

Studi Kelayakan Perpanjangan Ruas JLLB Surabaya yang akan Menghubungkan Akses Tol Driyorejo dengan Jalan Nasional Trosobo

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

Abstrak—Kabupaten Gresik merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur dengan potensi besar untuk dapat meningkatkan ekonomi daerah terutama dari sektor industri. Pada Daerah Driyorejo dan Lakarsantri telah dibangun banyak area pabrik serta lahan perumahan baru yang menyebabkan peningkatan volume kendaraan. Kemacetan pada jam puncak sering terjadi di ruas jalan yang menghubungkan Akses Tol Driyorejo dengan Kecamatan Lakarsantri di perbatasan Surabaya – Gresik akibat menumpuknya kendaraan dari Tol Mojokerto-Surabaya dengan kendaraan yang melintas dari Driyorejo menuju Lakarsantri. Kemacetan ini diharapkan dapat terurai apabila jalan kolektor primer eksisting dapat terhubung dengan jalan arteri primer yaitu Jalan Nasional Trosobo, Kabupaten Sidoarjo yang terletak di sebelah Selatan. Sebelumnya, Pemkot Surabaya telah merancang Jalan Lingkar Luar Barat (JLLB) yang berakhir di Jalan Raya Lakarsantri. Maka dari itu, makalah ini akan menganalisis kelayakan perpanjangan ruas JLLB Surabaya dari perbatasan Surabaya – Gresik, menghubungkan Akses Tol Driyorejo dengan jalan arteri primer antarkota, Jalan Nasional Trosobo di Kabupaten Sidoarjo, dengan harapan dapat mengurai kemacetan jam puncak yang terjadi. Pada makalah ini dihitung derajat kejenuhan (D_j) yang menentukan besar Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan nilai waktu *without* dan *with project* sampai tahun 2045. Dilakukan *trip assignment* untuk memperkirakan perpindahan kendaraan yang terjadi dari jalur eksisting ke rencana serta dapat diperoleh perbedaan kondisi lalu lintas *without project* dari jalan eksisting sebelum pembangunan jalan dengan kondisi lalu lintas *with project* yang menghasilkan penghematan BOK dan nilai waktu. Sehingga dapat diketahui kelayakan perpanjangan ruas JLLB dari perbatasan Surabaya – Gresik menuju Jalan Trosobo, Sidoarjo ditinjau dari aspek ekonomi. Dari hasil analisis didapatkan penurunan D_j jalan eksisting pada tahun 2025, penghematan BOK sebesar Rp 141.948.801.208 dan penghematan nilai waktu sebesar Rp 83.726.609.782. Biaya investasi total sebesar Rp 866.224.093.630. Sehingga hasil nilai $BCR = 6,969 > 1$, nilai $NPV = Rp 6.532.209.193.607 > 0$, dan nilai $EIRR = 35,9122\% > 4,55\%$.

Kata Kunci—Analisis Kelayakan, Aspek Ekonomi, BOK, Jalan Lingkar, Nilai Waktu.

I. PENDAHULUAN

KABUPATEN Gresik dengan luas daerah 1.191,25 km² dan jumlah penduduk 1.320.570 jiwa per tahun 2021 merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang terletak di sebelah Barat Laut Kota Surabaya. Di Kabupaten Gresik terutama daerah Driyorejo dan Menganti telah menjadi kawasan industri dibangun banyak area pabrik serta lahan perumahan baru yang memengaruhi volume kendaraan yang melintas pada *peak-hour*. Di daerah Driyorejo terdapat Pintu Gerbang Tol Driyorejo yang dilintasi beragam jenis kendaraan berat setiap harinya. Sampai tahun 2022, Pemkot Surabaya sudah merancang Jalan Lingkar Luar Barat yang



Gambar 1. Jaringan jalan eksisting yang ditinjau.

Tabel 1.
Derajat Kejenuhan Ruas Jalan *Without Project*

Ruas Jalan	Q	C	D_j
Petiken-Randegansari	2659	2668	0,997
Tenaru	2379	2668	0,892
Legundi	2111	3517	0,600
Ngelom-Kalijatan	1440	2494	0,577
Driyorejo	1677	2494	0,672
Cangkir	1597	2494	0,640
Trosobo-Sidorejo Arah 1	937	3135	0,299
Trosobo-Sidorejo Arah 2	1016	3135	0,324

menghubungkan Tol Surabaya Gresik (*Exit Tol Romokalisari*), Teluk Lamong, hingga Jalan Raya Menganti dan Kabupaten Gresik. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi peningkatan volume di daerah Driyorejo dan Menganti adalah perpanjangan ruas JLLB yang telah dirancang oleh Pemkot Surabaya yang sebelumnya. Jika dilakukan perpanjangan ruas dari perbatasan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik, maka JLLB akan dapat terhubung hingga Jalan Surabaya-Krian di Kabupaten Sidoarjo dan bisa mengurai kemacetan yang terjadi saat *peak hour* akibat pengendara yang bermobilisasi antar Kota Surabaya, Kabupaten Gresik, dan Kabupaten Sidoarjo.

Salah satu ruas yang mengalami kemacetan adalah Jalan Raya Petiken-Randegansari yang merupakan jalan 2/2 UD dengan lebar jalur total 7 meter, dengan rencana perpanjangan ruas JLLB ini, ruas Jalan Raya Petiken-Randegansari mendapatkan pelebaran dan menjadi jalan 4/2 D dengan lebar jalur per arah 7 meter, hal ini memungkinkan untuk mengurai kemacetan yang terjadi pada ruas jalan tersebut saat jam puncak pagi dan sore. Harapannya, jalan baru ini dapat menjadi jalan arteri antar kabupaten Gresik, Sidoarjo, dan Kota Surabaya.

Dengan dilakukannya studi kelayakan, dapat diketahui perkiraan perpindahan jumlah kendaraan yang terjadi dari

Tabel 2.
Tarikan dan Produksi Tiap Zona

Zona	Tarikan (Dj)	Produksi (Oi)	Kalibrasi Dj	Bulatan Oi	Bulatan Dj
1	716.90	878.45	716.24	878	716
2	724.55	741.65	723.88	742	724
3	652.60	735.55	652.00	736	652
4	609.05	759.80	608.49	760	608
5	1108.50	903.70	1107.47	904	1107
6	716.50	604.90	715.84	605	716
7	877.45	776.50	876.64	777	877
Total	5406	5401	5401	5402	5400

Tabel 3.
Kecepatan Arus Bebas Ruas Jalan Without Project

Ruas Jalan	Kecepatan Arus Bebas (km/jam)		
	MC	LV	HV
Petiken-Randegansari	38,32	42,15	38,32
Tenaru	38,32	42,15	38,32
Legundi	50,47	45,88	50,47
Ngelom-Kalijaten	35,43	38,98	35,43
Driyorejo	40,26	44,29	40,26
Cangkir	40,26	44,29	40,26
Trosobo-Sidorejo	41,63	50,49	44,29

jalur eksisting ke JLLB dari Jalan Lakarsantri menuju Jalan Trosobo serta dapat diperoleh perbedaan kondisi lalu lintas dari jalan eksisting sebelum pembangunan jalan. Adanya perbedaan kondisi lalu lintas ini diperkirakan akan menghasilkan penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan nilai waktu. Pada Makalah ini akan ditinjau kondisi lalu lintas eksisting, diperkirakan perpindahan jumlah kendaraan dari jalur eksisting ke JLLB, serta diperoleh besarnya penghematan BOK dan nilai waktu. Sehingga dapat diketahui kelayakan perpanjangan ruas Jalan Lingkar Luar Barat dari Jalan Lakarsantri menuju Jalan Trosobo ditinjau dari aspek ekonomi.

II. METODOLOGI

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada pengerjaan makalah ini dapat digolongkan menjadi dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari survei lalu lintas selama 6 jam di 7 ruas jalan yang akan ditinjau, data volume kendaraan jam puncak sore pada 6 zona untuk pembuatan Matriks Asal Tujuan, serta kuesioner dosen. Data sekunder yang didapatkan adalah data nilai tanah, data geometri jalan, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), HSPK Jawa Timur 2023, dan harga komponen Biaya Operasi Kendaraan.

B. Analisis Data

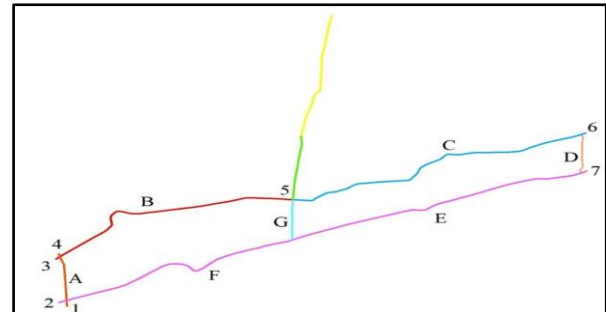
Dilakukan analisis data yang terbagi menjadi:

1) Analisis Kondisi Lalu Lintas Without Project

Akan dilakukan analisis kondisi lalu lintas pada 7 jalan eksisting yang dapat dilihat pada Gambar 1. Dimulai dengan melakukan prakiraan lalu lintas (*forecasting*) dari data geometrik jalan eksisting, data survei lalu lintas ruas jalan eksisting sehingga didapatkan volume jam puncak dan tahunan, derajat kejenuhan (D_j), kecepatan arus bebas, dan kecepatan serta waktu tempuh pada kondisi *without project*. Setelah itu dilanjutkan dengan analisis Biaya Operasi Kendaraan (BOK) dan nilai waktu pada kondisi *without project* (Gambar 1).



Gambar 2. Ketiga trase alternatif.



Gambar 3. Zona dan rute rencana.

2) Pemilihan Trase Alternatif

Dilakukan analisis multi kriteria untuk menentukan trase alternatif yang akan digunakan dengan data kuesioner dosen serta data kondisi 3 trase alternatif yang dirancang.

3) Pembuatan MAT dan Trip Assignment

Digunakan data volume kendaraan jam puncak sore, waktu tempuh, dan panjang rute eksisting dan rencana untuk perhitungan MAT dengan metode model *Gravity* dan *Furness* untuk mendapatkan pembebanan jalan antar zona *without project*. Kemudian dilakukan *trip assignment* dengan metode *diversion curve* untuk mendapatkan pembebanan jalan antar zona *with project*.

4) Analisis Kondisi Lalu Lintas With Project

Sama seperti kondisi *without project*, pada tahap ini dilakukan analisis prakiraan lalu lintas (*forecasting*) dari hasil pembebanan jalan antar zona *with project* sehingga didapatkan volume jam puncak dan tahunan, derajat kejenuhan (D_j), kecepatan arus bebas, dan kecepatan serta waktu tempuh pada kondisi *with project*. Kemudian dilakukan analisis BOK dan nilai waktu pada kondisi *with project*.

5) Perhitungan Biaya Investasi

Tahap ini dimulai dengan perencanaan perkerasan lentur menurut Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, dengan mencari nilai ESA5 untuk mendapatkan tebal lapisan perkerasan lentur [1]. Dilanjutkan dengan perhitungan rencana anggaran biaya konstruksi HSPK Jawa Timur 2023, biaya pembebasan lahan dari Badan Pertanahan Negara (BPN), dan biaya pemeliharaan.

6) Analisis Kelayakan Ekonomi

Pada tahap ini dihitung *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV) dan *Economic Internal Rate of Return* (EIRR) dengan penghematan BOK dan nilai waktu pada kondisi *without* dan *with project* yang akan menjadi *benefit* (keuntungan) serta biaya investasi dan pemeliharaan yang

Tabel 4.
Matriks Empiris

Zona	1	2	3	4	5	6	7	Oi
1			571850.5	533259.4	968380.9	625807.3	766667.4	878
2			483272.3	450658.8	818381.2	528871.3	647912.5	742
3	526418.6	532300.4			811997.5	524581.0	642571.2	736
4	543584.5	549658.0			838475.6	541686.9	663524.6	760
5	644889.9	652095.3	587415.3	547773.8		644916.0	789706.9	904
6	431222.6	436040.7	392667.2	366168.2	667305.5		529902.1	605
7	553919.8	560108.9	504327.3	470292.9	856774.5	555616.0		777
Dj	716	724	652	608	1107	716	877	

Tabel 5.
Matriks Asal Tujuan Tahun 2025

Zona	1	2	3	4	5	6	7	Oi
1	0	0	191	177	275	175	211	1029
2	0	0	162	150	232	148	178	870
3	175	176	0	0	214	135	163	863
4	180	182	0	0	221	140	169	891
5	197	199	168	157	0	154	185	1060
6	113	114	95	89	138	0	106	654
7	161	163	136	128	197	126	0	911
Dj	825	834	752	701	1277	877	1011	6277

Tabel 6.
Hasil Trip Assignment *Diversion Curve*

Asal-Tujuan Tujuan-Asal	Tidak Berpindah ke Rute Baaru _j	Berpindah ke Rute Baaru _j
1	5	52.31%
2	5	52.31%
1	6	49.71%
2	6	49.71%
7	5	49.24%
7	4	48.18%
7	3	48.18%

akan menjadi *cost*. sehingga a didapatkan kelayakan perpanjangan ruas JLLB Surabaya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kondisi Lalu Lintas Without Project

Data kendaraan yang didapatkan dari survei lalu lintas, dan dicari volume kendaraan pada jam puncak (smp/jam) volume lalu lintas harian (kendaraan/hari). Dilakukan prakiraan (*forecasting*) dengan rumus berikut:

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \tag{1}$$

Keterangan:

- P₀ : data jumlah kendaraan yang diketahui (tahun 2023)
- P_n : data tahun ke-n yang ingin dicari
- n : tahun ke-n dihitung dari tahun survei
- r : faktor laju pertumbuhan

Digunakan faktor pertumbuhan dari analisis PDRB dan jumlah penduduk sehingga didapatkan volume lalu lintas pada jam puncak dan tahunan sampai tahun 2045.

Kemudian dilakukan analisis kapasitas ruas jalan. Kapasitas jalan adalah kemampuan suatu ruas dalam menampung jumlah kendaran per satuan waktu (smp/jam) [2]. Dihitung kapasitas pada jalan eksisting dengan rumus berikut:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \tag{2}$$

Keterangan:

- C : kapasitas (smp/jam)
- C₀ : kapasitas dasar (smp/jam)

FCW : faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas

FCSP : faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi

FCSF : faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb

FCCS : faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota

Sehingga didapatkan kapasitas ruas masing-masing jalan eksisting dan jalan rencana untuk Jalan Raya Petiken-Randegansari: 2668 smp/jam, Jalan Raya Tenaru 2668 smp/jam, Jalan Raya Legundi 3517 smp/jam, Jalan Raya Ngelom-Kalijaten 2494 smp/jam, Jalan Raya Driyorejo 2494 smp/jam, Jalan Raya Cangkir 2494 smp/jam, Jalan Raya Trosobo-Sidorejo 3135 smp/jam/arah.

Perhitungan derajat kejenuhan (D_j) menggunakan persamaan:

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

Keterangan:

- D_J : derajat kejenuhan
- Q : volume lalu lintas (smp/jam)
- C : kapasitas (smp/jam)

Sehingga didapatkan nilai derajat kejenuhan pada tahun 2025 masing-masing jalan eksisting pada Tabel 1.

Selanjutnya dilakukan perhitungan kecepatan arus bebas untuk mengetahui kecepatan suatu kendaraan yang tidak terpengaruh oleh kehadiran kendaraan lain. Persamaan untuk menghitung kecepatan arus bebas perkotaan kendaraan ringan adalah:

Tabel 7.
Pembebanan Jalan antar Zona (Arah 1)

A		B		C		D		E		F		G	
Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume
1-3	185	1-5	140	6-5	134	1-6	84	1-6	84	1-5	127	1-5	127
1-4	173	2-5	118	7-5	94	2-6	71	1-7	204	2-5	107	2-5	107
1-5	140	3-5	207	6-3	92	7-5	94	2-6	71	1-6	169	7-5	97
2-3	157	4-5	214	6-4	86	7-6	122	2-7	173	1-7	204	7-3	69
2-4	146	3-6	131					3-7	158	2-6	143	7-4	64
2-5	118	4-6	135					4-7	163	2-7	173	1-6	85
								5-7	91	3-7	76	2-6	72
										4-7	79		
Total	918		945		406		371		944		999		622

Tabel 8.
Pembebanan Jalan antar Zona (Arah 2)

A		B		C		D		E		F		G	
Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume	Zona	Volume
1-3	185	1-5	140	6-5	134	1-6	84	1-6	84	1-5	127	1-5	127
1-4	173	2-5	118	7-5	94	2-6	71	1-7	204	2-5	107	2-5	107
1-5	140	3-5	207	6-3	92	7-5	94	2-6	71	1-6	169	7-5	97
2-3	157	4-5	214	6-4	86	7-6	122	2-7	173	1-7	204	7-3	69
2-4	146	3-6	131					3-7	158	2-6	143	7-4	64
2-5	118	4-6	135					4-7	163	2-7	173	1-6	85
								5-7	91	3-7	76	2-6	72
										4-7	79		
Total	918		945		406		371		944		999		622

Tabel 6.
Komponen BOK

Golongan	Jenis Kendaraan	Harga Kendaraan (Rp)	Bahan Bakar (Rp)	Pelumas (Rp)	Harga Ban (Rp)	Upah Mekanik (Rp)
Gol. I (Mobil)	All New Avanza 1.3 E M/T	Rp235.100.000	Rp10.000	Rp78.300	Rp560.000	Rp15.000
Gol. I (Bus Kecil)	Isuzu ELF NLR 55 B	Rp431.700.000	Rp6.800	Rp65.000	Rp1.250.000	Rp15.000
Gol. I (Bus Besar)	Hino A215	Rp654.750.000	Rp6.800	Rp65.000	Rp2.050.000	Rp15.000
Gol. II (Truk 2 Sumbu)	Mitsubishi Canter FE 71	Rp361.000.000	Rp6.800	Rp65.000	Rp1.250.000	Rp15.000
Gol. III (Truk 3 Sumbu)	Hino Ranger FL 235 JN	Rp791.340.000	Rp6.800	Rp65.000	Rp4.100.000	Rp15.000
Gol. IV (Truk 4 Sumbu)	Hino Ranger FLX 280 JW	Rp1.084.000.000	Rp6.800	Rp65.000	Rp4.100.000	Rp15.000
Gol. V (Truk 5 Sumbu)	Hino Ranger FM 350	Rp1.201.250.000	Rp6.800	Rp65.000	Rp4.100.000	Rp15.000

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \tag{4}$$

Keterangan:

- FV : kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)
- FV₀ : kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)
- FV_W : penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas (km/jam)
- FFV_{SF} : faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau memiliki kerb
- FFV_{CS} : faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kotatan

Sedangkan persamaan untuk kendaraan lain adalah:

$$FV_{HV} = FV_{HV,0} - FFV \times FV_{HV,0}/FV_0 \tag{5}$$

Keterangan:

- FFV : penyesuaian kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)
- : FV₀ - FV
- FV₀ : kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)
- FFV_{HV,0} : penyesuaian kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

Dengan menggunakan data geometri jalan eksisting maka didapatkan kecepatan arus bebas setiap golongan kendaraan pada Tabel 3. Setelah itu, digunakan grafik hubungan

kecepatan sebagai fungsi dari D_j dari MKJI 1997 untuk mencari kecepatan dan waktu tempuh. (Tabel 3)

B. Pemilihan Trase

Pemilihan trase alternatif dilakukan dengan metode Analisis Multi Kriteria dan 5 kriteria yaitu, panjang trase, biaya pembebasan lahan, luas lahan terbangun, jumlah tikungan, dan panjang bentang jembatan. Analisis multi kriteria adalah metode pengambilan keputusan yang dikembangkan untuk masalah-masalah kompleks multi kriteria yang mencakup aspek kualitatif dan aspek kuantitatif dalam pengambilan keputusan. Dari 3 trase yang dapat dilihat pada Gambar 2 didapatkan skor tertinggi yaitu trase alternatif 1 dengan panjang trase 8,4 km.

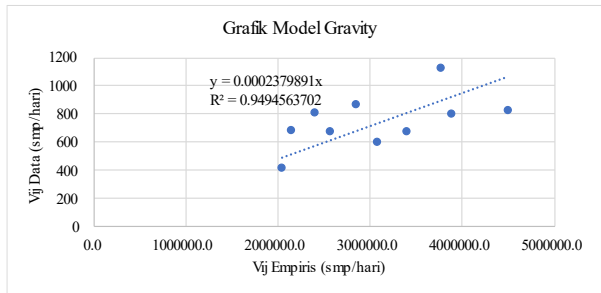
C. Perhitungan Matriks Asal Tujuan (MAT)

Perhitungan Matriks Asal Tujuan (MAT) digunakan untuk mengetahui persebaran pergerakan asal tujuan dari kendaraan di lokasi studi. Terdapat 7 zona yang ditentukan berdasarkan jaringan jalan eksisting yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan jaringan jalan rencana.

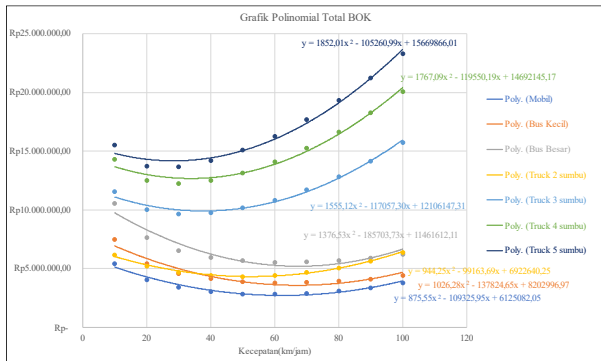
Error! Reference source not found. menunjukkan tarikan dan produksi tiap zona yang didapatkan dari survei lalu lintas. Didapatkan matriks empiris pada **Error! Reference source not found.** untuk nilai k = 1 dan n = 0,0015 dengan menggunakan persamaan metode model gravity seperti berikut:

$$T_{ij} = k \frac{O_i D_j}{d_{ij}^n} \tag{6}$$

d : jarak yang dapat dihemat jika melewati alternatif



Gambar 4. Grafik model gravity.



Gambar 5. Grafik biaya operasi kendaraan.

Keterangan:

- T_{ij} : jumlah pergerakan dari zona i ke j
- O_i : jumlah produksi dari zona i
- D_j : jumlah tarikan ke zona j
- d_{ij} : pemisah antar zona (dalam kasus ini waktu tempuh)
- n, k : konstanta atau faktor yang perlu dikalibrasi

Kemudian dibuat grafik regresi linear pada Gambar 4 sehingga didapatkan nilai $k = 0,0002379891$ sebagai konstanta kalibrasi dan dengan metode Furness didapatkan pada tahun 2025 pada Tabel 5.

D. Trip Assignment

Perhitungan *Trip Assignment* menggunakan metode Davidson, Smock, dan *Diversion Curve*. Dari ketiga metode tersebut didapatkan metode *Diversion Curve* dikarenakan pada metode Davidson dan metode Smock didapatkan hasil perpindahan yang tidak merata. Perhitungan untuk metode *Diversion Curve* adalah sebagai berikut dengan contoh pergerakan zona 1 ke zona 5:

1) Menentukan Panjang Rute

Panjang rute eksisting Jalan A + Jalan B = 8,23 km = 5,114 mil. Panjang rute rencana Jalan F + Jalan G = 9,18 km = 5,704 mil.

2) Menentukan Waktu Tempuh

$TT_{eksisting} = 11,59$ menit
 $TT_{rencana} = 11,92$ menit

3) Menentukan Besarnya Persentase Kendaraan yang Berpindah (P) dari Rute Eksisting ke Rute Rencana.

$$P = 50 + \frac{50(d+0,5t)}{\sqrt{(d-50t)^2+4,5}} \tag{7}$$

Keterangan:

P : persentase kendaraan yang berpindah ke alternatif jalan baru (%)

Tabel 7. Derajat Kejenuhan Ruas Jalan With Project

Ruas Jalan	Q	C	Dj
Petiken-Randegansari	2659	6658	0,399
Tenaru	2379	6658	0,387
Legundi	1866	3517	0,531
Ngelom-Kalijaten	693	2494	0,278
Driyorejo	1690	2494	0,678
Cangkir	939	2494	0,377
Trosobo-Sidorejo Arah 1	1031	3135	0,329
Trosobo-Sidorejo Arah 2	805	3135	0,257
Sidorogo Baru Arah 1	641	3036	0,203
Sidorogo Baru Arah 2	569	3036	0,180

Tabel 8. Kecepatan Arus Bebas Ruas Jalan With Project

Ruas Jalan	Kecepatan Arus Bebas (km/jam)		
	MC	LV	HV
Petiken-Randegansari	38,32	42,15	38,32
Tenaru	38,32	42,15	38,32
Legundi	50,47	45,88	50,47
Ngelom-Kalijaten	35,43	38,98	35,43
Driyorejo	40,26	44,29	40,26
Cangkir	40,26	44,29	40,26
Trosobo-Sidorejo	41,63	50,49	44,29

baru (mil)
 t : waktu yang dapat dihemat jika melewati alternatif baru (menit)

$$P = 50 + \frac{50(-0,59+0,5(-0,338))}{\sqrt{(-0,59-50(-0,338))^2+4,5}}$$

$$P = 50 + \frac{50(-0,7594)}{\sqrt{16,319+4,5}}$$

Maka kendaraan yang tidak berpindah sebesar
 = 100% - 47,69%
 = 52,31%

Hasil perhitungan metode *Diversion Curve* untuk zona arah dan tujuan lainnya dapat dilihat pada Tabel6.

E. Analisis Kondisi Lalu Lintas With Project

Berdasarkan perhitungan *trip assignment*, didapatkan pembebanan jalan antar zona seperti pada **Error! Reference source not found.7** dan 8, total smp/jam tiap jalan pada Tabel 7 dan Tabel 8 akan digunakan sebagai volume jam puncak untuk analisis kondisi lalu lintas *with project*. Digunakan cara yang sama seperti analisis kondisi lalu lintas *without project*, dimulai dari prakiraan (*forecasting*), perhitungan kapasitas jalan, perhitungan derajat kejenuhan, perhitungan kecepatan arus bebas, dan perhitungan kecepatan serta waktu tempuh yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

F. Analisis Biaya Operasi Kendaraan

Analisis biaya operasi kendaraan meliputi:

1) Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan

Dalam Makalah ini, perhitungan BOK akan menggunakan metode Jasa Marga. Komponen BOK yang digunakan terdiri dari biaya konsumsi bahan bakar, biaya konsumsi minyak pelumas, biaya pemakaian ban, biaya pemeliharaan, biaya penyusutan, bunga modal, dan biaya asuransi. **Error! Reference source not found.** berisi tentang asumsi dari komponen BOK yang akan digunakan untuk setiap jenis golongan kendaraan dan harga satuannya.

BOK dihitung per 1000 kilometer dari berbagai golongan kendaraan dan kecepatan dengan membuat rumus BOK dari harga tiap komponen golongan kendaraan seperti pada *project* adalah berikut:
 Volume SM = 23.032.214 kendaraan/tahun
 Volume *auto* = 4.468.951 kendaraan/tahun

Tabel 9.
Penghematan BOK dan Nilai Waktu

Tahun	Saving BOK	Saving Nilai Waktu	Total ₁
2025	Rp141,948,801,208	Rp83,726,609,782	Rp225,675,410,989
2026	Rp157,669,709,548	Rp97,470,921,542	Rp255,140,631,090
2027	Rp177,437,744,255	Rp116,501,702,683	Rp293,939,446,939
2028	Rp189,067,909,822	Rp125,533,742,224	Rp314,601,652,046
2029	Rp210,593,516,219	Rp144,903,547,899	Rp355,497,064,118
2030	Rp236,603,911,798	Rp171,682,136,971	Rp408,286,048,769
2031	Rp263,199,858,243	Rp200,052,628,171	Rp463,252,486,414
2032	Rp281,956,884,369	Rp221,040,466,891	Rp502,997,351,260
2033	Rp296,489,445,364	Rp237,659,600,888	Rp534,149,046,252
2034	Rp312,232,253,979	Rp256,312,948,580	Rp568,545,202,559
2035	Rp325,336,303,180	Rp271,416,782,078	Rp596,753,085,258
2036	Rp317,887,719,640	Rp262,574,041,237	Rp580,461,760,877
2037	Rp363,473,155,200	Rp241,712,987,291	Rp605,186,142,491
2038	Rp463,329,040,309	Rp253,980,968,275	Rp717,310,008,584
2039	Rp579,581,218,666	Rp307,557,683,735	Rp887,138,902,401
2040	Rp596,706,966,112	Rp368,359,718,015	Rp965,066,684,127
2041	Rp591,151,165,938	Rp377,824,514,018	Rp968,975,679,956
2042	Rp613,829,651,129	Rp378,688,486,701	Rp992,518,137,830
2043	Rp645,720,031,899	Rp404,473,780,629	Rp1,050,193,812,529
2044	Rp682,541,170,429	Rp443,981,487,374	Rp1,126,522,657,802
2045	Rp722,255,140,435	Rp484,350,870,969	Rp1,206,606,011,405

Tabel 13.
Ketebalan Lapis Perkerasan

Lapisan	Ketebalan	
AC WC	40	mm
AC BC	60	mm
AC Base	80	mm
LFA Kelas A	300	mm
Timbunan	800	mm

Tabel 14.
Harga Pekerjaan Berdasarkan Kuantitas Pekerjaan per KM

No	Item Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan Pekerjaan	Harga Pekerjaan /km
1	Pekerjaan Persiapan				
1.1	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	m ³	21500	Rp14.980,00	Rp322.070.000,00
1.2	Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	m'	1000	Rp146.354,00	Rp146.354.000,00
2	Pekerjaan Tanah				
2.1	Pekerjaan Galian Struktur	m ³	39000	Rp511.354,00	Rp19.942.806.000,00
2.2	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	m ³	39000	Rp289.296,00	Rp11.282.544.000,00
3	Pekerjaan Perkerasan Lentur				
3.1	Lapis Fondasi Agregat Kelas A	m ³	5250	Rp497.549,00	Rp2.612.132.250,00
3.2	Lapis Resap Pengikat Aspal Cair (1 lt/m ²)	lt	16600	Rp20.680,00	Rp343.288.000,00
3.3	AC WC (2,3 ton/m ³)	ton	1527,2	Rp1.170.458,00	Rp1.787.523.457,60
3.4	AC BC (2,3 ton/m ³)	ton	2415	Rp1.116.713,00	Rp2.696.861.895,00
3.5	AC Base (2,3 ton/m ³)	ton	3220	Rp1.039.953,00	Rp3.348.648.660,00
3.6	Timbunan	m ³	32200	Rp289.296,00	Rp9.315.331.200,00
4	Pekerjaan Pelengkap				
4.1	Pekerjaan Beton K350	m ³	725	Rp1.488.110,00	Rp1.078.879.750,00
4.2	Marka Jalan Termoplastik	m ²	16000	Rp580.519,00	Rp9.288.304.000,00
4.3	Pekerjaan Galian untuk Selokan dan Saluran Air	m ²	500	Rp59.263,00	Rp29.631.500,00
4.4	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang	m	1000	Rp2.745.145,00	Rp2.745.145.000,00
4.5	Unit Lampu Penerangan Jalan Lengan Ganda LED	bh	25	Rp7.268.433,00	Rp181.710.825,00
Total					Rp65.121.230.537,60
Total + PPN 11%					Rp72.284.565.896,74

gambar **Error! Reference source not found.**

2) *Perhitungan BOK Without dan With Project*

BOK *without* dan *with project* dihitung dengan persamaan dari **Error! Reference source not found.** Digunakan metode N.D. Lea Consultant untuk menghitung BOK akibat sepeda motor. Contoh perhitungan BOK akibat sepeda motor pada Jalan Raya Petiken-Randegansari tahun 2025 *without*

$$\begin{aligned} & \text{Perbandingan SM dengan auto} \\ &= \frac{23.032.214 \text{ kendaraan/tahun}}{4.468.951 \text{ kendaraan/tahun}} \\ &= 5,154 \end{aligned}$$

$$\text{Faktor penyesuaian} = 1 + (18\% \times 5,154) = 1,928$$

Maka BOK Golongan I pada Jalan Raya Petiken-

Randegansari pada tahun 2025 *without project* dihitung dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{BOK Gol. I} \times \text{faktor penyesuaian} \\ &= \text{Rp } 3.923.069 \times 1,928 \\ &= \text{Rp. } 7.562.459 / 1000 \text{ km/kendaraan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOK/tahun} &= \text{BOK} \times \text{panjang jalan} \times \text{volume kendaraan} \\ &= \text{Rp } 154.786.864.656 / \text{tahun} \end{aligned}$$

Digunakan cara yang sama untuk memperoleh BOK per tahun tiap golongan kendaraan sampai tahun 2045 dalam kondisi *without* dan *with project*.

G. Analisis Nilai Waktu

Perhitungan nilai waktu menggunakan pedoman dari Jasa Marga yang mempertimbangkan nilai waktu dari studi yang pernah ada. Dicari nilai maksimum antara nilai waktu dasar dan nilai waktu minimum. Didapatkan nilai faktor K Gresik, Sidoarjo, dan Surabaya sebesar 0,504 dan nilai rata-rata inflasi Bank Indonesia selama 6 tahun (2017-2023) sebesar 3,04% sehingga dihasilkan nilai waktu (Rupiah /jam /kendaraan) Gol. I Rp 43.440,05, Gol. II Rp 65.525,99, Gol. III, Gol. IV, dan Gol. V Rp 48.676,05 pada tahun 2025.

Selanjutnya nilai waktu total dihitung dengan persamaan:

$$\text{Nilai Waktu} = \text{Waktu Tempuh} \times \text{Nilai Waktu} \times \text{Jumlah Kendaraan} \times 365 \text{ hari}(8)$$

Digunakan cara yang sama untuk memperoleh Nilai Waktu per tahun tiap golongan kendaraan sampai tahun 2045 dalam kondisi *without* dan *with project*.

H. Penghematan BOK dan Nilai Waktu

Penghematan BOK dan nilai waktu didapatkan dari perhitungan selisih BOK dan nilai waktu pada kondisi *without* dan *with project*. Tabel 12 menunjukkan penghematan BOK, nilai waktu, dan penghematan total dari tahun 2025 sampai tahun 2045.

I. Perhitungan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur

Dengan berpacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dengan langkah-langkah berikut:

1) Penentuan nilai Vehicle Damage Factor (VDF) 5 Faktual dan Normal

Menggunakan Area Jawa Timur – Pantura (Lampiran 3 Suplemen Manual Desain Perkerasan Jalan 2017) [3].

2) Perhitungan Nilai Kumulatif Beban (ESA5)

Didapatkan Total ESA5 sebesar $6,3 \times 10^6$

3) Penentuan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur

Dengan asumsi CBR tanah sebesar 2,5% digunakan Bagan Desain 3B Desain Perkerasan Lentur MDPJ 2017 kolom FFF2 yang dapat dilihat pada Tabel 13[1].

J. Biaya Investasi dan Biaya Pemeliharaan

Biaya investasi perpanjangan ruas Jalan Lingkar Luar Barat (JLLB) Surabaya didapatkan dari analisis biaya konstruksi yang berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 33 Tahun 2022 tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Pemerintah Provinsi Jawa Timur 2023. Nilai harga satuan pekerjaan jalan per km didapatkan langsung dari dokumen tersebut [4].

Data teknis perpanjangan ruas JLLB yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- Tipe Jalan = 4/2 D
- Lebar Lajur = 3,5 m
- Jumlah Lajur = 2x2
- Lebar Bahu Luar = 1 m
- Lebar Bahu Dalam = 0,3 m
- Lebar Median = 0,9 m
- Lebar Drainase = 1 m
- Lebar Trotoar = 1 m

Perhitungan kuantitas pekerjaan pada proyek perpanjangan ruas Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya dapat dilihat pada Tabel 14. Didapatkan analisis harga satuan pekerjaan perpanjangan ruas Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya per km sebesar Rp 72.199.076.714,16.

Perhitungan biaya pembebasan lahan didapatkan dari meninjau zona nilai tanah. Zona nilai tanah didapatkan dari *website* BHUMI dari Badan Pertanahan Negara (BPN). Perhitungan nilai total investasi ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Nilai Investasi} &= (\text{Harga Satuan Pekerjaan (Rp} \\ &\quad / \text{km)} \times \text{Panjang Jalan (km)}) \\ &\quad + (\text{Biaya Pengadaan Jembatan (Rp} \\ &\quad / \text{m}^2) \times 2 \times \text{Panjang Bentang(m)}) \\ &\quad + \text{Biaya Pembebasan Lahan} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai investasi sebesar,

$$\begin{aligned} \text{Nilai Investasi} &= (\text{Rp } 72.199.076.714,16 / \text{km} \\ &\quad \times 8,280 \text{ km}) \\ &\quad + (\text{Rp } 51.378.937,50 / \text{m}^2 \times 2 \\ &\quad \times 120 \text{ m}) + \text{Rp. } 255.376.943.005,18 \\ &= \text{Rp } 866.224.093.630,16 \end{aligned}$$

Biaya pemeliharaan akan diasumsikan sebesar 1% untuk pemeliharaan rutin (tahunan) dan 3,5% untuk pemeliharaan berkala (5 tahun), angka ini berdasarkan pada beberapa referensi studi kelayakan jalan yang dilakukan di tempat lain [5-8].

K. Analisis Kelayakan Ekonomi

Parameter yang digunakan dalam analisis kelayakan secara ekonomi adalah NPV (*Net Present Value*), BCR (*Benefit Cost Ratio*), dan EIRR (*Economic Internal Rate of Return*) [9]. Aspek biaya dalam analisis kelayakan ini meliputi biaya yang dikeluarkan untuk membangun infrastruktur. Sedangkan yang masuk ke dalam aspek manfaat adalah penghematan BOK dan penghematan nilai waktu yang telah dihitung sebelumnya. Nilai manfaat dan biaya perlu dijadikan nilai sekarang, sehingga diperlukan data suku bunga yang diperoleh dari rata-rata suku bunga Bank Indonesia sebesar 4,55%.

1) Analisis BCR

Analisis BCR dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara *benefit* dan *cost* selama pembangunan perpanjangan ruas JLLB Surabaya. Untuk data yang diketahui ialah sebagai berikut :

- Biaya investasi = Rp 866.224.093.630,16
- Biaya pemeliharaan (rutin) = 1% dari biaya investasi
- Biaya pemeliharaan (periodik 5 tahun sekali) = 3,5% dari biaya investasi
- Tingkat suku bunga = 4.55%

Berikut merupakan perhitungan BCR (*Benefit Cost Ratio*) dalam kelayakan secara aspek ekonomi. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh hasil sebagai berikut :

Benefit = Rp 7.626.453.826.007

Cost = Rp 1.094.244.632.400

B/C = 6,969

Dari hasil diatas, rasio B/C > 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis BCR, proyek perpanjangan ruas JLLB Surabaya layak dari segi ekonomi.

2) Analisis NPV

Analisis NPV dilakukan untuk mengetahui kelayakan perpanjangan ruas JLLB Surabaya dari aspek ekonomi dengan menghitung selisih antara penghematan dan biaya yang dikeluarkan. Didapatkan hasil NPV sebesar Rp 6.532.209.193.607. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proyek perpanjangan ruas JLLB Surabaya layak dari segi ekonomi berdasarkan analisis NPV dikarenakan NPV > 0 (positif).

3) Analisis EIRR

Analisis IRR dilakukan untuk mengetahui tingkat pengembalian ketika NPV arus kas masuk sama dengan NPV arus kas keluar. Dilakukan percobaan terhadap 2 tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV positif terkecil dan NPV negatif terkecil.

NPV positif terkecil diperoleh ketika suku bunga 35,75% dan NPV negatif terkecil diperoleh ketika suku bunga 36,00%. Sehingga dapat dihitung besar suku bunga ketika NPV = 0 sebagai berikut:

$$i_1 = 35,75\%NPV_1 = Rp\ 5.146.435.274,23$$

$$i_2 = 36,00\%NPV_2 = -Rp\ 2.785.880.948,71$$

$$EIRR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} = i_2 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_2}{NPV_1 - NPV_2} = 35,75\% + (36,00\% - 35,75\%) \frac{Rp\ 5.146.435.274,23}{Rp\ 5.146.435.274,23 - (-Rp\ 2.785.880.948,71)}$$

$$EIRR = 35,9122\% > 4,55\% \text{ (LAYAK)}$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dalam makalah

ini, didapatkan hasil kesimpulan bahwa perpanjangan ruas Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya layak secara ekonomi, sehingga diharapkan proyek ini dapat segera direalisasikan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Perlu dicatat juga bahwa dalam pembangunan infrastruktur diperlukan tinjauan kelayakan apabila dilihat dari aspek yang lain seperti aspek lingkungan, sosial, budaya, dan lainnya. Hal ini diperlukan supaya pembangunan infrastruktur terkait tidak merugikan masyarakat dan pihak-pihak yang terlibat dalam pembangunannya. Pada Makalah ini juga masih terdapat beberapa asumsi yang digunakan akibat keterbatasan data dan metode sehingga perlu dilakukan penyempurnaan kembali untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Bina Marga, "Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)." Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta, pp. 1–235, 2017.
- [2] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997." Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta, pp. 1–573, 1997.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Suplemen Manual Desain Perkerasan Jalan 2017." Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta, p. 5, 2020.
- [4] Gubernur Jawa Timur, "Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 33 Tahun 2022 tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur Tahun 2023," vol. 87, no. 1–2. Pemerintah Provinsi Jawa Timur, Surabaya, pp. 149–200, 2022.
- [5] I. M. Vikannanda, "Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Lingkar Barat Gresik," Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [6] J. Krisnananda, "Studi Kelayakan Ekonomi dan Finansial Pembangunan Jalan Tol Mengwi-Gilimanuk," Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2021.
- [7] K. V. Sunarnjoto, "Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Cisumdawu Ditinjau dari Aspek Ekonomi dan Finansial," Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2022.
- [8] R. Rahmah, "Studi Kelayakan Jalan Tol Semarang-Demak dari Segi Ekonomi dan Finansial," Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2020.
- [9] Pemerintah RI, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia PP No. 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol," *Deputi Sekretaris Kabinet Bidang Hukum dan Perundang-Undangan*. Jakarta, pp. 1–23, 2005.