebas, kecepatan tempuh, dan waktu tempuh.
4. Menganalisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK), nilai

Tabel 3.
Derajat kejenuhan kondisi eksisting tahun 2023

Ruas	Q (smp/jam)	C (skr/jam)	Dj
1.1	1706,54	2793	0,61
1.2 Sby-Pmk	629,40	2865	0,22
1.2 Pmk -Sby	565,03	2768	0,20
2.1 Sby-Pmk	785,36	2626	0,30
2.1 Pmk-Sby	702,69	2603	0,27
2.2	1658,63	3370	0,49
3	1801,95	3052	0,59
4	1412,44	3290	0,43

Tabel 4.
Persentase perpindahan volume lalu lintas

Ruas	Persentase perpindahan volume lalu lintas
1.1	38 %
1.2 Sby-Pmk	52 %
1.2 Pmk-Sby	58 %
2.1 Sby-Pmk	41 %
2.1 Pmk-Sby	46 %
2.2	39 %
3.0	36 %
4.0	46 %

waktu, dan biaya kecelakaan pada kondisi eksisting dan rencana selama 20 tahun setelah jalan lingkaran beroperasi. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui besar penghematan yang terjadi akibat pembangunan jalan lingkaran selatan.

- Menganalisis *life cycle cost* pembangunan jalan lingkaran selatan yang meliputi biaya pembangunan, biaya pengawasan, biaya pemeliharaan rutin dan berkala.
- Menganalisis kelayakan pembangunan jalan lingkaran selatan dari segi lalu lintas dan ekonomi.

IV. PEMBAHASAN

A. Kinerja Lalu Lintas Kondisi Eksisting

Untuk menentukan kinerja lalu lintas suatu jalan berikut hal-hal yang perlu dianalisis.

1) Kapasitas jalan (C)

Perhitungan kapasitas jalan akan tergantung dari kategori jalan luar kota atau perkotaan berdasarkan rujukan [4], [5]. Untuk menghitung kapasitas jalan luar kota, berikut perumusan yang digunakan [5].

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \tag{1}$$

Dimana:

- C = Kapasitas, skr/jam
- C₀ = Kapasitas dasar, skr/jam
- FC_{LJ} = Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas
- FC_{PA} = Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah
- FC_{HS} = Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping

Untuk menghitung kapasitas jalan perkotaan, berikut perumusan yang digunakan [4].

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \tag{2}$$

Dimana:

- C = Kapasitas, skr/jam
- C₀ = Kapasitas dasar, skr/jam
- FC_{LJ} = Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas
- FC_{PA} = Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi

Tabel 1.
Derajat kejenuhan kondisi rencana

Ruas	Q (smp/jam)	C (skr/jam)	Dj
1.1	1058,05	2793	0,38
1.2 Sby-Pmk	302,11	2865	0,11
1.2 Pmk -Sby	237,31	2768	0,09
2.1 Sby-Pmk	463,36	2626	0,18
2.1 Pmk-Sby	379,45	2603	0,15
2.2	1011,76	3370	0,30
3	1153,25	3052	0,38
4	762,72	3290	0,23
JLS	775,12	3100	0,25

Tabel 2.
Perkiraan angka kecelakaan

Potongan melintang	Perkiraan angka kecelakaan
2/2 UD CW = 5 m	2,33
2/2 UD CW = 6 m	2,05
2/2 UD CW = 7 m	1,8
2/2 UD CW = 10 m	1,5
4/2 UD	1
4/2 D	0,6
Jalan bebas hambatan UD	0,44
Jalan beban hambatan	0,33
Simpang tak bersinyal	0,6
Simpang bersinyal	0,43
Bundaran	0,3

(Ruas: dalam satuan kecelakaan per juta kendaraan-kilometer)

(Simpang: kecelakaan per juta kendaraan datang)

FC_{HS} = Faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb

FC_{UK} = Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota

2) Derajat kejenuhan (Dj)

Kinerja lalu lintas dapat diukur menggunakan nilai derajat kejenuhan yang secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut [4], [5].

$$Dj = \frac{Q}{C} \tag{3}$$

Dimana:

- Dj = derajat jenuh
- Q = volume lalu lintas (skr/jam)
- C = kapasitas jalan (skr/jam)

Dengan menganalisis kapasitas dan volume lalu lintas pada masing-masing ruas, didapatkan derajat jenuh kondisi eksisting pada ruas eksisting seperti pada Tabel 1.

3) Kecepatan arus bebas (V_B)

Kecepatan arus bebas merupakan kecepatan kendaraan yang tidak dipengaruhi oleh keberadaan kendaraan lain[4]. Untuk kecepatan arus bebas pada jalan luar kota, berikut perumusan yang digunakan [5].

$$V_B = (V_{BD} + FV_{B-W}) \times FV_{B-HS} \times FV_{B-FJ} \tag{4}$$

- V_B = Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan, km/jam
- V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan, km/jam
- FV_{B-W} = Faktor penyesuaian kecepatan untuk lebar efektif jalur lalu lintas, km/jam, penambahan
- FV_{B-HS} = Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk hambatan samping, perkalian
- FV_{B-FJ} = Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk kelas fungsi jalan, perkalian

Untuk kecepatan arus bebas pada jalan perkotaan, berikut perumusan yang digunakan[4].

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \tag{5}$$

Tabel 6.

Kejadian kecelakaan berdasarkan tingkat kecelakaan	
Accident Severity	Kejadian
Material Damage	78
Minor injuries	125
Major injuries	79
Fatal	11
Total	293

Tabel 7.

Persentase kejadian kecelakaan berdasarkan tingkat kecelakaan	
Accident Severity	Persentase Kejadian
Material Damage	27%
Minor injuries	43%
Major injuries	27%
Fatal	4%
Total	100%

Tabel 8.

Keuntungan ekonomi (Rupiah/tahun)	
Tahun	Keuntungan ekonomi (Rupiah/tahun)
2023	30.925.323.083,85
2024	32.690.868.132,90
2025	34.800.874.601,19
2026	36.755.094.896,19
2027	39.835.994.095,56
2028	42.086.634.569,36
2029	46.648.605.861,34
2030	49.722.778.186,61
2031	52.810.709.401,20
2032	55.801.716.994,39
2033	59.317.679.665,30
2034	61.410.200.407,75
2035	65.772.530.850,19
2036	70.396.797.734,20
2037	75.865.708.467,11
2038	81.180.962.029,12
2039	86.455.486.132,97
2040	92.596.299.302,01
2041	99.409.370.431,14
2042	108.546.946.458,86

- V_B = Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan, km/jam
- V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan, km/jam
- V_{BL} = Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan, km/jam
- FV_{BHS} = Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping untuk jalan berkereb dengan jarak kereb ke penghalang terdekat atau jalan yang dilengkapi kereb/trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat
- FV_{BUK} = Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota

Kecepatan arus yang didapatkan pada Ruas 1.1 kategori jalan luar kota untuk golongan kendaraan ringan yaitu 58,22 km/jam.

4) Kecepatan tempuh (V_T)

Kecepatan tempuh masing-masing ruas didapat melalui analisis grafik hubungan antara kecepatan tempuh dan derajat jenuh yang dapat dilihat pada [4][5]. Berikut contoh analisis grafik hubungan antara kecepatan tempuh dan derajat jenuh pada ruas 1.1 sebagaimana pada Gambar 3.

5) Waktu tempuh (W_T)

Berikut perumusan perhitungan waktu tempuh [4].

$$W_T = \frac{L}{V_T} \tag{6}$$

Tabel 5.

Biaya yang diperlukan (Rupiah/tahun)	
Tahun	Biaya (Rupiah/tahun)
2022	207.351.432.883,39
2023	4.678.771.094,21
2024	4.810.785.040,68
2025	4.946.523.828,94
2026	68.663.948.865,02
2027	5.229.599.289,57
2028	5.377.155.138,49
2029	5.528.874.352,00
2030	76.747.703.825,05
2031	5.845.276.073,30
2032	6.010.203.561,13
2033	6.179.784.563,33
2034	85.783.153.165,22
2035	6.533.436.020,86
2036	6.717.780.297,56
2037	6.907.325.943,37
2038	95.882.339.147,79
2039	7.302.612.520,51
2040	7.508.659.509,99
2041	7.720.520.221,85
2042	107.170.494.686,13

W_T = waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan, jam

L = panjang segmen, km

V_T = kecepatan tempuh kendaraan ringan, km/jam

Beberapa ruas jalan memiliki simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal dengan begitu saat mendekati simpang kendaraan mengalami perlambatan sehingga mengalami waktu tunda (tundaan) [7]. Tundaan pada penelitian ini didapatkan dari analisis grafik hubungan tundaan dan volume lalu lintas pada [7] [9]. Oleh karena itu, waktu tempuh total dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$W_{TOT} = W_T + T \tag{7}$$

B. Pemilihan Rute

Pemilihan rute (*trip assignment*) dilakukan untuk mengetahui volume perpindahan lalu lintas pada jalan eksisting ke jalan rencana. Pada penelitian terdapat tiga metode yang digunakan yaitu:

1) Metode iteratif Smock 1962.

Pemilihan rute dilakukan menggunakan metode iteratif Smock 1962 dengan perumusan berikut [1].

$$t = t_0 \exp\left(\frac{V}{Q}\right) \tag{8}$$

Dimana:

t = Travel time per satuan jarak

t_0 = Travel time per satuan jarak saat *free flow*

V = Volume lalu lintas, skr/jam

Q = Kapasitas ruas, skr/jam

2) Metode Davidson 1966

Perhitungan metode Davidson 1966 menggunakan persamaan berikut [1].

$$T_Q = T_0 \left[\frac{1 - (1-a)\frac{Q}{C}}{1 - \frac{Q}{C}} \right] \tag{9}$$

Dimana:

T_Q = Waktu tempuh pada saat arus sebesar Q

T_0 = Waktu tempuh pada saat *free flow*

Q = Arus lalu lintas, skr/jam

C = Kapasitas jalan, skr/jam

a = Indeks tingkat pelayanan

3) Metode Kurva Diversi

Perumusan perhitungan pemilihan rute dengan metode diversi sebagai berikut [10].

$$P = 50 + \frac{50(d+0,5t)}{((d-50xt)^2+4,5)^{0,5}} \tag{10}$$

Dimana:

P = Persentase pemilihan rute baru

d = Jarak yang dihemat bila menggunakan jalan rencana

t = Waktu yang dihemat bila menggunakan jalan rencana

Dengan menggunakan ketiga metode, hasil yang digunakan yaitu hasil dari metode dengan persentase perpindahan volume lalu lintas tertinggi karena pertimbangan perencanaan optimis. Persentase yang digunakan yaitu persentase dari perhitungan metode Smock. Persentase perpindahan untuk masing-masing segmen jalan eksisting dapat dilihat pada Tabel 2.

C. Kinerja Lalu Lintas Kondisi Rencana

Langkah perhitungan kinerja lalu lintas kondisi rencana sama dengan langkah perhitungan kinerja lalu lintas kondisi eksisting. Perbedaan berada pada objek jalan yang ditinjau. Jika jalan yang ditinjau hanya jalan eksisting pada kondisi eksisting maka jalan yang ditinjau pada kondisi rencana yaitu jalan eksisting dan jalan lingkaran. Derajat kejenuhan kondisi rencana dapat dilihat pada Tabel 3.

D. Keuntungan Ekonomi

Keuntungan ekonomi dalam penelitian ini didapatkan dari selisih biaya operasional kendaraan (BOK), nilai waktu, dan biaya kecelakaan sebelum dan setelah adanya jalan lingkaran selatan.

1) Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Perhitungan BOK untuk satu kendaraan selain sepeda motor menggunakan metode Jasa Marga. Komponen BOK yang diperhatikan yaitu konsumsi bahan bakar, konsumsi ban, konsumsi minyak pelumas, biaya pemeliharaan, biaya suku cadang, biaya upah kerja mekanik, biaya depresiasi, bunga modal, dan biaya asuransi. Harga komponen akan berbeda untuk masing-masing golongan kendaraan tergantung dengan spesifikasi kendaraan acuan.

Untuk kendaraan sepeda motor, perhitungan BOK menggunakan metode ND Lea. Berdasarkan metode ND Lea, biaya operasional kendaraan sepeda motor berkisar 18% dari biaya operasional kendaraan auto (mobil penumpang, *pick-up*, *microbus*, kendaraan pengirim) [11].

Perhitungan BOK pada kondisi eksisting dan rencana dilakukan per tahun untuk masing-masing kendaraan menggunakan perumusan berikut.

$$BOK = a \times b \times c \times x \tag{11}$$

Dimana:

a = Harga komponen BOK satu kendaraan, Rp/1000 km

b = Panjang jalan, km

c = Volume kendaraan, kendaraan/hari

Setelah mendapatkan BOK per tahun selama umur rencana pada kondisi eksisting dan rencana, keuntungan ekonomi dari BOK dapat diketahui dari selisih keduanya.

2) Nilai waktu

Perhitungan nilai waktu untuk satu kendaraan selain sepeda motor menggunakan metode LAPI ITB 1996 yang dirumuskan sebagai berikut [1].

$$\text{Nilai Waktu} = \text{Max} \{ (k \times \text{nilai waktu dasar}) ; \text{nilai waktu minimum} \} \tag{12}$$

Nilai waktu sepeda motor (SM) sebesar pada tahun 2013 yaitu Rp 14.657/jam [12]. Dari rumus diatas nilai waktu yang digunakan dan telah mempertimbangkan *time value of money* sehingga nilai waktu pada 2021 yaitu:

Golongan I = Rp 45.010,82/jam

Golongan IIA = Rp 67.898,82/jam

Golongan IIIB = Rp 50.434,62/jam

Golongan SM = Rp 19.688,19/jam

Perhitungan nilai waktu pada kondisi eksisting dan rencana dilakukan per tahun untuk masing-masing kendaraan menggunakan perumusan berikut.

$$\text{Nilai waktu} = a \times b \times c \times x \times 365 \tag{13}$$

Dimana:

a = nilai waktu satu kendaraan, Rp/jam

b = Waktu tempuh, jam

c = Volume kendaraan, kendaraan/hari

Setelah mendapatkan nilai waktu per tahun selama umur rencana pada kondisi eksisting dan rencana, keuntungan ekonomi dari nilai waktu dapat diketahui dari selisih keduanya.

3) Biaya kecelakaan

Perhitungan kemungkinan kecelakaan yang terjadi akan diperhitungkan dalam kurun waktu satu tahun dengan perkiraan angka kecelakaan pada Tabel 4 [13]. Persentase kejadian berdasarkan tingkat kecelakaan pada Tabel 6 didapatkan dari pengolahan data kejadian berdasarkan tingkat kecelakaan pada Tabel 5 [14].

Biaya kecelakaan dihitung setiap tingkat kecelakaan pada ruas jalan dengan satuan biaya kecelakaan pada tahun 2021 berdasarkan rujukan [15]-19] sebagai berikut.

Meninggal dunia = Rp 848.177.310,10/kejadian

Luka berat = Rp 340.033.559,75/kejadian

Luka ringan = Rp 113.243.610,93/kejadian

Kerusakan kendaraan = Rp 53.730.483,52/kejadian

Biaya kecelakaan dihitung per tahun dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Biaya Kecelakaan} = a \times b \times c \times d \times x \times 365 \tag{14}$$

Dimana:

a = Satuan biaya kecelakaan, Rupiah/kejadian

b = Perkiraan angka kecelakaan

c = Persentase kejadian tingkat kecelakaan

d = Volume lalu lintas, kendaraan/hari

Sama seperti harga komponen BOK, biaya kecelakaan juga mempertimbangkan inflasi sebesar 2,82% per tahun. Setelah mendapatkan biaya kecelakaan per tahun selama umur rencana

pada kondisi eksisting dan rencana, keuntungan ekonomi dari biaya kecelakaan dapat diketahui dari selisih keduanya. Jumlah keuntungan ekonomi dari BOK, nilai waktu, dan biaya kecelakaan selama 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 7.

E. Biaya

Biaya yang dipertimbangkan dalam analisis ini yaitu:

1. Biaya pembangunan sebesar Rp. 204.351.544.683,39 [20].
2. Biaya pengawasan/MK sebesar Rp. 2.999.888.200,00 [21].
3. Biaya pemeliharaan rutin per tahun sebesar Rp 149.712.844,19/km/lajur [22], [23].
4. Biaya pemeliharaan berkala per 4 tahun sebesar Rp 1.810.103.218,35/km/lajur [22], [24].

Dengan menganalisis *life cycle cost* selama umur rencana, Rincian biaya yang diperlukan selama umur rencana dapat dilihat pada Tabel 8.

F. Analisis Kelayakan Lalu Lintas dan Ekonomi

Pembangunan jalan lingkar selatan dikatakan layak dari segi lalu lintas berdasarkan penurunan nilai derajat kejenuhan jalan eksisting setelah adanya jalan lingkar. Untuk analisis kelayakan dari segi ekonomi, berikut merupakan metode yang dilakukan.

1) Benefit Cost Ratio (BCR)

Analisis kelayakan ekonomi dengan metode BCR dilakukan dengan membandingkan *present value* keuntungan ekonomi dengan *present value* biaya yang harus dikeluarkan untuk membangun dan memelihara jalan lingkar selatan. Berdasarkan perhitungan arus kas yang dilakukan dengan mempertimbangkan inflasi sebesar 2,82% dan suku bunga sebesar 4,63%, didapatkan data sebagai berikut.

Present Value Benefit = Rp 682.316.374.973,79

Present Value Cost = Rp 492.509.576.147,67

$$BCR = \frac{\text{Present Value Benefit}}{\text{Present Value Cost}} \quad (15)$$

Dengan persamaan (15), nilai BCR yang didapatkan yaitu sebesar 1,39 > 1 menunjukkan bahwa pembangunan jalan lingkar selatan dapat dikatakan layak.

2) Net Present Value (NPV)

Analisis kelayakan ekonomi dengan metode NPV dilakukan dengan cara menentukan selisih manfaat proyek dalam *present value* dan biaya proyek dalam *present value*.

$$NPV = \text{Present Value Benefit} - \text{Present Value Cost} \quad (16)$$

Dengan persamaan (16), nilai NPV yang didapatkan yaitu sebesar Rp 189.806.798.826,123 > 0 menunjukkan bahwa pembangunan jalan lingkar selatan dapat dikatakan layak.

3) Economic Internal Rate of Return (EIRR)

Analisis kelayakan ekonomi dengan metode EIRR dilakukan dengan cara menentukan tingkat suku bunga dimana nilai NPV = 0. Berdasarkan perhitungan arus kas yang dilakukan, didapatkan data sebagai berikut.

Untuk $i = 11\%$, NPV = Rp 13.207.428.896,01

Untuk $i = 12\%$, NPV = -Rp 2.343.195.384,04

$$EIRR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \quad (17)$$

Dimana:

EIRR = *Economic internal rate of return*

i_1 = tingkat bunga yang menghasilkan NPV negatif terkecil

i_2 = tingkat bunga yang menghasilkan NPV positif terkecil

NPV_1 = nilai sekarang dengan menggunakan i_1

NPV_2 = nilai sekarang dengan menggunakan i_2

Dengan persamaan (17), nilai EIRR yang didapatkan yaitu sebesar 11,85% > 4,63% menunjukkan bahwa pembangunan jalan lingkar selatan dapat dikatakan layak.

4) First Year Rate of Return (FYRR)

Analisis kelayakan ekonomi dengan metode FYRR dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah dari manfaat yang didapat pada tahun pertama setelah proyek selesai.

Berikut ini perhitungan kelayakan jalan lingkar selatan menggunakan metode FYRR dengan manfaat pertama dirasakan pada tahun 2023.

$$FYRR = 100 \frac{b_j}{\sum_{i=0}^{j-1} c_i (1 + \frac{r}{100})^{j-i}} \quad (18)$$

Dimana:

j = tahun pertama dari manfaat

b_j = manfaat pada tahun j

c_i = biaya pada tahun i

r = suku bunga diskonto (*discount rate*)

Dengan persamaan 17, nilai FYRR yang didapatkan yaitu sebesar 14,25%. Nilai EIRR > suku bunga yang berlaku yaitu 4,63% menunjukkan bahwa jalan lingkar selatan dapat dimulai dikatakan layak beroperasi pada tahun 2023.

5) Analisis Kepekaan

Analisis kepekaan dilakukan seperti pada Gambar 4 dengan meninjau perubahan terhadap prakiraan nilai komponen yang mempengaruhi perhitungan kelayakan ekonomi seperti suku bunga, pertumbuhan lalu lintas, dan biaya pembangunan. Dari Gambar 4, dapat terlihat bahwa perubahan parameter suku bunga, biaya pembangunan, dan pertumbuhan lalu lintas akan mempengaruhi nilai NPV pembangunan Jalan Lingkar Selatan (JLS). Jika suku bunga semakin besar, maka nilai NPV semakin kecil. Begitu juga dengan biaya pembangunan sedangkan jika pertumbuhan lalu lintas semakin besar, maka nilai NPV semakin besar. Perubahan parameter yang dilakukan tidak menyebabkan nilai NPV kurang dari nol (0) sehingga perubahan parameter tidak mengubah kelayakan pembangunan Jalan Lingkar Selatan berdasarkan nilai NPV.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kelayakan dari segi lalu lintas dan ekonomi, pembangunan jalan lingkar selatan dapat dikatakan layak dengan nilai BCR sebesar 1,39, NPV sebesar Rp 189.806.798.826,123, dan EIRR sebesar 11,85%. Namun, dalam perhitungannya masih banyak menggunakan asumsi dikarenakan keterbatasan data sehingga perlu dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Z. Tamin, *Perencanaan & Pemodelan Transportasi (Second Edition)*. Kedua. ITB. Bandung, 2000.
- [2] Pemerintah Kabupaten Sampang, "Peraturan Daerah Kabupaten Sampang No 7 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sampang Tahun 2012-2032," vol. 1994, no. 6, hal. 1-9, 2012.
- [3] Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Sampang, "Pembebasan Lahan untuk Rencana Pembangunan Jalan Lingkar Selatan (JLS).Sampang: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. 2020.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.Kapasitas Jalan Perkotaan. *Pedoman Kapasitas Jalan Indones*.Jakarta:Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.hal. 70, 2014.
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Kapasitas Jalan Luar Kota. *Pedoman Kapasitas Jalan Indones*.Jakarta:Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.hal. 93, 2014.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum. *Pedoman Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan*. Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum. 2005.
- [7] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Kapasitas Simpang," *Pedoman Kapasitas Jalan Indones*.Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Oerumahan Rakyat .hal. 68, 2014.
- [8] Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, *Pedoman Survai*

- Pencacahan Lalu Lintas Dengan Cara Manual Pd.T-19-2004-B.* Jakarta:Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah. 2004.
- [9] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Kapasitas Simpang APILL," *Pandu. Kapasitas Jalan Indones.* Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. hal. 95, 2014.
- [10] L. Hasyati, "Studi kelayakan pembangunan flyover jalan akses pelabuhan teluk lamong ditinjau dari segi lalu lintas dan ekonomi jalan raya," *Jurnal Teknik ITS.* vol. 4, no. 1, hal. 132, 2011.
- [11] A. A. G. Kartika, *Ekonomi Jalan Raya.* Surabaya: Teknik Sipil ITS, 2006.
- [12] Herawati dan Mutharuddin, "Kajian Perhitungan nilai waktu perjalanan kendaraan pribadi dan angkutan umum," *War. Penelit. Perhub.*, vol. 25, 2013.
- [13] Direktorat Bina Jalan Kota, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)," *Man. Kapasitas Jalan Indones.* Jakarta: Direktorat Bina Jalan Kota. vol. 1, no. 1, hal. 564, 1997.
- [14] W. Budiawan, S. Saptadi, Sriyanto, C. Tjioe, dan T. Phommachak, "Traffic Accident Severity Prediction Using Naive Bayes Algorithm - A case study of Semarang Toll Road," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 598, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/598/1/012089.
- [15] U. Cahyadi, *Pengkinian Biaya Kecelakaan Lalu Lintas.* Bandung: ADIKA CV, 2013.
- [16] I. Webster, "Rp631,430,990 in 2013 → 2021 _ Indonesia Inflation Calculator," Alioth Finance. 2022.
- [17] I. Webster, "Rp253,140,145 in 2013 → 2021 _ Indonesia Inflation Calculator," Alioth Finance. 2022.
- [18] I. Webster, "Rp84,304,926 in 2013 → 2021 _ Indonesia Inflation Calculator," Alioth Finance. 2022.
- [19] I. Webster, "Rp40,000,000 in 2013 → 2021 _ Indonesia Inflation Calculator," Alioth Finance. 2022. .
- [20] Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, "LPSE LKPP: Informasi Tender Pembangunan Jalan dan Jembatan Lingkar Selatan," Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta. 2021.
- [21] Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, "LPSE Kabupaten Sampang_ Informasi Tender Konsultan Manajemen Konstruksi Pembangunan Jalan dan Jembatan Lingkar Selatan," Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. Sampang. 2021.
- [22] PT Aria Jasa Reksatama, "Laporan Akhir Studi Kelayakan Rencana Pembangunan Jalan Lingkar Selatan Kabupaten Sampang," Sampang. 2007.
- [23] I. Webster, "Rp78,808,400 in 2007 → 2021 _ Indonesia Inflation Calculator," Alioth Finance. 2022. www.officialdata.org/indonesia/inflation/2007?endYear=2021&amount=952833000.
- [24] I. Webster, "Rp952,833,000 in 2007 → 2021 _ Indonesia Inflation Calculator," Alioth Finance. 2022.