

## **Model Pemilihan Rute Antara Jalan Nasional dan Jalan Tol Surabaya (Bundaran Waru)-Jombang dengan Metode Pembebanan Bertahap**

**Irsyadul Ibad Pratama\*, Ibnu Sholichin, Nugroho Utomo**

Teknik Sipil UPN "Veteran" Jawa Timur

\*Correspondence email: ibnu.ts@upnjatim.ac.id

**Abstrak.** Interaksi yang terjadi antara Kota Surabaya dan Kota Jombang tidak hanya dipengaruhi oleh faktor ekonomi, namun dipengaruhi juga oleh faktor sosial kehidupan. Penduduk yang berada di luar wilayah Kota Jombang akan mencoba memilih rute tercepat dari beberapa rute yang menghubungkan antara zona asal dengan Kota Jombang. Penelitian ini dilakukan berdasarkan faktor – faktor yang mempengaruhi proses pemilihan rute perjalanan dari Kota Surabaya ke Kota Jombang menggunakan kendaraan golongan I, golongan II dan golongan III. Faktor yang mempengaruhi adalah faktor waktu tempuh dan arus kendaraan. Adapun pilihan rute yang tersedia adalah melalui jalan nasional dan jalan tol. Pada penelitian ini dilakukan analisis pemilihan rute dengan menggunakan metode pembebanan bertahap. Metode pembebanan bertahap dipilih dikarenakan dapat menentukan hubungan arus lalu lintas dengan waktu tempuh perjalanan, tanpa bergantung pada asumsi pengendara dan karakteristik jaringan jalan. Setelah dilakukan analisis dengan metode pembebanan bertahap selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai keseimbangan *Wardrop* yang hasilnya dapat menunjukkan bahwa kondisi tersebut telah seimbang dan pengendara dapat menentukan rute mana yang akan dilewati. Hasil analisis regresi linear sederhana diperoleh model hubungan arus – biaya perjalanan pada rute Jalan Nasional Surabaya – Jombang dengan bentuk persamaan  $55,63 + 0,031X$ , sedangkan pada rute Jalan Tol Surabaya – Jombang didapatkan bentuk persamaan  $32,044 + 0,024X$ . Nilai keseimbangan *wardrop* pada pembebanan fraksi seragam 25% didapatkan 0,18 dan pada pembebanan fraksi seragam 10 % dan fraksi tidak seragam 10%, 20%, 30%, 40% didapatkan nilai 0,03. Nilai tersebut relatif kecil dan dapat diartikan bahawa kondisinya mendekati keseimbangan *Wardrop*.

**Kata Kunci:** pemilihan rute ; analisis regresi linear sederhana ; metode pembebanan bertahap.

**Abstract.** *The interactions that occur between the City of Surabaya and the City of Jombang are not only influenced by economic factors, but are also influenced by social factors of life. Residents who are outside the Jombang City area will try to choose the fastest route from several routes that connect their home zone with Jombang City. This research was conducted based on factors that influence the process of choosing a travel route from Surabaya City to Jombang City using class I, class II and class III vehicles. The influencing factors are travel time and vehicle flow. The available route options are via national roads and toll roads. In this research, an analysis of route selection was carried out using the gradual loading method. The gradual loading method was chosen because it can determine the relationship between traffic flow and travel time, without depending on driver assumptions and road network characteristics. After carrying out the analysis using the gradual loading method, the wardrop balance value can then be calculated, the results of which can show that the conditions are balanced and the driver can determine which route to take. From the results of a simple linear regression analysis, a model of the flow - travel cost relationship on the Surabaya - Jombang National Road route was obtained with the equation form  $55.63 + 0.031X$ , while on the Surabaya - Jombang Toll Road route the equation form was  $32.044 + 0.024X$ . The wardrop balance value at a uniform fraction loading of 25% was found to be 0.18 and at a uniform fraction loading of 10% and a non-uniform fraction of 10%, 20%, 30%, 40% the value was 0.03. This value is relatively small and can be interpreted that the condition is close to wardrop equilibrium.*

**Keywords:** route selection; simple linear regression analysis; incremental assignment method.

### **PENDAHULUAN**

Ketersediaan dan penggunaan moda transportasi berdampak pada keputusan pengguna jalan dalam memilih rute perjalanan. Proses pemilihan rute perjalanan dapat dijelaskan sebagai pergerakan antara dua zona menggunakan moda yang telah ditentukan pada rute yang sudah ada dengan jaringan jalan yang tersedia (Tamin, 2000). Pemilihan kendaraan pribadi sebagai moda transportasi utama oleh masyarakat umum tetap menjadi pilihan dominan, dengan pertimbangan utama adalah efisiensi waktu

dan biaya perjalanan (Djakfar, Indriastuti and Sya'ban Nasution, 2010). Penyebab terjadinya perpindahan antar zona terkait dengan peningkatan volume lalu lintas, bahwa peningkatan volume lalu lintas berdampak signifikan pada aktivitas pergerakan antar zona. Ketidakseimbangan dalam dampak ini dapat menghasilkan masalah seperti peningkatan waktu perjalanan dan faktor-faktor lain yang memengaruhi pemilihan rute (Fithra, 2017). Interaksi Kota Surabaya dan Kota Jombang tidak hanya terbatas pada faktor ekonomi, tetapi lebih terjadi pada faktor kehidupan sosial (Kurniawan and Zauhar, 2013). Masyarakat yang berada di luar wilayah Kota Jombang akan berusaha memilih jalur tercepat dari beberapa rute yang menghubungkan antara zona asal menuju Kota Jombang. Penelitian ini dilakukan berdasarkan faktor – faktor yang mempengaruhi proses pemilihan rute perjalanan dari Kota Surabaya menuju Kota Jombang dengan kendaraan golongan I, Golongan II, dan Golongan III.

Penelitian ini menggunakan metode pembebanan bertahap untuk melakukan proses pemilihan rute. Pada penelitian ini ada 2 rute yang dapat dilalui oleh pengendara yaitu Jalan Nasional Surabaya (Bundaran Waru) – Jombang dan Jalan Tol Surabaya (Waru) – Jombang. Untuk kendaraan yang dijadikan objek penelitian adalah kendaraan golongan I, golongan II dan golongan III.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui rute yang dapat dipilih oleh pengendara dalam melakukan perjalanan dari Kota Surabaya menuju Kota Jombang dengan menggunakan metode pembebanan bertahap yang dipengaruhi oleh faktor arus dan waktu tempuh.

## **Tinjauan Pustaka**

### ***Pemilihan Rute***

Tujuan dari tahapan proses pemilihan rute adalah dapat mengalokasikan setiap pergerakan antar zona kepada berbagai rute yang paling sering digunakan oleh pengguna jalan yang bergerak dari zona asal menuju zona tujuan (Tandungan, 2020). Model pemilihan rute dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa faktor pertimbangan yang didasari pengamatan bahwa tidak setiap pengendara dari zona asal menuju ke zona tujuan akan memilih rute yang persis sama, khususnya di daerah perkotaan, hal ini disebabkan karena :

1. Perbedaan persepsi pribadi
2. Peningkatan biaya karena adanya kemacetan pada suatu ruas jalan yang menyebabkan kinerja beberapa rute lain menjadi lebih tinggi sehingga meningkatkan peluang untuk memilih rute tersebut.

### ***Faktor Penentu Pemilihan Rute***

Faktor yang sangat mempengaruhi pengendara dalam menentukan rute yang akan dilewati yaitu (Saputra, 2021) :

1. Waktu tempuh
2. Nilai waktu
3. Biaya perjalanan
4. Biaya operasional kendaraan

### ***Metode Pembebanan Bertahap***

Metode pembebanan bertahap merupakan metode yang terdapat pada model batasan kapasitas. Metode ini mempertimbangkan kemacetan, waktu tempuh dan biaya perjalanan dalam asumsi pemilihan rute terbaik (Kresnanto, Janabadra and Ofyar, 2017). Prinsip dasar penggunaan metode ini adalah dengan cara membagi Matriks – Asal – Tujuan (MAT) total menjadi beberapa bagian dengan menggunakan faktor proporsional. Setiap bagian dari Matriks – Asal – Tujuan (MAT) dibebankan ke jaringan jalan secara bertahap. Artinya tiap jaringan yang dibebani dihitung dengan menggunakan biaya yang dihasilkan oleh arus yang dihasilkan sebelumnya. Inti dari metode ini adalah setiap pembebanan, biaya dihitung kembali berdasarkan hubungan matematis arus – biaya perjalanan. Proses tersebut diulang kembali sampai semua Matriks – Asal – Tujuan dibebankan.

### ***Keseimbangan Wardrop***

Prinsip keseimbangan Wardrop dijelaskan bahwa dalam kondisi keseimbangan, lalu lintas akan mengatur dirinya sendiri dalam jaringan yang padat (kemacetan) sehingga pengendara dapat mengurangi biaya perjalanannya dengan cara mengubah rute perjalanan (Naufal and Triana, 2016). Sehingga dapat diartikan bahwa jika pengendara dapat memperkecil biaya perjalanannya, maka

sistem pembagian rute telah mencapai kondisi seimbang. Indikator keseimbangan Wardrop digunakan untuk mengukur konvergensi antara kondisi yang didapat dari pemodelan dengan keseimbangan Wardrop. Indikator keseimbangan Wardrop dihitung setelah tiap pengulangan dan total arus dihasilkan untuk setiap ruas jalan. Nilai yang dihasilkan merupakan ukuran total kelebihan biaya perjalanan dibandingkan dengan biaya perjalanan optimal (Novalina. W, 2010). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai dari hasil perhitungan, maka kondisinya semakin mendekati kondisi keseimbangan Wardrop.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode pembebanan bertahap, metode ini dapat menentukan hubungan arus lalu lintas dengan waktu tempuh perjalanan, tanpa bergantung pada asumsi pengendara dan karakteristik jaringan jalan (Dwi *et al.*, 2017). Dengan demikian kita dapat mengetahui rute mana yang akan dilewati oleh pengendara dalam melakukan perjalanan dari Kota Surabaya menuju Kota Jombang.

### **Lokasi penelitian**

Lokasi penelitian berada di ruas Jalan Nasional Surabaya – Jombang.

### **Metode Pengumpulan Data**

Terdapat dua jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan, pencatatan dan pengukuran secara langsung di lokasi studi, sedangkan data sekunder adalah data pendukung atau data pelengkap yang digunakan untuk membantu menyelesaikan atau mengolah data primer. Informasi data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Volume lalu lintas
2. Waktu tempuh
3. Rute perjalanan

### **Analisis Data**

Tahapan yang harus dilakukan adalah mengkaji kondisi jalur perjalanan yang ada. Hal ini merupakan awal penyelidikan terhadap rute perjalanan yang akan diamati sebelum dilakukan pengambilan data primer. Data primer yang diperlukan seperti volume lalu lintas dan waktu tempuh. Setelah itu, data volume lalu lintas dan waktu tempuh diolah dengan menggunakan persamaan analisis regresi linear untuk mendapatkan persamaan hubungan arus dengan biaya, Hasil hubungan antara arus dan biaya dapat dijadikan acuan dalam analisis pembebanan lalu lintas dengan menggunakan metode pembebanan bertahap. Prosedur analisis pembebanan lalu lintas dengan metode pembebanan bertahap adalah sebagai berikut :

1. Membuat tabel sebaran dari zona A ke zona B yang melewati rute tersebut dengan metode pembebanan bertahap.
2. Memisahkan arus lalu lintas menjadi beberapa bagian dengan fraksi yang seragam sebesar 25%, 10% dan fraksi tidak seragam 10%, 20%, 30%, 40%
3. Melakukan pembebanan lalu lintas pada rute dengan biaya perjalanan terkecil dan dilakukan secara bertahap hingga mencapai tahap akhir.
4. Menganalisis nilai indikator keseimbangan *Wardrop* untuk mengetahui nilai konvergensi atau tidak konvergensi hasil pembebanan.

## **HASIL**

### **Hasil Analisis Regresi Linear Sederhana**

Berdasarkan hasil survei volume lalu lintas yang dilakukan di lokasi pengamatan, jumlah pergerakan dari zona A ke Zona B adalah 1295,4 skr/jam. Sedangkan variabel terikat (Y) diperoleh dari hasil survei waktu tempuh yang telah dihitung nilai rata – rata satuan menit. Sehingga diperoleh hasil perhitungan model hubungan arus lalu lintas dengan biaya perjalanan pada rute jalan nasional yang dinyatakan sebagai berikut :

**Tabel 1.** Nilai Variabel Bebas dan Variabel Terikat Rute Jalan Nasional

No	Waktu Tempuh (menit)	Lalu Lintas Harian (skr/jam)	Xi Yi	Xi <sup>2</sup>
	Yi	Xi		
1	97,00	1295,4	125653,8	1678061.2
2	102,00	1458,1	148726,2	2126055.6
3	103,13	1483,6	153003,9	2201069.0
sum	302,13	4237,10	427383,86	6005185.73
avg	100,71	1059,28		

Sumber: Hasil Analisis (2024)

Perhitungan koefisien regresi biaya arus lalu lintas (Q) :

$$Q = \frac{N \sum_i (X_i Y_i) - \sum_i (X_i) \sum_i (Y_i)}{N \sum_i (X_i^2) - (\sum_i (X_i))^2}$$

$$= \frac{3 (427383,86) - (4237,10) (302,13)}{3 (6005185,73) - (4237,10)^2}$$

$$= 0,031$$

Perhitungan konstanta regresi arus – biaya perjalanan (P)

$$P = \frac{(\sum y) (\sum x^2) - \sum_i (X_i) \sum_i (X_i Y_i)}{N \sum_i (X_i^2) - (\sum_i (X_i))^2}$$

$$= \frac{(302,13)(6005185,3) - (4237,10) 427383,6}{3 (6005185,73) - (4237,10)^2}$$

$$= 55,63$$

Dari hasil perhitungan model hubungan arus – biaya perjalanan pada rute jalan nasional, maka diperoleh model hubungan arus – biaya perjalanannya adalah  $Y_A = 55,63 + 0,031X$ . Hasil perhitungan model hubungan arus lalu lintas dengan biaya perjalanan pada rute jalan tol dinyatakan sebagai berikut :

**Tabel 2.** Nilai Variabel Bebas dan Variabel Terikat Rute Jalan Tol

No	Waktu Tempuh (menit)	Lalu Lintas Harian (skr/jam)	Xi Yi	Xi <sup>2</sup>
	Yi	Xi		
1	64,33	1295,4	83333,08	1678061.2
2	67,33	1458,1	98173,87	2126055.6
3	69,67	1483,6	103362,4	2201069.0
sum	201,33	4237,10	284869,37	6005185.73
avg	67,11	1059,28		

Sumber: Hasil Analisis (2024)

Perhitungan koefisien regresi biaya arus lalu lintas (Q) :

$$Q = \frac{N \sum_i (X_i Y_i) - \sum_i (X_i) \sum_i (Y_i)}{N \sum_i (X_i^2) - (\sum_i (X_i))^2}$$

$$= \frac{3 (284869,37) - (4237,10) (201,33)}{3 (6005185,73) - (4237,10)^2}$$

$$= 0,024$$

Perhitungan konstanta regresi arus – biaya perjalanan (P)

$$P = \frac{(\sum y) (\sum x^2) - \sum_i (X_i) \sum_i (X_i Y_i)}{N \sum_i (X_i^2) - (\sum_i (X_i))^2}$$

$$= \frac{(201,33)(6005185,3) - (4237,10) (284869,37)}{3 (6005185,73) - (4237,10)^2}$$

$$= 32,044$$

Dari hasil perhitungan model hubungan arus – biaya perjalanan pada rute jalan tol, maka diperoleh model hubungan arus – biaya perjalanannya adalah  $Y_B = 32,044 + 0,024X$ .

### Koefisien Determinasi

Hasil perhitungan koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada rute jalan nasional dengan menggunakan bantuan *software SPSS Statistic 26* sebagai berikut :

**Tabel 3.** Nilai Koefisien Determinasi Jalan Nasional

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,999a	0,998	0,995	0,22533

Sumber: Hasil Analisis (2024)

Hasil perhitungan koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada rute jalan tol dengan menggunakan bantuan *software SPSS Statistic 26* sebagai berikut :

**Tabel 4.** Nilai Koefisien Determinasi Jalan Tol

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,947a	0,897	0,81	1,21648

Sumber: Hasil Analisis (2024)

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *Software SPSS Statistic 26*, nilai koefisien determinasi pada kedua rute berada pada interval 0,80 – 1,00 dapat diartikan bahwa kemampuan variabel bebas dalam menerangkan variabel terikat sangat kuat.

### Pembebanan Arus Metode Pembebanan Bertahap

Pada penelitian ini tersaji 3 skema untuk memperoleh hasil pembebanan lalu lintas pada 2 rute yang telah tersedia. Pemilihan rute lalu lintas dengan metode pembebanan bertahap dijelaskan sebagai berikut :

1. Pembebanan fraksi seragam 25%

**Tabel 5.** Pembebanan fraksi seragam 25%

Pembebanan ke	Fraksi (%)	Fraksi (Arus)	Rute A		Rute B	
			Arus	Biaya	Arus	Biaya
0	0	0	0,00	55,63	0,00	32,04
1	25%	880,75	0,00	55,63	880,75	53,89
2	25%	880,75	0,00	55,63	1761,50	75,73
3	25%	880,75	880,75	83,73	1761,50	75,73
4	25%	880,75	880,75	83,73	2642,25	97,57
Total	100%	3523				

Sumber: Hasil Analisis (2024)

Nilai konvergensi keseimbangan *Wardrop* dihitung sebagai berikut :

$$\delta = \frac{\sum_i \sum_d \sum_r T_{id}^r (C_{id}^r - C_{id}^r)}{\sum_i \sum_d C_{id} T_{id}} = \frac{880,75(83,73-83,73) + 2642,25 (97,57-83,73)}{3523 \times 83,73} = 0,18$$

2. Pembebanan fraksi seragam 10%

**Tabel 6.** Pembebanan fraksi seragam 10%

Pembebanan ke	Fraksi (%)	Fraksi (Arus)	Rute A		Rute B	
			Arus	Biaya	Arus	Biaya
0	0	0,00	0,00	55,63	0,00	32,04
1	10%	352,30	0,00	55,63	352,30	40,78
2	10%	352,30	0,00	55,63	704,60	49,52
3	10%	352,30	0,00	55,63	1056,90	58,26
4	10%	352,30	352,30	66,87	1056,90	58,26
5	10%	352,30	352,30	66,87	1409,20	66,99

Pembebanan ke	Fraksi (%)	Fraksi (Arus)	Rute A		Rute B	
			Arus	Biaya	Arus	Biaya
6	10%	352,30	704,60	78,11	1409,20	66,99
7	10%	352,30	704,60	78,11	1761,50	75,73
8	10%	352,30	704,60	78,11	2113,80	84,47
9	10%	352,30	1056,90	89,35	2113,80	84,47
10	10%	352,30	1056,90	89,35	2466,10	93,20
Total	100%	3523				

Sumber: Hasil Analisis (2024)

Nilai konvergensi keseimbangan *Wardrop* dihitung sebagai berikut :

$$\delta = \frac{\sum_i \sum_d \sum_r T_{id}^r (C_{id}^r - C_{id}^r)}{\sum_i \sum_d C_{id} T_{id}}$$

$$= \frac{1056,90(89,35 - 89,35) + 2466,10 (93,20 - 89,35)}{3523 \times 89,35}$$

$$= 0,03$$

3. Pembebanan fraksi tidak seragam 10%, 20%, 30%, 40%

**Tabel 7.** Pembebanan fraksi tidak seragam 10%, 20%, 30%, 40%

Pembebanan ke	Fraksi (%)	Fraksi (Arus)	Rute A		Rute B	
			Arus	Biaya	Arus	Biaya
0	0	0.00	0.00	55.63	0.00	32.04
1	10%	352.30	0.00	55.63	352.30	40.78
2	20%	704.60	0.00	55.63	1056.90	58.26
3	30%	1056.90	1056.90	89.35	1056.90	58.26
4	40%	1409.20	1056.90	89.35	2466.10	93.20
Total	100%	3523				

Sumber: Hasil Analisis (2024)

Nilai konvergensi keseimbangan *Wardrop* dihitung sebagai berikut :

$$\delta = \frac{\sum_i \sum_d \sum_r T_{id}^r (C_{id}^r - C_{id}^r)}{\sum_i \sum_d C_{id} T_{id}}$$

$$= \frac{1056,90(89,35 - 89,35) + 2466,10 (93,20 - 89,35)}{3523 \times 89,35}$$

$$= 0,03$$

### Pembahasan

Dalam proses pemilihan rute terdapat faktor – faktor yang mempengaruhi pengendara dalam menentukan rute, faktor tersebut yaitu waktu tempuh, jumlah kendaraan dan biaya perjalanan. Berdasarkan pernyataan tersebut maka diperoleh suatu kesimpulan bahwa pada saat jumlah kendaraan meningkat, maka waktu tempuh dan biaya perjalanan akan meningkat seiring meningkatnya volume lalu lintas. Sebaliknya, jika jumlah kendaraan menurun, maka waktu tempuh dan biaya perjalanan akan menurun seiring menurunnya volume lalu lintas.

Pada perhitungan dengan menggunakan metode pembebanan bertahap pada kedua rute yaitu rute Jalan Nasional Surabaya (Bundaran Waru) menuju Jombang dan rute Jalan Tol Surabaya (Waru) menuju Jombang, maka diperoleh nilai keseimbangan *Wardrop*. Keseimbangan *Wardrop* merupakan kondisi keseimbangan, lalu lintas akan mengatur dirinya sendiri dalam jaringan yang padat (kemacetan) sehingga pengendara dapat mengurangi biaya perjalanannya dengan cara mengubah rute perjalanan.

### SIMPULAN

Dari hasil analisis dapat dihasilkan kesimpulan bahwa :

1. Model hubungan arus lalu lintas dan biaya perjalanan pada Jalan Nasional Surabaya (Bundaran Waru) – Jombang adalah  $55,63 + 0,031X$ , sedangkan model hubungan arus lalu lintas – biaya perjalanan pada Jalan Tol Surabaya (Waru) – Jombang adalah  $32,044 + 0,024X$ .
2. Nilai koefisien determininasi dari rute Jalan Nasional Surabaya (Bundaran Waru) – Jombang adalah 0,995 dan rute Jalan Tol Surabaya (Waru) – Jombang adalah 0,81. Hal ini dapat diartikan

bahwa kemampuan variabel bebas dalam menerangkan variabel terikat cukup kuat sehingga waktu tempuh atau biaya perjalanan dapat menjadi penentu bagi pengendara dalam melakukan perjalanan dari Kota Surabaya menuju Kota Jombang.

3. Pada pembebanan fraksi seragam 25% didapatkan nilai keseimbangan *Wardrop* yaitu 0,18, sedangkan pada pembebanan fraksi seragam 10% dan pembebanan fraksi tidak seragam 10%, 20%, 30%, 40% didapatkan nilai keseimbangan *Wardrop* yaitu 0,03

#### DAFTAR PUSTAKA

- Djakfar, L., Indriastuti, A.K. and Sya'ban Nasution, A. 2010. *Studi Karakteristik dan Model Pemilihan Moda Angkutan Mahasiswa Menuju Kampus (Sepeda Motor Atau Angkutan Umum) Di Kota Malang, Rekayasa Sipil*.
- Dwi, N. et al. 2017. *Pemodelan Transportasi Moda Sepeda Motor Kota Samarinda Untuk Tahun 2016*.
- Fithra, H. 2017. *Konektivitas Jaringan Jalan Dalam Pengembangan Wilayah Di Zona Utara Aceh. Buku Konektivitas Jaringan Jalan*.
- Kresnanto, N.C., Janabadra and Ofyar. 2017. Model pemilihan rute dan pembebanan perjalanan dengan sistem fuzzy. pp. 13–14.
- Kurniawan, F. and Zauhar, S. 2013. Kemitraan Pengelolaan Sektor Pariwisata (Studi Pada Tirta Wisata Kabupaten Jombang, *Jurnal Administrasi Publik (JAP)*, 1(1), pp. 47–55.
- Naufal, F. and Triana, S. 2016. Simulasi Pemodelan Transportasi pada Jaringan Jalan Menggunakan Aplikasi Saturn. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(1), pp. 72–82.
- Saputra, A.D. 2021. *Studi Literatur Pemilihan Rute Pergerakan Orang Dan Angkutan Barang*. Naskah Publikasi.
- Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Penerbit ITB.
- Tandungan, L.O. 2020. Analisa dan Simulasi Penentuan Rute Pada Aplikasi Navigasi Kendaraan Bermotor Di Kota Makassar. *Jurnal Tematika*, 8(1).
- Winny N. 2010. Analisis Pembebanan Lalu Lintas dengan Mempertimbangkan Pengaruh Fenomena Simpang