

## **BAB III**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **3.1. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas**

Menurut PM No.96 tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas. Di Indonesia, pada kondisi simpang dengan kelas ruas jalan (kaki simpang) yang sama, semestinya prioritas diberikan bagi kendaraan yang datang dari sebelah kiri. Namun demikian dalam kenyataannya, aturan ini tidak berjalan karena ketidaktahuan aturan ataupun karena budaya berlalu lintas yang masih kurang (Risdiyanto 2014). Berdasarkan UU No.22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, manajemen dan rekayasa lalu lintas dilaksanakan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas dalam rangka menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dilakukan dengan:

1. Penetapan prioritas angkutan massal melalui penyediaan lajur atau jalur atau jalan khusus;
2. Pemberian prioritas keselamatan dan kenyamanan pejalan kaki;
3. Pemberian kemudahan bagi penyandang cacat;
4. Pemisahan atau pemilahan pergerakan lalu lintas berdasarkan peruntukan lahan, mobilitas, dan aksesibilitas;
5. Pemanduan berbagai moda angkutan;
6. Pengendalian lalu lintas pada persimpangan;
7. Pengendalian lalu lintas pada ruas jalan; dan/atau
8. Perlindungan terhadap lingkungan.

### 3.2. Simpang

Menurut UU No.22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan, simpang adalah titik pertemuan antara dua atau lebih jalan atau bagian jalan dengan jalan lain atau bagian jalan lain, atau antara jalan dengan bangunan atau halaman atau pekarangan atau tempat tertentu lainnya. Sedangkan arti persimpangan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, yaitu pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang. Persimpangan merupakan faktor yang penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah perkotaan (WINAYA 2018).Sedangkan menurut buku Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1 tahun 2005, secara umum ada 3 jenis persimpangan yaitu :

1. persimpangan sebidang adalah persimpangan di mana dua jalan raya atau lebih bergabung dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya. Jalan-jalan ini disebut kaki persimpangan.
2. pembagian jalur jalan tanpa ramp.
3. simpang susun adalah lajur lalu lintas yang dipisahkan dalam tingkatan untuk mengakomodasi volume yang tinggi dari arus lalu lintas dengan aman dan efisien melalui persimpangan.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997, Secara umum pergerakan kendaraan di persimpangan dapat dibedakan menjadi empat jenis dasar dari alih gerak kendaraan antara lain:

1. Berpencar (*Diverging*) adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur lain.
2. Bergabung (*Merging*) adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur lain.
3. Berpotongan (*Crossing*) adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.

4. Menjalin (*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. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain misalnya pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lainnya untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut. Keadaan ini juga akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.

### **3.3. Simpang Bersinyal**

Menurut "Manual Kapasitas Jalan Indonesia" (MKJI) Edisi 1997, Simpang bersinyal adalah simpang jalan yang diatur oleh sistem lampu lalu lintas, biasanya terdiri dari lampu merah, kuning, dan hijau. Selain itu, Pemerintah juga membuat aturan yang didalamnya terdapat pengertian simpang bersinyal yaitu pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 60 Tahun 2019 tentang Tata Cara Perencanaan, Pengendalian, dan Pengawasan Lalu Lintas Jalan, Simpang bersinyal adalah simpang jalan yang pengaturannya menggunakan sistem lampu lalu lintas berwarna merah, kuning, dan hijau, yang memberikan petunjuk kepada pengguna jalan untuk mengatur aliran lalu lintas. Pada persimpangan Jalan yang dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, Pengemudi Kendaraan dilarang langsung berbelok kiri, kecuali ditentukan lain oleh Rambu Lalu Lintas atau Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (UU No.22 Tahun 2009). Simpang bersinyal adalah persimpangan jalan yang dilengkapi dengan perangkat pengatur lalu lintas yang menggunakan lampu-lampu sinyal untuk memberikan petunjuk kepada pengguna jalan yang berlaku di simpang tersebut (*MUCTD*, 2009).

### **3.4. Kinerja Lalu Lintas Simpang Bersinyal**

Dalam mengukur kinerja simpang bersinyal diperlukan beberapa parameter yang mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) seperti arus lalu lintas, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, antrian, serta tundaan.

1. Arus Lalu Lintas

Menurut MKJI (1997), arus lalu lintas merujuk pada jumlah elemen lalu lintas yang melewati suatu titik tanpa gangguan di bagian hulu. Arus lalu

lintas dihitung dengan mengubah kondisinya menjadi satuan mobil penumpang per unit waktu dan dalam periode tertentu. MKJI menggunakan nilai ekivalen (emp) berikut untuk konversi satuan kendaraan menjadi satuan mobil penumpang pada persimpangan yang menggunakan lampu lalu lintas:

**Tabel III. 1** Nilai emp Pada Masing-Masing Pendekat

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber: MKJI 1997

## 2. Kapasitas Simpang

Menurut MKJI (1997), kapasitas mengacu pada jumlah lalu lintas yang dapat dipertahankan pada suatu ruas jalan dalam kondisi tertentu. Kapasitas diukur dengan menghitung jumlah kendaraan yang melintasi ruas jalan tersebut dalam periode satu jam (kend/jam) atau dengan menggunakan satuan mobil penumpang (smp/jam). Berikut ini merupakan rumus perhitungan untuk mendapatkan kapasitas simpang bersinyal:

### a. Arus Jenuh Dasar ( $S_0$ )

Arus jenuh dasar pada penelitian ini disesuaikan dengan tipe pendekat pada simpang yang dikaji yaitu tipe Terlindung (*protect*).

$$S_0 = 600 \times W_e$$

Sumber: MKJI, 1997

### Rumus III. 1 Arus Jenuh Dasar Tipe Pendekat Terlindung

Dengan:

$W_e$  = Lebar Pendekat Efektif

### b. Arus Jenuh Penyesuaian (S)

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_R$$

Sumber: MKJI, 1997

### Rumus III. 2 Arus Jenuh Dengan Penyesuaian

Dengan:

$S_0$  = Nilai arus jenuh dasar

- $F_{CS}$  = Faktor penyesuaian ukuran kota
- $F_{SF}$  = Faktor penyesuaian hambatan samping
- $F_G$  = Faktor penyesuaian kelandaian
- $F_P$  = Faktor penyesuaian parkir
- $F_{LT}$  = Faktor penyesuaian belok kiri
- $F_{RT}$  = Faktor penyesuaian belok kanan

Untuk faktor-faktor penyesuaian di atas didapatkan dari faktor atau standar yang ada pada acuan MKJI (1997). Berikut ini merupakan faktor penyesuaian untuk simpang bersinyal:

- 1) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )

**Tabel III. 2** Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

<b>Ukuran kota CS</b>	<b>Penduduk (Juta)</b>	<b>Faktor penyesuaian ukuran kota <math>F_{CS}</math></b>
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 - 0,5	0,83
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

*Sumber: MKJI, 1997*

2) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_{SF}$ )

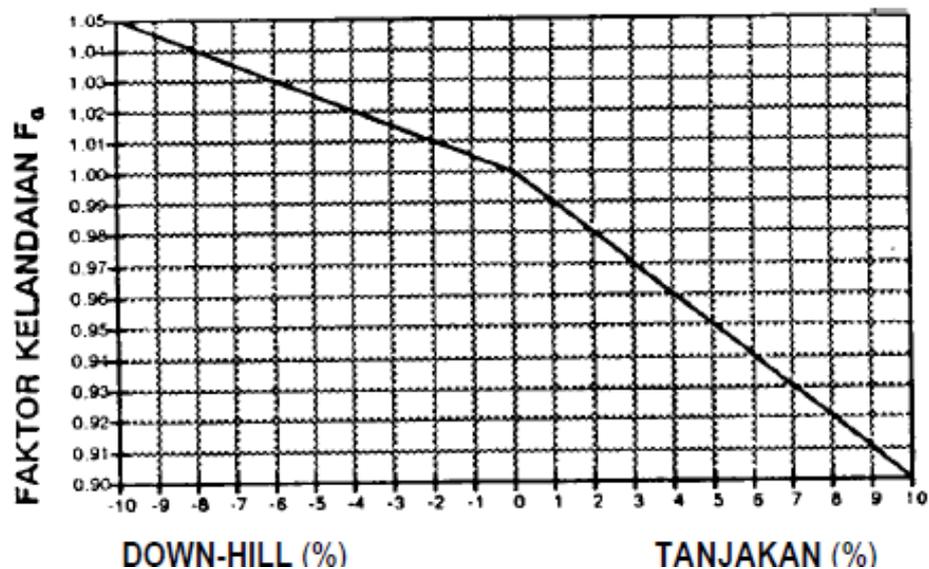
**Tabel III. 3** Faktor Hambatan Samping (FSF)

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	H	P	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		O	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	M	P	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		O	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	L	P	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		O	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	H	P	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		O	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	M	P	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		O	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	L	P	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		O	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	H/M/L	P	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		O	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Keterangan: H = high; M =medium; L = low; P = protect; O = opposite

Sumber: MKJI, 1997

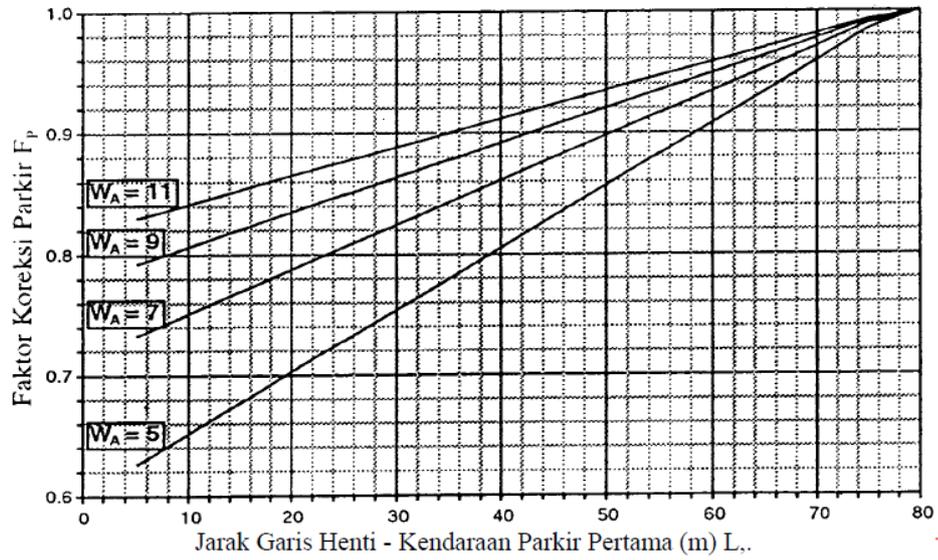
3) Faktor Penyesuaian Kelandaian ( $F_G$ )



Sumber: MKJI, 1997

**Gambar III. 1** Grafik Faktor Kelandaian (FG)

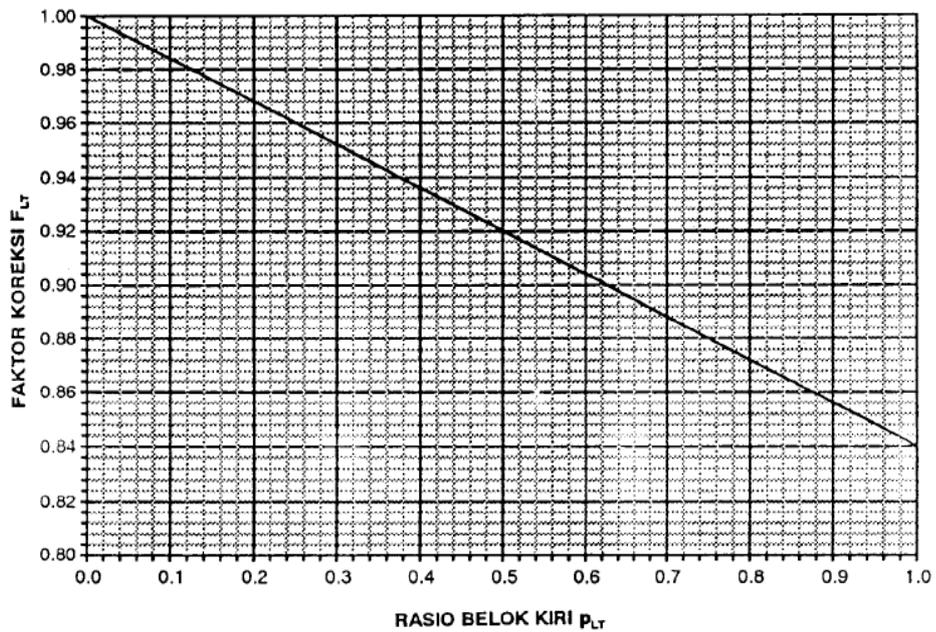
4) Faktor Penyesuaian Parkir ( $F_p$ )



Sumber: MKJI, 1997

**Gambar III. 2** Grafik Faktor Koreksi Parkir ( $F_G$ )

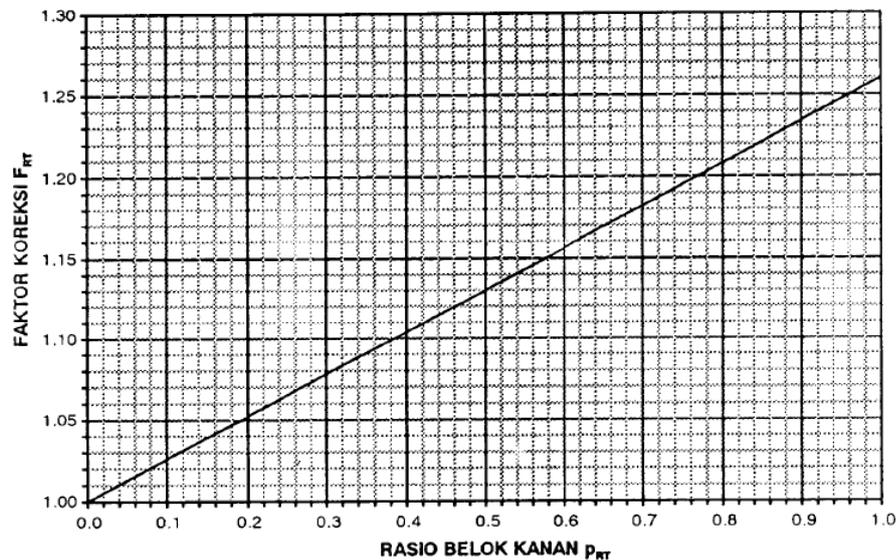
5) Faktor Penyesuaian Belok Kiri ( $F_{LT}$ )



Sumber: MKJI, 1997

**Gambar III. 3** Grafik Faktor Koreksi Belok Kiri (FLT)

## 6) Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $F_{RT}$ )



Sumber: MKJI, 1997

**Gambar III. 4** Grafik Faktor Koreksi Belok Kanan (FRT)

### b. Menghitung Kapasitas Simpang Bersinyal (C)

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

Sumber: MKJI, 1997

### Rumus III. 3 Arus Jenuh Dengan Penyesuaian

Dengan:

C = volume Lalu Lintas (smp/jam)

S = arus Jenuh yang Disesuaikan (smp/jam)

g = waku hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

### 3. Derajat Kejenuhan (DS)

Menurut MKJI (1997) derajat kejenuhan merupakan rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas suatu pendekat. Derajat kejenuhan menjadi salah satu indikator perilaku lalu lintas untuk menilai segmen jalan pada simpang mempunyai masalah kapasitas atau tidak dengan menganggap derajat kejenuhan sebagai suatu ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang mutu berkendara. Derajat kejenuhan dapat dihitung di setiap pendekat simpang dengan rumus berikut:

$$DS = Q/C$$

Sumber: MKJI, 1997

**Rumus III. 4** Derajat Kejenuhan Simpang Bersinyal

Dengan:

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

4. Panjang Antrian

Panjang antrian merupakan salah satu indikator dalam penilaian kinerja simpang. Besarnya antrian dapat dinilai dalam dua hal yaitu banyaknya antrian dalam bentuk besarnya jumlah smp yang tertahan pada saat awal hijau dan dapat pula dinilai dari panjangnya antrian yang tertahan pada saat awal hijau. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari panjang antrian.

- a. Menghitung NQ1, jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Untuk  $DS > 0,5$

$$NQ1 = 0,25 \times C \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right]$$

Sumber: MKJI, 1997

**Rumus III. 5** Antrian Dari Fase Hijau

Untuk  $DS \leq 0,5$

$$NQ_1 = 0$$

Dengan:

DS = Derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

- b. Menghitung NQ2, jumlah smp yang tersisa dari fase merah sebelumnya dan berlaku untuk semua derajat kejenuhan.

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{(1-GR) \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Sumber: MKJI, 1997

**Rumus III. 6** Antrian Dari Fase Merah

Dengan:

Q = Volume lalu lintas kecuali LTOR (smp/detik)

c = Waktu siklus (detik)

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau (g/c)

c. Menghitung Panjang Antrian Total (QL)

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

Sumber: MKJI, 1997

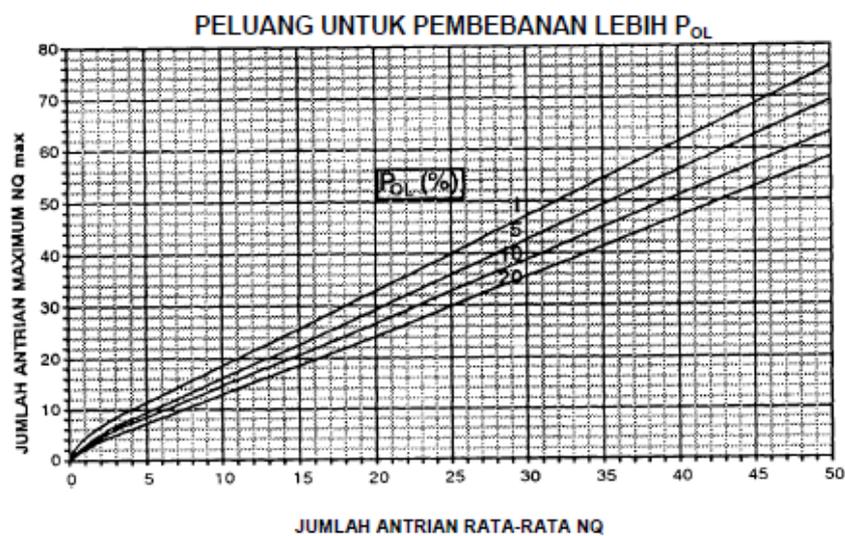
### Rumus III. 7 Panjang Antrian Total

Dengan:

NQ<sub>max</sub> = Jumlah antrian maksimum

W<sub>masuk</sub> = Lebar pendekat masuk

NQ<sub>max</sub> atau jumlah antrian maksimum bisa didapatkan pada grafik yang telah disediakan oleh MKJI (1997).



Sumber: MKJI, 1997

**Gambar III. 5** Grafik Jumlah Antrian Maksimum (NQ<sub>max</sub>)

## 5. Tundaan

Menurut MKJI (1997), tundaan adalah waktu tambahan yang diperlukan untuk melintasi sebuah simpang dibandingkan dengan waktu tempuh tanpa melalui simpang tersebut. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Tundaan lalu lintas terjadi akibat adanya antrian kendaraan di simpang yang mempengaruhi kecepatan pergerakan. Sedangkan tundaan geometrik terjadi karena percepatan dan perlambatan kendaraan saat berbelok di simpang. Berikut ini merupakan rumus perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik:

### a. Tundaan Lalu Lintas (DT)

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

*Sumber: MKJI, 1997*

### **Rumus III. 8** Tundaan Lalu Lintas

Dengan:

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam)

$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

Dengan:

GR = Rasio Hijau (g/c)

DS = Derajat jenuh

### b. Tundaan Geometrik (DG)

$$DG = (1 - psv) \times \rho T \times 6 + (psv \times 4)$$

*Sumber: MKJI, 1997*

### **Rumus III. 9** Tundaan Geometrik

Dengan:

psv = Rasio kendaraan terhenti pada *approach*

$\rho T$  = Rasio kendaraan berbelok pada *approach*

### 3.5. Tingkat Pelayanan Simpang

Penetapan tingkat pelayanan bertujuan untuk menetapkan tingkat pelayanan pada suatu ruas jalan dan/ atau persimpangan(*PM 96 Tahun 2015*). Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun 2015 tentang pedoman kegiatan manajemen rekayasa lalu lintas. Tingkat pelayanan suatu simpang diklarifikasikan atas:

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik per kendaraan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik per kendaraan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik per kendaraan.
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik per kendaraan.
5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik per kendaraan.
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan. Hubungan antara besarnya tundaan henti kendaraan dengan tingkat

**Tabel III. 4** Tingkat Pelayanan Simpang

<b>TINGKAT PELAYANAN</b>	<b>TUNDAAN PER KENDARAAN (DETIK/KENDARAAN)</b>
A	Kurang dari 5 detik
B	5-15
C	15-25
D	25-40
E	40-60
F	Lebih dari 60

Sumber: *PM Perhubungan No.96 Tahun 2015*

### 3.6. Emisi Gas Buang

Emisi ini memiliki dampak negatif terhadap kualitas udara dan lingkungan. Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Sisa hasil pembakaran berupa air (H<sub>2</sub>O), gas CO atau disebut juga karbon monoksida yang beracun, CO<sub>2</sub> atau disebut juga karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, NO<sub>x</sub> senyawa nitrogen oksida, HC berupa senyawa Hidrat arang sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas(Puspitawati 2014). Polutan yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor antara lain karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), hidrokarbon (HC), Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), timah hitam (Pb) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Dari beberapa jenis polutan ini, karbon monoksida (CO) merupakan salah satu polutan yang paling banyak yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor(Sengkey, Jansen, and Wallah 2011).

**Tabel III. 5** Baku Mutu Udara Ambien Nasional

No .	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1.	SO <sub>2</sub> (Sulfur Dioksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	900 ug/Nm <sup>3</sup> 365 ug/Nm <sup>3</sup> 60 ug/Nm <sup>3</sup>	Pararosanilin	Spektrofotometer
2.	CO (Karbon Monoksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	30.000 ug/Nm <sup>3</sup> 10.000 ug/Nm <sup>3</sup> -	NDIR	NDIR Analyzer
3.	NO <sub>2</sub> (Nitrogen Dioksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	400 ug/Nm <sup>3</sup> 150 ug/Nm <sup>3</sup> 100 ug/Nm <sup>3</sup>	Saltzman	Spektrofotometer
4.	O <sub>3</sub> (Oksidan)	1 Jam 1 Thn	235 ug/Nm <sup>3</sup> 50 ug/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	Spektrofotometer
5.	HC (Hidro Karbon)	3 Jam	160 ug/Nm <sup>3</sup>	Flame Ionization	Gas Chromatogarfi
6.	PM <sub>10</sub> (*) (Partikel<10 um)	24 Jam	150 ug/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric	Hi – Vol
	PM <sub>2,5</sub> (*) (Partikel<2,5um)	24 Jam 1 Thn	65 ug/Nm <sup>3</sup> 15 ug/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric Gravimetric	Hi – Vol Hi – Vol
7.	TSP (Debu)	24 Jam 1 Thn	230 ug/Nm <sup>3</sup> 90 ug/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric	Hi – Vol
8.	Pb (Timah Hitam)	24 Jam 1 Thn	2 ug/Nm <sup>3</sup> 1 ug/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric Ekstraktif Pengabuan	Hi – Vol AAS
9 .	Dustfall (Debu Jatuh)	30 hari	10 Ton/km <sup>2</sup> /Bulan (Pemukiman)  20 Ton/km <sup>2</sup> /Bulan (Industri)	Gravimetric	Cannister

Sumber: PP No.41 Tahun 1999

### **3.7. Polusi Udara**

Berdasarkan Undang-Undang Pokok Pengolahan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982, pencemaran lingkungan atau polusi adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya. Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Indeks Standar Pencemar Udara yang selanjutnya disingkat ISPU adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi tertentu, yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya (*PM LHK NO 14 TAHUN 2020*).

### **3.8. Aplikasi *Micro Simulation* PTV Vissim**

PTV Vissim merupakan salah satu dari aplikasi transportasi yang dapat menampilkan simulasi mikroskopis berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan. Program ini dapat digunakan untuk menganalisis operasi lalu lintas dibawah batasan konfigurasi garis jalan, komposisi lalu lintas, sinyal lalu lintas, dan lain-lain. Program ini menyediakan kemampuan animasi dengan 3D berupa simulai jenis kendaraan seperti motor, mobil penumpang, truk dan keretaapi. Program ini dapat merekam klip video dengan elemen visual lainnya seperti pohon, bangunan, dan rambu lalu lintas. Selain itu, program Vissim ini merupakan pengembangan serta evaluasi dan pengaturan dari prioritas sinyal transit. Vissim dapat digunakan dalam berbagai tipe pengaturan sinyal, mengevaluasi kelayakan dan dampak dari suatu kota kecil terhadap jaringan jalan perkotaan, dan untuk analisis kecepatan suatu area dan area yang tergabung.

1. Kelebihan *Software* Vissim Vissim memiliki keunggulan berupa parameter yang cukup lengkap, seperti kalibrasi pada driving Behavior

yang dapat menyerupai karakteristik pengendara di setiap daerah (Winnetou & Munawar,2015)

2. Kekurangan *Software* Vissim Kelemahan *software* Vissim salah satunya ialah tidak dapat menghitung derajat kejenuhan (Wikayanti, 2014)
3. Tahapan Penggunaan Program Vissim Proses selanjutnya ialah melakukan pemodelan menggunakan *software* vissim. Analisis dengan *software* ini memiliki keunggulan yaitu dapat menghasilkan output berupa animasi 2D dan 3D. Berikut merupakan langkah-langkah pengerjaan *software* Vissim:

- a) Membuka program PTV Vissim

- b) Input *Background*

Untuk menampilkan *background* pilih menu *Background Images* pada menu *Network Objects*. Kemudian pada layar halaman kerja klik kanan lalu pilih *Add New Background Image*. Kemudian akan muncul kotak dialog *Select Bitmap File*, lalu pilih gambar *background* yang telah ditentukan kemudian klik *Open*.

- c) Membuat jaringan jalan

Untuk membuat jaringan dapat dilakukan dengan cara klik *Links* kemudian tekan CTRL + klik kanan pada kursor, kemudian tarik panjang *Link* sesuai yang diinginkan pada salah satu lengan, setelah itu akan muncul kotak dialog. Setelah itu, masukkan nama jalan, jumlah lajur dan lebar jalan. Klik kanan pada jaringan untuk menyambung antar jaringan bisa dengan klik pada *Link* jalan kemudian klik *Duplicate* untuk menggandakan Link. Untuk mengganti arah klik pada jaringan jalan kemudia klik kanan lalu pilih *Invert Direction*. lalu tekan SHIFT + klik kanan pada mouse, tarik ke jaringan jalan yang ingin di sambung.

- d) Membuat rute yang akan dilewati kendaraan

Dengan cara klik *Vehicle Routes* lalu tekan CTRL + klik kanan pada jaringan jalan yang akan dibuat rute tarik ke arah jalan yang lain lalu klik kiri.

- e) Menentukan jenis kendaraan  
Menentukan jenis kendaraan harus sesuai dengan jenis kendaraan saat survei dengan kendaraan yang akan dimasukkan ke dalam *Software* Vissim dan juga membuat *2D/3D Models* untuk sepeda motor. Langkah-langkah membuat *2D/3D Model* yaitu: Klik *Base Data* lalu Klik *2D/3D Models*, Klik *Add*, Klik *Vehicles*, Klik *Road* cari kendaraan yang akan dimasukkan, Klik *Add Segment To 2D/3D Model*, Klik OK.
- f) Menambahkan *Vehicle Model* sesuai dengan kategori kendaraannya  
Pertama, Membuka jendela *Vehicle Model* dengan cara klik *Base Data*, klik *Distributions*, klik *2D/3D Model*. Kemudian pada bagian kiri klik *Add*, isikan kolom *Name* dengan jenis kendaraan, seperti HV, LV, MC dan UM. Selanjutnya pada kolom kanan isikan kolom Model 2D dan 3D dengan kendaraan yang diinput sesuai jenis kendaraannya.
- g) Mengisi *Vehicle Types*  
Menyesuaikan kategori yang sudah ada serta yang ditentukan sendiri. Pertama, Klik *Base data*, klik *Vehicle Types*. Selanjutnya Untuk menambahkan tipe kendaraan klik tanda (+) lalu akan muncul jendela baru. Kemudian isikan kolom *Name* dengan nama tipe kendaraan dan pada kolom *Category* ubah sesuai jenis kendaraannya, sedangkan bagian *Vehicles Model* sesuaikan dengan *vehicle* yang telah dibuat sebelumnya
- h) *Vehicle Classes*  
Mengklasifikan jenis kendaraan kedalam kategori kendaraan. Caranya klik *Base Data*, pilih *Vehicle Clases*
- i) Mengisi *Desired Speed Distributions*  
Untuk membuka *Desired Speed Distributions* bisa dengan cara klik *Base Data*, pilih *Distributions*, klik *Desired Speed* lalu akan muncul jendela baru.

j) *Vehicle Compositions*

Untuk membuka jendela *Vehicle Compositions* klik *Traffic*, pilih *Vehicle Compositions*. Lalu akan muncul jendela baru.

k) *Vehicle Input*

Digunakan untuk memasukan volume arus lalu lintas. Langkah langkahnya yaitu Pertama klik *Vehicle Input*, tekan CTRL + klik kanan paada jalan yang akan dimasukan volume kendaraanya, setelah itu akan muncul jendela baru. Lalu isikan volume pada kolom yang tertera. Selanjutnya pada kolom Volume (0) isikan dengan volume kendaraan, sedangkan pada kolom VehComp(0) isikan dengan jenis komposisi kendaraan.

l) *Signal Controller*

Digunakan untuk mengatur *Traffic Light* pada jaringan jalan. Cara membuat *Signal Controller* yaitu Pertama klik *Signal Control*, klik *Signal Controllers*, pilih *Add* maka akan muncul menu baru. Masukan nama *Signal Controller* yang diinginkan lalu klik *Edit Signal Control* maka akan muncul menu baru lagi. Selanjutnya klik *Signal Group*, klik simbol + (New) lalu klik simbol pensil (Edit) berikan nama *signal* lalu pilih urutan *signal* yang diinginkan dan masukan waktu durasi minimum untuk lampu Merah, *All Red*, Hijau, dan Kuning, setelah itu buat *Signal Group* untuk lengan-lengan jaringan jalan yang lain. Setelah *Signal Group* dibuat selanjutnya mengatur waktu siklus setiap signal dengan cara klik *Signal Program*, klik simbol + (New), klik simbol pensil (Edit) lalu atur *Cycle Time*. Kemudian untuk memasukan *Signal Controllers* yang sudah dibuat ke jaringan jalan dengan cara klik *Signal Head*, pilih lengan jalan yang akan dibuat *Signal Controllers* lalu tekan CTRL + klik kanan pada mouse, maka akan muncul jendela baru. Pilih SC (*Signal Controllers*) yang telah dibuat tadi lalu klik nomor yang akan anda masukan klik OK. Lakukan untuk lengan-lengan yang lain.

m) *Node*

Digunakan untuk menentukan area yang akan dianalisis. Untuk membuatnya klik *Nodes* pada *Network Object Toolbar*. Buat *polygon* yang mengelilingin persimpangan. Tekan CTRL + klik kanan untuk memulai membuat *polygon*. Berikan No. dan nama *Node* – klik OK.

n) *Driving Behaviors*

Perilaku mengemudi atau *Driving Behaviour* harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan agar hasil simulasi dapat mewakili kondisi di lapangan. Untuk melihat apakah *Driving Behaviour* harus dikalibrasi atau tidak maka pengaturan *Driving Behaviour* dibuat default terlebih dahulu. Parameter yang digunakan validasi pemodelan dengan kondisi lapangan adalah volume lalu lintas model sama dengan volume lalu lintas lapangan. Apabila hasilnya tidak mewakili kondisi di lapangan, maka diperlukan pengaturan ulang atau kalibrasi agar sesuai dengan lapangan.

o) Mengatur konfigurasi

pemrosesan dengan cara klik *Evaluation* pilih *Configurations*

p) *Evaluation*

Evaluasi merupakan hasil akhir dari pemodelan VISSIM ini. Pada tahap ini ditempatkan tools seperti *Delay*, *Queue Counter* serta *Data Collection Point* pada link yang diinginkan, sehingga akan memunculkan nilai akhir seperti tundaan (*delay*), panjang antrian, kecepatan dan volume lalu lintas.

q) Validasi

Validasi digunakan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah di lakukan berdasarkan volume kendaraan yang keluar pada simulasi VISSIM. Pengaturan validasi dilakukan dengan cara memilih menu *simulation*, memilih *parameters*. Untuk mengetahui volume output dari proses VISSIM diperlukan waktu untuk menunggu (*running*) selama 3600 detik. Pada proses validasi sering kali mengalami kendala ketika melakukan *running*,

kendala tersebut yaitu volume kendaraan pada eksisting dengan volume yang keluar pada saat running di PTV VISSIM.

r) Kalibrasi dan Validasi Vissim

Setelah melakukan tahapan modelling menggunakan vissim, tahap selanjutnya adalah proses kalibrasi dan validasi dengan kondisi eksisting. Dalam melakukan validasi menggunakan jumlah volume arus lalu lintas menurut Gustavsson (2007), metode terbaik untuk membandingkan data input dan output simulasi adalah dengan menggunakan rumus statistik GEH. GEH adalah singkatan dari Geoffrey E. Havers yaitu nama dari penemu rumus tersebut. GEH merupakan rumus statistik modifikasi dari Chi-squared dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak vissim digunakan untuk menyimulasi lalu lintas yang heterogen, tidak teratur dan komposisi lalu lintasnya terdiri dari berbagai tipe kendaraan (*mixed traffic*). Proses kalibrasi dan validasi model perlu dilakukan agar adanya keyakinan bahwa model yang dibuat itu valid, yaitu hasil keluaran model mendekati hasil observasi. Dari analisa statistik dapat disimpulkan bahwa model yang di buat adalah valid, dimana parameter kinerja keluaran vissim yaitu volume mendekati hasil observasi. Kalibrasi dilakukan dengan mengubah parameter-parameter perilaku pengemudi secara trial and error yang mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan VISSIM. Kalibrasi dilakukan hingga mencapai hasil yang mendekati data observasi.