

ANALISIS MANAJEMEN LALU LINTAS KINERJA SIMPANG BERSINYAL BERDASARKAN PKJI 2014 (STUDI KASUS JL. CIPUTAT RAYA, PONDON PINANG)

Dayan Aditya¹, Adita Utami^{2*}

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil/Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina, Indonesia
e-mail: *2adita.utami@universitaspertamina.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang manajemen lalu lintas jalan simpang bersinyal yang berlokasi di Jl. Ciputat Raya, Pondok Pinang. Persimpangan ini berada di daerah komersil dengan arus lalu lintas yang tinggi, sehingga menimbulkan antrean kendaraan dan kemacetan pada jam sibuk. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui besar kinerja simpang bersinyal serta memberikan solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014. Hasil dari penelitian ini didapatkan, untuk kinerja simpang eksisting bahwa tingkat pelayanan simpang berada dalam golongan F (Buruk Sekali) ditandai tundaan simpang rata-rata sebesar 433,82 det/skr dan derajat kejenuhan pada masing-masing lengan simpang untuk arah Bintaro, Pondok Indah, dan Lebak Bulus sebesar 1,95 dan untuk arah Kebayoran sebesar 1,89. Namun, setelah dilakukan peningkatan kinerja simpang berupa perencanaan underpass, nilai derajat kejenuhan mengalami penurunan yang signifikan yaitu untuk arah Bintaro sebesar 0,35, arah Kebayoran sebesar 0,20, arah Pondok Indah sebesar 0,47, dan arah Lebak Bulus sebesar 0,23 dan tingkat pelayanan simpang menjadi B (Baik).

Kata kunci— Manajemen Lalu Lintas, Kinerja Simpang, Tingkat Pelayanan, Derajat Kejenuhan

Abstract

This study discuss the traffic management of a signalized intersection located on Jl. Ciputat Raya, Pondok Pinang. This intersection is located in a commercial area with a high traffic flow, causing queues of vehicles and congestion during rush hour. The purpose of this study is to determine the performance of signalized intersection and to provide alternative solutions to overcome the problems. The method used in this study based on the 2014 Indonesian Road Capacity Guidelines. The results of this study were obtained, for the performance of existing intersection that the level of intersection service is in class F (very bad) marked by an average intersection delay of 433,82 det/skr and the degree of saturation on each arm intersection for the Bintaro, Pondok Indah, and Lebak Bulus directions is 1,95 and for the Kebayoran direction is 1,89. However, after improving the performance of the intersection in the form of underpass planning, the value of the degree of saturation has decreased significantly, namely for the Bintaro direction of 0,35, the direction of Kebayoran is 0,20, the direction of Pondok Indah is 0,47, and the direction of Lebak Bulus is 0,23, and the service level of the intersection becomes B (Good).

Keywords— Traffic Management, Intersection Performance, Level Of Service, Degree Of Saturation

I. PENDAHULUAN

Peningkatan pembangunan infrastruktur memegang peranan penting sebagai salah satu roda penggerak pertumbuhan ekonomi suatu negara terkhusus Indonesia.

Hal ini dikarenakan gerak laju dan pertumbuhan ekonomi suatu negara tidak dapat dipisahkan dari ketersediaan infrastruktur seperti transportasi. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), kota Jakarta merupakan kota metropolitan dengan luas wilayah

sebesar 664.01 km² yang ditinggali sebanyak 10.562.088 jiwa dan tercatat sebanyak 20.221.821 kendaraan bermotor menjadikan kota Jakarta termasuk kota terpadat di Indonesia. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan yang terjadi, kapasitas jalan yang tersedia menjadi tidak sebanding dengan jumlah kendaraan yang beredar. Oleh sebab itu, salah satu elemen kunci dalam sistem lalu lintas memerlukan manajemen dan rekayasa lalu lintas yang tepat agar tidak menyebabkan gangguan lalu lintas pada ruas maupun persimpangan (Utomo, 2016).

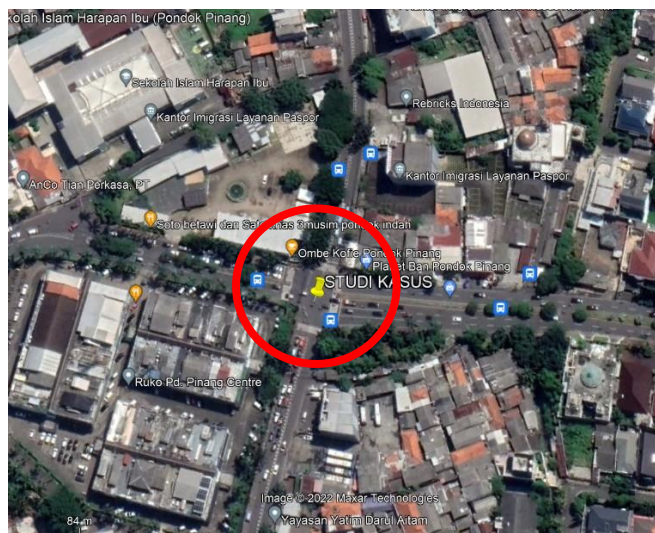
Persimpangan adalah bagian terpenting dari sistem jaringan yang secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam sistem jaringan tersebut. Pada prinsipnya persimpangan adalah pertemuan dua atau lebih jaringan jalan (Alamsyah, 2008). Pada persimpangan, sangat rentan terjadi kecelakaan maupun kemacetan jika tidak dikendalikan dengan benar. Persimpangan bersinyal pada Jalan Ciputat Raya Pondok Pinang, merupakan salah satu persimpangan yang sering mengalami kemacetan di waktu tertentu terutama pada jam berangkat kerja dan pulang kerja. Persimpangan ini berlokasi di wilayah Kota Jakarta Selatan bertepatan di Jalan Ciputat Raya - Jalan Gedung Hijau Raya, Pondok Pinang yang berbatasan langsung dengan Kota Tangerang Selatan dengan mempertemukan daerah Bintaro, Pondok Pinang, Ciputat, Pondok Indah, Lebak Bulus, dan Kebayoran lama.

Berdasarkan informasi Kepala Suku Dinas Perhubungan Kota Administrasi Jakarta, terdapat 41 koridor jalan utama titik rawan kemacetan salah satunya adalah koridor Ciputat Raya-Tanah Kusir-Bungur-Iskandar Muda-Pejompongan-Penjernihan1-Tanah Abang (Dinas Perhubungan Kota Jakarta, 2020). Akibat dari meningkatnya jumlah penduduk yang menempati kedua daerah tersebut, kapasitas jalan pada Simpang Pondok Pinang menjadi semakin padat, sehingga hal ini menjadi alasan bagi penulis untuk melakukan analisis manajemen lalu lintas agar dapat meningkatkan kinerja simpang dan mencari solusi alternatif menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Studi kasus penelitian ini berlokasi di Kota Jakarta Selatan yang bertepatan pada simpang bersinyal ruas Jalan Ciputat Raya - Jalan Gedung Hijau Raya, Pondok Pinang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth, Diakses Pada 1 Februari 2023)

Lokasi studi penelitian berada pada Jalan Ciputat Raya bertepatan pada Persimpangan Pondok Pinang daerah Jakarta Selatan seperti yang terlihat pada Gambar 1. Persimpangan tersebut merupakan persimpangan bersinyal dengan tipe persimpangan yaitu 422, yang memiliki 4 lengan dengan 2 lajur jalan untuk masing-masing pendekatan dan terdapat salah satu jalan memiliki pelebaran 1 ruas lajur pada pendekatan mayor dari arah Pondok Indah dan persimpangan tersebut juga dibatasi oleh median jalan pada masing-masing jalan.

B. Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan guna untuk melakukan analisis, dimana data-data yang dikumpulkan terbagi menjadi 2 jenis yaitu data primer dan sekunder. Untuk data primer, diperoleh dengan cara melakukan survei lapangan seperti survei pendahuluan dan survei penelitian pada persimpangan Pondok Pinang. Adapun data hasil survei tersebut yaitu survei volume lalu lintas, geometri jalan, hambatan samping, dan pengaturan fase. Sedangkan data sekunder yaitu data pendukung seperti data pertumbuhan kendaraan dan jumlah penduduk Kota Jakarta Selatan yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS)

C. Metode Pengolahan Data

Setelah data yang dibutuhkan terhimpun, selanjutnya adalah melakukan pengolahan data yaitu:

1) Pengolahan Data Arus Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diperoleh dari hasil survei lalu lintas dengan menghitung jumlah kendaraan yang melintasi persimpangan pada setiap lengan simpang. Data volume lalu lintas masih berupa satuan kend/jam. Oleh sebab itu, data tersebut diolah dengan melakukan konversi satuan kendaraan menjadi smp/jam dengan mengkalikan satuan mobil penumpang (smp) terhadap masing-masing nilai ekivalensi kendaraan (ekr). Kendaraan ringan (KR) menjadi kendaraan baku sehingga nilai ekivalennya ialah satu. Untuk jenis kendaraan lain, seperti kendaraan berat (KB), dan sepeda motor (SM), memiliki nilai ekivalen terhadap KR (ekr) yang tidak sama dengan satu, menyesuaikan dimensi kendaraan dan kemampuan bermanuver di dalam variasi kerapatan dan kecepatan arus lalu lintas (Hikmat, 2013). Nilai arus lalu lintas dapat diperoleh menggunakan persamaan 1.

$$Q(\text{skr/jam}) = (SM \times \text{ekr}) + (KR \times \text{ekr}) + (KB \times \text{ekr}) \quad (1)$$

2) Pengolahan Data Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan kegiatan di samping jalan pada daerah simpang yang dapat memicu konflik dan dapat berpengaruh pada lalu lintas jalan (Sofyan, Muzakir, & Sugiarto, 2020). Untuk mempermudah dalam prosedur perhitungan, hambatan samping telah dikelompokkan ke dalam lima kelas tingkatan yaitu, sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Sedangkan untuk penentuan nilai, berdasarkan bobot kejadian yang dikalikan dengan frekuensi kejadian hambatan samping sepanjang jalan yang diamati (Rizani, 2013). Menurut PKJI 2014, terdapat 4 faktor yang menyebabkan terganggunya bagian samping jalan antara lain:

1. Pejalan kaki yang berjalan atau menyeberangi jalur
2. Angkutan kota dan bus berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang
3. Kendaraan masuk dan keluar halaman
4. Tempat parkir di luar jalur

D. Metode Analisis Data

Setelah dilakukannya pengolahan data, selanjutnya adalah data tersebut dianalisis untuk mengetahui kinerja

simpang bersinyal. Tahapan analisis pada penelitian ini yaitu arus lalu lintas, arus jenuh, waktu siklus dan waktu hijau, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrean, dan tundaan

1) Arus Jenuh

Arus jenuh merupakan perkalian antara arus jenuh dasar (S_0) terhadap faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal (Marga, 1997). Menurut (Waas, 2018), arus jenuh lalu lintas adalah kondisi arus maksimum yang ditunjukkan dalam ekivalen kendaraan ringan (ekr) yang dapat mengalir secara terus menerus melewati garis henti suatu kaki persimpangan selama periode nyala hijau. Adapun persamaan 2 yang digunakan dalam menentukan nilai arus jenuh.

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (2)$$

Keterangan:

- S = Arus jenuh (skr/jam)
- S_0 = Arus jenuh dasar (skr/jam)
- F_{HS} = Faktor penyesuaian S_0 akibat HS lingkungan jalan
- F_{UK} = Faktor penyesuaian S_0 terkait ukuran kota
- F_G = Faktor penyesuaian S_0 akibat kelandaian memanjang pendekat
- F_P = Faktor penyesuaian S_0 akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama
- F_{BK_i} = Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri
- F_{BK_a} = Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan

2) Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Dalam penentuan waktu siklus, menurut PKJI 2014 disarankan agar tetap sesuai dengan tipe pengaturan fase yang digunakan pada suatu simpang. Berikut adalah Tabel 1 waktu siklus yang disarankan

Tabel 1. Waktu Siklus Yang Disarankan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (det)
Pengaturan 2 fase	40 – 80
Pengaturan 3 fase	50 – 100
Pengaturan 4 fase	80 – 130

Sumber : PKJI 2014

3) Kapasitas Simpang

Menurut PKJI (2014), bahwa kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dinyatakan dalam kendaraan/jam atau skr/jam. Kapasitas suatu simpang bersinyal dapat dihitung dengan persamaan 3 berikut:

$$C = S \times \frac{H}{c} \tag{3}$$

Keterangan:

- C = Kapasitas simpang bersinyal (skr/jam)
- S = Arus jenuh (skr/jam)
- c = Waktu siklus (detik)
- H = Total waktu hijau dalam satu siklus (detik)

4) Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan perbandingan rasio antara arus dan kapasitas jalan yang digunakan sebagai faktor untuk menilai dan menentukan tingkat kinerja suatu segmen jalan (Tirto Babba, 2017). Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan persamaan 4 berikut:

$$Dj = \frac{Q}{C} \tag{4}$$

Keterangan:

- Dj = Derajat kejenuhan
- Q = Arus lalu lintas (skr/jam)
- C = Kapasitas (skr/jam)

5) Panjang Antrean

Panjang antrian merupakan banyaknya jumlah kendaraan yang datang dan berhenti pada tiap jalur simpang ketika nyala lampu berwarna merah. Berikut adalah persamaan 5 dan persamaan 6 yang digunakan untuk menghitung panjang antrian

a. Untuk $Dj > 0.5$

$$N_{Q1} = 0.25 \times c \times \left\{ (Dj - 1)^2 + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0.5)}{c}} \right\} \tag{5}$$

b. Untuk $Dj \leq 0.5$; maka $N_{Q1} = 0$

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times Dj)} \times \frac{Q}{3600} \tag{6}$$

Panjang antrian (PA) diperoleh dari perkalian jumlah rata-rata antrean kendaraan (NQ) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu kendaraan ringan (ekr) yaitu 20 m², dibagi lebar masuk (m), sebagaimana persamaan 7 berikut

$$PA = N_{Qmax} \times \frac{20}{L_M} \tag{7}$$

6) Tundaan

Tundaan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan saat melewati suatu simpang (Direktoral Jendral Bina Marga, 2014). Tundaan pada suatu simpang terjadi karena dua hal, yaitu tundaan lalu lintas (TL), dan tundaan geometrik (TG). Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat i dihitung menggunakan persamaan 8 berikut

$$Ti = T_{Li} + T_{Gi} \tag{8}$$

Dimana :

$$T_L = c \times \frac{0.5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times Dj)} + \frac{N_Q \times 3600}{c} \tag{9}$$

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \tag{10}$$

Keterangan:

- T_L = Tundaan lalu lintas (detik/smp)
- R_H = Rasio hijau (H/c)
- N_Q = Jumlah smp yang tertinggal pada fase hijau sebelumnya
- c = Waktu siklus
- Dj = Derajat kejenuhan
- T_G = Tundaan geometrik (detik/smp)
- R_{KH} = Rasio kendaraan berhenti pada pendekat
- P_B = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

7) Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan simpang merupakan tolak ukur dari kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan bermotor. Umumnya, tingkat pelayanan berfungsi sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume lalu lintas setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat A hingga F (Iqbal, 2017). Adapun kriteria nilai untuk mengetahui tingkat pelayanan sebuah simpang seperti pada Tabel 2.

TABEL 2. Kriteria Tingkat Pelayanan Untuk Simpang Bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan (Delay) (det/skr)	Keterangan
A	< 5.0	Baik Sekali
B	5.1 - 15	Baik
C	15.1 - 25	Sedang
D	25.1 - 40	Kurang
E	40.1 - 60	Buruk
F	> 60	Buruk Sekali

Sumber : (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, 2006)

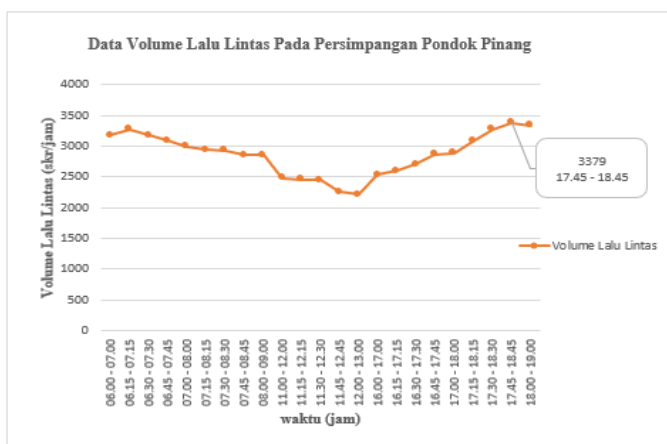
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal

Pada analisis kinerja simpang bersinyal, perhitungan dilakukan dengan menghitung, arus lalu lintas kendaraan, arus jenuh, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrean, dan tundaan.

1) Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas kendaraan merupakan volume kendaraan puncak yang terjadi dalam satu periode tertentu yang melintasi simpang. Data volume yang digunakan merupakan data *peak hour* dari survei penelitian. Berdasarkan Gambar 2 grafik hasil volume lalu lintas puncak, diperoleh besar arus lalu lintas puncak sebesar 3.379 skr/jam dan terjadi pada pukul 17:45 – 18:45 WIB.



Gambar 2. Grafik Volume Lalu Lintas Saat *Peak Hour*

2) Arus Jenuh

Arus jenuh adalah besarnya keberangkatan rata-rata antrian di dalam suatu pendekat selama waktu hijau dan besar arus jenuh dinyatakan sebagai satuan skr/jam hijau (Athourrohan, 2019). Perhitungan arus jenuh diperoleh dengan mengkalikan nilai arus jenuh dasar dengan faktor penyesuaian. Adapun hasil yang diperoleh seperti pada Tabel 3 berikut

TABEL 3. Arus Jenuh

LENGAN SIMPANG	(So) skr/jam	Faktor Penyesuaian	
		(F _{uk})	(F _{HS})
Bintaro	1890	1	0,95
Kebayoran	1674	1	0,95
Pondok Indah	4800	1	0,95
Lebak Bulus	1818	1	0,95

LENGAN SIMPANG	Faktor Penyesuaian				(S) skr/jam
	(F _G)	(F _{BKa})	(F _{BKi})	(F _P)	
Bintaro	1	1	1	0,697	1251,464
Kebayoran	1	1	1	0,627	997,118
Pondok Indah	1	1	1	0,843	3844,080
Lebak Bulus	1	1	1	0,633	1093,254

3) Waktu Siklus dan Waktu Hijau

TABEL 4. Hasil Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Lengan Simpang	SEBELUM PENYESUAIAN	
	Waktu Siklus	Waktu Hijau
Bintaro	124,75	49,46
Kebayoran	72,95	18,81
Pondok Indah	48,70	6,49
Lebak Bulus	72,95	18,81
SESUDAH PENYESUAIAN		
	Waktu Siklus	Waktu Hijau
	110	93
	110	93
	110	93
	110	93

Pada penentuan waktu siklus pada penelitian ini dilakukan penyesuaian pada perhitungan waktu siklus

karena simpang mengalami kondisi *early start*. Kondisi ini terjadi ketika terdapat salah satu simpang yang mengalami hijau bersamaan pada kedua lengan simpang. Hasil yang diperoleh ada pada Tabel 4.

4) Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan ketika kondisi puncak pada suatu simpang, dimana kapasitas simpang tersebut dinyatakan dalam satuan skr/jam. Adapun rekapitulasi hasil kapasitas simpang yang diperoleh ada pada Tabel 5 berikut

TABEL 5. Rekapitulasi Kapasitas Simpang

Lengan Simpang	Nilai	Satuan
Bintaro	485	skr/jam
Kebayoran	283	skr/jam
Pondok Indah	665	skr/jam
Lebak Bulus	310	skr/jam

5) Kinerja Simpang Bersinyal

Baik buruknya kinerja suatu simpang dapat diketahui berdasarkan 3 hal yaitu besar derajat kejenuhan, panjang antrean, dan tundaan. Berdasarkan PKJI 2014, ketentuan yang disyaratkan untuk nilai derajat kejenuhan sebesar 0,85. Adapun hasil kinerja simpang yang diperoleh pada penelitian ini bisa dilihat pada Tabel 6 berikut

TABEL 6. Kinerja Simpang Bersinyal

Lengan Simpan g	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean (m)	Tundaan Simpan g (detik/skr)	Tingkat Pelayanan Simpan g
Bintaro	1,95	444,44	415,67	
Kebayoran	1,89	501,79	618,90	
Pondok Indah	1,95	172,41	285,85	F
Lebak Bulus	1,95	462,05	615,31	

B. Skenario Peningkatan Kinerja Simpang

TABEL 7. KINERJA SIMPANG BERSINYAL

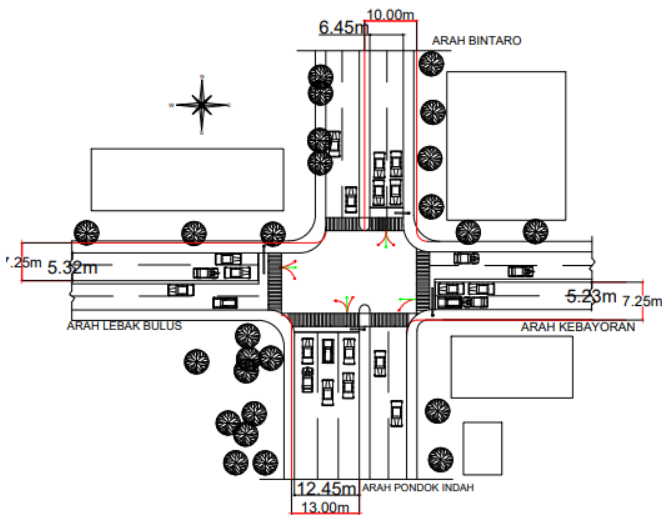
SKENARIO PELEBARAN JALAN				
Lengan Simpang	Bintaro	Kebayoran	Pondok Indah	Lebak Bulus
Arus Jenuh (skr/jam)	3074,30	1770,85	3934,14	1770,85
Waktu Siklus (detik)	94	94	94	94
Waktu Hijau (detik)	24	27	26	27
Kapasitas Simpang (skr/jam)	791,37	506,20	1084,57	506,20
Derajat Kejenuhan	1,19	1,06	1,19	1,19
Panjang Antrean (m)	149,25	136,47	155,17	169,41
Tundaan Simpang (detik/skr)		46,99		
Tingkat Pelayanan			E	

SKENARIO UNDERPASS

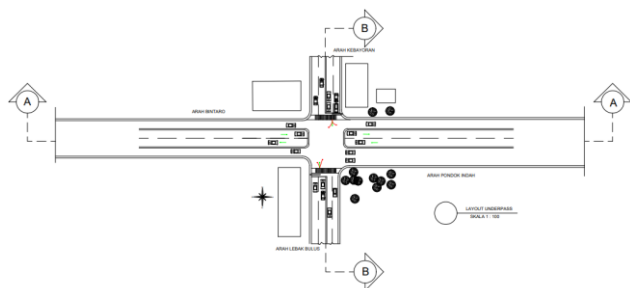
Lengan Simpang	Bintaro	Kebayoran	Pondok Indah	Lebak Bulus
Derajat Kejenuhan	0,35	0,20	0,47	0,23
Tingkat Pelayanan			B	

Berdasarkan hasil analisis perhitungan kinerja simpang bersinyal, nilai derajat kejenuhan yang diperoleh masih sangatlah tinggi. Selain itu, kondisi

simpang yang jenuh dapat ditandai dari besar tundaan yang menggambarkan tingkat pelayanan simpang. Sehingga perlu dilakukan peningkatan simpang agar dapat mengurangi kejenuhan simpang dan meningkatkan tingkat pelayanan simpang. Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi panjang antrean dan tingkat kejenuhan simpang adalah dengan melakukan pelebaran pada jalan tersebut serta diberlakukannya perlintasan tak sebidang dalam hal ini adalah perencanaan *underpass*. Untuk perencanaan *underpass* menggunakan PKJI Kapasitas Jalan Perkotaan serta didasari oleh oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 19/PRT/M/2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalan. Hasil rekapitulasi dari skenario peningkatan simpang ditunjukkan pada tabel 7.



Gambar 3. Skenario Pelebaran Jalan



Gambar 4. Skenario Perencanaan Underpass

IV KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan besar kapasitas pada simpang Pondok Pinang idealnya saat kondisi puncak dapat menampung kendaraan sebanyak 485 skr/jam untuk arah Bintaro, 283 skr/jam untuk arah Kebayoran, 665 skr/jam untuk arah Pondok Indah, dan 310 skr/jam untuk arah Lebak Bulus. Berdasarkan dari hasil analisis, simpang Pondok Pinang dalam kondisi jenuh yang mana ditandai dari besar nilai derajat kejenuhan melebihi yang disyaratkan yaitu 0,85. Selain itu tingkat pelayanan simpang masuk kedalam golongan F (Buruk Sekali), hal ini diperoleh dari besar tundaan simpang sebesar 433,82 det/skr (lebih besar dari 60 det/skr). Oleh sebab itu, perlu dilakukan peningkatan kinerja simpang dengan melakukan skenario pelebaran jalan dan perencanaan *underpass*. Hasil yang diperoleh bahwa, solusi perencanaan *underpass* efektif dan mampu meningkatkan kinerja simpang dengan menurunkan besar derajat kejenuhan menjadi di bawah 0,85 dan tingkat pelayanan menjadi B (Baik).

REFERENSI

Alamsyah, A. A. (2008). *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang: Universitas Muhammadiyah.

Ansal Praja, M., Eka Priana, S., & Kurniawan, D. (2022). TINJAUAN EFEKTIVITAS PENERAPAN SIMPANG BERSINYAL DI SIMPANG BYPASS MANGGIS KOTA BUKITTINGGI. *Jurnal ensiklopedia*.

Athourrohman, A. (2019). ANALISIS EFEKTIVITAS SIMPANG BERSINYAL DI SIMPANG KARANGLEWAS. *BPS DKI Jakarta*. (2022). Retrieved from Jakarta.bps.go.id: <https://jakarta.bps.go.id/indicator/17/786/1/jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis-kendaraan-unit-di-provinsi-dki-jakarta.html>

Dinas Perhubungan Kota Jakarta. (2020). *Kecepatan Rata-rata di 41 Koridor Jalan Utama pada Jam Sibuk Tahun 2020*. Jakarta: Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta.

Direktoral Jendral Bina Marga. (2014). PKJI 2014. In D. P. RI, *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta.

Elianora, Saut, H., & Safira, C. (2021). ANALISIS PENGARUH DERAJAT KEJENUHAN DAN KECEPATAN KENDARAAN TERHADAP TINGKAT PELAYANAN JALAN ARIFIN

- AHMAD PEKANBARU. *JURNAL INOVTEK SERI TEKNIK SIPIL DAN APLIKASI (TEKLA)*.
- Febrian, F. (2014). *ANALISIS PERENCANAAN PENERAPAN PERSIMPANGAN BERSINYAL DINAMIS (ACTUATED TRAFFIC CONTROL SYSTEM) PADA PERSIMPANGAN DI KOTA PALEMBANG*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Haryanto Sembiring, D., & Darmadi. (2020). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan pada Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogo. *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*.
- Hikmat, I. (2013). *EKUIVALEN KENDARAAN RINGAN DAN KAPASITAS DASAR SIMPANG*. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Iqbal, S. M. (2017). KINERJA DAN TINGKAT PELAYANAN SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG REMI KOTA LANGSA. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*.
- Jotin, K., & Lall, K. (2005). Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi. In *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi (Jilid 1)*. Jakarta: Erlangga.
- JS, K. (2019). *Sudinhub Jaksel Plot Petugas Disejumlah Titik Rawan Kemacetan*. Jakarta: Pemerintah Kota Administrasi Jakarta Selatan.
- Kabi, M. B., Elisabeth, L., & Timboeleng, J. (2015). ANALISIS KINERJA SIMPANG TANPA SINYAL (STUDI KASUS : SIMPANG TIGA RINGROAD - MAUMBI).
- Mandasari, T., Laufried, & Riani, D. (2019). ANALISIS PERSIMPANGAN PADA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL STUDI KASUS (JALAN TAMBUN BUNGAI – JALAN R.A KARTINI). *Jurnal Teknika*, 177-185.
- Marga, D. J. (1997). MKJI. In D. P. RI, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta.
- Morlok, E. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Morlok, E. K. (1995). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi,. In P. Erlangga. Jakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan. (2006). *Peraturan Perundang-undangan*.
- Ratna Wijayanti Daniar Paramita, N. R. (2021). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF*. Lumajang, Jawa Timur: Widyagama.
- Rizani, A. (2013). EVALUASI KINERJA JALAN AKIBAT HAMBATAN SAMPING (STUDI KASUS PADA JALAN SOETOYO S BANJARMASIN). 1-46.
- Sofyan, M., Muzakir, & Sugiarto. (2020). ANALISIS HAMBATAN SAMPING PADA JALAN SUKA RAMAI KOTA LHOKSEUMAWE. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan (JARSP)*, 1-7.
- Tirto Babba, D. (2017). ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM (CELLTRANSMISSION MODEL) PADA RUAS JALAN BASUKI RACHMAT.
- UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 22 . (2009). In *LALU LINTAS DAN ANGKUTAN JALAN*.
- Utomo, I. R. (2016). PEMODELAN LALU LINTAS PADA SIMPANG BERSINYAL JALAN PERKOTAAN DI YOGYAKARTA.
- (2004). *UU RI No.38 Tentang Jalan*. Retrieved from peraturan.bpk.go.id:
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/49132/pp-no-34-tahun-2006>
- Waas, R. H. (2018). *Analisis Prediksi Kinerja Simpang Bersinyal Dalam Kondisi Eksisting Dan 5 Tahun Kedepan Pada*. Ambon.
- Yudistira, T. (2018). PERENCANAAN PEMBANGUNAN UNDERPASS GEDANGAN, SIDOARJO DITINJAU DARI SEGI EKONOMI JALAN RAYA