

Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji Jawa Timur Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi

Dea Vita Aji Fauzi Putri, dan Cahya Buana
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e-mail: cahya_b@ce.its.ac.id

Abstrak—Studi kelayakan pembangunan jalan alternatif Sukorejo-Bumiaji dimaksudkan untuk mendapat nilai manfaat secara ekonomi. Disamping nilai ekonomi yang akan diperoleh, kemacetan di Ruas Sukorejo Pasuruan akan terurai. Dalam studi ini dilakukan pembahasan mengenai analisis kelayakan sebelum jalan ini dibangun dengan menganalisis lalu lintas yang akan melewati jalan eksisting serta lalu lintas jalan rencana dengan cara melakukan *forecasting* untuk memperkirakan jumlah kendaraan pada tahun rencana mendatang menggunakan data pertumbuhan penduduk, PDRB, dan PDRB per kapita. Analisis *trip assignment* juga dilakukan untuk mengetahui prosentase jumlah kendaraan yang melewati jalan eksisting dan jalan rencana. Analisis kelayakan ditinjau dari segi lalu lintas dan dari segi ekonomi. Kelayakan lalu lintas dilakukan dengan membandingkan derajat kejenuhan (Dj) jalan eksisting dan jalan rencana alternatif sedangkan kelayakan ekonomi menganalisis dari nilai *saving* biaya operasional kendaraan (BOK) dan nilai waktu (*saving time*) serta nilai BCR (*Benefit Cost Ratio*) dan NPV (*Net Present Value*). Hasil studi ini diperoleh nilai derajat kejenuhan (Dj) pada kondisi eksisting sebelum pembangunan jalan baru sebesar 0,80 (Ruas Sukorejo Sby-Mlg), 0,60 (ruas Sukorejo Mlg-Sby) dan 0,82 (Ruas Batu), setelah pembangunan jalan baru yaitu 0,42 (Ruas Sukorejo Sby-Mlg), 0,32 (Ruas Sukorejo Mlg-Sby) dan 0,03 (Ruas Batu). Nilai derajat kejenuhan untuk Jalan Alternatif Sukorejo (Pasuruan)-Bumiaji (Batu) pada awal tahun rencana sebesar 0,35 dan pada akhir tahun rencana (2052) sebesar 0,37. Sedangkan untuk analisis ekonomi $BCR = 2,06 > 1$ dan $NPV = Rp. 3.762.354.497.207 > 0$, sehingga dapat disimpulkan bahwa pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo (Pasuruan)-Bumiaji (Batu) ini bisa dikatakan layak dalam segi lalu lintas maupun ekonomi.

Kata Kunci—Analisis Ekonomi, Analisis Kelayakan, Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji.

I. PENDAHULUAN

JALAN merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan penting bagi peningkatan perekonomian. Karena jalan sebagai prasarana distribusi barang dan jasa merupakan urat nadi kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara[1]. Hal ini tercantum dalam Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 pada pasal lima poin kedua. Mengacu pada hal ini, maka perkembangan pembangunan jalan di berbagai daerah kabupaten dan kota di seluruh Indonesia sangat dipacu oleh pemerintah, termasuk di Daerah Jawa Timur. Hal ini sebagai bentuk upaya mengembangkan potensi daerah, terutama daerah dengan pertumbuhan penduduk yang pesat.

Kemacetan adalah kondisi dimana arus lalu lintas yang lewat pada ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas rencana jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas

ruas jalan tersebut mendekati atau melebihi 0 km/jam sehingga menyebabkan terjadinya antrian. Saat terjadinya kemacetan, nilai derajat kejenuhan pada ruas jalan akan ditinjau dimana kemacetan akan terjadi bila nilai derajat kejenuhan mencapai lebih dari 0,85[2].

Jalan Lawang merupakan jalan yang menghubungkan dari ruas Jalan Surabaya-Malang-Batu. Jalan Lawang ini memiliki tingkat kepadatan arus lalu lintas yang tinggi dalam beberapa tahun akhir ini. Titik kemacetan yang paling parah adalah di Pasar Lawang, Pasar Singosari dan Pertigaan Karanglo yang merupakan peralihan dari jalan nasional menuju jalan provinsi. Kemacetan lalu lintas yang terjadi di Jalan Lawang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain meningkatnya volume kendaraan sehingga melebihi kapasitas jalan yang ada serta berbaurnya fungsi jalan (Arteri, Kolektor, Lokal) sehingga jalan tidak memiliki fungsi dengan semestinya. Hal ini mengakibatkan terjadinya pembengkakan biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna jalan. Oleh karena itu diperlukan pembangunan jalan baru yang bisa memecahkan masalah ini, misalnya pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo (Pasuruan)-Bumiaji (Batu) yang dapat meningkatkan kinerja Jalan Arteri Surabaya-Malang-Batu ini pada level yang baik. Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji ini akan difungsikan sebagai jalan arteri primer baru yang tidak akan melewati ruas Jalan Lawang.

Namun sebelum pada tahap pembangunan jalan baru diperlukan adanya beberapa tahapan studi seperti studi kelayakan ekonomi. Tujuannya agar , analisis aspek ekonomi ini nantinya dapat menjawab apakah alokasi dana yang diperlukan untuk usulan alternatif rute transportasi terpilih cukup efisien dan efektif penggunaannya. Komponen untuk menganalisis kelayakan aspek ekonomi adalah biaya operasional kendaraan (BOK)[3], dimana komponen ini merupakan biaya kendaraan untuk beroperasi dari satu titik ke titik lainnya. Komponen lainnya adalah nilai waktu perjalanan (*travel time*) yaitu waktu yang dibutuhkan suatu kendaraan dari titik satu ke titik lainnya.

Kelayakan investasi pada proyek prasarana jalan didasarkan pada kelayakan ekonomi berupa analisis keuntungan dan biaya (*benefit cost ratio*), nilai sekarang (*net present value*). *Benefit cost ratio* (BCR) yaitu membandingkan total manfaat yang diperoleh terhadap total biaya yang dikeluarkan sedangkan *net present value* (NPV) yaitu parameter kelayakan yang diperoleh dari selisih semua pemasukan dengan semua biaya pengeluaran investasi setelah dikonversi dengan nilai uang yang sama [4].

II. METODOLOGI

Urutan penyelesaian studi ini dimulai dari melakukan studi pustaka, pengumpulan data yang kemudian dilanjutkan dengan analisis terkait penentuan kondisi eksisting dari jalan yang di studi. Studi kelayakan pembangunan jalan alternatif sudah dilakukan di beberapa ruas jalan [4].

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil survey volume lalu lintas di lokasi studi Ruas Sukorejo, Pertigaan Karanglo dan Ruas Karangploso. Metode terkait pengumpulan data menggunakan metode *traffic counting*[5]. Data sekunder berupa jumlah penduduk, Produk domestik regional bruto (PDRB) dan produk domestik regional bruto (PDRB) perkapita pada Kabupaten Pasuruan[6], Kabupaten Malang[7] dan Kota Batu [8] dan data teknis geometri jalan studi yang di dapat dari PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur [9].

B. Analisis Kondisi Jalan Eksisting

Analisis yang dilakukan berupa pengolahan data lalu lintas yang dimulai dari perhitungan kapasitas jalan, derajat kejenuhan dan kecepatan rata-rata[2]. Kemudian dilakukan perhitungan nilai ekonomi yang meliputi biaya operasional kendaraan dan nilai waktu[3].

C. Peramalan Lalu Lintas (Forecasting)

Perhitungan forecasting menggunakan metode bunga majemuk dengan data yaitu jumlah penduduk, PDRB dan PDRB perkapita, volume lalu lintas[2].

D. Trip Assignment

Perhitungan *Trip assignment* ini menggunakan metode SMOCK 1962 untuk memperkirakan jumlah lalu lintas yang melewati masing-masing ruas[3].

E. Analisis Kondisi Jalan Rencana

Analisis yang dilakukan berupa pengolahan data lalu lintas yang dimulai dari perhitungan kapasitas jalan, derajat kejenuhan dan kecepatan rata-rata[2]. Kemudian dilakukan perhitungan nilai ekonomi yang meliputi biaya operasional kendaraan dan nilai waktu[3].

F. Analisis Selisih

Analisis selisih terdiri dari dua perhitungan yaitu selisih dari analisis biaya operasional kendaraan (BOK) dan selisih nilai waktu[3].

G. Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis yang digunakan adalah Benefit Cost Ratio (BCR) dan Net Present Value (NPV)[4].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data Lalu Lintas Without Project

Dari data *traffic counting* yang didapat dari survey lalu lintas selama 14 jam dalam 1 hari di lokasi studi didapatkan volume jam puncak (Q_{skr}) kemudian data tersebut akan digunakan untuk menganalisis kapasitas ruas jalan, volume kendaraan dan derajat kejenuhan. Kapasitas ruas jalan adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu jalur

Tabel 1.
Nilai kapasitas (C) pada lokasi studi

	Sukorejo	Sukorejo	Batu
	(Arah Sby-Mlg)	(Arah Mlg-Sby)	
Co	1900	1900	2900
FC _w	1,00	1,00	1,15
FC _{PA}	1	1	1
FC _{HS}	0,99	0,99	0,95
Kapasitas (C) Skr/Jam	3762	3762	3168

atau ruas jalan selama periode waktu tertentu dalam kondisi jalan raya dan arus lalu lintas tertentu[10]. Berikut ini adalah formula yang digunakan untuk menghitung kapasitas ruas jalan daerah luar kota sesuai dengan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014[2] :

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

Dimana:

C = kapasitas (skr/jam)

C₀ = kapasitas dasar (skr/jam)

FC_{LJ} = faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas.

FC_{PA} = faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi.

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

Sehingga didapatkan nilai kapasitas ruas dari masing-masing jalan eksisting dan jalan rencana sebagaimana tercantum pada tabel 1.

Sedangkan untuk perhitungan derajat kejenuhan menunjukkan kepadatan suatu jalan. Derajat kejenuhan (Dj) digunakan sebagai dasar dalam menentukan faktor koreksi lalu lintas dalam perhitungan biaya operasional jalan (BOK) dari aspek ekonomi. Untuk perhitungan derajat kejenuhan maka menggunakan formula sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014 [2] sebagai berikut:

$$Dj = \frac{Q}{C} \tag{2}$$

Dimana:

Dj = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (skr/jam)

C = Kapasitas jalan (skr/jam)

Sehingga didapatkan nilai derajat kejenuhan pada tahun 2019 dari masing-masing jalan eksisting sebagai berikut:

Ruas Jalan Sukorejo (Pasuruan) Arah Sby-Mlg

Arus lalu lintas (Q) = 2716,2 skr/jam

Kapasitas jalan (C) = 3762 skr/jam

$$\begin{aligned} \text{Derajat kejenuhan (Dj)} &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2716,2 \text{ skr/jam}}{3762 \text{ skr/jam}} \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

Ruas Jalan Sukorejo (Pasuruan) Arah Mlg-Sby

Arus lalu lintas (Q) = 2062,4 skr/jam

Kapasitas jalan (C) = 3762 skr/jam

$$\begin{aligned} \text{Derajat kejenuhan (Dj)} &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2062,4 \text{ skr/jam}}{3762 \text{ skr/jam}} \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

Ruas Jalan Karangploso (Batu)

Arus lalu lintas (Q) = 2439,80 skr/jam

Kapasitas jalan (C) = 3168,25 skr/jam

Tabel 2.
LHRT jalan eksisting ruas Purwosari arah Sby-Mlg

Golongan	Jenis Kendaraan	K	Purwosari (SBY-MLG)	
			Qjp skr/jam	LHRT skr/hari
Gol1	KR	0.11	1116	10145
	KBM	0.11	97	878
	BB	0.11	10	89
Gol 2	KBM	0.11	7	64
Gol 3	TB	0.11	8	73
Gol 4	TB	0.11	4	36
Gol 5	TB	0.11	18	164
Gol 6	SM	0.11	1457	13244

Tabel 3.
Kecepatan arus bebas jalan eksisting dan jalan rencana

	Sukorejo Pasuruan	Karangploso Batu	Jalan Alternatif
KR	74,91	49,43	66,80
SM	61,47	45,84	54,57
KBM	62,43	37,75	51,74
BB	77,79	44,94	62,09
TB	59,54	34,15	47,98

$$\begin{aligned} \text{Derajat kejenuhan (Dj)} &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2439,8 \text{ skr/jam}}{3168,25 \text{ skr/jam}} \\ &= 0,77 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa ruas eksisting Jalan Sukorejo mendekati kondisi jenuh ($> 0,85$).

B. Analisis Peramalan Lalu Lintas (Forecasting)

Untuk mengetahui pertumbuhan lalu lintas dilakukan cara *forecasting* jumlah volume lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) pada jalan eksisting selama beberapa tahun kedepan. Berikut adalah rumus perhitungan untuk mendapatkan LHRT[2]:

$$\text{LHRT} = \frac{Q_{jp}}{K} \tag{3}$$

Dimana:

LHRT = Volume lalu lintas rata-rata tahunan (kend/hari)

Qjp = Volume lalu lintas jam puncak (kend/hari)

K = Faktor jam rencana (%), digunakan sebesar 11%

LHRT pada Ruas Jalan Purwosari arah Surabaya-Malang tahun 2019 sebagaimana pada tabel 2.

Selanjutnya untuk tahun berikutnya dihitung menggunakan metode bunga majemuk[5]. Dimana untuk tingkat pertumbuhan (i) menggunakan PDRB dan jumlah penduduk. Tahun awal *forecasting* dimulai pada tahun 2022 yaitu tahun mulai beroperasi jalan alternatif dikarenakan adanya pertimbangan pembebasan lahan, pembangunan jalan dan lain-lain. *Forecasting* dilakukan hingga umur rencana yaitu selama 30 tahun. Berikut adalah rumus bunga majemuk:

$$\text{LHRT}_n = \text{LHRT}_0 \times (1 + i\%)^n \times 365 \text{ hari} \tag{4}$$

Dimana:

LHRT_n = Lalu lintas harian rata-rata tahun ke-n

LHRT₀ = Lalu lintas harian rata-rata tahun ke-0

i = Tingkat pertumbuhan (%)

C. Kecepatan Arus Bebas

Untuk mengetahui kecepatan kendaraan pada saat tidak ada hambatan atau Dj = 0, maka digunakan perhitungan kecepatan arus bebas. Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata teoritis dari arus lalu lintas pada waktu kerapatan mendekati nol atau sama dengan nol, yaitu

Tabel 4.
Derajat kejenuhan jalan eksisting pada kondisi *With Project*

Jalan	Tahun	Q	C	Dj
		(Skr/Jam)	(Skr/Jam)	
Sukorejo (Sby-Mlg)	2022	1567	3762	0.42
Sukorejo (Mlg-Sby)		1219	3762	0.32
Karangploso		97	3168	0.03

tidak ada kendaraan di jalan atau kecepatan suatu kendaraan yang tidak terpengaruh oleh kehadiran kendaraan lain yaitu kecepatan dimana pengemudi merasa nyaman untuk bergerak pada kondisi geometrik, lingkungan dan pengendalian lalu lintas yang ada pada segmen jalan tanpa lalu lintas lain.

Bentuk umum persamaan untuk menentukan kecepatan arus bebas untuk jalan luar kota adalah :

$$V_B = (V_{BD} + FV_{B,W}) \times FV_{B,HS} \times FV_{B,KFJ} \tag{5}$$

Dimana:

V_B = kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

V_{BD} = arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan dan alinemen yang diamati (km/jam)

FV_{B,W} = penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

FV_{B,HS} = faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

FV_{B,KFJ} = faktor penyesuaian kelas fungsi jalan

Untuk kecepatan arus bebas tipe kendaraan lain dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$V_{B,KBM} = (V_{BD} - FV_B) \times FV_{B,KBM} / V_{BD} \tag{6}$$

Dimana FV_B diperoleh melalui persamaan:

$$FV_B = V_{BD} - V_B \tag{7}$$

Keterangan:

FV_B = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas KR (km/jam)

V_{BD} = kecepatan arus bebas dasar KR (km/jam)

V_B = kecepatan arus bebas KR (km/jam)

V_{BD, KBM} = kecepatan arus bebas dasar KBM (km/jam)

Dengan menggunakan data geometrik pada jalan eksisting dan jalan rencana sebagai acuan menghitung kecepatan arus bebas, maka didapatkan kecepatan arus bebas setiap golongannya sebagaimana pada tabel 3.

Setelah didapatkan kecepatan arus bebas (*Free Flow*) untuk masing-masing tipe kendaraan di semua ruas jalan eksisting kemudian dianalisis kecepatan tempuh (Vt) kendaraan dengan menggunakan grafik pada PKJI tahun 2014 [2] hubungan derajat kejenuhan (Dj) dengan tipe jalan masing-masing ruas jalan. Kecepatan tempuh kendaraan dianalisis pada kondisi *without project* pada jalan eksisting serta kondisi *with project* pada jalan eksisting dan jalan rencana.

D. Analisis Trip Assignment

Trip Assignment merupakan salah satu tahapan dari permodelan transportasi untuk memprediksi prosentase perpindahan kendaraan dari jalan eksisting ke jalan alternatif. Tujuan *trip assignment* adalah untuk mendapatkan arus di ruas jalan atau total perjalanan di dalam jaringan yang ditinjau [10]. Perhitungan *trip assignment* pada studi ini menggunakan metode SMOCK 1962 untuk trase jalan eksisting dan trase jalan alternatif yang terpilih. Dalam melakukan Trip Assignment diasumsikan bahwa awal mula perjalanan pada titik yang sama antara jalan eksisting dan

jalan rencana dimulai dari Pasuruan (Sukorejo) hingga Bumiaji (Batu). Hal ini dilakukan agar perbandingan yang didapatkan memiliki standarisasi yang sama. Jarak yang digunakan untuk jalan eksisting sepanjang 37.86 km dan jalan rencana sepanjang 36.81 km. Berikut adalah tahap-tahap menganalisis *trip assignment* menggunakan metode SMOCK 1962 :

1. Menentukan volume kendaraan maksimum (skr/jam) pada jalan eksisting. Volume kendaraan maksimum pada Ruas Sukorejo (Pasuruan) adalah 2716,2 skr/jam (Arah Sby-Mlg) dan 2062,4 skr/jam (Arah Mlg-Sby) untuk Ruas Karangploso (Batu) adalah 2440 skr/jam.
2. Menentukan besarnya setiap iterasi. Dalam studi ini iterasi disesuaikan dari jumlah kendaraan. Diasumsikan pada Ruas Sukorejo arah Sby-Mlg jumlah kendaraan untuk nilai *increment* adalah 100 kendaraan. Sehingga didapatkan jumlah iterasi adalah $(2700/100) = 27$ dan sisa kendaraan 16 ditambahkan pada iterasi terakhir sehingga total kendaraan di iterasi ke-27 berjumlah 116 kendaraan dan jumlah iterasi pada ruas jalan lain mengikuti jumlah iterasi pada Ruas Sukorejo arah Sby-Mlg yaitu 27. Namun untuk total kendaraan pada masing-masing ruas (*increment*) disesuaikan dengan total kendaraan jalan. Nilai *increment* pada Ruas Sukorejo (Pasuruan) arah Mlg-Sby yaitu 74 kendaraan sedangkan untuk Ruas Karangploso (Batu) sebesar 90 kendaraan.
3. Menentukan kecepatan rata-rata yang didapatkan dari kecepatan arus bebas. Sehingga didapatkan kecepatan rata-rata pada jalan eksisting Sukorejo sebesar 67,23 km/jam; Jalan Eksisting Karangploso sebesar 42,42 km/jam dan jalan alternatif Sukorejo-Bumiaji sebesar 56,64 km/jam
4. Menentukan *Travel Time* (TT) dalam satuan menit pada setiap jalan eksisting maupun pada jalan alternatif. Untuk menghitung waktu tempuh didapatkan dari membagi panjang jalan dengan kecepatan rata-rata tempuh kemudian dijadikan satuan menit. Berikut adalah rumus nilai waktu tempuh tempuh (*travel time*):

$$TT = \frac{V_B \text{ rata - rata}}{d} \times 60 \quad (9)$$

Sehingga didapatkan nilai waktu tempuh untuk masing-masing jalan eksisting yaitu pada Jalan Sukorejo sebesar 33,79 menit; jalan Karangploso sebesar 53,55 menit dan jalan rencana Sukorejo-Bumiaji sebesar 35,92 menit.

5. Menentukan kapasitas jalan (C) setiap jalan. Untuk kapasitas pada jalan eksisting Sukorejo didapatkan nilai kapasitas sebesar 3762 skr/jam; Jalan Karangploso sebesar 3168 km/jam dan jalan alternatif Sukorejo-Bumiaji sebesar 7104 km/jam.
6. Menentukan waktu tempuh atau *travel time* (TT) pada iterasi ke-0 dengan rumus sebagai berikut:

$$t1 = \frac{TT}{d} \quad (9)$$

Sehingga didapat nilai *travel time* ke-0 pada jalan eksisting Ruas Sukorejo sebesar 0,89 menit; Ruas Karangploso sebesar 1,41 menit dan Ruas Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji sebesar 1,06 menit.

7. Membandingkan besarnya waktu tempuh (TT) dari besaran iterasi yang ditentukan antara jalan eksisting dan jalan alternatif.
8. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan prosentase pada setiap ruas untuk Ruas Sukorejo (Pasuruan) Arah Sby-Mlg yang tidak pindah sebesar 52% dan yang berpindah sebesar 48%; untuk Ruas Sukorejo (Pasuruan) Arah Mlg-Sby yang tidak pindah sebesar 54% dan yang berpindah sebesar 46%; untuk Ruas Bumiaji (Batu) yang tidak pindah sebesar 4% dan yang berpindah sebesar 96%. Perhitungan prosentase hasil analisis *Trip Assignment* nantinya akan digunakan untuk menghitung volume kendaraan yang berpindah dari jalan eksisting ke jalan alternatif rencana.

E. Analisis Kondisi Lalu Lintas With Project

Analisis kondisi lalu lintas *with project* ada dua tahap yang pertama dilakukan analisis volume kendaraan kemudian analisis derajat kejenuhan. Analisis kendaraan *with project* adalah sebuah kondisi volume lalu lintas yang terjadi setelah adanya pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji. Sehingga untuk mengetahui perpindahan kendaraan yang terjadi pada kondisi setelah adanya jalan alternatif digunakan prosentase perpindahan dari hasil *trip assignment*.

Analisis derajat kejenuhan *with project* ini menunjukkan tingkat kepadatan suatu jalan setelah adanya pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji dan diasumsikan kapasitas jalan tidak mengalami perubahan sebelum dan setelah adanya jalan alternatif [11]. Hasil dari volume lalu lintas dan derajat kejenuhan jalan eksisting setelah adanya jalan alternatif dapat dilihat pada tabel 4.

F. Analisis Biaya Operasional Kendaraan

Perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) pada studi ini perhitungan biaya operasional kendaraan menggunakan metode Jasa Marga untuk lima golongan kendaraan dan metode ND LEA untuk perhitungan BOK sepeda motor. BOK terdiri dari biaya tidak tetap (*variable cost*): biaya konsumsi bahan bakar, biaya pelumas, biaya ban, biaya pemeliharaan (suku cadang dan upah mekanik), dan biaya tetap (*fixed cost*): biaya depresiasi kendaraan, biaya bunga modal dan biaya *over head*. Parameter yang digunakan dalam perhitungan biaya operasional kendaraan adalah harga dari tiap-tiap komponen pada berbagai jenis kendaraan dan kecepatan dari tiap jenis kendaraan.

1) Metode Jasa Marga

Dibutuhkan beberapa asumsi untuk menghitung biaya operasional kendaraan (BOK), asumsi yang dipakai untuk tiap-tiap jenis golongan kendaraan beserta harga satuan yang digunakan dalam perhitungan BOK dapat dilihat pada tabel 5.

Dengan menggunakan formula jasa marga, maka total BOK didapatkan dengan cara :

$$\text{Total BOK} = \text{konsumsi BBM} + \text{konsumsi pelumas} + \text{pemakaian ban} + \text{depresiasi} + \text{bunga modal} + \text{pemeliharaan} + \text{asuransi} \quad (10)$$

Untuk perhitungan total biaya operasional kendaraan sebagai berikut :

$$\text{Total} = \text{Harga BOK Rp/1000km} \times \text{Jarak km} \times \text{Volume Kendaraan skr/th} \quad (11)$$

Tabel 5.
Asumsi jenis golongan kendaraan dan harga satuan perhitungan BOK

Golongan	Jenis Kendaraan	Harga Kendaraan	Jenis Ban	Harga Ban	Jumlah Ban	Harga BBM	Harga Pelumas
Gol. I	Totota Avanza	Rp 191.100.000	Bridgestone	Rp 761.000	4	Rp. 7.650	Rp 91.000
Gol. I	Mitsubishi Fuso FE 71 L 110 PS	Rp 313.000.000	Michelin Agilis	Rp 1.785.000	4	Rp. 5.150	Rp 45.000
Gol. I	Hino Bus RN 285 C/R	Rp 814.000.000	Hankook	Rp 3.100.000	6	Rp. 5.150	Rp 45.000
Gol. II	Hino Dutro 130 HD	Rp 274.400.000	Michelin Agilis	Rp 1.785.000	6	Rp. 5.150	Rp 45.000
Gol. III	Hino Ranger FM 260 JD	Rp 860.000.000	Gajah Tunggal	Rp 2.600.000	10	Rp. 5.150	Rp 45.000
Gol. IV	Hino SG 285 J/TH	Rp 675.000.000	GT Miller	Rp 4.493.500	14	Rp. 5.150	Rp 45.000
Gol. V	Hino FM 285 TH	Rp 1.108.000.000	GT Miller	Rp 4.493.500	18	Rp. 5.150	Rp 45.000

2) Metode ND LEA

Karena jalan yang ditinjau tidak hanya untuk mobil dan truk, tetapi juga dilalui sepeda motor maka diperlukan perhitungan biaya operasional kendaraan untuk sepeda motor. Perhitungan BOK sepeda motor akan dibebankan kepada BOK untuk kendaraan golongan I menggunakan metode ND LEA 1975 [4], dengan asumsi biaya operasi satu unit sepeda motor berkisar 18% dari BOK golongan I. Berikut adalah perhitungan BOK untuk sepeda motor pada jalan eksisting Ruas Sukorejo Pasuruan arah Sby-Mlg:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume SM} &= 13244 \text{ skr/hari} \\
 \text{Volume Golongan I (KR)} &= 10145 \text{ skr/hari} \\
 \text{Volume Golongan I (KBM)} &= 878 \text{ skr/hari} \\
 \text{Volume Golongan I (BB)} &= 89 \text{ skr/hari} \\
 \text{Perb. SM : Gol I} &= \frac{13244}{10145+878+89} \\
 &= 1,19 \\
 \text{Faktor Pembebanan} &= 1 + (0,18 \times 1,19) \\
 &= 1,21
 \end{aligned}$$

Selanjutnya perhitungan BOK golongan I dikalikan dengan faktor pembebanan akibat jumlah sepeda motor. Berikut adalah contoh perhitungan biaya operasional kendaraan golongan I pada jalan eksisting Ruas Sukorejo Pasuruan arah Sby-Mlg :

$$\begin{aligned}
 \text{Total} &= \text{Harga BOK Gol I (Rp/1000 km)} \times \\
 &\text{Jarak (km)} \times \text{Volume kendaraan} \\
 &\text{(skr/th)} \times \text{faktor pembebanan} \quad (12) \\
 &= \text{Rp. 769.317.917.615,-}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan di atas maka didapatkan perhitungan BOK untuk setiap masing-masing golongan kendaraan.

G. Nilai Waktu

Nilai waktu merupakan besarnya jumlah uang yang dikeluarkan oleh pengguna jalan untuk melakukan satu unit waktu perjalanan secara ekonomi. Nilai waktu berkaitan dengan sejumlah uang yang terpakai oleh pengguna jalan saat berkendara. Besarnya nilai keuntungan (*benefit*) dari nilai waktu diperoleh dari perhitungan nilai penghematan (*saving*) nilai waktu. Untuk mendapatkan nilai penghematan nilai waktu dengan cara membandingkan nilai waktu sebelum ada jalan alternatif (*without project*) dengan nilai waktu sesudah ada jalan alternatif (*with project*). Untuk mendapatkan nilai waktu digunakan rumus :

$$\text{Nilai Waktu} = \text{Max} \{ (k + \text{Nilai Waktu Dasar} \times \text{faktor kalibrasi}); (\text{Nilai waktu} \times \text{minimum kalibrasi}) \} \quad (13)$$

Sehingga didapatkan nilai waktu tiap golongannya. Untuk hasil nilai waktu pada golongan I sebesar Rp.36.734,-; golongan II sebesar Rp. 55.413,-; golongan III sebesar Rp. 41.161,-; golongan IV sebesar Rp. 41.161,-; golongan V sebesar Rp. 41.161,-.

Nilai inflasi yang digunakan adalah per-bulan Agustus 2017 sebesar 3,21%, didapatkan dari website resmi Bank Indonesia[12]. Nilai inflasi digunakan untuk perhitungan prediksi nilai waktu selama 30 tahun ke depan terhitung dari tahun jalan alternatif mulai dioperasikan (tahun 2022 hingga tahun 2052). Selanjutnya nilai waktu tersebut dikalikan dengan waktu tempuh untuk mendapatkan nilai waktu pada satu tahun. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai waktu pada satu tahun:

$$\text{Nilai Waktu} = \text{Waktu Tempuh} \times \text{Nilai Waktu} \times \text{Jumlah Kendaraan} \times 365 \text{ hari} \quad (14)$$

H. Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi ditinjau dari sudut pandang kebermanfaatannya terhadap masyarakat sebagai pengguna jalan (*user cost*). Dalam analisis ini kelayakan dinilai dari parameter *Net Present Value* (NPV) dan *Benefit Cost Ratio* (BCR) selama umur rencana. Nilai manfaat didapatkan dari jumlah penghematan (*saving*) biaya operasional kendaraan (BOK) dan penghematan (*saving*) nilai waktu sebelum dan sesudah adanya proyek pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji. Sedangkan biaya investasi pembangunan jalan alternatif ini berupa biaya konstruksi dan biaya pembebasan lahan, serta biaya operasional dan pemeliharaan. Secara garis besar analisis manfaat atau keuntungan tersebut ada dua, yaitu keuntungan langsung dan keuntungan tidak langsung.

1) Keuntungan Langsung dari Saving BOK

Penghematan biaya operasional kendaraan merupakan perbandingan besarnya nilai biaya operasional kendaraan (BOK) pada kondisi *without project* dan kondisi *with project*. Kondisi *without project* adalah sebuah kondisi sebelum dibangunnya Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji sedangkan kondisi *with project* adalah sebuah kondisi setelah dibangunnya Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji. Perhitungan penghematan BOK didapatkan dari :

$$\begin{aligned}
 \text{Total BOK} \text{without project} &= \text{BOK semua ruas jalan} \\
 &\text{eksisting without project} \\
 \text{Total BOK} \text{with project} &= \text{BOK semua ruas jalan} \\
 &\text{eksisting with project} + \\
 &\text{BOK Jalan Alternatif} \\
 &\text{Sukorejo-Bumiaji} \\
 \text{Saving BOK} &= \text{BOK} \text{without project} - \text{BOK} \text{with} \\
 &\text{project} \quad (15)
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan penghematan nilai BOK pada awal tahun beroperasi jalan alternatif (tahun 2022) sebesar Rp. 336.331.228.356,- dan akhir tahun rencana (tahun 2052) sebesar Rp. 380.585.445.900,-

2) Keuntungan Langsung dari Saving Nilai Waktu

Penghematan nilai waktu merupakan perbandingan antara besarnya nilai waktu pada kondisi *without project* dan kondisi

Tabel 6.
Nilai derajat kejenuhan pada ruas eksisting

Ruas	Nilai Derajat Kejenuhan	
	Without Project	With Project
Sukorejo (Sby-Mlg)	0,80	0,42
Sukorejo (Mlg-Sby)	0,60	0,32
Karangploso Batu	0,82	0,03

with project. Kondisi without project adalah sebuah kondisi sebelum dibangunnya Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji sedangkan kondisi with project adalah sebuah kondisi setelah dibangunnya Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji. Untuk mengetahui berapa penghematan dari nilai waktu proyek menggunakan rumus :

$$Saving \text{ Nilai Waktu} = \text{Nilai Waktu without project} - \text{Nilai Waktu with project} \quad (16)$$

Sehingga didapatkan penghematan nilai waktu pada awal tahun beroperasi jalan alternatif (tahun 2022) sebesar Rp. 5.381.116.677,- dan akhir tahun rencana (tahun 2052) sebesar Rp. 80.216.231.847,-.

3) Keuntungan Tidak Langsung

Selain keuntungan yang didapatkan secara langsung oleh masyarakat yang akan melewati jalan alternatif, dalam pembangunan sebuah jaringan jalan baru juga didapatkan keuntungan secara tidak langsung. Keuntungan tidak langsung ini dapat dirasakan oleh masyarakat yang melewati jalan alternatif. Beberapa keuntungan tidak langsung tersebut antara lain peningkatan harga tanah, peningkatan hasil produksi, kemudahan akses pengangkutan hasil produksi sehingga juga dapat berpengaruh pada pengurangan biaya transportasi pada hasil produksi.

4) Keuntungan Ekonomi

Dalam analisis ini kelayakan dinilai dari parameter *Net Present Value* (NPV) dan *Benefit Cost Ratio* (BCR). Metode *Net Present Value* (NPV) merupakan parameter kelayakan yang diperoleh dengan perumusan dari selisih semua manfaat dengan semua biaya pengeluaran setelah dikonversi dengan nilai uang yang sama. *Benefit Cost Ratio* (BCR) dilakukan dengan cara membandingkan semua manfaat biaya (*cost*) total yang telah dikonversikan ke dalam nilai uang sekarang (*present value*). Selama umur rencana, kedua parameter tersebut didapat dari membandingkan antara nilai manfaat dan biaya pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji.

Hasil perhitungan kelayakan ini diberikan dalam bentuk *cashflow* selama 30 tahun dari awal jalan alternatif beroperasi (tahun 2022 hingga tahun 2052) yang akan menghasilkan perhitungan untung rugi di setiap tahun rencana dari sudut pandang pengguna jalan. Dengan nilai suku bunga sebesar 5,00% didapatkan rata-rata data *BI 7-Day Repo Rate Bank Indonesia*[13]. Berikut adalah perhitungan analisis ekonomi:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Rp } 1.634.960.000.000,- \\ \text{Present Worth Cost} &= \text{Rp } 3.535.426.755.272,- \\ \text{Present Worth Benefit} &= \text{Rp } 7.297.781.252.479,- \\ \text{Benefit Cost Ratio} &= \frac{\text{Rp } 7.297.781.252.479,-}{\text{Rp } 3.535.426.755.272,-} \\ &= 2,06 > 1 \dots\dots\dots(\text{OK}) \\ \text{Net Present Value} &= \text{Rp } 7.297.781.252.479,- (-) \\ &\quad \text{Rp } 3.535.426.755.272,- \\ &= \text{Rp } 3.762.354.497.207,- > 0 \\ &\quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR) yang lebih dari 1 dan hasil *Net Present Value* (NPV) lebih dari 0, maka

dapat disimpulkan bahwa pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji dikatakan “LAYAK” dari segi ekonomi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, maka didapatkan kesimpulan bahwa:

- 1) Hasil analisis volume lalu lintas *without project* dan *with project* dalam studi ini, didapatkan nilai derajat kejenuhan (Dj) pada tahun pertama pada ruas jalan eksisting sebagaimana pada tabel 6. Dari tabel 6 diketahui bahwa nilai derajat kejenuhan sebelum adanya jalan rencana pada Ruas Sukorejo dan Batu hampir mendekati kejenuhan ($Dj < 0,85$)
- 2) Hasil perhitungan nilai waktu didapatkan nilai penghematan nilai waktu untuk tahun perama sebesar Rp. 55.381.116.677,- dan mencapai Rp. 80.216.231.847,- di akhir waktu rencana.
- 3) Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) didapatkan nilai penghematan BOK untuk tahun pertama sebesar Rp. 336.331.228.356,- dan mencapai Rp. 380.585.445.900,- di akhir lama waktu rencana
- 4) Hasil perhitungan kelayakan ekonomi didapatkan 2 nilai yaitu nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) sebesar 2,06 ($BCR > 1$) dan nilai *Net Present Value* (NPV) Rp. 3.762.354.497.207 (NPV > 0).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pekerjaan Umum (PU) Bina Marga Pemerintah Provinsi Jawa Timur yang telah memberikan dukungan dan bantuan data-data yang diperlukan pada studi Kelayakan Daerah Sukorejo-Bumiaji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Undang-Undang No 38,” 2004.
- [2] “Kapasitas jalan luar kota,” in *Panduan Kapasitas Jalan Indonesia*, Kementrian Pekerjaan Umum, 2014, p. 93.
- [3] O. Z. Tamin, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. ITB, 2000.
- [4] A. A. Zahra, “Perencanaan kelayakan pembangunan jalan lingkaran kabupaten tuban,” 2018.
- [5] G. Ramadhana and H. Widyastuti, “Perencanaan Jalan Tol Pemalang-Batang ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2018.
- [6] *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Pasuruan Menurut Lapangan Usaha 2013-2017*. Pasuruan: Badan Pusat Statistik Kabupaten Pasuruan, 2018.
- [7] G. Suharmoko, *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Malang Menurut Lapangan Usaha 2013-2017*. Malang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, 2018.
- [8] Y. E. Wahyuti, *Produk Domestik Regional Bruto Kota Batu Menurut Lapangan Usaha 2013-2017*. Batu: Badan Pusat Statistik Kota Batu, 2018.
- [9] *Laporan Akhir Studi Kelayakan Jalan Tembus Lawang-Batu*. Surabaya: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur, 2013.
- [10] M. B. Kela, “Analisis Pembebanan Jaringan Jalan (Trip Assignment) pada Koridor Malang - Surabaya,” *Widya Tek.*, vol. 21, no. 2, pp. 27–31, 2013.
- [11] D. V. A. F. Putri and C. Buana, “Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Alternatif Sukorejo-Bumiaji Jawa Timur ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2019.
- [12] “Data Inflasi - Bank Sentral Republik Indonesia.” [Online]. Available: <https://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/data/Default.aspx>. [Accessed: 27-Jul-2019].
- [13] Bank Sentral Republik Indonesia, “BI 7-day (reverse) Repo Rate.”

[Online]. Available:
<https://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/data/Default.aspx>. [Accessed:
23-Jul-2019].