

ANALISIS KINERJA LALU LINTAS PADA JPL 47 PASAR TEMPEL DI RUAS JALAN KEBUN JERUK – TANJUNG AGUNG AKIBAT PENGARUH PANJANG ANTRIAN KENDARAAN SAAT PENUTUPAN PALANG PINTU KERETA API DENGAN MENGGUNAKAN METODE PTV VISSIM

Yuni Widia Sari¹, Muhammad Rizka Fadli Wibowo², M. Ramadil Zulvis³

^{1,2)} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Baturaja

³⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batutaja

Email : syuniwidia@gmail.com¹, fadliwibowo028@gmail.com², ramadilbaturaja@gmail.com³

ABSTRACT

Transportation plays an essential role in supporting social and economic activities by facilitating the movement of people, goods, and services. However, conflicts often occur at level crossings between roadways and railway lines, which can significantly disrupt traffic performance. This study aims to analyze traffic performance at the JPL 47 Pasar Tempel level crossing and evaluate the impact of railway gate closures on traffic conditions.

The research employs a field survey and microscopic traffic simulation using PTV VISSIM. Data were collected through traffic volume surveys conducted for 12 hours per day over seven days, including vehicle classification and road geometric conditions. The collected data were processed and simulated to represent both existing conditions and different operational scenarios, namely when the railway gate is open and closed.

The simulation results show that when the gate is open, traffic conditions remain relatively stable with an average delay of 33.45 seconds per vehicle, an average queue length of 15.90 meters, and a Level of Service (LOS) of B–C. However, when the gate is closed, significant deterioration in traffic performance occurs, with an average delay of 483.3 seconds per vehicle, an average queue length of 84.41 meters, and a maximum queue length of 155.43 meters, resulting in LOS D–E.

Keywords: *level crossing, traffic performance, PTV VISSIM, Level of Service.*

ABSTRAK

Transportasi memainkan peran penting dalam mendukung aktivitas sosial dan ekonomi dengan memfasilitasi pergerakan orang, barang, dan jasa. Namun, konflik sering terjadi di perlintasan sebidang antara jalan raya dan jalur kereta api, yang dapat secara signifikan mengganggu kinerja lalu lintas. Studi ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas di perlintasan sebidang JPL 47 Pasar Tempel dan mengevaluasi dampak penutupan pintu kereta api terhadap kondisi lalu lintas.

Penelitian ini menggunakan survei lapangan dan simulasi lalu lintas mikroskopis menggunakan PTV VISSIM. Data dikumpulkan melalui survei volume lalu lintas yang dilakukan selama 12 jam per hari selama tujuh hari, termasuk klasifikasi kendaraan dan kondisi geometris jalan. Data yang dikumpulkan diproses dan disimulasikan untuk mewakili kondisi yang ada dan skenario operasional yang berbeda, yaitu ketika pintu kereta api terbuka dan tertutup.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa ketika pintu terbuka, kondisi lalu lintas tetap relatif stabil dengan penundaan rata-rata 33,45 detik per kendaraan, panjang antrian rata-rata 15,90 meter, dan Tingkat Pelayanan (LOS) B–C. Namun, ketika pintu perlintasan ditutup, terjadi penurunan kinerja lalu lintas yang signifikan, dengan rata-rata keterlambatan 483,3 detik per kendaraan, rata-rata panjang antrian 84,41 meter, dan panjang antrian maksimum 155,43 meter, menghasilkan LOS D–E.

Kata kunci: *perlintasan sebidang, kinerja lalu lintas, PTV VISSIM, Tingkat Pelayanan.*

1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan komponen penting dalam mendukung aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat karena berperan dalam perpindahan orang, barang, dan jasa dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Sistem transportasi yang efektif dituntut mampu memberikan pelayanan yang aman, lancar, cepat, tepat waktu, dan nyaman. Namun dalam praktiknya, berbagai permasalahan masih sering terjadi, salah satunya adalah konflik antara jaringan jalan raya dan jalur kereta api pada perlintasan sebidang.

Perlintasan sebidang antara jalan raya dan rel kereta api menjadi titik rawan terjadinya gangguan kelancaran lalu lintas. Ketika kereta api melintas, palang pintu perlintasan harus ditutup sehingga seluruh kendaraan di jalan raya wajib berhenti dan memberikan prioritas. Kondisi ini sering menimbulkan kemacetan, terutama pada jam-jam sibuk, akibat meningkatnya volume kendaraan dan terbatasnya waktu pembukaan kembali akses jalan. Akumulasi tundaan dan panjang antrean kendaraan menjadi permasalahan utama yang dapat menurunkan kinerja ruas jalan di sekitar perlintasan. Permasalahan tersebut dapat dianalisis menggunakan pendekatan simulasi lalu lintas mikroskopik untuk menggambarkan kondisi operasional secara lebih detail. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan adalah PTV VISSIM, yang mampu memodelkan perilaku lalu lintas secara realistis serta mengevaluasi berbagai skenario manajemen lalu lintas. Melalui simulasi ini, dapat diketahui dampak penutupan palang pintu terhadap panjang antrean, waktu tundaan, dan tingkat pelayanan jalan. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada perlintasan sebidang JPL 47 Pasar Tempel serta mengevaluasi dampak penutupan palang pintu terhadap kondisi arus lalu lintas. Hasil analisis diharapkan dapat menjadi dasar dalam merumuskan rekomendasi pengelolaan perlintasan sebidang yang lebih efektif guna meningkatkan kelancaran dan keselamatan lalu lintas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai perlintasan sebidang kereta api menunjukkan bahwa keberadaan palang pintu memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja lalu lintas, terutama dalam hal panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan jalan. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penutupan palang pintu kereta api dapat menyebabkan peningkatan antrean kendaraan dan tundaan yang cukup besar (Putri dkk., 2023; Lukita dkk., 2024). Selain itu, kondisi tersebut juga dapat menurunkan tingkat pelayanan jalan hingga kategori rendah atau kritis (Cremona & Anjarwati, 2025). Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa frekuensi kereta api dan durasi penutupan palang pintu berpengaruh langsung terhadap peningkatan derajat kejenuhan jalan (Widjajanti & Fatoni, 2017).

b. Kemacetan Lalu Lintas

Kemacetan adalah situasi dimana arus lalu lintas mengalami sendatan atau bahkan hingga terhenti dalam tempo waktu tertentu yang disebabkan karena kapasitas jalan yang tidak mencukupi untuk menampung jumlah kendaraan yang melintas. Kemacetan sering terjadi pada kota-kota besar yang sebagian besar masyarakatnya enggan untuk menggunakan angkutan umum masal, atau tidak tersediannya transportasi umum yang memadai. Peningkatan kapasitas jalan seiring dengan adanya peningkatan jumlah penduduk maupun jumlah kendaraan yang semakin hari semakin banyak pula, sehingga ruas jalan tersebut tidak lagi mampu menampung jumlah kendaraan yang ada. Menurut MKJI 1997 kemacetan lalu lintas adalah kondisi ketika volume kendaraan melebihi kapasitas jalan sehingga menyebabkan penurunan kecepatan, peningkatan tundaan, dan terbentuknya antrean panjang. Faktor utama penyebab kemacetan antara lain peningkatan jumlah kendaraan, keterbatasan kapasitas jalan, serta gangguan operasional seperti penutupan perlintasan sebidang. Dampak kemacetan meliputi pemborosan waktu, peningkatan konsumsi bahan bakar, polusi udara, serta penurunan kenyamanan pengguna jalan.

c. Perlintasan Sebidang

Perlintasan sebidang adalah pertemuan antara jalan raya dan jalur kereta api pada satu bidang

yang sama (Purnomo, 2012). Pada kondisi ini, kendaraan harus berhenti ketika kereta api melintas sehingga menimbulkan tundaan dan antrean. Perlindungan sebidang menjadi titik rawan gangguan lalu lintas karena adanya interaksi langsung antara arus jalan raya dan jadwal operasional kereta api. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan yang baik untuk menjaga keselamatan dan kelancaran lalu lintas.

d. **Karakteristik Lalu Lintas**

Karakteristik jalan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan, jika ruas jalan dibebani oleh arus lalu lintas, pada setiap titik di ruas jalan tertentu terdapat perubahan penting dalam perencanaan geometrik, maka karakteristik arus lalu lintas juga akan mengalami perubahan. Karakteristik lalu lintas terdiri dari tiga variabel utama, yaitu volume, kecepatan, dan kepadatan (MKJI, 1997). Ketiga variabel ini saling berhubungan dan digunakan untuk menilai kinerja suatu ruas jalan.

e. **Derajat Kejenuhan dan Tingkat Pelayanan (LOS)**

Derajat kejenuhan merupakan perbandingan antara volume lalu lintas (Q) dan kapasitas jalan (C):

$$DS = Q / C$$

Nilai DS digunakan untuk menentukan tingkat pelayanan jalan (Level of Service/LOS), yang menggambarkan kondisi arus lalu lintas mulai dari kondisi bebas (LOS A) hingga macet (LOS F). Semakin tinggi nilai DS, semakin buruk kinerja lalu lintas.

f. **Tundaan dan Antrian**

Tundaan adalah waktu tambahan yang dialami kendaraan akibat gangguan lalu lintas dibandingkan kondisi normal (Munawar, 2004). Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik sedangkan Antrian terjadi ketika kendaraan menumpuk akibat hambatan arus, seperti penutupan palang pintu kereta api, yang menyebabkan kendaraan harus berhenti sementara.

g. **PTV VISSIM**

Menurut Para Pakar Ahli Teknik Sipil dari Akademi Sipil 2025, *PTV Vissim* adalah *software* penting yang memungkinkan simulasi interaksi antar kendaraan dan pejalan kaki secara realistis. Software ini memberikan wawasan signifikan dalam analisis kelancaran lalu lintas dan pengembangan sistem transportasi optimal serta mendukung pengujian teknologi transportasi cerdas seperti *adaptive traffic signal control* dan kendaraan *otonom*. PTV Vissim memanfaatkan pendekatan simulasi mikroskopis yang menyimulasikan setiap unit kendaraan dan pejalan kaki secara individual berdasarkan waktu dan perilaku pengemudi, sehingga memberikan gambaran akurat tentang bagaimana kondisi lalu lintas berjalan dalam kehidupan nyata. Dengan menggunakan data input berupa geometri jalan, karakteristik kendaraan, volume lalu lintas, dan data kontrol sinyal, Vissim mampu melakukan simulasi untuk berbagai kondisi dan skenario lalu lintas PTV VISSIM perangkat lunak simulasi lalu lintas mikroskopis yang digunakan untuk memodelkan perilaku kendaraan secara individual. Software ini mampu menganalisis berbagai parameter lalu lintas seperti panjang antrian, tundaan, dan tingkat pelayanan jalan yang banyak digunakan untuk menguji berbagai penelitian bidang transportasi

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan dan pemodelan simulasi lalu lintas. Data diperoleh melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian, kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas pada perlintasan sebidang.

3.2 Pengumpulan Data

Tahapan Kegiatan survei lokasi yaitu Identifikasi kondisi lokasi penelitian, Penentuan titik pengamatan, Penempatan surveyor, Pelaksanaan survei selama 12 jam per hari selama 7 hari dan melakukan Survei Lalu lintas yang dilakukan dengan mencatat seluruh kendaraan yang melintas berdasarkan klasifikasi:

- Kendaraan ringan (LV)
- Kendaraan berat (HV)
- Sepeda motor (MC)
- Kendaraan tidak bermotor (UM)

Dan hasil data yang dikumpulkan nanti akan diolah dan didapatkan Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Data geometrik jalan (lebar, panjang, dan kondisi jalan), Volume lalu lintas dan Kondisi lingkungan dan hambatan samping.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada perlintasan sebidang JPL 47 Pasar Tempel yang berada di wilayah Kecamatan Baturaja Barat. Lokasi penelitian dipilih karena merupakan salah satu titik dengan potensi konflik lalu lintas akibat aktivitas perlintasan kereta api. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2025 selama 3 bulan. Survei lapangan dilakukan pada pukul 06.00–18.00 WIB selama 7 hari dengan melibatkan 8 surveyor.

3.4 Analisis Data

Data hasil survei diolah menggunakan Microsoft Excel untuk rekapitulasi volume lalu lintas dan konversi satuan. Selanjutnya data diinput ke dalam **PTV VISSIM** untuk simulasi kondisi eksisting dan skenario perbaikan selanjutnya dan diAnalisis dengan pendekatan simulasi mikroskopik menggunakan PTV VISSIM untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas pada perlintasan sebidang.

Parameter yang dianalisis meliputi:

- Panjang antrian
- Waktu tundaan (delay)
- Tingkat pelayanan (Level of Service/LOS)

Hasil simulasi kondisi eksisting dibandingkan dengan skenario perbaikan seperti pelebaran jalan dan pengaturan median untuk melihat peningkatan kinerja lalu lintas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Geometrik Simpang

Berdasarkan hasil survei lapangan, kondisi geometrik pada lokasi penelitian JPL 47 Pasar Tempel menunjukkan lebar pendekat simpang berkisar antara 7,2 m hingga 7,6 m. Kondisi ini menunjukkan bahwa simpang memiliki kapasitas terbatas dan berpotensi mengalami gangguan arus lalu lintas pada jam puncak.



Gambar 1 Kondisi Geometrik Simpang

4.2 Data Lalu Lintas

Survei dilakukan selama 7 hari pada pukul 06.00–18.00 WIB. Hasil menunjukkan bahwa volume puncak terjadi pada jam sibuk pagi, dengan dominasi kendaraan sepeda motor (MC). Total volume jam puncak tercatat sebesar 788 kendaraan/jam, dengan distribusi terbesar pada pendekat utama simpang. Komposisi kendaraan didominasi oleh sepeda motor, mencapai sekitar 80–90% dari total arus lalu lintas. Hasil observasi menunjukkan bahwa arus lalu lintas pada lokasi penelitian didominasi oleh kendaraan roda dua, sedangkan kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor memiliki persentase yang relatif kecil. Dominasi kendaraan sepeda motor ini menyebabkan arus lalu lintas bersifat heterogen, yang berpengaruh terhadap stabilitas dan kinerja simpang.

4.3 Hasil Simulasi PTV VISSIM

Simulasi dilakukan untuk dua kondisi, yaitu saat palang pintu terbuka dan tertutup.

a. Kondisi Palang Pintu Terbuka

Pada kondisi ini, arus lalu lintas dapat mengalir lebih lancar. Hasil simulasi menunjukkan:

- Tundaan rata-rata: $\pm 33,45$ detik/kendaraan
- Panjang antrean rata-rata: $\pm 15,90$ m
- Tingkat pelayanan (LOS): B–C

Kondisi ini menunjukkan arus lalu lintas masih dalam kategori stabil.

b. Kondisi Palang Pintu Tertutup

Saat palang pintu kereta api tertutup, terjadi peningkatan signifikan pada antrean dan tundaan. Hasil simulasi menunjukkan:

- Tundaan rata-rata: $\pm 483,3$ detik/kendaraan
- Panjang antrean rata-rata: $\pm 84,41$ m
- Panjang antrean maksimum: $\pm 155,43$ m
- Tingkat pelayanan (LOS): D–E

Kondisi ini menunjukkan bahwa penutupan palang pintu menyebabkan kemacetan serius pada simpang.

c. Perbandingan Kinerja Lalu Lintas

Tabel. 1 Perbandingan Kinerja Lalu Lintas

Parameter	Palang Terbuka	Palang Tertutup
Tundaan (detik/kend)	$\pm 33,45$	$\pm 483,3$
Panjang antrean (m)	$\pm 15,90$	$\pm 84,41$
Antrean maksimum (m)	$\pm 25,82$	$\pm 155,43$
LOS	B–C	D–E

Hasil ini menunjukkan bahwa penutupan palang pintu kereta api memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap penurunan kinerja lalu lintas dikarenakan Peningkatan tundaan dan panjang antrean pada kondisi palang pintu tertutup disebabkan oleh terhentinya arus kendaraan selama waktu penutupan perlintasan. Kondisi ini menyebabkan akumulasi kendaraan pada pendekat simpang dan meningkatkan derajat kejenuhan jalan.

Dominasi kendaraan sepeda motor juga mempercepat terbentuknya antrean yang tidak stabil karena karakteristik pergerakan yang lebih dinamis dan tidak seragam. Selain itu, keterbatasan lebar

pendekat simpang turut memperburuk kondisi saat terjadi penutupan palang pintu.

Hasil simulasi menggunakan PTV VISSIM menunjukkan bahwa perlintasan sebidang memiliki pengaruh besar terhadap kinerja lalu lintas, terutama pada jam puncak. Oleh karena itu, diperlukan alternatif penanganan seperti pengaturan manajemen lalu lintas, pelebaran jalan, atau rekayasa geometrik untuk meningkatkan kinerja simpang.

Tabel 2 Node Result Kondisi Eksisting ketika tertutup

Movement	Vehs (Unit)	Pe rs (Per)	LOS (ALL)	LOS V a l (ALL)	VehDela y (Sec)	Emissio nsCO (gram)	Emission sNOx (gram)	Emissions VOC (gram)	FuelCo msumpt ion (US Liquid gallon)
JPL Baturaja - Jl Kol Burian - 3: Jl Akmal	424	424	LOS_D4		49.54	885,711	172,327	205,272	12,671
JPL Baturaja - Jl Akmal - Jl Kol Burian	356	356	LOS_D4		51,35	768,663	149,554	178,145	10,997
JPL Baturaja - Railway – Railway	3	3	LOS_A0		0	0	0	0	0
JPL Baturaja - Railway – Railway	0	0	LOS_A0		0	0	0	0	0
Total / Rata-rata	780	780	LOS_C5,5		15.999	1656,054	322,208	23,692	23,692

Tabel 2 Queue Result Kondisi Eksisting ketika palang tertutup

QueueCounter	QLen (m)	QLenMax (m)
1	39,93	198,95
2	54,03	238,75
3	0	0
4	0	0
Rata-rata	23,49	437,7

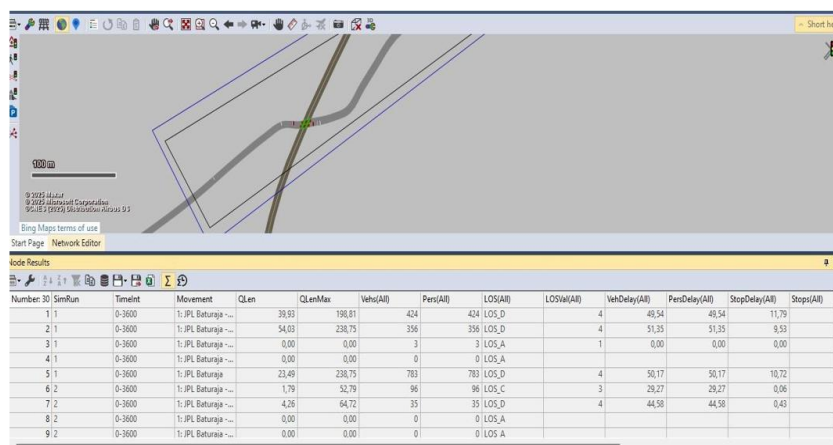
Tabel 3 Node Result Kondisi Eksisting ketika terbuka

Movement	Vehs (Unit)	Pe rs (Per)	LOS (ALL)	LOS V a l (ALL)	VehDela y (Sec)	Emissi onsCO (gram)	Emission sNOx (gram)	Emissions VOC (gram)	FuelComsu mption (US Liquid gallon)
JPL Baturaja - Jl Kol Burian - 3: Jl Akmal	133	133	LOS_D4		16.054	43.839	8.530	10.160	4.627
JPL Baturaja - Jl Akmal - Jl Kol Burian	165	156	LOS_D4		17.40	45.44	10.53	10.984	7.678
JPL Baturaja - Railway - Railway	0	0	LOS_A0		0	0	0	0	0

JPL Baturaja - Railway - Railway	0	0	LOS_A 0	0	0	0	0	0
Total / Rata- rata	298	298	LOS_C 8	33.454	89.279	19.06	21.144	11.305

Tabel 4 Queue Result Kondisi Eksisting ketika palang terbuka

QueueCounter	QLen (m)	QLenMax (m)
1	1,79	52,79
2	4,26	64,72
3	0	0
4	0	0
Rata-rata	8,18	15,32

**Gambar 2 Mode Results Kendaraan Ketika Palang Pintu Terbuka**

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan dan analisis menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM, dapat disimpulkan bahwa perlintasan sebidang JPL 47 Pasar Tempel memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kinerja lalu lintas, terutama pada saat terjadi penutupan palang pintu kereta api. Pada kondisi palang pintu tertutup, kinerja lalu lintas mengalami penurunan yang ditunjukkan oleh panjang antrean rata-rata sebesar 84,41 meter dengan antrean maksimum mencapai 155,43 meter, tundaan rata-rata sebesar 483,59 detik per kendaraan, serta tingkat pelayanan (Level of Service/LOS) D. Selain itu, kondisi ini juga menyebabkan peningkatan dampak lingkungan dan konsumsi energi, yang ditunjukkan oleh emisi CO sebesar 885,71 gram, emisi NOx sebesar 322,21 gram, emisi VOC sebesar 21,144 gram, serta konsumsi bahan bakar sebesar 23,692 US gallon. Sebaliknya, pada kondisi palang pintu terbuka, kinerja lalu lintas menunjukkan kondisi yang lebih baik dengan panjang antrean rata-rata 15,90 meter, antrean maksimum 25,82 meter, tundaan rata-rata 33,45 detik per kendaraan, dan tingkat pelayanan LOS B, serta emisi dan konsumsi bahan bakar yang jauh lebih rendah dibandingkan kondisi tertutup. Secara keseluruhan, keberadaan perlintasan sebidang menyebabkan penurunan kinerja jalan, terutama pada jam puncak ketika penutupan palang pintu kereta api mengakibatkan peningkatan antrean dan tundaan kendaraan secara signifikan. Namun demikian, pada jam non-puncak kondisi lalu lintas masih berada dalam kategori stabil dan dapat diterima sehingga arus kendaraan tetap dapat bergerak dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bandi, M. M., & George, V. (2020). *Microsimulation modelling in VISSIM on short-term and long-term improvements for Mangalore city road network*. *Transportation Research Procedia*, 48, 2725–2743. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.243>
- [2] B. Vinayaka, R. K. (2016). *Saturation and delay model microsimulation using VISSIM: A case study*. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 5(6). <https://doi.org/10.17577/IJERTV5IS060790>
- [3] Farouq, U. (2018). *Studi pengaruh perlintasan sebidang jalan dengan rel kereta api terhadap karakteristik lalu lintas* (Skripsi). Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- [4] Fatoni, E. W. R. (2017). *Analisa dampak perlintasan sebidang jalan dengan jalan rel terhadap panjang antrian dan derajat kejenuhan: Studi kasus perlintasan kereta api Jalan Lenteng Agung Barat arah Jakarta* (Skripsi). Universitas Indonesia.
- [5] Lukita, M. F., Handayani, S., & Abidin, Z. (2024). Analisis antrian dan tundaan akibat penutupan pintu perlintasan kereta api terhadap kinerja lalu lintas di Simpang Stasiun Bekasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(1), 1–12.
- [6] Mansyur, Y. (1992). *Klasifikasi jalan*. Penerbit Purnomo.
- [7] Putri, D. M. S., Putra, S., Karami, M., & Sulistyorini, R. (2023). Analisis tundaan dan panjang antrian akibat penutupan palang pintu kereta api Jalan Perintis Kemerdekaan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 11(2), 95–106.
- [8] Ratag, D. E. K., Kumaat, M. M., & Rompis, S. Y. R. (2022). Optimalisasi kinerja simpang bersinyal menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM (Studi kasus: Simpang Bersinyal Patung Kuda Paal 2). *Jurnal Sipil Statik*, 10(6), 391–400.
- [9] Sari, C. A. N., & Anjarwati, S. (2025). Analisa tingkat pelayanan jalan akibat penutupan palang pintu perlintasan kereta api. *Jurnal Rekayasa Transportasi*, 9(1), 25–36.
- [10] Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- [11] Tekno Mali, D. M., Umrigar, P. N. F., & Patil, P. P. N. A. (2017). Study of congestion of the road traffic at railway crossings. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 4(3), 147–150. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2017.4327>