

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL DAN PENGATURAN ULANG WAKTU SIKLUS APILL MENGGUNAKAN PTV VISSIM

*Ivana Aindita Pantulu¹, Yuliyanti Kadir² and Frice Lahmuiddin Desei³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

*Corresponding Author, Received: Mar. 2025, Revised: May. 2025, Accepted: Jul. 2025

ABSTRACT: The signalized intersection of Jalan Raja Eyato - Moh. Yamin A.R. Koniyo serves as a connection between commercial areas, tourist attractions, fast-food restaurant zones, and religious sites. As a result, this intersection experiences heavy traffic flow. Additionally, its asymmetric/weaving geometric design extends travel time from one approach to another. This study aims to evaluate the intersection's performance and level of service using the Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI) 2023 and simulation modeling with PTV Vissim Student Version. The analysis results based on PKJI 2023 show the delay values as follows: Jalan Moh. Yamin at 49 seconds with level of service E, Jalan A.R. Koniyo at 38,1 seconds with level of service D, Jalan Raja Eyato (west) at 49,5 seconds with level of service E, and Jalan Raja Eyato (east) at 33,6 seconds with level of service D. The average intersection delay is 37 seconds, classified as level of service D. Meanwhile, the simulation results using PTV Vissim Student Version indicate delay values of 73,4 seconds with level of service E for Jalan Moh. Yamin, 72 seconds with level of service E for Jalan A.R. Koniyo, 46,3 seconds with level of service D for Jalan Raja Eyato (west), and 27,8 seconds with level of service C for Jalan Raja Eyato (east), with an average intersection delay of 54,5 seconds with level of service D. Four alternative solutions were proposed to improve the intersection's performance. The best solution is Alternative 2. which reduced signal phases four to three. This adjustment reduced delays by approximately 33% compared to current conditions, without requiring additional infrastructure costs.

Keywords: *Signalized Intersection, Weaving, PTV Vissim, Delay*

1. PENDAHULUAN

Persimpangan atau simpang merupakan daerah yang rawan akan kemacetan, karena disimpang ini terjadi pertemuan dua arah atau lebih arus lalu lintas [1]. Untuk mengatur arus lalu lintas tersebut digunakanlah Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) yang ada pada simpang bersinyal [2]. Salah satu simpang bersinyal dengan lalu lintas harian tinggi di Kota Gorontalo yaitu simpang empat pertemuan antara Jalan Raja Eyato, Jalan Moh. Yamin, dan Jalan Hi. A. R. Koniyo.

Pada pendekatan timur Jalan Raja Eyato menghubungkan dengan kawasan pusat perdagangan dan pendekatan barat Jalan Raja Eyato menghubungkan dengan kawasan wisata dan mengarah ke perbatasan antara Kota Gorontalo dan Kabupaten Gorontalo. Pendekatan utara Jalan Moh. Yamin merupakan jalan yang menghubungkan dengan pusat kota dan kawasan restoran cepat saji seperti *Richeese factory*, dan lainnya. Pendekatan Selatan Jalan Hi. A. R Koniyo merupakan jalan yang menghubungkan ke kawasan religi masjid tertua yang ada di Provinsi Gorontalo yakni Masjid Hunto Sultan Amai dan juga menghubungkan dengan kawasan perdagangan. Ketiga ruas jalan ini juga merupakan kawasan pemukiman padat penduduk.

Terdapat beberapa masalah yang terjadi pada saat melintasi simpang ini. Pertama, sering kali terjadi tundaan akibat faktor geometrik simpang yang termasuk simpang menyilang (*weaving*) yaitu salah satu lengan simpang yang

tidak simetris sehingga menyebabkan waktu yang cukup panjang untuk sampai dari pendekatan satu ke pendekatan lain [3]. Kedua, beberapa pengemudi menilai bahwa pengaturan waktu APILL untuk lampu hijau terlalu cepat, sehingga sering kali ada oknum pengemudi yang menerobos lampu merah. Ketiga, pengemudi terkadang melanggar larangan belok kiri langsung, akibatnya membuat perjalanan arus yang sedang dalam fase lampu hijau terhambat. Parameter geometrik persimpangan mempengaruhi kinerja simpang seperti ukuran dimensi pendekatan seperti lebar dan panjang jalur, lebar masuk, dan lebar keluar [4]. Dengan adanya beberapa permasalahan ini maka dibutuhkan cara untuk meningkatkan kinerja simpang untuk kelancaran arus lalu lintas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal Jalan Raja Eyato - Jalan Moh Yamin – Jalan A.R Koniyo pada kondisi awal atau eksisting dan mencari solusi alternatif masalah yang tepat pada simpang tersebut. Kinerja simpang diperoleh dari analisa menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan dilanjutkan dengan pemodelan simulasi simpang menggunakan PTV Vissim.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan simulasi pemodelan menggunakan *software* PTV Vissim, pada kondisi eksisting menghasilkan nilai tundaan sebesar 129,91 det/skr dan tingkat pelayanan

simpang (LOS) berupa F (buruk sekali), pada kondisi skenario 1 menghasilkan nilai tundaan sebesar 79,62 det/skr dan tingkat pelayanan simpang (LOS) berupa E (buruk), pada skenario 2 menghasilkan nilai tundaan sebesar 129,45 det/skr dan tingkat pelayanan simpang (LOS) berupa F (buruk sekali), dan pada skenario 3 menghasilkan nilai tundaan sebesar 91,84 det/skr dan tingkat pelayanan simpang (LOS) berupa F (buruk sekali). Berdasarkan ketiga skenario tersebut, yang dapat diterapkan pada Simpang Menukan adalah skenario 1 [5].

Solusi yang paling efektif untuk diaplikasikan pada simpang Maya Kota Tegal yaitu dengan menerapkan waktu siklus 3 fase, dikarenakan dapat mengurangi konflik lalu lintas tanpa mempengaruhi tingkat pelayanan (LOS) simpang dan mengurangi konflik crossing dimana pada saat eksisting terjadi 70 konflik turun menjadi 57 konflik, walaupun tundaan mengalami sedikit kenaikan [6].

Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa panjang antrian di lapangan dan pemodelan dengan software Vissim hampir sama, yaitu 60 meter dan 61 meter. Panjang antrian terpanjang, 76 meter dan 64 meter, dan terpendek, 39 meter dan 51 meter, berbeda karena perbedaan penyebaran antrian antara aktivitas langsung di lapangan dan simulasi Vissim [7].

Hasil dari penelitian ini adalah persimpangan Depok dalam kondisi kritis dan diperlukan pemeliharaan pada simpang tersebut adalah 99,56 det/smp dengan LOS F, dan DJ mencapai > 0,75 di setiap kaki simpang. Disarankan penataan APILL di simpang Depok menggunakan 3 fase untuk mengurangi konflik lalu lintas [8].

2.2 Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan PKJI 2023

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu perhitungan kinerja simpang berdasarkan hasil survei lapangan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI 2023). *Output* akhir dari analisis mencakup kapasitas persimpangan, tingkat kejenuhan, tundaan persimpangan, serta kualitas atau tingkat pelayanan persimpangan.

1. Arus Jenuh

Arus jenuh (S , smp/jam) merupakan Arus jenuh dasar yang disesuaikan untuk kondisi maksimal dihitung menggunakan persamaan:

$$J = J_0 \times F_{HS} F_{UK} F_G F_P F_{Bki} F_{Bka} \quad (1)$$

dengan,

F_{HS} faktor penyesuaian terhadap hambatan samping
 F_{UK} faktor penyesuaian terhadap ukuran kota
 F_G faktor penyesuaian terhadap kelandaian memanjang pendekat
 F_P faktor penyesuaian terhadap kendaraan parkir pertama

F_{Bki} faktor penyesuaian terhadap arus lalu lintas yang membelok ke kiri

F_{Bka} faktor penyesuaian terhadap arus lalu lintas yang membelok ke kanan

2. Rasio Arus

$R_{q/J}$ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$R_{q/J} = \frac{q}{J} \quad (2)$$

dengan:

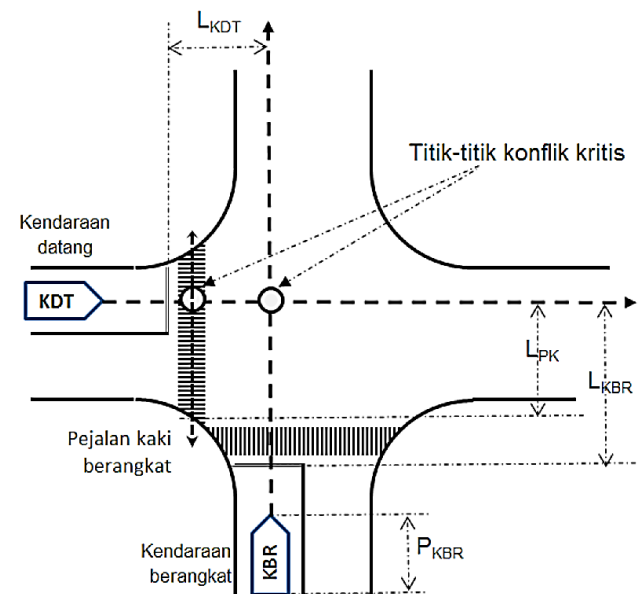
q arus lalu lintas

J arus jenuh

3. Waktu Isyarat APILL

a. Waktu Nyala Merah Semua

WMS diperlukan untuk mengosongkan area konflik di simpang APILL, mempertimbangkan panjang lintasan keberangkatan dan kedatangan kendaraan. Adapun titik konflik kritis, jarak keberangkatan, dan jarak kedatangan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Titik Konflik Kritis

b. Waktu Siklus

Waktu siklus dihitung dengan rumus Webster yang mencakup variabel waktu siklus, jumlah waktu hijau hilang, dan rasio arus simpang dari semua fase dalam siklus

$$S = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{1 - \sum R_{q/J \text{ kritis}}} \quad (4)$$

dengan,

S waktu siklus, detik

W_{HH} jumlah waktu hijau hilang per siklus, detik

$\sum R_{q/J \text{ kritis}}$ rasio arus simpang (sama dengan jumlah $R_{q/J \text{ kritis}}$ dari semua fase) pada siklus tersebut.

c. Waktu Hijau

Penentuan waktu hijau (W_H) pada masing-masing fase (i). Berikut rumus dapat dilihat pada persamaan 5.

$$W_{HU} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/kritis}}{\sum_i (R_{q/kritis})^i} \quad (5)$$

dengan,

s waktu siklus, detik
 W_{HH} jumlah waktu hijau hilang per siklus, detik
 $R_{q/J \text{ kritis}}$ nilai $R_{q/J}$ tertinggi
 $\sum R_{q/J \text{ kritis}}$ jumlah $R_{q/J}$ kritis

4. Kapasitas Simpang

Analisis kapasitas untuk setiap pendekatan dilakukan secara terpisah. Satu lengan simpang APILL dapat terdiri dari satu pendekatan atau lebih dihitung dengan persamaan:

$$C = J \times \frac{WH}{s} \quad (6)$$

dengan,

C kapasitas simpang APILL (smp/jam)
 J arus jenuh (smp/jam)
 W_H total waktu hijau dalam satu siklus (det)
 s waktu siklus (det)

5. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (D_J) adalah rasio antara volume lalu lintas terhadap kapasitas ditunjukkan pada persamaan 7 berikut ini:

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (7)$$

6. Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal lampu hijau dihitung dari jumlah kendaraan terhenti sebelumnya ditambah kendaraan yang akan berhenti pada fase merah. dihitung menggunakan persamaan 8.

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad (8)$$

Panjang antrian (PA) dikalikan dengan membagi area rata-rata yang digunakan dengan (NQ) (SMP) dan 20 m² kendaraan ringan (SMP) dengan lebar *input* (m). seperti pada persamaan 9.

$$PA = N_q \times \frac{20}{L_M} \quad (9)$$

7. Rasio Kendaraan Henti

Rasio kendaraan henti pada saat isyarat merah berlangsung disebut R_{KH} , dihitung menggunakan persamaan 10 berikut ini:

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600 \quad (10)$$

dengan,

N_q jumlah rata-rata kendaraan (smp) yang antri pada awal sinyal hijau
 s jumlah waktu dalam 1 siklus (detik)
 q jumlah arus lalu lintas yang melewati simpang (smp/jam)

Jumlah kendaraan yang berhenti rata-rata di persimpangan dihitung dengan persamaan 11.

$$N_{KH} = q \times R_{KH} \quad (11)$$

8. Tundaan

Tundaan simpang disebabkan oleh lalu lintas dan geometrik, dihitung dengan persamaan 12 berikut ini.

$$T_i = T_{LLi} + T_{Gi} \quad (12)$$

Tundaan yang disebabkan karena lalu lintas dihitung dengan persamaan 13,

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_J)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{s} \quad (13)$$

Tundaan yang disebabkan karena geometrik dihitung dengan persamaan 14,

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (14)$$

dengan,

P_B porsi kendaraan membelok pada suatu pendekatan

Tundaan rata-rata simpang dihitung dengan membagi total nilai tundaan masing-masing lengan dengan arus total (q_{tot}), dapat dihitung dengan persamaan 15.

$$T_{rata-rata} = \frac{\sum T \times q}{\sum q_{total}} \quad (15)$$

2.3 Software PTV VISSIM

Vissim adalah program simulasi lalu lintas multimoda yang dikembangkan oleh PTV Planung Transport Verkehr AG [9]. Software ini memodelkan konfigurasi geometrik dan perilaku pengguna jalan. [6]. Keunggulan lainnya adalah tampilan visual yang interaktif serta kemampuan untuk melakukan hasil akhir evaluasi simpang bersinyal seperti *delay*, *queue length*, dan tingkat pelayanan (LOS). Dibandingkan dengan beberapa *software* lain seperti *Synchro* atau *SIDRA*, PTV Vissim lebih unggul dalam hal visualisasi dan fleksibilitas skenario simulasi, sehingga lebih sesuai untuk kajian yang membutuhkan pendekatan

mikroskopik secara menyeluruh [9]. Beberapa parameter yang menjadi input pada *software* Vissim yakni *vehicle types*, *vehicle classes*, *vehicle categories*, *vehicle input*, *driving behaviour*, *vehicle composition* [10].

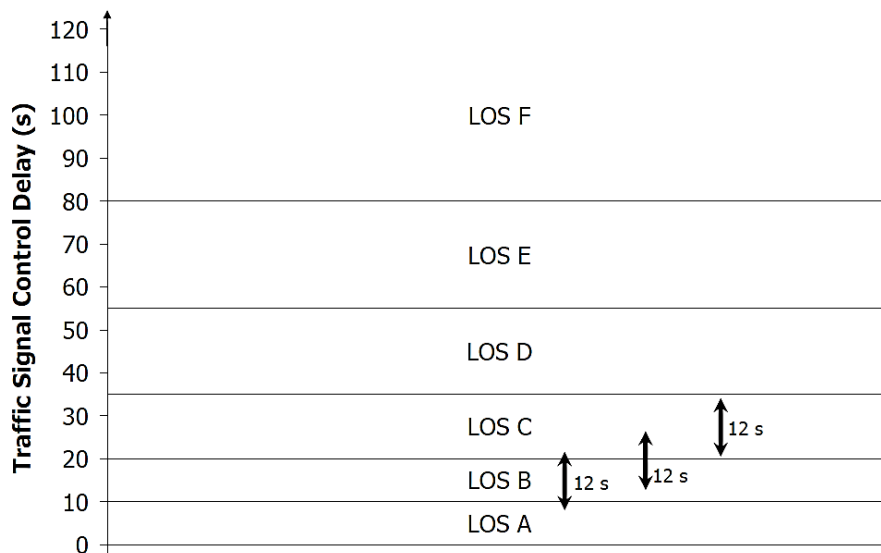
2.4 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah penilaian yang menggambarkan kondisi lalu lintas di suatu persimpangan berdasarkan tundaan rata-rata simpang. Tingkat pelayanan kinerja simpang APILL PKJI 2023 berdasarkan peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 diklasifikasikan dalam Tabel 1 [11]:

Tabel 1. Tingkat Pelayanan Simpang APILL

| Tingkat Pelayanan | Tundaan (detik) |
|-------------------|-----------------|
| A | > 5 |
| B | 5 – 15 |
| C | 15 – 25 |
| D | 25 – 40 |
| E | 40 – 60 |

Tingkat pelayanan pada *software* PTV. Vissim mengacu pada peraturan *American Highway Manual Capacity* (HCM) Chapter 5: *Quality and Level of Service Concept* Tahun 2010 [12]. HCM 2010 menyediakan metode yang lebih mendalam untuk analisis tingkat pelayanan karena menggunakan pendekatan yang lebih rinci dan menggunakan simulasi mikroskopik untuk menggambarkan kinerja lalu lintas yang lebih akurat. Tingkat pelayanan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



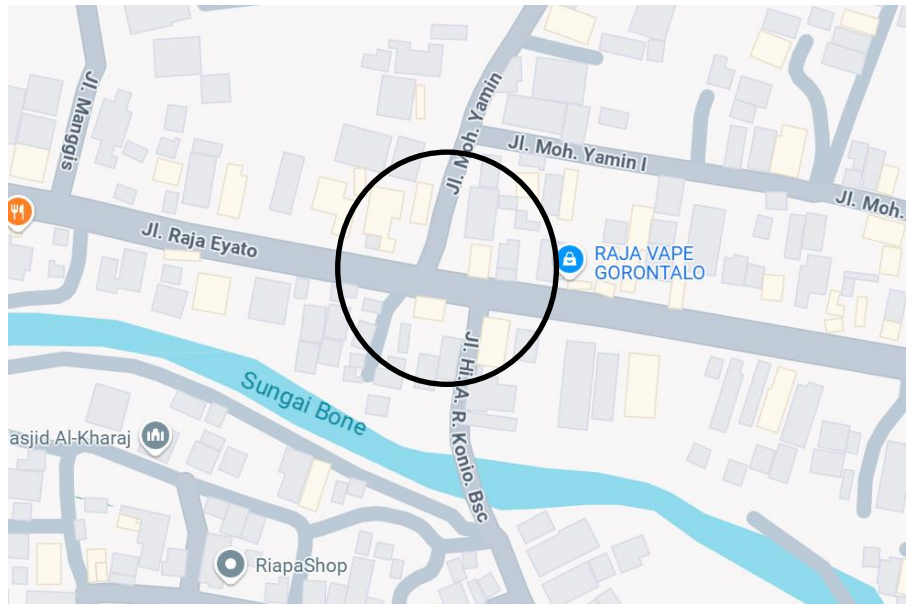
Gambar 2. Tingkat Pelayanan berdasarkan HCM 2010

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di simpang bersinyal pertemuan antara ruas Jalan Raja Eyato – Jalan Moh. Yamin – Jalan A. R. Koniyo, Kelurahan Biawu – Limba B,

Kecamatan Kota Selatan, Kota Gorontalo. Persimpangan ini memiliki beberapa masalah yang mempengaruhi kelancaran lalu lintas. Salah satunya yaitu memiliki kondisi geometrik yang tidak simetris (*weaving*) sehingga perlu adanya upaya untuk meningkatkan kinerja simpang. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

3.2 Metode Penelitian

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu perhitungan kinerja simpang berdasarkan hasil survei lapangan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 [13]. Berdasarkan hasil analisa menggunakan PKJI 2023, selanjutnya dievaluasi dan disimulasikan menggunakan software PTV Vissim untuk memperoleh gambaran keadaan kondisi lalu lintas di lapangan. Setelah mendapatkan hasil kinerja simpang kemudian dianalisis untuk mencari fase terbaik yang akan digunakan pada pengaturan ulang waktu siklus APILL [14].

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian memiliki beberapa tahapan agar hasil penelitian tersusun dengan baik dan terarah, tahapan-tahapan penelitian tersebut berupa:

1. Persiapan dan Tinjauan Pustaka

Pada tahap awal dilakukan persiapan berupa pengenalan lokasi penelitian kepada *surveyor*, penjelasan mengenai

mekanisme pengisian format survei, dan pembagian tugas pencatatan. Untuk memudahkan dalam proses penyusunan diperlukan kajian beberapa jurnal dan artikel yang berkaitan dengan penelitian ini.

2. Pengumpulan Data

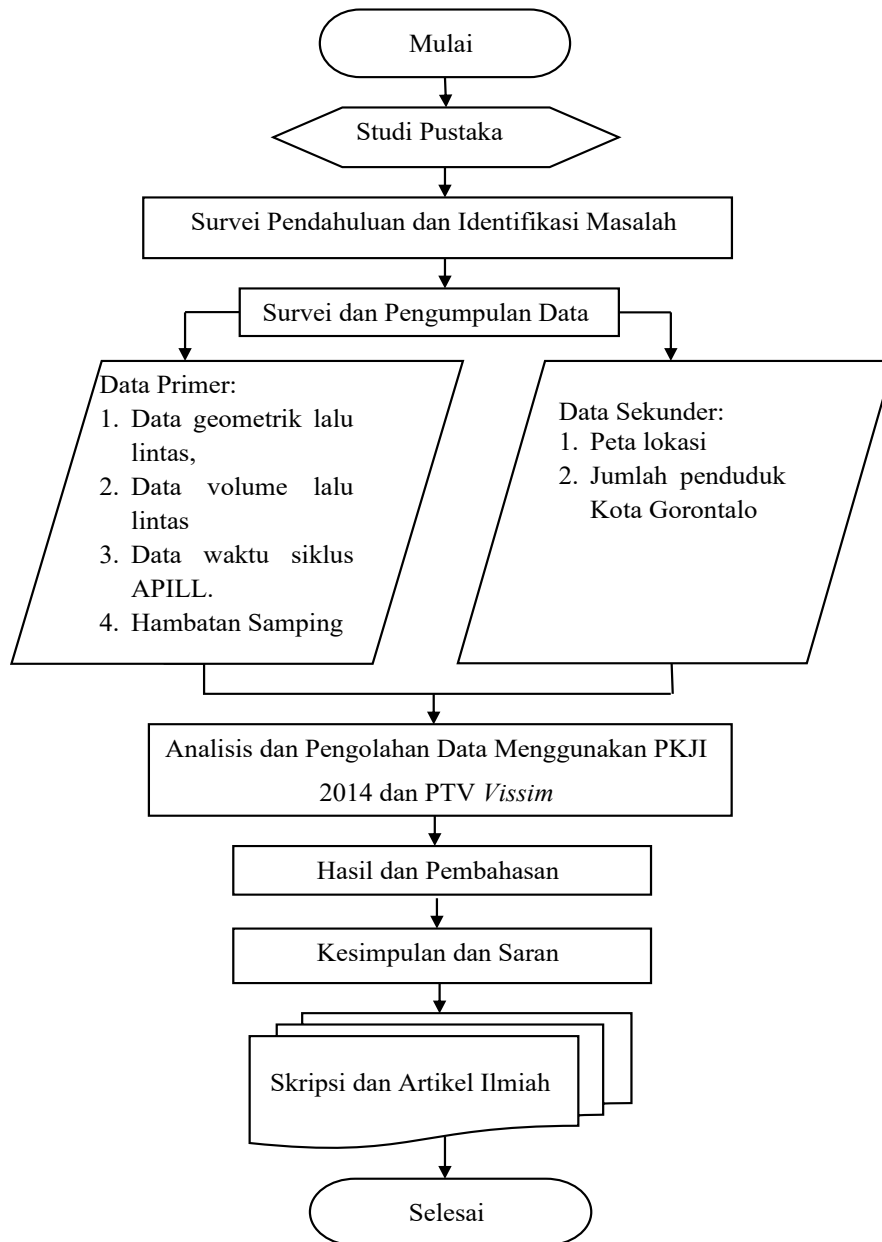
Pada tahap pengumpulan data, diperlukan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil survei dan dokumentasi di lapangan, sementara data sekunder didapatkan dari instansi pemerintah berupa jumlah penduduk.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis kinerja simpang bersinyal menggunakan metode PKJI 2023. Setelah hasil kinerja simpang bersinyal didapatkan, kemudian dianalisis menggunakan *software* PTV Vissim. Hasil kedua metode tersebut kemudian dianalisis dan dibandingkan.

4. Analisis dan Evaluasi Akhir

Tahap akhir dari penelitian yaitu kesimpulan sebagai penutup dalam suatu penelitian. Kesimpulan berisi ringkasan dari hasil, pembahasan dan implikasi penelitian. Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut ini



Gambar 4 Bagan Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Kondisi Geometrik Simpang

Kondisi geometrik dan lingkungan simpang dapat dilihat pada Tabel 2. berikut ini:

Tabel 2. Kondisi Geometrik Simpang

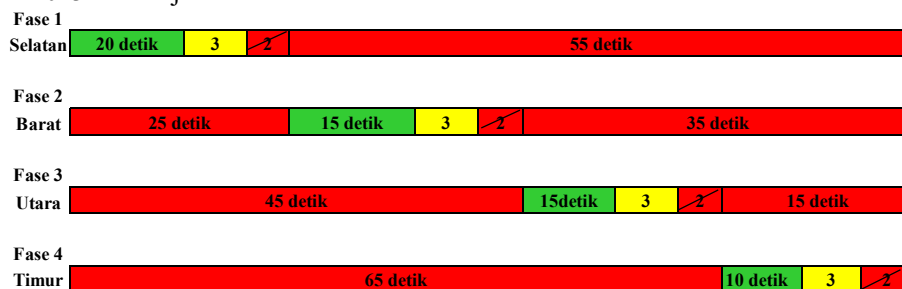
| Arah | Nama Jalan | Geometrik Simpang | |
|-------|------------------|--------------------|--------------|
| Utara | Jalan Moh. Yamin | Status Jalan | Lokal primer |
| | | Dimensi Jalan | 6,5 m |
| | | Tipe Jalan | 2/2 UD |
| | | Kondisi Lingkungan | Permukiman |

| | | | |
|-------|------------------|--------------------|-------------------|
| Barat | Jalan Raja Eyato | Hambatan Samping | Rendah |
| | | Status Jalan | Kolektor sekunder |
| | | Dimensi Jalan | 9,1 m |
| | | Tipe Jalan | 2/2 UD |
| | | Kondisi Lingkungan | Komersial |
| | | Hambatan Samping | Tinggi |
| Timur | Jalan Raja Eyato | Status Jalan | Kolektor Sekunder |
| | | Dimensi Jalan | 8,8 m |
| | | Tipe Jalan | 2/2 UD |
| | | Kondisi Lingkungan | Komersial |
| | | | |

| | | | |
|---------|-------------------|--------------------|--------------|
| | | Hambatan Samping | Tinggi |
| | | Status Jalan | Lokal primer |
| | | Dimensi Jalan | 5,4 m |
| | | Tipe Jalan | 2/2 UD |
| Selatan | Jalan A.R. Koniyo | Kondisi Lingkungan | Permukiman |
| | | Hambatan Samping | Rendah |
| | | | |

4.2 Kinerja Simpang Pada Kondisi Eksisting Menggunakan PKJI 2023

Hasil analisa pada kondisi eksisting simpang Jalan Raja Eyato – Jalan Moh. Yamin – Jalan A.R. Koniyo menggunakan PKJI 2023 menunjukkan arus lalu lintas



Gambar 5. Waktu Nyala Tiap Fase Kondisi Eksisting

4.3 Kinerja Simpang Menggunakan Software PTV Vissim

Setelah melakukan *running* simulasi pemodelan pada aplikasi PTV Vissim selama 600 detik, diperoleh hasil akhir berupa panjang antrian rata-rata (*Qlen*) untuk Jalan Raja Eyato Barat sepanjang 26,9 meter, Jalan Raja Eyato Timur 10 meter, Jalan Moh.Yamin 32 meter, dan Jalan A.R. Koniyo 54,3 meter dengan panjang antrian rata-rata 30,8 meter. Tundaan rata-rata (*VehDelay*) selama 54,5 detik, dan tingkat pelayanan (LOS) D.

4.4 Kinerja Simpang Alternatif 1 (Waktu siklus yang disesuaikan)

Alternatif pertama yaitu menggunakan waktu siklus yang telah disesuaikan dengan analisis Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, alternatif ini menghasilkan derajat kejenuhan rata-rata senilai 0,707, selain itu dapat menurunkan tundaan sebesar 13 % dari tundaan eksisting

tertinggi yakni pada pendekat Barat dengan derajat kejenuhan mencapai 0,817. Tundaan rata-rata senilai 37 detik dengan tingkat pelayanan berada pada tingkat pelayanan D.

Kondisi eksisting simpang diatur dengan 4 fase, dengan masing - masing lampu *allred* 2 detik dan waktu kuning 3 detik. Fase 1 arah Selatan, waktu nyala merah 55 detik dan waktu nyala hijau 20 detik. Fase 2 arah Barat, waktu nyala merah 60 detik dan waktu nyala hijau 15 detik. Fase 3 arah Utara, waktu nyala merah 60 detik dan waktu nyala hijau 15 detik. Fase 3 arah Timur, waktu nyala merah 65 detik dan waktu nyala hijau 10 detik. Total waktu nyala untuk setiap fase yakni 80 detik dapat dilihat pada Gambar 5.

yakni berkurang dari 37 detik menjadi 32 detik. Tingkat pelayanan menggunakan alternatif 1 sama dengan eksisting yaitu D.

4.5 Waktu Siklus yang Telah Disesuaikan

Waktu siklus diperoleh dari persamaan 4. Dari rumus tersebut didapatkan total waktu siklus $s = 65,71$ detik dibulatkan menjadi 66 detik. Waktu *all red* untuk setiap simpang berbeda, untuk fase 1(Selatan) dan fase 3 (Utara) *all red* 1 detik, dan untuk fase 2(Barat) dan fase 4 (Timur) *all red* 1 detik. Berikut waktu nyala tiap fase ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3 Waktu Siklus yang Telah Disesuaikan

| Kode Pendekat | Waktu Nyala (detik) | | | Total |
|---------------|---------------------|--------|-------|-------|
| | Merah | Kuning | Hijau | |
| Utara | 8 | 3 | 2 | 53 |
| Selatan | 16 | 3 | 2 | 45 |
| Timur | 10 | 3 | 1 | 52 |
| Barat | 15 | 3 | 1 | 47 |



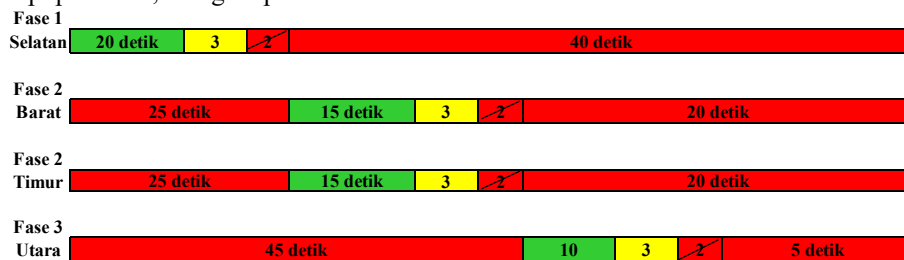
Gambar 6. Waktu Nyala Tiap Fase yang Telah Disesuaikan

4.6 Kinerja Simpang Alternatif 2 (Waktu siklus baru)

Alternatif kedua yaitu mengubah waktu siklus 4 fase diturunkan menjadi 3 fase nyala, dengan waktu nyala hijau pendekat barat dan timur nyala secara bersamaan. Waktu siklus yang disesuaikan selama 65 detik dengan all red 2 detik untuk setiap pendekat. Analisa alternatif 2 didapatkan hasil kapasitas simpang cenderung meningkat contohnya kapasitas simpang arah Utara meningkat dari 203 smp/jam meningkat menjadi 250 smp/jam serta derajat kejenuhan beragam untuk setiap pendekat, dengan pendekat Barat

memiliki derajat kejenuhan tertinggi yaitu 0,66. Tundaan rata-rata simpang berkurang 35% dari tundaan eksisting. Tingkat pelayanan pun meningkat menjadi C.

Waktu siklus baru yaitu mengubah yang awalnya 4 fase diturunkan menjadi 3 fase nyala, dengan fase 2 pendekat Barat dan Timur nyala secara bersamaan. Waktu siklus yang disesuaikan selama 65 detik dengan all red 2 detik untuk setiap pendekat. Waktu siklus baru dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Waktu Nyala Tiap Fase Alternatif 2

4.7 Kinerja Simpang Alternatif 3 (Pelebaran Jalan)

Alternatif ketiga yaitu dilakukan pelebaran jalan pada simpang APILL dengan menambah lebar efektif untuk setiap pendekat simpang. Pendekat timur dan barat dengan lebar awal 4,4 m dan 4,55 m dilebarkan menjadi 5,5 m, pendekat utara dengan lebar awal 3,25 dilebarkan menjadi 4,5 m, dan pendekat selatan dengan lebar awal 2,7 m dilebarkan menjadi 4 m. Analisa alternatif 3 pelebaran jalan ini menghasilkan peningkatan terhadap kapasitas simpang, derajat kejenuhan sama untuk semua pendekat yaitu 0,60, dan tundaan rata-rata 24 detik. Tingkat pelayanan pun meningkat menjadi C dibanding pada kondisi eksisting

4.8 Kinerja Simpang Alternatif 4 (Gabungan Alternatif 2 dan 3)

Alternatif 4 yaitu menggabungkan alternatif perubahan waktu siklus baru dan pelebaran jalan. Berdasarkan analisa alternatif 4 didapatkan hasil kapasitas simpang untuk semua pendekat cenderung meningkat dibanding Derajat kejenuhan barat 0,55 dan tundaan berkurang 43%. Tingkat pelayanan yaitu C.

4.9 Perbandingan Kinerja Simpang Kondisi Eksisting dan Alternatif

Berikut perbandingan untuk setiap kondisi simpang baik pada saat eksisting, maupun alternatif solusi penyelesaian masalah simpang yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Analisis Kondisi Eksisting dan Alternatif

| No | Analisis | Pendekat | Kapasitas simpang (C) (smp/jam) | Derajat Kejenuhan (DJ) | Panjang Antrian (m) | Tundaan simpang rata-rata (detik) | Tingkat Pelayanan (LOS) |
|----|--------------|----------|------------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 | Eksisting | Utara | 203 | 0,70 | 49 | 37 | D |
| | | Selatan | 314 | 0,69 | 70 | | |
| | | Timur | 388 | 0,54 | 41 | | |
| | | Barat | 421 | 0,82 | 62 | | |
| 2 | Alternatif 1 | Utara | 200 | 0,71 | 37 | 32 | C |
| | | Selatan | 306 | 0,71 | 61 | | |
| | | Timur | 294 | 0,71 | 37 | | |
| | | Barat | 487 | 0,71 | 46 | | |
| 3 | Alternatif 2 | Utara | 250 | 0,57 | 18 | 24 | C |
| | | Selatan | 387 | 0,56 | 52 | | |
| | | Timur | 478 | 0,44 | 27 | | |
| | | Barat | 518 | 0,66 | 48 | | |
| 4 | Alternatif 3 | Utara | 238 | 0,60 | 37 | 24 | C |
| | | Selatan | 364 | 0,60 | 56 | | |
| | | Timur | 349 | 0,60 | 34 | | |
| | | Barat | 578 | 0,60 | 44 | | |
| 5 | Alternatif 4 | Utara | 346 | 0,41 | 31 | 21 | C |
| | | Selatan | 573 | 0,38 | 44 | | |
| | | Timur | 597 | 0,35 | 28 | | |
| | | Barat | 626 | 0,55 | 46 | | |

Berdasarkan hasil analisa pada kondisi eksisting dan 4 alternatif solusi peningkatan kinerja simpang. Alternatif 2 dan 4 merupakan alternatif yang dapat menurunkan derajat kejenuhan dan panjang antrian. Namun, untuk alternatif 4 tidak dapat digunakan pada simpang tersebut karena keterbatasan wilayah untuk dilakukannya pelebaran jalan. Oleh karena itu, alternatif 2 merupakan alternatif terbaik karena menghasilkan derajat kejenuhan dibawah kondisi eksisting, peningkatan tingkat

pelayanan, dan tanpa anggaran tambahan untuk pelebaran jalan.

4.10 Perbandingan Kinerja Simpang Eksisting dan Alternatif Terpilih

Perbandingan kinerja simpang kondisi eksisting dan alternatif menggunakan PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Perbandingan Kinerja Simpang Eksisting dan Alternatif Terpilih

| No | Analisis | Pendekat | Kapasitas simpang (smp/jam) | Derajat Kejenuhan | Panjang Antrian (meter) | Tundaan simpang rata-rata (detik) |
|----|--------------------------|----------|-----------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Eksisting (PKJI 2023) | Utara | 203 | 0,70 | 49 | 37 (D) |
| | | Selatan | 314 | 0,69 | 70 | |
| | | Timur | 388 | 0,54 | 41 | |
| | | Barat | 421 | 0,82 | 62 | |
| 2 | Alternatif 1 (PKJI 2023) | Utara | 250 | 0,57 | 18 | 24 (C) |
| | | Selatan | 387 | 0,56 | 52 | |
| | | Timur | 478 | 0,44 | 27 | |
| | | Barat | 518 | 0,66 | 48 | |
| 3 | Eksisting (Simulasi) | Utara | - | - | 26.9 | 55 (D) |
| | | Selatan | | | 10.0 | |
| | | Timur | | | 54.3 | |
| | | Barat | | | 32.0 | |
| 4 | Alternatif 1 (Simulasi) | Utara | - | - | 16.3 | 30 (C) |
| | | Selatan | | | 6.9 | |
| | | Timur | | | 32.6 | |
| | | Barat | | | 12.2 | |

Solusi alternatif terbaik untuk meningkatkan kinerja simpang yaitu alternatif 2. Berdasarkan analisa alternatif 2 menggunakan PKJI 2023 didapatkan hasil kapasitas simpang cenderung meningkat untuk semua pendekat dibanding pada kondisi eksisting. Derajat kejenuhan beragam untuk setiap pendekat, dengan pendekat barat memiliki derajat kejenuhan tertinggi yaitu 0,66. Tundaan rata-rata simpang berkurang 35% dari tundaan eksisting. Tingkat pelayanan meningkat dari D ke C. Hasil perbandingan analisa menggunakan simulasi PTV Vissim antara kondisi eksisting dan alternatif 2 yaitu penurunan panjang antrian untuk setiap pendekat dan tundaan simpang rata-rata berkurang dari 55 detik menjadi 30 detik, sehingga tingkat pelayanan pun meningkat dari D ke C.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, panjang antrian pada pendekat utara mencapai 49 meter, di selatan 70 meter, timur 41 meter, dan barat dengan derajat kejenuhan 0,82 serta panjang antrian 62 meter, menghasilkan tundaan rata-rata 37 detik dengan tingkat pelayanan D. Sementara itu, simulasi menggunakan PTV Vissim menunjukkan panjang antrian rata-rata yang lebih variatif, yaitu 32 meter di utara, 54,3 meter di selatan, 10 meter di timur, dan 26,9 meter di barat, dengan tundaan rata-rata mencapai 54,5 detik, tetap berstatus LOS D. Perbandingan kinerja simpang antara analisis menggunakan PKJI 2023 dan simulasi dengan PTV Vissim menunjukkan perbedaan signifikan dalam tundaan rata-rata yang dihasilkan, di mana PKJI 2023 mencatat tundaan rata-rata sebesar 37 detik, sementara simulasi PTV Vissim menghasilkan tundaan rata-rata 54,5 detik; hasil simulasi ini lebih reflektif terhadap kondisi nyata di lapangan berkat pendekatan yang mempertimbangkan perilaku pengemudi. Berdasarkan analisa menggunakan metode tersebut maka didapatkan alternatif pengaturan waktu siklus pada simpang Jembatan Biawu, yaitu dengan merubah pengaturan dari 4 fase menjadi 3 fase, diyakini dapat mengurangi derajat kejenuhan serta tundaan di masing-masing pendekat simpang, sehingga meningkatkan efisiensi lalu lintas.

6. REFERENSI

- [1] Hoobs, F. D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalulintas (Edisi Kedua)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [2] Pemerintah Indonesia. (2009). *Undang-undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Indonesia, Pemerintah Pusat.

- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga. (2005). *Perencanaan Persimpangan Jalan Tak Sebidang*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [4] Sinambela, T. P, Kumaat, M., Pandey, S. V. (2021). *Analisa Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Konsumsi Bahan Bakar (Studi Kasus: Simpang Jl. A. A. Maramis – Jl. Ringroad II)*. TEKNO, Volume 19, Hal. 159-170
- [5] Al-Akbar, Zulfikar dan W. W. (2020). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Ptv Vissim (Studi Kasus Simpang Menukan, Yogyakarta)*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [6] Sugeha, R. (2022). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim Student pada Simpang Empat (Studi Kasus: Ruas Jalan Raja Eyato, Jalan S. Parman, dan Jalan Teuku Umar)*. Skripsi. Universitas Negeri Gorontalo.
- [7] Aryandi, R., & Munawar, A. (2014). *Penggunaan Software Vissim untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta)*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada
- [8] Widyawan, S., Prayogo, D., Rukman, D. P., D. A., & Rokhim, A. (2018). *Performance Analysis of Signaled Performance Analysis of Signaled Intersections to Improve Safety in Depok Intersection, Depok City. International Conference on Technology for Sustainable Development 2018 (ICSTD 2018)*. Hal: 226-238.
- [9] Planung Transport Verkehr AG. (2007). *Vissim 5.0 User Manual*. PTV AG.
- [10] Hutahaean, Y. G., & Susilo, B. H. (2021). *Evaluasi Simpang Bersinyal Taman Sari – Cikapayang Kota Bandung Dengan Analisis Vissim*. Jurnal Teknik Sipil, 17(1). Hal: 70–87.
- [11] Kementerian Perhubungan Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia
- [12] *Transportation Research Board*. (2000). *Highway Capacity Manual*. United States of America.
- [13] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2023. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia PKJI*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [14] Muhamad, F. A. (2024). *Evaluasi Dan Rekayasa Peningkatan Kinerja Simpang Apill Kadipaten Majalengka*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia.