

Tersedia online di [www.journal.unesa.ac.id](http://www.journal.unesa.ac.id)

Halaman jurnal di [www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans](http://www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans)

## Pengaruh Exit Ramp Jalan Tol Terhadap Kinerja Simpang Bersinyal Di Simpang 4 Fatmawati Jakarta

Widiyo Subiantoro <sup>a</sup>, Pratikso Pratikso <sup>b</sup>, Rachmat Mudiyo <sup>b</sup>, Doddy Ari Suryanto <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Program Doktor (Mahasiswa) Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Kota Semarang, Negara Indonesia

<sup>b</sup> Program Doktor (Dosen) Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Kota Semarang, Negara Indonesia

<sup>c</sup> Program S1(Dosen) Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma Jakarta, Kota Jakarta, Negara Indonesia

email: [widiyo.subiantoro20@gmail.com](mailto:widiyo.subiantoro20@gmail.com)

### INFO ARTIKEL

*Sejarah artikel:*

Menerima 14 November 2023

Revisi 1 Desember 2023

Diterima 4 Desember 2023

Online 4 Desember 2023

### Kata kunci:

Derajat kejenuhan,

Kinerja jalan,

Panjang Exit ramp.,

Panjang antrian,

Simpang Bersinyal

### ABSTRAK

Exit ramp jalan tol telah dibangun sebagai bagian dari pengembangan infrastruktur jalan raya di daerah tersebut. Pengaruh dari exit ramp ini dievaluasi dalam konteks volume lalu lintas, jenis kendaraan, pola lalu-lintas, sistem manajemen lalu lintas, rekayasa lalu lintas, dan tingkat kemacetan di sekitar simpang bersinyal. Studi ini menggunakan metode pengumpulan data lalu-lintas sebelum simpang 4 Fatmawati dan setelah exit ramp tol, serta analisis data lalu-lintas yang mencakup volume kendaraan, waktu siklus lampu lalu lintas, kepadatan lalu lintas, dan tingkat kemacetan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh exit ramp jalan tol terhadap kinerja simpang bersinyal di simpang 4 Fatmawati, Jakarta. Hasil penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang dampak exit ramp jalan tol terhadap simpang bersinyal di simpang 4 Fatmawati. Hasil studi ini dapat digunakan sebagai dasar bagi otoritas lalu-lintas dan pengambil keputusan dalam merencanakan peningkatan atau perubahan pada infrastruktur jalan raya, seperti modifikasi simpang bersinyal atau penyesuaian kapasitas jalan tol. Diharapkan bahwa penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berguna dalam upaya meningkatkan kinerja simpang bersinyal dan kemacetan lalu-lintas di daerah tersebut

## *The Influence of Toll Road Exit Ramps on the Performance of Signalized Intersections at Simpang 4 Fatmawati Jakarta*

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Degree of saturation,

road performance,

Exit ramp length,

queue length,

signalized intersection

#### Style APA dalam menyitasi artikel ini:

Subiantoro, W. ., Pratikso, P., Mudiyo. R., & Suryanto, A. D. (2023). Pengaruh Exit Ramp Jalan Tol Terhadap Kinerja Simpang Bersinyal Di Simpang 4 Fatmawati Jakarta. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v1(n3), Halaman 326 - 336

### ABSTRACT

The toll road exit ramp has been built as part of the development of road infrastructure in the area. The impact of the exit ramp is evaluated in the context of traffic volume, vehicle type, traffic pattern, traffic management system, traffic engineering, and the level of congestion around the signalized intersection. This study uses traffic data collection methods before the Fatmawati 4 intersection and after the toll exit ramp, as well as analysis of traffic data which includes vehicle volume, traffic light cycle time, traffic density and congestion level. This research aims to examine the effect of toll road exit ramps on the performance of signalized intersections at intersection 4 Fatmawati, Jakarta. The results of this research provide a deeper understanding of the impact of toll road exit ramps on signalized intersections at intersection 4 Fatmawati. The results of this study can be used as a basis for traffic authorities and decision makers in planning improvements or changes to road infrastructure, such as modifying signalized intersections or adjusting toll road capacity. It is hoped that this research can provide useful insights in efforts to improve the performance of signalized intersections and traffic congestion in the area.

## 1. Pendahuluan

*Exit ramp* Famawati Jakarta Outer Ring Road (JORR) saat-saat pada jam sibuk merupakan penambahan volume lalu-lintas pada sekitar jalan arteri TB Simatupang, dimana jalan tersebut menghubungkan Kawasan perumahan dan Kawasan bisnis kota Jakarta Selatan.

Sedangkan karakteristik jalan wilayah penelitian sebagai berikut:

- Jalan tol dan simpang bersinyal merupakan komponen penting dalam sistem transportasi perkotaan.
- Pembangunan *exit ramp* jalan tol di dekat simpang bersinyal dapat memiliki dampak signifikan pada lalu-lintas dan kinerja simpang.
- Wilayah penelitian ini adalah pada pertemuan jalan TB Simatupang dan Jalan *Exit Ramp* Tol JORR dan simpang 4 Fatmawati di Jakarta, yang merupakan simpang bersinyal penting dalam jaringan jalan raya kota dan *exit ramp* JORR Tol Fatmawati.

Sistem jalan tol perkotaan bertanggung jawab untuk menghubungkan fungsi lalu-lintas dari berbagai kelompok fungsional atau subdivisi kota dan, melalui koneksi yang teratur dengan jalan konvensional, membentuk koridor perjalanan yang cepat dan nyaman. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, dengan peningkatan dramatis dalam kepemilikan mobil yang menyebabkan memburuknya tingkat layanan jalan tol perkotaan, kemacetan kendaraan sering terjadi; khususnya, situasi di mana kendaraan jalan tol jalur utama di area jalur keluar “tidak dapat keluar” semakin meningkat, yang menyebabkan kemacetan total di jalur utama.



Gambar 1. Situasi Macet Pada Exit Tol JORR, Jalan TB Simatupang Malam hari, dan Jalan TB Simatupang Fatmawati pagi hari

Jalan tol merupakan suatu perencanaan untuk mendorong pada pengembangan di jalan lokal serta secara langsung ataupun tidak langsung. Peningkatan jalan lokal juga akan memberikan perkembangan serta menngantisipasi pembukaan pada jalan tol sekitar.

Efek penyumbatan *exit ramp* mudah dipahami dan dampaknya diakui secara empiris, tetapi ada kekurangan hasil analisis untuk memberikan lebih banyak wawasan. Untuk mendemonstrasikan efek penyumbatan *exit ramp* secara khusus, hubungan umum antara total permintaan, total arus masuk, total arus keluar *exit ramp*, dan jumlah kendaraan dalam sistem jalan bebas hambatan yang dipertimbangkan diperiksa dalam simulasi. (Wang et al., 2016a)

Gabungan derajat kejenuhan yang didefinisikan sebagai fungsi derajat kejenuhan area kritis digunakan untuk menentukan kualitas lalu lintas s pada area kritis (segmen yang berkelok-kelok, menyatu dan menyimpang), model baru dengan mempertimbangkan kualitas lalu lintas yang diinginkan dari total persimpangan. (Hanzu-pazara et al., 2010).

## 2. State of the Art

### 2.1. Penelitian sebagai referensi

1. Optimalisasi Waktu Sinyal untuk Pintu Keluar Jalan Tol Perkotaan Persimpangan Penghubung Ramp,. Deng M , at all. Tiongkok 2023.
2. Konsistensi dan Performa Interchange Loop, Hashem R. Al-Masaeid, Muhammad Taleb Obaidat dan Ahmad S. Hjouj, Yordania 2021.

3. Peningkatan Kapasitas Persimpangan Hilir Jalan Tol Exit ramp Menggunakan Sinyal Awal, Zhao,Wanjing Ma & Haijun X, China 2017.
4. Simulasi dan analisis kemacetan lalu-lintastidak berulang yang dipicu oleh kerusakan jaringan jalan dengan menggunakan pendekatan berbasis grid, S. Li, at all, China 2019.
5. Strategi Kolaborasi dan Simulasi Perilaku Kelompok Kendaraan untuk Area Exit ramp , Tong Mo, Keyi Li, Junjie Zhang, Lingqiao Qin, Zhufei Huang dan Haijian Li, China 2020.
6. Pengaruh pembangunan jalan tol pada proyek jalan Lokal di Indonesia, IG Ayu Andani, Lissy La Paix Puello, Karst Geurs, Indonesia 2019.
7. Penyumbatan Exit ramp di Jalan Raya, Yibing Wang, Yuqi Pang, Xinyao Chen, Yuheng Kan, China 2016.
8. Analisis Operasional Kemacetan Exit ramp Jalan Tol (Operational Analyses of Freeway Exit ramp Bottlenecks), Alexander Skabardonis, Fanis Papadimitriou, Bill Halkias, Eropa, 2016 .
9. Estimasi dan model prediksi panjang antrian untuk exit ramp jalan bebas hambatan yang Panjang (A queue length estimation and prediction model for long freeway exit ramps), Seiran Heshami & Lina Kattan, Canada 2021
10. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. (1997). MKJI 1997.

Persimpangan Fatmawati yang dipilih merupakan simpang empat lengan yang menghubungkan Jalan Kampung Rambutan, Pondok Labu dan Lebak Bulus. Persimpangan tersebut tampaknya sangat padat dan terjadi penundaan karena arus lalu-lintas yang sudah melebihi kapasitas. Kondisi lalu-lintas serta detail geometrik pada persimpangan bersinyal dikumpulkan melalui survei lapangan. Volume lalu-lintas di se tiap arah persimpangan dicatat oleh penyidik terlatih dengan menggunakan interval waktu 15 menit. Panjang penyeberangan, lebar median, jumlah lajur, belok kiri bebas, dan sambungan trotoar juga diukur. Panjang siklus, waktu hijau, waktu berkedip hijau dan waktu merah pada persimpangan juga dicatat. Persimpangan bersinyal terpilih ditunjukkan pada Gambar 2.



Sumber: Presentasi WJ, JORR W2N3 Juli 2013, Kementerian PUPR

Gambar 2 . Lokasi Penelitian Exit Ramp JORR Tol, Jalan TB Simatupang Dan Simpang 4 Fatmawati



Gambar 3. Kondisi Jalan TB Simatupang dan Tol JORR

Persimpangan Fatmawati merupakan simpang bersinyal empat lengan dengan waktu tunggal tetap. Rincian empat lengan fase sinyal yang diamati ditunjukkan pada dan waktu sinyal dijelaskan pada Gambar 3. Fase sinyal dan waktu sinyal.

## 2.2. Landasan Teori

Beberapa kondisi umum pada aktivasi penyempitan jalan untuk menetapkan dasar bagi diskusi teoritis selanjutnya tentang masalah penyumbatan exit ramp.(Wang et al., 2016b).Informasi panjang antrian secara real-time pada persimpangan bersinyal berguna untuk evaluasi kinerja dan optimalisasi sinyal. Penelitian sebelumnya telah berhasil menguji penggunaan data berbasis peristiwa beresolusi tinggi untuk memperkirakan panjang antrian secara real-time.(An et al., 2017).

Pemilihan jenis simpang yang tepat, beserta desainnya, dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kinerja operasional, dampak sosial-lingkungan, keselamatan, dan biaya. (Jamaledin & Kaysi, 2018).Seperti yang telah diketahui dengan baik, pergerakan kendaraan yang berada di jalan raya dan keluar dari arus jalan raya merupakan dua faktor utama yang menyebabkan terjadinya kemacetan jalan bebas hambatan dan jalan lokal, karena keduanya dapat mengakibatkan penurunan kecepatan yang signifikan dan kemacetan yang berlebihan di sekitar persimpangan karena banyaknya kendaraan yang melintasi jalan bebas hambatan, perubahan jalur wajib dan diskresi.(Chen et al., 2021).

Volume lalu-lintas diproyeksikan untuk 10 tahun ke depan. Rasio V/ C dan nilai penundaan masing-masing adalah 0,801 dan 39detik. Hasil kinerja pada simpang Retteri adalah LOS D berdasarkan rasio V/ C dan nilai tundaan.(Yang et al., 2020).

Persimpangan bersinyal merupakan salah satu lokasi kompleks dalam jaringan perkotaan. Kualitas operasional jaringan perkotaan menurun dan terkena dampak akibat peningkatan volume lalu lintas. Evaluasi status dan kinerja persimpangan bersinyal saat ini merupakan salah satu tugas penting dalam pengelolaan dan peningkatan jaringan perkotaan. (Marisamynathan & Lakshmi, 2016).

Kinerja atau layanan pada ruas jalan kota dianalisis, dengan menggunakan indikator layanan jalan atau kinerja yaitu arus pada lalu-lintas (Q), kapasitas (C), derajat kejenuhan/ Degree of Saturation (DS), kecepatan arus bebas yang dilakukan dengan bermacam indikator kinerja yaitu seperti kecepatan arus bebas (Free Flow Speed/FV), serta menganalisis tingkat pelayanan (Level of Service/LOS) pada ruas jalan tersebut.(Mudiyono & Anindyawati, 2017).

Analisis yang digunakan untuk penelitian adalah analisis regresi untuk optimalisasi kekuatan hubungan antara variable penelitian sehingga dapat memodelkan hubungan masa depan pada topik penelitian yang ditentukan. Regresi linear berganda merupakan pengembangan lanjutan analisis regresi. Digunakan pada kasus yang mempunyai lebih banyak peubah bebas ( $X_k$ ) dan parameter ( $b_k$ ). Model atau persamaan untuk analisis regresi linear berganda pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

Y = Panjang Antrian (variabel tak bebas)

$X_1$  = tundaan (variabel bebas)

$X_2$  = panjang antrian (variabel bebas)

a = konstanta (nilai intersep)

$b_1, b_2$  = slope (variabel tak bebas). (Mujahidin et al., 2014).

Analisis derajat kejenuhan setiap jam pada jam sibuk perhitungan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI '97) sebagai berikut :

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan kota adalah lebar lintasan atau lajur, ada tidaknya pembatas/median jalan, bahu jalan/hambatan tepi jalan, kemiringan jalan, kawasan perkotaan atau luar kota, ukuran kota. Formula diperkotaan menunjukkan hal berikut :

$$C = C_o \times F_{cw} \times F_{sp} \times F_{cf} \times F_{ccs} \dots \dots \dots (2)$$

Di mana:

C = Kapasitas (smp/jam)

$C_o$  = Kapasitas dasar (smp /jam), biasanya dipakai angka 2300 smp/jam

$F_{cw}$  = Faktor penyesuaian lebar jalan

$F_{SP}$  = Penyesuaian arah pemisahan faktor

FCf = Faktor penyesuaian hambatan sisi dan bahu jalan/kereb

FCcs = Faktor penyesuaian ukuran kota

Mencari Derajat Saturasi (DS):

$$DS = Q/C < 1 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Q = C0 dan

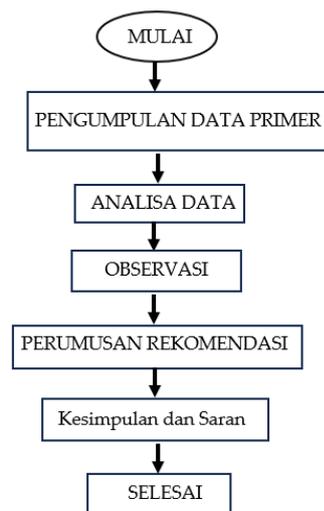
C = Kapasitas(MKJI, 1997).

Padatnya lalu-lintas pada jalan raya seperti kemacetan dan antrian kendaraan yang mengurai Panjang dapat di berikan solusi dengan cara mengatur pada Panjang antrian pada tiap-tiap titik dengan dimnamis pada persimpangan dengan seimbang . Dengan menggunakan model stokastik maka pada antrian kendaraan pada tingkat kedatangan ditentukan berdasarkan distribusi Poisson dan pelayanan pada titik-titik persimpangan berdasarkan pada distribusi eksponensial.(Harahap et al., 2017)

Model perubahan jalur hanya dapat diperluas antara jalur utama melalui jalur berdasarkan analisis data perubahan lajur dari lajur tembus ke jalan tol padat dan jalur ramp yang padat di sepanjang koridor studi yang diamati. Pembuatan driver model perubahan jalur makroskopis telah dikembangkan, efek mengganggu jalur perilaku mengubah jalur pengemudi dengan tujuan yang berbeda. (Toth et al., 2014)

### 3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3. Bagan Alir Penelitian sebagai berikut dibawah ini:



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

- Pengumpulan Data: Mengumpulkan data lalu-lintas di lokasi Jalan arteri TB Simatupang, *exit ramp Jakarta Outer Ring Road (JORR) Fatmawati* dan Simpang Fatmawati, termasuk volume lalu lintas, jenis kendaraan, pola lalu lintas. Pengumpulan data menggunakan Video dan di hitung dengan computer hasil rekaman.
- Analisis Data: Menganalisis data untuk mengidentifikasi perubahan dan dampak exit ramp jalan tol.
- Observasi: Melakukan observasi lapangan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang situasi di lapangan.
- Perumusan Rekomendasi: Berdasarkan hasil analisis, merumuskan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja simpang bersinyal jika diperlukan.
- Kesimpulan dan Saran: Disampaikan kesimpulan dari hasil anlaisis dan rekomendasi.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data kuantitatif yang dikumpulkan selama 8 jam (06-07.00, 13.00–14.00 dan 18.00-20.00), hasil counting volume Lalulintas di lokasi penelitian dianalisis dalam 3 kategori;

1. Kategori pertama, volume lalu-lintas dihitung dan dihitung waktu puncak pagi dan sore hari.
2. Kategori kedua, proposisi kategori kendaraan dianalisis dengan dampak
3. Kategori ketiga, rasio volume/kapasitas, penundaan dan tingkat layanan dianalisis

##### 4.1 Analisis Jumlah Volume Lalulintas

Survei penghitungan volume lalu-lintas Ruas Jalan TB Simatupang dan Exit Ramp JORR Tol Fatmawati dilakukan selama 9 jam (06-08.00, 13.00–14.00 dan 18.00-20.00) pada bulan September 2023. Penghitungan lalu-lintas berdasarkan kategori untuk setiap arah selama interval 15 menit dicatat. Untuk mengubah berbagai kategori kendaraan menjadi skala umum, menggunakan unit mobil penumpang (smp) sesuai MKJI 1997.

Pengambilan data volume lalu-lintas dilakukan pada pagi hari waktu sibuk dan sore hari waktu sibuk dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1, Hasil Volume Lalulintas Harian Rata-rata (LHR), dengan volume teramati pada masing-masing ruas yaitu ruas jalan TB Simatupang waktu sibuk dan *Exit Ramp* tol JORR Fatmawati.

Hasil perhitungan diambil dari arus terbesar atau jam sibuk pada hari kerja yang dapat dilihat pada Table 1. Hasil Volume Lalulintas Harian Rata-rata (LHR).

Tabel 1. Hasil Volume Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR).

Jam	Volume arah Simatupang - Kp Rambutan	Volume Arah Exit Tol Jor - Kp Rambutan	Volume Arah Exit Tol JORR - Belok kiri arah Fatmawati Blok M	Volume Total
<b>Waktu Sibuk Pagi</b>				
06.00-07.00	3312	2352	928	6592
07.00-08.00	3540	2688	696	6924
<b>Waktu Sibuk Siang</b>				
13.00-14.00	2156	816	640	3612
14.00-15.00	1854	816	520	3190.
<b>Waktu Sibuk Sore</b>				
18.00-19.00	2924	1776	956	5656
19.00-20.00	3112	1828	564	5504

Sumber : Analisa Data 2023

Dari hasil Volume lalulintas (LHR) dilanjutkan dengan menganalisa derajat kejenuhan pada lokasi Jalan TB Simatupang dengan Exit Tol JORR Fatmawati yang ditampilkan di Tabel 2. Hasil Perhitungan Derajat kejenuhan (DS) dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Derajat kejenuhan (DS)

Jam	Dari Arah	Volume kendaraan(Q) (smp)	Kapasitas (C) (smp)	Derajat Kejenuhan (DS) (Q/C)
07.00 - 08.00	Simatupang - Kampung rambutan	3540	3461	1,02
07.00 - 08.00	Exit tol JORR- Kampung Rambutan	2740	2679	1,02
06.00 - 07.00	Exit Tool JORR - Blok M	928	907	1,02

Sumber : Analis Data 2023

Dari table diatas diperoleh gambaran derajad kejenuhan jalan yaitu rata-rata DS sebesar 1,02 dan berdasarkan kinerja jalan / *Level Of Service* (LOS) >1 merupakan LOS F dimana ; Arus terhambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, terjadi kemacetan dengan waktu yang cukup lama

4.2 Analisa Simpang

Berdasarkan data kuantitatif yang dikumpulkan selama 9 jam, persimpangan dianalisis dalam 3 kategori. Kategori pertama, volume lalu-lintas dihitung waktu puncak pagi dan sore hari. Kategori kedua, proposisi kategori kendaraan dianalisis dengan dampak. Kategori ketiga, rasio volume/kapasitas, penundaan dan tingkat layanan dianalisis. Survei penghitungan volume lalu-lintas Ruas Jalan TB Simatupang Dan Exit Ramp JORR Tol Fatmawati dilakukan selama 9 jam (06.00-08.00, 13.00-15.00 dan 18.00-20.00) pada bulan September 2023. Penghitungan lalu-lintas berdasarkan kategori untuk setiap arah selama interval 15 menit dicatat. Untuk mengubah berbagai kategori kendaraan menjadi skala umum, menggunakan unit mobil penumpang (smp) sesuai MKJI 1997.

Arah volume dilakukan pada waktu sibuk pagi dan waktu sibuk sore hari dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3, volume tertinggi waktu sibuk pagi hari dan sore hari, dengan volume teramati pada masing-masing ruas yaitu ruas jalan TB Simatupang, Exit ramp tol JORR Fatmawati.

Hasil perhitungan diambil dari arus terbesar atau jam sibuk pada hari kerja yang dapat dilihat pada table 3. Hasil Volume Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)

Table 3. Hasil Volume Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR Simpang 4 Fatmawati)

Jam	Volume arah Simatupang - Kampung Rambutan (smp)	Volume Arah Blok M - Pondok Labu (smp)	Volume Arah Kampung Rambutan - TB Simatupang (smp)	Volume Arah Pondok Labu - Fatmawati (smp)	Volume Total (smp)
<b>Jam Sibuk Pagi</b>					
06.00-07.00	5640	3276	3426	2115	14457
07.00-08.00	7614	4237	5643	3257	20751
<b>Jam Sibuk Siang</b>					
13.00-14.00	4364	3118	2238	3613	13332.76
14.00-15.00	3102	2250	2450	3991	11792.72
<b>Jam Sibuk Sore</b>					
18.00-19.00	2924	3442	5044	4549	15959
19.00-20.00	3112	4322	7332	5504	20270

Sumber : Analisa Data 2023

Untuk arah simpang 4 Fatmawati ditampilkan pada Tabel 4. Simpang Fatmawati dengan arah empat lengan, untuk sinyal dn waktu ditampilkan pada Gambar 4. Fase sinyal dan waktu sinyal seperti dibawah ini.

Tabel 4. Arah Lalulintas Pada Simpang 4 Fatmawati

Lokasi	Arah
Jalan TB Simatupang menuju Kampung Rambutan	Barat Timur
Jalan Kampung Rambutan menuju Jalan Lebak Bulus	Timur Barat
Jalan Pondok Labu menuju Jalan Fatmawati	Selatan Utara
Jalan Fatmawati menuju Jalan Pondok Labu	Utara Selatan

Sumber : Analisa Data 2023

Hasil Survey Alat Pengatur Lalu-lintas( APILL) di Simpang Fatmawati sebagai berikut:

Phase 1 Dari Pondok Labu menuju Fatmawati dan Kampung Rambutan



Phase 2 Dari Kampung Rambutan menuju Lebak Bulus dan Pondok Labu



Phase 3 Dari Fatmawati menuju Pondok Labu dan Lebak Bulus



Phase 4 Dari TB Simatupang menuju Kampung Rambutan dan Fatmawati



Sumber : Analisa Data 2023

Gambar 4. Fase sinyal dan waktu sinyal

Hasil perhitungan derajat kejenuhan DS dan Kinerja jalan (LOS) akibat APILL pada simpang 4 Fatmawati dapat dilihat pada Tabel 5. Derajat Kejenuhan pada Simpang 4 Fatmawati.

Tabel 5. Derajat Kejenuhan pada Simpang 4 Fatmawati

Dari arah	Nilai Dasar Hijau (smp/jam)	Nilai disesuaikan hijau (smp/jam)	Arus lalu-lintas (smp/jam)	Waktu hijau (det)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	LOS
	S0	S	Q	g	C	Q/C	
U	3300	3102	390.05	12.34	347.85	1.12	F
S	7800	7332	1671.55	22.36	1490.71	1.12	F
B	8100	7614	1254.10	16.16	1118.42	1.12	F
T	6000	5640	2250.40	39.14	2006.93	1.12	F

Sumber : Analisa Data 2023

Catatan; U (Utara), S (Selatan), B (Barat) dan T (Timur)

Dari table 5 diatas diperoleh gambaran derajat kejenuhan jalan yaitu rata-rata DS sebesar 1,12 dan berdasarkan kinerja/layanan jalan merupakan Level Of Service (LOS) >1 merupakan LOS F adalah ; Arus terhambat, kecepatan rendah, volume melebihi kapasitas, terjadi kemacetan dengan waktu yang cukup lama.

Tabel 6. Tundaan, antrian dan LOS Jalan Exit Ramp Tol terkoneksi Simpang Fatmawati

Rekapitulasi			
Lokasi	Tundaan (detik)	Antrian (m)	LOS
Simpang 4 Fatmawati	169.41	250.3	LOS F
Exit Ramp JORR Tol Fatmati	84.99	163.5	LOS F

Sumber : Analisa Data 2023

Dari table 6 diatas diperoleh gambaran derajat kejenuhan jalan pada simpang Smpang 4 yaitu sebesar 169.41 detik dengan panjang antrian 250.3 m serta pada Exit ramp JORR Tol Fatmawati derajat kejenuhan sebesar 84,99 dan panjang antrian 163.5 m berdasarkan kinerja jalan atau Level Of Service (LOS) >1 merupakan LOS F adalah ; Arus terhambat, kecepatan rendah, volume melebihi kapasitas, terjadi kemacetan dengan waktu yang cukup lama.

#### 4.3 Analisis Regresi untuk Prediksi pengaruh Panjang Exit ramp, Jalan TB Simatupang terhadap Simpang 4 Fatmawati

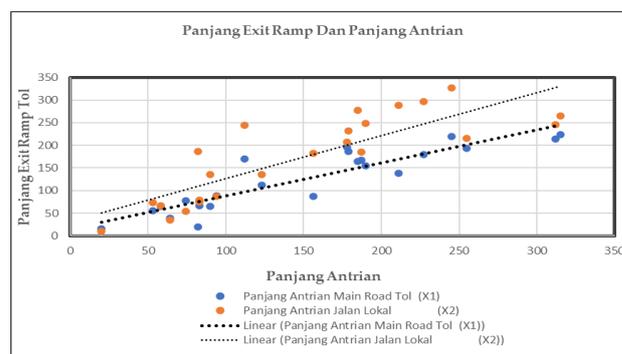
Analisa regresi berganda dipenelitian ini dilakukan dengan membuat model dengan membagi dalam beberapa variable yang terdiri dari jumlah volume Jalan TB Simatupang, Exit Ramp Tol JORR Fatmawati dan koneksinya terhadap simpang 4 Fatmawati, perhitungan regresi menentukan persamaan regresinya dengan dibuat tabel seperti pada tabel 7. Model Prediksi Pengaruh Panjang Antrian Exit Ramp , Panjang Antrian Jalan TB Simatupang terhadap Simpang 4 Fatmawati, yang dapat dilihat sebagai berikut dibawah ini;

Tabel 7. Model Prediksi Pengaruh Panjang *Exit Ramp*, Panjang Antrian Jalan TB Simatupang terhadap Simpang 4 Fatmawati

Panjang Exit Ramp (Y)	Panjang Antrian Main Road Tol (X1)	Panjang Antrian Jalan Lokal (X2)	X1Y	X2Y	X1X2	X1^2	X2^2	Y^2
20	15	10	200	300	150	100	225	400
64	39	35	2240	2496	1365	1225	1521	4096
74	78	54	3996	5772	4212	2916	6084	5476
123	112	135	16605	13776	15120	18225	12544	15129
187	168	185	34595	31374	31039	34225	28149	34969
255	193	216	55080	49158	41640	46656	37163	65025
312	214	246	76752	66768	52644	60516	45796	97344
315	224	265	83475	70648	59434	70225	50301	99225
82	20	186	15252	1640	3720	34596	400	6724
90	65	135	12150	5850	8775	18225	4225	8100
94	89	87	8178	8366	7743	7569	7921	8836
83	76	75	6225	6308	5700	5625	5776	6889
58	65	66	3828	3770	4290	4356	4225	3364
83	67	79	6557	5561	5293	6241	4489	6889
53	56	74	3922	2968	4144	5476	3136	2809
156	87	182	28392	13572	15834	33124	7569	24336
179	187	232	41504	33463	43346	53762	34948	32041
178	196	208	36977	34858	40681	43153	38351	31684
112	170	244	27284	19009	41346	59346	28806	12544
185	165	277	51286	30525	45742	76852	27225	34225
190	155	249	47236	29450	38535	61807	24025	36100
211	138	288	60721	29130	39729	82816	19059	44521
227	179	296	67217	40633	53004	87682	32041	51529
245	219	327	80169	53655	71662	107074	47961	60025
3576	4150	2976	769842	559050	635147	921794	471940	692280

Sumber : Analisa Data 2023

Hasil grafik dari data Panjang antrian masing-masing pada ruas jalan ditampilkan pada Gambar 5. Grafik Perbandingan Antara Panjang *Exit Ramp* JORR dengan panjang antrian pada lajur utama jalan tol dan panjang antrian jalan non Tol TB simatupang.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Antara Panjang *Exit Ramp* JORR Dengan Panjang Antrian Pada Lajur Utama Jalan Tol dan Panjang Antrian Jalan Non Tol TB Simatupang

**Model Prediksi Panjang *Exit Ramp***

Setelah membuat model prediksi *masing-masing variabel outcome panjang exit ramp dan panjang antrian* masing-masing jalan dan lokasi *main road* (jalan utama) tol, maka dapat dibuat grafik model prediksi panjang Grafik Perbandingan Antara Panjang *Exit Ramp* JORR Dengan Panjang Antrian Pada Lajur Utama Jalan Tol dan Panjang Antrian Jalan Non Tol TB Simatupang

Grafik Panjang exit ramp adalah grafik yang menggambarkan kepadatan atau kemacetan model prediksi variabel hasil dari analisa Regresi Berganda yang di yaitu ;

Dihasilkan  $Y = 2.559 + 0.825 X_1 + 0.255 X_2$  dengan Regressi Statistik  $R^2 = 0.840341783$

Diskripsi regresi sebagai berikut;

- 2.559 adalah intercept atau konstanta, yaitu nilai Y ketika semua variabel independen ( $X_1$  dan  $X_2$ ) sama dengan 0.
- Koefisien 0.825 di depan  $X_1$  menunjukkan perubahan dalam Y yang diharapkan ketika  $X_1$  meningkat satu unit, dengan  $X_2$  tetap.

- Koefisien 0.255 di depan  $X_2$  menunjukkan perubahan dalam  $Y$  yang diharapkan ketika  $X_2$  meningkat satu unit, dengan  $X_1$  tetap.

Bahwa "panjang antrian sangat mempengaruhi pemodelan panjang exit ramp." Dari deskripsi model regresi yang telah diberikan sebelumnya, kita bisa menyimpulkan bahwa panjang antrian ( $X_1$ ) memiliki pengaruh terhadap variabel dependen ( $Y$ ) yang merupakan panjang *Exit Ramp*.

Pernyataan berikutnya membahas bahwa rekomendasi desain panjang *Exit Ramp* akan dipengaruhi oleh panjang antrian untuk mengatasi kemacetan jalan. Hal ini sesuai jika panjang antrian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap panjang *Exit Ramp*, seperti yang diindikasikan oleh koefisien regresi yang cukup besar dan signifikan.

Pernyataan bahwa panjang antrian merupakan variabel yang sangat signifikan dari model adalah konsisten dengan deskripsi model yang telah diberikan, di mana koefisien untuk  $X_1$  (panjang antrian) adalah 0.825, menunjukkan pengaruh yang cukup besar pada variabel dependen.

Dalam konteks pengambilan rekomendasi untuk desain geometrik jalan tol, jika panjang antrian terbukti memiliki pengaruh yang signifikan terhadap panjang *Exit Ramp*, informasi ini dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan desain geometrik jalan tol, terutama dalam mengatasi kemacetan jalan.

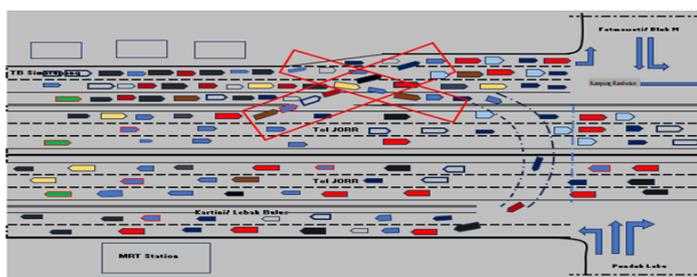
Selain itu penggunaan perangkat lunak Vissim dari data volume lalu lintas yang dihasilkan dari *traffic counting* diambil pada volume di hari kerja pada titik Jalan TB Simatupang, ujung koneksi *Exit Ramp* dengan jalan lokal TB Simatupang dan juga lalu lintas pada simpang Fatmawati.

Dari hasil Analisa data volume Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) yang sudah dimasukkan ke satuan mobil penumpang (smp) dengan diambil volume lalu-lintas terbesar pada jam sibuk pagi, siang atau sore hari, kemudian disimulasikan kondisi traffic pada ruas jalan TB Siamatupang terhadap *Exit Ramp* Tol JORR Fatmawati dan gangguan yang terjadi pada lokasi Simpang 4 Fatmawati, adapun dari hasil simulasi Vissim dapat juga dilihat pada Gambar 6. Hasil simulasi dari Aplikasi Vissim;



Gambar 6. Hasil simulasi dari Aplikasi Vissim

Juga dari gangguan pada arus lalu lintas merging dari arah Exit Ramp yang menuju arah jalan lokal ke Blok M atau terhadap jalan lokal TB Simatupang yang mengakibatkan antrian pada jalan lokal yang sangat panjang dapat dilihat pada gambaran yang menunjukkan kemacetan yang terjadi di area simpang pada Gambar 7. Gambaran kemacetan dan terjadinya weaving dan merging dikarenakan lalu-lintas dari *exit ramp* akan menuju arah Blok M sehingga meangkibatkan hambatan bagi pengendara yang lurus dari jalan TB Simatupang menuju Kampung Rambutan.



Gambar 7. Gambaran kemacetan dan terjadinya Merging dengan jalan lokal

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil analisis dan perhitungan sebagai berikut:

- Exit Ramp* pada jam sibuk selalu terjadi lipatan arus dengan tanda kinerja jalan paling rendah LOS F pagi dan sore hari, derajat kejenuhan jalan yaitu rata-rata DS sebesar 1,02 dan berdasarkan kinerja jalan / *Level Of Service* (LOS) >1 merupakan LOS F adalah ; Arus terhambat, kecepatan rendah, volume melebihi kapasitas, terjadi kemacetan dengan waktu yang cukup lama.
- Simpang 4 Fatmawati diperoleh gambaran derajat kejenuhan jalan yaitu rata-rata DS sebesar 1,12 dan berdasarkan kinerja jalan / *Level Of Service* (LOS) >1 merupakan LOS F adalah ; Arus terhambat, kecepatan rendah, volume melebihi kapasitas, terjadi kemacetan dengan waktu yang cukup lama.
- Hasil regresi  $Y = 2.559 + 0.825 X_1 + 0.255 X_2$  menunjukkan bahwa Panjang *Exit Ramp* mempengaruhi Panjang Antrian Jalan lokal TB Simatupang maupun Panjang antrian jalan utama Tol JORR *Exit ramp* mempengaruhi antrian jalan lokal TB Simatupang ketika kondisi simpang Fatmawati lampu merah, demikian jika pada *Exit Ramp* lalu-lintas melakukan merging menuju Blok M di simpang 4 Fatmawati kendaraan merging mengganggu jalan lokal TB Simatupang sehingga berakibat macet pada *Exit Ramp* maupun Jalan lokal dan terjadi kemacetan juga pada jalan utama Tol JORR.
- Simulasi Vissim menunjukkan terjadinya gangguan pada *Exit Ramp* dikarenakan merging atau bergabung dengan jalan lokal TB Simatupang, kemacetan dan terjadinya merging dengan jalan local TB Simatupang sampai ratusan meter.

Dari kesimpulan diatas perlu dipertimbangkan dalam pembangunan panjang *Exit Ramp* yang optimal serta jarak *Exit Ramp* dengan simpang terdekat.

Kebermanfaatan penelitian ini dapat dipergunakan untuk perencanaan *Exit Ramp* pada pekerjaan perencanaan jalan tol selanjutnya terutama pada penentuan panjang *Exit Ramp*. Semua pekerjaan ini masih banyak kekurangan dan diharapkan dapat dipertimbangkan dalam penelitian lebih lanjut, serta direkomendasikan untuk dievaluasi fase waktu sinyal pada simpang.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Terselesaikannya makalah ini dengan lancar tentunya atas dukungan kampus Fakultas Teknik Sipil Program Doktor Universitas Sultan Agung, serta sanak saudara di kantor yang tidak henti-hentinya memberikan waktu serta perhatian dan motivasi yang diberikan kepada kami sehingga penulisan ini dapat tercapai dengan baik

## 7. Referensi

- Al-Masaeid, H. R., & Obaidat, M. T. (2021). *Consistency and performance of interchange loops*. <https://www.researchgate.net/publication/346678040>
- An, C., Wu, Y., Xia, J., & Huang, W. (2017). Real-time queue length estimation using event-based advance detector data ABSTRACT. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1299011>
- Ayu Andani, I. G., Geurs, K., & Puello, L. L. P. (2019). Effects of toll road construction on local road projects in Indonesia. *Journal of Transport and Land Use*, 12(1), 179–199. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2019.1258>
- Chen, Y. Y., Chen, Y. H., & Chang, G. L. (2021). Optimizing the integrated off-ramp signal control to prevent queue spillback to the freeway mainline. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 128(May), 103220. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103220>
- Deng, M., Chen, F., Gong, Y., Li, X., & Li, S. (2023). Optimization of Signal Timing for Urban Expressway Exit Ramp Connecting Intersection. *Sensors*, 23(15), 1–15. <https://doi.org/10.3390/s23156884>
- Hanzu-pazara, R., Arsenie, P., Varsami, A., & Popescu, C. (2010). *Traffic and Transportation Studies © 2010 ASCE 1447. 1447–1456*.
- Harahap, E., Sukarsih, I., B, F. H., & Fajar, M. Y. (2017). Model Antrian Dengan Pengalihan Dinamis Untuk Mengurangi Kemacetan Jalan Raya. *ETHOS (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian)*, 5(2), 182. <https://doi.org/10.29313/ethos.v5i2.2358>
- Jamaledin, K., & Kaysi, I. (2018). A Framework for Prioritizing Urban Arterial/Freeway Interchange Types using Multi-Criteria Analysis. *Transportation Research Record*, 2672(39), 142–154.

- <https://doi.org/10.1177/0361198118781664>
- Li, S., Shi, J., Zhang, X., Zhu, H., & Meng, G. (2019). Simulation and analysis of non-recurrent traffic congestion triggered by crashes in road networks using a grid-based approach. *Advances in Mechanical Engineering*, 11(10). <https://doi.org/10.1177/1687814019884166>
- Weighted TOPSIS Estimation Method*.
- Marisamynathan, S., & Lakshmi, S. (2016). Performance Analysis of Signalized Intersection at Metropolitan Area. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology* ISSN, 2(1).
- MKJI. (1997). *MKJI 1997.pdf*.
- Mudiyono, R., & Anindyawati, N. (2017). Analisis Kinerja Jalan Majapahit Kota Semarang (Studi Kasus: Segmen Jalan Depan Kantor Pegadaian Sampai Jembatan Tol Gayamsari). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dalam Pengembangan SmartCity*, 1(1), 345–354.
- Mujahidin, I. M., Sumarsono, A., & Legowo, S. J. (2014). Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penyempitan Jalan (Bottleneck) Pada Pembangunan Flyover Jalur (Studi Kasus : Jalan Raya Palur Km 7.5). *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 649–656.
- Skabardonis, A., Papadimitriou, F., Halkias, B., & Kopelias, P. (2016). Operational Analyses of Freeway Off-Ramp Bottlenecks. *Transportation Research Procedia*, 15, 573–582. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.06.048>
- Toth, C. S., Laval, J., Rodgers, M., Guensler, R., Ashuri, B., & Hunter, M. (2014). *Empirical Study Of The Effect Of Offramp Queues On Freeway Mainline Traffic Flow Empirical Study Of The Effect Of Off-Ramp Queues On Freeway Mainline Traffic Flow*.
- Wang, Y., Pang, Y., Chen, X., & Kan, Y. (2016a). Off-Ramp Blockage on Freeways. *IFAC-PapersOnLine*, 49(3), 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.027>
- Wang, Y., Pang, Y., Chen, X., & Kan, Y. (2016b). Off-Ramp Blockage on Freeways. *IFAC-PapersOnLine*, 49(3), 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.027>
- Yang, X., Zou, Y., Tang, J., Liang, J., & Ijaz, M. (2020). Evaluation of Short-Term Freeway Speed Prediction Based on Periodic Analysis Using Statistical Models and Machine Learning Models. *Journal of Advanced Transportation*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/9628957>
- Zaki, J. F., Ali-Eldin, A., Hussein, S. E., Saraya, S. F., & Areed, F. F. (2019). Traffic congestion prediction based on Hidden Markov Models and contrast measure. *Ain Shams Engineering Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.10.006>
- Zhao, J., Ma, W., & Xu, H. (2017). Increasing the Capacity of the Intersection Downstream of the Freeway Off-Ramp Using Presignals. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 32(8), 674–690. <https://doi.org/10.1111/mice.12281>