

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bani Riyana Mahardika, 2018 yang berjudul “ Analisis Simpang Tak Bersinyal Tiga Lengan (jl. Gatot Subroto- jl. Kesatrian Purwokerto)”. Persimpangan adalah bagian dari pertemuan antara tiga ruas jalan atau lebih, dimana arus dari berbagai arah bertemu. Pada persimpangan jl. Gatot Subroto- jl. Kesatrian sering terjadi konflik antara arus dari jurusan yang berlawanan yang saling memotong, sehingga mengakibatkan terjadinya kemacetan di sepanjang lengan simpang. Dengan adanya permasalahan tersebut maka perlu kiranya dilakukan penelitian tentang kinerja simpang tiga tak bersinyal pada persimpangan tersebut. Untuk mengetahui kinerja dari simpang tiga tak bersinyal pada jl. Gatot Subroto- jl. Kesatrian Purwokerto melalui besar volume lalu lintas dan derajat kejenuhan simpang tersebut. Penelitian ini menggunakan survey langsung selama 2 hari pada tanggal 1 September 2018 dan 3 September 2018 pukul 06.00-18.00 WIB. Dianalisis menggunakan MKJI 1997, menghasilkan data untuk tahun 2018 dengan volume kendaraan sebesar 5256 kendaraan/ jam dan DS $1,17 > 0,75$ (jenuh). Sehingga dilakukan penanganan dengan membuat skenario I, melakukan penghilangan hambatan samping namun tidak memungkinkan dan tetap jenuh. Skenario II melakukan perencanaan kanalisasi di persimpangan, namun tidak memungkinkan karena di jalan minor tidak ada bahu jalan dan kurang efektif untuk mengaplikasikannya. Skenario III perencanaan bundaran

pada persimpangan sama halnya dengan perencanaan kanalisasi, karena kapasitas atau ukuran simpang sangat kecil. Skenario IV perubahan teknis simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal dengan menggunakan 2 fase diperoleh nilai $DS = 0,66$ (Tidak jenuh), sehingga pada tahun 2023 dibuat skenario IV dengan mengubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal dengan dua fase dengan nilai $DS = 0,69$ (tidak jenuh) dengan waktu siklus 85 detik dan waktu hijau ruas jalan utama B = 55 detik dengan nilai $DS = 0,68$, waktu hijau ruas jalan utama D = 65 detik dengan nilai $DS = 0,71$ (tidak jenuh), dan waktu hijau ruas jalan minor C = 45 detik dengan nilai $DS = 0,67$ (Tidak jenuh).

B. Penelitian Serupa

- Hasil dari penelitian dari Tugas Akhir Ragil Pambudi yang berjudul Analisis Simpang tak Bersinyal Pada Jl Kali Bagor Banyumas – Jl Suwarjono Banyumas, Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Menyatakan bahwa rekayasa dengan merencanakan *traffic light* sehingga di dapatkan volume kendaraan 1912 smp/jam, $DS 0,69$ ($<0,75$), waktu hijau untuk Jl. Kali Bagor Banyumas I dan II 25 detik, Jl. Suwarjono Banyumas 17 detik, waktu kuning untuk setiap ruas jalan 3 detik.
- Hasil penelitian dari Tugas Akhir Husen Ginanjar Pamungkas yang berjudul Analisis Simpang Tak Bersinyal studi kasus Persimpangan Kembaran – Sumbang dan jalan penghubung Purbalingga pada tahun 2015. Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purwokerto menyatakan bahwa

kondisi awal persimpangan sebelum ada perubahan teknis pada simpang :
1240 smp/jam, Kapasitas simpang sebenarnya : 1617 smp/jam, Derajat
kejenuhan : 0,77 peluang antrian : 24% - 48% kondisi simpang setelah
dilakukan rekayasa pelebaran bahu jalan pada tiap ruas selebar 0,5 m, Arus
lalu lintas :1240 smp/jam, Kapasitas simpang :2228 smp/jam, Derajat
kejenuhan : 0,56 Peluang antrian : 13% - 29%

- Hasil penelitian dari Tugas Akhir Fardani Putra dan Prasetyo Aji Pamungkas yang berjudul Analisis Simpang Tak Bersinyal (studi kasus persimpangan Jl. Jend Sudirman – Jl. Supriyadi, Purwokerto Untuk periode Lima tahun sampai Lima belas tahun yang akan datang) Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Menyatakan bahwa untuk tahun 2024 masih bisa menggunakan *traffic light* dengan 2 fase, pertama dengan waktu hijau 50detik, merah 50detik, dan waktu kuning 3detik, dan fase kedua hijau 40detik, merah 40detik, dan waktu kuning 3detik.
- Hasil Penelitian dari jurnal Institut Teknologi Nasional yang berjudul Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jl. A.H. Nasution dan Jl Cikadut, Bandung. Institut Teknologi Nasional. Menyatakan bahwa hasil analisis dan pembahasan pada kondisi awal simpang diperoleh DS 0,983 untuk pagi hari dan DS 0,937 untuk sore hari, hasil tersebut tidak memenuhi persyaratan MKJI 1997, Karena $DS > 0,85$. Lalu dilakukan perhitungan ulang dengan alternatif kedua yaitu pelarangan belok kanan pada simpang dengan menggunakan median pada Jl. A.H. Nasution. Dari hasil

perhitungan penurunan pada DS sebesar 0,816 untuk pagi hari dan 0,763 untuk sore hari $< 0,85$ (Daryl & Pratama, 2019)

- Hasil Penelitian dari Jurnal Sipil Statik yang berjudul Analisis Simpang Tak Bersinyal untuk Simpang Jl. W.R. Supratman dan Jl. B.W. Lapien Manado. Menyatakan bahwa hasil analisis didapat jumlah arus total 2812 smp/jam, nilai $C = 2713,932$ smp/jam dan $DS = 1,036$. Pada kondisi eksisting nilai DS sangat tinggi maka direncanakan beberapa alternatif solusi seperti pelarangan belok kanan untuk jalan minor, dalam solusi ini nilai $C = 3610,229$ dan $DS = 0,779$. Dari nilai DS yang didapat masih belum memenuhi yang disarankan MKJI 1997 $< 0,75$. Alternatif lain yaitu kombinasi pelarangan belok kanan untuk jalan minor dan pelebaran jalan utama serta kombinasi pelarangan belok kanan untuk jalan minor sehingga menghasilkan $C = 3919,036$ dan $4221,789$ serta $DS = 0,718$ dan $0,666$ (Supratman et al., 2015)
- Hasil Penelitian dari International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) yang berjudul Analysis on Capacity of Unsignalized T- Intersections using Conflict Technique yang artinya Analisis Kapasitas Simpang Tiga tak Bertanda menggunakan Teknik Konflik. Menyatakan bahwa hasil analisis Wilayah studi Kancharpalem Junction telah menunjukkan kondisi lalu lintas campuran. Jumlah kendaraan maksimum pada jam-jam sibuk adalah 232 ke arah dari Lurus menuju Biara Jn. ke sisi kiri yang diperoleh pada jam malam. b) Wilayah studi Persimpangan Gnanapuram telah menunjukkan Aliran Utama. Jumlah kendaraan

maksimum pada jam-jam puncak adalah 215 ke arah dari Minor Street ke sisi kanan yang diperoleh pada jam malam. c) Wilayah studi Persimpangan Urvasi telah menunjukkan Aliran Kecil. Jumlah kendaraan maksimum pada jam-jam sibuk adalah 206 dalam arah dari Minor Street ke kanan di jam-jam pagi dan jauh dari kompleks di jalan Utama di jam-jam malam. Dengan merangkum hasil survei, dapat diketahui bahwa konflik lebih banyak di persimpangan Kancharpalem dan Gnanapuram dengan memberikan sinyal di tempat-tempat ini akan mengurangi konflik lalu lintas. 3) Sinyal harus disediakan di persimpangan Kancharpalem dan Gnanapuram. 4) Critical gap, waktu tindak lanjut (tc, tf) Dihitung pada 3 TIntersections dan menemukan bahwa ini berada dalam Batas HCM (2000). 5) Pendekatan konflik cocok untuk menghitung kapasitas persimpangan tanpa tanda di bawah arus lalu lintas campuran, terutama untuk India sebagai alternatif daripada menggunakan Manual Kapasitas Jalan Raya (2000) (B. V. Suresh Kumar & Ramesh Surisetty, 2016)

C. Istilah Dan Definisi Simpang tak bersinyal

Istilah dan definisi dari simpang tak bersinyal di bagi menjadi beberapa istilah yang digunakan Notasi, Istilah dan definisi dibagi menjadi 3 : Kondisi Geometrik, Kondisi Lingkungan, dan Kondisi Lalu lintas.

Tabel 2.1 Notasi, Istilah dan Definisi pada simpang tak bersinyal

Geometrik		
Notasi	Istilah	Definisi
	Lengan	Bagian simpang jalan dengan pendekatan masuk dan keluar.
	Jalan Utama	Jalan utama adalah jalan yang paling penting pada simpang jalan misalnya dalam hal klasifikasi jalan. Pada suatu simpang 3jalan yang menerus selalu ditentukan sebagai jalan utama.
A, B, C, D	Pendekatan	Tempat masuknya kendaraan dalam suatu lengan simpang jalan utama notasi B dan D dan jalan simpang A dan C, Dalam penulisan notasi sesuai dengan peputaran arah jarum jam.
W_x	Lebar Masuk Pendekatan X (m)	Lebar dari bagian pendekatan yang dioerkeras, diukur di bagian tersempit, yang digunakan oleh lalu lintas yang bergerak X adalah nama pendekatan.
W_i	Lebar Rata-Rata Semua Pendekat X (m)	Lebar efektif rata-rata ke simpang dari jalan
W_{AC}	Lebar Rata-Rata Pendekat Minor (Utama) (m)	Lebar rata-rata pendekat pada jalan minor (A – C) atau jalan utama (B – D)

Lanjutan Tabel 2.1 Notasi, Istilah dan Definisi pada simpang tak bersinyal

Geometrik		
Notasi	Istilah	Definisi
IT	Tipe Simpang	Kode untuk jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan minor dan jalan utama simpang tersebut.
	Jumlah Lajur	Jumlah lajur diketahui dari lebar rata-rata pendekat minor/utama
Kondisi Lingkungan		
Notasi	Istilah	Definisi
CS	Ukuran Kota	Jumlah penduduk pada suatu daerah perkotaan.
FS	Hambatan Samping	Dampak terhadap kinerja lalu lintas akibat kegiatan sisi jalan.
Kondisi Lalul Lintas		
Notasi	Istilah	Definisi
PRT	rasio Belok Kanan	Rasio kendaraan belok kanan $PRT = \frac{QRT}{QTOT}$
QTOT	Arus Total	Arus kendaraan bermotor total pada persimpangan dinyatakan dalam kend/j, smp/jam atau LHRT
PUM	Rasio Kendaraan Tak Bermotor	Rasio antara kendaraan tak bermotor dan kendaraan bermotor pada persimpangan.
QMI	Arus Total Jalan Minor	Jumlah arus total yang masuk dari jalan minor (kend/jam atau smp/jam).
QMA	ARUS Total Jalan Utama	Jumlah arus total yang masuk dari jalan utama (kend/jam atau smp/jam)

Sumber : MKJI 1997

D. Persimpangan

Persimpangan merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih baik sebidang atau pun tidak sebidang atau titik jaringan jalan –jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan.

Tabel 2.2 Definisi Simpang Tiga Lengan

Kode Tipe	Pendekatan Jalan Utama		Pendekatan Jalan Simpang
	Jumlah Lajur	Median	Jumlah Lajur
322	1	T	1
324	2	T	1
324M	2	Y	1
344	2	T	2
344M	2	Y	2

Sumber : MKJI, 1997

1. Volume Lalu Lintas

Berdasarkan Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, perhitungan volume lalu lintas di konversi dari kendaraan per jam menjadi Satuan Mobil Penumpang (SMP) per jam dengan menggunakan Ekuivalen Kendaraan Penumpang (EMP).

Tabel 2.3 Nilai Emp Simpang tak Bersinyal

Tipe kendaraan	EMP
LV	1,0
HV	1,3
MC	0,5

Sumber : MKJI, 1997

2. Nilai Normal

Pedoman sehubungan dengan anggapan dan nilai normal untuk digunakan dalam kasus guna keperluan perencanaan. Berikut adalah table Nilai Normal Faktor-k :

Table 2.4 Nilai Normal faktor – K

Lingkungan jalan	Factor - K – Ukuran Kota	
	>1 Juta	<1 Juta
Jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	0.07 – 0.08	0.08 – 0.10
Jalan pada daerah permukiman	0.08 – 0.09	0.09 – 0.12

Sumber : MKJI, 1997

Table 2.5 Nilai Normal Lalu Lintas Umum

Faktor	Normal
Faktor - AADT	0.07 - 0.12
Rasio arus jalan simpang P_{MI}	0.25
Rasio belok – kiri P_{LT}	0.15
Rasio belok – kanan P_{RT}	0.15
Faktor – pcu, F_{pcu}	0.85

Sumber : MKJI, 1997

Table 2.6 Nilai Normal komposisi Lalu Lintas

Ukuran Kota Juta Penduduk	Komposisi Lalu Lintas			
	Kend. Ringan	Kend. Berat	Sepeda Motor	Rasio Kendaraan Tak Bermotor
	LV	HV	MC	UM / MV
>3 M	60	4.5	35.5	0.01
1 – 3 M	55.5	3.5	41	0.05
0.5 – 1 M	40	3.0	57	0.14
0.1 -0.5M	63	2.5	34.5	0.05
<0.1 M	63	2.5	34.5	0.05

Sumber : MKJI, 1997

3. Lebar Pendekatan jalan rata-rata, Jumlah Lajur dan Tipe Simpang

Rumus untuk menghitung lebar pendekatan rata-rata untuk jalan simpang dan jalan utama

$$W_{AC} = \frac{(W_A + W_C)}{2}$$

$$W_{BD} = \frac{W_B + W_D}{2}$$

Lebar pendekat rata-rata untuk semua simpang :

$$W_1 = (W_A + W_C + W_B + W_D) / \text{jumlah lengan simpang}$$

Jika $a = 0$, maka $W_1 = (W_C + W_B + W_D) / \text{jumlah lengan simpang}$

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan untuk jalan simpang dan jalan utama sebagai berikut:

Table 2.7 Lebar Pendekat dan Jumlah Lajur

Lebar Pendekatan dan Jumlah Lajur, W_{AC}, W_{BD} (m)	Jumlah lajur (total) untuk kedua arah
$W_{BD} = (b + d/2) / 2$	
$< 5,5$	2
$\geq 5,5$	4
$W_{AC} = (a/2 + c/2) / 2$	
$< 5,5$	2
$\geq 5,5$	4

Sumber : MKJI, 1997

Menentukan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan kode tiga angka lihat tabel 2.4.

Tabel 2.8 Kode Tipe Simpang (IT)

Kode IT	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Major
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber : MKJI, 1997

4. Geometrik

Geometrik merupakan suatu rute dari suatu ruas jalan secara lengkap meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survey lapangan, rancangan geometrik harus dapat memberikan lintasan termudah bagi pergerakan lalu lintas yang dilaluinya. Lebar kemiringan yang dimiliki oleh suatu jalan dan ditunjukkan dalam persen.

5. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan disesuaikan dengan fakta di lapangan, hal ini akan berpengaruh pada kinerja suatu persimpangan. Kondisi lingkungan terdiri dari ukuran kota dan tipe lingkungan jalan RE.

Table 2.9 Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta)
Sangat Kecil	<0,1
Kecil	0,1 - 1,5
Sedang	1,5 – 1,0
Besar	1,0 – 3,0
Sangat Besar	>3,0

Sumber MKJI, 1997

Table 2.10 Tipe Lingkungan Jalan RE

Komersil	Tata guna lahan komersial (misal : perkotaan, rumah makan dan perkantoran) dengan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Permukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Akses Terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misal : karena adanya penghalang fisik jalan dsb)

Sumber : MKJI, 1997

6. Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan pengaruh aktivitas yang terjadi disimpang jalan di daerah simpang arus lalu lintas, misalnya pejalan kakiberjalanataumenyeimbangi jalan, angkutan kota berhenti untuk menaikan atau menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar jalan, tempat parkir diluar jalur dan pedagang kaki lima. Hambatan samping di tentukan secara kualitatif sebagai tinggi, sedang, atau rendah. Nilai faktor bobot dari jenis hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 2.9, sedangkan kelas hambatan samping dapat dilihat dari Tabel 2.10

Table 2.11 Penentuan Frekuensi Kejadian

Tipe kejadian hambatan Samping	Symbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian
Pejalan Kaki	PED	0,5	/jam, 200m
Parkir, Kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m
Kendaraan Masuk + Keluar	EEV	0,7	/jam, 200m
Kendaraan lambat (UM)	SMV	0,4	/jam

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.12 Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan

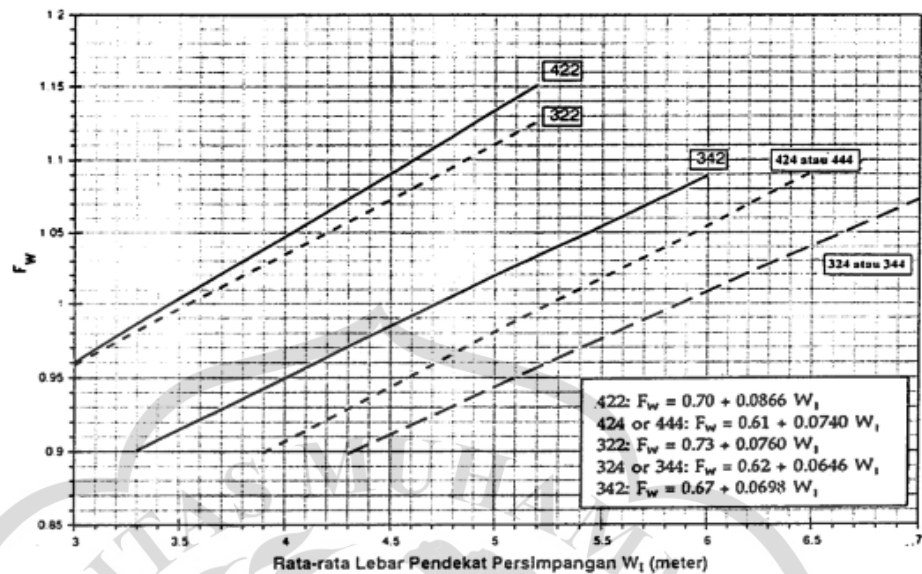
Kelas Hambatan Samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200m per jam (dua sisi)	Kodisi khusus
Sangat rendah	VL	<100	Daerah pemukiman : Jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100 – 299	Daerah pemukiman : Beberapa kendaraan Umum
Sedang	M	300 – 499	Daerah Industri ; Beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersil : Aktifitas sisi jalan tinggi
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersil : Dengan aktifitas pasar di samping jalan

Sumber : MKJI, 1997

7. Faktor Penyesuaian

- a. Faktor penyesuaian lebar pendekat, (F_w) diperoleh dari gambar 2.1

Variable masukan adalah lebar rata - rata semuan pendekat W_1 dan tipe simpang IT. Batas – batas yang di berikan dalam gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



Sumber MKJI, 1997

Gambar 2.1 Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w)

b. Faktor penyesuaian median jalan utama F_M faktor koreksi untuk kapasitas dasar sehubungan dengan tipe median jalan utama. Pertimbangan teknik lalu lintas diperlukan untuk menentukan faktor median. Faktor penyesuaian median jalan utama F_M diperoleh dengan menggunakan table 2.11

Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama F_M

Uraian	Tipe M	Faktor koreksi median F_M
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,0
Ada median jalan utama lebar <4,00 m	Sempit	1,0
Ada median jalan utama >4,00 m	Lebar	1,2

Sumber : MKJI, 1997

- c. Faktor penyesuaian ukuran kota F_{CS} , merupakan faktor koreksi untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota, F_{CS} di tentukan dari table 2.12, variabel dimasukan adalah ukuran CS.

Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Kota F_{CS}

Uraian	Penduduk (juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota F_{CS}
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 - 0,5	0,88
Sedang	0,5 - 1,0	0,94
Besar	1,0 - 3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Sumber : MKJI, 1997

- d. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor F_{RSU} , diperoleh dengan menggunakan table 2.13, variabel masukan tipe lingkungan jalan RE, kelas hambatan samping SF dan rasio kendaraan tak bermotor.

Table 2.15 Faktor penyesuaian jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor F_{RSU}

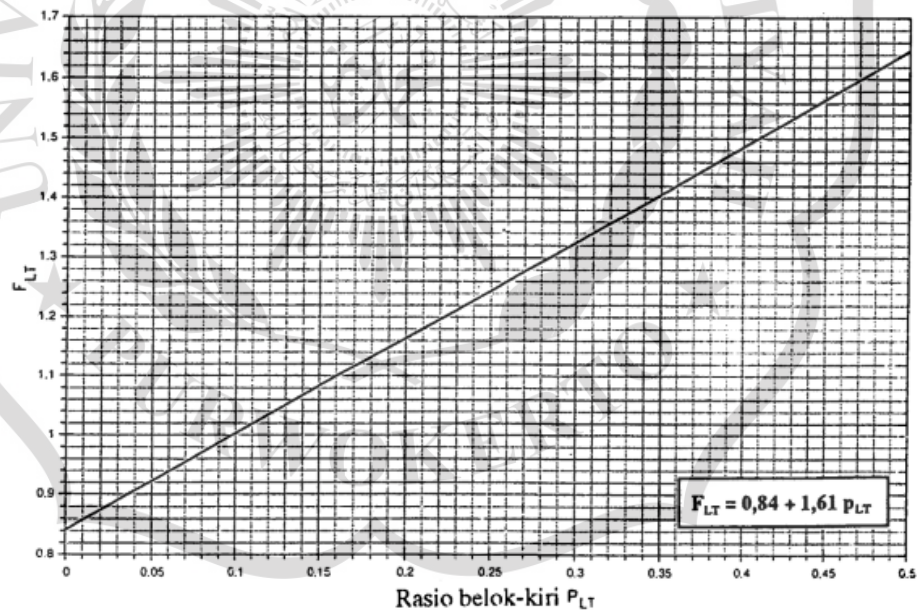
Kode tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor PUM					
		0,00	0,05	0,15	0,20	0,20	0,25
Komersil	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	Sedang						
	Rendah						

Sumber : MKJI, 1997

Table berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu $PCU_{UM} = 1,0$ yang mungkin merupakan kejadian apabila kendaraan tak bermotor itu adalah sepeda.

$$F_{RSU}(P_{UM} \text{ sesungguhnya}) = F_{RSU}(P_{UM} = 0) \times (1 - P_{UM} \times PCU_{UM}) \dots \dots \dots (2.1)$$

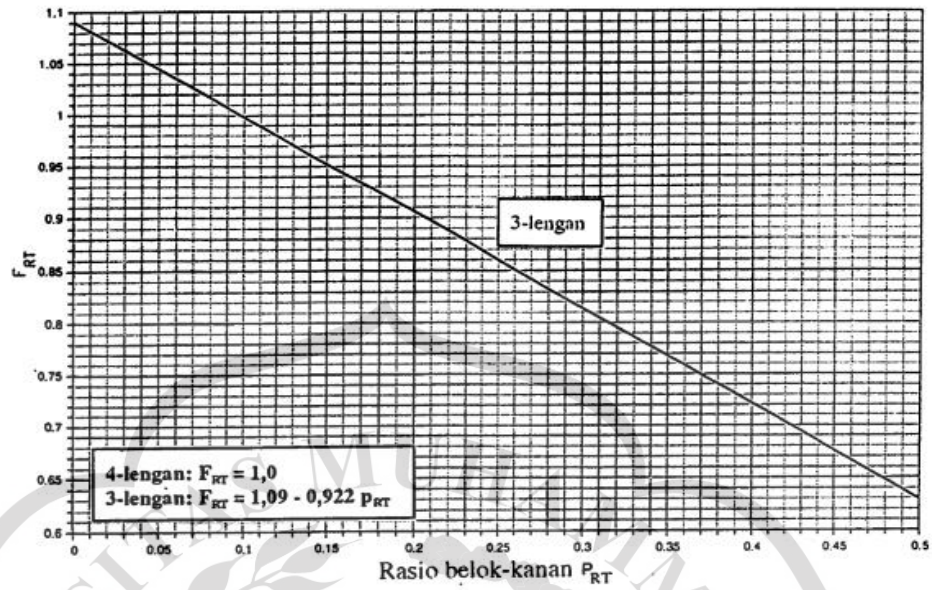
- e. Faktor penyesuaian belok kiri P_{LT} , ditentukan dari gambar 2.2, variabel masukan adalah belok kiri, P_{LT} batas nilai yang diberikan untuk P_{LT} adalah batas nilai dasar empiris dan manual.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.2 Faktor Penyesuaian Belok Kiri F_{LT}

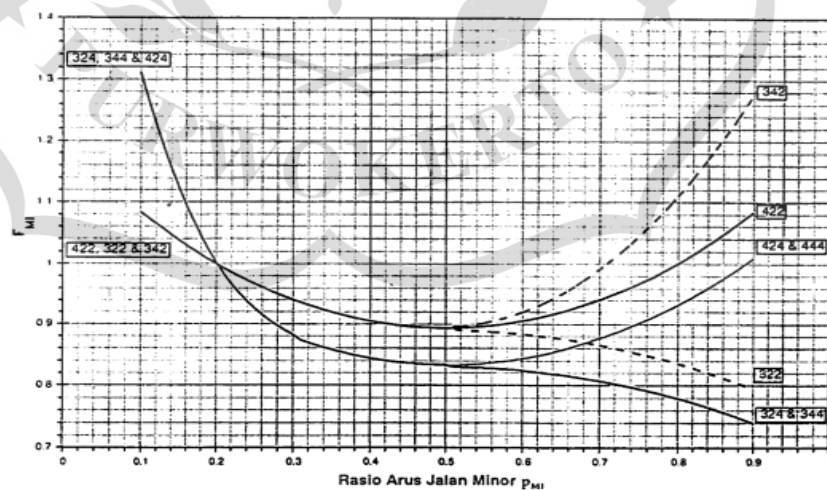
- f. Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dari Gambar 2.5 di bawah untuk simpang 3 – lengan. Variabel masukan adalah belok kanan, PRT pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan F_{RT}

g. Faktor penyesuaian rasio arus jalan simpang F_{MI} , faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio arus jalan simpang variabel masukan adalah rasio arus jalan F_{MI} dan tipe simpang IT, yang ditentukan dari gambar 2.4.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.4 Faktor Penyesuaian Jalan Simpang F_{MI}

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1 - 0,9
424	$16,6 \times p_{MI}^4 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times p_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0,1 - 0,3
444	$1,11 \times p_{MI}^2 - 1,11 \times p_{MI} + 1,11$	0,3 - 0,9
322	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1 - 0,5
	$-0,595 \times p_{MI}^2 + 0,595 \times p_{MI}^3 + 0,74$	0,5 - 0,9
342	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1 - 0,5
	$2,38 \times p_{MI}^2 - 2,38 \times p_{MI} + 1,49$	0,5 - 0,9
324	$16,6 \times p_{MI}^4 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times p_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0,1 - 0,3
344	$1,11 \times p_{MI}^2 - 1,11 \times p_{MI} + 1,11$	0,3 - 0,5
	$-0,555 \times p_{MI}^2 + 0,555 \times p_{MI} + 0,69$	0,5 - 0,9

Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.5 Faktor Penyesuaian Arus Simpang F_{MI}

8. Konflik

Didalam daerah simpang, lintasan kendaraan akan berpotongan pada titik konflik. Konflik akan menghambat pergerakan dan juga merupakan lokasi potensial untuk terjadinya bersentuhan/tabrakan. Arus lalu lintas yang terkena konflik pada suatu simpang mempunyai tingkah laku yang kompleks, setiap gerakan berbelok (kiri/kanan) ataupun lurus.

1. Jenis Pertemuan Gerakan

Ada empat jenis pertemuan gerakan :

- Gerakan memotong (*Crossing*)
- Gerakan memisah (*Diverging*)
- Gerakan menyatu (*Merging / Converging*)
- Gerakan Jalinan/Anyaman (*Weaving*)

2. Titik Konflik

Didalam daerah simpang lintasan kendaraan akan berpotongan pada titik-titik konflik, konflik ini akan menghambat pergerakan dan juga

merupakan lokasi potensial untuk tabrakan. Jumlah titik konflik tergantung pada:

- a) Jumlah kaki simpang
- b) Jumlah pengaturan simpang
- c) Jumlah lajur pada kaki simpang
- d) Jumlah arah pergerakan

3. Daerah konflik

Daerah konflik dapat digambarkan sebagai diagram yang memperhatikan suatu aliran kendaraan dan manuver bergabung, menyebar dan persilangan di simpang dan menunjukkan jenis konflik.

9. Kinerja Lalu Lintas

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) menyatakan ukuran kinerja lalu lintas diantaranya adalah *Level of Performance* (LoP). LoP berarti ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional dari fasilitas lalu lintas seperti yang di nilai oleh pembina jalan Pada umumnya di nyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata – rata, waktu tempuh, tundaan, peluang antrian dan rasio kendaraan terhenti. Ukuran – ukuran kinerja simpang tak bersinyal berikut dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometrik, lingkungan dan lalu lintas adalah :

- Kapasitas (C)
- Derajat Kejenuhan (DS)

- Tundaan (D)
- Peluang Antrian (QP %)

a. Kapasitas

MKJI 1997 mendefinisikan bahwa kapasitas adalah arus lalu lintas maximum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam. Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan factor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas.

Bentuk model kapasitas menjadi sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan

- ★ C = Kapasitas actual (sesuai kondisi yang ada) ★
- C_0 = Kapasitas dasar
- F_W = Faktor penyesuain lebar masuk
- F_M = Faktor penyesuain median jalan utama
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{RSU} = Faktor penyesuai tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor
- F_{LT} = Faktor penyesuaian rasio belok kiri
- F_{RT} = Faktor penyesuaian rasio belok kanan

F_{MI} =Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

Table 2.16 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang

Tipe simpang IT	Kapasitas dasar C_0 (pcu/h)
322	2700
342	2900
324 dan 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber : MKJI, 1997

b. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang (DS) merupakan rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam), dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q_{Tot}}{C} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

DS = Derajat kejenuhan

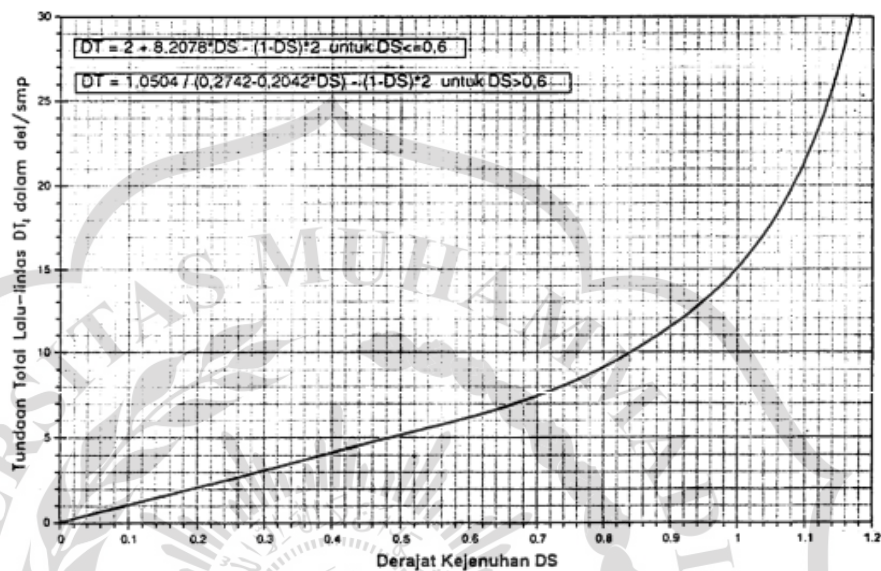
C = Kapasitas (smp/jam)

Q_{smp} = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

c. Tundaan

Tundaan (D) adalah total waktu hambatan rata – rata yang di alami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang. Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena terjadinya antrian di simpang sampai kendaraan itu keluar dari simpang karena adanya pengaruh kapasitas simpang yang sudah tidak memadai. Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan, semakin tinggi nilai tundaan semakin tinggi pula waktu tempuh.

Tundaan rata – rata untuk seluruh simpang, tundaan di tentukan dari hubungan empiris antara tundaan (D) dan derajat kejenuhan (DS) yang dapat dilihat pada gambar 2.6



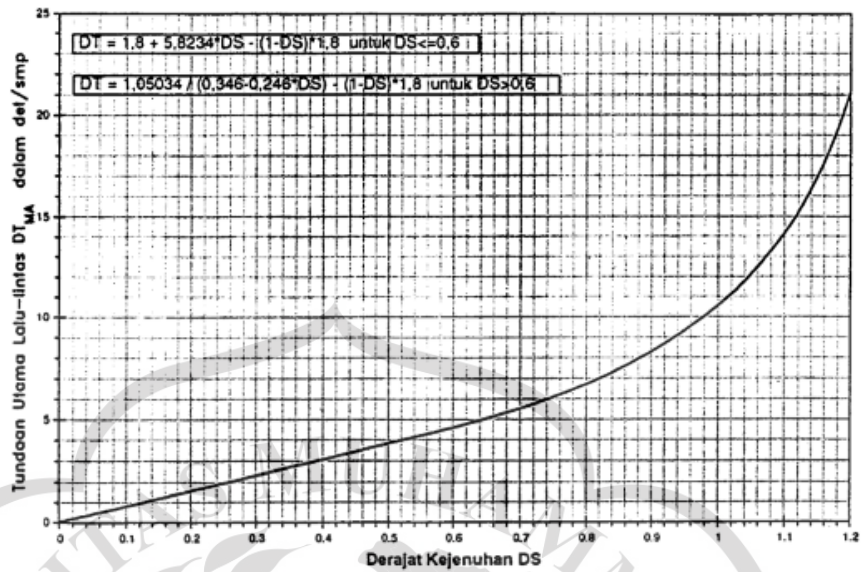
Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.6 Tundaan lalu lintas jalan minor

Simpang VS derajat kejenuhan, tundaan rata – rata untuk jalan utama

D_{MA} dengan bantuan gambar 2.6 sebagai bantuan dari DS

$$DT = 1,050 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1-DS) \times 2$$



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.7 Tundaan lalu-lintas jalan mayor

Utama VS derajat kejenuhan tundaan rata – rata untuk simpang D_{MI} ditentukan berdasarkan tundaan rata-rata seluruh persimpangan dan tundaan rata – rata jalan utama.

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) \times 1,8$$

1) Penentuan tundaan lalu-lintas jalan simpang DT

Tundaan lalu lintas jalan simpang rata – rata, ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata – rata,

$$DT_{MA} = (Q_{TOT} - D_{TI} \times Q_{MA} \times DT_{MA}) Q_{MI} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

$$Q_{TOT} = \text{Arus totsl (smp/jam)}$$

$$D_{TOT} = \text{Tundaan lalu lintas simpang (det/smp)}$$

$$Q_{MA} = \text{Arus total jalan utama (smp/jam)}$$

$$Q_{MI} = \text{Arus total jalan simpang (smp/jam)}$$

2) Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan geometrik rata – rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Untuk } DS < 1, 0(1-DS) \times Pr \times 6 + (1 Pr) \times 3 + DS \times 4 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

DG = Tundaan geometrik simpang

DS = Derajat kejenuhan

Pr = Rasio belok total

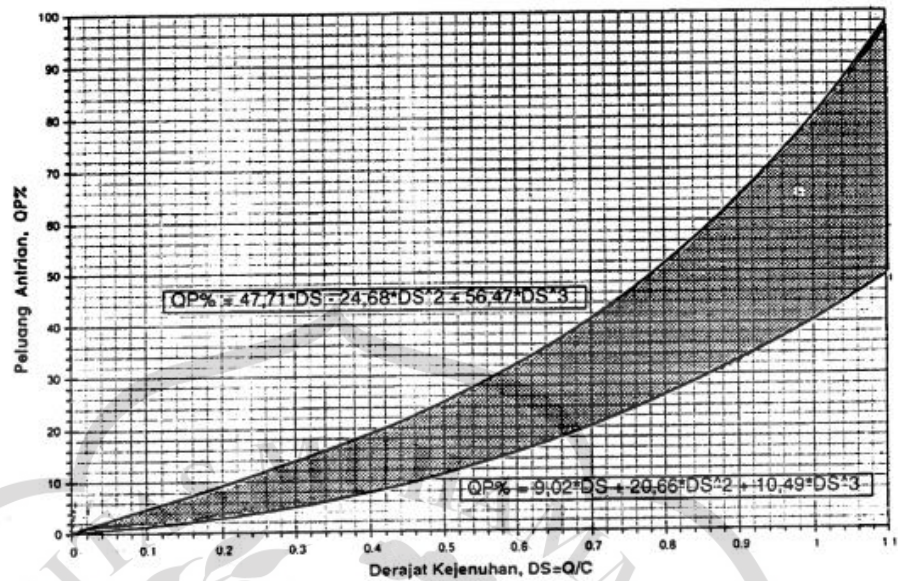
3) Tundaan simpang

Dengan rumus sebagai berikut :

$$D = DG + DT \dots \dots \dots (2.6)$$

d. Peluang Antrian (QP%)

Batas nilai peluang antrian QP% (%) ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian QP% dan derajat kejenuhan DS. Peluang antrian dengan batas atas dan ini batas bawah dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.8 Peluang antrian (QP%) terhadap derajat ke jenuhan (DS)

$$\text{Batas atas : } Q_{pa} = (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3) \dots (2.7)$$

$$\text{Batas bawah : } Q_{pb} = (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3) \dots (2.8)$$

E. Landasan Teori Simpang Bersinyal

1. Arus Lalu Lintas

Perhitungan dilakukan per satuan jam satu arah atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalulintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

Arus lalulintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri Q_{LT} , Lurus Q_{ST} dan belok kanan Q_{RT}) konversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp/jam) dengan menggunakan equivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.

Tabel 2.17 Equivalen Mobil Penumpang

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

Sumber : MKJI, 1997

2. Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas simpang adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum persatuan waktu dinyatakan dalam smp/jam.

$$C = S \times \frac{g}{c} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

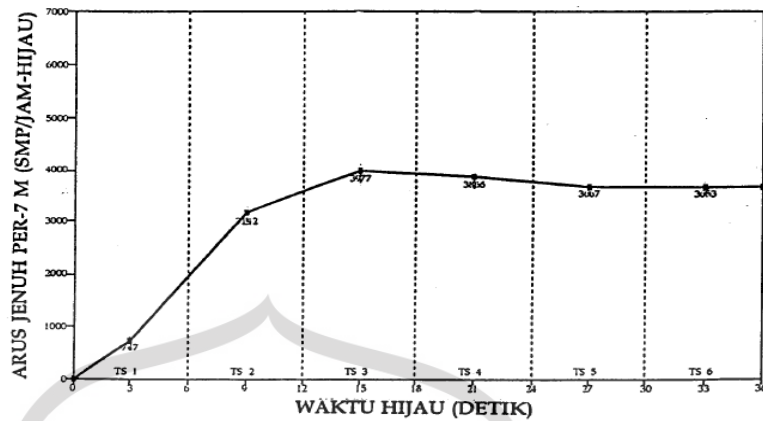
C = Kapasitas (smp/jam).

S = Arus jenuh, Yaitu arus yang berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau=smp per-jam hijau).

g = Waktu Hijau (detik)

c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara awal hijau yang berurutan pada fase yang sama).

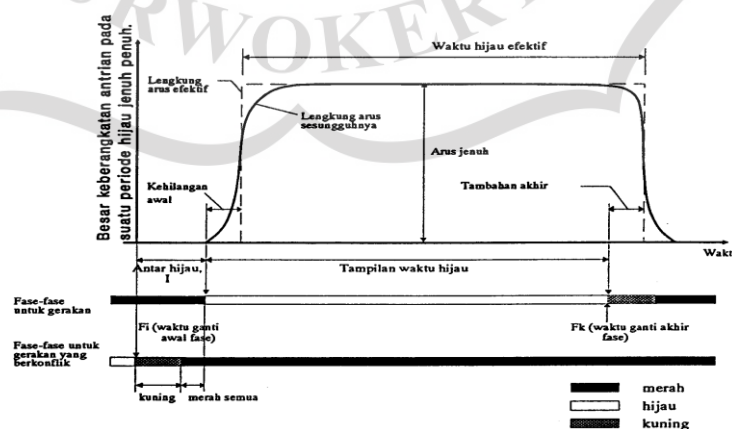
Pada rumus diatas arus jenuh dianggap tetap sama pada waktu hijau. Namun demikian dalam kenyataannya, arus berangkat mulai dari 0 pada awal waktu hijau dan mencapai waktu puncaknya setelah 10-15 detik dan nilai ini akan menurun sampai titik akhir waktu hijau, lihat gambar dibawah ini. Arus juga berlangsung selama waktu kuning dan merah semua hingga turun menjadi 0, yang biasanya terjadi 5-10 detik setelah awal sinyal merah.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.9. Arus Jenuh yang Diamati Berselang Waktu Enam Detik

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai “Kehilangan Awal” dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir hijau menyebabkan suatu “Tambahan Akhir” dari hijau efektif lihat gambar 2.6 jadi besarnya waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau dimana arus berangkat terjadi besaran dimana besaran tetap sebesar S, dapat dihitung kemudian sebagai Waktu hijau efektif = Tampilan waktu hijau – kehilangan awal + tambahan akhir.



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.10. Model Dasar untuk Arus Jenuh (Akcelik 1989)

Melalui data semua simpang yang telah disurvei telah ditarik kesimpulan bahwa rata-rata besarnya kehilangan awal dan tambahan akhir keduanya mempunyai nilai akhir sekitar 4.8 detik. Sesuai dengan rumus diatas untuk kasus *standart*, besarnya waktu hijau efektif menjadi sama dengan waktu hijau yang ditampilkan. Kesimpulan dari analisa ini adalah bahwa tampilan waktu hijau dan besar arus jenuh puncak yang diamati dilapangan untuk masing-masing lokasi, dapat digunakan pada rumus diatas untuk menghitung kapasitas pendekat tanpa penyesuaian dengan kehilangan awal dan tambahan akhir.

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil dari perkalian arus jenuh dasar (S₀) yaitu arus jenuh pada keadaan standart, dengan faktor penyesuaian (f) untuk penyimpangan pada kondisi sebenarnya, pada suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$S = S_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3 \dots S_n \dots \dots \dots (2.10)$$

Untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e)

$$S_0 = 600 \times W_e \dots \dots \dots (2.11)$$

Penyesuaian kemudian dilakukan pada kondisi dibawah ini :

- a. Ukuran kota CS, jutaan penduduk
- b. Hambatan Samping SF, Kelas hambatan samping dari lingkungan jalan dan kendaraan tak bermotor.
- c. Kelandaian G, % naik (+) atau turun (-)
- d. Parkir P, jarak garis henti sampai kendaraan parkir pertama.

- e. Gerakan membelok RT, % belok - kanan
LT, % belok – kiri

Untuk pendekatan terlawan, keberangkatan dari antrian sangat dipengaruhi oleh kenyataan bahwa sopir-sopir di Indonesia tidak menghormati (Aturan hak jalan) dari sebelah kiri yaitu kendaraan – kendaraan belok kanan memaksa menerobos lalu-lintas lurus yang berlawanan. Model-model dari negara barat tentang keberangkatan ini, yang didasarkan pada teori “Penerimaan celah” (*gap-acceptance*), tidak dapat diterapkan. Suatu model penjelasan yang didasarkan pada pengamatan perilaku pengemudi telah dikembangkan dan diterapkan dalam manual ini. Apabila terdapat gerakan belok kanan dengan rasio tinggi, umumnya menghasilkan kapasitas-kapasitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan model barat yang sesuai. Nilai-nilai SMP yang berbeda untuk pendekatan terlawan juga digunakan seperti diuraikan di atas. Arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif (W_e) dan arus lalu lintas belok kanan pada pendekatan yang berlawanan, karena pengaruh dari faktor-faktor tersebut tidak linear, kemudian dilakukan penyesuaian untuk kondisi sebenarnya sehubungan dengan ukuran kota, hambatan samping.

3. Penentuan Waktu Sinyal

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metode *Webster (1966)* untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama – tama ditentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g_i) pada masing masing fase (i).

Waktu Siklus :

$$C = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{erit}) \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

C = Waktu siklus sinyal.

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh.

FR_{erit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekatan yang berangkat pada suatu fase.

(FR_{erit}) = Rasio arus samping (jumlah FR_{erit} dari semua fase pada siklus tersebut).

Jika waktu siklus lebih kecil dari nilai ini maka ada resiko serius akan terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang panjang akan mengakibatkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai (FR_{erit}) mendekati atau lebih dari 1 maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negatif.

Waktu Hijau :

$$g_i = (c - LTI) \times FR_{erit} / \sum (FR_{erit}) \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

G_i = Tampil fase hijau pada waktu i (fase)

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan-kesalahan dalam pembagian waktu hijau dari pada terhadap terlalu panjangnya waktu siklus. Penyimpangan kecil pun dari rasio hijau (g/c) yang ditentukan dari rumus 7 dan 8 diatas menghasilkan bertambah tingginya tundaan rata-rata pada simpang tersebut.

4. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus volume (Q) terhadap kapasitas (C), digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan dasar untuk menentukan DS menggunakan rumus matematika 3, yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

Q = Rasio Volume

C = Kapasitas

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas dinyatakan dalam smp/jam. DS digunakan untuk analisa perilaku lalu-lintas pada suatu ruas jalan karena nilai DS dapat menunjukan bahwa kapasitas suatu ruas jalan masih mampu menampung volme lalu lintas yang ada atau tidak.

5. Pertumbuhan Lalulintas

Perkiraan pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan metode Eksponensial. Perhitungan pertumbuhan lalu lintas dengan metode eksponensial dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$Pt = Po (1 + i)^n \dots \dots \dots (2.15)$$

dengan :

i = angka pertumbuhan lalulintas (%)

n = jumlah tahun rencana

P_t = jumlah kendaraan terbaru

P_o = jumlah kendaraan perbandingan

F. Analisis Regresi

Analisa regresi ini dilakukan untuk memprediksikan jumlah kendaraan di tahun yang akan datang karena diperkirakan kendaraan setiap tahunnya bertambah. Dalam menentukan pertumbuhan kendaraan di ruas jalan jika menggunakan regresi minimal data volume yang harus di dapatkan dalam minimal 3 tahun terakhir.

1. Model Analisa Regresi Linier Sederhana

Analisa regresi-linier adalah metode statistic yang dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki.

Model analisis-linier dapat memodelkan hubungan antara 2 (dua) perubah atau lebih. Pada model ini terdapat peubah tidak bebas (y) yang mempunyai hubungan fungsional dengan 1 (satu) atau lebih peubah bebas (X_i). Dalam kasus yang paling sederhana, hubungan secara umum dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut.

$$Y' = a + Bx \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

Y' = Persamaan yang dihasilkan (nilai yang diprediksikan)

- X = Tahun yang dicari
- a = Konstanta (nilai Y' apabila X = 0)
- b = Koefisien regresi (nilai peningkatan jika bernilai positif ataupun penurunan jika bernilai negative)

Parameter a dan b dapat diperkirakan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil yang meminimumkan total kuadratis residual antara hasil model dengan hasil pengamatan. Nilai parameter a dan b bisa didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$r = \frac{n \cdot \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[(n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2)]}} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(2.19)$$

(Dwi et al., 2015)

Dimana:

- a.b = Koefisiem Regresi
- n = Jumlah Data Pengamatan
- x = Variabel Bebas

y = Variabel Tak Bebas

Nilai r yang didapatkan nantinya antara -1 hingga 1, apabila didapat nilai $r = 1$ atau $r = -1$ maka hubungan antara x dan y sangat kuat, atau dapat menggunakan persamaan yang ada diatas. Dan apabila harga $r = 0$ maka persamaan tersebut tidak layak.

Multiple R (R majemuk) merupakan suatu ukuran yang mengatur tentang tingkat (keeratan) hubungan linier antara variable terikat dengan seluruh variable bebas secara bersamaan. Pada kasus dua variable (satu variable dan satu variable bebas), besaran r (biasa dituliskan dengan huruf kecil untuk dua variable) dapat bernilai positif maupun negatif (antara -1-1), dan untuk lebih dari dua variable, besaran R yang lebih besar (+ atau -) menunjukkan hubungan yang kuat.

R Square (R^2) sering disebut juga dengan koefisien determinasi, yang merupakan pengukuran kebaikan yang sesuai dengan persamaan regresi, dimana memberikan proporsi atau prosentase variasi total dalam variable terikat yang dijelaskan oleh Variable bebas. Nilai R^2 terletak antara 0 – 1, dan kecocokan modelnya dikatakan lebih baik apabila R^2 semakin mendekati 1.(Uraian lebih lanjut dapat dilihat pada pembahasan dibawah).

Adjusted R Square.Sifat penting dari R^2 yaitu nilainya merupakan fungsi yang tidak pernah menurun dari banyaknya

variable bebas yang ada dalam model. Oleh karena itu, untuk membandingkan dua R² dari dua model, maka surveyor harus memperhitungkan banyaknya variable bebas yang ada di dalam model. Dilakukan dengan menggunakan “Adjusted R Square”. Istilah yang ada pada penyesuaian ini diartikan dengan nilai R² sudah disesuaikan dengan banyaknya variable (derajat bebas) dalam model. Memang, R² yang disesuaikan ini nantinya akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah variable, tetapi peningkatannya relative kecil.

Untuk melihat seberapa kuat hubungan antara kedua variable dan untuk melihat besar variable (Y) yang dipengaruhi oleh variable (X) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.18 Interpretasi Nilai R

R	Interpretasi
0	Tidak Berkorelasi
0.01 – 0.20	Sangat Rendah
0.21 – 0.40	Rendah
0.41 – 0.60	Agak Rendah
0.61 – 0.80	Cukup
0.81 – 0.99	Tinggi
1	Sangat Tinggi

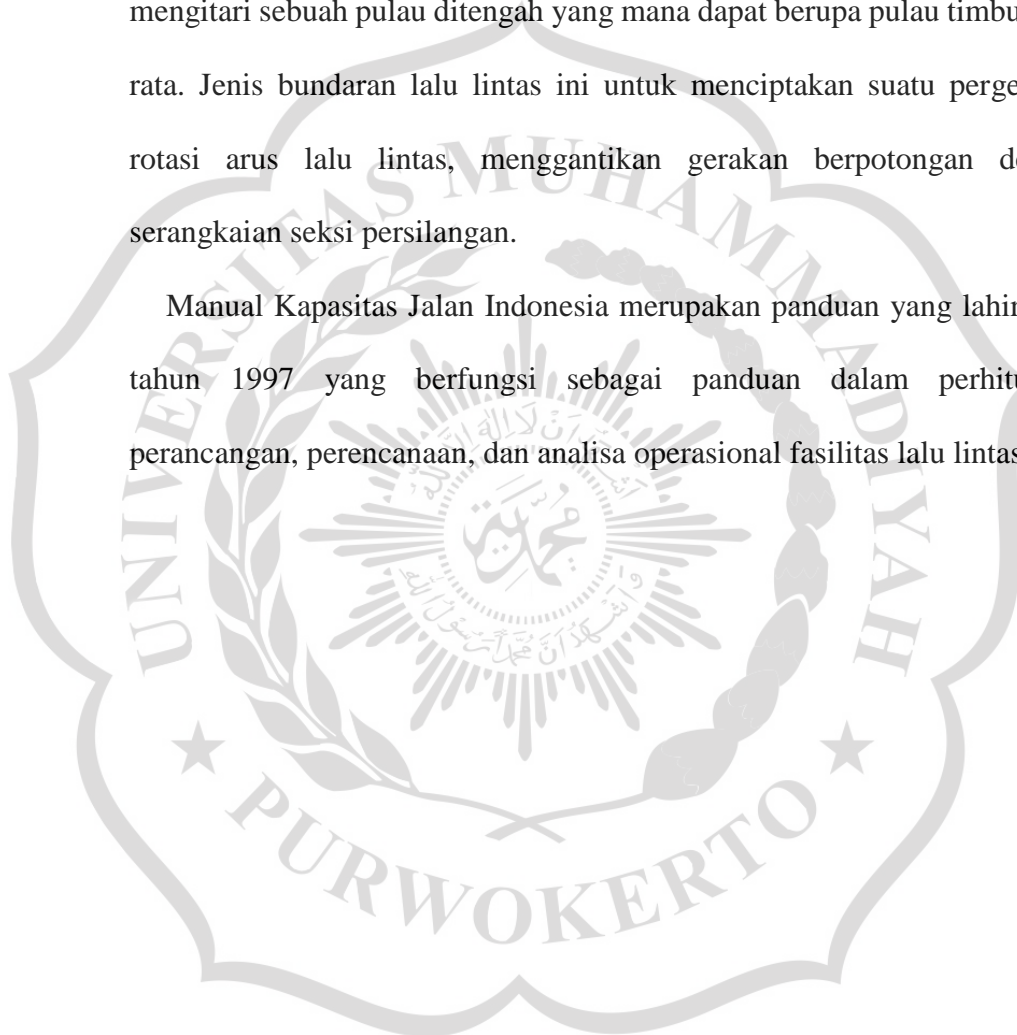
Sumber : Hartono, M.Pd statistic untuk penelitian
(Dwi et al., 2015)

G. Bundaran

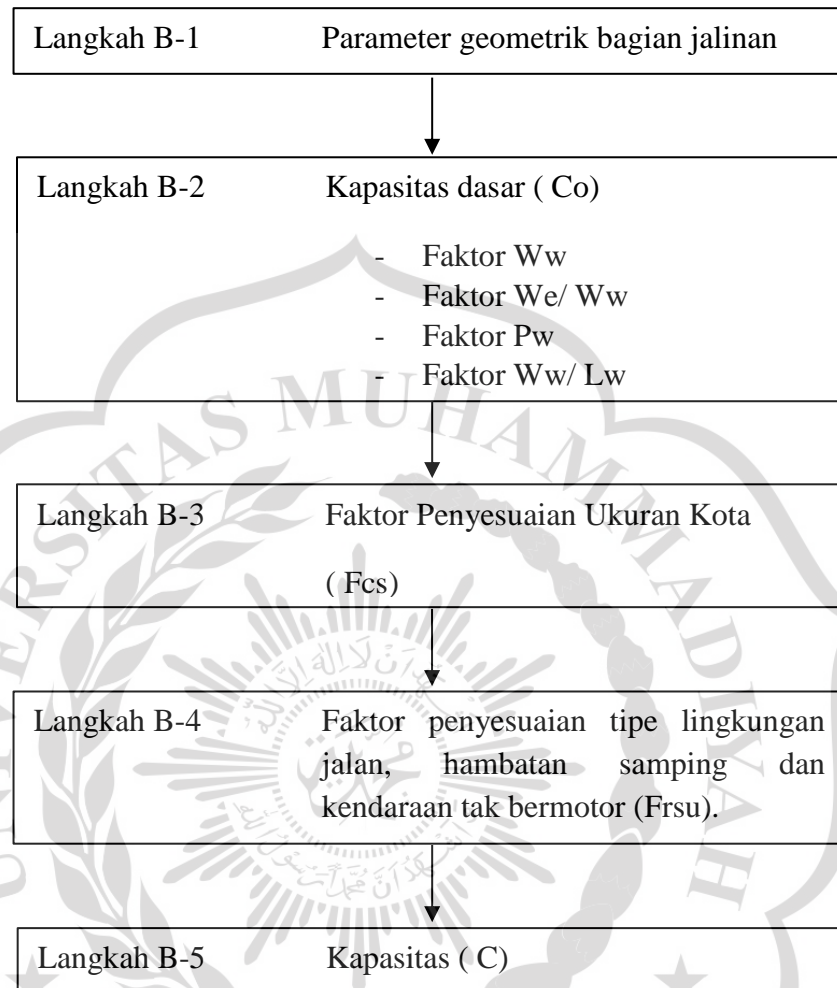
Bundaran lalu lintas adalah suatu persimpangan dimana lalu lintas searah mengelilingi suatu pulau yang bundar dipertengahan persimpangan.

Sebuah bundaran terdiri dari sebuah jalur lalu lintas terarah yang mengitari sebuah pulau ditengah yang mana dapat berupa pulau timbul atau rata. Jenis bundaran lalu lintas ini untuk menciptakan suatu pergerakan rotasi arus lalu lintas, menggantikan gerakan berpotongan dengan serangkaian seksi persilangan.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia merupakan panduan yang lahir pada tahun 1997 yang berfungsi sebagai panduan dalam perhitungan perancangan, perencanaan, dan analisa operasional fasilitas lalu lintas.



Analisa Perencanaan Bundaran :



Gambar 2.11 Langkah Analisis Bundaran

H. Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan

1. Bahu Jalan

a) Ketentuan bahu jalan

Jalur lalu lintas hendaknya dilengkapi dengan bahu jalan. Hanya bila jalur lalu lintas telah dilengkapi dengan median, jalur pemisah atau jalur parkir maka bahu jalan tidak diperlukan lagi. Bahu jalan

sebaiknya diperkeras. Bahu yang tidak diperkeras dipertimbangkan apabila ada pertimbangan ekonomi.

b) Lebar minimum bahu jalan sebelah luar/ kiri

Lebar minimum bahu jalan sebelah luar/ kiri dicantumkan pada tabel 2.19 kolom kedua bila tidak memiliki jalur pejalan kaki/ sepeda atau seperti kolom ketiga bila memiliki jalur pejalan kaki/ sepeda pada sebelah luar bahu jalan.

Tabel 2.19 Lebar minimum bahu jalan sebelah luar/ kiri

Klasifikasi Perencanaan	Lebar bahu kiri/ laur (m)				Ada Trotoar
	Tidak ada Trotoar			Lebar yang diinginkan	
	Standar Minimum	Pengecualia n Minimum			
Tipe I	Kelas 1	2,0	1,75	3,25	
	Kelas 2	2,0	1,75	2,5	
Tipe II	Kelas 1	2,0	1,5	2,5	0,5
	Kelas 2	2,0	1,5	2,5	0,5
	Kelas 3	2,0	1,5	2,5	0,5
	Kelas 4	0,5	0,5	0,5	0,5

Sumber : Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan

Catatan : Pengecualan Minimum sebaiknya hanya dipakai pada jembatan dengan bentang 50 m atau lebih, pada terowongan atau pada daerah dengan ROW terbatas.

c) Lebar minimum bahu jalan sebelah kanan/ dalam

Lebar minimum bahu jalan sebelah dalam sesuai tabel 2.20 dibawah ini.

Tabel 2.20 Lebar minimum bahu jalan sebelah kanan/ dalam

Kelas Perencanaan		Lebar bahu jalan dalam (m)
Tipe I	Kelas 1	1,0
	Kelas 2	0,75
Tipe II	Kelas 1	0,5
	Kelas 2	0,5
	Kelas 3	0,5
	Kelas 4	0,5

Sumber : Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan
(1-perencanaan-geometrik-untuk-jalan-perkotaan.pdf, n.d.)

