



## Pengaruh Proporsi Sepeda Motor Terhadap Panjang Antrian Kendaraan Pada Simpang Bersinyal Jalan Yos Sudarso Paal 2

**Randy Voller Surentu<sup>1</sup>, Semuel Jacob Recky Rompis<sup>2</sup>, Lucia Ingrid Regina Lefrandt<sup>3</sup>**

Program Studi Magister Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil

Universitas Sam Ratulangi, Kota Manado <sup>1,2,3</sup>

E-mail: Randyvoller112@gmail.com

### **Abstrak**

*Jumlah kendaraan yang semakin lama semakin bertambah sangat mempengaruhi kondisi lalu lintas. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik lalu lintas simpang bersinyal dan pengaruh proporsi sepeda motor terhadap panjang antrian kendaraan pada simpang bersinyal Jalan Yos Sudarso Paal 2 Manado. Analisis data diawali dengan menghitung nilai kepadatan lalu lintas kemudian menghitung karakteristik lalu lintas antara volume, kecepatan dan kepadatan. Karakteristik lalu lintas dihitung dengan metode greenshield, greenberg dan underwood. Hasil dari perhitungan karakteristik lalu lintas diambil nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi kemudian dilanjutkan dengan perhitungan gelombang kejut (Shock wave). Penelitian ini dilanjutkan dengan pembagian proporsi sepeda motor untuk setiap ruas Jalan. Pemodelan simulasi lalu lintas dengan software PTV Vissim, untuk membandingkan hasil nilai panjang antrian dengan hasil hitungan analisa gelombang kejut. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa bertambahnya proporsi sepeda motor pada suatu ruas jalan maka secara langsung panjang antrian kendaraan juga akan meningkat. Pada kenyataan lebih disarankan memakai hasil panjang antrian dari simulasi PTV Vissim karena memiliki nilai yang lebih menggambarkan dengan kondisi sebenarnya..*

**Kata Kunci:** Gelombang kejut, panjang antrian, sepeda motor, vissim.

### **Abstract**

*The increasing number of vehicles greatly affects traffic conditions. This study aims to analyze the traffic characteristics of signalized intersections and the effect of the proportion of motorcycles on the length of the vehicle queue at the Jalan Yos Sudarso Paal 2 Manado signalized intersection. Data analysis begins with calculating the value of traffic density then calculating traffic characteristics between volume, speed and density. Traffic characteristics are calculated using the greenshield, greenberg and underwood methods. The results of the calculation of traffic characteristics are taken the highest coefficient of determination ( $R^2$ ) then continued with the calculation of shock waves. This research is continued with the distribution of the proportion of motorcycles for each road section. Traffic simulation modeling with PTV Vissim software, to compare the results of the queue length value with the results of the shock wave analysis calculation. Based on the results of the study, it is found that as the proportion of motorcycles increases on a road section, the length of the vehicle queue will also increase directly. In reality, it is more advisable to use the results of the queue length from the PTV Vissim simulation because it has a value that better describes the actual conditions.*

**Keywords:** Shock wave, queue length, motorcycle, vissim.



## 1. PENDAHULUAN

Jumlah kendaraan sepeda motor yang semakin lama semakin meningkat sangat mempengaruhi suatu ruas jalan. Berdasarkan data badan pusat statistik, pada tahun 2020 mencapai 115.023.039 unit, kemudian pada tahun 2021 mencapai 120.042.298 unit dan pada tahun 2022 mencapai 125.305.332 unit (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024). Tingginya angka penggunaan sepeda motor menimbulkan pengaruh yang besar pada lalu lintas sehingga terjadinya kemacetan yang menyebabkan Panjang antrian kendaraan suatu ruas jalan. Panjang antrian dapat dinyatakan sebagai berkumpulnya kendaraan di suatu ruas jalan, yang dimana kapasitas dari ruas jalan tersebut sudah tidak memadai untuk menampung jumlah kendaraan yang ada (Putra A et al., 2022).

Sepeda motor adalah kendaraan bermotor dengan roda 2 (dua) dan roda 3 (tiga) yang panjangnya tidak lebih dari 2,5 m (Dirjen Bina Marga, 2023). Banyaknya kendaraan bermotor yang ada berimbang pada banyak faktor, diantaranya meningkatnya permasalahan-permasalahan transportasi, diantaranya kemacetan, kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas serta terjadinya polusi udara dan suara yang semakin tinggi (Mayasari Rika, 2009). bertambahnya jumlah kendaraan bermotor tidak hanya sebatas pembuatan prasarana pelebaran jalan, dan pekerjaan perbaikan perk殷asaran jalan tetapi adanya pengendalian sehingga dapat mengurangi bahkan mengatasi kemacetan suatu jalan.

Pada simpang dengan menggunakan sinyal, arus kendaraan memasuki simpang secara bergantian yang diatur dengan menggunakan lampu lalu lintas (Risdiyanto, 2014). Kecenderungan pengemudi sepeda motor untuk mengambil posisi terdepan pada antrian, hal ini bisa terlihat dari analisa lebih dari 50% sepeda motor berada pada sepertiga pertama penggalan waktu hijau atau penggalan waktu satu sampai tiga (Murtiono S Eko et al., 2002). Pada kenyataannya pada titik simpang inilah yang merupakan lokasi yang menimbulkan kemacetan yang berdampak pada panjang antrian kendaraan. Jumlah kendaraan bermotor inilah yang sangat mempengaruhi kepadatan suatu simpang jalan, terlebih lagi pada jalan dengan simpang bersinyal. Pada saat jam sibuk atau jam puncak biasanya panjang antrian dapat terjadi. Kondisi panjang antrian ini juga yang harus diperhatikan selain pada saat lampu merah menyala, dapat juga terjadi ketika ada perbaikan jalan atau adanya halangan akibat kecelakaan lalu lintas.

Perubahan proporsi sepeda motor memberikan berbagai dampak terhadap operasi arus lalu lintas (Kusnandar Erwin, 2010). Sepeda motor memanfaatkan ruang antar kendaraan lain sehingga memiliki lajur tersendiri, tanpa mempengaruhi penggunaan ruang kendaraan lain khususnya mobil penumpang (Sadili Rachmat, 2011). Pada masa ini cukup banyak penggunaan kendaraan sepeda motor sebagai sarana transportasi. Hal ini cukup wajar karena biaya transportasi cenderung lebih kecil dibandingkan dengan kendaraan lainnya. Tetapi memiliki dampak lain dimana jumlah kendaraan sepeda motor yang semakin banyak setiap tahunnya yang membuat kemacetan suatu jalan, terlebih lagi pada simpang bersinyal, ketika terjadi kondisi lampu merah menyala maka akan membuat kemacetan suatu ruas jalan, dan pada beberapa kasus kendaraan sepeda motor dapat cenderung berhenti melebihi batas lajur yang ada. Kondisi ini jika dibiarkan dapat juga menimbulkan konflik antar kendaraan, dimana proporsi sepeda motor yang cukup tinggi inilah yang bahkan melebihi jumlah kendaraan lainnya pada suatu ruas jalan. Dari latar belakang inilah sehingga penulis merasa perlu mempelajari pengaruh proporsi sepeda motor terhadap panjang antrian kendaraan pada simpang bersinyal.

## **2. METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan teknik observasi langsung. Teknik observasi langsung merupakan teknik pengumpulan data dimana peneliti mengadakan pengamatan secara langsung terhadap gejala-gejala subjek yang diteliti. Pengambilan data ini dilakukan selama 3 hari, dimulai pada Pukul 07.00 Wita Sampai Pukul 19.00 Wita. Lokasi penelitian pada jalan Yos Sudarso simpang bersinyal patung kuda Paal 2. Data yang dikumpulkan yaitu kecepatan kendaraan, volume lalu lintas, waktu siklus dan geometrik jalan. data yang diperoleh kemudian dihitung nilai volume kendaraan dalam satuan smp/jam. Setiap data kendaraan dari hasil survei dikalikan dengan faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) sesuai dengan pedoman kapasitas jalan Indonesia (PKJI) 2023 maka diperoleh volume lalu lintas setiap 15 menit. Data kecepatan berdasarkan hasil survei setiap 15 menit kemudian dirata-ratakan dan dibagi jarak tempuh sehingga diperoleh kecepatan dalam satuan km/jam. Nilai kepadatan diperoleh dari hasil pembagian antara volume dan kecepatan.

Selanjutnya dilakukan perhitungan hubungan matematis dari volume, kecepatan, dan kepadatan dengan model *greenshield*, *greenberg*, dan *underwood*. Model-model tersebut diperoleh hubungan karakteristik lalu lintas yaitu kecepatan – volume, kepadatan – volume dan kepadatan – kecepatan. Kemudian dilanjutkan dengan analisa *shock wave* (gelombang kejut) untuk mendapatkan nilai panjang antrian kendaraan. Dalam penelitian ini kemudian dilakukan simulasi menggunakan software PTV Vissim. Hasil simulasi diperoleh panjang antrian kendaraan. Selanjutnya dilakukan pembagian berdasarkan proporsi sepeda motor yang didapatkan berdasarkan hasil survei. Pembagian proporsi sepeda motor dibuat dalam 35%, 45%, 55% dan 65%. Pembagian proporsi sepeda motor ini dikerjakan lagi lewat Analisa *Shock wave* (Gelombang Kejut) dan Simulasi software PTV Vissim.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### *3.1 Hubungan matematis volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas di simpang bersinyal jalan Yos Sudarso Paal 2.*

Arus lalu-lintas adalah sebuah proses stokastik, dengan variasi-variasi acak dalam hal karakteristik kendaraan dan karakteristik pengemudi serta interaksi di antara keduanya (Khisty C. J. and Lall B., 2005). Karakteristik lalu lintas yang digunakan yaitu volume, kecepatan dan kepadatan. Data perhitungan volume, kecepatan dan kepadatan kemudian dilanjutkan dengan perhitungan karakteristik lalu lintas dengan menggunakan model *greenshield*, *greenberg* dan *underwood*. Model karakteristik lalu lintas ini untuk mendapatkan hubungan matematis antara kecepatan – kepadatan, Volume – kepadatan dan kecepatan – Volume, selain itu untuk mendapatkan nilai maksimum dari volume, kecepatan dan kepadatan. Berikut ini adalah model karakteristik lalu lintas untuk jalur kiri pendekat Tikala.

**Tabel 1.** Model Hubungan karakteristik Volume, Kecepatan dan Kepadatan  
Hari Jumat, 17 Februari 2023 untuk jalur kiri

Jenis Model	Hubungan Karakteristik	Model Hubungan Matematis
Greenshield	Kepadatan dan Kecepatan	$S = 41,099525 - 1,2264149 D$
	Kepadatan dan Volume	$V = 41,099525 D - 1,226415 D^2$
	Kecepatan dan Volume	$V = 33,511927 S - 0,815385 S^2$
Greenbeerg	Kepadatan dan Kecepatan	$S = 54,601441 - 11,4235 \ln D$
	Kepadatan dan Volume	$V = 54,601441 D - 11,4235 D \cdot \ln D$
	Kecepatan dan Volume	$V = 119,07417 S \cdot e^{-0,0875388 S}$
Underwood	Kepadatan dan Kecepatan	$S = 37,597915 \cdot e^{-0,04519877 D}$
	Kepadatan dan Volume	$V = 37,597915 D \cdot e^{-0,04519877 D}$
	Kecepatan dan Volume	$V = 80,244407 S - 22,124495 S \cdot \ln S$

### 3.2 Koefisien determinasi

Koefisien determinasi dapat disebut juga dengan koefisien penentu sampel artinya menyatakan proporsi variasi dalam nilai y (peubah tidak bebas) yang disebabkan oleh hubungan linier dengan x (peubah bebas) berdasarkan persamaan (model matematis) regresi yang didapat (Lefrandt L. I. R, 2012). Untuk nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) didapatkan nilai maksimum pada hari Jumat, 17 Februari 2023.

**Tabel 2.** Nilai koefisien Determinasi  $R^2$  Maksimum untuk model greenshield, Greenberg dan Underwood hari Jumat, 17 Februari 2023

Pendekat Jalan	Koefisien Deteminasi ( $R^2$ )		
	Greenshield	Greenberg	Underwood
Pendekat Tikala	0,5659	0,5107	0,5859
Pendekat Kairagi	0,7265	0,6975	0,7526
Pendekat Perkamil	0,6411	0,7549	0,8068
Pendekat Terminal Paal 2	0,2273	0,2522	0,2057

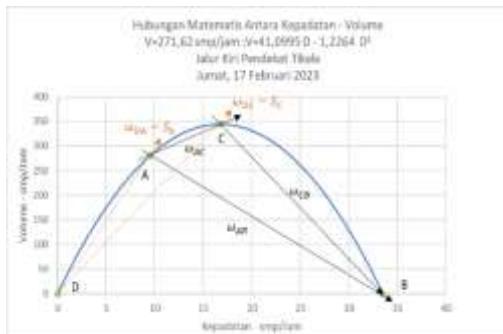
### 3.3 Siklus lampu lalu lintas

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga-warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan lalu-lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu (Dirjen Bina Marga, 1997). Fase pertama dimulai dari arah timur yaitu pendekat Tikala, kemudian ke arah utara yaitu pendekat Kairagi, dan terakhir ke arah barat yaitu pendekat Perkamil. Fase 1 memiliki waktu hijau 36 detik dan waktu merah 155 detik, fase kedua memiliki waktu hijau 107 detik dan waktu merah 84 detik, dan fase ketiga memiliki waktu hijau 165 detik dan waktu merah 26 detik. Semuanya memiliki waktu kuning yang sama yaitu 3 detik.

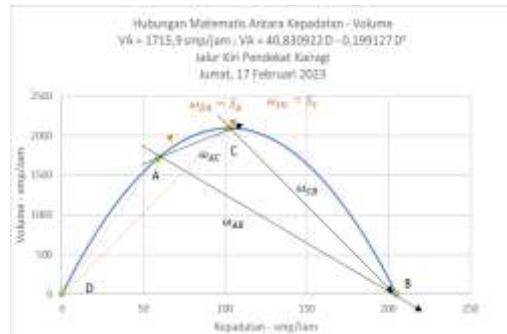
### 3.4 Gelombang kejut

Perhitungan gelombang kejut berdasarkan nilai durasi lampu merah (r) untuk mendapatkan nilai panjang antrian kendaraan. Gelombang kejut yang terjadi baik pada persimpangan berlampu lalu-lintas maupun pada ruas jalan yang terhambat berpengaruh terhadap pergerakan kendaraan, keadaan ini diperlihatkan dengan terjadinya antrian, semakin besar nilai gelombang kejut, maka semakin panjang pula antrian yang terjadi pada lengan persimpangan jalan yang diteliti (Zulfazli, 2016). Untuk pendekat Tikala dan pendekat Perkamil memiliki nilai

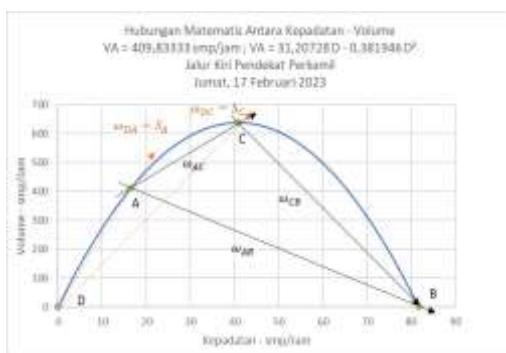
lampu merah 155 detik, pendekat Kairagi memiliki nilai 84 detik dan pendekat terminal Paal 2 memiliki nilai 165 detik. Berikut ini adalah gambar hubungan matematis kepadatan - volume dan karakteristik gelombang kejut tiap pendekat jalan (lihat Gambar 1-4).



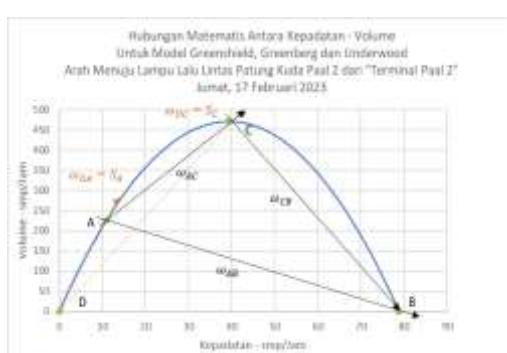
Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4

**Tabel 3.** Karakteristik gelombang kejut jalur kiri pendekat Tikala

VA	DA	VC	DC	r	t3-t2	QM	ωAC	t4-t2=T
smp/Jam	smp/km	smp/Jam	smp/km	detik	detik	Km	Km/Jam	detik
280,558	9,544	344,331	16,755	155	205,15	1,171	8,843	681,898
280,558	9,544	344,331	16,755	156	206,48	1,178	8,843	686,297
280,558	9,544	344,331	16,755	157	207,80	1,186	8,843	690,697
280,558	9,544	344,331	16,755	158	209,13	1,193	8,843	695,096

**Tabel 4.** Karakteristik gelombang kejut jalur kiri pendekat Kairagi

VA	DA	VC	DC	r	t3-t2	QM	ωAC	t4-t2=T
smp/Jam	smp/km	smp/Jam	smp/km	detik	detik	Km	Km/Jam	detik
1715,9	59,002	2093,093	102,524	84	113,875	0,6457	8,6665	382,126
1715,9	59,002	2093,093	102,524	85	115,231	0,6534	8,6665	386,676
1715,9	59,002	2093,093	102,524	86	116,586	0,6611	8,6665	391,225
1715,9	59,002	2093,093	102,524	87	117,942	0,6688	8,6665	395,774

**Tabel 5.** Karakteristik gelombang kejut jalur kiri pendekat Perkamil

VA smp/Jam	DA smp/km	VC smp/Jam	DC smp/km	r detik	t3-t2 detik	QM Km	$\omega_{AC}$ Km/Jam	t4-t2=T detik
409,833	16,44	637,4558	40,853	155	104,387	0,4524	9,3241	279,0769
409,833	16,44	637,4558	40,853	156	105,061	0,4553	9,3241	280,8774
409,833	16,44	637,4558	40,853	157	105,734	0,4582	9,3241	282,6779
409,833	16,44	637,4558	40,853	158	106,407	0,4612	9,3241	284,4784

**Tabel 6.** Karakteristik gelombang kejut jalur kiri pendekat terminal Paal 2

VA smp/Jam	DA smp/km	VC smp/Jam	DC smp/km	r detik	t3-t2 detik	QM Km	$\omega_{AC}$ Km/Jam	t4-t2=T detik
225,333	10,94	471,1927	39,4017	165	63,391	0,2107	8,6383	151,224
225,333	10,94	471,1927	39,4017	166	63,775	0,2120	8,6383	152,141
225,333	10,94	471,1927	39,4017	167	64,159	0,2133	8,6383	153,057
225,333	10,94	471,1927	39,4017	168	64,543	0,2145	8,6383	153,974

### 3.5 Proporsi sepeda motor

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan analisa *shock wave* untuk tiap proporsi sepeda motor, data yang diambil yaitu proporsi sepeda motor yang terdiri dari proporsi sepeda motor 35%, 45%, 55% dan 65%. Nilai ke empat proporsi SM tersebut diambil dari nilai VA pada tabel gelombang kejut. Dengan memasukan nilai-nilai yang sama maka akan didapatkan nilai gelombang kejut  $\omega_{AB}$ ,  $\omega_{DB}$ ,  $\omega_{DA}$ ,  $\omega_{DC}$ ,  $\omega_{CB}$ . Durasi lampu merah yang digunakan sesuai data survey lapangan dan nilai R<sup>2</sup> digunakan juga sebagai acuan dalam perhitungan gelombang kejut untuk mendapatkan nilai panjang antrian.

**Tabel 7.** Rekapitulasi Hasil Analisa Shockwave untuk tiap proporsi Sepeda Motor

No	Nama Pendekat	Nilai Proporsi SM	Volume Maksimum (smp/jam)	Kepadatan Maksimum (Smp/Km)	Volume Proporsi SM (Smp/jam)	Nilai R (Detik)	Panjang Antrian Max (m)
1	Tikala	35%	258,35	13,11	70,989	155	147,84
		45%	258,35	13,11	91,271	155	206,57
		55%	258,35	13,11	111,554	155	277,09
		65%	258,35	13,11	131,836	155	363,96
2	Kairagi	35%	1479,17	74,49	409,967	84	81,64
		45%	1479,17	74,49	527,100	84	114,19
		55%	1479,17	74,49	644,233	84	153,37
		65%	1479,17	74,49	761,367	84	201,79
3	Perkamil	35%	415,81	26,71	90,271	155	87,26
		45%	415,81	26,71	116,063	155	119,19
		55%	415,81	26,71	141,854	155	155,51
		65%	415,81	26,71	167,646	155	197,37
4	Terminal	35%	334,07	28,31	51,928	165	47,67
		45%	334,07	28,31	66,765	165	63,78
		55%	334,07	28,31	81,602	165	81,29
		65%	334,07	28,31	96,438	165	100,42

### 3.6 Simulasi PTV Vissim

PTV Vissim merupakan program mikrosimulasi untuk melakukan perencanaan, analisis, dan optimasi lalu lintas yang mampu melakukan simulasi untuk kendaraan pribadi, transportasi umum, aliran lalu lintas multimoda dan rekayasa pedestrian yang dapat dikalibrasi berdasarkan perilaku masing-masing (Rizqiah F Berlian et al., 2021). Data yang dimasukan dalam PTV Vissim yaitu data geometrik jalan, volume kendaraan, kecepatan kendaraan, jenis kendaraan dan lampu sinyal. Berdasarkan hasil survey pada simpang bersinyal jalan Yos Sudarso Paal 2, diperoleh volume tertinggi yaitu pada hari Jumat, pukul 14.00 – 15.00 wita dengan total volume kendaraan 5987 Kend/jam. Untuk nilai volume dan kecepatan diambil pada kondisi volume tertinggi yaitu pada hari Jumat Pukul 14.00 – 15.00 Wita. Adapun dalam pemodelan simulasi PTV Vissim di simpang bersinyal patung kuda Paal 2 harus dilakukan kalibrasi dan validasi. Kalibrasi dan validasi model Vissim dilakukan untuk mengetahui apakah model Vissim sudah menggambarkan kondisi di lapangan atau belum dengan menggunakan uji statistik (Jepriadi Cornelius, 2022).

#### 3.6.1 Kalibrasi PTV Vissim

Pada simulasi Vissim, *driving behaviour* merupakan bentuk kalibrasi dalam proses simulasi, dimana kalibrasi ini diharapkan dapat mewakili kondisi lalu lintas yang dapat menyerupai kondisi sebenarnya. Parameter *Car following model W-74* yaitu *average standstill distance*, *additive part of safety distance* dan *multiplicative part of safety distance* merupakan parameter yang penting dalam Vissim 11 (Anggoro E Doni, Kusuma Andika, 2019).

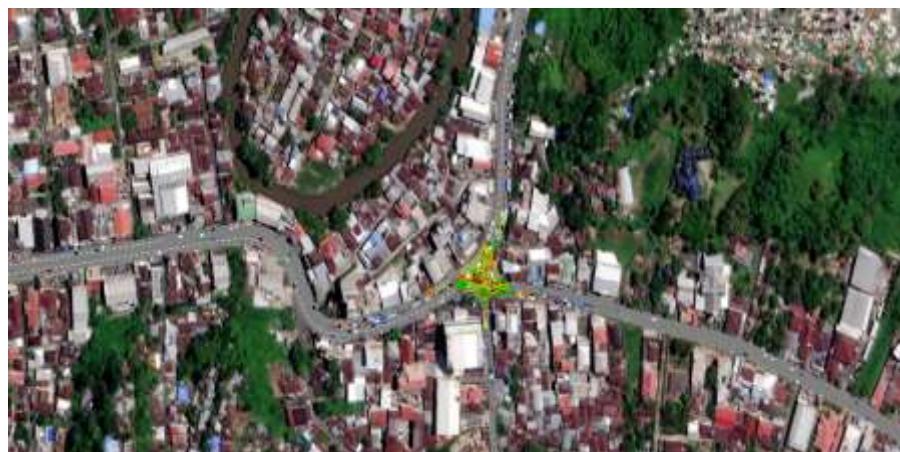
#### 3.6.2 Validasi hasil simulasi PTV VISSIM

Validasi adalah untuk menguji kebenaran kalibrasi dan hasil simulasi yang telah dikerjakan berdasarkan input volume kendaraan dan output kendaraan yang keluar dalam simulasi PTV Vissim. Model simulasi dinyatakan valid apabila memenuhi persyaratan jika keluaran data model mendekati data observasi lapangan (Aprilya Sonia et al., 2021). Simulasi vissim dilakukan 5 Kali dengan *randomseed* yang berbeda dan *link* jalan harus dibuat panjang untuk mengetahui panjang antrian sebenarnya yang terjadi. hasil simulasi kemudian dilakukan uji validasi yaitu validasi nilai perbandingan volume dan uji statistik GEH yang terdiri dari validasi nilai perbandingan volume harus  $\leq 15\%$  dan Uji Statistik GEH  $< 5$  (Romadhona J Prima et al., 2019). Berikut ini adalah kalibrasi, gambar dan hasil validasi simulasi PTV Vissim.

**Tabel 8.** Parameter Kalibrasi Driving Behaviour Pada Simulasi PTV. Vissim.

No	Parameter Kalibrasi <i>Driving behaviour</i>	Nilai Awal	Nilai Kalibrasi
1	Following :		
	- Look Ahead Distance :		
	Minimum	0	0 m
	Maximum	250	225 m
	Number of interaction object	4	8
	- Look Back Distance :		
	Minimum	0	15 m
	Maximum	150	100 m
2	Car Following Model		
	- Model Parameter :		

Average standstill distance	2 m	0,2 m
Additive part of safety distance	2	0,3
Multiplic. Part of safety distance	3	0,4
<b>3 Lane Change</b>		
- Free Lane Selection	-	Pilih
- Wating Time Before diffusion	60 s	180 s
- Min. clearance (front/rear)	0,5 m	0,3 m
- safety distance reduction factor	0,6	0,6
<b>4 Lateral</b>		
	middle of	
- Desired position at free flow	lane	any
- minimum longitudinal speed	3,6 km/h	0 km/h
- Overtake on same lane :		
Overtake left (default)	-	✓
Overtake right (default)	-	✓
- minimum lateral distance :		
distance standing	0,2 m	0,2 m
distance driving	1 m	0,4 m
- Exception for overtaking vehicles of the		
following vehicle classes :		
Vehicle class :		
Kendaraan Ringan (KR) :		
● LastDistStand	-	0,2
● LastDIstDrive	-	1
Kendaraan Sedang (KS)		
● LastDistStand	-	0,5
● LastDIstDrive	-	1,5
Sepeda Motor (SM)		
● LastDistStand	-	0,1
● LastDIstDrive	-	0,3



**Gambar 5.** Gambar hasil simulasi PTV Vissim.

**Tabel 9.** Queue result volume kendaraan maksimum

No	Lokasi Pendekat Panjang Antrian	Lokasi Queue Counter	Hasil Simulasi Panjang Antrian (m)					Panjang Antrian Per Pendekat (m)
			SimRun 1	SimRun 2	SimRun 3	SimRun 4	SimRun 5	
			(RS 42)	(RS 43)	(RS 44)	(RS 45)	(RS 45)	
1	Tikala	Tikala 1	162,86	185,88	220,36	225,02	302,30	219,29
		Tikala 2	21,27	29,86	35,11	0,00	13,44	
2	Kairagi	Kairagi 1	512,31	512,39	512,40	512,35	512,31	469,81
		Kairagi 2	510,19	510,17	405,97	199,82	510,20	
3	Perkamil	Perkamil 1	239,59	285,98	244,49	264,20	273,23	237,73
		Perkamil 2	255,31	168,68	259,13	187,31	199,41	
4	Terminal Paal 2	Terminal Paal 2	113,76	140,17	200,50	130,61	160,03	149,01

**Tabel 10.** Validasi persentasi selisih jumlah kendaraan

No	Lokasi DCP	Volume Input Vissim	Hasil simulasi output volume kendaraan (vehs all)					% Selisih (10)/(3)
			SimRun 1	SimRun 2	SimRun 3	SimRun 4	SimRun 5	
			(RS 42)	(RS 43)	(RS 44)	(RS 45)	(RS 46)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9) (11)
1	Tikala	2056	2057	2067	2017	1964	2027	2026 1,44
2	Kairagi	3103	2876	2828	2924	2956	3031	2923 5,80
3	Perkamil	491	494	459	483	485	482	480,6 2,11
4	Terminal Paal 2	337	330	328	327	318	301	320,8 4,80

**Tabel 11.** Validasi nilai GEH volume kendaraan maksimum

No	Data Collection Measurement (DCP)	Nilai validasi GEH					Rata-rata
		SimRun 1	SimRun 2	SimRun 3	SimRun 4	SimRun 5	
		(RS 42)	(RS 43)	(RS 44)	(RS 45)	(RS 46)	
1	Tikala	0,022	0,242	0,864	2,052	0,642	0,764
2	Kairagi	4,152	5,050	3,261	2,671	1,300	3,287
3	Perkamil	0,135	1,468	0,363	0,272	0,408	0,529
4	Terminal Paal 2	0,383	0,494	0,549	1,050	2,016	0,898

Hasil perbandingan volume diperoleh semua nilai berada dibawah  $\leq 15\%$  dan uji statistik GEH semua nilai  $< 5$ , maka nilai validasi memenuhi syarat. Dilakukan kembali simulasi vissim untuk proporsi SM 35%, proporsi SM 45%, proporsi SM 55%, dan proporsi SM 65%. Nilai Proporsi sepeda motor tersebut diambil pada volume kendaraan sedang dijumlahkan dengan kendaraan ringan pada kondisi volume maksimum. Berikut adalah rekaptulasi simulasasi PTV VISSIM Per proporsi kendaraan.

**Tabel 12.** Hasil Rekapitulasi Simulasi Vissim per proporsi SM

Nama Pendekat	Proporsi Sepeda Motor (SM)	Jumlah SM	Total Volume Kendaraan	Validasi Nilai GEH	Panjang Antrian Maksimum (m)
Tikala	35%	396	1527	1,1257	71,87
	45%	509	1640	1,0573	103,73
	55%	623	1754	0,9355	148,91
	65%	736	1867	0,8976	153,54
Kairagi	35%	522	2013	1,0772	342,77
	45%	671	2162	1,0426	366,34
	55%	821	2312	0,7813	400,88
	65%	970	2461	0,7642	435,42
Perkamil	35%	91	350	0,7288	96,26
	45%	117	376	0,5804	112,43
	55%	143	402	0,5229	124,47
	65%	169	428	0,6056	170,69
Terminal	35%	58	223	0,7485	54,38
Paal 2	45%	75	240	0,8000	60,26
	55%	91	256	0,7224	58,41
	65%	108	273	0,5910	63,01

Terdapat hasil yang berbeda pada Analisa *shock wave* dan simulasasi PTV Vissim, pada analisa *shock wave*, karakteristik lalu lintas (Volume, kecepatan dan kepadatan) dianalisa dengan model *greenshield*, *greenberg* dan *underwood*. Selanjutnya digunakan model *greenshield* untuk mendapatkan nilai volume dan kepadatan. Kemudian diperoleh nilai panjang antrian berdasarkan nilai durasi lampu merah efektif ( $r$ ).

Pada simulasasi PTV Vissim data volume, kecepatan, geometrik jalan dan durasi lampu sinyal langsung dimasukan, kemudian dilakukan kalibrasi *driving behaviour* dan *conflict area*. Parameter *driving behaviour* (perilaku mengemudi) diatur sesuai kondisi lalu lintas sebenarnya, sedangkan *conflict area* diatur sesuai arah kendaraan pada saat berjalan dan menunggu sementara pada simpang bersinyal. Adanya kalibrasi *driving behaviour* dan *conflict area* pada simulasasi PTV Vissim membedakan hasil Panjang antrian dengan analisa gelombang kejut.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil model hubungan karakteristik volume, kecepatan dan kepadatan dinyatakan lewat model *greenshield* dimana nilai hubungan antara kecepatan dan kepadatan mengikuti fungsi linear dan menyatakan apabila kepadatan lalu lintas meningkat maka kecepatan akan menurun, volume lalu lintas akan menjadi nol apabila kepadatan sangat tinggi sehingga tidak memungkinkan kendaraan untuk bergerak lagi atau bisa disebut juga macet total. Model *greenberg* kurang valid digunakan, karena model ini untuk kepadatan yang kecil atau kepadatan mendekati nol, maka kecepatan bernilai sangat besar (tak terhingga). Model *underwood* Kurang valid untuk kepadatan yang tinggi, karena kecepatan tidak pernah mencapai nol pada saat kepadatan yang tinggi.

Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang digunakan yaitu model *greenshield* pada hari Jumat, 17 Februari 2023 dengan nilai pada pendekat Tikala 0,5659, pendekat Kairagi 0,7265, pendekat Perkamil 0,6411 dan pendekat terminal Paal 2 yaitu 0,2273. Pada simpang bersinyal jalan Yos Sudarso Paal 2 terdapat proporsi kendaraan sepeda motor yang cukup tinggi yang terjadi pada hari Jumat 17 Februari 2023. Jumlah proporsi sepeda motor dengan panjang antrian tertinggi yaitu pada proporsi sepeda motor 65%. Pada pendekat Tikala jalur kiri dengan proporsi sepeda motor 65%, panjang antrian pada analisa *shock wave* 363,96 m dan simulasi PTV Vissim 153,54 m. Pada pendekat Kairagi jalur kiri dengan Proporsi sepeda motor 65%, panjang antrian pada analisa *shock wave* 201,79 m dan simulasi PTV Vissim 435,42 m. Pada pendekat Perkamil jalur kiri dengan proporsi sepeda motor 65%, panjang antrian pada analisa *shock wave* 197,37 m dan simulasi PTV Vissim 170,69 m dan pada pendekat terminal Paal 2 jalur kiri dengan proporsi sepeda motor 65%, panjang antrian pada analisa *shock wave* 100,42 m dan simulasi PTV Vissim 63,01 m. Berdasarkan Hasil perhitungan analisa *shock wave* dan Simulasi PTV Vissim, pada kondisi maksimum didapatkan Panjang antrian yaitu pendekat Tikala = 1171,11 m, pendekat Kairagi = 645,78 m, pendekat Perkamil = 452,45 m, dan pendekat terminal Paal 2 = 210,76 m. sedangkan pada simulasi PTV Vissim didapatkan panjang antrian pendekat Tikala = 219,29 m, pendekat Kairagi = 469,81 m, pendekat Perkamil = 237,73 dan pendekat terminal Paal 2 = 149,01 m. Pada kondisi kenyataan lebih disarankan memakai hasil panjang antrian dari simulasi PTV Vissim karena memiliki nilai yang lebih menggambarkan dengan kondisi sebenarnya. Dimana pada Simulasi PTV Vissim menggunakan input kalibrasi yaitu perilaku pengendara (*driving behaviour*) dan *conflict area* pada simpang bersinyal yang dapat menggambarkan kondisi lalu lintas yang terjadi sesuai kondisi kenyataan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anggoro E Doni., Kusuma Andyka., (2019). Kalibrasi Mikrosimulasi Ptv Vissim 11 Pada Simpang Bersinyal. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana, Departemen Teknik Sipil FT-UI*.
- Aprilya Sonia., Yulianto Budi., Setiono., (2021). Analisis Kinerja Simpang Tiga Sriwedari Menggunakan Program Simulasi PTV Vissim. *Jurnal Matriks Teknik Sipil* Vol. 9, No. 4, 226–231.
- Badan Pusat Statistik Indonesia, (2024). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 2021-2022.: <Https://www.Bps.Go.Id/Statistics-Table/2/NTcjMg%3D%63D/Perkembangan-Jumlah-Kendaraan-Bermotor-Menurut-Jenis.Html>.

- Dirjen Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) (Vol. 1, Issue I)*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Dirjen Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Jepriadi Kornelius. (2022). Kalibrasi Dan Validasi Model Vissim Untuk Mikrosimulasi Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Tol Dengan Lajur Khusus Angkutan Umum (LKAU). *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)* Volume 9 No. 2, 110–118.
- Khisty C. J. and Lall B., (2005). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi (Third)*. Penerbit Erlangga.
- Kusnandar Erwin. (2010). Pengaruh Proporsi Sepeda Motor Terhadap Kecepatan Arus Lalu Lintas. *Puslitbang Jalan Dan Jembatan. Puslitbang Jalan Dan Jembatan*.
- Lefrandt, L. I. R., (2012). Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Piere Tendean Manado Pada Kondisi Arus Lalu Lintas Satu Arah. *TEKNO-SIPIL* Volume 10, No. 57, 21–26.
- Mayasari Rika. 2009. Analisis Efektifitas Lampu Lalu Lintas Di Kota Surakarta. Fakultas keguruan dan ilmu Pendidikan, Surakarta.
- Murtiono S Eko., Priyono Y. E. Epf., Siswanto Joko., (2002). Pengaruh Sepeda Motor Di Persimpangan Jalan Dengan Pengatur Lampu Lalu Lintas Di Kendal. *PILAR* Volume 10, Nomor 1:47–56.
- Putra A., Nuhun R., Ahmad S., Iqbal M., (2022). Pengaturan Panjang Antrian Pada Simpang Bersinyal Berdasarkan Volume Dan Komposisi Lalu Lintas. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Volume 10, 34–45.
- Risdiyanto. (2014). *Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas: eori Dan Aplikasi*. Yogyakarta: LeutikaPrio.
- Rizqiah F Berlian., Yulianto Budi., Setiono., (2021). Analisis Model Simpang Ngapeman Menggunakan Program Simulasi Ptv Vissim. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL* Vol. 9, No. 4, 239–43.
- Romadhona J Prima., Ikhsan N. Tsaqif., Prasetyo Dika., (2019). *APLIKASI PERMODELAN LALU LINTAS: PTV VISSIM 9.0 (Modelling Basic Using Microscopic Trafic Flow Simulation)*.
- Sadili Rachmat. (2011). Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Campuran Dengan Variasi Komposisi Kendaraan Sepeda Motor Pada Jalan Di Daerah Perkotaan. Pasca sarjana fakultas Teknik, Depok.
- Zulfhazli. (2016). Analisa Gelombang Kejut Pada Lengan Persimpangan Terhadap Aliran Arus Lalulintas. *Teras Jurnal* Vol.6, No.2.