

ANALISIS KINERJA SIMPANG DAN BIAYA KEMACETAN (Studi Kasus : Simpang Tugu Pancoran)

Lenny Indriyani ¹⁾, Darmadi ²⁾

¹ Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jayabaya, Jakarta, INDONESIA

² Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jayabaya, Jakarta, INDONESIA

ABSTRAKSI

Persimpangan jalan merupakan tempat arus lalu lintas dari dua ruas jalan atau lebih bertemu, Pada umumnya pertemuan arus ini akan menyebabkan konflik sehingga seringkali terjadi kemacetan yang berimbang pada biaya kemacetan yang di tanggung pengendara, dan juga terjadinya kecelakaan. Oleh karena itu dibutuhkan sistem pengendalian simpang untuk meningkatkan kapasitas dan kinerja simpang sehingga dapat menekan biaya kemacetan yang terjadi. Tujuan dari Proyek Akhir ini untuk membantu menyelesaikan permasalahan kemacetan dan biaya kemacetan yang terjadi pada Simpang Tugu Pancoran. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari penelitian terdahulu dan data primer yang diperoleh melalui survei lapangan. Metode yang digunakan untuk analisa kinerja simpang adalah dengan menggunakan metode MKJI 1997 dan untuk analisa biaya kemacetan menggunakan metode LAPI ITB 1996. Kinerja simpang pada kondisi eksisting dapat di katakan cukup jenuh hal ini ditunjukan dengan tundaan yang terjadi sebesar 298.44 (det/smp) dimana kinerja simpang pada kondisi eksisting berada pada kategori "F" atau buruk sekali dan biaya kemacetan yang terjadi sebesar Rp. 27,067,829,082/tahun. Sebagai alternatif solusi 1 untuk meningkatkan kinerja simpang dilakukan perencanaan ulang waktu siklus dari 4 fase pada kondisi eksisting menjadi 2 fase, berdasarkan hasil analisa terjadi penurunan tundaan menjadi 17.78 (det/smp) dan biaya kemacetan menjadi Rp. 24,417,421,214/tahun dengan tingkat pelayanan simpang menjadi "C" atau cukup. Kemudian dilakukan analisa batas layan simpang dengan menggunakan alternatif 1 didapatkan bahwa simpang mampu bekerja secara optimum selama dua tahun kedepan dengan Tundaan sebesar 34.36 (det/smp) dan biaya kemacetan sebesar Rp.31,145,155,492/tahun dengan kategori tingkat pelayanan simpang "D" atau buruk. Sebagai alternatif solusi lanjutan dilakukan analisa kinerja simpang dengan pengadaan underpass dan didapatkan tundaan sebesar 9.06 (det/smp) dan biaya kemacetan sebesar Rp. 14,651,125,923/tahun dengan tingkat pelayanan simpang berada pada kategori "B" atau baik. Kemudian dilakukan analisa batas layan simpang dengan alternatif solusi 2 didapatkan bahwa simpang dapat beroperasi optimum selama 18 tahun kedepan dengan tundaan sebesar 34.77 (det/smp) dan biaya kemacetan sebesar Rp. 35,375,528,482/tahun.

Keywords: Simpang, Kemacetan, Tundaan, Biaya.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebelum tahun 2017 simpang Pancoran telah memiliki satu flyover, yaitu Flyover pada sisi Utara arah Barat-Timur yang menghubungkan antara Jl. Jendral Gatot Subroto menuju Jl.Letjen MT.Haryono, namun flyover tersebut masih belum mampu mengatasi persoalan kemacetan pada simpang akibat masih tingginya volume lalu lintas yang konflik, sehingga pada tahun 2017 di laksanakan pembangunan Flyover pada sisi Selatan arah Timur-Barat yang menghubungkan antara Jl. Letjen MT.Haryono menuju Jl.Jendral Gatot Subroto. Pada tahun 2018 Flyover ini mulai beroperasi dan diharapkan mampu menghilangkan konflik arus lalu lintas dari Timur-Barat dengan arus lalu lintas dari Utara-Selatan dan sebaliknya serta belok kanan/kiri di simpang pancoran. Untuk mengatahui Kinerja simpang saat ini maka di lakukan analisis kondisi kinerja jaringan jalan Simpang dan biaya kemacetan yang terjadi di Simpang Tugu Pancoran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari identifikasi masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan utama yang dipecahkan yaitu:

1. Bagaimana kinerja simpang Pancoran saat ini berdasarkan MKJI 1997 ?
2. Berapakah biaya kemacetan yang terjadi di tinjau dari tingkat pelayanan simpang ?
3. Bagaimana solusi dalam mengurangi kemacetan yang masih terjadi pada kondisi saat ini ?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Menganalisa kinerja kinerja Simpang tugu Pancoran berdasarkan MKJI 1997.

2. Menganalisa biaya kemacetan yang ditanggung oleh pengguna jalan sebagai dampak dari kemacetan di Simpang Tugu Pancoran.
3. Mencari alternatif solusi dalam mengurai kemacetan di Simpang Tugu Pancoran saat ini.

1.4 Ruang Lingkup

Batasan – batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Volume lalu lintas yang digunakan berfokus pada volume pada simpang di bawah *Flyover*.
2. Biaya kemacetan ditinjau terhadap kendaraan mobil pribadi gol 1 dengan metode LAPI ITB 1996.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Persimpangan

Menurut Alamsyah (2005), Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan raya, kapasitas persimpangan dapat dikendalikan dengan mengontrol lalu lintas dalam sistem jaringan tersebut. Pada prinsipnya persimpangan merupakan tempat bertemu arus lalu lintas dari dua atau lebih jaringan jalan Jenis pengaturan simpang sebidang dapat dikelompokkan menjadi pengaturan simpang bersinyal dan pengaturan simpang tak bersinyal.

2.2 Kinerja Lalu Lintas Jalan

Pengukuran kinerja lalu lintas yang dilakukan di dalam kajian ini diambil berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997).

Tingkat pelayanan (level of service) merupakan ukuran kualitatif yang menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu lintas dan penilaianya oleh pemakai jalan (pada umumnya dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh, kebebasan

bergerak, interupsi lalu lintas, kenyamanan dan keselamatan) (Wartina, 2008).

2.2.1 Kapasitas Jalan & Derajat Kejenuhan

Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas & derajat kejenuhan simpang bersinyal berdasarkan MKJI tahun 1997 adalah :

$$C = S \times g/c$$

Keterangan:

C = Kapasitas Jalan (smp/jam)
 S = Arus Jenuh (smp/jam)
 g = Waktu Hijau (det)
 c = Waktu Siklus (det)

$$DS = \frac{Q}{c}$$

Keterangan:

DS = Derajat Kejenuhan
 S = Kapasitas (smp/jam)
 Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

2.2.2 Panjang Antrian

Yang dimaksud dengan panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada persimpangan tiap jalur saat nyala lampu merah (Departemen Pekerjaan Umum, 1997). Rumus yang digunakan untuk menghitung panjang antrian adalah :

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}}$$

Keterangan:

QL = Panjang Antrian (m)
 NQ_{MAX} = Total Jumlah Kendaraan Selama Fase Merah (smp)
 W_{MASUK} = Lebar Pendekat Masuk (m)

2.2.3 Jumlah Kendaraan Terhenti

Angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati persimpangan. (Departemen Pekerjaan Umum, 1997) :

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

Keterangan:

NQ = Total Jumlah Kendaraan Selama Fase Merah (smp)
 Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)
 c = Waktu Siklus (det)

2.2.4 Tundaan

Tundaan yaitu waktu tambahan yang diperlukan untuk melalui persimpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui persimpangan.

$$Dj = DTj + DGj$$

Keterangan:

DTj = tundaan lalu lintas rata-rata tiap pendekat (det)
 DGj = tundaan geometrik lalu lintas (det)

2.2.5 Tingkat Pelayanan Simpang (Level of Service)

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 tahun 2006, tingkat pelayanan adalah kemampuan ruas jalan dan/atau persimpangan untuk menampung lalu lintas pada keadaan tertentu.

Tabel 2.1 Kriteria Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)	Keterangan
A	< 5	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 No. KM 14 tahun 2006

2.3 Biaya Operasional Kendaraan

Biaya Operasi Kendaraan (BOK) diidentifikasi sebagai biaya secara ekonomi terjadi dengan dioperasikannya satu kendaraan pada kondisi normal untuk suatu tujuan tertentu. Pengertian biaya ekonomi yang terjadi di sini adalah biaya yang sebenarnya terjadi, bukan hanya biaya yang terasakan sesaat saja oleh pemilik kendaraan seperti pembelian BBM misalnya, tetapi juga termasuk biaya-biaya yang terkait lainnya yang tidak dirasakan secara langsung pada saat dilakukannya pengoperasian kendaraan (Jasa Marga, PT.1996).

Metode yang digunakan dalam analisa penelitian biaya operasional kendaraan ini menggunakan metode LAPI ITB 1996 yang berfokus pada kendaraan pribadi gol I.

2.3.1 Konsumsi Bahan Bakar

$$Y = 0,0284V^2 - 3,0644V + 141,68$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} Y &= \text{Konsumsi Bahan Bakar/1000 km} \\ V &= \text{Kecepatan (km/jam)} \end{aligned}$$

2.3.2 Konsumsi Minyak Pelumas

$$Y = \text{Konsumsi Dasar} \times Fk$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} Y &= \text{Konsumsi Minyak Pelumas /1000 km} \\ Fk &= \text{Faktor Kekasaran} \end{aligned}$$

2.3.3 Konsumsi Ban

$$Y = 0,0008848 V - 0,0045333$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} Y &= \text{Konsumsi ban /1000 km} \\ V &= \text{Kecepatan km/jam} \end{aligned}$$

2.3.4 Biaya Pemeliharaan

a. Suku Cadang

$$Y = 0,0000064 V + 0,0005567$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} Y &= \text{Biaya Suku Cadang /1000 km} \\ V &= \text{Kecepatan km/jam} \end{aligned}$$

b. Montir

$$Y = 0,00362 V + 0,36267$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} Y &= \text{Biaya Montir /1000 km} \\ V &= \text{Kecepatan km/jam} \end{aligned}$$

2.3.5 Biaya Depresiasi

$$Y = 1/(2,50 V + 125)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} Y &= \text{depresiasi per 1.000 km,} \\ &\text{sama dengan } \frac{1}{2} \text{ nilai} \\ &\text{depresiasi dari kendaraan} \\ V &= \text{Kecepatan km/jam} \end{aligned}$$

2.3.6 Bunga Modal

Menurut Road User Cost Model tahun 1991 dalam Tamin (2000), besarnya biaya bunga modal per kendaraan per 1.000 km, dirumuskan sebagai berikut.

Bunga Modal : $0.22\% \times \text{Harga Kendaraan Baru}$

2.3.7 Asuransi

$$Y = 38 / (500 V)$$

Keterangan:

Y = Depresiasi per 1.000 km, sama dengan $\frac{1}{2}$ nilai depresiasi dari kendaraan

V = Kecepatan (km/jam)

2.4 Nilai Waktu

Dalam studi ini nilai waktu akan di tinjau menggunakan Metode Pendapatan (Income Approach) untuk menentukan besarnya nilai waktu yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya nilai waktu perjalanan. Metode Pendapatan atau Income Approach tergolong sederhana, karena hanya mempertimbangkan dua faktor yaitu Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) perorangan dan jumlah waktu kerja dalam setahun perorangan dengan mengasumsikan bahwa waktu yang digunakan menghasilkan suatu produk dalam bentuk pendapatan seseorang (Nils,1979).

$$NW = \frac{PDRB}{waktu kerja tahunan}$$

Keterangan:

NW = Nilai waktu (Rp./kend.jam)

PDRB = Pendapatan Domestik Regional Bruto/orang

Waktu Kerja = Waktu kerja / 1 tahun / orang

2.5 Biaya Kemacetan

Model Kaitan antara Kecepatan dengan Biaya Kemacetan (Tzedakis,1980):

Asumsi model:

1. Perbedaan tingkat kecepatan kendaraan (lambat dan cepat),
2. Kecepatan tiap kendaraan tidak dibuat berdasarkan tingkat (keadaan) lalu lintas,
3. Tidak menggunakan satuan masa penumpang,
4. Biaya kemacetan cenderung nol jika kecepatannya sama,
5. Mempertimbangkan kendaraan yang bersifat stokastik,
6. Kendaraan tidak dapat saling mendahului

Sehingga dari asumsi diatas, dapat dirumuskan suatu perumusan model untuk menghitung biaya kemacetan melalui persamaan berikut :

$$C = N \times \left\{ GA + \left(1 + \frac{a}{b} \right) \times v' \right\} \times T$$

Keterangan:

C = Biaya Kemacetan (Rupiah)

N = Jumlah Kendaraan (Kendaraan)

G = Biaya Operasional Kendaraan (Rp/kend.km)

A = Kendaraan dengan kecepatan eksisting (km/jam)

B = Kendaraan dengan kecepatan ideal (km/jam)

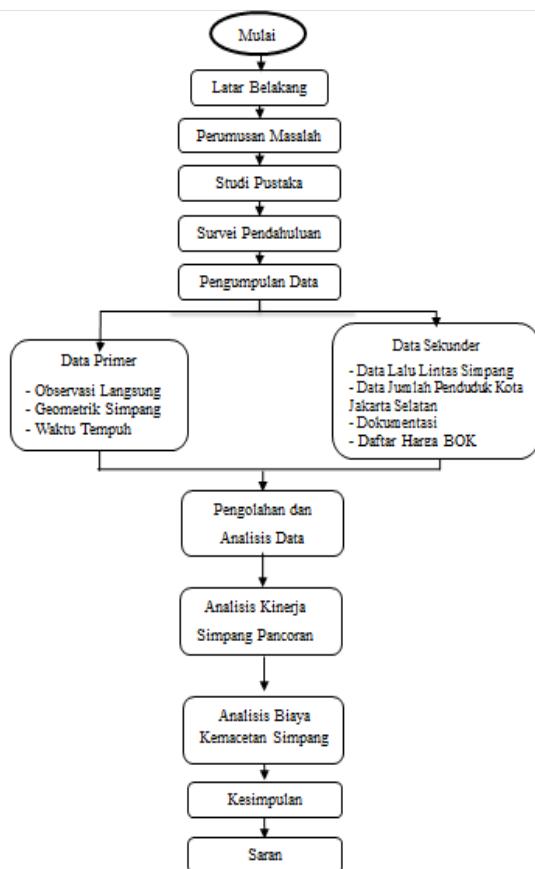
V' = Nilai waktu kendaraan cepat (Rp/kend.jam)

T = Jumlah waktu antrian (Jam)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Secara keseluruhan kegiatan penelitian ini dapat digambarkan ke dalam bagan alur sebagai berikut:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

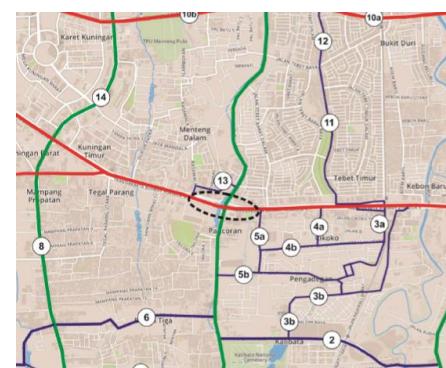
3.2 Lokasi Pesimpangan

Untuk lokasi penelitian persimpangan terletak pada simpang Pancoran dengan batas wilayah studi simpang sebagai berikut :

1. Jl. Prof. DR Soepomo merupakan kaki persimpangan sebelah Utara yang menghubungkan wilayah Utara seperti Kecamatan Tebet, Jl. Tebet raya, Jl. KH. Abdullah Syafei, dan Jl. Casablanca.
2. Jl. Raya Pasar Minggu merupakan kaki persimpangan sebelah Selatan yang menghubungkan wilayah Selatan seperti

Kecamatan Pasar Minggu, Jl. Pancoran Timur Raya, dan Jl. Raya Kalibata.

3. Jl. Jend. Gatot Subroto merupakan kaki persimpangan sebelah barat yang menghubungkan wilayah Barat seperti Kecamatan Mampang Prapatan, Jl. H. Rasuna Sahid, dan Jl. Jend. Sudirman.
4. Jl. Letjend MT.Haryono merupakan kaki persimpangan sebelah Timur yang menghubungkan wilayah Timur seperti kawasan Cawang, Jakarta Timur, Jl. Cikoko Timur Raya, Jl. Dewi Sartika, dan Jl. Mayjen Sutjono



Gambar 3.2 Jaringan Jalan Eksisting Simpang Pancoran dan Sekitarnya

Sumber : Dinas Bina Marga Provinsi DKI Jakarta

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kinerja Simpang

4.1.1 Arus Jenuh Dasar

Penentuan Arus jenis dasar berdasarkan MKJI 1997 untuk tipe pendekat P (arus terlindung).

Tabel 4.1 Arus Jenuh Dasar

Pendekat	We (meter)	So (smp/jam)
Utara	14	8400
Timur	8	4800
Selatan	10.5	6300
Barat	26	15600

4.1.2 Arus Jenuh

Arus jenuh di analisa berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 4.2 Arus Jenuh

Pendekat	We (meter)	So (smp/jam)	FAKTOR PENYESUAIAN					S (smp/jam)	
			F_{C_s}	F_{N_p}	F_g	F_p	F_{R_T}		
Utara	14	8400	1	0.94	1	1	1.07	0.95	7980
Timur	8	4800	1	0.94	1	0.83	1.12	0.93	3897
Selatan	10.5	6300	1	0.93	1	0.97	1.04	0.96	5704
Barat	26	15600	1	0.94	1	0.89	1.14	0.94	14030

4.1.3 Rasio Arus Jenuh

Rasio arus jenuh di analisa berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 4.3 Rasio Arus Jenuh

Pendekat	S		Rasio Arus $FR=Q/S$	IFR	Rasio Fase PR
	(smp/jam)	(smp/jam)			
Utara	7980	1497.4	0.188		0.1858
Timur	3897	1118.9	0.287	1.010	0.2843
Selatan	5704	2459.4	0.431		0.4269
Barat	14030	1459.4	0.104		0.1030

4.1.4 Waktu Siklus

Waktu siklus di analisa berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 4.5 Waktu Siklus

Fase	Pendekat	Intergreen		LTI	Waktu Hijau (s)	Waktu Siklus (detik)
		Kuning (detik)	Merah Semua (detik)			
1	Selatan	1	3	4	110	278
2	Timur	1	3	4	58	278
3	Utara	1	3	4	54	278
4	Barat	1	3	4	40	278

4.1.5 Kapasitas & Derajat Kejenuhan

Kapasitas & Derajat Kejenuhan di analisa berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 4.6 Kapasitas & Derajat Kejenuhan

Pendekat	Waktu Siklus		Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan
	S (smp/jam)	Q (smp/jam)		
Utara	7980	1497	278	1550.08
Timur	3897	1119	278	813.07
Selatan	5704	2459	278	2256.78
Barat	14030	1459	278	2018.71

4.1.6 Panjang Antrian

Panjang antrian di analisa berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 4.7 Panjang Antrian

Pendekat	NQ	NQ max	Panjang Antrian (m)
Utara	124.6	174.5	174.50
Timur	251.1	351.6	585.95
Selatan	309.3	433.0	824.75
Barat	108.5	151.9	116.83

4.1.7 Jumlah Kendaraan Terhenti

Jumlah kendaraan terhenti di analisa berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 4.8 Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	Rasio Kendaraan Stop (Ns) (smp/jam)	Jumlah Kendaraan Terhenti (Nsv) (smp/jam)	$\sum N_{Stot}$		$\sum N_{Sv}$
			N_{Stot}	N_{Sv}	
Utara	0.97	1452.69			
Timur	2.62	2926.76			
Selatan	1.47	3604.58	5.92	9248.40	
Barat	0.87	1264.37			

4.1.8 Tundaan

Nilai tundaan di analisa berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 4.9 Tundaan

Pendekat	DT	DG	D= DT+DG (smp/jam)	Q (smp/jam)	D x Q	Tundaan Total	Tundaan Simpang (det/smp)
Utara	134.20	3.90	138.10	1497.4	206788.0		
Timur	809.31	8.37	817.68	1118.9	914900.8		
Selatan	260.73	5.75	266.48	2459.4	655377.3	1,950,368	298.44
Barat	115.14	3.61	118.75	1459.4	173301.5		

4.1.9 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan simpang bersinyal berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 tahun 2006.

Tabel 4.10 Tingkat Pelayanan Simpang

Pendekat	Tundaan (detik/smp)	Tingkat Pelayanan	Tundaan Simpang (detik/smp)	Tingkat Pelayanan Simpang
Utara	138.10	F		
Timur	817.68	F		298.44
Selatan	266.48	F		
Barat	118.75	F		

4.2 Analisis Biaya Kemacetan

4.2.1 Analisa Biaya Operasional Kendaraan

a. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi Bahan Bakar dianalisa menggunakan metode LAPI ITB 1996.

Tabel 4.10 Konsumsi Bahan bakar

Pendekat	Kec. Kend(km/jam)	Y	KKB	Konsumsi BBM/1000 km
Utara	40.53	64.13	111.46	852,690
Timur	41.07	63.73	110.76	847,320
Selatan	40.29	64.32	111.79	855,162
Barat	38.64	65.68	114.15	873,217

b. Konsumsi Minyak Pelumas

Konsumsi Minyak Pelumas dianalisa menggunakan metode LAPI ITB 1996.

Tabel 4.11 Konsumsi Minyak Pelumas

Pendekat	Kecepatan (km/jam)	Konsumsi Dasar	f _k	Y	BKM/1000 km
Utara	40.53	0.0027	1.5	4.05	247,050
Timur	41.07	0.0027	1.5	4.05	247,050
Selatan	40.29	0.0027	1.5	4.05	247,050
Barat	38.64	0.0028	1.5	4.2	256,200

c. Biaya Pemakaian Ban

Konsumsi Pemakaian Ban dianalisa menggunakan metode LAPI ITB 1996.

Tabel 4.12 Biaya Pemakaian Ban

Pendekat	Kecepatan (km/jam)	Y	BKB/1000 km
Utara	40.53	0.0313	46,050
Timur	41.07	0.0318	46,754
Selatan	40.29	0.0311	45,736
Barat	38.64	0.0297	43,590

d. Biaya Suku Cadang

Konsumsi Suku Cadang dianalisa menggunakan metode LAPI ITB 1996.

Tabel 4.13 Biaya Suku Cadang

Pendekat	Kecepatan (km/jam)	Y suku Cadang	BP SK /1000 km
Utara	40.528961	0.00082	280448
Timur	41.069686	0.00082	281637
Selatan	40.287327	0.00081	279916
Barat	38.637154	0.0008	276287

e. Biaya Pemeliharaan

Biaya Pemeliharaan dianalisa menggunakan metode LAPI ITB 1996.

Tabel 4.14 Biaya Pemeliharaan

Pendekat	Kecepatan (km/jam)	Y Pemeliharaan	BP M/1000 km
Utara	40.528961	0.50938	11,461
Timur	41.069686	0.51134	11,505
Selatan	40.287327	0.50851	11,441
Barat	38.637154	0.50254	11,307

f. Biaya Depresiasi

Biaya Depresiasi dianalisa menggunakan metode LAPI ITB 1996.

Tabel 4.15 Biaya Depresiasi

Pendekat	Kecepatan (km/jam)	Y	Biaya Depresiasi/1000 km
Utara	40.53	0.00442	759,205
Timur	41.07	0.00439	560,450
Selatan	40.29	0.00443	654,355
Barat	38.64	0.00451	1,853,433

g. Bunga Modal

Bunga Modal dianalisa menggunakan metode LAPI ITB 1996.

Tabel 4.16 Biaya Bunga Modal

Pendekat	Bunga Modal/1000 km
Utara	756,030
Timur	756,030
Selatan	756,030
Barat	756,030

h. Biaya Asuransi

Bunga Asuransi dianalisa menggunakan metode LAPI ITB 1996.

Tabel 4.17 Biaya Asuransi

Pendekat	Kecepatan (km/jam)	Y asuransi	Biaya Asuransi/1000 km
Utara	40.53	0.00188	644,413
Timur	41.07	0.00185	635,929
Selatan	40.29	0.00189	648,278
Barat	38.64	0.00197	675,966

i. Total Biaya Operasional Kendaraan

Tabel 4.18 Total Biaya Operasional Kendaraan

Pendekat	BOK/1000 km	BOK /km
Utara	3,316,900	3,317
Timur	3,105,038	3,105
Selatan	3,218,053	3,218
Barat	4,469,743	4,470

4.2.2 Nilai Waktu

Untuk menghitung nilai waktu menggunakan metode pendapatan atau Income aproach dengan asumsi setiap kendaraan rata-rata di tempati 2 orang

1. PDRB Kota Jakarta Selatan Tahun 2019 sebesar Rp. 648,320,000,000,000.
2. Jumlah penduduk Kota Jakarta Selatan 2019 sebesar 2,343,278 jiwa
3. Jam kerja tahunan adalah 2080 jam, berdasarkan pada 8 jam sehari, 5 hari

dalam seminggu, dan 52 minggu efektif dalam satu tahun.

$$Nilai Waktu = \frac{648.320.000.000.000 / 2.343.278}{2080}$$

Nilai Waktu = Rp. 133,016 /orang

Nilai Waktu = Rp. 133,016 x 2

Nilai Waktu = Rp. Rp. 266,031 Ken/jam

4.2.3 Biaya Kemacetan

Detail perhitungan biaya kemacetan untuk pendekat Utara :

$$C = 1.479 \times \left\{ 3.317 \times 40.53 + \left(1 - \frac{40.53}{59.78} \right) \times 266,031 \right\} \times 0,03$$

$$C = Rp. \frac{8,296,236}{jam} = 6,222,176,982 /tahun$$

Tabel 4.19 Biaya Kemacetan untuk Seluruh Pendekat

Pendekat	Q	BOK /km	Biaya Kemacetan /jam	Biaya Kemacetan /tahun
Utara	1,497	3,317	8,296,236	6,222,176,982
Timur	1,119	3,105	6,038,473	4,528,854,430
Selatan	2,459	3,218	12,258,247	9,193,685,597
Barat	1,459	4,470	9,497,483	7,123,112,074

4.3 Alternatif Solusi 1

Berdasarkan hasil analisa kinerja simpang, Tingkat pelayanan berada pada kategori F dengan tundaan 298.44 smp/jam, oleh karena itu penulis menyarankan perencanaan ulang APILL dari 4 Fase menjadi 2 fase.

4.3.1 Perhitungan Waktu Siklus

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR}$$

LTI = waktu hilang total = 8 detik

IFR = arus dibagi dengan arus jenuh (detik) = 0.72

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR} = \frac{(1,5 \times 8) + 5}{1 - 0,72} = 60.4 \approx 61$$

2. Waktu Hijau Masing-Masing Fase

$$PRi (Fase 1) = \frac{FR kritis}{\sum FR kritis} = \frac{0,43}{0,72} = 0,6$$

$$g (Fase 1) = (Cua - LTI) \times PRi$$

$$g (Fase 1) = (61 - 8) \times 0.6 = 32$$

$$PRi (Fase 2) = \frac{FR kritis}{\sum FR kritis} = \frac{0,29}{0,72} = 0,399$$

$$g (Fase 2) = (Cua - LTI) \times PRi$$

$$g (Fase 2) = (61 - 8) \times 0,399 = 22$$

3. Waktu Siklus yang di Sesuaikan

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = 54 + 8 = 62$$

Tabel 4.20 Waktu Siklus Masing-Masing Fase

Pendekat	Fase	merah	kuning	Hijau	All Red	CT
Utara	Fase 1	26	2	32	2	62
Timur	Fase 2	36	2	22	2	62
Selatan	Fase 1	26	2	32	2	62
Barat	Fase 2	36	2	22	2	62

4.3.2 Kinerja simpang dengan Alternatif 1

Tabel 4.21 Tingkat Pelayanan Simpang dengan Alt.1

Pendekat	Q	Kapasitas (C)	Derajat Kejemuhan	Panjang Antrian (QL)	Jumlah Kendaraan Henti	Tundaan	Tundaan	Tingkat
						(m)	(smp/jam)	
Utara	1497	4118,74	0,3636	21,20	791,51	11,10		
Timur	1119	1382,86	0,8091	44,42	994,95	25,97		
Selatan	2459	2943,74	0,8355	101,48	1988,66	18,51	17,78	C
Barat	1459	4978,39	0,2931	19,18	930,48	17,14		

4.3.3 Biaya Kemacetan Dengan Alternatif 1

Tabel 4.22 Biaya Kemacetan Simpang dengan Alt.1

Pendekat	Q (smp/jam)	Kec. Arus Jenuh (km/jam)	BOK /km	Biaya Kemacetan /jam	Biaya Kemacetan /tahun
Utara	1,497	55,00	2,964	6,947,304	5,210,478,240
Timur	1,119	45,50	2,956	5,654,527	4,240,895,554
Selatan	2,459	42,50	3,118	11,774,493	8,830,869,733
Barat	1,459	58,00	3,825	8,180,237	6,135,177,686

4.4 Batas Layan Alternatif Solusi 1

Analisa kinerja simpang pada kondisi batas layan simpang dengan rekayasa APILL ini di lakukan menggunakan arus lalu lintas yang telah di proyeksian dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 10% per tahunnya, kemudian setelah di

lakukan analisa dengan asumsi untuk kondisi lalu lintas 2 tahun ke depan di dapatkan nilai derajat kejemuhan untuk pendekat timur dan selatan telah mendekati standar kemampuan simpang sebesar 0,92.

Berdasarkan analisa tersebut dapat di simpulkan bahwa simpang mampu menahan pertumbuhan lalu lintas untuk 2 tahun ke depan dengan tingkat pelayanan kategori D (Kurang).

4.4.1 Waktu Siklus pada Kondisi Batas Layan Simpang Alternatif 1

Tabel 4.23 Waktu Siklus Batas Layan Alt.1

Pendekat	Fase	merah	kuning	Hijau	All Red	CT
Utara	Fase1	53	2	74	2	131
Timur	Fase 2	78	2	49	2	131
Selatan	Fase 1	53	2	74	2	131
Barat	Fase 2	78	2	49	2	131

4.4.2 Kinerja simpang Kondisi Batas Layan Simpang Alternatif 1

Tabel 4.24 Kinerja Simpang pada Batas Layan Alt.1

Pendekat	Q	Kapasitas (C)	Derajat Kejemuhan	Panjang Antrian (QL)	Jumlah Kendaraan Henti	Tundaan Total	Tundaan Simpang	Tingkat	Pelayanan Simpang		
									smp/jam	smp/jam	(m)
Utara	1812	4507.82	0.4019	51.73	913.89	18.18					
Timur	1354	1457.71	0.9288	122.97	1303.46	56.68					
Selatan	2976	3221.83	0.9237	276.92	2568.35	35.36					
Barat	1766	5247.87	0.3365	49.29	1131.97	32.15					

4.4.3 Biaya Kemacetan Kondisi Batas Layan Simpang Alternatif 1

Tabel 4.25 Biaya Kemacetan pada Batas Layan Alt.1

Pendekat	Q (smp/jam)	Kec. Arus Jemuh (km/jam)	BOK /km	Biaya Kemacetan/jam	Biaya Kemacetan /tahun
Utara	1,812	54,50	2,971	8,499,161	6,374,371,108
Timur	1,354	40,00	3,104	7,479,127	5,609,345,413
Selatan	2,976	38,00	3,262	15,476,994	11,607,745,578
Barat	1,766	56,00	3,863	10,071,591	7,553,693,394

4.5 Alternatif Solusi 2

Berdasarkan hasil analisa kinerja simpang pada kondisi rekayasa APILL dapat di lihat bahwa batas kemampuan optimum pelayanan simpang hanya bertahan untuk 2 tahun ke depan, oleh karena itu penulis menyarankan pembangunan Underpass sebagai salah satu alternatif solusi lain apabila simpang tidak lagi mampu mengimbangi pertumbuhan arus lalu lintas.

Karena di asumsikan arus lalu lintas lurus pada pendekat Utara dan Selatan bertumpu pada Underpass dan arus lalu lintas lurus pada pendekat Timur dan Barat bertumpu pada Flyover, maka pada analisa ini arus lalu lintas yang di gunakan hanya arus lalu lintas belok kanan.

4.5.1 Waktu Siklus Alternatif 2

Tabel 4.26 Waktu Siklus Alt.2

Pendekat	Fase	merah	kuning	Hijau	All Red	CT
Utara	Fase1	20	2	6	2	30
Timur	Fase 2	10	2	16	2	30
Selatan	Fase 1	20	2	6	2	30
Barat	Fase 2	10	2	16	2	30

4.5.2 Kinerja Simpang Alternatif 2

Tabel 4.27 Kinerja Simpang dengan Alt.2

Pendekat	Q	Kapasitas (C)	Derajat Kejemuhan	Panjang Antrian (QL)	Jumlah Kendaraan Henti	Tundaan Nsv	Tundaan Total	Tundaan Simpang	Tingkat Pelayanan Simpang
	smp/jam	smp/jam		(m)	(smp/jam)	(smp/jam)	(det/smp)	(det/smp)	
Utara	673	1596.01	0.4215	6.67	514.33	13.36			
Timur	1206	2078.48	0.5801	16.29	753.90	8.05			
Selatan	595	1140.70	0.5213	11.92	482.73	14.15			
Barat	1462	7482.68	0.1954	6.43	644.73	5.84			

4.5.3 Biaya Kemacetan Alternatif 2

Tabel 4.28 Biaya Kemacetan Alt.2

Pendekat	Q (smp/jam)	Kec. Arus Jemuh (km/jam)	BOK /km	Biaya Kemacetan /jam	Biaya Kemacetan /tahun
Utara	673	56,00	2,952	3,096,035	2,322,026,252
Timur	1,206	51,00	2,850	5,692,060	4,269,044,955
Selatan	595	50,00	2,946	2,539,030	1,904,272,226
Barat	1,462	58,00	3,825	8,207,710	6,155,782,489

4.6 Batas Layan Alternatif 2

Analisa kinerja simpang pada kondisi batas layan simpang dengan Underpass ini di lakukan menggunakan arus lalu lintas yang telah di proyeksian dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 10% per tahunnya, kemudian setelah di lakukan analisa dengan asumsi untuk kondisi lalu lintas 10 tahun ke depan di dapatkan nilai derajat kejemuhan telah mendekati standar kemampuan simpang sebesar 0,9.

Berdasarkan analisa tersebut dapat di simpulkan bahwa simpang dengan adanya Underpass mampu menahan pertumbuhan lalu lintas untuk 10 tahun ke depan dengan tingkat pelayanan yang berada pada kategori D (Kurang).

4.6.1 Waktu Siklus Batas Layan Alternatif 2

Tabel 4.29 Batas Layan Waktu Siklus Alt.2

Pendekat	Fase	merah	kuning	Hijau	All Red	CT
Utara	Fase1	111	2	37	2	152
Timur	Fase 2	41	2	107	2	152
Selatan	Fase 1	111	2	37	2	152
Barat	Fase 2	41	2	107	2	152

4.6.2 Kinerja Simpang pada Batas Layan Alternatif 2

Tabel 4.30 Kinerja Simpang pada Batas Layan Alt.2

Pendekat	Q	Kapasitas (C)	Derajat Kejemuhan	Panjang Antrian (QL)	Jumlah Kendaraan Henti	Tundaan Total	Tundaan Simpang	Tingkat
	smp/jam	smp/jam		(m)	Nsv (smp/jam)	D (det/smp)	(det/smp)	Pelayanan Simpang
Utara	1442	1942,51	0.7424	80.03	1218,55	58,30		
Timur	2585	2743,39	0.9421	240,23	2194,54	32,58		
Selatan	1275	1388,35	0,9180	152,38	1218,05	72,07		
Barat	3135	9876,40	0,3174	54,05	1069,76	10,57		

4.6.3 Biaya Kemacetan pada Batas Layan Alternatif 2

Tabel 4.31 Biaya Kemacetan pada Batas Layan Alt.2

Pendekat	Q (smp/jam)	Kec. Arus Jemuh (km/jam)	BOK /km	Biaya Kemacetan /jam	Biaya Kemacetan /tahun
Utara	1.442	46,50	3,117	7,492,443	5.619.332,048
Timur	2.585	39,00	3,137	14,472,226	10.854.169,368
Selatan	1.275	37,00	3,299	6,729,174	5.046.880,398
Barat	3.135	52,00	3,954	18,473,529	13.855.146,668

4.7 Analisa Keseluruhan

Berdasarkan hasil analisa di atas dapat disimpulkan bahwa simpang pada kondisi eksisting sudah cukup jemu hal ini ditunjukan dengan nilai derajat kejemuhan yang telah melebihi kapastitas simpang. Kinerja simpang pada kondisi eksisting juga sudah berada pada kategori "F" atau buruk sekali dengan tundaan sebesar 298.44 det/smp dan biaya kemacetan sebesar Rp. 27,067,829,082 /tahun.

Dikarenakan tingkat pelayanan simpang yang telah berada pada kategori buruk sekali maka penulis mencoba mencari alternatif solusi dengan pengaturan ulang APILL dari 4 Fase menjadi 2 Fase. Berdasarkan hasil analisa alternatif solusi telah terjadi penurunan tundaan menjadi 17.78 det/smp dengan biaya kemacetan sebesar Rp. 24,417,421,214 /tahun. Menurunnya tundaan yang terjadi menunjukan bahwa telah

terjadi peningkatan pelayanan simpang menjadi kategori "C" atau cukup.

Kemudian untuk mengetahui batas layan simpang dengan kondisi alternatif 1, penulis menganalisa kondisi simpang menggunakan arus dengan proyeksi pertumbuhan lalu lintas sebesar 10% pertahun. Berdasarkan hasil analisa batas layan simpang dengan alternatif 1 di dapatkan hasil bahwa simpang dapat beroperasi optimum sampai dengan 2 tahun kedepan dengan tundaan rata-rata sebesar 34.36 det/smp dengan kategori tingkat pelayanan "D" atau kurang dan biaya kemacetan sebesar Rp. 31,145,155,492 /tahun.

Sebagai alternatif solusi lanjutan penulis menganalisa kinerja simpang dengan pengadaan underpass, pada analisa ini penulis menggunakan arus lalu lintas belok kanan pada kondisi batas layan simpang alternatif 1. Berdasarkan hasil analisa di dapatkan nilai tundaan sebesar 9.06 det/smp dengan kategori "B" atau baik dan biaya kemacetan sebesar Rp. 14,651,125,923 /tahun.

Kemudian untuk mengetahui batas layan simpang dengan kondisi alternatif 2, penulis menganalisa kondisi simpang menggunakan proyeksi pertumbuhan lalu lintas sebesar 10% pertahun. Berdasarkan hasil analisa batas layan simpang dengan alternatif 2 didapatkan hasil bahwa simpang dapat beroperasi optimum sampai dengan 10 tahun kedepan dengan tundaan rata-rata sebesar 34.77 det/smp dengan kategori "D" atau kurang dan biaya kemacetan sebesar Rp. 35,375,528,482 /tahun.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja tingkat pelayanan simpang tugu pancoran pada saat ini berada pada kategori F atau "Buruk Sekali", hal ini ditunjukan dengan tundaan rata-rata yang terjadi sebesar 298.44 detik/smp.

2. Biaya kemacetan yang terjadi di tinjau dari pengguna mobil pribadi untuk masing-masing pendekat adalah sebesar Rp. 6,222,176,982 /tahun untuk pendekat utara, Rp. 4,528,854,430 /tahun untuk pendekat timur, Rp. 9,193,685,597 /tahun untuk pendekat selatan, dan Rp. 7,123,112,074 /tahun untuk pendekat barat.
3. Solusi yang diberikan untuk mengurai kemacetan pada kondisi eksisting adalah dengan perencanaan ulang APILL dan pengadaan Underpass untuk meniadakan persimpangan sebidang dari Jl. Pasar Minggu menuju Jl. Prof. DR. Supomo dan sebaliknya.

a. Alternatif 1

Berdasarkan hasil analisa alternatif 1 dengan perancanaan APILL 2 fase, didapatkan tundaan rata-rata sebesar 17.78 det/smp dengan kategori simpang “C” atau cukup dan biaya kemacetan sebesar Rp. 24,417,421,214 /tahun. Kemudian berdasarkan hasil analisa batas layan simpang dengan alternatif solusi 1 didapatkan bahwa simpang dapat beroperasi optimum selama 2 tahun kedepan tundaan rata-rata sebesar 34.36 det/smp dengan kategori tingkat pelayanan “D” atau kurang dan biaya kemacetan sebesar Rp. 31,145,155,492 /tahun.

b. Alternatif 2

Berdasarkan hasil analisa alternatif 2 dengan pengadaan underpass, didapatkan tundaan sebesar 9.06 det/smp dengan kategori “B” atau baik dan biaya kemacetan sebesar Rp. 14,651,125,923 /tahun. Kemudian berdasarkan hasil analisa batas layan simpang dengan alternatif solusi 2 didapatkan bahwa simpang dapat beroperasi optimum selama 10 tahun kedepan dengan tundaan rata-rata sebesar 34.77 det/smp dengan kategori “D” atau kurang dan biaya kemacetan sebesar Rp. 35,375,528,482 /tahun.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dapat diberikan saran yang terkait antara lain:

1. Pemerintah diharapkan membuat regulasi terkait upaya pembatasan lalu lintas yang bertujuan mengurangi penggunaan kendaraan pada lokasi Perimpangan dan pada waktu tertentu dengan memperhitungkan kondisi lalu lintas, ketersediaan angkutan umum, dan kualitas lingkungan.
2. Meningkatkan fasilitas rambu lalu lintas sesuai dengan kebutuhan.
3. Penutupan arus lalu lintas lurus pada pendekat timur dan barat, sehingga pergerakan arus lalu lintas lurus akan bertumpu pada Flyover

6 DAFTAR PUSTAKA

1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Darmadi, & Deddy Haryanto Sembiring. (2020). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan pada Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor. JURNAL TEKNIK SIPIL-ARSITEKTUR, 19(1), 93-100.
<http://jurnalftspjayabaya.ac.id/index.php/jsa/article/view/2>
- Indriyani, Lenny dan Tri Wahyu. 2018. *Analisa Kinerja Simpang Pancoran Pasca Beroperasinya Flyover Pancoran*. Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
- Indriyanti, Dessy dan Fasihal Zaid. 2018. *Analisis Kemacetan dan Biaya Perjalanan Jalan Lenteng Agung Barat (Studi Kasus : Universitas Pancasila)*. Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
- Pramesti, Tiara. 2020. *Analisis Kepadatan Lalu Lintas Akses Keluar Tebet Ruas Tol Dalam Kota Jakarta Menggunakan Perangkat Lunak Vissim*. Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
- Hardiani. 2015. *Analisis Derajat Kejemuhan dan Biaya Kemacetan pada Ruas Jalan Utama di Kota Jambi*. <https://www.neliti.com/id/publications/125062/analisis-derajat-kejemuhan-dan-biaya-kemacetan-pada-ruas-jalan-utama-di-kota-jam> (Diakses pada tanggal 14 Oktober 2020).
- Sembiring, Haryanto Deddy dan Darmadi. 2020. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan pada Jl. Tegar Beriman-Jl. Raya Bogor Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Jayabaya.