

Tundaan Pada Simpang Bersinyal Dengan Manajemen Lalu Lintas Di Klender, Jakarta

Harwidyo Eko Prasetyo¹, Andika Setiawan², Irnanda Satya Soeratmodjo³, Galih Wicaksana⁴, Djudjun Rusmiatmoko⁵, Sutik⁶, Raka Mirza Yuliansyah⁷

¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta, 10510

Email korespondensi: andika.setiawan@umj.ac.id

²Prodi Arsitektur, Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG) Semarang, Jl. Pemuda No.70, Pandansari, Kota Semarang, Jawa Tengah 50133

³Prodi Teknik Sipil, Universitas Semarang, Jl. Soekarno Hatta, RT.7/RW.7, Kota Semarang, Jawa Tengah 50196

Abstrak-Terjadinya peningkatan jumlah penduduk akan berdampak juga terhadap peningkatan terkait kebutuhan transportasi setiap individu pada suatu wilayah. Akibat dari meningkatnya kebutuhan transportasi tersebut berdampak kepada kegiatan lalu lintasnya yang sering kali menjadi permasalahan terkait kemacetan, khususnya pada sebuah persimpangan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pada simpang bertujuan agar dapat menyelesaikan permasalahan terkait kemacetan tersebut. Penelitian ini dilakukan pada kondisi eksisting simpang bersinyal di Klender, Jakarta Timur. Survei dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengumpulan data yang dilakukan pukul 06.00 – 21.00 WIB. Data hasil pengumpulan volume kendaraan baik sepeda motor, mobil dan kendaraan besar berupa data primer terkait kondisi geometrik eksisting jalan, data arus lalu lintas. Analisa dilakukan pada kondisi eksisting untuk melihat aktual yang ada dilapangan. Lalu setelah didapat dan hasil kondisi eksisting untuk nilai DS >0,85 maka dilakukan rekayasa lalu lintas. Rekayasa berupa pelarangan belok kanan. Berdasarkan hasil analisis pada kondisi eksisting didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) pada lengan A sebesar 1,03; lengan B sebesar 0,98 dan lengan C sebesar 0,93. Setelah dilakukan analisis rekayaskata lalu lintas larangan belok dan pengaturan ulang fase, nilai derajat kejenuhan (DS) mengalami penurunan pada lengan A sebesar 0,85; lengan B sebesar 0,83 dan lengan C sebesar 0,60.

Kata kunci: Derajat Kejenuhan, Eksisting, Larangan Belok, Simpang Bersinyal.

Abstract-The increase in population will also have an impact on the increase related to the transportation needs of each individual in an area. As a result of the increasing need for transportation, it has an impact on traffic activities which often become problems related to congestion, especially at an intersection. Therefore, it is necessary to conduct research at intersections in order to solve problems related to congestion. This research was conducted on the existing condition of the signaled intersection in Klender, East Jakarta. The survey was conducted by observing and collecting data conducted at 06.00 – 21.00 WIB. Data from the collection of vehicle volumes both motorcycles, cars and large vehicles in the form of primary data related to existing geometric conditions of roads, traffic flow data. Analysis is carried out on existing conditions to see the actual in the location. Then after obtaining and the results of existing conditions for the DS value of >0.85, traffic engineering was carried out. Engineering in the form of prohibiting right turns. Based on the results of the analysis on existing conditions, the saturation degree (DS) value on arm A was 1.03; arm B is 0.98 and arm C is 0.93. After a no-turn traffic engineering analysis and phase reset, the saturation degree (DS) value decreased in arm A by 0.85; arm B is 0.83 and arm C is 0.60.

Keywords: Degree of Saturation, Eksisting, No-turns Regulation, Signaled Intersection

1. PENDAHULUAN

Transportasi tidak dapat dipisahkan dari lalu lintas saat mempertimbangkan suatu kawasan atau segmen jalan tertentu [1]. Pada lalu lintas digunakan sebagai sarana untuk membantu memperlancar arus kendaraan yang melewati suatu titik. Untuk lalu lintas salah satunya ialah pada persimpangan jalan, baik dengan 3 lengan ataupun 4 lengan. Pada persimpangan jalan merupakan suatu daerah kritis pada suatu jalan yang menjadi titik konflik dan tempat terjadinya kemacetan akibat bertemunya dua ruas atau lebih [2]. Peningkatan dari volume kendaraan juga didukung dari pertumbuhan penduduk di suatu daerah. Hal ini akan selalu berdampak juga pada meningkatnya aspek-aspek lain yang ada di sekitar wilayah tersebut, baik dari segi perekonomian masyarakatnya, kehidupan sosial dan budayanya, hingga aspek yang bersinggungan dengan penyediaan sarana dan prasarana untuk suatu daerah tersebut. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020, kota DKI Jakarta tercatat memiliki penduduk sebesar 10,56 juta jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk yang terus naik sebesar 0,92 persen setiap tahunnya. Kenaikan jumlah penduduk juga berarti pertumbuhan kebutuhan akan transportasi dan peningkatan jumlah kendaraan pribadi. Hal ini menjadi penyebab utama permasalahan lalu lintas seperti kecelakaan dan kemacetan di jalan raya.

Kemacetan lalu lintas merupakan suatu kondisi dimana volume lalu lintas lebih besar dibandingkan kapasitas jalan [3]. Kemacetan lalu lintas bisa terjadi dimana saja pada jalan raya, salah satu titik yang sering mengalami kejadian tersebut adalah pada persimpangan jalan raya. Dari kemacetan tersebut bisa menurunkan kecepatan kendaraan sehingga tundaan antar kendaraan bisa menjadi lebih lama. Pada kecepatan di simpang yang ideal akan memperbaiki tundaan antar kendaraan sehingga waktu tempuh perjalanan menjadi baik [4].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja eksisting dari simpang bersinyal dan alternatif untuk memperbaiki dari simpang 3 lengan bersinyal. Pada penelitian ini merupakan simpang bersinyal tiga lengan. Hal ini dibatasi menjadi 3 lengan karena lengan yang satu tidak mempunyai APILL dan penelitian ini hanya meninjau pada lengan yang memiliki APILL.

2. LANDASAN TEORI

Definisi persimpang

Menurut [5], persimpangan merupakan suatu lokasi pada sebuah jalan yang menghubungkan dua atau lebih ruas jalan pada satu persilangan titik temu sekaligus menjadi titik lokasi untuk kendaraan melakukan perpindahan arah. Terdapat kondisi geometri, digambarkan dalam sketsa yang memberikan informasi lebar jalan, batas sisi jalan, lebar bahu, lebar median dan arah, kondisi lingkungan, data disesuaikan dengan data di lapangan, kondisi lalu lintas, data lalu lintas terbagi menjadi beberapa jenis. kendaraan yaitu LV [6]. Persimpangan adalah pertemuan dua jalan atau lebih yang bersilangan. Umumnya simpang terdiri dari simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal.

Konflik persimpangan

Secara umum, konflik pada persimpangan dapat digolongkan menjadi empat macam pola dasar pergerakan lalu lintas kendaraan atau manuver kendaraan yang melintasi suatu persimpangan. Adapun konflik tersebut adalah sebagai berikut.

1. Memisah atau *Diverging*

Diverging merupakan peristiwa beralihnya suatu kendaraan terhadap kendaraan lainnya dari arus lalu lintas dan jalur yang sama ke jalur yang berbeda.

2. Menggabung atau *Merging*

Merging merupakan peristiwa bergabungnya kendaraan yang berada dari jalur yang berbeda menjadi kendaraan yang berada pada jalur yang sama.

3. Memotong atau *Crossing*

Crossing merupakan peristiwa bertemunya arus kendaraan pada satu titik dari jalur yang berbeda pada persimpangan yang dapat menimbulkan titik konflik pada persimpangan.

4. Menyilang atau *Weaving*

Weaving adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas.

Arus lalu lintas

Untuk menghitung arus kendaraan sesuai dengan ketentuan MKJI 1997 [5] adalah menggunakan persamaan berikut.

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC} \quad (1)$$

Dimana,

- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
 Q_{LV} = Arus kendaraan ringan (kend/jam)
 Q_{HV} = Arus kendaraan berat (kend/jam)
 Q_{MC} = Arus sepeda motor (kend/jam)
 emp_{HV} = emp kendaraan berat
 emp_{MC} = emp sepeda motor

Arus lalu lintas didasarkan pada kondisi dimana volume (Q) untuk setiap gerakan baik untuk belok kiri, belok kanan dan lurus dilakukan konversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekuivalen kendaraan penumpang (emp) [1].

Arus jenuh

Arus jenuh pada suatu simpang merujuk pada jumlah rata-rata antrian kendaraan yang berangkat selama periode sinyal hijau. Nilai ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \quad (2)$$

Dimana,

- S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)
 S_0 = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)
 F_{CS} = Faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)
 F_{SF} = Faktor koreksi arus jenuh akibat hambatan samping
 F_G = Faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan
 F_P = Faktor koreksi arus jenuh akibat kegiatan parkir di dekat lengan simpang
 F_{LT} = Faktor koreksi arus jenuh akibat pergerakan kendaraan belok kiri
 F_{RT} = Faktor koreksi arus jenuh akibat pergerakan kendaraan belok kanan

Waktu siklus

Siklus waktu pada pengaturan lalu lintas adalah periode waktu yang diperlukan untuk semua fase (lampu lalu lintas yang berbeda) di sebuah simpang atau persimpangan untuk kembali ke kondisi awalnya. Siklus ini terdiri dari beberapa fase seperti fase hijau, kuning, merah, dan mungkin fase peralihan. Pada waktu siklus

tersebut sesuai dengan MKJI 1997 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$c = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit}) \quad (3)$$

Dimana,

- c = Waktu siklus sinyal (detik)
 LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)
 FR_{crit} = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

$\sum FR_{crit}$ = Rasio simpang (jumlah FR_{crit} dari semua fase siklus)

Waktu hijau

Waktu hijau diartikan sebagai durasi lama nyala lampu hijau pada lampu sinyal lalu lintas dalam suatu pendekatan dengan satuan detik yang nilainya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$g_i = (c - LTI) \times FR_{crit} / \sum FR_{crit} \quad (4)$$

Dimana,

- g_i = Waktu hijau sinyal (detik)

Kapasitas simpang bersinyal

Jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu segmen jalan atau lajur dalam satu jam, baik pada kondisi optimal maupun pada kondisi lalu lintas yang mendekati kapasitas penuh [7]. Kapasitas simpang merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu simpang per satuan waktu yang dinyatakan dalam smp/jam dan nilainya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C = S \times g / c \quad (5)$$

Dimana,

- C = Kapasitas (smp/jam)
 S = Arus jenuh (smp/jam)
 g = Waktu hijau (detik)
 c = Waktu siklus (detik)

Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan pada suatu persimpangan berfungsi sebagai suatu indikator yang perlu diperhatikan untuk mengetahui kinerja dari

suatu simpang yang nilainya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$DS = Q / C$$

(6)

Dimana,

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

Tundaan

Tundaan merujuk pada waktu menunggu kendaraan yang timbul akibat interaksi lalu lintas seperti persimpangan, perpotongan, atau pertemuan yang melibatkan lintasan kendaraan yang saling berpotongan atau bertentangan [1]. Tundaan terjadi saat kendaraan harus berhenti karena adanya antrian di suatu persimpangan dan harus menunggu hingga kendaraan lain meninggalkan area tersebut [8]. Tundaan didefinisikan sebagai waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap kondisi tanpa simpang yang nilainya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

1. Tundaan geometri

Tundaan yang disebabkan oleh perlambatan ataupun percepatan untuk melewati suatu fasilitas geometrik yang diakibatkan oleh lengkung horisontal ataupun elevasi vertikal pada suatu persimpangan.

$$DG = (1 - p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4)$$

2. Tundaan lalu lintas

Tundaan yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang saling bertentangan.

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

Tundaan dan tundaan rata-rata pada simpang dapat dihitung nilainya dengan menggunakan persamaan berikut.

$$D = DG + DT$$

(9)

$$D \text{ rata-rata} = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{\text{TOTAL}}}$$

(10)

Dimana,

D = Tundaan (detik/smp)

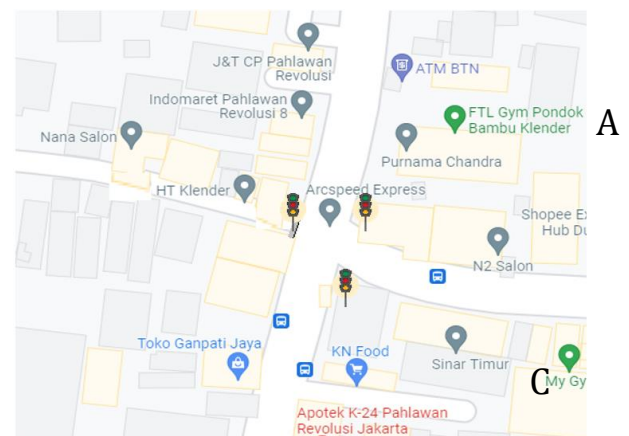
DG = Tundaan geometrik (detik/smp)

DT = Tundaan lalu lintas (detik/smp)

Q = Arus kendaraan (smp/jam)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan survei untuk keperluan pengambilan data dibutuhkan survei yang mendetail berkaitan dengan volume kendaraan yang akan ditinjau [9]. Pada 1 kelompok survei beranggotakan masing-masing 3 orang. Untuk waktu surveinya dilakukan dari jam 6 pagi sampai jam 9 malam. Pada lokasi di simpang tersebut dibuat 3 kelompok untuk mempermudah survei dilokasi tersebut. Untuk kendaraan yang ditinjau ialah kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor. Untuk kendaraan yang ditinjau ialah kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor. Lokasi penelitian pada simpang bersinyal ini dilakukan pada daerah Klender, Jakarta Timur.



Gambar 2. Lokasi penelitian di daerah Klender, Jakarta Timur

Pengumpulan data

Adapun data yang dikumpulkan adalah berupa sebagai berikut.

1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil survei langsung pada lokasi penelitian yang berupa survei kondisi geometrik, survei kondisi lingkungan serta survei kendaraan.

2. Data sekunder

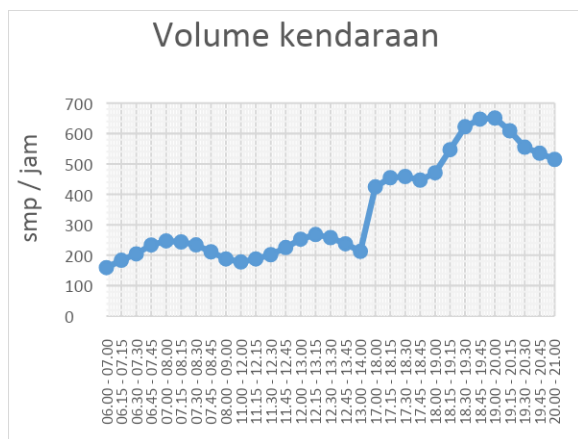
Data sekunder merupakan data pendukung yang dapat diperoleh secara umum seperti data jumlah penduduk di suatu wilayah melalui sumber dari Badan Pusat Statistik.

Pengolahan data

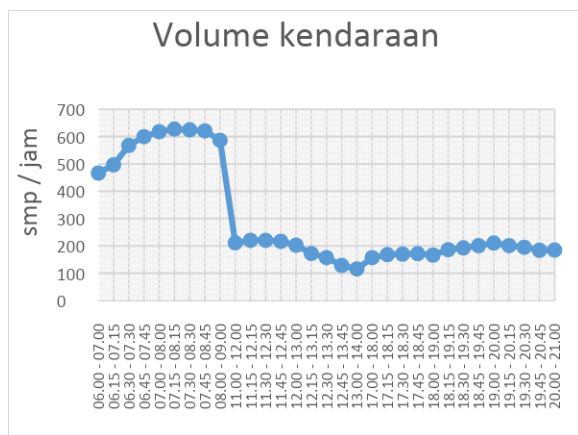
Pengolahan data merupakan tahapan selanjutnya setelah pengambilan data sudah

dilakukan. Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui dari waktu puncak pada setiap lengannya [8]. Data survei kendaraan yang melintas pada simpang dengan APILL di Jalan Pahlawan Revolusi – Jalan Dermaga Raya akan diolah menjadi data yang dapat digunakan sebagai dasar penelitian simpang bersinyal. Pada hasil dari pengolahan data ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan pembacaan dari setiap lengannya.

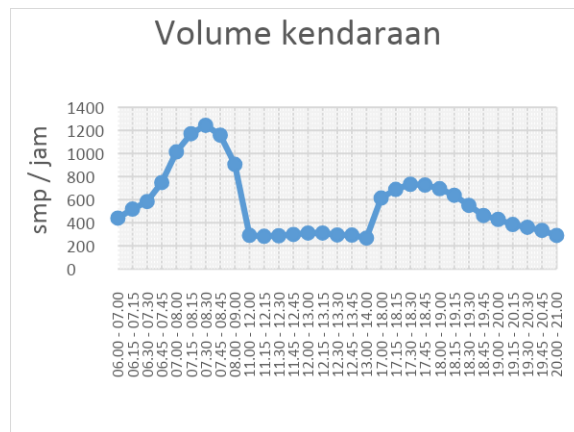
Data hasil pengamatan kendaraan yang melintas pada simpang empat bersinyal setiap lima belas menit pengamatan diolah menjadi data volume kendaraan yang melintas dalam kurun waktu setiap satu jam agar dapat diketahui jam puncak dari setiap lengan yang dilintasi oleh kendaraan. Untuk itu ditampilkan untuk grafik volume kendaraan yang telah dilakukan pengolahan.



Gambar 3. Grafik volume kendaraan dari arah pendekat A menuju pendekat C



Gambar 4. Grafik volume kendaraan dari arah pendekat B menuju pendekat A



Gambar 5. Grafik volume kendaraan dari arah pendekat C menuju pendekat A

Dapat dilihat pada tabel tersebut untuk jam puncaknya pada malam hari di jam 19.00 sampai 20.00 dan di pagi hari pada jam 07.15 sampai 08.15. Volume punya tersebut akan dilakukan analisis untuk melihat kondisi eksisting sebagai dasar evaluasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada simpang bersinyal pada 3 lengan tersebut dilakukan analisa dengan menggunakan pedoman dasar Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 (MKJI 1997) untuk mengetahui derajat kejenuhan dan tundaan pada setiap lengan simpang bersinyal. Nilai derajat kejenuhan yang ideal adalah $DS < 0,85$ [12]. Analisa awal yang dilakukan dengan meninjau kondisi eksisting dengan simpang bersinyal yang ada dilokasi tersebut {Formatting Citation}. Pada kondisi eksisting akan melihat tinjauan efektifitas dari simpang tersebut. Jika kondisi eksisting sudah didapatkan dan $\geq 0,85$ maka dilakukan alternatif berupa manajemen lalu lintas pada simpang tersebut. Adapun skenario yang dilakukan ialah untuk menutup salah satu jalan agar tidak dapat mengurangi konflik pada simpang tersebut. Pada simpang bersinyal tersebut dilakukan analisis pada kondisi eksisting untuk mengevaluasi dilokasi tersebut.

Kondisi eksisting

1. Arus jenuh dasar

Arus jenuh dasar didapat dari hasil analisa yang dilakukan dan disajikan dalam bentuk Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Nilai Arus Jenuh Dasar

<i>Notasi</i>	<i>Besaran</i>	<i>Satuan</i>	<i>Keterangan</i>
S0 _A	2280,0	smp/jam	Pendekat A
S0 _B	2040,0	smp/jam	Pendekat B
S0 _C	2280,0	smp/jam	Pendekat C

2. Faktor penyesuaian

Faktor-faktor penyesuaian untuk analisa kondisi eksisting disajikan dalam bentuk Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Faktor Penyesuaian

<i>Notasi</i>	<i>Besaran</i>	<i>Keterangan</i>
F _{CS}	1,050	Faktor ukuran kota
F _{SF}	0,930	Faktor hambatan samping
F _G	1,000	Faktor kelandaian
F _P	1,000	Faktor parkir
F _{RTA}	1,001	Faktor belok kanan pada pendekat A
F _{RTB}	1,230	Faktor belok kanan pada pendekat B
F _{RTC}	1,007	Faktor belok kanan pada pendekat C
F _{LTA}	0,940	Faktor belok kiri pada pendekat A
F _{LTB}	0,982	Faktor belok kiri pada pendekat B
F _{LTC}	0,863	Faktor belok kiri pada pendekat C

3. Kapasitas simpang

Sebuah simpang yang dirancang dengan baik harus mampu mengakomodasi aliran kendaraan dari berbagai arah tanpa menimbulkan tundaan atau kecelakaan [14]. Desain fisik simpang, termasuk jumlah lajur, geometri persimpangan, dan fasilitas tambahan seperti jalur khusus atau trotoar, memainkan peran kunci dalam menentukan kapasitas simpang. Perhitungan kapasitas pada setiap pendekat dengan

menggunakan persamaan (2) dan (5) disajikan dalam bentuk Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Perhitungan Kapasitas Simpang

<i>Kode</i>	<i>S</i> <i>smp/</i> <i>jam</i>	<i>g</i> <i>detik</i>	<i>c</i> <i>detik</i>	<i>C</i> <i>smp/</i> <i>jam</i>
A	2094,3	65	134	1015,9
B	2406,3	40	134	718,3
C	2142,7	86	134	1375,2

4. Derajat kejenuhan

Analisis derajat kejenuhan penting untuk mengevaluasi kinerja jalan dan merencanakan perbaikan atau perluasan yang mungkin diperlukan untuk mengatasi kemacetan [14]. Jika derajat kejenuhan terlalu tinggi secara konsisten, dapat menandakan bahwa kapasitas jalan tidak memadai untuk menangani volume lalu lintas yang ada [15]. Perhitungan nilai derajat kejenuhan pada kondisi eksisting pada setiap pendekat berdasarkan arus lalu lintas dan kapasitas dengan persamaan (6) disajikan dalam bentuk Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Perhitungan Derajat Kejenuhan

<i>Kode</i>	<i>Q</i> <i>smp/ jam</i>	<i>C</i> <i>smp/ jam</i>	<i>DS</i>
A	1049,1	1015,9	1,03
B	705,1	718,3	0,98
C	1279,3	1375,2	0,93

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4, diketahui bahwa kondisi seluruh simpang dalam keadaan jenuh dikarenakan nilai DS > 0,85 pada setiap pendekat.

5. Tundaan dan tundaan rata-rata

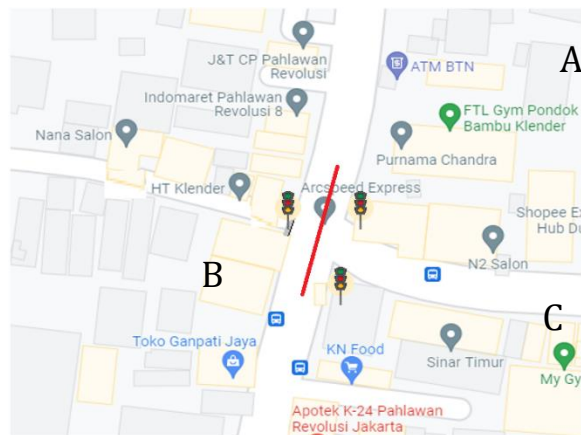
Perhitungan tundaan dan tundaan rata-rata untuk simpang bersinyal di klender, Jakarta Timur dengan menggunakan persamaan (9) dan (10) disajikan dalam bentuk Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Perhitungan Tundaan

<i>Kode</i>	<i>DT</i> <i>detik</i> <i>/smp</i>	<i>DG</i> <i>detik</i> <i>/smp</i>	<i>D</i> <i>detik</i> <i>/smp</i>	<i>D rata-rata</i> <i>detik/smp</i>
A	103,6	4	1,03	
B	74,7	4	0,98	64,76
C	17,9	4	0,93	

Rekayasa Larangan Belok Kanan Dengan Pengaturan Ulang Fase Sinyal

Penerapan rekayasa larangan belok kanan dilakukan pada pendekat C sehingga seluruh gerakan belok kanan ditiadakan dengan tujuan untuk mengurangi hambatan yang diakibatkan oleh kendaraan berhenti. Untuk mendukung tujuan tersebut, maka dilakukan juga rekayasa lalu lintas pada pendekat C agar seluruh gerakan pada pendekat C tidak dibatasi oleh pengaruh lampu sinyal merah tetapi hanya menggunakan pengaturan sinyal kuning untuk memberikan informasi kepada pengendara agar tetap waspada dan berhati-hati sehingga dapat terus melakukan gerakan lurus tanpa berhenti. Untuk larangan belok tersebut dilakukan agar mengurangi hambatan dan juga perpotongan antar kendaraan.



Gambar 6. Skema pemberlakuan larangan belok kanan

1. Waktu siklus dan waktu hijau

Rekayasa lalu lintas yang dilakukan dengan penutupan atau pelarangan belok tersebut dilakukan perhitungan ulang terhadap waktu siklus dan waktu hijau. Waktu siklus pada simpang bersinyal merujuk pada periode waktu

yang diperlukan untuk melalui satu putaran penuh atau siklus dari seluruh fase lampu lalu lintas di persimpangan yang memiliki sistem pengaturan lalu lintas. Siklus ini mencakup berbagai fase seperti hijau, kuning, merah, dan mungkin fase peralihan. Perhitungan waktu siklus dan waktu hijau menggunakan persamaan (3) dan (4) disajikan dalam bentuk Tabel 11 sebagai berikut.

Tabel 11. Waktu Siklus dan Hijau

<i>Kode</i>	<i>g eksisting</i> <i>detik</i>	<i>g alternatif</i> <i>detik</i>	<i>c</i> <i>detik</i>
A	65	40	68
B	40	24	68
C	86	68	68

Rekayasa larangan belok kanan dengan pengaturan ulang fase sinyal mengakibatkan terjadinya perubahan nilai pada kapasitas dan derajat kejenuhan pada simpang tersebut pada setiap pendekat. Hasil perhitungan untuk derajat kejenuhan yang telah di rekayasa dapat disajikan dalam bentuk Tabel 12 sebagai berikut.

Tabel 12. Rekapitulasi derajat kejenuhan dengan larangan belok pada simpang

<i>Kode</i>	<i>C (smp /jam)</i>	<i>DS</i>
A	1231,9	0,85
B	849,3	0,83
C	2137,7	0,60

Pada derajat kejenuhan dengan rekayasa larangan belok kanan didapat nilai DS bervariasi dengan nilai tertinggi sebesar 0,85 dan nilai terendah sebesar 0,60. Dengan dibandingkan pada kondisi eksisting, maka nilai DS terjadi penurunan.

Tundaan pada simpang bersinyal merujuk pada waktu tunggu yang dialami oleh kendaraan di sebuah persimpangan yang diatur oleh sistem lampu lalu lintas. Ini terjadi ketika kendaraan harus berhenti karena fase lampu lalu lintas yang sedang berlaku tidak mengizinkan mereka untuk melanjutkan perjalanan. Berdasarkan hal

tersebut maka dilakukan analisis dengan larangan belok ke kanan untuk dapat melihat tundaan yang terjadi. Adapun untuk tabel tundaan sebagai berikut.

Tabel 13. Rekapitulasi tundaan dengan larangan belok pada simpang

<i>Kode</i>	<i>D</i> <i>detik /smp</i>	<i>D rata-rata</i> <i>detik/smp</i>
A	13,62	
B	22,09	10,27
C	4,68	

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 13, diketahui bahwa terjadi penurunan nilai tundaan pada simpang bersinyal jika dibandingkan dengan kondisi eksisting. Nilai tundaan rata-rata dengan nilai 10,27 detik/smp.

4. KESIMPULAN

1. Kinerja pada kondisi eksisting di simpang bersinyal di Klender, Jakarta Timur mengalami kondisi jenuh dengan nilai DS = 1,03 untuk pendekat A, DS = 0,98 untuk pendekat B, dan DS = 0,93 untuk pendekat C
2. Pada kondisi eksisting, tundaan rata-rata yang terjadi pada simpang sebesar 64,8 det/smp.
3. Pada kondisi alternatif dengan dilakukannya rekayasa larangan belok kanan di Klender, Jakarta Timur didapat nilai derajat kejenuhan = 0,85 untuk pendekat A, DS = 0,83 untuk pendekat B dan DS = 0,60 untuk pendekat C.
4. Dengan kondisi alternatif dengan dilakukannya rekayasa larangan belok kanan didapat tundaan rata-rata simpang sebesar 10,3 det/smp.
5. Peningkatan kinerja simpang yang lebih baik rekayasa larangan belok kanan dengan alternatif tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Setiawan, "Proyeksi Kinerja Tundaan Pada Bundaran Monumen Selamat," *Konstruksia*, vol. 13, no. 1, pp. 128–136, 2021, doi: <https://doi.org/10.24853/jk.13.1.128-136>.

[2] I. S. S. Fauzan, Ardhan Rizakdy, Harwidyo Eko Prasetyo, Andika Setiawan, "Three Arm Unsignalized Intersection On Jalan Perjuangan – Jalan Kaliabang Babelan, North Bekasi," *Int. J. Civ. Eng. Infrastruct.*, vol. 1, no. 2, pp. 54–61, 2021.

[3] A. R. Harwidyo Eko Prasetyo, Andika Setiawan, Trijeti, Tanjung Rahayu R, "The Performance Of Queue Length Of Vehicle On The Roundabout At Selamat Datang Monument Using PTV VISSIM," *Int. J. Civ. Eng. Infrastruct.*, vol. 1, no. 2, pp. 10–16, 2021.

[4] H. K. Buwono, A. Setiawan, and O. Damarwulan, "Pemodelan Polinomial Kecepatan Kendaraan Ringan Pada Bundaran," *Agregat*, vol. 7, no. 1, pp. 642–648, 2022, doi: [10.30651/ag.v7i1.13297](https://doi.org/10.30651/ag.v7i1.13297).

[5] MKJI, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota, Kementerian Pekerjaan Umum, 1997. doi: [10.1021/acsami.7b07816](https://doi.org/10.1021/acsami.7b07816).

[6] I. S. S. Andika Setiawan, Harwidyo Eko Prasetyo, Heru Setiawan, "Performance Of The Three-Armed Unsignalized Interchange On Jalan Tipar Cakung, East Jakarta," *Int. J. Civ. Eng. Infrastruct.*, vol. 2, no. 1, pp. 88–96, 2022, doi: <https://doi.org/10.24853/ijcei.2.1.88-96>.

[7] H. E. Prasetyo, A. Setiawan, and A. Pradana, "Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Berdasarkan Derajat Kejenuhan Pada Jalan Raya Mabes Hankam – Jalan Raya Setu," *Konstruksia*, vol. 13, no. 2, pp. 135–145, 2022.

[8] A. Setiawan, I. Satya Soerjatmodjo, and F. Mustakim, "Pemasangan Barrier Simpang Tiga Tak Bersinyal pada Jalan Putri Tunggal, Kota Depok," *Konstruksia*, vol. 14, no. 2, pp. 128–140, 2023, doi: [10.24853/jk.14.2.128-140](https://doi.org/10.24853/jk.14.2.128-140).

[9] P. T. P. Harwidyo Eko Prasetyo, Andika Setiawan, Irnanda Satya Soeratmodjo, "Proyeksi Panjang Antrian Pada Bundaran Kelapa Gading

- Dengan Menggunakan PTV VISSIM,”
Konstruksia, vol. 14, no. 1, pp. 122–
130, 2022, doi:
[https://doi.org/10.24853/jk.14.1.122-
130](https://doi.org/10.24853/jk.14.1.122-130).
- [10] Morlok, E. K. (2001). *Buku Dasar-Dasar
Teknik Perencanaan Transportasi*.
- [11] Budiman, A., Intari, D. E. dan
Mulyawati, D. (2016). “Analisa Kinerja
Simpang Bersinyal Pada Simpang Boru
Kota Serang”. *Jurnal Fondasi*, Vol. 5 No.
2, 1 – 11.
- [12] Fazlurrahman, M. I. dan Susilo, B. H.
(2019). “Analisis Kemacetan Lalu Lintas
Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus :
Simpang Ir . H . Juanda – Raya Bogor)”.
April, 284 – 289.
- [13] Riyadi, D. G., Refor, S. dan Nadjam, A.
(2019). “Analisis Kemacetan Di
Simpang Bersinyal Stasiun Buaran
Jakarta Timur”. *Seminar Nasional
Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*.
Jakarta, 2019, 1 – 8.
- [14] Rusmana, D. E., Deantono, M. P. dan
Arifin, Z. (2019). “Analisis Penanganan
Kemacetan Pada Simpang Gaplek,
Tangerang Selatan”. *Seminar Nasional
Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*.
Jakarta, 2019, 703 – 710.
- [15] Suryaningsih, O. F., Hermansyah, H. dan
Kurniati, E. (2020). “Analisis Kinerja
Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan
Hasanuddin - Jalan Kamboja, Sumbawa
Besar)”. *INERSIA*, Vol. 16 No. 1, 74 –
78.
- [16] Syahabudin, F. I., Sendow, T. K. dan
Rumayar, A. L. E. (2015). “Perencanaan
Lampu Pengatur Lalu Lintas Pada
Persimpangan Jalan Sultan Hasanudin
dan Jalan Ari Lasut Menggunakan
Metode MKJI”. *Jurnal Sipil Statistik*
ISSN: 2337-6732, Vol. 3 No. 10, 685 –
695.