PENGARUH PEMBANGUNAN JALAN LINGKAR SERIRIT-SUKASADA-SAWAN-KUBUTAMBAHAN TERHADAP KINERJA LALU LINTAS DI KABUPATEN BULELENG

PASEK AGUS SABDA NEGARA ¹⁾, WIDORISNOMO, MT ²⁾, ADITHYA PRAYOGA S., MT ³⁾

¹⁾²⁾³⁾Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STD, Jl. Raya Setu No. 89, Kab. Bekasi,
Provinsi Jawa Barat,
17520
sabda8696@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Buleleng merupakan salah satu Kabupaten yang ada di Provinsi Bali. Dengan wilayah mencapai 1.365,88 Km², setara dengan 25 % dari luas Pulau Bali. Kabupaten Buleleng merupakan salah satu daerah dengan pengembangan Multi Komoditi, dengan 55 Industri terdaftar berdasarkan data dari Buleleng Dalam Angka Tahun 2021 yang didominasi oleh industri makanan, minuman dan tembakau sebanyak 39 jenis usaha. Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Buleleng Tahun 2013–2023 direncanakan pembangunan Jalan Lingkar Seririt–Sukasada–Sawan–Kubutambahan.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis pengaruh adanya jalan lingkar di Kabupaten Buleleng terhadap kinerja lalu lintas. Analisis yang dilakukan menggunakan metode *four-steps model*. Pada tahapan pembebanan lalu lintas, aspek teknis yang menjadi indikator adalah kinerja jaringan jalan Kabupaten Buleleng yang meliputi: waktu perjalanan, jarak perjalanan, konsumsi bahan bakar dan kecepatan rata-rata. Setelah melakukan pembebanan akan dilakukan perbandingan efektivitas biaya menggunakan analisis nilai waktu dengan metode pendapatan domestik regional bruto. Untuk analisis biaya operasional kendaraan digunakan metode *PCI*. Dari analisis nilai waktu, didapatkan efisiensi biaya perjalanan pada tahun 2027 dengan dan tanpa adanya jalan lingkar sebesar Rp 4.281.471.805/tahun. Dari hasil analisis biaya operasional kendaraan, didapatkan penghematan biaya operasional kendaraan di tahun 2027 sebesar 21% pada kondisi dengan dan tanpa jalan lingkar.

Kata Kunci: *Four-Steps Model*, Kinerja Jaringan Jalan, nilai waktu, biaya operasional kendaraan

ABSTRACT

Buleleng Regency is one of the regencies in Bali Province. With an area of 1,365.88 Km², equivalent to 25% of the island of Bali. Buleleng Regency is one of the areas with multi-commodity development, with 55 registered industries based on data from Buleleng in Figures in 2021 which is dominated by the food, beverage and tobacco industries as many as 39 types of businesses. In the Regional Spatial Plan (RTRW) of Buleleng Regency for 2013–2023, it is planned to construct the Seririt–Sukasada–Sawan–Kubutambahan Ring Road. For now, both continuous and internal-external and external-internal trips in Buleleng Regency are still through the Singaraja urban area which causes traffic problems such as decreased road performance, decreased speed and increased traffic density.

In this study, an analysis of the effect of the existence of a ring road in Buleleng Regency on traffic performance will be carried out. The analysis was carried out using the four-steps model method. At the stage of traffic loading, the technical aspect that becomes the indicator is the performance of the road network in Buleleng Regency which includes: travel time, travel distance, fuel consumptions and average speed. After loading, a cost-effectiveness comparison

will be made using time value analysis with the gross regional domestic income method. For the analysis of vehicle operating costs, the PCI method is used. From the time value analysis, it was found that the efficiency of travel costs in 2027 with and without the ring road was Rp. 4,281,471,805/year. From the analysis of vehicle operating costs, it is found that the savings in vehicle operating costs in 2027 are 21% in conditions with and without ring roads.

Keyword: *Four-Steps Model, Road Network Performance, Time Value, Vehicle Operating Costs*

PENDAHULUAN

Kabupaten Buleleng merupakan salah satu Kabupaten yang ada di Provinsi Bali. Dengan wilayah mencapai 1.365,88 Km², setara dengan 25 % dari luas Pulau Bali. Posisi daerah yang berada di sebagian besar wilayah utara Bali menjadikan Kabupaten Buleleng menjadi penghubung untuk angkutan barang di daerah timur dan tengah Provinsi Bali. Hal ini menyebabkan *Through Traffic* atau perjalanan menerus di Kabupaten Buleleng cukup besar. Berdasarkan hasil penelitian Tim Praktek Kerja Lapangan Taruna Politeknik Transportasi Darat–STTD Kabupaten Buleleng tahun 2020 perjalanan eksternal–eksternal sebesar 2.162 perjalanan orang/hari. Selain menjadi jalur penghubung daerah timur dan tengah Provinsi Bali, Kabupaten Buleleng merupakan salah satu daerah dengan pengembangan Multi Komoditi, dengan 55 Industri terdaftar berdasarkan data dari Buleleng Dalam Angka Tahun 2021 yang didominasi oleh industri makanan, minuman dan tembakau sebanyak 39 jenis usaha.

Selain menyebabkan kemacetan lalu lintas angkutan barang yang melintas di daerah juga berpotensi menurunkan tingkat keselamatan lalu lintas. Berdasarkan data dari Tim PKL Kabupaten Buleleng tahun 2020, jumlah kecelakaan yang terjadi di Buleleng per tahun 2019 sebanyak 1023 kejadian dengan angka keterlibatan angkutan barang sebesar 15%. Angka ini tergolong tinggi jika dilihat dari jenis kendaraan yang terlibat. Kecelakaan yang melibatkan angkutan barang tentunya dapat ditekan jika angkutan barang di Kabupaten Buleleng tidak melintasi serta tidak terjadi *mix traffic*. Untuk menangani masalah tersebut perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh pembangunan jalan lingkar Seririt-Sukasada-Sawan-Kubutambahan terhadap kinerja lalu lintas di Kabupaten Buleleng.

TINJAUAN PUSTAKA

Jalan Lingkar

“Jalan Lingkar adalah jalan yang melingkari pusat kota, yang berfungsi untuk mengalihkan sebagai arus lalu lintas terusan dari pusat kota. Biasanya merupakan bagian jaringan jalan dengan pola radial membentuk ring radial”¹. Jalan lingkar dalam penelitian ini adalah rencana jalan lingkar sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Buleleng 2013-2023.

Pemodelan Transportasi

Permodelan transportasi adalah simplikasi dan simulasi untuk mempresentasikan keadaan yang sesungguhnya dan kemungkinan yang akan terjadi terhadap sistem transportasi pada masa yang akan datang. Simulasi dilakukan dengan 4 tahap model yaitu:

1. Bangkitan Perjalanan

² menyatakan bahwa tahap ini bertujuan mempelajari dan meramalkan besarnya bangkitan pergerakan dengan mempelajari beberapa variasi hubungan antara ciri pergerakan dengan lingkungan tata guna lahan. Pada tahapan ini biasanya digunakan data berbasis zona untuk memodel

---

¹ Wahyudi Kusharjoko Eko Subandriyo, Ridho Rono Marpaung, Ismiyati, “Analisis Perbandingan Biaya Operasional Kendaraan (Bok) Jalan Lingkar Ambarawa Dan Jalan Eksisting,” *Halaman *) Penulis Penanggung Jawab JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL 3*, no. 2 (2014): 356–66.

² Tamin Ofyar Z, *Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi*, 2nd ed. (Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2000).

besarnya pergerakan yang terjadi (baik bangkitan maupun tarikan), misalnya tata guna lahan, pemilihan kendaraan, populasi, jumlah pekerja, kepadatan penduduk, pendapatan dan juga moda transportasi yang digunakan.

2. Distribusi Perjalanan

³ menjelaskan bahwa pola pergerakan dalam sistem transportasi sering dijelaskan dalam bentuk arus pergerakan yang bergerak dari zona asal ke zona tujuan di dalam daerah tertentu dalam periode waktu tertentu. Distribusi perjalanan merupakan proses yang berhubungan dengan jumlah asal dan tujuan perjalanan tiap zona dalam daerah studi. Pada tahap ini mempertimbangkan penetapan hubungan interaksi antara sejumlah zona berdasarkan bangkitan dan tarikan perjalanan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

3. Pemilihan Moda

Ortuzar, J. De D. And Willumsen, L.G. (1990) menyatakan bahwa dalam analisis pemilihan moda dapat dilakukan pada tahap yang berbeda-beda dalam proses permodelan ⁴.

4. Pemilihan Rute

Tahapan terakhir dari proses permodelan transportasi adalah pembebanan perjalanan dimana terfokus kepada pilihan perjalanan yang terbagi di antara beberapa zona oleh moda perjalanan dan dengan hasil dari arus jaringan transportasi ⁵.

Analisis Nilai Waktu

Menurut ⁶ Waktu adalah biaya real dalam transportasi. Nilai waktu, atau nilai penghematan waktu, didefinisikan sebagai jumlah uang yang rela dikeluarkan oleh seseorang untuk menghemat satu satuan waktu perjalanan

Analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Menurut ⁷ biaya operasional kendaraan adalah biaya total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kendaraan pada suatu kondisi lalu lintas dan jalan untuk suatu jenis kendaraan per kilometer jarak tempuh (dalam Rp/km). Dalam operasi kendaraan terdiri dari dua komponen yaitu biaya tidak tetap (variable cost atau running cost) dan biaya tetap (standing cost atau fixed cost). Untuk menghitung biaya operasional kendaraan perlu diketahui daftar harga satuan komponen-komponen yang digunakan sebagai unit-unit perhitungan biaya operasional kendaraan. Daftar harga satuan komponen-komponen dapat diperoleh dari data sekunder setelah dilakukan penelitian.

1. Biaya Tetap

Biaya tetap merupakan penjumlahan dari komponen-komponen yang terdiri dari biaya penyusutan, biaya awak kendaraan, biaya asuransi dan biaya bunga modal.

---

³ Ofyar Z.

⁴ Luis G. Willumsen Juan de Dios Ortúzar, "Modelos de Transporte - Juan de Dios Ortúzar, Luis G. Willumsen - Google Buku," n.d.

⁵ Juan de Dios Ortúzar.

⁶ Cut liliiza Yusra, Muhammad Isya, and Renni Anggraini, "Analisis Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Kecepatan Perjalanan," *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan* 1, no. 3 (2018): 46–55, <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i3.11761>.

⁷ zain zainul Mutaqin and Elkhasnet, "Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Biaya Operasional Kendaraan," *Fstp*, 2021, 189–98.

2. Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap (variable cost atau running cost) merupakan penjumlahan dari komponen-komponen yang terdiri dari konsumsi bahan bakar, biaya oli, biaya konsumsi suku cadang, biaya upah tenaga pemeliharaan dan biaya ban.

METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

1. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder didapat dari beberapa instansi terkait permasalahan yang diteliti. Adapun beberapa instansi tersebut adalah Dinas Perhubungan untuk mendapatkan Laporan Umum Pola Transportasi Darat Kabupaten Buleleng Tahun 2020, Dinas Pekerjaan umum untuk data Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Buleleng 2013-2023, serta Badan Pusat Statistik untuk mendapatkan data Buleleng Dalam Angka.

2. Data Primer

Data primer didapatkan dengan cara melaksanakan survei inventarisasi potensi bangkitan perjalanan serta wawancara terkait dengan analisis BOK.

Teknik Analisis

1. Analisis Kinerja Jaringan 2022 & 2027

Analisis Kinerja Jaringan meliputi Bangkitan perjalanan dengan persamaan sebagai berikut:

$$PT = PO (1 + i)^n$$

Dengan:

Pt = Perkiraan Nilai Variabel Bebas (jumlah penduduk, kendaraan, dll) pada tahun rencana (umumnya 5 tahun)

Po = Nilai Variabel bebas (jumlah penduduk, kendaraan, dll) pada tahun dasar

i = tingkat pertumbuhan rata-rata variabel bebas (diperoleh dari hasil analisis data time series)

n = jumlah tahun rencana

selanjutnya adalah analisis distribusi perjalanan dengan persamaan berikut ini

$$T_{id} = O_i \cdot D_d \cdot A_i \cdot B_d \cdot \exp(-\beta \cdot C_{id})$$

$$A_i = \frac{1}{\sum_d (B_d \cdot D_d \cdot f_{id})}$$

$$B_d = \frac{1}{\sum_i (A_i \cdot O_i \cdot f_{id})}$$

Keterangan:

T_{id} = Jumlah perjalanan dari zona i ke zona d

O_i = Total Perjalanan dari zona i

D_d = Total Perjalanan ke zona d

β = Fungsi Hambatan

d = Jarak antara zona i dan d

C_{id} = Fungsi hambatan dari zona i ke zona d

A_i = Faktor penyeimbang (Bangkitan)

B_d = Faktor penyeimbang (Tarikan)

Terakhir adalah pembebanan perjalanan menggunakan perangkat lunak *Visum-18* dengan metode *equilibrium assignment*

2. Analisis Perbandingan Kinerja Jaringan

Pada tahap ini hasil analisis kinerja jaringan jalan tahun 2022 & 2027 pada kondisi dengan dan tanpa jalan lingkar akan dibandingkan dan dicari perbedaannya.

3. Analisis Nilai Waktu

Analisis nilai waktu dalam studi ini akan di tinjau menggunakan metode pendapatan (*Income Approach*) untuk menentukan besarnya nilai waktu yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya nilai waktu perjalanan.

$$\lambda = \text{PDRB/ Orang}$$

waktu kerja tahunan/orang

Dimana:

λ : Nilai waktu

PDRB : Pendapatan Domestik Regional Bruto

4. Analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Persamaan untuk menghitung biaya operasional kendaraan dapat dilihat pada Rumus berikut

$$\text{BOK} = \text{BTT} + \text{BT}$$

Sumber: Mutaqin and Elkhasnet.

dimana:

BOK : Biaya operasional kendaran (Rupiah/km)

BTT : Biaya tidak tetap (Rupiah/km).

BT : Biaya tetap (Rupiah/km).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja Jaringan Tahun 2022 & 2027

Tahun 2022 tanpa jalan lingkar

Indikator Kinerja Jaringan	Satuan	Kendaraan Pribadi (C)	Kendaraan Umum (B)	Angkutan Barang(L)	Total
Waktu Perjalanan	Kend-jam	1.479,78	136,48	285,37	1.902
Jarak Perjalanan	Kend-km	65.622,58	6.052,39	12.655,00	84.330
Konsumsi BBM	Liter	3.055,18	668,39	273,10	3.997
Kecepatan Rata-rata	Km/Jam		41,22		

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa kinerja jaringan jalan Kabupaten Buleleng tahun 2022 tanpa jalan lingkar dengan waktu perjalanan 1.902 kendaraan – jam, jarak perjalanan 84.330

kendaraan – km, konsumsi BBM 3.997 liter, dan kecepatan rata – rata perjalanan adalah 41,22 Km/Jam.

Tahun 2022 dengan jalan lingkar

Indikator Kinerja Jaringan	Satuan	Kendaraan Pribadi (C)	Kendaraan Umum (B)	Angkutan Barang(L)	Total
Waktu Perjalanan	Kend-jam	1.319,63	121,71	254,48	1.696
Jarak Perjalanan	Kend-km	60.761,64	5.604,06	11.717,59	78.083
Konsumsi BBM	Liter	2.675,84	588,59	215,22	3.480
Kecepatan Rata-rata	Km/Jam	45,67			

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa kinerja jaringan jalan Kabupaten Buleleng tahun 2022 dengan jalan lingkar dengan waktu perjalanan 1.696 kendaraan – jam, jarak perjalanan 78.083 kendaraan – km, konsumsi BBM 3.480 liter, dan kecepatan rata – rata perjalanan adalah 45,67 Km/Jam.

Tahun 2027 dengan tanpa jalan lingkar

Indikator Kinerja Jaringan	Satuan	Kendaraan Pribadi (C)	Kendaraan Umum (B)	Angkutan Barang(L)	Total
Waktu Perjalanan	Kend-jam	1.853,58	170,96	357,45	2.382
Jarak Perjalanan	Kend-km	70.483,51	6.500,71	13.592,40	90.577
Konsumsi BBM	Liter	3.405,20	741,69	322,52	4.469
Kecepatan Rata-rata	Km/Jam	38,94			

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa kinerja jaringan jalan Kabupaten Buleleng tahun 2027 tanpa jalan lingkar dengan waktu perjalanan 2.382 kendaraan – jam, jarak perjalanan 90.577 kendaraan – km, konsumsi BBM 4.469 liter, dan kecepatan rata – rata perjalanan adalah 38,94 Km/Jam.

Tahun 2027 dengan jalan lingkar

Indikator Kinerja Jaringan	Satuan	Kendaraan Pribadi (C)	Kendaraan Umum (B)	Angkutan Barang(L)	Total
Waktu Perjalanan	Kend-jam	1.670,42	154,06	322,13	2.147
Jarak Perjalanan	Kend-km	68.053,04	6.276,55	13.123,70	87.453
Konsumsi BBM	Liter	3.137,89	687,23	275,92	4.101
Kecepatan Rata-rata	Km/Jam	42			

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa kinerja jaringan jalan Kabupaten Buleleng tahun 2027 dengan jalan lingkar dengan waktu perjalanan 2.147 kendaraan – jam, jarak perjalanan 87.453 kendaraan – km, konsumsi BBM 4.101 liter, dan kecepatan rata – rata perjalanan adalah 42 Km/Jam.

Perbandingan kinerja jaringan

Tahun	Tanpa Jalan Lingkar			Dengan Jalan Lingkar		
	Waktu Perjalanan (Kend-Jam)	Jarak Perjalanan (Kend-Km)	Konsumsi BBM (Lt)	Waktu Perjalanan (Kend-Jam)	Jarak Perjalanan (Kend-Km)	Konsumsi BBM (Lt)
2022	1.902	84.330	3.997	1.696	78.083	3.480
2027	2.382	90.577	4.469	2.147	87.453	4.101

Dari data tabel diatas dapat dinyatakan bahwa memang terdapat perbedaan kinerja jaringan jalan di Kabupaten Buleleng dengan atau tanpa jalan lingkar pada tahun 2022 dan tahun 2027.

Selain itu kecepatan rata – rata tahun 2022 tanpa jalan lingkar sebesar 41,22 km/jam, dengan jalan lingkar kecepatannya menjadi 45,67 km/jam. Tahun 2027 kondisi tanpa jalan lingkar kecepatan rata – ratanya sebesar 38,94 km/jam, dengan jalan lingkar menjadi 42 km/jam

Analisis Nilai Waktu

Berdasarkan analisis nilai waktu yang dilaksanakan menggunakan metode *income approach* maka didapatkan efisiensi biaya perjalanan pada tahun 2027 pada tabel berikut ini:

No	Tahun	Efisiensi Biaya Perjalanan		Total Efisiensi (Rp/Tahun)
		Tanpa Adanya Jalan Lingkar	Adanya Jalan Lingkar	
1	2027	Rp 91.756.481.801	Rp 87.122.333.619	Rp 4.644.148.181

Dari tabel dapat disimpulkan bahwa pada tahun rencana 2027 dengan beroperasinya jalan lingkar maka akan terjadi penghematan biaya perjalanan sebesar Rp 4.644.148.181 /tahun

Analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Berdasarkan analisis biaya operasional kendaraan dengan menggunakan metode *Pacific Consultant International (PCI)* maka didapatkan perbandingan BOK pada tahun 2027 sebagai berikut ini:

Jenis Kendaraan	Tanpa Jalan Lingkar	Dengan Jalan Lingkar	Perbedaan Biaya	Prosentase Perbedaan
Kendaraan Pribadi	IDR 272.372.231	IDR 217.453.511	IDR 54.918.719	20%
Angkutan Barang	IDR 99.630.262	IDR 91.913.253	IDR 7.717.009	8%

Dari hasil tabel diatas, dimana masing-masing biaya operasional kendaraan sudah dikalikan dengan jarak tempuh perjalanan pada saat tanpa adanya dan dengan adanya Jalan Lingkar yang sesuai dengan jenis kendaraanya. Di dapatkan jumlah total biaya operasional kendaraan per jenis kendaraan serta perbandingan biaya operasional kendaraan kondisi tanpa dan dengan adanya Jalan Lingkar. Pada tahun 2027 terdapat perbandingan pada jenis kendaraan mobil pribadi sebesar Rp 54.918.719 dengan prosentase sebesar 20%. Sementara pada jenis kendaraan angkutan barang terdapat perbandingan sebesar IDR 7.717.009 dengan prosentase sebesar 8%.

SIMPULAN

Adapun simpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Kondisi jaringan jalan saat ini yaitu tahun 2022 tanpa jalan lingkar memiliki kinerja ruas jalan dengan jarak perjalanan sebesar 84.330 kend-jam, konsumsi BBM sebesar 3.997 liter, waktu perjalanan sebesar 1.902 kend-jam, serta kecepatan rata – rata 41,22 km/jam. Pengaruh dari adanya jalan lingkar tahun 2022 adalah jarak perjalanan menjadi 78.083 kend-km, konsumsi BBM menjadi 3.480 liter, waktu perjalanan menjadi 1.696 kend-jam, serta kecepatan rata – rata 45,67 km/jam
2. Kondisi jaringan jalan tahun 2027 tanpa jalan lingkar memiliki kinerja ruas jalan dengan jarak perjalanan sebesar 90.557 kend-jam, konsumsi BBM sebesar 4.469 liter, waktu perjalanan sebesar 2.382 kend-jam, serta kecepatan rata – rata 38,94 km/jam. Pengaruh dari adanya Jalan Lingkar pada tahun 2027 adalah jarak perjalanan menjadi 87.453 kend-km, konsumsi BBM menjadi 4.101 liter, waktu perjalanan menjadi 2.147 kend-jam, serta kecepatan rata – rata 42 km/jam
3. Perbandingan efisiensi biaya perjalanan pada tahun 2027 saat kondisi tanpa dan dengan jalan lingkar di Kabupaten Buleleng adalah sebesar Rp 4.644.148.181 /tahun. Hal ini membuktikan jika jalan lingkar berpengaruh terhadap efisiensi biaya perjalanan di Kabupaten Buleleng pada tahun 2027. Perbandingan biaya operasional kendaraan (BOK) pada tahun 2027 tanpa dan dengan jalan lingkar yaitu pada golongan kendaraan pribadi sebesar IDR 54.918.719 (20%) dan untuk angkutan barang sebesar IDR 7.717.009 (8%). Dengan data tersebut dapat dilihat jika jalan lingkar berpengaruh terhadap biaya operasional kendaraan di Kabupaten Buleleng pada tahun 2027.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko Subandriyo, Ridho Rono Marpaung, Ismiyati, Wahyudi Kusharjoko. "Analisis Perbandingan Biaya Operasional Kendaraan (Bok) Jalan Lingkar Ambarawa Dan Jalan Eksisting." *Halaman *) Penulis Penanggung Jawab JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL 3*, no. 2 (2014): 356–66.
- Juan de Dios Ortúzar, Luis G. Willumsen. "Modelos de Transporte - Juan de Dios Ortúzar, Luis G. Willumsen - Google Buku," n.d.
- Mutaqin, zain zainul, and Elkhasnet. "Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Biaya Operasional Kendaraan." *Fstp*, 2021, 189–98.
- Ofyar Z, Tamin. *Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi*. 2nd ed. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2000.
- Yusra, Cut liliiza, Muhammad Isya, and Renni Anggraini. "Analisis Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Kecepatan Perjalanan." *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan 1*, no. 3 (2018): 46–55. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i3.11761>.