

EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL MENGGUNAKAN PKJI 2014 DAN SOFTWARE VISSIM 11 (STUDI KASUS; SIMPANG 4 TAK BERSINYAL JL.MERTUJOYO, JL.JOYO UTOMO, JL.JOYO TAMBAKSARI, JL.MERTOJOYO SELATAN, KOTA MALANG, JAWA TIMUR)

Gilman da Silva Godinho¹, Nusa Sebayang², Annur Ma'ruf³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang
Email: 1621181.gilman@gmail.com¹

ABSTRAK

Kota Malang adalah sebuah kota yang terletak di provinsi Jawa Timur, Indonesia, kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Surabaya, dan Kota terbesar ke-12 di Indonesia. Tingginya tingkat kemacetan merupakan salah satu penyebab tingginya permasalahan transportasi di kota Malang Jawa Timur. Pada simpang Merjosari Kota Malang, Jawa Timur. Untuk menilai tingkat pelayanan pada simpang tersebut maka perlu dianalisis Kapasitas, Derajat Kejenuhan, Tundaan dan Peluang Antrian dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) Dan Vissim 11. Evaluasi simpang tak bersinyal ini bertujuan untuk menganalisis apakah simpang tersebut perlu ditingkatkan berdasarkan syarat PKJI 2014 dan Vissim 11. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survei di lapangan untuk mendapatkan data primer dan sekunder. Untuk mendapatkan data primer maka dilakukan survei selama 3 hari yaitu Kamis 04 Mei, Sabtu 06 dan Senin 08 Mei 2023, dan untuk data sekunder akan didapatkan dari BPS Kota Malang. Analisa Kinerja simpang menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 dan Vissim 11 untuk perhitungan derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan. Untuk evaluasi tingkat pelayanan jalan atau kinerja simpang menggunakan Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 tahun 2015. Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa simpang memerlukan peningkatan kinerja sipang, dapat dilihat dari nilai derajat kejenuhan yang sudah melampaui batas standart yaitu dengan nilai derajat kejenuhan (D_j) = 1,283, Panjang antrian peluang atas 221,10 % dan peluang bahwa dan nilai tundaan sebesar 90,61 det/skr dengan tingkat pelayanan F pada hari Sabtu siang. Untuk solusi permasalahan tersebut maka akan dilakukan perencanaan pemberlakuan aturan larangan belok kanan. Hasil derajat kejenuhan tertinggi 1.076 yang mana tingkat pelayanan adalah C yang sudah memenuhi tingkat pelayanan untuk jalan sekunder, untuk Tundaan maksimum yaitu 23,43 det/skr pada hari Sabtu siang dan Panjang antrian peluang atas 150,24 dan peluang bahwa 46,69.

Kata kunci : *evaluasi, simpang, derajat Kejenuhan, tundaan, peluang antrian, tingkat pelayanan*

1. PENDAHULUAN

Kota Malang adalah sebuah kota yang terletak di provinsi Jawa Timur, Indonesia, Kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Surabaya, dan Kota terbesar ke-12 di Indonesia. Pada tahun akademik 2022/2023 terjadi lonjakan pada jumlah mahasiswa karena perkuliahan secara luring dimulai maka peningkatan kemacetan lalu lintas dan peningkatan kepadatan penduduk di Malang. Masalah kemacetan yang sering terjadi adalah persimpangan. Karena itu persimpangan merupakan aspek yang sangat penting dalam pengendalian arus lalu lintas. Kota Malang sudah mempunyai *Command Center Room Area Traffic Control System (ATCS)* yang terkoneksi dengan 20 titik persimpangan jalan di Kota Malang yang bertujuan untuk mengoptimalkan pengendalian arus lalu lintas dan kinerja jaringan di kota Malang. Salah satu yang sering terjadi kemacetan pada persimpangan yaitu simpang tak bersinyal Jl.

Mertojoyo – Jl. Joyo Utomo, Kelurahan Merjosari kota Malang, hanya ada petugas “Supeltas” yang sukarela menertipkan kapasitas persimpangan pada jam tertentu dan kurang mampu arus lalu lintas yang lewat. Dari beberapa uraian diatas, penyusun tertarik untuk meneliti tentang permasalahan persimpangan “Jl. Mertojoyo – Jl. Joyo Utomo Kota Malang”. Maka penyusun mengambil judul “Tugas Akhir” yang berjudul “*Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinya Menggunakan Metode PKJI 2014 Dan Software VISSIM 11*” pada simpang 4 tak bersinyal Jl. Mertojoyo – Jl. Joyo Utomo – Jl. Joyo Tambaksari – Jl. Mertojoyo Selatan, Kota Malang, Jawa Timur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada

permukiman tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, Jalan lori dan jalan kabel. Berdasarkan UU Republik Indonesia No. 38 tahun 2004 tentang jalan, Jalan dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu jalan menurut fungsinya dan jalan menurut statusnya.

Klasifikasi Jalan

Berdasarkan Undang-Undang, Jalan dapat dikelompokkan dalam Klasifikasi menurut sistem, fungsi, status dan kelas. Sistem pada lokasi studi terdapat pada Sistem jaringan jalan Sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di kawasan perkotaan (UU No.22 Tahun 2009). Fungsi pada lokasi studi adalah Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi (UU No. 22 Tahun 2009). Berdasarkan Kelas Jalan pada Lokasi Studi adalah Jalan Kelas IIIB, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diinjak 8 ton (PP No.43 Tahun 1993). Tipe jalan pada Lokasi Studi adalah Jalan raya tipe 4/2T (PKJI 2014).

Kondisi Arus Lalu-Lintas

Arus lalu-lintas (Q) untuk gerakan (belok kiri QLT, lurus QST dan belok kanan QRT) dikonversikan dari kendaraan per-jam menjadi faktor kendaraan ringan (F_{skr}) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan ringan (ekr) untuk masing-masing pendekatan terlawan. Jenis kendaraan Ekr untuk Tipe Pendekat Terlawan kendaraan ringan (LV) 1,0 Kendaraan berat (HV) 1,3 sepeda motor (MC) 0,25 sumber : PKJI 2014 (Kapasitas Simpang Hal 25 dan 60)

Data Masukan

Data yang diperlukan dalam pola penganturan lampu lalu lintas adalah data geometrik simpang dan data arus lalu lintas.

Kapasitas Simpang

Kapasitas dihitung dari rumusan berikut :

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKI} \times F_{Bka} \times F_{mi}$$

Dimana :

C = Kapasitas

- C_0 = nilai kapasitas dasar
- F_{LP} = faktor penyesuaian lebar pendekat
- F_M = faktor penyesuaian median jalan mayor
- F_{UK} = faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{HS} = faktor penyesuaian hambatan samping

- F_{BKI} = faktor penyesuaian belok kiri
- F_{Bka} = faktor penyesuaian belok kanan
- F_{mi} = faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

Kapasitas Dasar

Nilai kapasitas ditentukan berdasarkan tipe persimpangan yang akan dijelaskan dalam tabel dibawah ini

Tipe simpang	Co, skr/jam
322	2700
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: PKJI 2014, Bab 5- Hal 10

Penetapan Tipe Simpang

Tipe simpang ditetapkan berdasarkan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan mayor dan jalan minor dengan tiga angka tabel di bawah;

Kode Tipe Simpang	Jumlah Lengan simpang	Jumlah Lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan mayor
322	3	2	2
323	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: PKJI 2014, kapasitas simpang 10 - 60

Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_{LP})

Besarnya tergantung dari lebar rata-rata pendekat simpang (LRP) yaitu rata-rata dari semua pendekat.

- Untuk tipe simpang 422 : $F_{LP} = 0,70 + 0,0866 L_{RP}$
- Untuk tipe simpang 424 atau 444 : $F_{LP} = 0,62 + 0,0740 L_{RP}$
- Untuk tipe simpang 322 : $F_{LP} = 0,73 + 0,0760 L_{RP}$
- Untuk tipe simpang 324 atau 344 : $F_{LP} = 0,62 + 0,0646 L_{RP}$

Faktor penyesuaian Median pada jalan Mayor (F_M)

Berikut faktor koreksi median pada jalan mayor diperoleh dalam tabel koreksi median hanya digunakan untuk jalan mayor dengan 4 lajur.

Kondisi simpang	Tipe M	Penyesuaian (F_M)
-----------------	--------	-----------------------

Tidak ada median jalan Mayor	Tidak ada	1.00
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1.05
Ada median jalan utama, lebar > 3m	Lebar	1.20

Sumber: PKJI 2014, kapasitas simpang 11- 60

Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{uk})

Faktor koreksi ukuran kota/penduduk dalam variabel juta jiwa, dicantumkan dalam tabel di bawah ini.

Ukuran Kota	Penduduk	F _{UK}
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Sedang	0,5-1,0	0,94
Sangat besar	>3,0	1,05

Sumber: PKJI 2014, kapasitas simpang 21- 60

Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{HS})

Faktor koreksi nilai kapasitas dasar akibat tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan arus kendaraan tak bermotor. Pengaruh kondisi lingkungan, HS, dan besarnya arus kendaraan fisik, KTB, akibat kegiatan disekitarnya simpang terhadap kapasitas dasar digabungkan menjadi satu nilai faktor koreksi hambatan samping (F_{HS}).

Dari sumber dari PKJI 2014, tipe jalan dibagi menjadi tiga yaitu jalan komersial, jalan pemukiman dan akses terbatas

Sumber : PKJI 2014 (Simpang Hal 22 dari 60)

Faktor Koreksi Rasio arus belok Kiri (F_{BKI})

Faktor koreksi rasio arus belok kiri F_{BKI}, variabel masukan dibawah ini.

$$F_{BKI} = 0,84 + 1,61 R_{BKI}$$

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas Simpang hal 12 dari 60)

Faktor Koreksi Rasio arus belok Kanan(F_{BKa})

Faktor koreksi nilai kapasitas dasar akibat arus lalu lintas belok kanan. F_{Bka} dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan dibawah ini. Agar diperhatikan ketentuan umum tentang keberlakuan R_{BKA} untuk analisis kapasitas.

Untuk Simpang-4 : FBKA = 1,0

Untuk Simpang-3 : FBKA = 1,09 – 0,922
 RBKA

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas S hal 12 d 60)

Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan minor (F_{RMI})

Faktor koreksi nilai kapasitas dasar akibat rasio lalu lintas dari jalan minor. FMI dapat ditentukan menggunakan persamaan-persamaan yang dibelkan pada tabel di bawah ini atau diperoleh secara grafis menggunakan diagram dalam gambar dibawah ini. FMI tergantung dari RMI dan tipe simpang. Agar diperhatikan ketentuan umum tentang

Tipe Simpang	FMI	RMI
422	$1,19 \times RMI2 - 1,19 \times RMI + 1,19$	0,1 – 0,9
424 & 444	$16,6 \times RMI4 - 33,3 \times RMI3 + 25,3 \times RMI2 - 8,6 \times RMI + 1,95$	0,1 – 0,3
	$1,11 \times RMI2 - 1,11 \times RMI + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 \times RMI2 - 1,19 \times RMI + 1,19$	0,1 – 0,5
	$-0,595 \times RMI2 + 0,595 \times RMI + 0,74$	0,5 – 0,9
	$16,6 \times RMI4 - 33,3 \times RMI3 + 25,3 \times RMI2 - 8,6 \times RMI + 1,95$	0,1 – 0,3
324 & 344	$1,11 \times RMI2 - 1,11 \times RMI + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times RMI2 + 0,555 \times RMI + 0,69$	0,5 – 0,9

Sumber : PKJI 2014 (Kapasitas Simpang Hal 12 dari 60)

Derajat Kejenuhan (Dj)

Menurut PKJI 2014 derajat kejenuhan (Dj) adalah rasio antara lalu lintas (q) terhadap kapasitas (C). Derajat kejenuhan menunjukkan rasio arus lalu lintas pada pendekatan tersebut terhadap kapasitas. Pada nilai tertentu derajat kejenuhan, dapat menyebabkan antrian yang panjang pada kondisi lalu lintas puncak.

$$D_j = \frac{q}{c}$$

Keterangan:

Dj = Derajat kejenuhan

q = Semua arus lalu lintas yang masuk simpang dalam satuan skr/jam

c = Kapasitas

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas Simpang hal 12 dari 60)

Tundaan (T)

Tundaan terjadi karena dua hal yaitu, Tundaan lalu lintas (TTL) dan Tundaan Geometrik (TG). TTL adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. TG adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat

kendaraan-kendaraan membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti.

$$T = T_{LL} + T_G$$

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas Simpang hal 13 dari 60)

T_{LL} adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua arah, dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini atau di tentukan dari kurva empiris sebagai fungsi dari D_j .

$$\text{Untuk } D_j \leq 0,60 : T_{LL} = 2 + 8,2078 D_j - (1 - D_j)^2$$

$$\text{Untuk } D_j > 0,60 : T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2742 D_j)} - (1 - D_j)^2$$

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas Simpang hal 13 dari 60)

Tundaan lalu lintas untuk jalan mayor (T_{LLma}) adalah lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor, dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini atau ditentukan dari kurva empiris sebagai fungsi D_j .

$$\text{Untuk } D_j \leq 0,60 : T_{LLma} = 1,8000 + 5,8234 D_j - (1 - D_j)^{1,8}$$

$$\text{Untuk } D_j > 0,60 : T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 D_j)} - (1 - D_j)^{1,8}$$

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas Simpang hal 13 dari 60)

Tudaan lalu lintas untuk jalan minor (T_{LLmi}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan minor, ditentukan dari T_{LL} dan T_{LLma} dihitung menggunakan persamaan dibawah ini.

$$T_{LLmi} = \frac{q_{TOT} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}}$$

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas Simpang hal 13 dari 60)

T_G adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh simpang, dapat diperkirakan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{Untuk } D_j < 1 : T_G = (1 - D_j) \times \{6 R_B + 3(1 - R_B)\} + 4 D_j$$

(detik/skr)

$$\text{Untuk } D_j \geq 1 : T_G = 4 \text{ detik/skr}$$

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas Simpang hal 14 dari 60)

Peluang Antrian (P_A)

Antrian kendaraan sering kali dijumpai dalam suatu simpang pada jalan dengan kondinsi tertentu misalnya pada jam-jam sibuk, hari libur atau pada akhir pekan. Peluang antrian adalah

peluang terjadi antrian yang mengantri sepanjang pendekat (PKJI 2014). P_A tergantung dari D_j dan digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas simpang.

$$\text{Batas atas peluang : } P_A = 47,71 D_j - 24,68 D_j^2 + 56,47 D_j^3$$

$$\text{Batas bawah peluang : } P_A = 9,02 D_j + 20,66 D_j^2 + 10,49 D_j^3$$

(Sumber : PKJI 2014 Kapasitas Simpang hal 14 dari 60)

Penetapan Tingkat Pelayanan

Penetapan tingkat pelayanan bertujuan untuk menetapkan tingkat pelayanan pada suatu ruas jalan atau persimpangan (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 96 2015)

Tingkat Pelayanan	Kondisi	Rata – Rata Tundaan (det/kend)
A	Baik Sekali	< 5
B	Baik	5 – 15
C	Sedang	15 – 25
D	Kurang	25 – 40
E	Buruk	40 – 60
F	Sangat Buruk	> 60

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No.96 Tahun 2015 hal. 17.

Alat Pemberi Isyarat Lalu lintas (APILL)

Alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) menurut UU No. 22 Tahun 2009 adalah Perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur lalu lintas orang dan atau kendaraan di persimpanganata pada ruas jalan.

Jenis-Jenis APILL

1. Lampu tiga warna untuk mengatur kendaraan. Susunan lampu tiga warna dalah merah, kuning dan hijau.
2. Lampu dua warna, untuk mengatur kendaraan dan/atau pejalan kaki. Susunan lampu dua warna yaitu Merah dan Hijau.
3. Lampu satu warna, untuk memberikan peringatan bahaya kepada pamakai jalan. Lampu itu berwarna kuning dan hijau.

Kriteria Pemasangan APILL

1. Arus minimal rata-rata diatas 750 kend/jam selama 8 jam dalam sehari.
2. Atau tundaan rata-rata kendaraan telah melampaui 30 detik.
3. Atau rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam dalam sehari
4. Atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan.
5. Atau merupakan kombinasi dari sebab-sebab diatas.

Teori Waktu Sinyal Untuk APILL

A. Penentuan waktu isyarat:

a) Arus Jenus dasar

Arus jenuh (S, skr/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (S0) dengan factor-faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. S dirumuskan oleh persamaan sebagai berikut:

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BK\alpha}$$

Persamaan pada pendekatan terlindung sama pendekat tak terlindung/terlawan:

- Pendekat terlindung:

$$S_0 = 600 \times L_E$$

- Pendekat terlawan:

- Tidak dilengkapi lajur belok-kanan terpisah, maka S0 ditentukan menggunakan grafik.
- Dilengkapi dengan lajur belok kanan terpisah, maka digunakan grafik

Jika gerakan belok kanan lebih besar dari 250skr/jam, fase isyarat terlindung harus dipertimbangkan dan rencana fase isyarat harus diganti.

b) Arus jenuh yang telah disesuaikan

Nilai S ditentukan dengan menggunakan persamaan diatas, Dalam perhitungannya, perlu diperhatikan jika suatu pendekat mempunyai isyarat hijau lebih dari satu fase, yang arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah, maka nilai arus jenuh kombinasi harus dihitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase:

$$S_{1+2} = \frac{S_1 \times H_1 \times S_2 \times H_2}{H_1 \times H_2}$$

c) Rasio Arus/Arus Jenuh $R_{Q/s}$

$R_{Q/s}$ dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$R_{Q/s} = \frac{Q}{S}$$

d) Waktu Siklus dan Waktu Hijau
 Waktu isyarat terdiri dari waktu siklus (c) dan waktu hijau (H). Nilai c ditetapkan menggunakan persamaan berikut:

$$c = \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}}$$

H ditetapkan menggunakan persamaan berikut:

$$H_i = (c - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ kritis}}}{\sum R_{Q/S \text{ kritis}}}$$

e) Kapasitas Simpang

Kapasitas Simpang APILL (C) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

f) Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DJ) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Dj = \frac{Q}{C}$$

B. Kinerja Lalu Lintas Simpang APILL

a) Panjang Antrian

b) Jumlah rata-rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat lampu hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah kendaraan (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (NQ2), dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2}$$

Jika $DJ > 0,5$; maka:

$$N_{Q1} = 0,25 \times c \times \left\{ (Dj - 1)^2 + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0,5)}{c}} \right\}$$

Jika $DJ \leq 0,5$; maka $N_{Q1} = 0$

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times Dj)} \times \frac{Q}{3600}$$

Panjang antrian (PA) diperoleh dari perkalian NQ (skr) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu

kendaraan ringan (ekr) yaitu 20m² ,
 dibagi lebar masuk (m), sebagaimana
 persamaan berikut:

$$PA = N_Q \times \frac{20}{L_M}$$

- c) Rasio Kendaraan Henti
 RKH, yaitu rasio kendaraan pada
 pendekat yang harus berhenti akibat
 isyarat merah sebelum melewati suatu
 simpang terhadap jumlah arus pada fase
 yang sama pada pendekat tersebut,
 dihitung menggunakan persamaan
 berikut:

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600$$

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti, NH,
 adalah jumlah berhenti rata rata per
 kendaraan (termasuk berhenti terulang
 dalam antrian) sebelum melewati suatu
 simpang, dihitung menggunakan
 persamaan berikut:

$$N_H = Q \times R_{KH}$$

- d) Tundaan
 Tundaan pada suatu simpang terjadi
 karena dua hal, yaitu 1) tundaan lalu
 lintas (TL), dan 2) tundaan geometrikk
 (TG). Tundaan rata-rata untuk suatu
 pendekat i dihitung menggunakan
 persamaan berikut

$$T_i = T_{Li} + T_{Gi}$$

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu
 pendekat i dapat ditentukan dari
 persamaan berikut

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{N_{Q1} \times 3600}{c}$$

Tundaan geometrik rata-rata pada suatu
 pendekat i dapat diperkirakan
 menggunakan persamaan berikut

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

Klasifikasi Jalan

❖ Status Jalan

Sesuai dengan Undang-Undang
 Republik Indonesia Nomor 38 Tahun
 2004 tentang Jalan dan Peraturan
 Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006
 tentang Jalan, maka sesuai dengan
 kewenangan/status, maka jalan umum
 dikelompokkan sebagai berikut :

1. Jalan Nasional

Jalan Nasional merupakan Jalan arteri dan
 jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan
 primer yang menghubungkan antar ibu kota
 provinsi, dan jalan strategis nasional,serta
 jalan tol.

Jalan nasional terdiri dari :

- Jalan arteri primer.
- Jalan kolektor primer yang
 menghubungkan antar ibukota
 provinsi.
- Jalan tol.
- Jalan Strategis Nasional.

2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi merupakan jalan kolektor
 dalam sistem jaringan primer yang
 menghubungkan ibu kota provinsi dengan
 ibu kota kabupaten/kota, atau antar ibukota
 kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
 Penyelenggaraan Jalan Provinsi merupakan
 kewenangan Pemerintah Provinsi. Jalan
 Provinsi terdiri dari:

- Jalan Kolektor Primer yang
 menghubungkan ibukota provinsi
 dengan ibukota kabupaten atau kota.
- Jalan Kolektor Primer yang
 menghubungkan antar ibukota
 kabupaten atau kota.
- Jalan Strategis Provinsi.
- Jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
 Ruas-ruas jalan provinsi ditetapkan
 oleh Gubernur dengan Surat Keputusan
 (SK) Gubernur.

3. Jalan Kabupaten

Penyelenggaraan Jalan Kabupaten
 merupakan kewenangan Pemerintah
 Kabupaten. Jalan Kabupaten terdiri dari :

- Jalan kolektor primer yang tidak
 termasuk jalan nasional dan jalan
 provinsi.
- Jalan lokal primer yang
 menghubungkan ibukota kabupaten
 dengan ibukota kecamatan, ibukota
 kabupaten dengan pusat desa, antar
 ibukota kecamatan, ibukota kecamatan
 dengan desa, dan antar desa.
- Jalan sekunder yang tidak termasuk
 jalan provinsi dan jalan sekunder dalam
 kota.
- Jalan Strategis Kabupaten. Ruas-ruas
 jalan kabupaten ditetapkan oleh Bupati
 dengan Surat Keputusan (SK) Bupati.

4. Jalan Kota
Jalan Kota adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota, merupakan kewenangan Pemerintah Kota. Ruas-ruas jalan kota ditetapkan oleh Walikota dengan Surat Keputusan (SK) Walikota.
5. Jalan Desa
Jalan Desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten di dalam kawasan perdesaan, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa.

Pemodelan Lalu Lintas dan Vissim 11

Vissim adalah software yang digunakan untuk mensimulasikan aliran- aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, bus, heavy rail, tram, LRT, sepeda motor, sepeda, hingga pejalan kaki. Berdasarkan pada website PTV Vissim, ada banyak versi Vissim yang dikeluarkan setiap tahunnya salah satunya adalah Vissim 11. Vissim 11 juga menyediakan kemampuan animasi 2D dan 3D termasuk dalam pemodelan semua jenis kendaraan, pohon, bangunan, traffic light, fasilitas jalan raya. Ada beberapa kasus yang dapat ditangani oleh Vissim 11 diantaranya adalah :

1. Geometrik Persimpangan
Pada kasus ini, Vissim 11 dapat mengatur traffic light pada persimpangan, mengatur moda transportasi, pejalan kaki, dan berbagai hambatan dalam persimpangan.
2. Sitem multimodal
Dalam kasus ini, Vissim 11 dapat mensimulasikan semua moda transportasi termasuk transportasi umum dan mengatur perilaku mereka. Pengguna dapat mengatur segala jenis moda transportasi sesuai dengan kondisi lokasi yang ditinjau.
3. Lalu lintas pada Jalan
Vissim 11 dapat mengetahui kualitas lalu lintas di jalan raya berdasarkan variabel yang di input seperti volume kendaraan, panjang antrian, volume, dan lain sebagainya.
4. Penguji Virtual moda Transportasi
Selain dapat mengatur perilaku moda transportasi sesuai dengan kondisi pada Vissim 11, pengguna dapat menguji moda transportasi tersebut dalam segala kondisi.

3. TINJAUAN PUSTAKA

Lokasi Studi

Lokasi survei lalulintas pada simpang tak bersinyal Jl. Mertojoyo – Jl, Joyo Utomo – Jl. Joyo Tambaksari –

Jl. Mertojoyo selatan akses keluar masuk persimpangan Merjosari.

Pengumpulan Data

Dalam studi dibutuhkan dua macam data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapat dengan cara melakukan survei langsung dilapangan, sedangkan untuk data sekunder didapat dengan cara meminta keterangan atau data dari instalasi-instalasi pemerintah yang terkait.

1. Data Primer : data yang didapat di lapangan dengan cara pengamatan secara langsung di lokasi. Data primer yang dibutuhkan di antaranya, yaitu :
 - Data geometrik jalan
 - Data arus lalu lintas
2. Data Sekunder : meliputi peta ruas jalan. Badan Pusat Statistik (BPS) kita dapat memperoleh data jumlah penduduk Kota Malang. Data-data digunakan untuk pendukung dari data primer.

Metode Pengolahan Data

Dalam penyelesaian tugas akhir ini menggunakan metode perhitungan dan penyelesaian untuk keperluan alternatif rencana di ambil dari buku Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 yang di keluarkanoleh Direktorat Jenderal Binamarga.

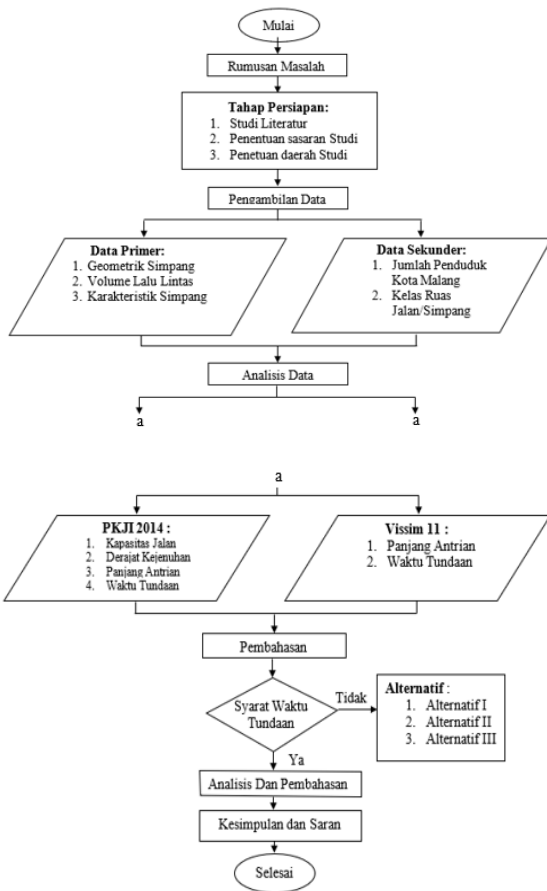
Tahap Evaluasi

Evaluasi yang dilakukan adalah menghitung beberapa parameter yang mempengaruhi tingkat pelayanan persimpangan Merjosari seperti:

- a) Volume
- b) Derajat Kejenuhan
- c) Tundaan dan Antrian

Pemodelan Menggunakan Software Vissim 11

Pada analisa pemodelan menggunakan vissim 11 dilakukan langkah-langkah pembuatan simulasi sebagai berikut:Imput backround , membuat tipe simpang (geometrik) dengan membuat *Link* dan *Connectors* , Imput pengurangan kecepatan kendaraan pada simpang, Menentukan titik konflik, Imput volume lalu lintas keseluruhan pada tiap pendekatan, Imput rute kendaraan sesuai persentase, Memasukkan jenis kendaraan, Mengkalibrasi model di Vissim, Imput pengukur tundaan dan antrian, Mengkalibrasi pengukur tundaan dan antrian, Menjalankan simulasi, Menvalidasi hasil tundaan dan antrian dengan metodi uji statistik Geh.Lanhkah-langkah tersebut kembali diulan setelah hasil evaluasi didapatkan untuk membandingkan kinerja pada kondisi eksisting dengan pemodelan baru.



4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

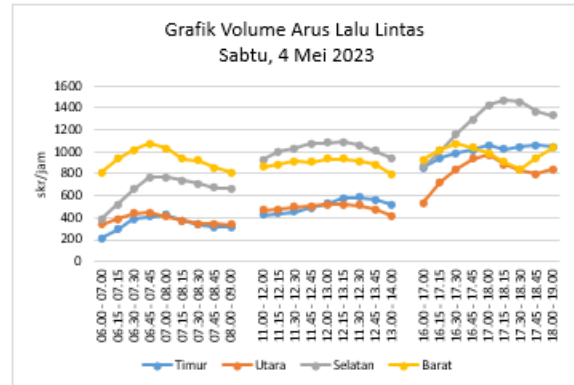
Volume Lalulintas

Volume Lalulintas kondisi eksisting tertinggi terjadi pada sabtu sore tanggal 06 Mei 2023, dapat dilihat pada tabel kombinasi di bawah ini.

Periode waktu (WIB)	Jumlah Volume Simpang (skr/jam)				Total Kendaraan (skr/Jam)
	Timur	Utara	Selatan	Barat	
07.30 - 08.30	338	342	711	921	2311
07.45 - 08.45	319	341	675	852	2187
08.00 - 09.00	318	338	671	816	2143
11.00 - 12.00	425	466	930	859	2681
11.15 - 12.15	437	484	1002	883	2806
11.30 - 12.30	456	498	1030	916	2901
11.45 - 12.45	489	503	1070	902	2965
12.00 - 13.00	529	518	1080	935	3061
12.15 - 13.15	577	522	1088	994	3121
11.30 - 12.30	584	510	1064	917	3076
12.45 - 13.45	568	478	1007	883	2937
13.00 - 14.00	523	422	949	804	2697
16.00 - 17.00	858	537	859	930	3184
16.15 - 17.15	947	721	1006	1011	3686
16.30 - 17.30	989	847	1160	1072	4087
16.45 - 17.45	1019	933	1294	1034	4281
17.00 - 18.00	1060	981	1425	992	4457
17.15 - 18.15	1024	887	1477	905	4293
17.30 - 18.30	1051	828	1452	838	4168
17.45 - 18.45	1058	794	1369	946	4166
18.00 - 19.00	1051	846	1329	1038	4265

Hasil diatas menunjukkan bahwa volume tertinggi terjadi pada hari sabtu sore, yaitu 4457 kend, sehingga sampel yang di pakai adalah pada hari

sabtu. Dibawah ini adalah grafik jam puncak pada hari sabtu 06 Mei 2023.



Hasil Pengolahan Data

Untuk kondisi eksisting pengolahan data didapatkan hasil pada sore hari yaitu dilihat tabel dibawah ini;

Tabel 4.20 Resume kinerja Lalulintas Eksisting Simpang Merjosari

Hari	Jam Puncak	Arus (skr/jam)	Kapasitas (skr/jam)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/skr)	Tingkat Pelayanan	Tingkat Pelayanan minimal
Senin	Pagi (06.45-07.45)	2568	2496	1,028	20,36	C	C
	Siang (12.15-13.15)	2225	2535	0,878	14,88	B	
	Sore (17.00-18.00)	2656	2524	1,052	21,82	C	
Kamis	Pagi (06.45-07.45)	2225	2427	0,917	16,12	C	C
	Siang (12.15-13.15)	2295	2437	0,942	16,75	C	
	Sore (16.45-17.45)	2586	2418	1,070	22,97	C	
Sabtu	Pagi (06.45-07.45)	2693	2426	1,110	26,08	D	C
	Siang (12.15-13.15)	3121	2433	1,283	90,61	F	
	Sore (17.00-18.00)	4457	2438	1,828	-4,94	F	

Dari evaluasi yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan hasil hasil tundaan rata-rata yang melebihi syarat yang telah ditentukan baik itu derajat kejenuhan (Dj), maupun tundaan didapat tingkat Pelayanan F/ tidak memenuhi syarat. Sehingga perlu direncanakan alternatif perbaikan.

Perbandingan Hasil analisis PKJI 2014 dan Software Vissim 11

Setelah dilakukannya analisis data menggunakan PKJI 2014 dan software VISSIM 11, maka dilakukan perbandingan dengan tujuan untuk mengetahui hasil paling mendekati kondisi eksisting pada simpang tak bersinyal Merjosari.

Tabel 4. 23 Perbandingan Tundaan dan Tingkat pelayanan PKJI 2014 dan Vissim 11 Pada Simpang Merjosari (Sabtu Siang)

Hasil	PKJI	Vissim (Rerata)
Tundaan (detik)	90,61	79,1
LoS (Tingkat Pelayanan)	F	F

Tundaan hasil analisis PKJI 2014 sebesar 90,61 det/kend sedangkan pemodelan Vissim 11 yaitu

79,1 det/kend. Dengan perbedaan kurang lebih sebesar 13 %.

Pembahasan Alternatif

Karena tingkat pelayanan pada simpang masih belum memenuhi syarat, maka dibuat solusi sebagai alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut sebagai berikut :

Pemberlakuan Aturan Larangan Belok kanan

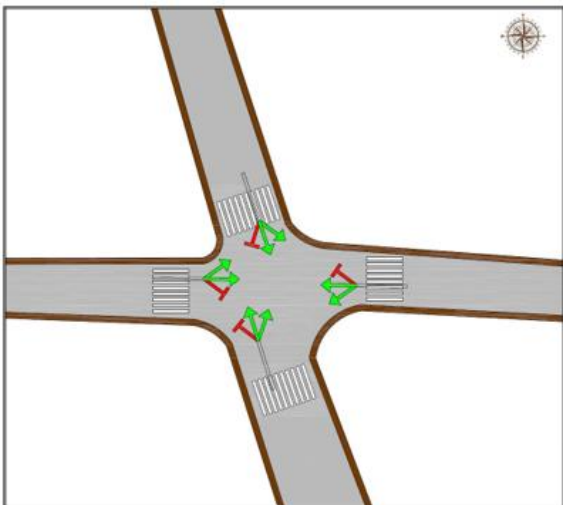
Rekomendasi ini dilakukan karena lihat pada kondisi tempat studi. Detail rute alternatif untuk kendaraan belok kanan di simpang tak bersinyal Merjosari sebagai berikut:

Tabel 4. 24 Detail Pengalihan Rute

Pendekat	Arah	Keterangan
Barat	Belok kanan	Rute kendaraan dari pendekat barat (Jl. Joyo Utomo) yang melakukan pergerakan berbelok ke arah selatan (Jl. Mertojoyo Selatan) dialihkan melalui Jalan Joyo Utomo 5
Selatan	Belok kiri	Rute kendaraan dari pendekat selatan (Jl. Mertojoyo Selatan) yang melakukan pergerakan berbelok ke arah barat (Jl. Joyo Utomo) dialihkan melalui Jalan Joyo Utomo 5.
Timur	Belok kanan	Rute kendaraan dari pendekat timur (Jl. Joyo Tambak Sari) yang melakukan pergerakan berbelok ke arah utara (Jl. Mertojoyo) dialihkan melalui Jalan Joyo Raharjo.



Gambar 4. 21 Peta Pengalihan Rute



Gambar 4. 22 Pola Pergerakan Alternatif Larangan Belok Kanan

Hasil Analisis setelah dilakukan Larangan belok kanan pada simpang tak bersinyal Merjosari adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 27 Perbandingan Tingkat Pelayanan pada Alternatif

Kondisi	Jam Puncak	Arus (skr/jam)	Kapasitas (skr/jam)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/kend)	Tingkat Pelayanan	Tingkat Pelayanan minimal
Do/Nothing	Pagi	2693	2426	1,110	26,08	D	C
	Siang	3121	2433	1,283	90,61	F	
	Sore	4457	2438	1,828	-4,94	F	
Do Something	Pagi	2451	2287	1,072	22,98	C	C
	Siang	2134	1984	1,076	23,43	C	
	Sore	2444	2041	1,198	39,84	E	

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan evaluasi lalulintas kondisi saat ini (eksisting) dan hasil perhitungan dapat diperoleh kesimpulan :

5.1 Kesimpulan

1. Pada analisis PKJI 2014 simpang tak bersinyal didapat Tundaan Simpang (T) sebesar 90,61 det/skr dengan tingkat pelayanan F pada hari sabtu siang yang sudah melewati syarat minimal tingkat pelayanan untuk jalan sekunder yaitu seminim-minimalnya C (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015).
2. Untuk solusi permasalahan tersebut maka akan dilakukan perencanaan pemberlakuan aturan larangan belok kanan. Dari hasil perhitungan perencanaan alternatif dengan Pemberlakuan Aturan Larangan Belok kanan didapatkan hasil derajat kejenuhan tertinggi 1.08 dan tundaan maksimum yaitu 23,43 det/skr dengan tingkat pelayanan adalah C yang sudah memenuhi tingkat pelayanan untuk jalan sekunder, pada hari sabtu siang.
3. Jika dibandingkan hasil analisis menggunakan PKJI 2014 dan pemodelan Vissim 11 yang dilakukan pada jam puncak tertinggi (sabtu siang). Tundaan hasil analisis PKJI 2014 sebesar 90,61 det/kend sedangkan pemodelan Vissim 11 79,1 det/kend. Dengan perbedaan kurang lebih sebesar 13%.

5.2 Saran

1. Untuk studi selanjutnya, diharapkan untuk melakukan survei dengan teliti. Misalnya dalam pengambilan data, tata cara survei harus sistematis, pendataan

- kebutuhan jumlah surveyor maupun peralatan survei memadai. Juga untuk mempertimbangkan solusi alternatif lain yang maksimal.
2. Untuk para pengendara diharapkan memiliki kesadaran untuk disiplin dalam mematuhi peraturan lalu lintas demi keselamatan dan kelancaran berlalu lintas.
 3. Merencanakan jalur pejalan kaki baik menyebrang dan menyusuri jalan untuk memfasilitasi pejalan kaki.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2014). Pedoman Kapasitas Jalan Raya Indonesia (PKJI). Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia Jakarta.
- Anonim, (2015). Peraturan Perhubungan Nomor 96 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Departemen Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta.
- Arta Wahyu, Sebayang, N., & Nainggolan, T, H., (2019). Evaluasi Metode MKJI 2014 dalam Menprediksi Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi kasus: Pada 3 (TIGA) Simpang Tak Bersinyal di Kota Malang). Diakses 3 Maret 2023 dari <http://eprints.itn.ac.id/2750/1/SKRIPSI%20WAHYU%20ARTA.pdf>
- Edwar M. K. (1991). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transprotasi. 559. Penerbit : Erlangga.
- Hutapea P., Sebayang, N., & Ma'ruf, A. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal simpang saptorenggo kabupaten Malang (Studi Kasus : Jl. Saptorenggo – Jl. Raya Baman). Eprints Institut Teknologi Nasional Malang, <https://eprints.itn.ac.id/7569/>
- I Gusti A. A., Indri S. A. (2019). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan PKJI 2014 dan Software VISSIM 11 . Eprints Institut Teknologi Nasional Malang . <https://eprints.itn.ac.id/2684/>
- Jatim Network. (2022). Kota Malang Nomor 2, Inilah 5 Daerah Memiliki Jumlah Mahasiswa Terbanyak di Jawa Timur. Termasuk Jember? Diakses 3 Maret 2023 dari <https://www.jatimnetwork.com/jatim/pr-435851847/kota-malang-nomor-2-inilah-5-daerah-memiliki-jumlah-mahasiswa-terbanyak-di-jawa-timur-termasuk-jember>
- Telnoni P. (2019). Evaluasi Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal. Eprints Malang : Institut Teknologi Nasional. <https://eprints.itn.ac.id/4246/>
- Tribun Jatim. (2022). Lonjakan Jumlah Mahasiswa di Malang Beri Dampak Kemacetan, tapi Gerakkan Perekomian. Diakses 3 Maret 2023 dari <https://jatim.tribunnews.com/2022/08/31/lonjakan-jumlah-mahasiswa-di-malang-beri-dampak-kemacetan-tapi-gerakkan-perekonomian>
- Saoki Ahmad (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 Dan Software Vissim 11 pada Sompang W.R. Supratman Kec. Klojen Kota Malang-Jawa Timur. Malang : Institut Teknologi Nasional.