

Analisis *Time Windows* Jalan Satu Arah pada Musim Lebaran di Jalan Tol

I Made Suartika^{*1}, I Made Suraharta², Kornelius Jepriadi³

¹Politeknik Transportasi Darat Indonesia (PTDI-STTD)

Jl. Raya Setu No.89, Cibuntu, Kec. Cibitung, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

²Politeknik Transportasi Darat

Jl. Batuyang No.109X, Batubulan Kangin, Kec. Sukawati, Kabupaten Gianyar, Bali, 80582, Indonesia

³Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan

Jl. Semeru No. 3, Kecamatan Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah, 52125, Indonesia

*Email: made.suartika@ptdisttd.ac.id

Diterima: 2 Februari 2024, direvisi: 12 Maret 2024, disetujui: 27 Mei 2024,
tersedia daring: 25 Juni 2024, diterbitkan: 28 Juni 2024

Abstrak

Arus mudik lebaran adalah tradisi tahunan yang melibatkan jutaan masyarakat Indonesia. Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk memfasilitasi arus mudik setiap tahun untuk memastikan masyarakat mudik dengan aman dan nyaman. Penelitian ini bertujuan untuk membantu pemerintah dalam mengatur rekayasa manajemen lalu lintas arus mudik melalui penerapan *time windows* lalu lintas ketika arus mudik Lebaran. Dengan menerapkan *time windows* atau jadwal tertentu untuk perjalanan, arus kendaraan dapat diatur agar tidak terjadi penumpukan kendaraan pada waktu yang sama guna meminimalkan kemacetan. Penelitian ini juga berkontribusi secara positif terhadap penelitian selanjutnya, terutama tentang manajemen rekayasa lalu lintas. Data penelitian berupa volume lalu lintas dan profil jalan berasal diperoleh dari operator jalan tol dari segmen Gerbang Tol Cikampek Utama sampai Gerbang Tol Kalikangkung. Metode analisis yang digunakan berdasarkan analisis perhitungan pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2023. Kesimpulan dari penelitian ini adalah yang pertama, terdapat beberapa perbedaan kebijakan yang harus dilakukan pada setiap jalan menyesuaikan jumlah lajur jalan tersebut. Yang kedua, waktu ideal untuk pengalihan satu arah adalah pukul 06.00–24.00 WIB, yang secara signifikan menurunkan derajat kejenuhan keseluruhan. Dengan mengacu pada penelitian ini, diharapkan pemerintah dapat melakukan rekayasa lalu lintas yang lebih efektif dan efisien menyesuaikan jalannya, dan kedepannya penelitian ini dapat dikembangkan dengan melakukan simulasi menggunakan software seperti VISSIM dan VISSUM.

Kata Kunci: jalan satu arah, manajemen lalu lintas, mudik, rekayasa lalu lintas.

Abstract

Analysis of One-Way Traffic Time Windows During Eid Season on Toll Roads: The Eid homecoming flow is an annual tradition involving millions of Indonesians. The Indonesian government has made various efforts to facilitate the homecoming flow every year to ensure that people return home safely and comfortably. This study aims to assist the government in managing traffic management engineering for the homecoming flow by implementing traffic time windows during the Eid homecoming flow. By implementing time windows or specific travel schedules, vehicle flow can be regulated so that there is no buildup of vehicles at the same time in order to minimize congestion. This study also contributes to further research, especially on traffic engineering management. Research data in traffic volume and road profiles were obtained from toll road operators from the Cikampek Utama Toll Gate segment to the Kalikangkung Toll Gate. The analysis method used is based on the calculation analysis in the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI). This study concludes that there are several differences in policies that must be implemented on each road to adjust the number of lanes on the road. Second, the ideal time for one-way diversion is 06.00–24.00 WIB, significantly reducing the saturation degree. By referring to this research, it is hoped that the government can conduct more effective and efficient traffic engineering to adjust the roads. This research can be developed by conducting simulations using software such as VISSIM and VISSUM.

Keywords: homecoming, traffic engineering, traffic management, one-way

1. Pendahuluan

Mudik lebaran merupakan tradisi tahunan yang dijalankan oleh jutaan orang di Indonesia untuk merayakan Hari Raya Idul Fitri bersama keluarga di kampung halaman. Sebagai momen penting dalam budaya Indonesia, mudik menjadi saat yang ditunggu-tunggu oleh banyak orang yang tinggal di kota-kota besar. Selama periode ini, jalan-jalan dan transportasi umum penuh

<http://dx.doi.org/10.25104/jptd.v26i1.2369>

0852-1824/ 2580-1082 ©2024 Badan Kebijakan Transportasi, diterbitkan oleh Sekretariat Badan Kebijakan Transportasi.

Artikel ini open access dibawah lisensi CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Nomor akreditasi: (RISTEKDIKT) 10/E/KPT/2019 (Sinta 2).

dengan pemudik yang berbondong-bondong menuju desa atau kota asal mereka. Selain sebagai momen reuni keluarga, mudik lebaran juga mencerminkan nilai-nilai persaudaraan dan solidaritas, di mana orang berbagi kebahagiaan dan kebersamaan dengan orang terdekat. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, tradisi mudik juga menimbulkan perhatian terkait dengan keselamatan dan kenyamanan perjalanan, terutama dalam hal kemacetan lalu lintas. Pemerintah Indonesia secara konsisten melaksanakan berbagai inisiatif untuk memfasilitasi mudik lebaran dengan tujuan meningkatkan keamanan, kelancaran, dan kenyamanan perjalanan. Salah satu langkah strategis yang diambil adalah peningkatan infrastruktur transportasi melalui perbaikan dan perluasan jaringan jalan raya serta optimalisasi jalur transportasi umum. Pemerintah juga memperkuat kesiapan fasilitas transportasi, termasuk terminal, stasiun, dan bandara, dengan menerapkan sistem tiket berbasis daring. Sistem ini diharapkan mampu mengurangi kepadatan dan antrean yang berlebihan selama periode mudik. Selain itu, peningkatan pengawasan dan patroli di jalur-jalur utama dilakukan untuk meminimalkan risiko kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Langkah-langkah tersebut merupakan bagian dari upaya komprehensif pemerintah dalam menciptakan pengalaman mudik yang lebih efisien dan aman.

Pada periode mudik lebaran 2023, pemerintah menerapkan rekayasa lalu lintas dengan kebijakan jalan satu arah pada ruas jalan tol dari KM 72 (Cikampek) hingga KM 414 (Kalikangkung). Kebijakan ini diterapkan selama arus mudik pada tanggal 18 hingga 21 April 2023, pukul 08.00 hingga 24.00 WIB, serta pada arus balik dari tanggal 24 April hingga 2 Mei 2023. Meskipun kebijakan tersebut memberikan dampak positif dalam meningkatkan kelancaran lalu lintas, terdapat juga dampak negatif yang perlu diperhatikan, terutama terkait aspek keselamatan [1], lingkungan [2] dan kemacetan lalu lintas [3]. Untuk meminimalisasi dampak-dampak negatif tersebut, pengaturan waktu pelaksanaan kebijakan jalan satu arah menjadi salah satu solusi penting yang dapat dipertimbangkan dalam meningkatkan efektivitas rekayasa lalu lintas.

Beberapa penelitian telah dilakukan di beberapa jalan tol di Indonesia, selama 10 (sepuluh) tahun terakhir dengan topik tentang kecelakaan lalu lintas [4][5][6][7][8][9], keselamatan jalan [10], desain geometrik [11], karakteristik lalu lintas [12], dan manajemen kecepatan [13]. Namun, belum ada penelitian yang secara spesifik mengevaluasi penerapan kebijakan lalu lintas di jalan tol, khususnya pada saat mudik Lebaran.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas selama periode mudik lebaran, khususnya pada saat penerapan kebijakan jalan satu arah dan dua arah. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi waktu optimal dalam pemberlakuan jalan satu arah sehingga dapat meningkatkan kelancaran lalu lintas dan mengurangi potensi risiko keselamatan serta dampak lingkungan negatif yang mungkin timbul selama periode mudik.

2. Metodologi

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada ruas tol dari Gerbang Tol Cikampek Utama hingga Gerbang Tol Kalikangkung, dengan total panjang 342 kilometer. Periode pengamatan dilakukan selama H-7 hingga H+7 Lebaran, yaitu mulai tanggal 15 hingga 30 April 2023, guna menganalisis kinerja lalu lintas selama periode mudik dan arus balik secara komprehensif.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai operator jalan tol. Data yang dikumpulkan meliputi inventarisasi ruas jalan, yang mencakup jumlah lajur, lebar lajur, dan lebar bahu jalan. Selain itu, data yang dianalisis juga mencakup waktu pelaksanaan pengaturan jalan satu arah selama periode lebaran dan volume lalu lintas harian pada periode H-7 hingga H+7 lebaran, yaitu dari tanggal 15 hingga 30 April 2023.

2.3. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) [14], yang digunakan sebagai standar dalam menganalisis kinerja ruas jalan dan kapasitas lalu lintas. Pedoman ini memastikan bahwa analisis dilakukan sesuai dengan metode yang telah terstandarisasi dan berlaku secara nasional.

2.4. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Analisis mencakup perhitungan kapasitas jalan berdasarkan kondisi geometrik, konversi volume lalu lintas dari kendaraan menjadi Standar Pelayanan Minimal (SPM) (Tabel 1), perhitungan derajat kejenuhan, dan analisis *time windows* untuk penerapan kebijakan jalan satu arah.

Dalam konteks lalu lintas, *time windows* adalah batasan waktu yang ditetapkan untuk suatu kegiatan atau proses yang berkaitan dengan lalu lintas. *Time windows* pada jalan bebas hambatan dapat didefinisikan sebagai periode waktu tertentu di mana kondisi lalu lintas di jalan bebas hambatan menunjukkan karakteristik yang berbeda, seperti laju aliran, tingkat kemacetan, dan perilaku pengemudi [15].

Penelitian ini mengamati pengaturan *time windows* penggunaan jalan satu arah yang kemudian dilakukan perbandingan pada nilai derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan atau tingkat kepadatan lalu lintas adalah ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana kapasitas jalan bebas hambatan digunakan oleh volume lalu lintas aktual. Dalam Highway Capacity Manual yang diterbitkan oleh Transportation Research Board tahun 2016, konsep derajat kejenuhan dijelaskan sebagai parameter kunci untuk menilai kinerja jalan dan mengidentifikasi tingkat lalu lintas yang dapat diterima. Nilai derajat kejenuhan eksisting akan dibandingkan dengan derajat kejenuhan minimal pada Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan Tol [16]. Jika nilai derajat kejenuhan di lapangan lebih rendah atau sama dengan derajat kejenuhan di SPM, maka strategi pengaturan *time windows* jalan satu arah diimplementasikan hingga memperoleh waktu penerapan jalan satu arah yang ideal.

Penelitian ini melakukan pengaturan *time windows* untuk penerapan kebijakan jalan satu arah dan membandingkannya dengan nilai derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan adalah ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana kapasitas jalan tol digunakan oleh volume lalu lintas aktual. Menurut Highway Capacity Manual, derajat kejenuhan merupakan parameter kunci dalam menilai kinerja jalan dan mengidentifikasi tingkat lalu lintas yang dapat diterima. Nilai derajat kejenuhan eksisting dibandingkan dengan derajat kejenuhan minimal berdasarkan Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan Tol [6]. Jika nilai derajat kejenuhan di lapangan lebih rendah atau sama dengan SPM, maka strategi pengaturan *time windows* akan diterapkan untuk menentukan waktu yang optimal dalam pelaksanaan jalan satu arah.

Menurut Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol, indikator kecepatan tempuh rata-rata untuk jalan tol luar kota adalah > 60 km/jam. Namun, dalam penelitian ini, ambang batas yang digunakan adalah kecepatan 70 km/jam, yang menurut PKJI 2023 berada pada derajat kejenuhan 0,5.

$$C = n \times C_0 \times FC_{LE} \quad (1)$$

C adalah kapasitas jalur lalu lintas, dalam SPM/jam, n adalah jumlah lajur dalam jalur lalu lintas yang ditinjau, C₀ adalah kapasitas dasar per lajur lalu lintas suatu segmen jalan dalam SPM/jam, dan FC_{LE} adalah faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur efektif segmen jalan yang dianalisis terhadap kondisi idealnya.

Dalam analisis kapasitas jalur lalu lintas, beberapa parameter penting harus dipertimbangkan. Kapasitas total jalur lalu lintas (C) diukur dalam satuan Satuan Kendaraan Per Jam (SPM/jam) dan ditentukan oleh jumlah lajur (n) yang ada pada jalur lalu lintas yang ditinjau. Kapasitas dasar per lajur (C₀) merupakan kapasitas ideal per lajur dalam satu segmen jalan, juga dinyatakan dalam SPM/jam. Selain itu, perlu diperhatikan faktor koreksi kapasitas,

yaitu Faktor Koreksi Kapasitas Lajur Efektif (FCLE). FCLE digunakan untuk menyesuaikan kapasitas akibat perbedaan lebar lajur efektif dari segmen jalan yang dianalisis dibandingkan dengan kondisi idealnya.

Tabel 1. Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang di Jalan Bebas Hambatan

Tipe Jalan	q per arah (Kend/Jam)	Ekuivalen Mobil Penumpang		
		KS	BB	TB
4/2	≤ 1.250	1,2	1,2	1,6
	1.251 – 2.250	1,4	1,4	2,0
	2.251 – 2.800	1,6	1,7	2,5
	≥ 2.800	2	1,6	3,5
6/2	≤ 1.500	1,2	1,2	1,6
	1.501 – 2.750	1,4	1,4	2,0
	2.751 – 3.250	1,6	1,7	2,4
	≥ 3.250	2,0	1,6	3,3

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan indikator penting pada penggunaan kapasitas jalan [17]. Volume lalu lintas dihitung melalui metode seperti survei lalu lintas yang tercatat pada jalur masuk dan keluar [18] [19]. Volume lalu lintas dapat dihitung melalui berbagai metode, salah satunya adalah survei lalu lintas yang dilakukan di jalur masuk dan keluar (lihat [8][9]). Dalam penelitian ini, data volume lalu lintas diperoleh dari operator jalan tol dalam satuan kendaraan dan kemudian dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang, berdasarkan nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP). EMP adalah ukuran yang digunakan untuk mengubah aliran lalu lintas yang terdiri dari berbagai jenis kendaraan menjadi aliran lalu lintas yang hanya mencakup mobil penumpang [20]. Nilai EMP dihitung dengan mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk kecepatan, okupansi area, volume lalu lintas, dan komposisi kendaraan [21][22]. Dalam penelitian ini, nilai EMP mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Data volume lalu lintas yang dianalisis mencakup periode H-7 hingga H+7 Idul Fitri tahun 2023, yang disajikan per jam. Data yang diperoleh dalam satuan kendaraan per jam kemudian dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang per jam sesuai dengan pedoman yang berlaku. Volume lalu lintas pada masing-masing segmen jalan tol dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Jakarta – Cikampek

Tanggal	Jumlah Kendaraan (SPM/Hari)			
	Kalihurip – Cikampek		Cikampek – Kalijati	
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
15-Apr-2023	51.887	34.180	52.353	34.488
16-Apr-2023	55.472	33.960	55.866	33.948
17-Apr-2023	56.006	33.811	56.459	33.879
18-Apr-2023	84.718	23.077	87.034	18.686
19-Apr-2023	126.808	14.061	132.925	3.187
20-Apr-2023	131.409	10.139	121.169	9.376
21-Apr-2023	60.788	13.184	58.991	3.754
22-Apr-2023	67.374	18.903	64.624	19.027
23-Apr-2023	63.441	39.044	63.041	39.127
24-Apr-2023	38.666	64.899	25.926	64.190
25-Apr-2023	22.695	92.105	3.347	91.906
26-Apr-2023	22.655	91.158	2.755	90.956
27-Apr-2023	22.842	74.910	10.661	74.766
28-Apr-2023	34.954	64.583	33.003	64.306
29-Apr-2023	32.518	72.600	19.570	71.209
30-Apr-2023	25.355	93.128	2.978	93.372

Tabel 3. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Cikopo – Palimanan

Tanggal	Jumlah Kendaraan (SPM/Hari)					
	Kalijati – Subang		Subang – Cikédung		Cikédung – Kertajati	
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
15-Apr-2023	52.925	34.407	52.774	34.378	52.721	34.396
16-Apr-2023	55.843	34.060	56.060	34.050	56.041	33.838
17-Apr-2023	56.592	33.942	56.714	33.911	56.654	33.598
18-Apr-2023	86.527	18.654	84.905	18.633	84.568	18.535
19-Apr-2023	134.524	3.177	133.205	3.173	132.762	3.150
20-Apr-2023	123.762	2.826	122.787	2.827	122.280	2.779
21-Apr-2023	59.284	3.747	58.351	3.752	57.918	3.669
22-Apr-2023	65.064	19.038	65.102	19.007	64.992	18.258
23-Apr-2023	63.188	39.261	63.427	39.121	63.177	38.296
24-Apr-2023	25.792	66.254	25.570	66.364	25.576	68.385
25-Apr-2023	3.335	95.905	3.354	96.075	3.360	99.973
26-Apr-2023	2.749	93.748	2.771	93.774	2.771	95.813
27-Apr-2023	10.655	77.299	10.761	77.251	10.759	78.477
28-Apr-2023	32.890	64.296	32.886	64.273	32.876	65.020
29-Apr-2023	19.367	71.764	19.132	70.780	19.079	70.781
30-Apr-2023	2.973	97.344	2.998	97.424	3.008	99.361
Tanggal	Kertajati – Kertajati Utama		Kertajati Utama – Sumberjaya		Sumberjaya – Palimanan	
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
15-Apr-2023	52.755	34.514	52.708	34.367	52.435	34.645
16-Apr-2023	55.628	33.914	55.557	33.853	55.438	34.295
17-Apr-2023	56.046	33.714	56.029	33.646	55.897	34.058
18-Apr-2023	83.903	18.740	83.791	18.711	81.805	18.752
19-Apr-2023	130.490	3.189	129.936	3.185	128.373	3.165
20-Apr-2023	118.359	2.793	117.795	2.788	115.835	2.775
21-Apr-2023	55.492	3.659	54.827	3.641	52.813	3.614
22-Apr-2023	62.335	18.311	62.195	18.262	62.023	19.050
23-Apr-2023	61.711	38.380	61.679	38.299	61.535	39.736
24-Apr-2023	25.714	67.473	25.710	67.661	25.750	71.764
25-Apr-2023	3.394	99.702	3.396	100.345	3.401	104.548
26-Apr-2023	2.799	95.774	2.801	95.910	2.804	99.910
27-Apr-2023	10.810	78.238	10.818	78.089	10.812	81.577
28-Apr-2023	33.182	64.960	33.220	65.264	33.344	69.206
29-Apr-2023	19.097	70.534	19.111	70.421	19.134	74.851
30-Apr-2023	3.007	99.042	3.007	99.130	3.014	101.208

Tabel 4. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Palimanan – Kanci

Tanggal	Jumlah Kendaraan (SPM/Hari)					
	Palimanan – Plumbon		Plumbon – Ciperna		Ciperna – Kanci	
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
15-Apr-2023	62.647	35.287	62.396	37.298	58.635	36.760
16-Apr-2023	65.013	35.250	63.503	37.001	60.223	37.070
17-Apr-2023	64.066	34.928	62.098	36.882	58.587	36.971
18-Apr-2023	89.412	18.735	88.425	19.904	85.226	19.857
19-Apr-2023	137.849	3.064	136.697	2.482	133.226	2.335
20-Apr-2023	125.078	2.565	123.864	1.799	119.819	1.670
21-Apr-2023	58.741	3.851	56.940	3.907	52.728	3.884
22-Apr-2023	70.421	20.588	67.871	21.101	63.823	21.004
23-Apr-2023	72.163	42.660	68.166	45.156	61.726	45.007
24-Apr-2023	28.640	74.958	27.104	79.965	24.686	79.525

Tanggal	Jumlah Kendaraan (SPM/Hari)					
	Palimanan – Plumbon		Plumbon – Ciperna		Ciperna – Kanci	
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
25-Apr-2023	3.515	107.350	3.489	112.726	3.398	114.469
26-Apr-2023	2.916	102.287	2.885	107.094	2.815	109.298
27-Apr-2023	10.964	83.775	11.102	87.558	10.639	89.147
28-Apr-2023	44.809	70.070	43.534	73.043	40.704	73.518
29-Apr-2023	23.764	76.652	22.261	80.276	19.878	79.786
30-Apr-2023	3.125	103.375	3.099	108.035	3.010	111.558

Tabel 5. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Kanci – Pejagan

Tanggal	Jumlah Kendaraan (SPM/Hari)			
	Kanci – Ciledug		Ciledug – Pejagan	
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
15-Apr-2023	57.636	36.360	56.799	35.576
16-Apr-2023	60.356	37.261	60.520	37.061
17-Apr-2023	58.760	37.106	58.932	36.964
18-Apr-2023	82.173	20.138	79.642	20.008
19-Apr-2023	128.731	2.220	125.354	2.156
20-Apr-2023	115.772	1.628	112.223	1.499
21-Apr-2023	52.176	3.862	50.833	3.915
22-Apr-2023	63.480	20.738	62.177	20.568
23-Apr-2023	61.461	44.631	60.501	44.331
24-Apr-2023	24.604	79.435	24.718	78.949
25-Apr-2023	3.453	116.466	3.571	118.208
26-Apr-2023	2.907	111.029	2.991	113.233
27-Apr-2023	11.036	90.290	11.409	91.878
28-Apr-2023	40.898	73.842	41.936	74.029
29-Apr-2023	19.818	79.584	19.841	78.790
30-Apr-2023	3.176	115.033	3.264	118.300

Tabel 6. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Pejagan – Pemalang

Tanggal	Jumlah Kendaraan (SPM/Hari)					
	Pejagan – Brebes Barat		Brebes Barat – Brebes Timur		Brebes Timur – Tegal	
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
15-Apr-2023	56.115	35.655	56.260	35.450	55.879	35.180
16-Apr-2023	60.941	37.031	60.883	36.743	60.323	36.232
17-Apr-2023	59.403	36.978	59.429	36.738	58.963	36.287
18-Apr-2023	76.898	19.722	77.224	19.480	75.845	19.076
19-Apr-2023	121.228	2.153	121.242	2.029	117.133	1.849
20-Apr-2023	108.176	1.494	108.460	1.440	103.305	1.198
21-Apr-2023	50.558	3.911	51.320	3.768	49.479	3.496
22-Apr-2023	62.098	20.593	62.188	20.395	61.487	20.008
23-Apr-2023	60.545	44.603	61.028	44.172	60.262	43.236
24-Apr-2023	24.822	77.873	24.954	79.121	24.880	80.458
25-Apr-2023	3.626	115.876	3.583	118.902	3.627	121.591
26-Apr-2023	3.083	111.179	3.035	113.864	3.102	117.060
27-Apr-2023	11.806	90.053	11.710	92.608	11.845	94.684
28-Apr-2023	42.393	74.813	42.713	75.266	42.898	76.163
29-Apr-2023	19.946	78.831	19.982	79.578	19.967	81.299
30-Apr-2023	3.357	116.439	3.306	119.408	3.354	123.151

Tabel 7. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Pemalang – Batang

Tanggal	Jumlah Kendaraan (SPM/Hari)					
	Tegal – Pemalang		Pemalang – Pekalongan		Pekalongan – Batang	
	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta	Arah Jawa	Arah Jakarta
15-Apr-2023	55.379	35.024	55.089	34.852	54.770	34.790
16-Apr-2023	59.332	35.945	58.800	35.731	58.402	35.669
17-Apr-2023	58.088	35.855	57.286	35.657	56.919	35.555
18-Apr-2023	74.215	18.984	72.756	18.932	72.061	18.909
19-Apr-2023	111.241	1.730	106.566	1.718	105.593	1.689
20-Apr-2023	96.079	1.147	90.231	1.121	89.042	1.096
21-Apr-2023	46.284	3.416	43.735	3.328	42.577	3.324
22-Apr-2023	60.111	19.781	59.308	19.645	58.825	19.652
23-Apr-2023	58.598	43.091	58.341	42.789	57.803	42.842
24-Apr-2023	25.020	80.799	24.972	80.347	25.028	80.219
25-Apr-2023	3.661	123.045	3.685	123.609	3.694	123.723
26-Apr-2023	3.166	119.016	3.183	119.544	3.183	120.006
27-Apr-2023	11.954	95.865	11.974	96.272	11.974	96.549
28-Apr-2023	43.265	77.676	43.883	77.839	43.949	78.316
29-Apr-2023	19.988	83.207	20.104	83.619	20.157	84.304
30-Apr-2023	3.413	125.319	3.447	126.086	3.471	126.801

3.2. Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas jalan bebas hambatan mengacu pada jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu bagian dari jalan bebas hambatan dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang berlaku [23]. Besaran kapasitas ruas jalan tol dipengaruhi beberapa faktor, meliputi kondisi geometri (datar, bukit, gunung), jumlah lajur dan lebar lajur efektif. Analisis kapasitas ruas jalan dilakukan dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Ruas jalan tol yang memiliki kapasitas jalan tertinggi yaitu Jalan Tol Jakarta – Cikampek dikarenakan jalan tol tersebut memiliki jumlah lajur yang lebih banyak dibandingkan jalan tol lainnya. Hasil analisis kapasitas ruas jalan pada penelitian secara rinci dijelaskan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Kapasitas Ruas Jalan Tanpa Pemberlakuan Jalan Satu Arah

No	Ruas Jalan Tol	Jumlah Lajur/arah (n)	Kapasitas Dasar (Co)	Lebar Lajur	Faktor Koreksi Lebar Lajur	Kapasitas (SPM/jam)
1.	Jakarta – Cikampek	3	2.500	3,7 m	1	7.500
2.	Cikopo – Palimanan	2	2.500	3,6 m	1	5.000
3.	Palimanan – Kanci	2	2.500	3,6 m	1	5.000
4.	Kanci – Pejagan	2	2.500	3,6 m	1	5.000
5.	Pejagan – Pemalang	2	2.500	3,6 m	1	5.000
6.	Pemalang – Batang	2	2.500	3,6 m	1	5.000
7.	Batang – Semarang	2	2.500	3,6 m	1	5.000

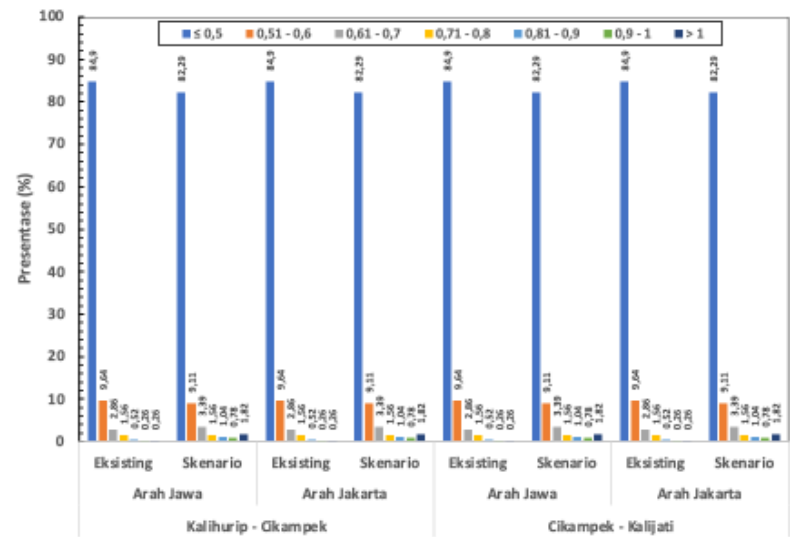
Tabel 9. Kapasitas Ruas Jalan dengan Pemberlakuan Jalan Satu Arah

No	Ruas Jalan Tol	Jumlah Lajur/arah (n)	Kapasitas Dasar (Co)	Lebar/ Lajur	Faktor Koreksi Lebar Lajur	Kapasitas (SPM/jam)	Keterangan
1.	Jakarta – Cikampek	5	2.500	3,7 m	1	12.500	Arah Jawa / Jakarta
		1	2.500	3,7 m	1	2.500	
2.	Cikopo – Palimanan	4	2.500	3,6 m	1	10.000	
3.	Palimanan – Kanci	4	2.300	3,6 m	1	10.000	
4.	Kanci – Pejagan	4	2.300	3,6 m	1	10.000	
5.	Pejagan – Pemalang	4	2.300	3,6 m	1	10.000	
6.	Pemalang – Batang	4	2.300	3,6 m	1	10.000	

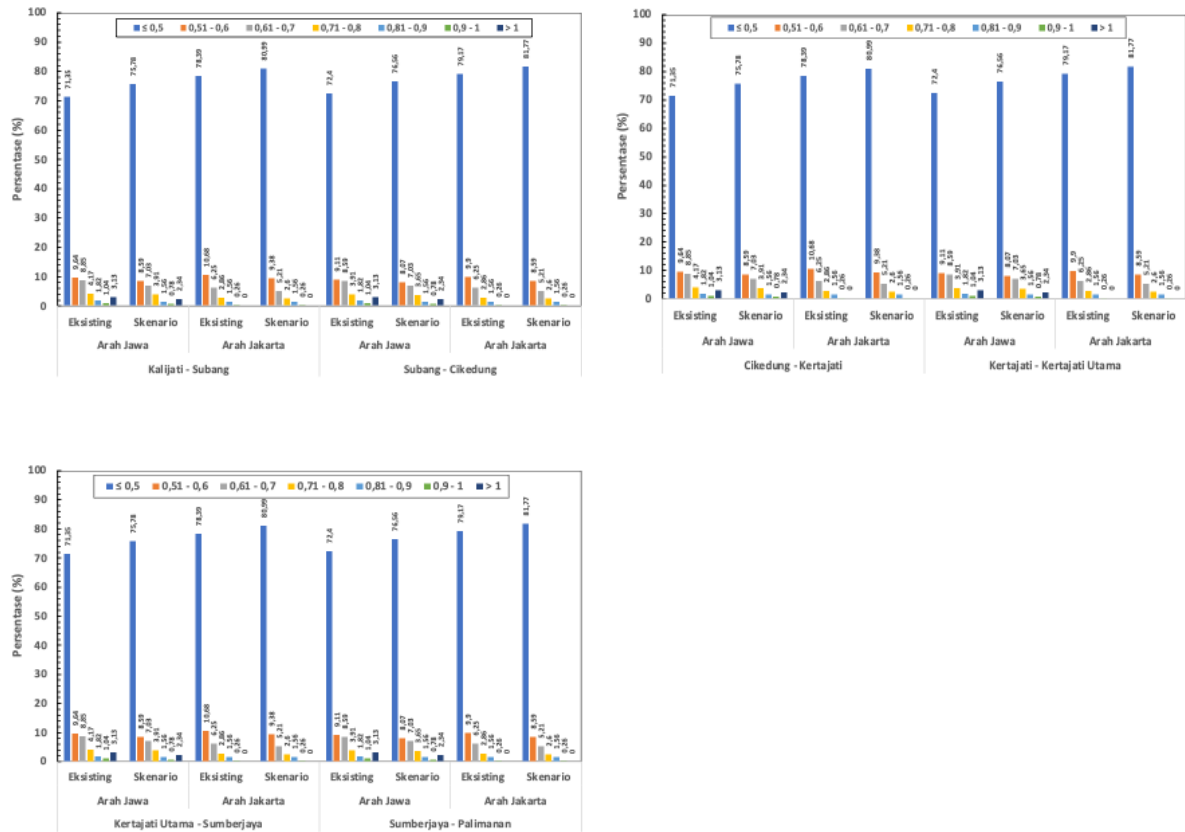
No	Ruas Jalan Tol	Jumlah Lajur/ arah (n)	Kapasitas Dasar (Co)	Lebar/ Lajur	Faktor Koreksi Lebar Lajur	Kapasitas (SPM/jam)	Keterangan
7.	Batang – Semarang	4	2.300	3,6 m	1	10.000	

3.3. Derajat Kejenuhan

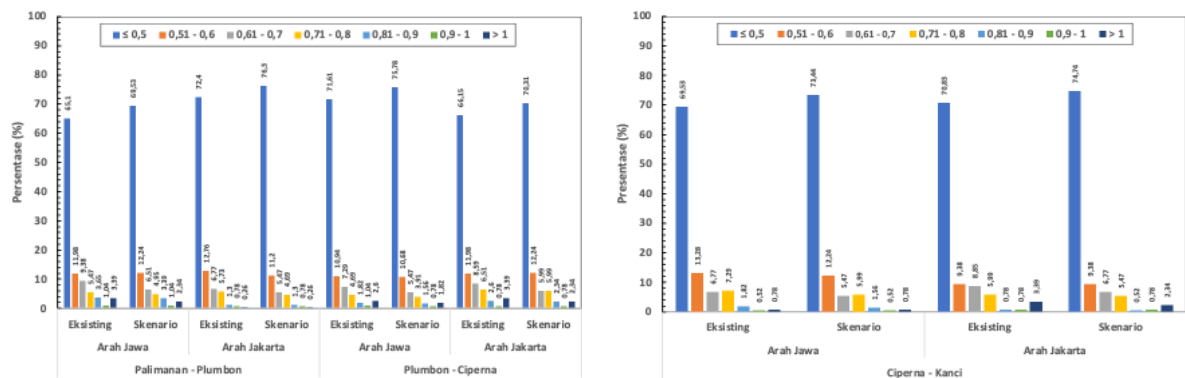
Derajat kejenuhan merupakan ukuran volume lalu lintas pada suatu segmen jalan terhadap kapasitasnya, yang mencerminkan tingkat kemacetan dan pemanfaatan kapasitas jalan [24] [25] Dalam penelitian ini, analisis derajat kejenuhan dilakukan pada setiap segmen, yang dibagi berdasarkan lokasi antarramp di ruas jalan tol. Perbandingan nilai derajat kejenuhan dilakukan antara kondisi eksisting dan penerapan skenario pengaturan *time windows*. Skenario ini bertujuan untuk menentukan waktu terbaik dalam penerapan kebijakan jalan satu arah sehingga diharapkan terjadi penurunan nilai derajat kejenuhan dari lebih dari 0,5 menjadi kurang dari 0,5, sesuai dengan standar pelayanan minimal jalan bebas hambatan yang berlaku di Indonesia. Meskipun skenario *time windows* terbaik tidak dapat mencapai nilai derajat kejenuhan kurang dari 0,5, secara keseluruhan terjadi penurunan nilai derajat kejenuhan. Berdasarkan analisis, waktu penerapan jalan satu arah yang paling optimal ditentukan antara pukul 06.00 hingga 24.00 WIB. Nilai derajat kejenuhan untuk kondisi eksisting di arah Jawa mengalami peningkatan dari 77,20% menjadi 80,62%, sementara arah Jakarta mengalami kenaikan dari 70,21% menjadi 73,85%. Perbandingan nilai derajat kejenuhan antara kondisi eksisting dan penerapan skenario pengaturan *time windows* pada masing-masing segmen dijelaskan pada Gambar 1 hingga 7.



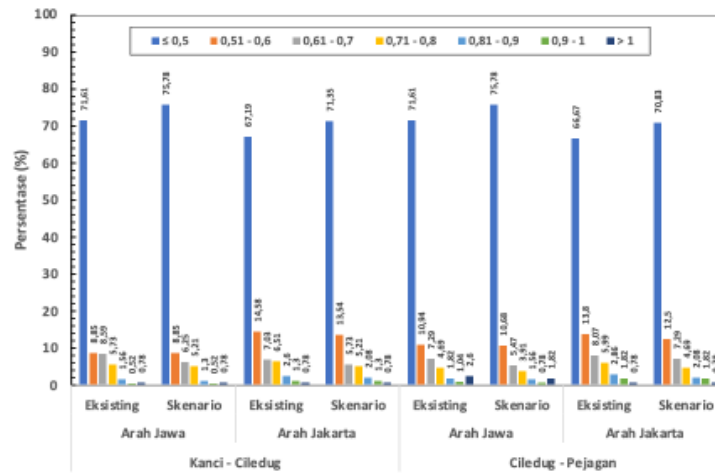
Gambar 1 Perubahan Nilai Derajat Kejenuhan pada Segmen Jalan Tol Kalihurip – Cikampek



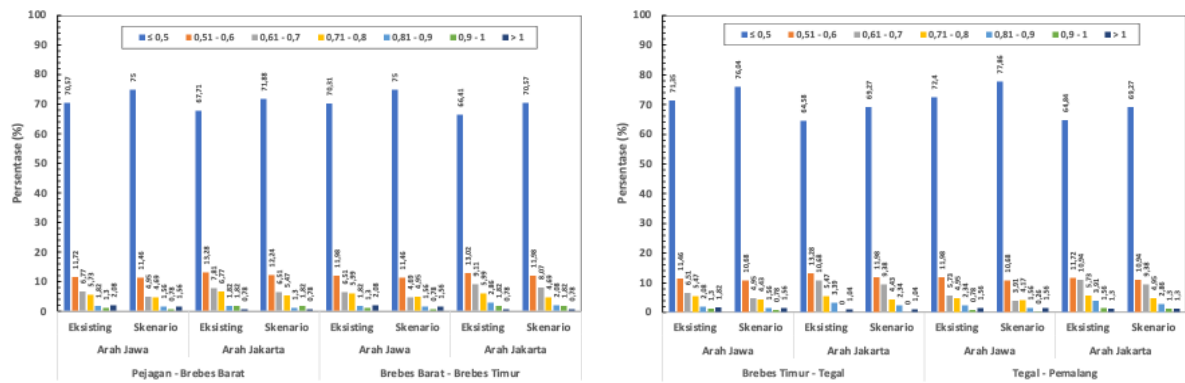
Gambar 2. Perubahan Nilai Derajat Kejenuhan pada Segmen Jalan Tol Cikopo – Palimanan



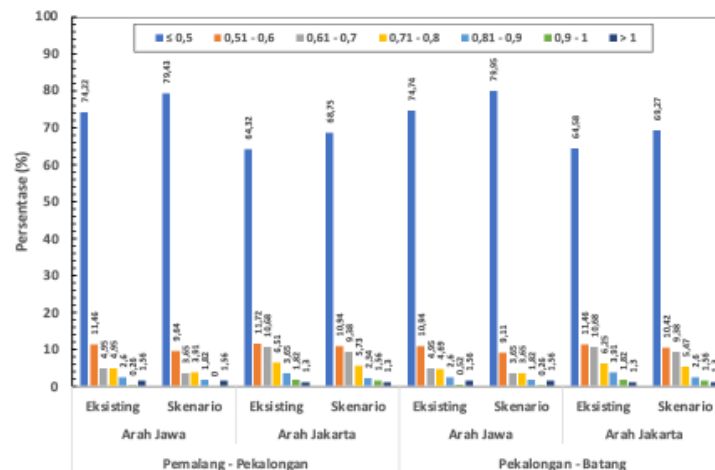
Gambar 3. Perubahan Nilai Derajat Kejenuhan pada Segmen Jalan Tol Palimanan – Kanci



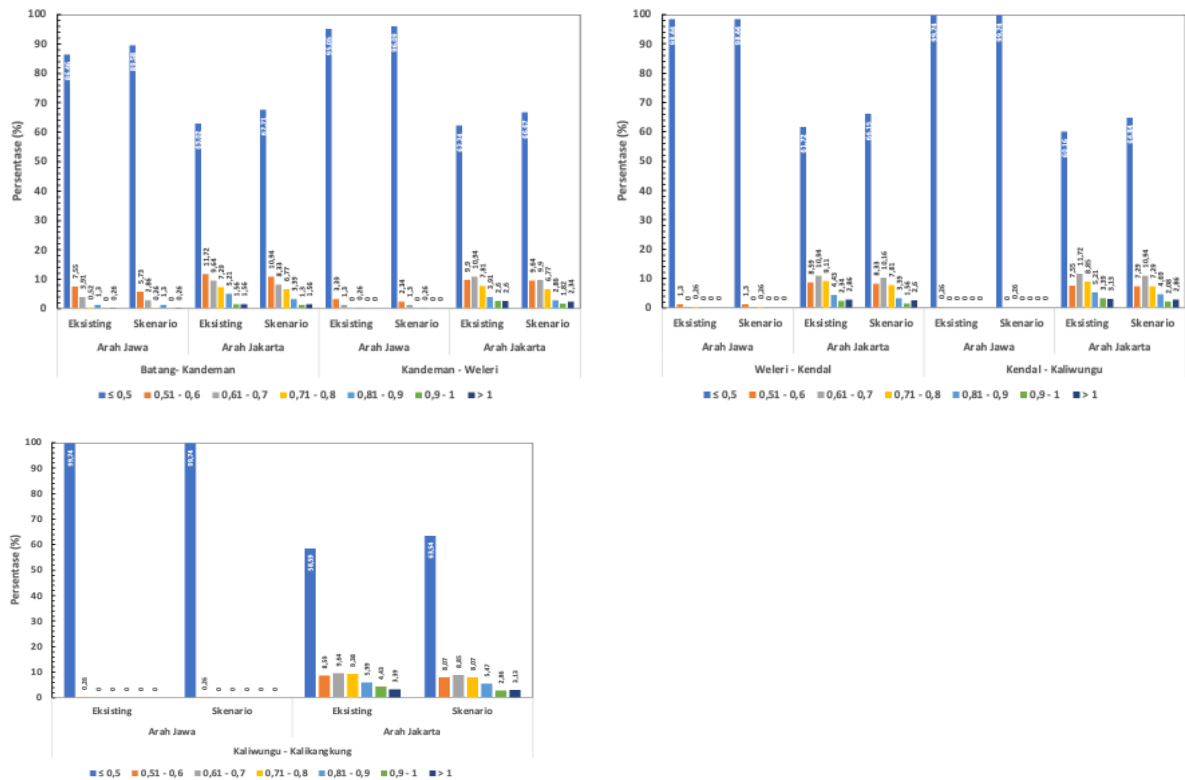
Tabel 4. Perubahan Nilai Derajat Kejenuhan pada Segmen Jalan Tol Kanci – Pejagan



Gambar 5. Perubahan Nilai Derajat Kejenuhan pada Segmen Jalan Tol Pejagan – Pemalang



Gambar 6. Perubahan Nilai Derajat Kejenuhan pada Segmen Jalan Tol Pemalang – Batang



Gambar 7. Perubahan Nilai Derajat Kejenuhan pada Segmen Jalan Tol Batang – Semarang

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan membagi aliran kendaraan ke dalam periode waktu yang berbeda, kemacetan dapat dikendalikan secara lebih efektif. Pendekatan ini membantu mencegah penumpukan kendaraan pada waktu tertentu, terutama selama puncak arus mudik sehingga arus lalu lintas menjadi lebih lancar. Waktu ideal untuk menerapkan kebijakan lalu lintas satu arah, yang ditetapkan antara pukul 06.00 hingga 24.00 WIB, terbukti mengakibatkan penurunan nilai derajat kejenuhan secara keseluruhan, dengan nilai derajat kejenuhan yang mendominasi berada di bawah 0,5.

Namun, berdasarkan hasil penelitian, penerapan kebijakan jalan satu arah pada arus mudik dan arus balik lebaran tahun 2023 secara keseluruhan belum mampu memenuhi Standar Pelayanan Minimum (SPM) jalan tol, terutama pada parameter kecepatan, yang ditetapkan sebesar 60 km/jam. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk pengembangan kebijakan publik yang lebih baik di masa mendatang, khususnya dalam manajemen lalu lintas selama periode-periode dengan arus kendaraan yang sangat tinggi, seperti saat mudik lebaran. Untuk kajian lebih lanjut, disarankan agar dilakukan simulasi lalu lintas menggunakan perangkat lunak VISSIM atau VISSUM.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas dukungan yang diberikan selama penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak operator jalan tol yang mengelola ruas jalan Cikampek hingga Kalikangkung atas penyediaan data dan informasi yang sangat berharga untuk penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] X. Yang and Y. Nie, "Study on the Traffic Flow under Keep-Right-Except-to-Pass Rule Based on Dynamic Model," in *Proceedings - 2016 3rd International Conference on Information Science and Control Engineering, ICISCE 2016*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Oct. 2016, pp. 664–668. doi: 10.1109/ICISCE.2016.147.

- [2] S. Sun, Y. Wan, L. Yang, Y. Wang, Q. Yu, and Y. Liu, "Mining Urban Sustainability : Vehicle Emission Changes on Traffic Corridor by One-Way Traffic Conversion," *Journal of Transportation Engineering Part A : System*, vol. 148, no. 5, May 2022.
- [3] J. Guo, X. Chen, Y. Pang, Y. Wang, and P. Zheng, "Bottlenecks, shockwave, and off-ramp blockage on freeways," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 18, Sep. 2019, doi: 10.3390/su11184991.
- [4] V. D. Fridayanti and D. Prasetyanto, "Model Hubungan antara Angka Korban Kecelakaan Lalu Lintas dan Faktor Penyebab Kecelakaan pada Jalan Tol Purbaleunyi," *Jurnal Teknik Sipil Itenas*, vol. 5, 2019.
- [5] D. Setiawan and M. Asima, "Pemetaan Risiko Kecelakaan Lalu Lintas di Ruas Jalan Tol Cipularang," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 15, pp. 87–148, Oct. 2019.
- [6] A. J. Sihombing and H. Widyastuti, "Analisa Kecelakaan Lalu Lintas di Ruas Jalan Tol Cipularang, Purwakarta," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 9, 2020.
- [7] E. Oktarinda, N. B. Prihutomo, and E. O. Maulani, "Analisis Pengaruh Kendaraan ODOL terhadap Tingkat Kecelakaan di Jalan Tol," *Costruction and Material Journal*, vol. 2, Mar. 2020.
- [8] M. F. Pradana, D. H. Intari, and D. P. D., "Analisis Kecelakaan Lalu Lintas dan Faktor Penyebabnya di Jalan Raya Cilegon," *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, vol. 4, pp. 165–175, 2019.
- [9] Fahza. Asep and H. Widyastuti, "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol Surabaya - Gempol," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 8, 2019.
- [10] N. L. S. P. E. Setyarini and B. I. Lukito, "Audit Keselamatan Jalan Tol Jagorawi," *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, vol. 4, no. 2, p. 403, Oct. 2020, doi: 10.24912/jmstkik.v4i2.9056.
- [11] N. D. Cahyanti, Istiar, and W. Herijanto, "Redesain Geometrik Ramp Margajaya Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 13, 2024.
- [12] A. S. Lubis, Z. A. Muis, and T. Nasution, "Pemodelan Hubungan Parameter Karakteristik Lalu Lintas pada Jalan Tol Belmera," vol. 22, no. 2, 2016.
- [13] Y. A. Suryonegoro, A. Munawar, and M. Z. Irawan, "Analisis Pengaruh Manajemen Kecepatan terhadap Antrian Kendaraan pada Exit Gerbang Tol Periode Liburan," *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, vol. 20, no. 1, p. 33, Dec. 2018, doi: 10.25104/jptd.v20i1.649.
- [14] Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia," Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- [15] B. Coifman and B. Ponnu, "Adjacent lane dependencies modulating wave velocity on congested freeways-An empirical study," *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 142, pp. 84–99, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.trb.2020.10.005.
- [16] Menteri Pekerjaan Umum, "Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol," Oct. 17, 2014, Kementerian Pekerjaan Umum , Jakarta.
- [17] L. Bartuska, K. Jerabek, and C. Li, "Determination of traffic patterns on urban roads," *Communications - Scientific Letters of the University of Žilina*, vol. 19, no. 2, pp. 103–108, 2017, doi: 10.26552/com.c.2017.2.103-108.
- [18] A. Bąkowski and L. Radziszewski, "Analysis of the traffic parameters on a section in the city of the national road during several years of operation," *Communications - Scientific Letters of the University of Žilina*, vol. 24, no. 1, pp. A12–A25, Jan. 2022, doi: 10.26552/com.C.2022.1.A12-A25.
- [19] G. Casey, B. Zhao, K. Kumar, and K. Soga, "Context-specific volume-delay curves by combining crowd-sourced traffic data with automated traffic counters: A case study for London," *Data-Centric Engineering*, vol. 1, no. 3, Dec. 2020, doi: 10.1017/dce.2020.18.
- [20] U. Bomzon, U. K. Sherpa, S. Sarkar, S. Chettri, D. Jyoti Das, and R. Sushib, "Determination of PCU values for mixed traffic conditions along the hilly road of East Sikkim," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Aug. 2021. doi: 10.1088/1755-1315/796/1/012025.
- [21] P. Kumar, S. Arkatkar, and G. Joshi, "New Approach for Estimating Passenger Car Units on Multilane Urban Roads with Heterogeneous Traffic Conditions," *J Transp Eng A Syst*, vol. 144, no. 3, Mar. 2018.
- [22] K. Krishnamurthy and V. Thamizh Arasan, "Effect of Road Width and Traffic Volume on Vehicular Interactions in Heterogeneous Traffic," *J Adv Transp*, vol. 48, no. 1, pp. 1–14, Jan. 2014.
- [23] A. Kondyli, P. Gubbala, and L. Elefteriadou, "The Contribution of Ramp Demand in the Capacity of Merge Bottleneck Locations," in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2016, pp. 346–355. doi: 10.1016/j.trpro.2016.06.029.
- [24] N. Dobrota, A. Stevanovic, N. Mitrovic, S. Alshayeb, and M. Zlatkovic, "Development and Evaluation of Performance Measures for Capacity Utilization of Traffic Signals," in *Transportation Research Record*, vol. 2677, no. 1, SAGE Publications Ltd, 2023, pp. 1337–1355. doi: 10.1177/03611981221104460.
- [25] R. Sushmitha, S. Srikanth, and B. Varalakshmi, "Quantification of Congestion and Level of Service Determination for Urban Road Infrastructure," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics, 2023. doi: 10.1088/1755-1315/1280/1/012046.