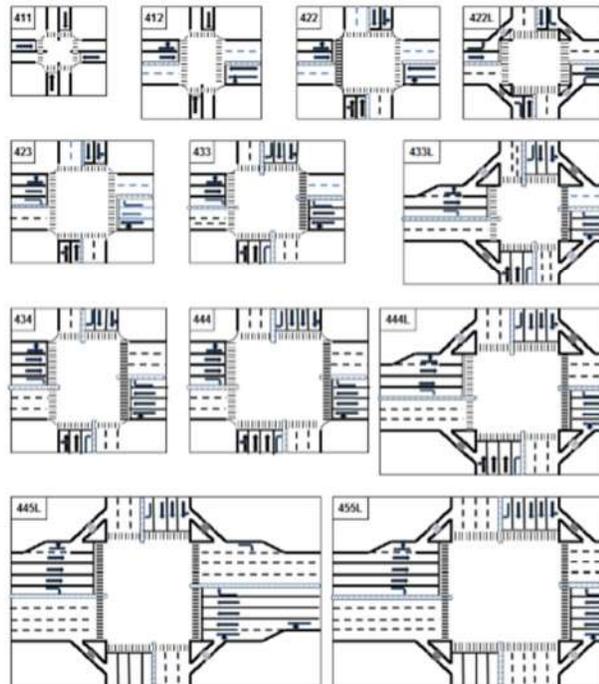


BAB III

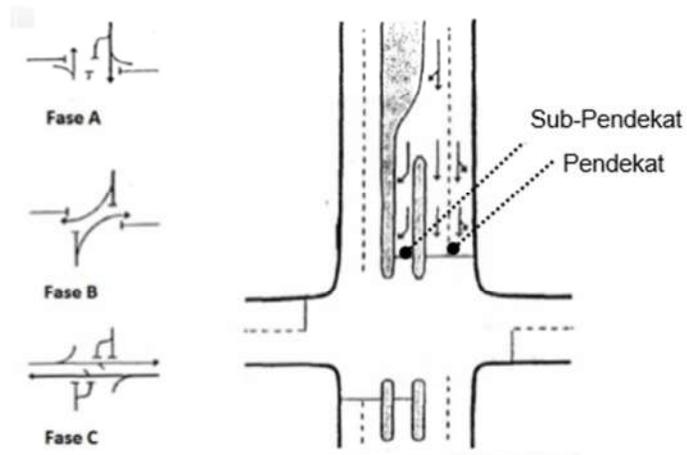
LANDASAN TEORI

A. Tipikal Simpang APILL dan Sistem Pengaturan

Berdasarkan Peraturan Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014, Persimpangan merupakan pertemuan dua atau lebih jalan yang sebidang. Pertemuan jalan tersebut dapat berupa simpang 3 atau simpang 4, dan merupakan pertemuan antara tipe jalan 2/2TT, tipe jalan 4/2T, tipe jalan 6/2T, tipe jalan 8/2T atau kombinasi dari tipe tipe jalan tersebut. Analisis kapasitas untuk setiap pendekatan dilakukan secara terpisah. Satu lengan simpang dapat terdiri dari satu pendekatan atau lebih. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan atau belok kiri mendapat isyarat hijau pada fase yang berlainan dengan lalu lintas yang lurus atau jika dipisahkan secara fisik oleh pulau-pulau jalan. Untuk masing-masing pendekatan atau sub-pendekatan, lebar efektif (LE) ditetapkan dengan mempertimbangkan lebar pendekatan pada bagian masuk simpang dan pada bagian keluar simpang.



Gambar 3. 1 Tipikal geometrik simpang 4
(sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)



Gambar 3. 2 Pendekat dan Sub-Pendekat
(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

B. Data Masukan Lalu lintas

Arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan-kendaraan yang melalui suatu garis tak terganggu di hulu pendekat per satuan waktu, dalam satuan kend./jam atau ekr/jam (PKJI, 2014). Data arus lalu lintas diperlukan untuk dua hal, yaitu data arus lalu lintas eksisting dan data arus lalu lintas rencana. Data lalu lintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa arus lalu lintas per jam eksisting pada jam-jam tertentu yang dievaluasi, misalnya arus lalu lintas pada jam sibuk pagi atau sore hari. Sedangkan data arus lalu lintas rencana digunakan sebagai dasar untuk menetapkan lebar jalur lalu lintas atau jumlah lajur lalu lintas, berupa arus lalu lintas jam desain (qJD) yang ditetapkan dari LHRT, menggunakan faktor k .

LHRT merupakan volume lalu lintas harian rata-rata tahunan yang diperoleh menggunakan data survei perhitungan lalu lintas, dimana pada penelitian ini diperoleh dari survey selama 12 jam pada hari kerja dengan pengklasifikasian jenis kendaraan sesuai table 3.1.

Tabel 3. 1 Klasifikasi jenis kendaraan

Kode	Jenis kendaraan	Tipikal kendaraan
SM:	Kendaraan bermotor roda 2 dengan panjang tidak lebih dari 2,5m	Sepeda motor, Scooter, Motor gede (moge)
KR:	Mobil penumpang, termasuk kendaraan roda-3, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 5,5m	Sedan, Jeep, Station wagon, Opelet, Minibus, Mikrobus, Pickup, Truk Kecil,
KS:	Bus dan Truk 2 sumbu, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 12,0m	Bus kota, Truk sedang
KB:	Truk dengan jumlah sumbu sama dengan atau lebih dari 3 dengan panjang lebih dari 12,0m	Truk Tronton, dan truk kombinasi (Truk Gandengan dan Truk Tempelan),
KTB:	Kendaraan tak bermotor	Sepeda, Beca, Dokar, Keretek, Andong

(Sumber : Peraturan Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Data lalu lintas tersebut yang akan digunakan untuk pemodelan *Software VISSIM 9* sehingga dapat diketahui kinerja dan kapasitas dari simpang tersebut. Sementara untuk mengetahui volume lalu lintas atau jumlah kendaraan yang akan menjadi masukan perhitungan biaya kemacetan, Q dikonversi dari satuan kendaraan per jam menjadi skr per jam dengan menggunakan nilai ekuivalen kendaraan ringan (ekr) untuk masing-masing pendekatan.

Tabel 3. 2 Ekuivalen Kendaraan Ringan

Jenis Kendaraan	Ekr untuk tipe pendekatan	
	Terlindung	Terlawan
KR	1,00	1,00
KB	1,3	1,3
SM	0,15	0,4

(Sumber : Peraturan Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

C. Pemodelan Lalu lintas Menggunakan *Software PTV VISSIM 9*

Menurut PTV-AG (2016), VISSIM merupakan alat bantu atau perangkat lunak simulasi lalu lintas yang dikembangkan pada tahun 1992 untuk keperluan rekayasa lalu lintas yang bersifat mikroskopis dalam aliran lalu lintas multi – moda yang diterjemahkan secara visual. Program ini memberikan kemudahan dalam mensimulasikan arus lalu lintas ke dalam 3D *animation* dengan berbagai jenis kendaraan yang ada sehingga menyesuaikan dengan keadaan sebenarnya di lapangan.

VISSIM merupakan *software* simulasi yang digunakan oleh profesional untuk membuat simulasi dari skenario lalu lintas yang dinamis sebelum membuat

perencanaan dalam bentuk nyata. VISSIM mampu menampilkan sebuah simulasi dengan berbagai jenis dan karakteristik dari kendaraan yang kita gunakan sehari – hari, antara lain *vehicles* (mobil, bus, truk), *public transport* (tram, bus), *cycles* (sepeda, sepeda motor), dan pejalan kaki. Dengan visual 3D, VISSIM mampu menampilkan sebuah animasi yang realistis dari simulasi yang dibuat dan tentunya penggunaan VISSIM akan mengurangi biaya dari perancangan yang akan dibuat secara nyata. Pengguna *software* ini dapat memodelkan segala jenis perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi. Di samping itu juga VISSIM juga dapat mengeluarkan output seperti tundaan, panjang antrian, derajat kejenuhan, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang yang berguna dalam penilaian kapasitas simpang/ jalan.

Arief dan Nahdalina (2014), Untuk mengembangkan sebuah model simulasi menggunakan VISSIM, sebuah rangkaian informasi pada jaringan transportasi yang akan dimodelkan dan disimulasikan harus tersedia. Untuk analisis yang dilakukan pada penelitian ini, data yang dibutuhkan dibagi ke dalam 5 kelompok data, yaitu:

1. Data Umum, yaitu berisi waktu simulasi; dan *warm-up period* (bergantung pada panjang jaringan).
2. Data Jaringan, yaitu peta yang menunjukkan seluruh jaringan yang akan diteliti, gambar detail untuk masing - masing persimpangan yang menunjukkan *lane markings*, *signal heads* dan *detectors*, jumlah dan lebar lajur untuk semua *links*, serta peta yang menunjukkan lokasi bus *stop*.
3. Data Arus Lalu Lintas, berupa *static routing* (Arah pergerakan di tiap simpangan dan input arus untuk tiap *entry link* di VISSIM. Data input arus diberikan dalam bentuk kendaraan per jam bukan smp/jam, kendaraan umum seperti BRT harus dipisahkan dari data *static routing*; komposisi kendaraan (contohnya persentase KB), panjang kendaraan, kecepatan yang diinginkan (kecepatan aktual kendaraan pada *free flow*) serta batas atas dan bawah dalam km/jam pada semua titik masuk dan untuk perubahan kecepatan.
4. Data Kontrol Sinyal, berupa waktu siklus serta waktu *amber* dan *red-amber* (untuk tiap persimpangan bersinyal; waktu untuk red end dan green end

untuk tiap fase/signal group (informasi tambahan untuk fixed time signal control).

5. Data Transit (Kendaraan Umum): yaitu informasi jaringan berupa *routing*, panjang *platforms* pemberhentian, dan variasi kecepatan yang diinginkan.

Untuk memperoleh kondisi yang menyerupai kondisi di lapangan, diperlukan kalibrasi pada model yang telah dibuat. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, parameter-parameter yang paling menentukan dalam kalibrasi pada *software* VISSIM adalah perilaku pengemudi (*driving behaviors*). Dalam penelitian ini, *driving behavior* yang digunakan adalah *cycle track (free overtaking)* karena mewakili kondisi yang ada di Indonesia, seperti diperbolehkannya menyiap dari kedua arah, dan jarak antar kendaraan yang cenderung lebih kecil.

D. Penilaian Kinerja Lalu lintas simpang APILL

1. Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan (*level of service*) adalah ukuran kinerja ruas jalan atau simpang jalan yang dihitung berdasarkan tingkat penggunaan jalan, kecepatan, kepadatan dan hambatan yang terjadi. Pada pengolahan data yang digunakan oleh VISSIM, metode yang digunakan mengacu pada peraturan di amerika yang dimuat dalam manual kapasitas jalan raya (*Highway Capacity Manual*) tahun 2010. Sementara untuk Indonesia sendiri ukuran tingkat pelayanan jalan mengacu pada Peraturan Menteri No. 96 tahun 2015. Berdasarkan *Highway Capacity Manual* (2010) dan PM No. 96 (2015), Tingkat pelayanan (*level of service*) untuk simpang bersinyal/ APILL dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Tingkat pelayanan (*level of service*) Simpang APILL

<i>Level – of – Service</i>	Tundaan rata- rata berdasarkan <i>HCM</i> 2010 (det/ kend)	Tundaan rata- rata berdasarkan PM No. 96 Tahun 2015 (det/ skr)
A	≤ 10	$\leq 5,0$
B	$> 10 - 20$	5,1 – 15,0
C	$> 20 - 35$	15,1 – 25,0
D	$> 35 - 55$	25,1 – 40,0
E	$> 55 - 80$	40,0 – 60,0
F	> 80	> 60

(Sumber : *HCM* 2010 dan PM No. 96 Tahun 2015)

2. Panjang Antrian

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014), panjang antrian merupakan kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat dalam satuan meter.

3. Tundaan

Menurut PKJI (2014), tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk melalui suatu simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang. Dikarenakan adanya tundaan maka akan ada tambahan waktu perjalanan yang disebabkan oleh pertambahan volume kendaraan yang mendekati atau melebihi kapasitas pelayanan.

E. Nilai Waktu Perjalanan (*Value of Time*)

Nilai waktu adalah sejumlah uang yang disediakan seseorang untuk dikeluarkan (atau dihemat) untuk menghemat satu unit waktu perjalanan. Nilai waktu ini relatif dengan banyaknya pengeluaran konsumen.

Nilai waktu (*Value Of Time*) untuk masing-masing wilayah adalah berbeda-beda, tergantung dari tingkat pendapatan seseorang, semakin besar pendapatan seseorang maka nilai waktu yang ditimbulkannya akan semakin besar dan semakin rendah pendapatannya maka nilai waktu yang ditimbulkannya akan semakin besar (Bertha, M., 2011) .

Mengacu pada Sugiyanto (2010), Nilai waktu dihitung dengan menggunakan studi *Indonesian Highway Capacity Manual* 1995 dengan dua

pendekatan yang digunakan untuk menghitung nilai waktu yaitu berdasarkan Produk Domestik Bruto (PDB) dan berdasarkan tingkat kesejahteraan (*welfare maximation*). Perbedaannya adalah metoda tingkat kesejahteraan mengikutsertakan nilai waktu santai ke dalam analisisnya, sedangkan metoda PDB tidak mengikutsertakan nilai waktu santai. Nilai waktu setiap jenis kendaraan berdasarkan hasil studi IHCM terlihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 4 Nilai Waktu Per Jenis kendaraan

Jenis Kendaraan	Nilai waktu per kendaraan/ jam (Rp)	
	PDRB	<i>welfare maximation</i>
Sepeda Motor	315	736
Mobil	1.925	3.281
Bus Kecil	7.385	12.572
Bus Besar	9.800	18.212
Truk Kecil	4.970	5.605
Truk Sedang	4.970	5.605
Truk Besar	4.970	736

(Sumber : IHCM, 1995 dalam Sugiyanto, 2010)

F. Kecepatan Kendaraan

Kecepatan dapat didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh kendaraan per satuan waktu tertentu. Pada penelitian ini kecepatan dibagi menjadi dua, yaitu kecepatan eksisting dan kecepatan ideal.

Kecepatan eksisting merupakan kecepatan kendaraan yang melewati suatu ruas jalan dalam keadaan yang sebenarnya. Hasil kecepatan diperoleh dari survey *spot speed* yang dilakukan secara langsung di lokasi penelitian dengan penggolongan jenis kendaraan sesuai dengan PKJI tahun 2014.

Sementara untuk kecepatan ideal, menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 34 tahun 2006 tentang Jalan, untuk jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter. Dan jalan kolektor primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 (empat puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter. Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038 tahun 1997 pengklasifikasian kecepatan rencana dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 5 Kecepatan rencana sesuai fungsi dan klasifikasi medan jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana, Vr (Km/ Jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 – 120	60 -80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

(Sumber : TCPGJAK, 1997)

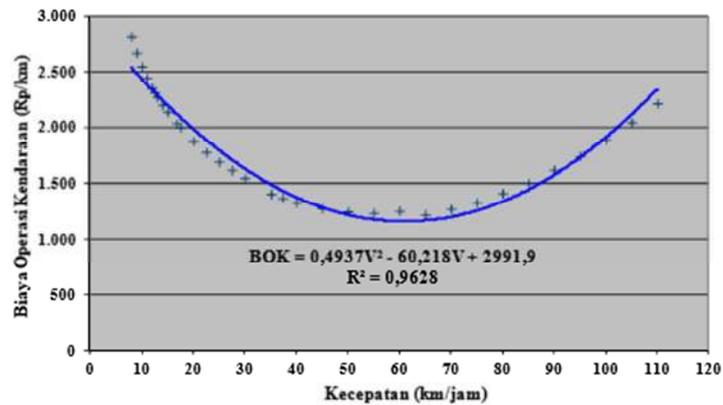
G. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) merupakan biaya yang dikeluarkan karena pengoperasian kendaraan seperti bahan bakar, ban, oli, dan sebagainya, biasanya berbanding terbalik dengan kecepatan. Analisis Biaya operasional kendaraan di pengaruhi oleh kecepatan kendaraan, jenis kendaraan, geometrik jalan, kekasaran permukaan jalan, dan gaya pengemudi.

Pada penelitian ini BOK yang dihitung dibedakan berdasarkan jenis kendaraan yang melewati simpang, yaitu sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Perhitungan BOK mengacu pada penelitian Gito Sugiyanto yang menggunakan pendekatan metode LAPI ITB 1996, berupa hubungan antara kecepatan kendaraan dalam kilometer/ jam dan Biaya Operasional Kendaraan dalam Rupiah/ Kilometer. Secara umum, komponen biaya operasi kendaraan terdiri dari :

- a. Pemakaian bahan bakar
- b. Pemakaian minyak pelumas
- c. Pemakaian ban
- d. Biaya pemeliharaan
- e. Biaya penyusutan
- f. Biaya asuransi

Mengacu pada penelitian Sugiyanto (2012), jenis kendaraan ringan yang digunakan sebagai acuan dalam menghitung BOK Kendaraan Ringan dan Berat adalah mobil Toyota Avanza 1.3 S M/T, dengan menggunakan acuan harga pendekatan ekonomi pada akhir bulan September 2009. Hasil analisis BOK untuk mobil pribadi pada ditunjukkan pada Gambar 3.3. Untuk kendaraan berat diasumsikan sama dengan kendaraan ringan.



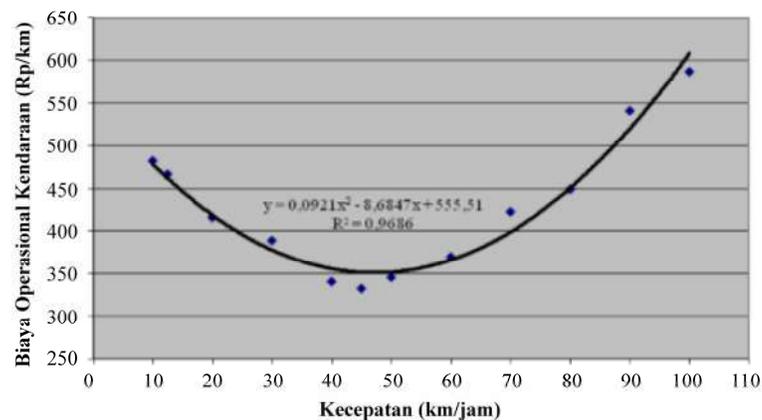
Gambar 3. 3 Hubungan Kecepatan dan BOK Mobil Pribadi Dengan Metode LAPI ITB
 (Sumber : Sugiyanto, 2012)

Dari grafik hubungan kecepatan dan BOK mobil di atas maka dapat diketahui persamaan untuk mencari nilai BOK Kendaraan Ringan dan Kendaraan Berat yaitu :

$$BOK = 0,4937V^2 - 60,218V + 2991,9 \dots\dots\dots(3-1)$$

dengan, V= Kecepatan kendaraan (Km/Jam)

Sementara Perhitungan BOK untuk sepeda motor mengacu pada penelitian sugiyanto (2011), dimana komponen biaya operasi yang dihitung berupa konsumsi bahan bakar, konsumsi pelumas, konsumsi ban, biaya pemeliharaan, dan biaya tetap. Hubunga kecepatan dan Biaya Operasional Kendaraan sepeda motor ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Hubungan Kecepatan dan BOK Sepeda Motor dengan Metode LAPI ITB
 (Sumber : Sugiyanto, 2011)

Dari grafik hubungan kecepatan dan BOK sepeda motor di atas maka dapat diketahui persamaan untuk mencari nilai BOK yaitu :

$$BOK = 0,0921X^2 - 8,6847X + 555,51 \dots\dots\dots(3-2)$$

dengan, X= Kecepatan kendaraan (Km/Jam)

H. Biaya Kemacetan

Biaya Kemacetan adalah biaya perjalanan akibat tundaan lalu lintas maupun tambahan volume kendaraan yang mendekati atau melebihi kapasitas pelayanan jalan (Nash, 1997, dalam Basuki dan Siswandi, 2008).

Berdasarkan penelitian Basuki dan siswandi (2008), Model Kaitan antara Kecepatan dengan Biaya Kemacetan dilakukan dengan menggunakan pendekatan Tzedakis 1980 dengan asumsi model:

- a. Perbedaan tingkat kecepatan kendaraan (lambat dan cepat),
- b. Kecepatan tiap kendaraan tidak dibuat berdasarkan tingkat (keadaan) lalu lintas,
- c. Tidak menggunakan satuan masa penumpang,
- d. Biaya kemacetan cenderung nol jika kecepatannya sama,
- e. Mempertimbangkan kendaraan yang bersifat stokastik,
- f. Kendaraan tidak dapat saling mendahului.

Rumusan model:

$$C = N * \left[G A + \left(1 - \frac{A}{B} \right) V' \right] T \dots\dots\dots(3-3)$$

dimana:

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 Perjalanan Kendaraan Cepat (Rp/Kend.Jam),

T = Jumlah Waktu Antrian (Jam).