

Artikel

## Optimalisasi Simpang Bersinyal Melalui Pedoman MKJI dan Simulasi VISSIM (Studi Kasus: Simpang 4 Bersinyal Duren Sawit, Jakarta Timur)

Fauzi Lesmana<sup>1</sup> dan Safrilah<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie, Jl. H. R. Rasuna Said, Kuningan, DKI Jakarta, 12940, Indonesia

\* Korespondensi: safrilah@bakrie.ac.id

### Abstrak

Simpang bersinyal merupakan suatu persimpangan dimana yang terdiri dari beberapa lengan simpang dan dilengkapi dengan pengaturan lalu lintas (traffic light). Simpang bersinyal merupakan bagian penting dari suatu jaringan jalan yang bertujuan sebagai layanan lalu lintas untuk pengguna jalan. Simpang bersinyal merupakan pengatur waktu berfungsi dengan tujuan mengalirkan arus lalu lintas ke ruas yang lain dengan arah yang berbeda. Pada dasarnya pengatur waktu pada simpang bersinyal ini mengatur pergerakan lalu lintas (signalized interaction) dengan membagi waktu sinyal (signal timing) terhadap pengendara untuk memberikan hak melintasi jalan simpang bersinyal. Maka atas dasar tujuan ini dilakukan penelitian yaitu untuk menganalisis kinerja simpang dan mengetahui dari keefektifan kondisi eksisting simpang dari tundaan dan antrian pada simpang 4 bersinyal Duren Sawit Jakarta Timur. Metode data yang digunakan adalah data primer dan sekunder yang kemudian diolah menggunakan Software PTV Vissim 9 dan Microsoft Excel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa simpang 4 bersinyal ini dalam kondisi efektif, atau bisa disebut dengan tidak dalam keadaan jenuh. Pada simpang yang telah di tinjau, maka dapat dinyatakan kondisi eksisting atau kondisi geometrik masih dalam kondisi baik atau efektif, karena dilihat dari hasil derajat kejenuhan masing-masing simpang nilainya kurang dari 0,75, dan dapat dikatakan efektif. Hanya saja pada simpang utara dengan hasil 1,32 melebihi batas nilai kejenuhan, ini menunjukkan simpang utara lebih padat daripada simpang lainnya.

Kata Kunci: Simpang bersinyal, tundaan, antrian, kondisi eksisting

### 1 Pendahuluan

Salah satu permasalahan dalam bidang transportasi darat adalah kemacetan lalu lintas yang sering terjadi dan menurunkan tingkat reliabilitas jalan sebagai prasarana transportasi. Permasalahan tersebut sulit dipecahkan karena pertumbuhan kendaraan yang terlampaui cepat daripada prasarana jalan. Angka pertumbuhan lalu lintas semakin tinggi pada setiap tahunnya di Kota Jakarta. Berdasarkan Badan Pusat Statistik DKI Jakarta pada tahun 2018 – 2020 kendaraan yang beroperasi di DKI Jakarta menurut jenis kendaraan (unit) setiap tahunnya total jumlah kendaraan sangat signifikan selalu mengalami kenaikan, pada tahun 2018 jumlah kendaraan bermotor yaitu 11.762.763, pada tahun 2019 yaitu 11.839.921, dan pada tahun 2020 yaitu 20.221.821.

Kemacetan yang terjadi tidak hanya terjadi pada ruas jalan, namun juga pada persimpangan jalan yang menjadi titik rawan karena merupakan titik temunya banyak pergerakan. Salah satu upaya untuk mengelola kemacetan dan mengatasi permasalahan pada persimpangan adalah menggunakan persinyalan sebagai sistem pengelola pergerakan agar tercapainya optimasi jumlah pergerakan yang aman, nyaman dan efisien.

Simpang bersinyal merupakan pengatur waktu berfungsi dengan tujuan mengalirkan arus lalu lintas ke ruas yang lain

dengan arah yang berbeda. Pada dasarnya pengatur waktu pada simpang bersinyal ini mengatur pergerakan lalu lintas (signalized interaction) dengan membagi waktu sinyal (signal timing) terhadap pengendara untuk memberikan hak melintasi jalan pada simpang bersinyal [1, 2]. Lalu lintas akan mulai dialirkan pada periode hijau (green), dan masih mengalir ketika periode kuning (amber) dan berhenti mengalir pada periode merah semua (all-red). Pengaturan persinyalan yang efektif sangat penting untuk mencapai tujuan dari persinyalan pada simpang.

Salah satu contoh nyata permasalahan yang terjadi di persimpangan adalah pada persimpangan bersinyal Raden Inten. Panjangnya antrian dan tundaan pada setiap lengan menunjukkan apabila waktu persinyalan kurang efektif terhadap pengaliran lalu-lintas dari masing-masing lengan [3]. Hal tersebut kemudian menjadi latar belakang untuk penelitian ini, yang bertujuan untuk melakukan optimasi pada waktu sinyal pada persimpangan Raden Inten.

Namun demikian, pada berjalannya penelitian, pandemi Covid-19 terjadi dan mengubah pola transportasi di seluruh daerah secara masif. Persimpangan Raden Inten yang tadinya mengalami tundaan dan antrian di tiap lengannya, menjadi sangat lengang [4]. Akan tetapi, perubahan pola lalu-lintas tidak direspon dengan perubahan waktu persinyalan, persimpangan Raden Inten tetap menggunakan komposisi waktu fase dan sik-

lus yang sama dengan kondisi ketika volume lalu-lintas tinggi.

Berdasarkan hal tersebut, muncul permasalahan baru pada persimpangan, yaitu terlalu panjangnya fase dan waktu siklus, menyebabkan tidak efektifnya waktu hijau karena tidak digunakan untuk mengalirkan kendaraan. Tujuan penelitian ini kemudian bergeser menjadi penentuan waktu sinyal baru yang sesuai dengan kondisi lalu-lintas yang telah berubah akibat pandemi. Data lalu lintas yang digunakan sesuai pengamatan di lapangan pada kondisi jam puncak, data fase sinyal diukur dalam beberapa siklus, data geometrik juga didapat dari pengukuran langsung untuk memverifikasi data sekunder yang didapatkan.

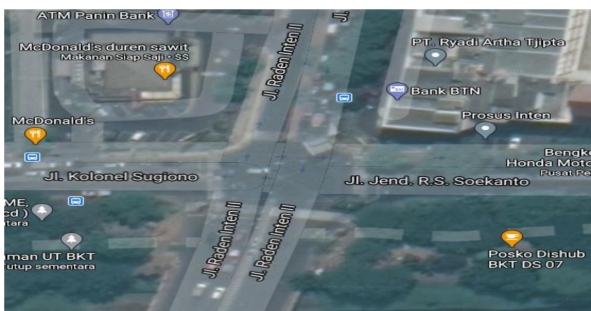
## 2 Metode

Pada penelitian ini diperlukan kajian studi dengan mengetahui keadaan secara langsung di lapangan sehingga dapat diperoleh data melalui pengukuran yaitu kondisi geometrik, lingkungan, lalu lintas, persinyalan tundaan dan antrian pada simpang bersinyal. Penelitian ini yang nantinya akan menghasilkan nilai tundaan, antrian dan derajat kejenuhan untuk mengetahui kinerja pada simpang bersinyal dalam bentuk nilai tingkat pelayanan [5, 6].

### 2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian (dapat dilihat pada **Gambar 1**) sebagai objek penelitian adalah pada ruas jalan simpang 4 lengan di Jl. Raden Inten Duren Sawit yang merupakan akses jalan pada setiap lengan persimpangannya. Empat pendekat persimpangan tersebut terdiri dari:

1. Pendekat utara: Jalan Raden Inten II
2. Pendekat selatan: Jalan Raden Inten II
3. Pendekat timur: Jalan Kolonel Sugiono
4. Pendekat barat: Jalan Jend. Soekanto



**Gambar 1.** Simpang Bersinyal Jalan Raden Inten

Penelitian ini dilakukan pada jam puncak, yaitu pada pukul 06:00 – 09:00 WIB pada hari senin, penelitian dilakukan selama 1 jam di setiap lengan simpang.

### 2.2 Jenis Data

Data primer yang di butuhkan sebagai bahan analisis simpang 4 bersinyal ini meliputi data geometrik simpang, data kondisi lingkungan, data lalu lintas dan data tundaan dan antrian eksisting.

#### 1. Data Geometrik Simpang

Data geometrik yang dibutuhkan sebagai berikut:

- a) Jalur khusus belok kiri/kanan;
- b) Lebar pendekat efektif (WE) pada masing-masing pendekat;
- c) Lebar masuk (WMASUK) pada masing-masing pendekat;
- d) Lebar keluar (WKELUAR) pada masing-masing pendekat;
- e) Keberadaan median dan dimensinya.

#### 2. Data Kondisi Lingkungan

Data kondisi lingkungan meliputi: penggunaan lahan, keberadaan kendaraan parkir di sekitar simpang dan kelandaian.

#### 3. Data Persinyalan

Data persinyalan meliputi: waktu hijau tiap fase, pergerakan yang diizinkan tiap fase, waktu antar hijau, waktu siklus dan keberadaan belok kiri langsung.

#### 4. Data Lalu Lintas

Data arus lalu-lintas/pergerakan lalu lintas belok kanan, kiri dan lurus pada saat lampu hijau pada setiap lengan.

#### 5. Data Tundaan dan Antrian Eksisting

Data lama tundaan dan panjang antrian pada masing-masing lengan.

Data sekunder diperoleh dari [7] Jakarta Timur. Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Data Jumlah Penduduk dan Luas Wilayah;
2. Peta Lokasi Simpang.

### 2.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan sebagai penelitian berupa data-data primer dan sekunder yang diambil secara langsung di lapangan dan informasi pada instansi terkait. Untuk data jumlah dan jenis kendaraan diperoleh dengan survey lapangan. Pengambilan data dilakukan dalam kurun waktu tertentu yang nantinya dibagi dalam beberapa periode waktu. Metode ini tergolong dalam data sekunder dengan melakukan pembagian jenis tata cara sebagai berikut:

1. Data geometrik berupa lebar jalur, lebar lajur, lebar median, lebar bahu, kereb dikumpulkan dengan menggunakan alat bantu meteran dan formulir SIG 1;
2. Data kondisi lingkungan dikumpulkan dengan cara survey kondisi di lapangan mengenai jenis guna lahan, aktivitas samping jalan, kendaraan parkir, pejalan kaki, dll.;
3. Data lalu-lintas dikumpulkan dengan menempatkan surveyor pada masing-masing lengan dengan menggunakan stopwatch selama waktu sinyal berlangsung yang nantinya akan mendapatkan hasil dan direkap pada formulir pencacahan kendaraan. Kendaraan dihitung per arah pergerakan dan dikelompokkan sebagai berikut:
  - a) Kendaraan tak bermotor (UM): becak, sepeda, andong, gerobak.
  - b) Sepeda Motor (MC): Sepeda motor roda dua dan roda tiga.

- c) Kendaraan Ringan (LV): Mobil penumpang (minibus, sedan, jeep).
  - d) Kendaraan Berat (HV): Bus besar, truk.
4. Data persinyalan berupa waktu sinyal eksisting, waktu siklus dan pola persinyalan dikumpulkan sebagai bahan perbandingan dengan data sekunder yang didapat mengenai persinyalan;
  5. Data tundaan dan antrian eksisting didapat dengan pengukuran pada masing-masing lengan dalam beberapa waktu siklus.

#### 2.4 Alat Survey Penelitian

Data pada survey diperoleh dengan menggunakan alat-alat sebagai berikut:

1. Alat pencatat waktu berupa Stopwatch;
2. Alat pengukur meteran untuk mengukur geometrik simpang;
3. Kamera HP;
4. Tally Counter sebagai alat bantu penghitung kendaraan;
5. Alat tulis;
6. Formulir pengolah data survey digunakan sebagai mencatat jumlah dan jenis kendaraan pada masing-masing pendekatan melalui simpang;
7. Kalkulator;
8. Formulir isian survei.

#### 2.5 Persimpangan Jalan

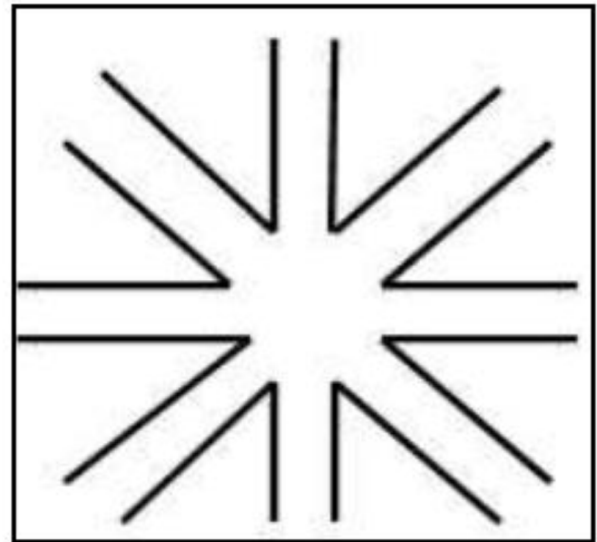
Persimpangan jalan adalah ikatan jaringan jalan yang bertemu menghubungkan jalan dan lintasan kendaraan yang berpotongan. Ruas jalan lalu lintas masing-masing mempunyai simpang kaki yang bersama-sama menggunakan lalu lintas lainnya [8]. Persimpangan jalan adalah gambaran transportasi dimana arus ruas jalan bertemu dengan kendaraan dan memencar meniggalkan persimpangan [9]. Pada mulanya persimpangan terbagi menjadi dua berdasarkan jenis-jenis persimpangan yaitu, simpang sebidang dan simpang tak sebidang.

##### 2.5.1 Simpang Sebidang

Simpang sebidang adalah dua ruas jalan atau lebih dimana menghubungkan antar simpang secara sebidang tetapi tidak berjenjang. Pertemuan ini mengalirkan dan melewati agar arus lalu lintas berjalan lancar agar dapat mengurangi kemacetan atau kecelakaan dan menghindari dari titik konflik yang timbul dari adanya pergerakan antara kendaraan bermobil, bermotor pejalan kaki dan fasilitas lainnya, dengan itu dapat memberikan kenyamanan, kemudahan dan ketenangan bagi pengendara pemakai jalan yang melalui persimpangan tersebut.

Persimpangan sebidang adalah persimpangan yang mengarahkan lalu lintasnya masuk kejalan yang berlawanan dengan lalu lintas lain. Menurut jenis dan fasilitasnya persimpangan sebidang dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu simpabg bersinyal dan tak bersinyal. Simpang Bersinyal (signalized interaction) adalah persimpangan jalan yang mempunyai pergerakan arus lalu lintas dengan melewati persimpangan secara bergantian.

Simpang Tak Bersinyal (unsignalized interaction) adalah pertemuan antara jalan yang tidak menggunakan sinyal pada pengatur lalu lintasnya (seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2**).



**Gambar 2.** Simpang 8 (Delapan)

##### 2.5.2 Simpang Tidak Sebidang

Simpang tidak sebidang adalah ruas jalan dimana pada pertemuan dua arus tidak dalam satu bidang, melainkan satu ruas jalan yang berada diatas dan dibawah ruas jalan lain.

Simpang tidak sebidang (interchange) pada umumnya membutuhkan ruas jalan yang luas karena dibutuhkannya penempatan tata telak yang dipengaruhi dengan topografi, sehingga dapat menyediakan belokan tanpa berpotongan, yang membutuhkan tikungan besar, tetapi sulit karena dibutuhkan biaya yang mahal.

Persimpangan tidak sebidang, seharusnya arus lalu lintas misahkan dengan jalur yang berbeda, karena kendaraan-kendaraan bergabung dengan menjadi satu jalur yang bergerak seperti (jalan layang) karena kebutuhannya untuk menyediakan membelok tanpa berpotongan. Flyover adalah jalan yang melayang dibangun tidak sebidang dengan tujuan menghindari daerah atau kawasan yang menghadapi konflik kemacetan arus lalu lintas (dapat dilihat pada **Gambar 3**).

#### 2.6 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah simpang yang menggunakan signal lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas adalah lampu atau peralatan yang mengatur lalu lintas dengan menggunakan tenaga listrik dengan terkecuali yaitu lampu kedip (flacher), marka, dan rambu jalan dengan tujuan mengarahkan dan mengatur agar para pengemudi diperingatkan untuk aturan yang disesuaikan.

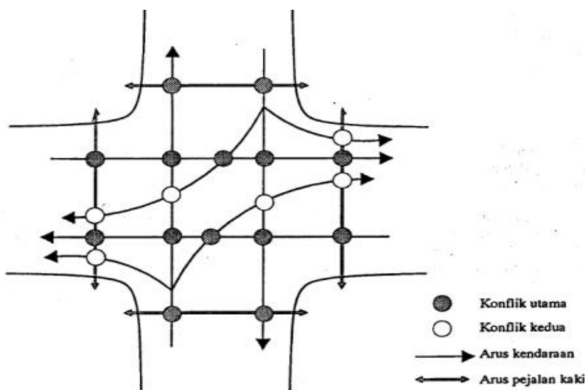
Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia [10], penggunaan pada persimpangan sinyal lampu lalu lintas dipergunakan untuk satuatau lebih alasan yaitu:



Gambar 3. Flyover

1. Menghindari adanya kemacetan pada simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga dalam kondisi jam puncak kapasitas tertentu dapat dipertahankan.
2. Memberi kesempatan kepada pejalan kaki dan kendaraan untuk memotong jalan utama dari simpang (kecil).
3. Dapat mengurangi tabrakan atau kecelakaan lalu lintas akibat kendaraan dari arah yang berlawanan atau bertentangan.

Dengan adanya pemasangan lampu lalu lintas, maka kecelakaan yang timbul dapat berkurang, karena konflik arus lalu lintas dapat dikurangi. Gerakan dan manuver kendaraan dapat dibagi dalam beberapa kategori dasar, yaitu pemisah (diverging), penggabungan (merging), menyalip berpindah jalur (weaving) dan penyilangan (crossing). Berikut konflik yang sering terjadi pada simpang bersinyal, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Konflik Simpang Empat Lengan

Pola lalu lintas di Indonesia menyerupai pola yang digunakan oleh Amerika Serikat, yaitu merah (red), kuning (amber), dan hijau (green). Tujuannya untuk memisahkan atau menghindari adanya konflik akibat pergerakan lalu lintas dengan lalu lintas lainnya. Pemasangan simpang bersinyal ini dipisahkan secara koordinat dengan sistem kontrol waktu yang secara tetap atau bantuan manusia.

### 2.7 Kinerja Persinyalan

Kinerja persinyalan merupakan salah satu sistem dimana berfungsi sebagai alat untuk mengatur jalannya persimpangan pada lalu lintas, dengan tujuan untuk memahami kinerja dalam tundaan dan panjang antrian pada simpang tersebut. Berikut beberapa perilaku pada lalu lintas yang dapat ditentukan berdasarkan arus lalu lintas  $Q$ , Derajat Kejenuhan  $DS$ , dan waktu sinyal ( $c$  dan  $g$ ) dengan uraian sebagai berikut:

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau  $NQ$  dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya  $NQ_1$  ditambah jumlah smp selama fase merah  $NQ_2$ :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \tag{1}$$

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1) + 8 \times (DS - 0,5) / 5C} \right] \tag{2}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \tag{3}$$

dimana  $NQ_1$  ialah Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.  $NQ_2$  ialah Jumlah smp yang datang selama fase merah.  $DS$  ialah Derajat Kejenuhan.  $GR$  ialah Rasio Hijau.  $c$  ialah Waktu Siklus (det).  $C$  ialah Kapasitas (smp/jam).  $Q$  ialah Arus lalu lintas.

Panjang antrian  $QL$  dapat diperoleh dari perkalian  $NQ$  dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( $20 \text{ m}^2$ ) dengan pembagian lebar masuk.

$$Q = NQ_{MAX} \times \frac{20}{W_{masuk}} \tag{4}$$

Angka Henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata kendaraan (termasuk dalam antrian terulang) dihitung :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Qc} \times 3600 \tag{5}$$

dimana  $c$  adalah waktu siklus (det) dan  $Q$  arus lalu lintas (smp/jam).

Tundaan Geometrik (DG) dimana terjadinya perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang yang terhenti karena adanya lampu merah. Tundaan rata-rata untuk nilai suatu  $j$  dapat dihitung dengan:

$$D_j = DT_j + DG_j \tag{6}$$

dimana  $D_j$  ialah Tundaan rata-rata pendekat  $j$  (det/smp)  $DT_j$  ialah Tundaan lalu lintas  $DG_j$  ialah Tundaan Geometri pada pendekat  $j$  (det/smp).

### 2.8 MKJI dan Vissim dalam Penilaian Kinerja Simpang

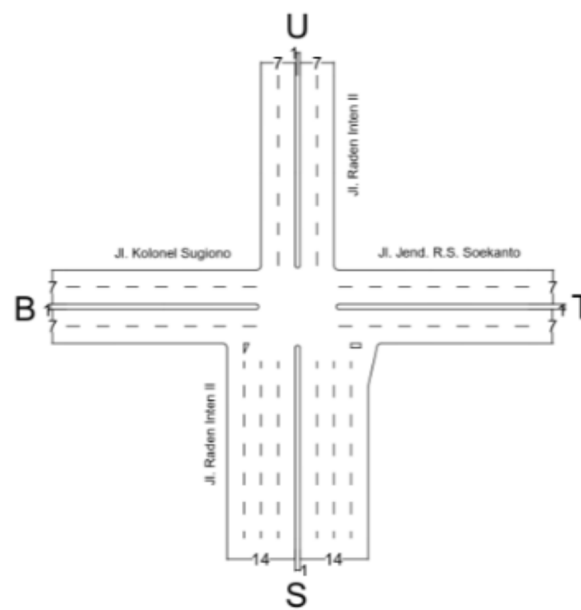
Parameter yang digunakan untuk menilai kinerja simpang bersinyal berdasar MKJI mencakup, kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan antrian, dan tingkat pelayanan pada persimpangan. MKJI digunakan untuk simpang bersinyal dengan kendali waktu tetap, bentuk geometri yang normal dan dilengkapi dengan lampu lalu lintas dan bertujuan untuk meningkatkan efektivitas sinyal dan menghindari kemacetan di simpang akibat konflik lalu lintas. Dengan itu, kapasitas

**Tabel 1:** Data lingkungan Simpang Buaran, Jakarta Timur

Nama Jalan	Kondisi Lingkungan	Hambatan Samping	Median	Kelandaian (%)	LTOR
Jl. Raden Inten II (U)	Komersial	Sedang	Ya	-	Tidak
Jl. Raden Inten II (S)	Komersial	Tinggi	Ya	-	Ya
Jl. Kolonel Sugiono (T)	Komersial	Sedang	Ya	-	Ya
Jl. Jenderal Soekanto (B)	Komersial	Sedang	Ya	-	Tidak

dapat dipertahankan dan memberi kesempatan pada pengendara atau pejalan kaki untuk memotong jalan utama, nantinya kendaraan atau pejalan kaki terhindar dari kecelakaan akibat antar kendaraan yang bertentangan.

Sedangkan penilaian kinerja persimpangan menurut Vissim, yang merupakan perangkat lunak berbasis mikroskopis, didasarkan pada waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk menganalisa karakteristik lalu lintas perkotaan, pejalan kaki, dan juga sistem angkutan umum. Lebih khusus, Vissim dapat digunakan untuk menganalisa aliran lalu lintas, seperti konfigurasi jalur, komposisi lalu lintas, pengoperasian transportasi umum, dan lain-lain [11]. Analisis hasil software Vissim Student Version menampilkan beberapa parameter kinerja suatu simpang dengan tiga parameter pokok yaitu, panjang antrian (Qlen), tingkat pelayanan (LOS), dan tundaan simpang (VehDelay).



**Gambar 5.** Simpang Bersinyal Jalan Raden Inten

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Data Geometrik Jalan

Hasil survey kondisi pada persimpangan buaran dengan pengamatan langsung secara visual serta pengukuran di lokasi penelitian menghasilkan sketsa lokasi penelitian seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**. Berikut adalah data lingkungan persimpangan tempat penelitian di simpang 4 Buaran Jakarta Timur, dapat dilihat pada **Tabel 1-2**.

**Tabel 2:** Data Geometrik Simpang Buaran, Jakarta Timur

Nama Jalan	Pendekat (m)			Keluar Wexit
	Pendekat Wa	Masuk Wentry	WLTOR	
Jl.Kolonel Sugiono (T)	7 m	3,5 m	3,5 m	7 m
Jl.Jendral Soekanto (B)	7 m	7 m	-	7 m
Jl.Raden Inten II (S)	14 m	10,5 m	3,5 m	7 m
Jl.Raden Inten II (U)	7 m	7 m	-	14 m

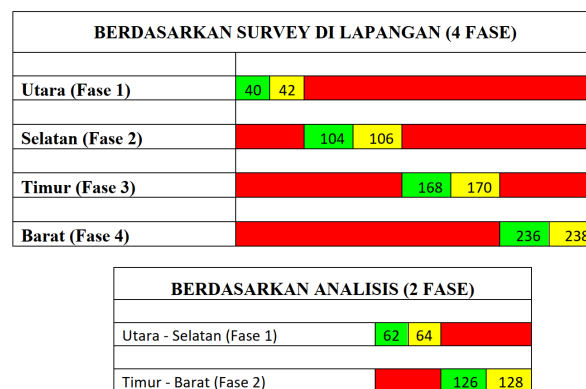
#### 3.2 Data Lalu Lintas

##### 3.2.1 Volume Kendaraan

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan selama 1 jam pada setiap lengan simpang didapatkan hasil yang ditunjukkan pada **Tabel 3**.

##### 3.2.2 Kondisi Sinyal (Fase)

Kondisi lalu lintas pada simpang bersinyal antara lain meliputi, jumlah fase, waktu masing-masing fase, dan gerakan sinyal. Gerakan sinyal meliputi, waktu hijau, waktu kuning dan waktu merah. Pada lokasi penelitian (simpang buaran jakarta timur) terdapat 4 fase lalu lintas. Lamanya waktu pengoperasian sinyal lalu lintas di lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Kondisi Persinyalan Simpang

**Tabel 3:** Volume kendaraan selama 1 jam setiap fase

1 JAM SURVEY SETIAP FASE		LT (TANPA LTOR)	(LTOR)	(ST)	(RT)	TOTAL
U	Motor (MC)	131	-	123	79	333
	Mobil (LV)	115	-	147	143	405
	Truk (HV)	16	-	22	14	52
	Uncycle	0	-	0	0	0
	TOTAL	262	-	292	236	790
S	Motor (MC)	-	47	169	55	271
	Mobil (LV)	-	31	254	135	420
	Truk (HV)	-	2	23	22	47
	TOTAL	-	80	446	212	738
T	Motor (MC)	-	49	247	168	464
	Mobil (LV)	-	45	227	226	498
	Truk (HV)	-	9	26	16	51
	TOTAL	-	103	500	410	1013
B	Motor (MC)	95	-	302	93	490
	Mobil (LV)	86	-	191	180	457
	Truk (HV)	12	-	10	9	31
	TOTAL	193	-	503	282	978

### 3.2.3 Tundaan dan Antrian Eksisting

Berdasarkan hasil survey didapatkan data panjang antrian kendaraan di setiap lengan simpang. Data panjang antrian ini diambil pada hari Selasa pagi dan sore, Kamis pagi, dan Minggu pagi. Data ini di survey sebanyak 2x, dengan tujuan agar dapat diambil rata-rata datanya mencapai hasil yang efektif. Kondisi panjang antrian dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4:** Rata – rata panjang antrian pagi hari

Panjang antrian masing-masing lengan Pagi Hari (Weekdays)				
Hari	Pendekat			
	Selatan	Utara	Timur	Barat
Selasa	84	201	196,5	76
Kamis	80,5	221,5	214	72
Minggu	48,5	92	86,5	47

## 3.3 Analisa Data

### 3.3.1 Kondisi Eksisting

Dari hasil penelitian di lapangan dapat ditentukan lebar efektif (Wefektif) pada masing-masing lengan, sehingga Arus Jenuh Dasar (SO) dapat dihitung sebagai berikut:

#### 1. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

Faktor ukuran dapat diketahui dengan jumlah penduduk di DKI Jakarta pada tahun 2018 kendaraan yang beroperasi terdiri dari 3,99 juta kendaraan bermobil dan 14,74 juta bermotor, sedangkan penduduk kota Jakarta Timur Sendiri adalah 3,11 juta jiwa (berdasarkan Badan Pusat Statistik DKI Jakarta (BPS)). Maka didapat hasil (FCS) di setiap simpang 1,05 karena jumlah penduduknya lebih dari 3 juta jiwa.

#### 2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)

Faktor penyesuaian hambatan samping diperoleh dari UM/MV pada setiap lengan simpang dengan hasil berikut:

- Simpang lengan Utara : 0,94 (Komersial sedang, 0,00)
- Simpang lengan Selatan : 0,93 (Komersial tinggi, 0,00)
- Simpang lengan Timur : 0,94 (Komersial sedang , 0,00)
- Simpang lengan Barat : 0,94 (Komersial sedang, 0,00)

#### 3. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)

Faktor penyesuaian kelandaian pada penelitian ini diketahui 1,05 di setiap simpangnya pada nilai arus jenuh smp/jam karena sudah di sesuaikan sebagai fungsi dari kelandaian (GRAD) yang tercatat di formulir SIG- 1.

#### 4. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Faktor penyesuaian parkir pada penelitian ini yang berdasarkan data di lapangan di setiap lengan simpang bernilai 1. Hal ini menandakan bahwa tidak adanya hambatan di setiap lengan yang dapat mempengaruhi nilai arus jenuh.

#### 5. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kanan dapat diketahui melalui rasio kendaraan belok kanan pada kolom 6 SIG-IV. Didapatkan hasil untuk simpang yaitu utara, selatan, timur, dan barat dengan nilai masing-masing sebesar 1,09, 1,08, 1,11, dan 1,09.

#### 6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri dapat diketahui melalui rasio kendaraan belok kanan pada kolom 5 SIG-IV. Didapatkan hasil untuk simpang yaitu utara, selatan, timur, dan barat dengan nilai masing-masing sebesar 0,95, 1, 1, dan 0,97.

**Tabel 5:** Skema Waktu Siklus Pra Penyesuaian

TABEL SKEMA		Skema 4 Fase		Skema 2 Fase		
		Perhitungan Waktu Siklus (39)	MKJI waktu Siklus (80)	Perhitungan Waktu Siklus	MKJI -34	
1	Derajat Kejenuhan	Utara	0,049305556	0,04375	0,045138889	0,043055556
		Selatan	0,049305556	0,04375	00.30	00.29
		Timur	0,049305556	0,04375	0,045138889	0,043055556
		Barat	0,049305556	0,04375	00.38	00.37
2	Panjang Antrian	Utara	31.43.00	45.71	177.14.00	77.14.00
		Selatan	0,899305556	30.48.00	126.27.00	133.34.00
		Timur	65.71	114.29.00	456.11.00	466.41.00
		Barat	32.29.00	57.14.00	235.13.00	247.05.00
3	Tundaan	21,73	33.04.00	17.35	19.06	

3.4 Alternatif Skema Persinyalan dengan Metode MKJI

Dari hasil perhitungan yang telah disesuaikan dengan persyaratan minimal waktu siklus dari MKJI didapat nilai rata-rata derajat kejenuhan 0,71. Nilai tersebut masuk dalam kategori pelayanan baik, namun mencerminkan apabila waktu hijau yang direncanakan bisa lebih diefektifkan lagi hingga tercapai nilai derajat kejenuhan optimal di 0,75 [12, 13]. Oleh karena itu, dilakukan kembali perencanaan dengan 3 alternatif skema ditambah skema awal dengan identifikasi sebagai berikut:

1. Skema 1: 4 Fase dengan hasil nilai (Waktu siklus pra penyesuaian) = 39 sesuai dengan perhitungan.
2. Skema 2: 4 Fase dengan hasil nilai (Waktu siklus pra penyesuaian) = 80 sesuai dengan nilai minimum yang disyaratkan MKJI.
3. Skema 3: 2 Fase dengan hasil nilai (Waktu siklus pra penyesuaian) = 34 sesuai dengan perhitungan.
4. Skema 4: 2 Fase dengan hasil nilai (Waktu siklus pra penyesuaian) = 40 sesuai dengan nilai minimum yang disyaratkan MKJI.

Dari 4 skema di atas maka, diperoleh hasil masing-masing mengenai kinerja simpang yang dapat dilihat pada **Tabel 5**. Berdasarkan analisis tersebut, skema yang hasilnya paling efektif dan efisien adalah pada skema ke 4 pada perhitungan waktu siklus 41, karena sesuai dengan analisis data lapangan, karena data yang diambil di lapangan hasilnya lebih akurat dan sudah sesuai dengan perhitungan metode pada MKJI.

3.5 Analisis Kerja Vissim

Analisis ini dilakukan berdasarkan hasil lapangan pada kondisi eksisting dengan menggunakan software PTV Vissim 9.

Nilai 299,15 pada pendekatan timur pada hasil pemodelan menunjukkan panjangnya antrian dibandingkan dengan nilai pada pendekatan lain, nilai pada pendekatan timur ini paling tinggi. Hal ini dapat disebabkan banyaknya antrian pada pendekatan timur dibandingkan dengan pendekatan yang lain. Hasil pemodelan dengan Vissim menunjukkan kinerja persimpangan dibandingkan dengan metode MKJI ditunjukkan pada **Tabel 6**. Hasil dari simulasi vissim dan mkji tidak terlalu jauh secara signifikan, kalau hasil mkji di x5 hasilnya tidak jauh berbeda.

**Tabel 6:** Skema Waktu Siklus Pra Penyesuaian

		MKJI	VISSIM
PANJANG ANTRIAN	U	31.43.00	239.91
	S	0,899305556	188.895
	T	65.71	299.15.00
	B	32.29.00	225.93

4 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian pada simpang 4 bersinyal Duren Sawit, Jakarta Timur, maka dapat diambil dari hasil perhitungan dan pembahasan mengenai perilaku arus lalu lintas tundaan dan antrian, keefektifan kinerja simpang, kondisi kinerja simpang dan simulasi vissim. Berdasarkan pengolahan data dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan parameter kinerja simpang yang telah ditinjau, maka diperoleh tundaan dan antrian pada persimpangan mempunyai hasil masing-masing yaitu sebesar, pendekat utara dengan panjang antrian 31.43 m dan tundaan lalu lintas 22,09 det/smp, pendekat selatan dengan panjang antrian 20.95 m dan tundaan lalu lintas 21.26 det/smp, pendekat timur dengan panjang antrian 65.71 m dan tundaan lalu lintas 14.35 det/smp, pendekat barat dengan panjang antrian 32.29 m dan tundaan lalu lintas 18.47 det/smp. Sedangkan derajat kejenuhan pendekat timur, utara, selatan dan barat yaitu 0.70.
2. Berdasarkan parameter penelitian pada simpang yang telah ditinjau, maka dapat dinyatakan kondisi eksisting masih dalam kondisi baik karena hasil derajat kejenuhan masing-masing lengan nilainya kurang dari 0,75.
3. Optimasi pada simpang bersinyal yang ditinjau dilakukan dengan cara membuat skema lain yaitu:
  - 4 fase sinyal dengan 2 macam waktu siklus yaitu 80 detik dan 39 detik;
  - 2 fase sinyal dengan 2 macam waktu siklus yaitu 36 detik dan 34 detik.
4. Hasil analisis dari 4 fase skema 2 adalah nilai derajat kejenuhan 0,65, nilai panjang antrian 45.71 m, dan nilai tundaan 31.13 det/smp. Hasil analisis dari 2 fase skema 1 adalah dengan nilai derajat kejenuhan pada simpang utara

dan timur 0,65 selatan 0,30 dan barat 0,38, nilai panjang antrian 248.66 m dan tundaan 17.35 det/smp. Hasil analisis dari 2 fase skema 2 adalah dengan nilai derajat kejenuhan simpang utara timur 0,65, selatan 0,30 dan barat 0,38, nilai panjang antrian 256.0719 m.

5. Berdasarkan analisis tersebut, skema yang hasilnya paling efektif dan efisien adalah pada skema ke 4 pada perhitungan waktu siklus 39, karena sesuai dengan analisis data dilapangan, karena data yang diambil di lapangan hasilnya lebih akurat dan sudah sesuai dengan perhitungan metode pada mkji.

### Daftar Pustaka

- [1] Triani, D.N.D., 2006. Efektivitas Kinerja Simpang Bersinyal pada Simpang AR.Hakim – WR.Supratman Kota Mataram. *Majalah Ilmiah Mektek*, 2(1).
- [2] Ainur, R., 2017. Analisis Kinerja Simpang Empat Manahan Surakarta. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jurusan Teknik Sipil.
- [3] Fadila, D. and Ulfah, 2019. Analisis Kinerja Persimpangan Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto, Kota Bandung Menggunakan PTV Vissim 9.0. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 5(3), pp.74–85.
- [4] Prayoga, 2017. Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang pada Ruas Jalan Z.A Pagar Alam. Tugas Akhir, Universitas Lampung, Jurusan Teknik Sipil.
- [5] Tamam, M.F., 2016. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor). Tugas Akhir, Universitas Pakuan, Jurusan Teknik Sipil.
- [6] Noor, M., 2016. Pemodelan Lalu Lintas pada Simpang Bersinyal di Kota Yogyakarta (Studi Kasus: Simpang Pingit). Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jurusan Teknik Sipil.
- [7] BPS (Badan Pusat Statistik) DKI Jakarta. (2018).
- [8] Sebastian, H.P., 2014. Kinerja Simpang Bersinyal pada Jalan Cut Mutia – Jalan Siliwangi – Jalan R.A Kartini Kota Bekasi. Tugas Akhir, Universitas Islam 45 Bekasi, Jurusan Teknik Sipil, 2(2).
- [9] Hoobs, F.D., 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [10] Perkotaan, P.J., 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- [11] Felly, M., 2019. Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Jakbaring Menggunakan Program Microsimulation Vissim 8.0. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 7(1). Tugas Akhir, Universitas Tridinanti Palembang, Jurusan Teknik Sipil.
- [12] M. Ikrar, T., 2018. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Kota Makassar Menggunakan Quantum GIS. Tugas Akhir, Universitas Hasanuddin Makassar, Jurusan Teknik Sipil.
- [13] M. Agung Setia, D., 2018. Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Soekarno Hatta – Jalan H. Komarudin – Jalan Kapten Abdul Haq). Tugas Akhir, Universitas Lampung, Jurusan Teknik Sipil.