

ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL BERBASIS SOFTWARE VISSIM DI BANYUWANGI

Andi Rizki Maulana¹, Yohanes Pracoyo Widi Prasetyo², Heri Sujatmiko³
andirizkimaulana7@gmail.com¹, widiprasetyo@untag-banyuwangi.ac.id²,
heri.untag@yahoo.com³

Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi

ABSTRAK

Kepadatan arus lalu lintas di persimpangan disebabkan karena terletak pada kawasan komersial sehingga memiliki lalu lintas yang kompleks. Metode PKJI digunakan untuk menganalisa kinerja simpang bersinyal tersebut. data primer dan sekunder diperoleh dari Dinas PUPR Kabupaten Banyuwangi dan Dinas Perhubungan Kabupaten Banyuwangi, hasil data yang telah dianalisa menggunakan metode PKJI, akan disimulasikan menggunakan software Vissim. Hasil analisis kinerja simpang bersinyal dalam kondisi eksisting diperoleh nilai $[D]_J$ Utara = 0.930, Timur = 0.868, Barat = 0.336 dan waktu tundaan 150,3 det/smp sedangkan pada permodelan Vissim menghasilkan output $[D]_J$ Utara = 0.985, Timur = 0.894 Barat = 0.290 dan waktu tundaan 51,08 det/smp dengan tingkat pelayanan simpang D. Metode perbaikan kinerja simpang yang paling efektif adalah dengan melakukan perubahan waktu siklus dengan alternatif 1 yang meningkatkan tingkat pelayanan simpang menjadi LoS D, dan lama tundaan dengan tingkat pelayanan simpang menjadi LoS D, dimana hasil dari optimasi menjadi lebih baik dari kondisi eksisting sebelumnya. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam peningkatan efisiensi sistem transportasi di Kabupaten Banyuwangi.

Kata Kunci: Kepadatan Arus Lalu Lintas, Simpang Bersinyal, Metode PKJI, Vissim, Tingkat Pelayanan Simpang.

ABSTRACT

The traffic density at the Lateng intersection is caused by its location in a commercial area with many shops or shopping centers, resulting in complex traffic and a significant increase in vehicle volume passing through the intersection. This condition is a serious concern as the intersection serves as a main access point to downtown Banyuwangi. The PKJI method is used to analyze the performance of this signalized intersection. Primary and secondary data were obtained from the Banyuwangi Regency Public Works and Spatial Planning Office and the Banyuwangi Regency Transportation Office. The data analyzed using the PKJI method will be simulated using Vissim software. The performance analysis results of the signalized intersection in the existing condition show a $[D]_J$ value of 0.930 for the north, 0.868 for the east, 0.336 for the west, and a delay time of 150.3 seconds/vehicle. In contrast, the Vissim modeling output shows a $[D]_J$ value of 0.985 for the north, 0.894 for the east, 0.290 for the west, and a delay time of 51.08 seconds/vehicle, with an intersection service level of D. The most effective method to improve intersection performance is to change the cycle time with alternative 1, which improves the intersection service level to LoS D and reduces the delay time, making the optimization results better than the previous existing condition. Thus, it is hoped that this research will contribute significantly to improving the efficiency of the transportation system in Banyuwangi Regency.

Keywords: Traffic density, signalized intersection, PKJI method, Vissim, Intersection performance level.

PENDAHULUAN

Simpang Lateng merupakan salah satu simpang bersinyal yang berada di Kabupaten Banyuwangi, simpang ini terletak pada kawasan komersial yang terdapat banyak pertokoan atau pusat perbelanjaan, sehingga memiliki lalu lintas yang kompleks,

volume

kendaraan yang melintasi simpang meningkat signifikan, tingginya volume tersebut dipengaruhi oleh hambatan samping seperti kegiatan perdagangan, aktivitas sosial, dan kendaraan parkir sembarangan ditepi jalan. Fenomena ini menjadi penyebab utama kemacetan dan tundaan lalu lintas, yang berdampak pada peningkatan kepadatan lalu lintas disimpang Lateng. Kondisi ini menjadi perhatian serius karena simpang tersebut merupakan akses utama menuju pusat Kota Banyuwangi [1]. Arus lalu lintas yang mengalami peningkatan volume kendaraan akan menyebabkan terjadinya kemacetan, sehingga arus lalu lintas harus diatur sebaik mungkin agar dapat memberikan pelayanan yang maksimal pada pengguna jalan yang melewati simpang tersebut [2]. Secara umum pengendalian arus lalu lintas di dalam sistem jaringan jalan tersebut memengaruhi kapasitas persimpangan, maka persimpangan bisa dianggap sebagai titik fokus kritis dalam penyelenggaraan lalu lintas [3]. Simpang bersinyal adalah persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (traffic light), salah satu fungsi penting dari simpang bersinyal adalah untuk mencegah terjadinya kemacetan akibat konflik arus lalu lintas, maka penting untuk menjaga kapasitas tertentu selama kondisi lalu lintas puncak [4]. Dalam menganalisa simpang bersinyal tersebut, simulasi lalu lintas akan dimodelkan dengan menggunakan software Vissim, Software ini sangat berguna untuk menganalisis berbagai jenis jaringan lalu lintas dan memodelkan segala jenis konfigurasi geometrik ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi [5]. Penggunaan software Vissim dapat mengolah berbagai jenis data dan melakukan operasi perhitungan, seperti tundaan, kecepatan, antrian, waktu tempuh, dan berhenti [6]. Berdasarkan uraian diatas, penelitian akan dilakukan untuk menganalisis kinerja simpang dengan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) serta dimodelkan dengan menggunakan software Vissim, hal ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari simpang lateng dalam menangani kepadatan arus lalu lintas serta memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi lalu lintas di simpang tersebut serta mengidentifikasi solusi yang efektif dalam mengatasi peningkatan arus lalu lintas. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam peningkatan efisiensi sistem transportasi di Kabupaten Banyuwangi.

Beberapa penelitian terdahulu terkait analisa kinerja simpang bersinyal menggunakan metode PKJI dan simulasi software Vissim antara lain seperti [7] [8], [9], [10], [11] dan [12]

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di simpang Lateng, yang berlokasi di Jl. Raya Banyuwangi–Situbondo, Jl. Letjen Di. Panjaitan dan Jl. Moh. Husni Thamrin, Kelurahan Lateng, Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, dengan kordinat 8° 12' 22" S 114° 22' 26" E, Sedangkan waktu penelitian dimulai pada bulan April tahun 2024 dan selesai pada bulan Juli tahun 2024.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal adalah metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), data yang digunakan untuk menganalisa kinerja simpang bersinyal antara lain :

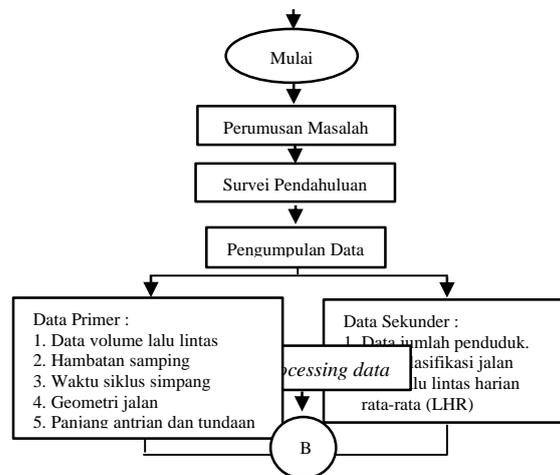
1. Data primer

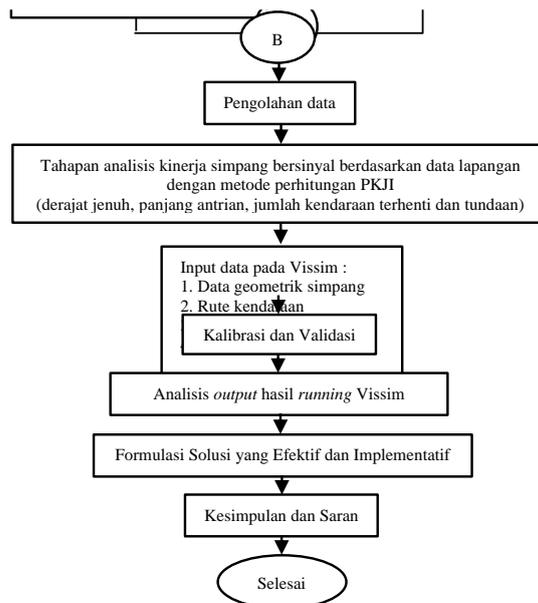
Volume lalu lintas, hambatan sampng, waktu siklus lalu lintas, geometrik jalan panjang antrian dan tundaan

2. Data sekunder

Data jumlah penduduk, data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR).

Kedua jenis data tersebut diperoleh dari [13] dan [14] . Data tersebut akan dianalisis untuk menentukan kinerja simpang, dengan menghitung dan menilai derajat kejenuhan (D_J) panjang antrian (P_A), rasio kendaraan terhenti (R_{KH}), dan tundaan (T). setelah data dianalisa menggunakan metode PKJI, model akan disimulasikan menggunakan software Vissim. Hasil simulasi akan dibandingkan dengan hasil analisis PKJI untuk mengevaluasi efektivitas dan akurasi metode simulasi yang digunakan.





Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

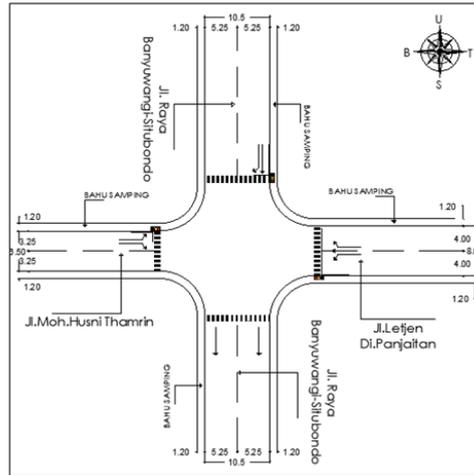
1. Geometrik Simpang

Berdasarkan hasil permintaan data lingkungan dan geometrik simpang Lateng yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Kabupaten Banyuwangi, beberapa informasi penting telah berhasil dikumpulkan. Data tersebut mencakup berbagai detail yang sangat spesifik, termasuk lebar jalur pendekat, lebar pada garis henti, ukuran bahu jalan, jenis median, dan tipe jalan yang mempengaruhi kinerja simpang secara keseluruhan, adapun data yang diperoleh ditampilkan pada gambar 3 dan tabel 1 dibawah sebagai berikut.

1. Tipe jalan : Dua lajur tak terbagi
2. Fungsi jalan :
 - Utara-Selatan (Jl. Raya Banyuwangi Situbondo) : Mayor (Jalan Kabupaten, Arteri).
 - Timur (Jl. Letjen Di Panjahitan) : Minor (Jalan Kabupaten, Kolektor).
 - Barat (Jl. Moh. Husni Tamrin) : Minor (Jalan Kabupaten, Kolektor).
3. Tipe simpang : 422
4. Jumlah Lengan : 4 lengan

Tabel 1. Data Geomtrik Simpang

Pendekat	Lebar Pendekat (m)	Median (Ya/Tidak)	Tipe Jalan
U	10.5	Tidak	2/2 UD
T	8.00	Tidak	2/1
B	6..50	Tidak	2/2 UD
S	10.5	Tidak	2/1



Gambar 3. Geometrik Simpang

2. Volume Kendaraan

Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang digunakan adalah lima hari, mulai dari hari Senin hingga Jum'at, tepatnya dari tanggal 29 April 2024 hingga 3 Mei 2024. Data LHR berlangsung selama 12 jam setiap harinya, dimulai pada pukul 06.00 WIB dan berakhir pada pukul 18.00 WIB.

Tabel 2. Data Lalu Lintas Puncak Pada Hari Kerja (Senin)

Waktu	Jumlah Kendaraan (Kend/15 menit)		
	Utara	Timur	Barat
06.30 - 06.45	565	406	157
06.45 - 07.00	529	437	168
07.00 - 07.15	501	441	158
07.15 - 07.30	507	511	156
Total (Kend/jam) :	2.102	1.795	639

Berdasarkan hasil permintaan data yang ditampilkan pada tabel 2 diatas, didapatkan dari Dinas Perhubungan Kabupaten Banyuwangi, ditemukan bahwa jam puncak lalu lintas terjadi pada hari Senin, antara pukul 06.30 WIB hingga 07.30 WIB.

Tabel 3. Data Kelas dan Arah Pergerakan Kendaraan Selama 1 Jam

Kode	Arah	Volume Kendaraan (Kendaraan/Jam)				Q _{KTB}
		MP	KB	SM	Q _{KBM}	
U	Bki/BKJT	-	-	-	-	-
	LRS	247	43	1306	1596	14
	Bka	82	6	399	487	3
T	Total	329	49	1705	2083	17
	Bki/BKJT	15	0	128	143	1
	LRS	35	18	311	364	4
B	Bka	175	26	1079	1280	3
	Total	225	44	1518	1787	8
	Bki/BKJT	76	7	338	421	8
B	LRS	-	-	-	-	-
	Bka	55	0	153	208	2
	Total	131	7	491	629	10

Pada tabel 3 memperlihatkan data kelas dan arah pergerakan kendaraan pada setiap pendekatan. Menentukan arus lalu lintas (Q), jumlah kendaraan per jam dikalikan dengan ekuivalen yang telah ditetapkan pada [15] Berikut perhitungan arus lalu lintas pada pendekatan Utara:

1. Mobil Penumpang (MP)
 $MP = (247 + 82) \times \text{ekuivaen mobil penumpang}$
 $= 329 \text{ kend/jam} \times 1,00$
 $= 329,0 \text{ emp/jam}$
2. Kendaraan Berat (KB)
 $KB = (43 + 6) \times \text{ekuivalen kendaraan berat}$
 $= 49 \text{ kend/jam} \times 1,30$
 $= 63,7 \text{ emp/jam}$
3. Sepeda Motor (SM)
 $SM = (1.306 + 399) \times \text{ekuivalen sepeda motor}$
 $= 1.706 \text{ kend/jam} \times 0,15$
 $= 255,75 \text{ emp/jam}$
4. Arus lalu lintas utara
 $Q = 329,0 + 63,7 + 255,75$
 $= 648,45 \text{ emp/jam}$

Selanjutnya menghitung rasio belok kanan dan rasio belok kiri sesuai dengan rumus pada metode PKJI Berikut perhitungan rasio belok kiri dan kanan pada pendekatan timur :

$$1. R_{BKl} = \frac{Q_{BKl}}{Q_{Total}} \quad (1)$$

$$= \frac{143}{1.787}$$

$$= 0,08$$

$$2. R_{BKk} = \frac{Q_{BKk}}{Q_{Total}} \quad (2)$$

$$= \frac{1.280}{1.787}$$

$$= 0,71$$

Kendaraan tak bermotor (KTB) pada PKJI tidak memiliki nilai emp karena memiliki perilaku yang berbeda dan dianggap sebagai hambatan samping. Berikut perhitungan rasio kendaraan tak bermotor (R_{KTB}) pada pendekatan barat:

(R_{KTB}) pada pendekatan barat:

$$R_{KTB} = \frac{Q_{KTB}}{Q_{KTB} + Q_{KBM}} \quad (3)$$

$$= \frac{10}{10 + 629}$$

$$= 0,01$$

Tabel 4 berikut menunjukkan hasil perhitungan arus lalu lintas, rasio belok kiri, rasio belok kanan, dan rasio kendaraan tak bermotor pada saat jam puncak, dengan menggunakan metode perhitungan yang ada didalam PKJI

Tabel 4. Arus Lalu Lintas (Q/Jam) Pada Simpang Lateng

Kode ^e	Arah	Q, Kend/Jam				R_{BKl}	R_{BKk}	R_{KTB}
		MP	KB	SM	Q_{KBM}			
U	Bki/Bkjt	-	-	-	-	-	-	-
	LRS	247	55,9	195,9	498,8	-	-	-
	Bka	82	7,8	59,9	149,7	-	0,23	-
	Total	329	63,7	255,8	648,5	-	-	0,01
T	Bki/Bkjt	15	-	19,2	34,2	0,08	-	-
	LRS	35	23,4	46,7	105,1	-	-	-
	Bka	175	33,8	161,9	370,7	-	0,72	-
	Total	225	57,2	227,7	509,9	-	-	0,04
B	Bki/Bkjt	76	9,1	50,7	135,8	0,67	-	-

LRS	-	-	-	-	-	-	-
Bka	55	-	-	-	-	0,33	-
Total	131	9,1	73,7	213,8	-	-	0,02

3. Kapasitas Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting

Hasil dari analisis kapasitas simpang APILL dan waktu isyarat dihitung berdasarkan paramter dalam metode PKJI yang menguraikan bagaimana menentukan waktu siklus isyarat APILL, menentukan kapasitas, dan menentukan derajat kejenuhan.

1. Arus Jenuh

Arus jenuh diperoleh dari hasil perkalian arus jenuh dasar dengan faktor ukuran kota, hambatan samping, penyesuaian akabat gangguan kendaraan parkir, akibat arus lalu lintas belok kanan dan kiri, serta kelandaian jalan, Tabel 5 dibawah berikut merupakan hasil analisis faktor penyesuaian dikalikan dengan arus jenuh dasar (J_O) sehingga menghasilkan nilai arus jenuh (J), smp/jam.

Tabel 5. Faktor Penyesuaian Dan Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal

Kode	Semua Arus Pendekat				Tipe P		Arus Jenuh (J), smp/jam
	F _{UK}	F _{HS}	F _G	F _P	F _{BKa}	F _{BKi}	
U	0,83	0,93	0,91	0,62	1,05	1,00	3155,3
T	0,83	0,92	0,91	0,51	1,18	0,98	2405,3
B	0,83	0,94	0,88	0,39	1,08	0,89	1955,0

2. Rasio Arus

Ketentuan arus lalu lintang masing-masing pendekat (q) berdasarkan metode PKJI yang telah ditetapkan dengan menghitung rasio arus (q) terhadap arus jenuh (R_(q/J)) untuk masing-masing pendekat, serta menganalisis arus tertinggi (R_(q/J kritis)), berikut merupakan perhitungan rasio arus pada setiap pendekat.

$$R_{Q/J \text{ Utara}} = 648,5/3155,3 = 0,205$$

$$R_{Q/J \text{ Timur}} = 509,9/2405,3 = 0,211$$

$$R_{Q/J \text{ Barat}} = 213,8/1955,0 = 0,109$$

R_(Q/J Kritis) merupakan nilai rasio arus yang tertinggi dari setiap pendekat pada fase yang sama, Berikut adalah hasil perhitungan R_(Q/J Kritis) pada setiap pendekat.

$$R_{AS} = \sum R_{Q/J \text{ Kritis}} \quad (4)$$

$$= 0,205 + 0,211 + 0,109$$

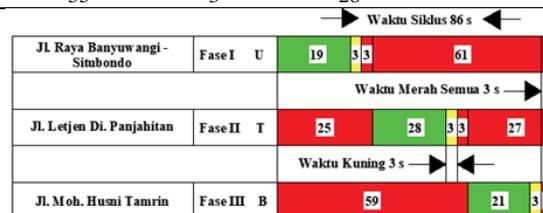
$$= 0,525$$

3. Waktu Siklus Dan Waktu Hujau

Waktu siklus dianalisis berdasarkan PKJI berisikan hasil pengamatan fase, waktu merah semua, waktu kuning dan W_{HH} atau hijau hilang total. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 4 serta diuraikan sebagai berikut:

Tabel 6. Waktu Sinyal Kondisi Eksisting

Kode Pendekat	Waktu Merah (detik)	Waktu Kuning (detik)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Merah Semua (detik)	Waktu Siklus (detik)
U	64	3	19		
T	62	3	21	3	86
B	55	3	28		



Gambar 4. Waktu Siklus Simpang Kondisi Eksisting

1. Penentuan fase sinyal

Fase 1 untuk pendekat Utara (Jl. Raya Banyuwangi-Situbondo), Fase 2 untuk pendekat Timur (Jl. Letjen Di. Panjahitam), Fase 3 untuk pendekat Barat (Jl. Moh. Husni Tamrin).

2. Penentuan waktu antar hijau (W_{AH})

Berdasarkan hasil survei sinyal APILL di lapangan, diperoleh waktu merah semua pada setiap fase adalah 3 detik dan waktu kuning setiap fase adalah 3 detik. Sehingga waktu hijau hilang total (W_{HH}) yang merupakan jumlah semua periode antar hijau

$$\begin{aligned}W_{AH} &= \sum_i (3 + 3) \times 3 \\ &= (6) \times 3 \\ &= 18\end{aligned}$$

3. Kapasitas

Kapasitas simpang adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dan dinyatakan dengan smp/jam, kapasitas pada suatu simpang dapat dihitung dengan rumus 2.7 pada halaman 28, adapun nilai kapasitas yang diperoleh pada persimpangan dengan waktu siklus eksisting adalah sebagai berikut:

$$C_{Utara} = J \times \frac{W_H}{s} = 3.155,3 \times \frac{19}{86} = 697$$

$$C_{Timur} = J \times \frac{W_H}{s} = 2.405,3 \times \frac{21}{86} = 587$$

$$C_{Barat} = J \times \frac{W_H}{s} = 1.955,0 \times \frac{28}{86} = 636$$

4. Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting

Kinerja simpang APILL yang diperhatikan meliputi beberapa parameter penting, antara lain nilai derajat kejenuhan (D_J), panjang antrian kendaraan (P_A), rasio kendaraan yang berhenti (R_{KH}), serta waktu tundaan (T)

1. Derajat Kejenuhan (D_J)

Nilai derajat kejenuhan (D_J) menunjukkan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat, adapun hasil perhitungan yang diperoleh pada persimpangan dengan data kondisi eksisting adalah sebagai berikut:

$$D_{J \text{ Utara}} = \frac{Q}{C} = \frac{648,5}{697} = 0,930$$

$$D_{J \text{ Timur}} = \frac{Q}{C} = \frac{509,9}{587} = 0,868$$

$$D_{J \text{ Barat}} = \frac{Q}{C} = \frac{213,8}{636} = 0,3362.$$

2. Panjang Antrian (P_A)

Panjang antrian (P_A) diperoleh dari perkalian (N_q) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu mobil penumpang (smp) yaitu 20 m^2 , dibagi lebar masuk (m). Jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau (N_q) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (N_{q1}) ditambah jumlah kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (N_{q2}), adapun hasil dari perhitungan panjang antrian (P_A) ditunjukkan pada tabel 7 dibawah berikut :

Tabel 7. Panjang Antrian Pada Simpang

Kode Pendekat	N_{q1}	N_{q2}	N_q	P_A
U	5.2 smp	15.1 smp	20.3 smp	77.3 m
T	2.78 smp	11.5 smp	14.2 smp	19.2 m
B	0.31 smp	3.8 smp	4.19 smp	25.7 m

3. Rasio kendaraan henti (R_{KH})

Rasio kendaraan pada pendekat yang berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang bersinyal terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut, berikut merupakan perhitungan rasio kendaraan henti (R_{KH})

$$\begin{aligned}R_{KH \text{ Utara}} &= 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3,600 \\ &= 0,9 \times \frac{20,3}{648,5 \times 86} \times 3,600 \\ &= 1,17\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{KH \text{ Timur}} &= 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3,600 \\ &= 0,9 \times \frac{14,2}{509,9 \times 86} \times 3,600 \\ &= 1,04\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{KH \text{ Barat}} &= 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3,600 \\ &= 0,9 \times \frac{4,19}{213,8 \times 86} \times 3,600 \\ &= 0,73\end{aligned}$$

4. Tundaan (T)

Langkah pertama dalam menentukan tundaan pada simpang bersinyal adalah menentukan tundaan lalu lintas rata-rata (T_{LL}) pada tiap pendekat, selanjutnya adalah menentukan tundaan geometri rata-rata (T_G) pada tiap pendekat, setelah mendapatkan nilai tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, maka ditentukan tundaan rata-rata pada tiap pendekat.

$$\begin{aligned}T_i \text{ Utara} &= 137 + 30,7 \\ &= 167,7 \text{ det/smp}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_i \text{ Timur} &= 118 + 37,7 \\ &= 155,7 \text{ det/smp}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_i \text{ Barat} &= 49,4 + 55,2 \\ &= 104,6 \text{ det/smp}\end{aligned}$$

Tundaan pada simpang diperoleh dengan membagikan jumlah nilai tundaan total dengan nilai arus total, maka:

$$\begin{aligned}T_i &= \frac{\sum(Q \times T)}{Q \text{ Total}} \\ (5) &= \\ &= \frac{(648,5 \times 167,7) + (509,9 \times 155,7) + (213,8 \times 104,6)}{648,5 + 509,9 + 213,8} \\ &= 153,4 \text{ det/smp}\end{aligned}$$

5. Permodelan Simulasi Simpang Bersinyal

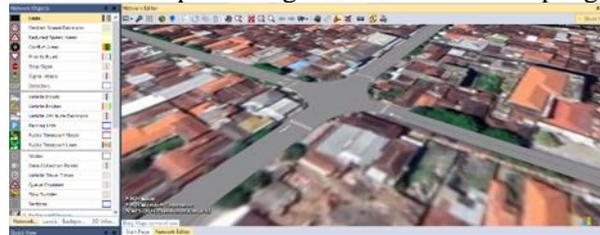
Pemodelan simulasi dengan menggunakan software Vissim dilakukan dengan menginput data yang sudah diolah menggunakan metode PKJI. Data yang diinput berupa data geometri simpang, model kendaraan yang digunakan, distribusi kecepatan kendaraan, rute perjalanan, komposisi kendaraan, jumlah kendaraan tiap lengan, sesuai data yang telah dianalisa [18]. Setelah seluruh data sudah diinput, simulasi dijalankan (running), adapun adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisa simpang bersinyal

serta ditampilkan pada gambar 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 sebagai berikut :

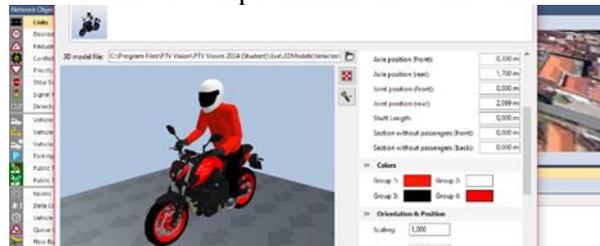
- a) Mengatur network setting, input background (peta geometri simpang Lateng), dan set scale.
- b) Pembuatan link dan connectors atau jaringan jalan pada simpang.
- c) Menentukan vehicle types, vehicle routes, vehicle inputs dan vehicle compositions sesuai dengan kondisi eksisting.
- d) Mengatur conflict areas dan reduces speeds areas untuk menghindari kendaraan bertabrakan pada saat simulasi.
- e) Pembuatan signal controllers sesuai dengan kondisi eksisting.
- f) Penentuan dan pengaturan nodes, data collection points, vehicle travel times, dan queue counters.
- g) Menentukan hasil output yang akan digunakan dan running simulations.



Gambar 5. Input Background Geomtrik Simpang



Gambar 6. Input Link Dan Connectors



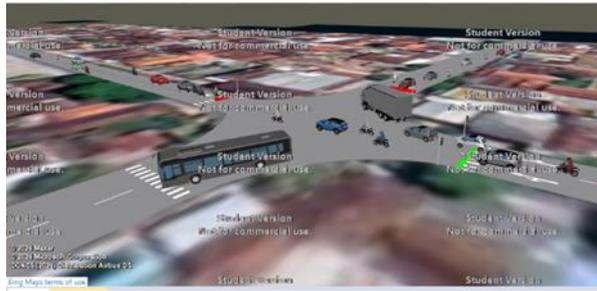
Gambar 7. Penentuan Vehicle Types



Gambar 8. Input Vehicle Routes dan Composttions



Gambar 9. Menentukan Conflict Areas dan Reduce Speed Areas



Gambar 10. Running Simulations

Untuk menghasilkan suatu output yang sesuai dengan realita di lapangan maka dilakukan kalibrasi dengan mengubah parameter-parameter perilaku pengemudi (driving behavior) di Indonesia, kinerja simpang diketahui setelah dilakukan evaluation, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Parameter hasil evaluation

Time Int	Movement	QLen Max (m)	Veh. Delay (Sec)	Stops (Sec)	LoS
0-600	UB	130,2	94,3	3,81	F
0-600	US	130,2	88,8	3,65	F
0-600	TU	51,27	26,6	1,00	C
0-600	TB	51,27	13,6	0,56	B
0-600	TS	51,27	1,71	0,00	A
0-600	BU	31,95	26,7	0,73	C
0-600	BS	31,95	29,8	0,75	C
Parameter		130,2	51,08	2,00	D

Setelah melakukan proses kalibrasi, untuk mengukur ketepatan model dan parameter yang sudah dibentuk sebelumnya, maka dilakukan proses validasi terhadap model simulasi tersebut. Volume kendaraan yang didapatkan dari 6 kali parameter hasil evaluation program Vissim tersebut selanjutnya akan dianalisa menggunakan uji GEH (Geoffrey E. Havers), dengan menggunakan rumus dibawah berikut :

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observerd})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observerd})}}$$

Dengan ketentuan apabila hasil <5.0 maka hasil diterima, adapun hasil dari validasi pada volume tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Hasil Validasi Volume Pada Jam Puncak

Pendekat	Volume Kendaraan (Eksisting) (smp/jam)	Volume Kendaraan Permodelan (smp/jam)	Hasil Uji GEH	Kesimpulan
U	648,5	627,7	0.823	Diterima
T	509,9	489,1	0.930	Diterima
B	213,8	193,0	1.458	Diterima

Pada tabel 10 diatas menunjukkan bahwa hasil validasi dengan uji GEH untuk semua pendekatan sudah memenuhi syarat, dimana nilai yang diperoleh <5.0 yang menyatakan hasil tersebut diterima.

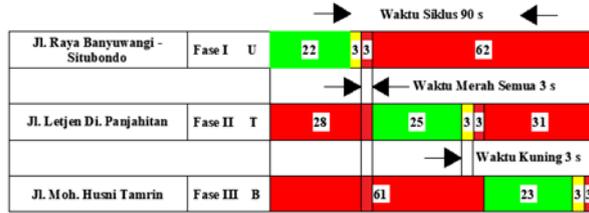
7. Perubahan Waktu Siklus dan Sinyal

Berdasarkan PKJI, pengaturan waktu APILL simpang tigas bersinyal berkisar antara 50 detik hingga 100 detik. Setelah dilakukan pengaturan waktu siklus baru selanjutnya kembali melakukan proses running pada software Vissim untuk memperoleh hasil simulasi kinerja simpang. Adapun beberapa alternatif perubahan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Alternatif 1

Pengaturan 3 fase sama seperti eksisting dengan penambahan waktu siklus menjadi 90 detik, serta penambahan lama waktu hijau pada pendekatan. Waktu siklus optimasi yang lebih tinggi dibanding waktu siklus kondisi eksisting diharapkan dapat meningkatkan

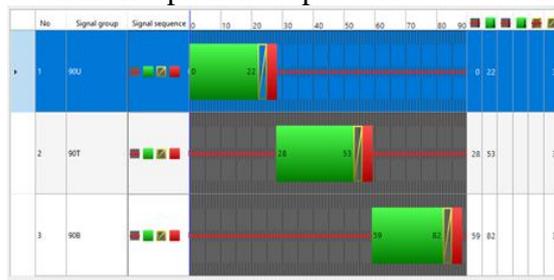
kinerja serta memperbaiki tingkat pelayanan pada simpang tersebut, adapun hasil dari perubahan waktu siklus waktu hijau lebih lama menggunakan metode PKJI ditampilkan pada gambar 11 dan tabel 12 sebagai berikut :



Gambar 11. Perubahan Waktu Siklus dan Sinyal Alternatif 1
Tabel 11. Hasil Perubahan Waktu Siklus dan Sinyal Alternatif 1

Paramter	Kode Pendekat		
	Utara	Timur	Barat
Waktu siklus	90 Detik	90 Detik	90 Detik
Kapasitas	771 smp/jam	876 smp/jam	449 smp/jam
Derajat kejenuhan	0.841	0.781	0.476
Panjang antrian	8.3 m	6.45 m	0.61 m
Rasio kendaraan henti	0.12	0.09	0.01
Tundaan rata-rata	51.2 det/smp	46.4 det/smp	12 det/smp
Tundaan simpang	40,0 det/smp		
Tingkat pelayanan	D		

Hasil analisis dari alternatif 1 dengan menggunakan metode PKJI, memiliki nilai derajat kejenuhan LoS D dengan nilai 0.841 pada pendekat Utara, LoS C dengan nilai 0.781 pada pendekat Timur, dan LoS A dengan nilai 0.476 pada pendekat Barat. Sedangkan pada nilai tundaan rata-rata menunjukkan 40.0 det/skr yang artinya tingkat pelayanan simpang berdasarkan tundaan adalah D, setelah waktu siklus dan waktu hijau dioptimalkan menggunakan metode PKJI selanjutnya akan disimulasikan menggunakan software PTV Vissim 24 dan mendapatkan output dari evaluation sebagai berikut :



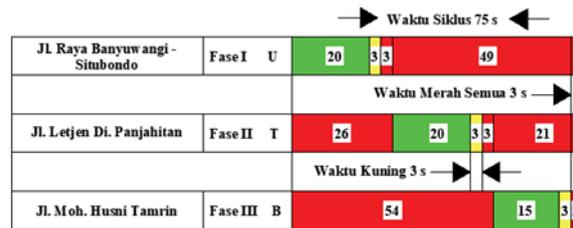
Gambar 12. Input Perubahan Signal Controllers Alternatif 1
Tabel 12. Hasil Evaluation Alternatif 1

Time Int	Movement	QLen Max (m)	Veh. Delay (Sec)	Stops (Sec)	LoS
0-600	UB	125,2	94,1	3,81	F
0-600	US	125,2	82,4	3,65	F
0-600	TU	48,46	29,2	1,00	C
0-600	TB	48,46	10,1	0,56	B
0-600	TS	48,46	1,91	0,00	A
0-600	BU	29,65	26,8	0,73	C
0-600	BS	29,65	27,3	0,75	C
Parameter		125,2	48,10	2,00	D

Hasil dari simulasi software PTV Vissim mendapatkan panjang antrian maksimum pada simpang 125.2 m, tingkat pelayanan pada simpang menunjukkan LoS D, tundaan kendaraan pada simpang 48.1 detik, dan rata rata kendaraan yang berhenti sebanyak 2 kendaraan.

2. Alternatif 2

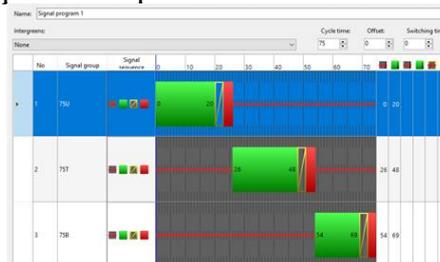
Pengaturan 3 fase sama seperti eksisting dengan pengurangan waktu siklus menjadi 75 detik, serta penambahan dan pengurangan lama waktu hijau pada pendekat. Waktu siklus optimasi yang lebih rendah dibanding waktu siklus kondisi eksisting diharapkan dapat meningkatkan kinerja serta memperbaiki tingkat pelayanan pada simpang tersebut, adapun hasil dari perubahan waktu siklus waktu hijau lebih lama menggunakan metode PKJI ditampilkan pada gambar 13 dan tabel 13 sebagai berikut :



Gambar 13. Perubahan Waktu Siklus dan Sinyal Alternatif 2
Tabel 13. Hasil Perubahan Waktu Siklus dan Sinyal Alternatif 2

Parameter	Kode Pendekat		
	Utara	Timur	Barat
Waktu siklus	75 Detik	75 Detik	75 Detik
Kapasitas	841 smp/jam	641 smp/jam	391 smp/jam
Derajat kejenuhan	0.771	0.795	0.564
Panjang antrian	4.5 m	10.5 m	1.2 m
Rasio kendaraan henti	0.07	0.17	0.04
Tundaan rata-rata	41.8 det/smp	47 det/smp	34 det/smp
Tundaan simpang	42.5 det/smp		
Tingkat pelayanan	E		

Berdasarkan hasil analisis dari alternatif 2 menggunakan metode PKJI, memiliki nilai derajat kejenuhan LoS C dengan nilai 0.771 pada pendekat Utara, LoS C dengan nilai 0.795 pada pendekat Timur, dan LoS A dengan nilai 0.564 pada pendekat Barat. Sedangkan pada nilai tundaan rata-rata menunjukkan 37.5 det/skr yang artinya tingkat pelayanan simpang berdasarkan tundaan adalah E, setelah waktu siklus dan waktu hijau dioptimalkan menggunakan metode PKJI selanjutnya akan disimulasikan menggunakan software Vissim dan mendapatkan output dari evaluation sebagai berikut :



Gambar 14. Input Perubahan Signal Controllers Alternatif 2

Tabel 14. Hasil Evaluation Alternatif 2

Time Int	Movement	QLen Max (m)	Veh. Delay (Sec)	Stops (Sec)	LoS
0-600	UB	125,2	94,1	3,81	F
0-600	US	125,2	82,4	3,65	F
0-600	TU	48,46	29,2	1,00	C
0-600	TB	48,46	10,1	0,56	B
0-600	TS	48,46	1,91	0,00	A
0-600	BU	29,65	26,8	0,73	C
0-600	BS	29,65	27,3	0,75	C
Parameter		125,2	48,10	2,00	D

Hasil dari simulasi software PTV Vissim mendapatkan panjang antrian pada simpang sebesar 23.26 m dan panjang antrian maksimum 130.28 m, untuk kendaraan yang lewat sebanyak 188 kendaraan (10 menit/km), untuk tingkat pelayanan pada simpang menunjukkan LoS D, tundaan kendaraan pada simpang 36.14 detik, dan rata rata kendaraan yang berhenti sebanyak 1.28 kendaraan.

8. Perbandingan Metode PKJI dan Permodelan Vissim

Setelah menganalisis dengan metode PKJI dan software Vissim, hasil kondisi eksisting dan alternatif kinerja simpang dibandingkan. Tujuannya adalah menentukan metode terbaik untuk menganalisis kinerja simpang dan memperbaiki kondisi. Hasil yang dibandingkan meliputi Derajat kejenuhan $[(D)]_J$, Panjang antrian $[(P)]_A$, Rasio kendaraan terhenti $[(R)]_{KH}$, Tundaan (T) dan Tingkat pelayanan simpang (LoS), adapun hasil perbandingan ditampilkan pada tabel 15, 16 dan 17 sebagai berikut :

Tabel 15. Hasil Permodelan Kondisi Eksisting dan Permodelan Vissim (Waktu Siklus 86 Detik)

Hasil	Kode	D_J	P_A (m)	R_{KH}	T (s)	LoS
Eksisting	U	0.930	77.3	1.17	167,7	F
	T	0.868	19.2	1.04	155,7	
	B	0.336	25.7	0.73	104,6	
Vissim	U	0.985	130.2	3.73	94.35	D
	T	0.894	51.2	0.52	26.68	
	B	0.290	31.9	0.74	29.72	

Tabel 16. Hasil Permodelan Alternatif 1 dan Permodelan Vissim (Waktu Siklus 90 Detik)

Hasil	Kode	D_J	P_A (m)	R_{KH}	T (s)	LoS
Alternatif 1	U	0.841	8.3	0.12	51.2	D
	T	0.781	6.45	0.09	46.4	
	B	0.449	0.61	0.01	12	
Vissim	U	0.932	125.2	3.8	94.1	D
	T	0.906	48.4	0.5	29.2	
	B	0.563	29.6	0.7	26.8	

Tabel 17. Hasil Permodelan Alternatif 2 dan Permodelan Vissim (Waktu Siklus 75 Detik)

Hasil	Kode	D_J	P_A (m)	R_{KH}	T (s)	LoS
Alternatif 2	U	0.771	4.5	0.07	51.2	E
	T	0.795	10.5	0.17	46.4	
	B	0.564	1.2	0.04	12	
Vissim	U	0.892	130.2	2.04	94.1	D
	T	0.865	32.6	0.74	29.2	
	B	0.443	34.2	0.85	26.8	

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kinerja pada simpang lateng menggunakan metode PKJI dan software Vissim diperoleh output kinerja simpang yang cukup besar dan tingkat pelayanan yang sangat buruk, hasil yang diperoleh adalah nilai $[(D)]_J$ Utara = 0.930, Timur = 0.868, Barat = 0.336 dan waktu tundaan pada simpang 150,3 det/smp sedangkan pada permodelan Vissim menghasilkan output D_J Utara = 0.985, Timur = 0.894 Barat = 0.290

dan waktu tundaan pada simpang 51,08 det/smp dengan tingkat pelayanan simpang D, sehingga dilakukan pemecahan alternatif perbaikan kinerja simpang bersinyal. Alternatif yang dilakukan adalah dengan mengubah waktu siklus dan sinyal Metode perbaikan kinerja simpang yang paling efektif adalah dengan melakukan perubahan waktu siklus menjadi 90 detik dengan fase hijau 22 detik pada pendekat utara, 25 detik pada pendekat timur dan 23 detik pada pendekat barat, hasil analisa kinerja simpang bersinyal alternatif 1 menurunkan nilai derajat kejenuhan $[D]_J$ serta meningkatkan tingkat pelayanan simpang menjadi LoS D, dan lama tundaan dengan tingkat pelayanan simpang menjadi LoS D, dimana hasil dari optimasi menjadi lebih baik dari kondisi eksisting, Hasil analisis kinerja simpang lateng memiliki kinerja yang buruk pada saat jam puncak sehingga diperlukan upaya penanganan simpang salah satunya redesain geometrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sodikin, "Urai Kemacetan, Polisi Siapkan Rekayasa Lalu Lintas," Radar Banyuwangi. Accessed: Apr. 03, 2024. [Online]. Available: <https://radarbanyuwangi.jawapos.com/blambangan-rama/75878558/urai-kemacetan-polisi-siapkan-rekayasa-lalu-lintas>
- [2] A. A. Nurhidayah and R. E. Wibisono, "Prediksi dan Penerapan Simulasi Menggunakan Software VISSIM Terhadap Kinerja Lalu Lintas untuk Menguraikan Kemacetan Simpang Bersinyal di Jl. Raya Manyar Kota Surabaya," J. Media Publ. Terap. Transp., vol. 1, no. 1, pp. 73–84, 2023.
- [3] H. NamGung, C. Kim, K. Choe, C. Ri, Y. Kim, and M. P. Ri, "Research Progress of Road Intersection Design Analysis," Int. J. Sci. Res. Sci. Eng. Technol., vol. 7, no. 6, pp. 245–256, 2020, doi: 10.32628/ijrsrset207643.
- [4] A. S. Indrian, N. Sebayang, and M. Erfan, "Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode Pkji 2014 Dan Software Vissim 11 Pada Simpang W.R.Supratman Kota Malang," Student J. Gelagar, vol. 4, no. 2, pp. 236–246, 2022.
- [5] P. Rusmandani, N. Fitriani, E. P. Rosyada, and R. S. Setiawan, "Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Turn Left Only Circulation pada Perlintasan Sebidang Tirus dengan Software VISSIM," J. Penelit. Sekol. Tinggi Transp. Darat, vol. 12, no. 1, pp. 67–73, 2021, doi: 10.55511/jpsttd.v12i1.561.
- [6] D. K. Missa, "Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Metode PKJI 2014 dan VISSIM," Student J. GELAGAR, vol. 3, no. March, p. 151, 2021.
- [7] Y. P. W. Prasetyo, "Evaluasi Dampak Kegiatan Sekolah Terhadap Pola Lalu Lintas Dan Mobilitas Kota," J. Sains dan Teknol., vol. 4, no. 1, pp. 53–61, 2024, doi: 10.47233/jsit.v4i1.1519.
- [8] H. A. Hasanuddin, H. Halim, I. M. Hanafie, and . T., "Analisis Kapasitas dan Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Abdullah Dg. Sirua," J. Appl. Civ. Environ. Eng., vol. 1, no. 1, p. 72, 2021, doi: 10.31963/jacee.v1i1.2700.
- [9] A. Taufik, N. Sebayang, and A. Ma'ruf, "Kajian Karakteristik Simpang Bersinyal Dengan Metode PKJI 2014 (Studi Kasus Pada Simpang Jl. Panglima Sudirman - Jl. Untung Suropati - Jl. KH.A.Dahlan - Jl. Urip Sumoharjo Kota Pasuruan)," Student J. Gelagar, vol. 3, no. 2, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/gelagar/article/view/4115%0Ahttps://ejournal.itn.ac.id/index.php/gelagar/article/download/4115/3855>
- [10] M. I. C. Ahmad, L. I. R. Lefrandt, and S. Y. R. Rompis, "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI Dan Metode PTV VISSIM (Studi Kasus: Jl. Sam Ratulangi-Jl. Babe Palar, Kota Manado)," Tekno, vol. 21, no. 83, pp. 67–77, 2023.
- [11] A. Kollár, R. Skapinyecz, and L. Erdei, "A simulation based comparative analysis of interconnected signalized intersections and roundabouts from the aspect of permeability," Eurpean Transp. AIIT, no. 96, 2024.
- [12] K. Jepriadi, "Kalibrasi dan Validasi Model Vissim untuk Mikrosimulasi Lalu Lintas pada

- Ruas Jalan Tol dengan Lajur Khusus Angkutan Umum (LKAU),” Keselam. Transp. Jalan (Indonesian J. Road Safety), vol. 9, no. 2, pp. 110–118, 2022, doi: 10.46447/ktj.v9i2.439.
- [13] Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Data Geometrik Simpang Lateng. Banyuwangi, 2024.
- [14] Dinas Perhubungan Kabupaten Banyuwangi, “Data Arus Lalu Lintas.” [Online]. Available: <https://dishub.banyuwangikab.go.id/>
- [15] Direktorat Jenderal Bina Marga, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), 2023. [Online]. Available: <https://sipilpedia.com/panduan-kapasitas-jalan-indonesia-pkji-2014/>
- [16] Permenhub, “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas,” Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta, 2015.
- [17] Permenhub No KM 14, “Peraturan Menteri Perhubungan Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan,” Pemenhub. Menteri Perhubungan Republik Indonesia, pp. 1–21, 2006. [Online]. Available: https://jdih.dephub.go.id/produk_hukum/view/UzAwZ01UUWdWRUZJVIU0Z01qQXdOZz09
- [18] P. J. Romadhona, T. N. Ikhsan, and D. Prasetyo, Aplikasi Permodelan Lalu Lintas PTV VISSIM 9.0, 1st ed. Yogyakarta: UII Press, 2019.