

## Evaluasi dan peningkatan kinerja simpang tak bersinyal tiga lengan BALITTRA Jalan Kebun Karet Kota Banjarbaru

Hamidillah<sup>1\*</sup> dan Aisyah Nur Jannah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

### Article Info

Available online

### Keywords:

Enhancement  
Evaluation  
MKJI 1997  
Unsignalized T-Intersection  
VISSIM.

### Corresponding Author:

Hamidillah  
[18511071@students.uii.ac.id](mailto:18511071@students.uii.ac.id)

### Abstract

*Unsignalized T-Intersection BALITTRA at Kebun Karet Street in Banjarbaru City had a long traffic queue. The queue length from observations was estimated to be around 15 meters. This research aimed to know about the performance (degree of saturation, queue length, and level of service) of Kebun Karet T-Intersection in the existing condition and finding the alternative solution. This research used MKJI 1997 method to analyze the existing condition and VISSIM modelling software to find the alternative solution. In the existing condition, degree of saturation of Kebun Karet T-Intersection was 1,06. The queue length based on observation for the west was 9,03 m, east was 10,77 and south was 17,3 m. T-Intersection delay time was 22,23 second with level of service C. Alternative solution offered was widening the major lane and adding signalized program to Kebun Karet T-Intersection with the cycle time adjustment to 91 second based on MKJI 1997 recommendation cycle time for 3 phase signalized intersection. After modelling the alternative solution, the degree of saturation on the west was 0,82, east 0,81 and south was 0,82. The queue length based on VISSIM modelling for the west was 60,27 m, east was 36,12 and south was 30,60 m. T-Intersection delay time was 26,19 second with level of service D based on delay T-intersection time.*

Copyright © 2023 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

### Pendahuluan

#### Latar belakang

Kota Banjarbaru merupakan Ibu Kota Provinsi Kalimantan Selatan yang ditetapkan pada tahun 2022 berdasarkan Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2022 menggantikan Kota Banjarmasin, sehingga pusat pemerintahan akan berpindah ke Kota Banjarbaru yang tentunya akan memberikan dampak terhadap padatnya arus lalu lintas. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Pemerintah Kota Banjarbaru (2022), data jumlah kendaraan pada tahun 2021 sebesar 92.230 kendaraan dengan peningkatan

jumlah kendaraan pendaftaran baru sebesar 18 % dibanding tahun sebelumnya. Kota Banjarbaru ditunjuk sebagai pusat ibu kota baru Provinsi Kalimantan Selatan menggantikan Kota Banjarmasin. Hal tersebut berdampak pada padatnya arus lalu lintas diakibatkan pemindahan pusat ibu kota provinsi.

Salah satu simpang di Kota Banjarbaru dengan tingkat kemacetan yang tinggi adalah Simpang Tiga Tak Bersinyal BALITTRA Jalan Kebun Karet, panjang antrean mobil menuju titik simpang dilihat dari pengamatan di lapangan diperkirakan

sekitar 15 meter. Area Simpang Tiga Tak Bersinyal BALITTRA merupakan area yang banyak dilewati oleh arus lalu lintas. Hal ini dikarenakan lokasi simpang tersebut dekat dengan beberapa instansi pemerintahan, perumahan, perkantoran dan jalan alternatif menuju bandara Syamsudin Noor. Berdasarkan kondisi di atas maka perlu dilakukan penelitian dan analisis terhadap kinerja simpang tiga tak bersinyal tersebut untuk mengetahui tingkat pelayanan atau kinerja pada simpang tersebut. Pada penelitian kali ini penulis akan melakukan analisis kinerja lalu lintas pada simpang tak bersinyal Simpang Tiga BALITTRA menggunakan metode analisis MKJI 1997 lalu dilakukan pemodelan menggunakan program komputer PTV VISSIM.

Analisis kinerja simpang tak bersinyal telah lazim dilakukan menggunakan metode MKJI 1997 misalnya Amtoro (2015) pada simpang Samirono Yogyakarta, Annas (2006) pada Simpang Jalan Seturan dan Jalan Babarsari Yogyakarta, serta Hariyadi (2018) pada simpang Jalan Selokan Mataran Yogyakarta. Oleh karena itu, MKJI 1997 dapat dianggap sebagai metode yang tepat untuk menganalisis kinerja simpang pada penelitian ini. Selain itu, pemilihan *software* VISSIM sebagai alat bantu pemodelan lalu lintas didasarkan pada beberapa penelitian sebelumnya yaitu Zaki (2020) pada simpang Jalan Wates Km 5 Yogyakarta, Ismanto (2021) pada simpang Patangpuluhan Yogyakarta, serta Yudhatama (2021) pada simpang Gramedia Yogyakarta.

### **Simpang tak bersinyal**

Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bersimpangan atau bergabung, yang di dalamnya termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty, 2005). Pada suatu simpang, arus kendaraan akan berpindah dari satu titik yang sedang dilewatinya menuju titik yang lain sehingga ketika melakukan pergerakan tersebut kendaraan memiliki kemungkinan untuk bergabung

(*merge*), memisah (*diverge*) atau saling memotong (*cross*) dengan jalur kendaraan lainnya (Salter, 1976). Gerakan menggabung, memisah dan memotong ini akan memicu terjadinya suatu tabrakan (*collision*) antar kendaraan yang melewati suatu simpang, sehingga titik tempat terjadinya tabrakan antar kendaraan pada suatu simpang disebut dengan daerah konflik.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) menyatakan bahwasanya suatu simpang tak bersinyal paling efektif digunakan apabila ukurannya kecil dan daerah konflik lalu lintasnya ditentukan dengan baik. Simpang tak bersinyal merupakan suatu persimpangan yang tidak memiliki lampu atau alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL). Jenis persimpangan seperti ini kurang cocok untuk dilewati volume arus dengan tingkat kepadatan yang sangat tinggi dikarenakan dapat membahayakan pengguna simpang itu sendiri.

### **Arus lalu lintas ( $Q$ )**

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam kendaraan/jam.

### **Kapasitas ( $C$ )**

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), kapasitas merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada satu bagian jalan. Nilai kapasitas simpang tak bersinyal ( $C$ ) smp/jam dapat dinyatakan dalam Persamaan 1.

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (1)$$

dengan:

- $C_0$  = kapasitas dasar (smp/jam),
- $F_W$  = faktor penyesuaian lebar masuk,
- $F_M$  = faktor penyesuaian median jalan,
- $F_{CS}$  = faktor penyesuaian ukuran kota,
- $F_{RSU}$  = faktor hambatan samping,
- $F_{LT}$  = faktor penyesuaian belok kiri,
- $F_{RT}$  = faktor penyesuaian belok kanan,
- $F_{MI}$  = faktor penyesuaian rasio arus minor.

**Derajat kejenuhan (DS)**

Derajat kejenuhan (DS) merupakan suatu rasio volume dari arus lalu lintas terhadap kapasitas pada suatu bagian jalan tertentu. Derajat kejenuhan (DS) dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$DS = Q_{TOT} / C \quad (2)$$

dengan:

DS = derajat Kejenuhan,  
QTOT = arus total (smp/jam),  
C = kapasitas (smp/jam).

**Tundaan**

Tundaan lalu lintas simpang (DT<sub>I</sub>) merupakan tundaan lalu lintas yang dipengaruhi oleh kendaraan bermotor yang masuk simpang. Tundaan lalu lintas simpang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3 dan Persamaan 4.

Untuk DS ≤ 0,6 dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$DT_I = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2 \quad (3)$$

Untuk DS > 0,6 dapat dilihat pada Persamaan 4 berikut.

$$DT_I = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) \times 2 \quad (4)$$

Tundaan lalu lintas jalan utama (DT<sub>MA</sub>) merupakan suatu tundaan lalu lintas yang dipengaruhi oleh kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. Tundaan lalu lintas jalan utama dapat dihitung dengan Persamaan 5 dan Persamaan 6.

Untuk DS ≤ 0,6 dapat dilihat pada Persamaan 5 berikut.

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 8 \quad (5)$$

Untuk DS > 0,6 dapat dilihat pada Persamaan 6 berikut.

$$DTMA = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \quad (6)$$

Tundaan lalu lintas jalan minor (DT<sub>MI</sub>) merupakan suatu tundaan lalu lintas yang

ditentukan dari tundaan simpang (DT<sub>I</sub>) rata-rata dan tundaan jalan utama (DT<sub>MA</sub>) rata-rata. Tundaan lalu lintas jalan minor dapat dihitung dengan Persamaan 7.

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_I - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \quad (7)$$

dengan:

Q<sub>TOT</sub> = arus total (smp/jam),  
DT<sub>I</sub> = tundaan lalu lintas simpang,  
DT<sub>MA</sub> = tundaan lalu lintas jalan utama,  
Q<sub>MA</sub> = arus total pada jalan utama/mayor (smp/jam),  
Q<sub>MI</sub> = arus total pada jalan minor (smp/jam).

Tundaan geometrik simpang merupakan tundaan geometrik dari rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk pada suatu simpang. Tundaan geometrik simpang dapat dihitung dengan Persamaan 8 dan Persamaan 9.

Untuk DS < 1,0 dapat dilihat pada Persamaan 3.11 berikut.

$$DG = (1 - DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4 \quad (8)$$

(det/smp)

Untuk DS ≥ 1,0 maka digunakan

$$DG = 4 \quad (9)$$

dengan:

DG = tundaan geometrik simpang,  
PT = rasio belok total.

Tundaan simpang dapat dihitung melalui Persamaan 10.

$$D = DG + DT_I \text{ (det/smp)} \quad (10)$$

dengan:

DG = tundaan geometrik simpang (det/smp),  
DT<sub>I</sub> = tundaan lalu lintas simpang (det/smp).

Rentang dari nilai suatu peluang antrean dapat ditentukan dari hubungan empiris pada peluang antrean dengan derajat kejenuhan. Peluang antrean dapat diperoleh melalui Persamaan 11 dan Persamaan 12.

Untuk Q<sub>p</sub> % batas atas dapat dilihat pada Persamaan 11 berikut.

$$Q_p \% \text{ batas atas} = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 \quad (11)$$

Untuk  $Q_p$  % batas bawah dapat dilihat pada Persamaan 12 berikut.

$$Q_p \% \text{ batas bawah} = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \quad (12)$$

### Tingkat pelayanan simpang

Dalam peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tingkat pelayanan suatu simpang akibat tundaan diklasifikasikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat pelayanan simpang

Tingkat Pelayanan	Rata-rata tundaan (detik)
A	<5
B	<5 - <15
C	>15 - <25
D	>25 - <40
E	>40 - <60
F	>60

Sumber: Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2015

### Simpang bersinyal

Simpang bersinyal merupakan suatu persimpangan yang memiliki lampu atau alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) yang biasa disebut traffic light. Jenis persimpangan seperti ini menggunakan lampu tiga-warna untuk memisahkan lintasan dari suatu gerakan lalu lintas, simpang bersinyal cocok untuk dilewati volume arus dengan tingkat kepadatan yang tinggi. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) suatu simpang bersinyal efektif digunakan untuk menghindari kemacetan pada suatu simpang agar kapasitas tertentu pada simpang dapat dipertahankan.

### Arus jenuh (S)

Rasio arus jenuh merupakan suatu keadaan dimana besarnya keberangkatan suatu antrean di dalam suatu pendekat selama

kondisi yang ditentukan. Nilai arus jenuh pada simpang bersinyal dapat dihitung dengan Persamaan 13.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (13)$$

dengan:

- $S_0$  = arus jenuh dasar,
- $F_{CS}$  = faktor penyesuaian ukuran kota,
- $F_{SF}$  = faktor penyesuaian hambatan samping,
- $F_G$  = faktor penyesuaian kelandaian,
- $F_P$  = faktor penyesuaian parkir,
- $F_{RT}$  = faktor penyesuaian belok kanan,
- $F_{LT}$  = faktor penyesuaian belok kiri.

### Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas pada setiap lengan simpang bersinyal dapat ditentukan dengan Persamaan 14.

$$C = S \times g / c \quad (14)$$

dengan:

- $C$  = kapasitas (smp/jam), dan
- $S$  = arus jenuh (dmp/jam).

### Derajat kejenuhan (DS)

Perhitungan derajat kejenuhan pada setiap lengan simpang bersinyal dapat ditentukan dengan Persamaan 15.

$$DS = Q / C \quad (15)$$

dengan:

- $Q$  = arus lalu lintas (smp/jam).

### PTV VISSIM

PTV VISSIM merupakan sebuah perangkat lunak yang dapat memudahkan pengambilan keputusan baik dalam perancangan maupun kemampuan dalam rekayasa manajemen lalu lintas. Pada penggunaan perangkat lunak PTV VISSIM, perlu dilakukan analisis pada kondisi eksisting agar bisa mendapatkan hasil yang sesuai dengan rekayasa dan manajemen lalu lintas pada saat itu. Untuk mengecek kesesuaian model dengan kondisi aslinya, maka dalam setelah lalu lintas dimodelkan perlu dilakukan kalibrasi dan validasi.

Kalibrasi merupakan penyesuaian parameter terhadap data *driving behavior* pada *software* VISSIM dengan cara *trial and error* yang bertujuan agar data pemodelan dapat menyerupai data pengamatan pada saat kondisi eksisting di lokasi penelitian. Validasi merupakan perbandingan data yang ada pada lokasi penelitian dengan hasil simulasi atau pemodelan yang telah dilakukan dengan menggunakan *software* VISSIM. Pada proses validasi terdapat dua metode yang dapat diterapkan yaitu uji GEH yang dikembangkan oleh Geoffrey E. Havers dan uji Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

**Uji GEH**

Speirs (2006) menyatakan rumus GEH merupakan metode statistik chi-kuadrat yang dimodifikasi agar dapat menghitung perbedaan data relatif dan absolut. Perhitungan menggunakan rumus GEH dapat dilihat dengan Persamaan 16.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (16)$$

dengan:

$q_{simulated}$  = data volume lalu lintas pada pemodelan (kend/jam),

$q_{observed}$  = data volume lalu lintas pada survei lapangan (kend/jam).

Adapun kesimpulan dari hasil uji GEH dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kesimpulan hasil uji GEH

Nilai GEH	Keterangan
$GEH < 5$	Hasil diterima
$5 \leq GEH \leq 10$	Kemungkinan kesalahan dalam pemodelan atau data buruk
$GEH > 10$	Hasil ditolak

**Uji MAPE**

Nabilah dan Ranggadara (2020) menyatakan bahwasanya dari uji tersebut dapat diketahui hasil prediksi yang dilakukan sehingga dapat dilihat angka peramalan dan angka realisasi.

Perhitungan menggunakan rumus MAPE dapat dilihat dengan Persamaan 17.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \times 100 \quad (17)$$

Adapun kesimpulan dari hasil uji GEH dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kesimpulan hasil uji MAPE

Tipe Kontrol	Keterangan
$< 10\%$	Sangat akurat
$10 - 20 \%$	Baik
$20 - 50 \%$	Layak
$> 50\%$	Tidak akurat

**Metode penelitian**

Lokasi penelitian terletak pada simpang tiga tak bersinyal Jalan Kebun Karet, Kecamatan Landasan Ulin, Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan. Simpang tersebut menghubungkan Jalan Karang Anyar 1 dan Jalan Kebun Karet yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Simpang

Pada penelitian kali ini terdapat dua kelompok data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan adalah kondisi geometrik, volume arus lalu lintas, kecepatan lalu lintas, *driving behavior*, hambatan samping, panjang antrian. Data sekunder yang dibutuhkan adalah jumlah penduduk, denah lokasi, data jumlah kendaraan, dan data hari dan jam puncak yang didapatkan melalui Dinas Perhubungan.

Survei pengambilan data dilakukan berdasarkan rekomendasi dari Dinas Perhubungan Kota Banjarbaru yaitu pada 1 hari kerja (Senin) dan 1 hari libur (Sabtu) saat jam sibuk masyarakat sekitar karena pada waktu sibuk biasanya memiliki tingkat

volume arus lalu lintas yang tinggi. Pengambilan data akan dilakukan di lokasi penelitian sesuai dengan jadwal waktu yang telah dirancang yaitu pagi hari (jam 06.30 – 8.30 WITA), siang hari (jam 12.00 – 14.00 WITA), sore hari (jam 15.30 – 17.30 WITA). Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode analisis sesuai dengan MKJI 1997 (Indonesia) dan pemodelan dengan perangkat lunak yang berfungsi untuk melakukan pemodelan atau simulasi lalu lintas untuk menentukan alternatif solusi perbaikan menggunakan PTV VISSIM.

**Hasil dan pembahasan**

**Data hasil pengamatan**

Data geometrik simpang Kebun Karet dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data geometrik simpang

Pendekat	Lebar (m)	Bahu jalan (m)	Media n
Barat/A	3,35	-	-
Timur/B	3,35	-	-
Selatan/C	2,8	-	-

Berdasarkan hasil pengamatan, periode jam puncak pada Simpang Tiga Jalan Kebun Karet terjadi pada hari Senin jam 07.00 – 08.00 WITA sebesar 2607,6 smp/jam. Data dan panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data panjang antrean simpang

Pendekat	Panjang antrean jam puncak (m)
Barat/A	9,03
Timur/B	10,77
Selatan/C	17,3

**Analisis kinerja simpang berdasarkan MKJI 1997**

Pada analisis menggunakan metode MKJI 1997 dapat diketahui nilai kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan pada simpang. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui tingkat pelayanan suatu simpang dalam melayani arus lalu lintas baik pada simpang tak bersinyal maupun

simpang bersinyal. Adapun rekapitulasi hasil perhitungan menggunakan metode MKJI 1997 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data geometrik simpang

Parameter	Satuan	Hasil
Tipe Simpang	-	322
C <sub>0</sub>	smp/jam	2700
Lebar Pendekat Rata-rata	m	3,08
F <sub>w</sub>	-	0,964
F <sub>M</sub>	-	1
F <sub>CS</sub>	-	0,88
F <sub>RSU</sub>	-	0,93
FL <sub>T</sub>	-	1,423
F <sub>RT</sub>	-	0,852
F <sub>MI</sub>	-	0,953
C	smp/jam	2461
DS	-	1,06
DT <sub>1</sub>	det/smp	18,281
DT <sub>MA</sub>	det/smp	12,414
DT <sub>MI</sub>	det/smp	33,733
DG	det/smp	3,95
D	det/smp	22,28
Peluang Antrean Batas Atas	%	90,02
Peluang Antrean Batas Bawah	%	45,231

Berdasarkan analisis tersebut dapat diketahui bahwa simpang Kebun Karet pada kondisi eksisting memiliki nilai kapasitas sebesar 2461 smp/jam, nilai derajat kejenuhan DS = 1,06, dan tundaan sebesar 22,28 dengan tingkat pelayanan C berdasarkan nilai tundaan. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa tingkat derajat kejenuhan sudah melewati nilai 0,75 atau dapat dikatakan bahwa simpang tersebut sudah jenuh dan diperlukan alternatif solusi peningkatan kinerja simpang.

**Alternatif solusi dengan pemodelan PTV VISSIM**

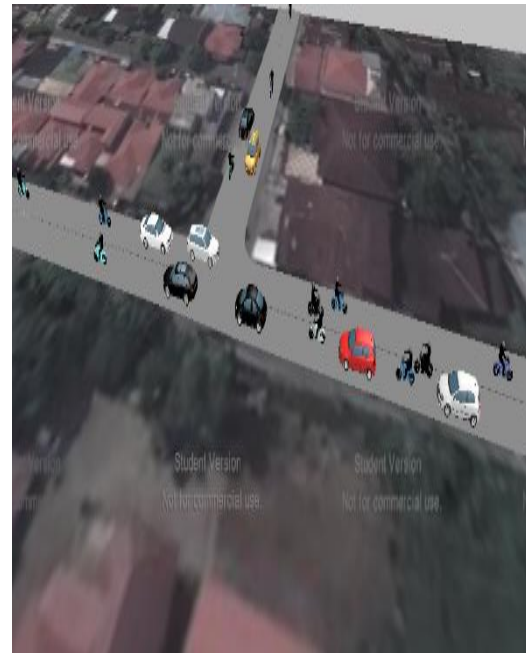
Pada pemodelan VISSIM diperlukan data masukkan yaitu berupa data kendaraan ketika jam puncak selama satu jam, data panjang antrean, data *driving behavior*, data kecepatan kendaraan, dan data geometri

simpang. Pada saat pemodelan menggunakan VISSIM hasil data analisis belum valid karena harus disesuaikan dengan keadaan atau kondisi aktual yang terdapat di lokasi penelitian. Sehingga harus dilakukan kalibrasi dan validasi pada VISSIM agar data masukan dapat sesuai dengan perilaku pengendara yang ada di lokasi lapangan.

Kalibrasi pada *software* VISSIM dilakukan dengan cara *trial and error* sampai data pada VISSIM dapat merepresentasikan kondisi di lokasi penelitian. Parameter penting yang diubah pada VISSIM adalah parameter *driving behavior* yang merupakan perilaku pengemudi dalam berkendara pada lokasi penelitian. *Driving behavior* meliputi jarak antar kendaraan dan juga posisi kendaraan di lokasi penelitian, kalibrasi dengan cara *trial and error* akan dilakukan sampai didapati hasil yang valid pada saat 5 kali proses *running* dengan nilai *Random Seed* yang berbeda hingga dapat merepresentasikan kondisi di lokasi penelitian. Perubahan pada saat kalibrasi *software* VISSIM berdampak pada jarak antar kendaraan dan perilaku kendaraan saat berkendara pada simpang di lokasi penelitian. Perbedaan secara visual sebelum dan sesudah kalibrasi dapat dilihat tampilan modelling 3D pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Tampilan 3D sebelum kalibrasi



Gambar 3. Tampilan 3D setelah kalibrasi

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3, dapat dilihat perbedaan kondisi simpang melalui pemodelan VISSIM sebelum dan setelah dilakukan kalibrasi pada *software*. Terdapat perubahan jarak antar kendaraan menjadi lebih dekat atau rapat sehingga dapat menggambarkan kondisi aktual pada lokasi penelitian.

Proses validasi dilakukan agar hasil modeling VISSIM dapat dikatakan valid berdasarkan uji GEH dan MAPE. Parameter untuk uji GEH menggunakan data volume kendaraan (kend/jam) pada kondisi eksisting di lokasi penelitian. Kalibrasi dilakukan dengan cara mengubah pada bagian parameter *driving behavior*. Hasil dari uji GEH saat sebelum dan sesudah proses kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Hasil uji GEH

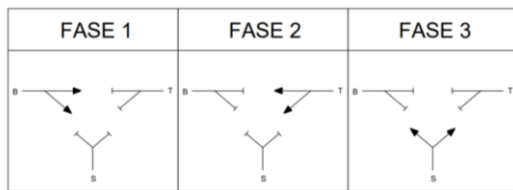
Pendekat	Nilai GEH	Kesimpulan
Jl. Karang Anyar 1 Lengan A / (Barat)	0,65	Hasil pemodelan memenuhi syarat
Jl. Karang Anyar 1 Lengan B / (Timur)	0,67	Hasil pemodelan memenuhi syarat
Jl. Kebun Karet Lengan C / (Selatan)	0,83	Hasil pemodelan memenuhi syarat



Tabel 8. Hasil uji MAPE

Pendekat	Nilai MAPE	Kesimpulan
Jl. Karang Anyar 1 Lengan A / (Barat)	10 %	Hasil pemodelan baik
Jl. Karang Anyar 1 Lengan B / (Timur)	11 %	Hasil pemodelan baik
Jl. Kebun Karet Lengan C / (Selatan)	5 %	Hasil pemodelan sangat akurat

Alternatif solusi 1 yaitu penambahan sinyal 3 fase pada simpang dengan waktu siklus hasil analisis berdasarkan MKJI 1997 sebesar 169 detik. Waktu *all red* yang digunakan sebesar 1 detik, waktu kuning sebesar 2 detik sehingga diperoleh nilai LTI sebesar 9 detik. Adapun fase sinyal dan pewaktuan siklus pada alternatif solusi 1 dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 9.



Gambar 4. Pembagian fase simpang

Tabel 9. Waktu siklus alternatif 1

Parameter	Pendekat		
	Barat/ A	Timur/ B	Selatan/ C
Amber	2	2	2
All Red	1	1	1
LTI	9	9	9
Cua	168	168	168
g	39	71	50
c	169	169	169

Setelah dilakukan analisis menggunakan MKJI 1997 dan pemodelan pada *software* VISSIM didapatkan perbaikan nilai DS akibat penambahan sinyal pada simpang tersebut dengan nilai DS menjadi 0,94 pada tiap lengan. Adapun nilai panjang antrian pada Lengan A sebesar 61,01 m, Lengan B sebesar 15,23 m dan Lengan C sebesar 25,91 m. Nilai tundaan simpang pada alternatif solusi 1 sebesar 22,73 det/kend. Berdasarkan alternatif solusi 1 dapat

disimpulkan bahwa nilai derajat kejenuhan mengalami perbaikan yang tidak signifikan dan tingkat pelayanan C.

Alternatif Solusi 2 yaitu perubahan geometrik pada jalan mayor. Perubahan geometrik pada jalan mayor dari 3,35 m menjadi 4,5 m. Berdasarkan hasil perhitungan dan pemodelan, setelah dilakukan analisis menggunakan MKJI 1997 dan pemodelan pada *software* VISSIM didapati perbaikan nilai DS akibat perubahan geometrik pada jalan mayor pada simpang tersebut dengan nilai DS menjadi 1,01. Adapun nilai panjang antrian pada Lengan A sebesar 7,74 m, Lengan B sebesar 13,60 m dan Lengan C sebesar 25,22 m. Nilai tundaan simpang pada alternatif solusi 2 sebesar 7,00 det/kend. Berdasarkan alternatif solusi 2 dapat disimpulkan bahwa nilai derajat kejenuhan mengalami perbaikan yang tidak signifikan dan tingkat pelayanan B.

Alternatif Solusi 3 yaitu perubahan geometrik pada jalan mayor dan penambahan sinyal 3 fase pada simpang dengan waktu siklus yang disarankan MKJI 1997 untuk simpang bersinyal 3 fase. Waktu siklus yang digunakan sebesar 91 detik. Waktu *all red* yang digunakan sebesar 1 detik, waktu kuning sebesar 2 detik sehingga diperoleh nilai LTI sebesar 9 detik. Adapun fase sinyal dan pewaktuan siklus pada alternatif solusi 3 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Waktu siklus alternatif 3

Parameter	Pendekat		
	Barat/ A	Timur/ B	Selatan/ C
Amber	2	2	2
All Red	1	1	1
LTI	9	9	9
g	18	33	31
c	91	91	91

Setelah dilakukan analisis menggunakan MKJI 1997 dan pemodelan pada *software* VISSIM didapati perbaikan nilai DS akibat



penambahan sinyal pada simpang tersebut dengan nilai DS Pada Lengan A menjadi 0,82, Lengan B menjadi 0,81 dan Lengan C menjadi 0,82. Adapun nilai panjang antrian pada Lengan A sebesar 60,27 m, Lengan B sebesar 36,12 m dan Lengan C sebesar 30,60 m. Nilai tundaan simpang pada alternatif solusi 3 sebesar 26,19 det/kend. Berdasarkan alternatif solusi 3 dapat disimpulkan bahwa nilai derajat kejenuhan mengalami perbaikan yang signifikan dan tingkat pelayanan D.

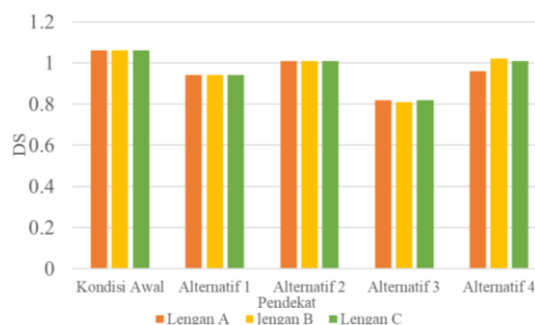
Alternatif Solusi 4 yaitu penambahan sinyal 3 fase pada simpang dengan waktu siklus yang disarankan MKJI 1997 untuk simpang bersinyal 3 fase. Waktu siklus yang digunakan sebesar 80 detik. Waktu all red yang digunakan sebesar 1 detik, waktu kuning sebesar 2 detik sehingga diperoleh nilai LTI sebesar 9 detik. Adapun fase sinyal dan pewaktuan siklus pada alternatif solusi 1 dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Waktu siklus alternatif 4

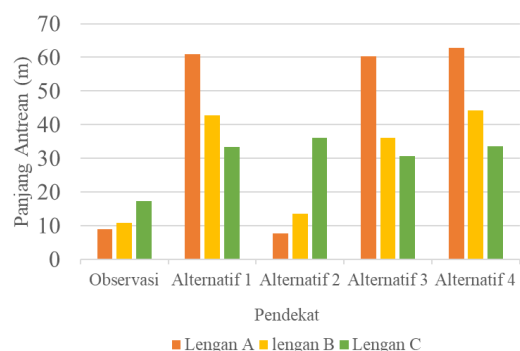
Parameter	Pendekat		
	Barat/ A	Timur/ B	Selatan/ C
	(detik)		
Amber	2	2	2
All Red	1	1	1
LTI	9	9	9
G	18	31	22
C	80	80	80

Setelah dilakukan analisis menggunakan MKJI 1997 dan pemodelan pada *software* VISSIM didapati perbaikan nilai DS akibat penambahan sinyal pada simpang tersebut dengan nilai DS pada Lengan A menjadi 0,96, Lengan B menjadi 1,02 dan Lengan C menjadi 1,01. Adapun nilai panjang antrian pada Lengan A sebesar 62,79 m, Lengan B sebesar 44,29 m dan Lengan C sebesar 33,64 m. Nilai tundaan simpang pada alternatif solusi 4 sebesar 20,37 det/kend. Berdasarkan alternatif solusi 4 dapat disimpulkan bahwa nilai derajat kejenuhan mengalami perbaikan yang tidak signifikan dan tingkat pelayanan C.

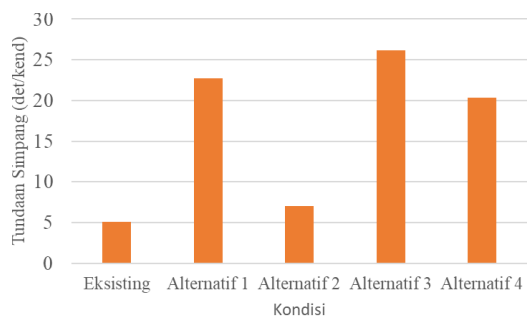
Perbandingan empat alternatif solusi dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 5. Perbandingan derajat kejenuhan



Gambar 6. Perbandingan panjang antrian



Gambar 7. Perbandingan tundaan simpang

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa alternatif 3 merupakan alternatif terbaik dikarenakan terdapat penurunan nilai derajat kejenuhan yang cukup signifikan yaitu sebesar 23%. Di sisi lain, berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7 dapat diketahui bahwa seluruh alternatif solusi tidak mampu menurunkan panjang antrian nilai tundaan yang terjadi.

Berdasarkan perbandingan keempat alternatif solusi yang ditawarkan, didapatkan alternatif solusi yang dipilih

pada Simpang Tak Bersinyal Tiga Lengan Jalan Kebun Karet Kota Banjarbaru yang paling efektif adalah alternatif solusi 3. Alternatif solusi 3 adalah solusi dengan melakukan perubahan geometrik pada jalan mayor dan penambahan sinyal pada simpang dengan waktu siklus 91 detik sesuai dengan waktu siklus yang disarankan MKJI 1997 untuk simpang bersinyal 3 Fase 50 - 100 detik. Hal tersebut karena pada alternatif solusi 3 didapati penurunan derajat kejenuhan yang signifikan yaitu sebanyak 23%. Meskipun dalam perbandingannya alternatif solusi 3 merupakan memiliki panjang antrean dan waktu tundaan yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi eksisting, namun alternatif 3 tetap dipilih karena pertimbangan keselamatan pengendara dimana sering terjadi insiden pada daerah simpang yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hampir terjadi tabrakan antar pengendara di simpang

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan MKJI 1997, dapat diketahui bahwa kinerja Simpang Tak Bersinyal Tiga Lengan Jalan Kebun Karet Kota Banjarbaru pada kondisi eksisting memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 1,06. Kemudian nilai panjang antrean pada lokasi simpang berdasarkan hasil observasi di lapangan untuk Lengan A (Barat) sebesar 9,03 m, Lengan B (Timur) sebesar 10,77 m dan Lengan C (Selatan) sebesar 17,3 m. Selain itu, nilai tundaan

simpang-simpang sebesar 22,23 det/smp dengan tingkat pelayanan C.

Berdasarkan hasil analisis MKJI 1997 dan pemodelan VISSIM, didapatkan alternatif solusi untuk perbaikan pada Simpang Tak Bersinyal Tiga Lengan Jalan Kebun Karet Kota Banjarbaru yang dapat ditawarkan adalah alternatif solusi 3 untuk pertimbangan keselamatan. Alternatif solusi 3 adalah solusi dengan melakukan perubahan geometrik pada jalan mayor dan penambahan sinyal pada simpang dengan waktu siklus 91 detik sesuai dengan waktu siklus yang disarankan MKJI 1997 untuk simpang bersinyal 3 Fase 50 - 100 detik. Hasil dari alternatif solusi 3 adalah nilai derajat kejenuhan (DS) pada simpang dengan penambahan sinyal pada Lengan A (Barat) sebesar 0,82, Lengan B (Timur) sebesar 0,81 dan Lengan C (Selatan) sebesar 0,82 m. Kemudian nilai panjang antrean pada lokasi simpang berdasarkan hasil pemodelan VISSIM untuk Lengan A (Barat) sebesar 60,27 m, Lengan B (Timur) sebesar 35,12 m dan Lengan C (Selatan) sebesar 30,60 m. Selanjutnya, nilai tundaan simpang-simpang sebesar 26,19 det/smp dengan tingkat pelayanan D.

### Daftar pustaka

- Badan Pusat Statistik Kota Banjarbaru. (2022). *Kota Banjarbaru Dalam Angka 2022*, Banjarbaru.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Hariyadi, M. 2018. *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Selokan Mataram Yogyakarta Menggunakan Metode MKJI 1997*. Skripsi. Universitas Islam Indonseia. Yogyakarta.
- Hasibuan D.Y.F.C. dan Muttaqin M.Z. 2021. *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Persimpangan Pasar Sibuhuan, Kabupaten Padang*

- Lawas, Sumatera Utara. *Jurnal Saintis*. Vol. 21 No. 01, April 2021. Pekanbaru.
- Hidayat D. W., Sulisty A. B., dan Oktopianto Y. 2020. Peningkatan Kinerja Simpang Tiga Bersiyal Studi Kasus Simpang Tiga Purin Kendal. *Indonesan Journal of Road Safety*. Vol. 7 No. 2 Desember 2020.
- Hutahaean Y. G. dan Susilo B. H. 2021. Evaluasi Simpang Bersinyal Taman Sari – Cikapayung Kota Bandung Dengan Analisis VISSIM. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 17 No. 1, April 2021. Bandung.
- Ismanto, A. 2021. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Peningkatan Pelayanan Lalu Lintas: Studi Kasus Simpang Patangpuluhan, Yogyakarta*. Skripsi. Universitas Islam Indonseia. Yogyakarta
- Khisty, C. J. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*, Edisi Ketiga. Erlangga, Jakarta.
- Listiana N. dan Sudibyo T. 2018. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga-Bubulak Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol. 04 No. 01 April 2019. Bogor.
- Menteri Perhubungan. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Menteri Perhubungan. Jakarta.
- Munawar, A. 2004 *Manajemen Lalulintas Perkotaan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Nabilah I. dan Ranggadara I. 2020. Mean Absolute Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *Journal of Information System*. Vol. 5, No. 2. Kembangan, Jakarta Barat 11650.
- Pratama M. D. M. 2019. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan A.H Nasution dan Jalan Cikadut, Kota Bandung. *Jurna Online Institut Teknologi Nasional*. No. 2 Vol. 5 Juni 2019.
- PTV VISSIM. 2013. *PTV VISSIM User Manual*. PTV AG, Karlsruhe. Germany.
- Salter, R.J. 1976. *Highway Traffic Analysis and Design*, 2<sup>nd</sup> ed. Mac Millan. London.
- Speirs, E 2006, Estimator User Guide, 1 edn, updated 20/02/2006, Quadstone Limited, Edinburg.
- Tamin, O.Z. 1997. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi II. Penerbit ITB. Bandung.
- Yudhatama, N. A. 2021. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Gramedia dan Usulan Perbaikan Waktu Siklus Dengan Mempertimbangkan Headay Trans Jogja*. Skripsi. Universitas Islam Indonseia. Yogyakarta.
- Zaki, M. 2020. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal UPN Yogyakarta*. Skripsi. Universitas Islam Indonseia. Yogyakarta