

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

Simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang merupakan titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih (Pignataro, 1973). Dengan demikian maka perlu adanya pengaturan lalu lintas untuk meminimalisir konflik yang terjadi. Dalam pengaturan atau manajemen lalu lintas khususnya di daerah persimpangan Indonesia telah memiliki panduan sebagai landasan dalam perhitungannya. Landasan perhitungan ini penting sebelum nantinya ditentukan pemecahan masalahnya. MKJI atau Manual Kapasitas Jalan Indonesia telah memberikan aturan baku untuk jalan-jalan yang ada di Indonesia. Dalam MKJI memuat standar mulai dari kapasitas jalan, simpang bersinyal dan tak bersinyal serta yang lainnya. Pada bab ini akan dijelaskan tentang simpang bersinyal dan tak bersinyal serta istilah-istilah yang ada.

B. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1. Daftar Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun Terbit	Metode	Hasil
1	Analisis Efektivitas Simpang Tak Bersinyal Jalan Gatot Subroto dan Jalan Gereja	Oksi Kurniawan	Universitas Muhamadiyah Purwokerto, 2017	Data masukan (kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan), analisis kapasitas kemudian analisis perilaku lalu	-Tahun 2017 didapatkan nilai DS 0,93 kemudian dibuat scenario I perubahan menjadi simpang bersinyal

	di Purwokerto untuk 10 Tahun			lintas. Jika nilai derajat jenuh di atas 0,75 dilakukan perubahan pada geometrik, lingkungan atau lalu lintas, jika di bawah 0,75 lanjutkan ke perhitungan untuk 5 tahun kedepan dan 10 tahun kedepan.	-Tahun 2022 didapatkan nilai DS 1,42 pada jalan utara, 0,86 pada jalan barat maka dibuatlah skenario II perubahan siklus sinyal dari 65 menjadi 90 detik -Tahun 2027 didapatkan nilai DS 0,77 pada jalan utara dan 0,81 pada jalan barat dibuatlah skenario III penambahan siklus dari 90 menjadi 105
2	Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Kaliori-Patikraja-Banyumas untuk 10 Tahun	Yuda Dwi Rahmanto	Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 2017	Data masukan (kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan), analisis kapasitas kemudian analisis perilaku lalu lintas. Jika nilai derajat jenuh di atas 0,75 dilakukan perubahan pada geometrik, lingkungan atau lalu lintas, jika di bawah 0,75 lanjutkan ke perhitungan untuk 5 tahun kedepan dan 10 tahun kedepan.	-Tahun 2017 didapatkan nilai DS 0,75 dibuatlah skenario I dengan penambahan lebar jalan minor 1,5 m dan jalan utama 2 m -Tahun 2022 didapatkan nilai DS 0,99 dibuatlah skenario II dengan merubah menjadi simpang bersinyal 2 fase -Tahun 2027 didapatkan nilai DS 1,2 dibuatlah skenario III dengan pelebaran jalan minor 1 m dan jalan utama 1,5 m
3	Analisis Pengembangan Simpang Tak Bersinyal	Gerry Muhammad Akbar	Universitas Gadjah Mada, 2016	Data masukan (kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan), analisis	-Analisis DS 10 mendatang didapatkan nilai 0,98 maka

	Menjadi Jalanan Bundaran (Studi Kasus: Simpang Jeruk Bandara Depati Amir Pangkal Pindang)			kapasitas kemudian analisis perilaku lalu lintas. Jika nilai derajat jenuh di atas 0,75 dilakukan perubahan pada geometrik, lingkungan atau lalu lintas, jika di bawah 0,75 lanjutkan ke perhitungan untuk 5 tahun kedepan dan 10 tahun kedepan.	dibuatlah skenario untuk dibangun bundaran untuk mengurai kepadatan
4.	Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang Peternakan Fakultas Peternakan UGM	Agus Budi Prasetyo	Universitas Gadjah Mada, 2018	Data masukan (kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan), analisis kapasitas kemudian analisis perilaku lalu lintas. Jika nilai derajat jenuh di atas 0,75 dilakukan perubahan pada geometrik, lingkungan atau lalu lintas, jika di bawah 0,75 lanjutkan ke perhitungan untuk 5 tahun kedepan dan 10 tahun kedepan.	-Analisis 10 tahun mendatang didapatkan nilai DS 6.024 maka dibuatkan skenario dengan dirubah menjado sipang bersinyal dan pelebaran jalan sebesar 3,5 m.

C. Landasan Teori Simpang Tak Bersinyal

1. Persimpangan

Simpang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan. Simpang adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu, disini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan

siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan.

Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty. C.J dan Kent L.B, 2003).

Menurut Khisty (2003), persimpangan dibuat dengan tujuan untuk mengurangi potensi konflik diantara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan.

Pada persimpangan terdapat 4 jenis pergerakan arus lalu lintas yang dapat menimbulkan konflik, yaitu:

- a. Berpotongan (crossing), dimana dua arus berpotongan langsung.
- b. Bergabung (merging), dimana dua arus bergabung.
- c. Berpisah (diverging), dimana dua arus berpisah.
- d. Bersilangan (weaving), dimana dua arus saling bersilangan.

Menurut Morlok (1988), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

- a. Simpang tak bersinyal (unsignalized intersection), yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati

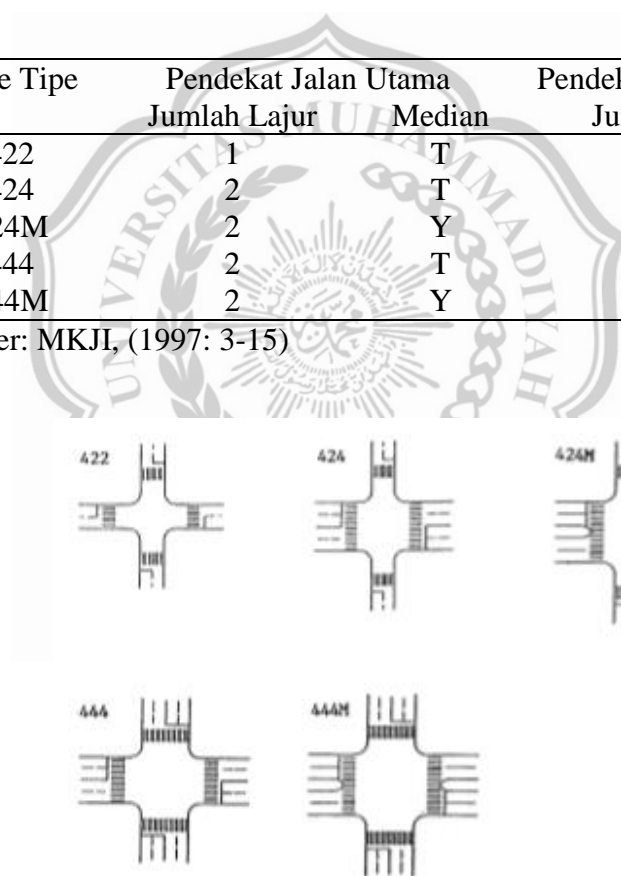
simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.

- b. Simpang bersinyal (signalized intersection), yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangunya.

Tabel 2.2. Definisi Tipe Simpang Empat Lengan

Kode Tipe	Pendekat Jalan Utama Jumlah Lajur	Median	Pendekat Jalan Minor Jumlah Lajur
422	1	T	1
424	2	T	1
424M	2	Y	1
444	2	T	2
444M	2	Y	2

Sumber: MKJI, (1997: 3-15)



Gambar 2.1. Ilustrasi simpang tak bersinyal 4 lengan.

2. Volume dan Arus Lalu Lintas

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau pada suatu ruas jalan dalam waktu yang lama (minimal 24 jam) tanpa

membedakan arah dan lajur. Segmen jalan selama selang waktu tertentu yang dapat diekspresikan dalam tahunan, harian (LHR), jam-an atau sub jam. Rate of Flow atau Nilai Arus adalah Volume lalu-lintas yang biasanya kurang dari satu jam tetapi diekspresikan dalam satu jam.

Untuk mendapatkan nilai arus suatu segmen jalan yang terdiri dari banyak tipe kendaraan maka semua tipe-tipe kendaraan tersebut harus dikonversi kedalam satuan mobil penumpang (smp). Konversi kendaraan ke dalam satuan smp diperlukan angka faktor ekivalen untuk berbagai jenis kendaraan. Jenis Kendaraan yang melewati persimpangan dibagi menjadi 4 jenis yaitu:

- a. *Light Vehicle (LV)*, yaitu kendaraan ringan yang beroda empat dengan dua as berjarak 2-3 meter (termasuk kendaraan penumpang, mikro bis, *Pick up*, dan truk kecil)
- b. *Heavy Vehicle (HV)*, yaitu kendaraan berat beroda lebih dari empat roda dengan jarak as 3-4 meter, termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as, dan sejenisnya.
- c. *Motor Cycle (MC)*, yaitu kendaraan motor beroda dua atau tiga seperti becak motor dan sepeda motor.
- d. *Unmotorized (UM)*, yaitu kendaraan tidak bermotor beroda dua atau tiga seperti becak, kereta dorong dan pejalan kaki.

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} dan belok-kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan

penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan:

Tabel 2.3. Nilai emp Simpang Tak Bersinyal

Jenis Kendaraan	Emp
Kendaraan Ringan (LV)	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,5

Sumber: MKJI, (1997: 3-46)

Berdasarkan MKJI, (1997: 3-26), untuk mengetahui nilai arus lalu lintas digunakan persamaan 1 berikut:

$$Q = (QLV \times empLV) + (QHV \times empHV) + (QMC \times empMC) \dots \dots \dots (2.1)$$

3. Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas.

Untuk mengetahui nilai kapasitas menggunakan persamaan 2 berikut:

$$C = C_0 \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

CO : Kapasitas dasar.

FW : Faktor penyesuaian lebar masuk.

FM : Faktor penyesuaian tipe median jalan utama.

FCS : Faktor penyesuaian ukuran kota.

FRSU : Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.

FLT : Faktor penyesuaian belok kiri.

FRT : Faktor penyesuaian belok kanan.

FMI : Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor.

Variabel-variabel masukan untuk perkiraan kapasitas (smp/jam) dengan menggunakan model tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4. Ringkasan Variabel-Variabel Masukan Model Kapasitas

Tipe Variabel	Uraian Variabel dan Nama Masukan	Faktor Model	
Geometri	Tipe Simpang	IT	
	Lebar rata-rata pendekat	W	FW
	Tipe median jalan utama	M	FM
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	FCS
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
	Rasio kendaraan tak bermotor	PUM	FRSU
Lalu lintas	Rasio belok kiri	PLT	FLT
	Rasio belok kanan	PRT	FRT
	Rasio arus jalan minor	Q _{MI} /Q _{TOT}	FMI

Sumber: MKJI, (1997: 3-10)

a. Nilai Normal

Sebelum dilakukan penghitungan kapasitas di lapangan terlebih dahulu untuk diketahui nilai normal sebagai pembanding.

Tabel 2.5. Nilai normal faktor – K

Lingkungan Jalan	Faktor – 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 pemukiman	0,08 – 0,09	0,09 – 0,12

Sumber: MKJI, (1997: 3-27)

Tabel 2.6. Nilai Normal Lalu Lintas Umum

Faktor	Normal
Rasio arus jalan simpang P _{MI}	0,25
Rasio belok kiri P _{LT}	0,15
Rasio belok kanan P _{RT}	0,15
Faktor F _{PCU}	0,85

Sumber: MKJI, (1997: 3-27)

Tabel 2.7. Nilai Normal Komposisi Lalu Lintas

Ukuran Kota Juta Penduduk	Komposisi Lalu Lintas Kendaraan Bermotor %			
	Kendaraan Ringan LV	Kendaraan Berat HV	Sepeda Motor MC	Rasioa Kendaraan Tak Bermotor 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 – 0,5 M	63	2,5	34,5	0,05
< 0,1 M	63	2,5	34,5	0,05

Sumber: MKJI, (1997: 3 – 27)

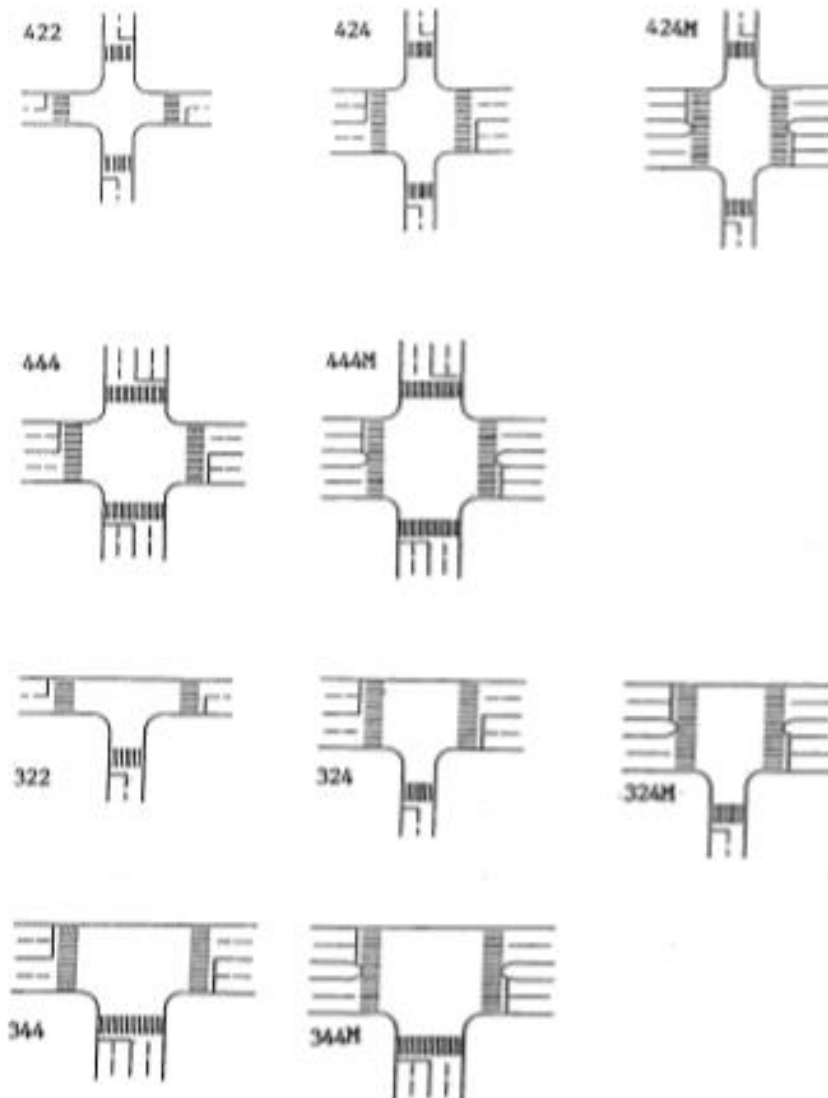
b. Kapasitas dasar

Kapasitas dasar (CO) adalah kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar).

Tabel 2.8. Kapasitas Dasar dan Tipe Persimpangan

Tipe simpang IT	Kapasitas dasar smp/jam
322	2700
342	2900
342 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: MKJI, (1997: 3-33)



Gambar 2.2. Ilustrasi tipe simpang tak bersinyal.

4. Faktor Penyesuaian

Pada perhitungan arus jenuh ada beberapa faktor penyesuaian. Untuk semua tipe pendekat (tipe pendekat P dan tipe pendekat O) faktor penyesuaiannya meliputi ukuran kota, hambatan samping, lebar pendekat atau median jalan utama. Sedangkan faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) dan faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) hanya untuk tipe pendekat P.

a. Faktor koreksi lebar pendekat (F_w)

Faktor koreksi lebar pendekatan (F_w) Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) ini merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan.

Lebar pendekat diukur pada jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat.

Untuk pendekat yang sering digunakan parkir pada jarak kurang dari 20 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, lebar pendekat tersebut harus dikurangi 2 m.

Untuk menghitung lebar rata-rata pendekat pada jalan minor gunakan persamaan 3:

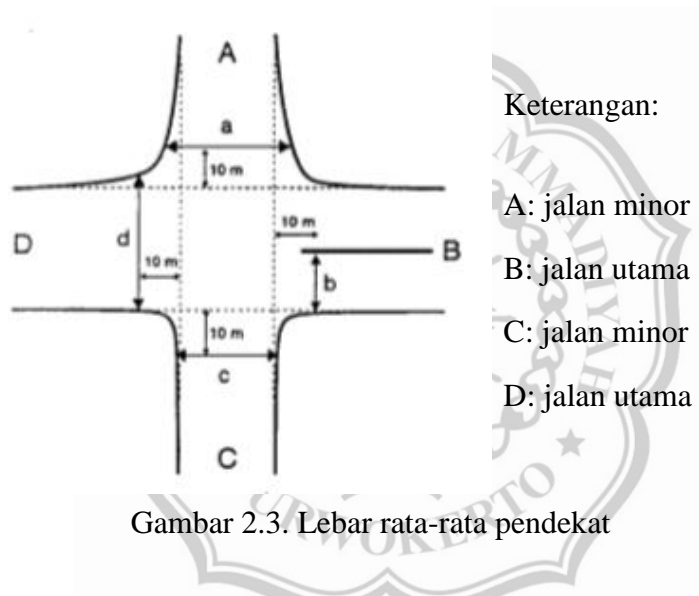
$$WAC = (WA + WC)/2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Untuk menghitung lebar rata-rata pendekat pada jalan utama gunakan persamaan 4:

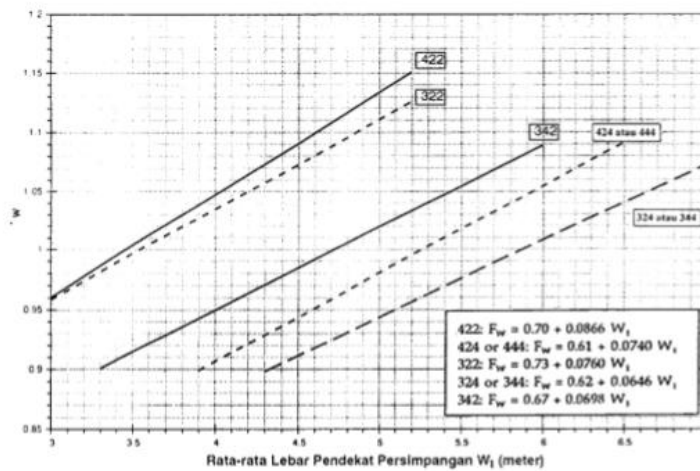
$$WBD = (WB + WD)/2 \dots \dots \dots (2.4)$$

Untuk menghitung lebar rata-rata pendekat gunakan persamaan 5:

$$W1 = (WA + WC + WB + WD)/4 \dots \dots \dots (2.5)$$



Gambar 2.3. Lebar rata-rata pendekat



Gambar 2.4. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

Tabel 2.9. Faktor Koreksi Lebar Pendekatan.

Tipe Simpang	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (Fw)
1	2
422	$0,7 + 0,0866 W1$
424 atau 444	$0,61 + 0,074 W1$
322	$0,076 W1$
324	$0,62 + 0,0646 W1$
342	$0,0698 W1$

Sumber: MKJI, (1997: 3-33)

b. Faktor Koreksi Median Jalan Mayor/Utama (F_M)

FM ini merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan tipe median jalan utama. Tipe median jalan utama merupakan klasifikasi media jalan utama, tergantung pada kemungkinan menggunakan media tersebut untuk menyeberangi jalan utama dalam dua tahap. Faktor ini hanya digunakan pada jalan utama dengan jumlah lajur 4 (empat) dan besarnya faktor penyesuaian median terdapat dalam tabel.

Tabel 2.10. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

Uraian	Tipe Median	Faktor Penyesuaian Median (Fw)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1.00
Ada median jalan utama < 3m	Sempit	1.05
Ada median jalan utama > 3m	Lebar	1.20

Sumber: MKJI, (1997: 3-34)

c. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Swee Road dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia, semakin besar ukuran kota semakin besar kapasitas jalannya seperti ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.11. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Ukuran Kota CS	Penduduk (Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)
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: 3-34)

d. Faktor Koreksi Tipe Lingkungan, Kelas Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (Frsu).

Faktor ini dinyatakan dalam Tabel 2.12. dengan asumsi bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu $emp_{UM} = 1,0$. Persamaan di bawah ini dapat dipakai bila terdapat bukti bahwa $emp_{UM} \neq 1,0$ yang dapat saja terjadi bila kendaraan tak bermotor tersebut berupa sepeda.

Table 2.12. Faktor Koreksi Tipe Lingkungan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor. (FRSU)

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio Kendaraan Tak Bermotor P _{UM}					
		0,00	0,05	0,1	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	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
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,73
	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/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber: MKJI, (1997: 3-35)

Tabel 2.13. Tipe lingkungan jalan

Komersil	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena ada penghalang jalan fisik, jalan samping dsb)

Sumber: MKJI, (1997: 3-29)

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

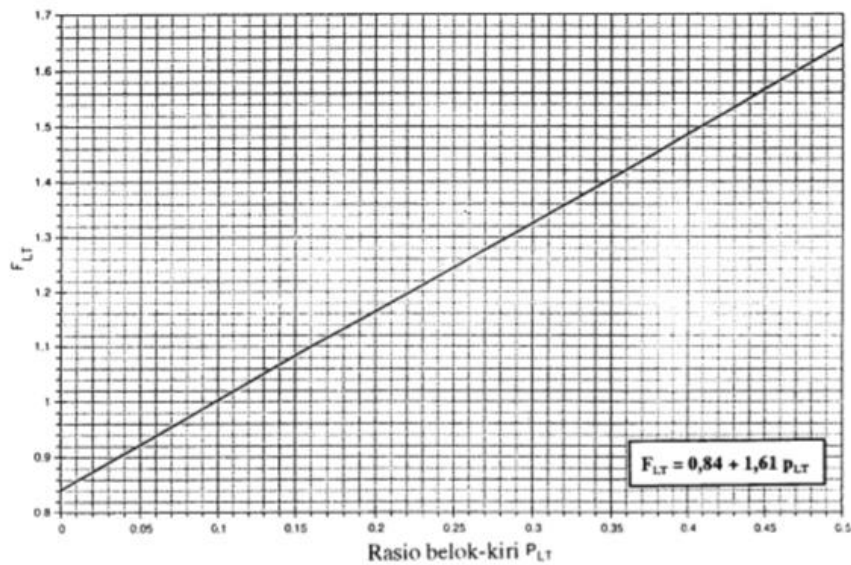
Untuk mengetahui nilai hambatan samping gunakan persamaan 6:

$$FRSU (P_{UM} \text{ sesungguhnya}) = FRSU (P_{UM} = 0)$$

$$\times (1 - P_{UM} \times e_{PUM}) \dots\dots\dots (2.6)$$

e. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Ditentukan menggunakan gambar 2.2. variable masukan adalah belok kiri, P_{LT} batas nilai yang diberikan untuk P_{LT} adalah batas dasar empiris dan manual.



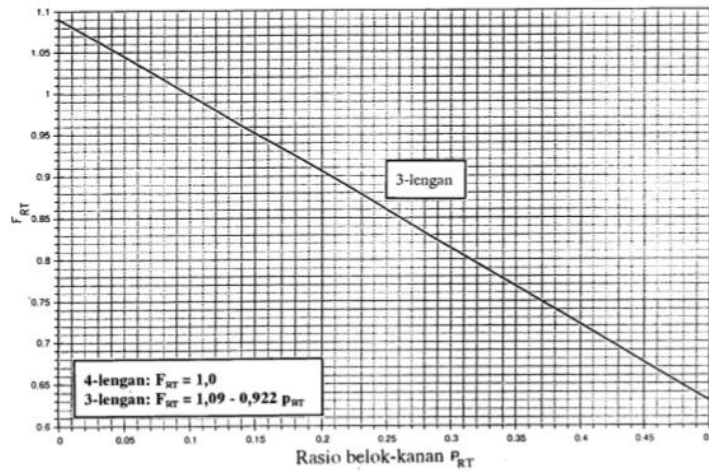
Gambar 2.5. Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian belok kiri bisa ditentukan dengan menggunakan persamaan 7:

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT} \dots\dots\dots (2.7)$$

f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Ditentukan menggunakan gambar 2.3. untuk simpang 3 lengan. Variable masukan adalah belok kanan P_{RT} . Batas nilai yang diberikan untuk P_{RT} pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



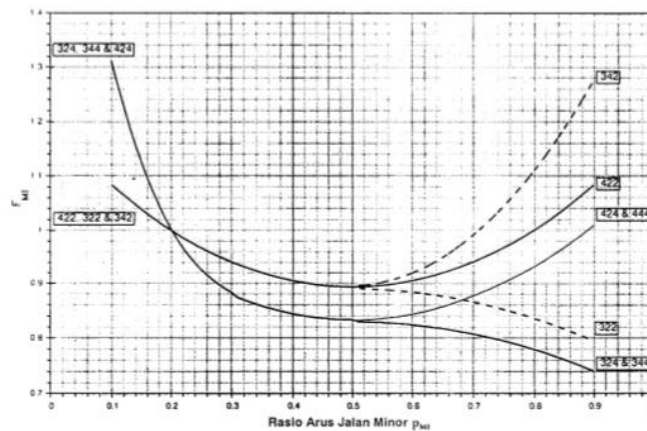
Gambar 2.6. Faktor penyesuaian belok kanan

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dengan menggunakan persamaan 8:

$$\text{Tiga lengan} = 1,09 - 0,922 P_{RT} \dots \dots \dots (2.8)$$

g. Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor

Faktor penyesuaian arus jalan minor ditentukan menggunakan gambar 2.4. Variabel masukan adalah rasio arus jalan P_M dan tipe simpang IT.



Gambar 2.7. Rasio arus jalan minor

Tabel 2.14. Faktor penyesuaian arus jalan minor (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	$16,6 \times P_{MI}^2 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	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: 3-38)

5. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. (MKJI, 1997: 5 – 19)

Untuk mengetahui nilai derajat kejenuhan gunakan persamaan 9:

$$DS = Q_{smp} / C \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

DS : Derajat kejenuhan

Q_{smp} : Arus lalu lintas

C : Kapasitas

D. Landasan Teori Simpang Bersinyal

1. Tinjauan Umum

Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (traffic light). Berdasarkan MKJI 1997, adapun tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas (traffic light) pada persimpangan antara lain:

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

2. Arus Lalu Lintas

Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu-lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri QLT, lurus QST dan belok-kanan QRT) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen

kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.

Menurut Abubakar, dkk., (1995), karakteristik arus lalu lintas terdiri dari:

a. Karakteristik Primer

Karakteristik primer dari arus lalu lintas ada tiga macam, yaitu : volume, kecepatan, dan kepadatan.

b. Karakteristik Sekunder

Karakteristik sekunder yang terpenting adalah jarak-antara. Ada dua parameter jarak-antara yaitu waktu-antara kendaraan dan jarak-antara kendaraan.

Tabel 2.15. emp kendaraan

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 – 10)

Untuk menghitung arus dapat menggunakan persamaan 10 berikut:

$$Q = QLV + QHV \times emp_{HV} + QMC \times emp_{MC} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

QLV = Arus kendaraan ringan (kendaraan/jam)

Q HV = Arus kendaraan berat (kendaraan/jam)

QMC = Arus sepeda motor (kendaraan/jam)

empHV = Emp kendaraan berat emp

empMC = Emp sepeda motor

3. Arus Jenuh

Arus jenuh berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan rata – rata antrian di dalam suatu pendekatan simpang selama sinyal hijau yang besarnya dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/jam hijau). Arus jenuh untuk simpang bersinyal dapat dihitung dengan persamaan 11 berikut:

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FLT \times FRT \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)

S_o = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)

FCS = Faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

FSF = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping

FG = Faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan

FP = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan perparkiran dekat dengan lengan persimpangan

FLT = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kiri

FRT = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kanan

Untuk pendekat terlawan, keberangkatan dari antrian sangat dipengaruhi oleh kenyataan bahwa sopirsopir 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-kekapasitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan model Barat yang sesuai. Nilai-nilai smp yang berbeda untuk pendekat terlawan juga digunakan seperti diuraikan diatas.

Arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e) dan arus lalu-lintas belok kanan pada pendekat tersebut dan juga pada pendekat yang berlawanan, karena pengaruh dari faktor-faktor tersebut tidak linier. Kemudian dilakukan penyesuaian untuk kondisi sebenarnya sehubungan dengan Ukuran kota, Hambatan samping, Kelandaian dan Parkir sebagaimana terdapat dalam rumus 2 di atas.

4. Kapasitas

Kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau. Kapasitas pada simpang dihitung pada setiap pendekat ataupun kelompok lajur didalam suatu pendekat. Kapasitas simpang dapat dihitung menggunakan persamaan 12 berikut:

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam hijau);

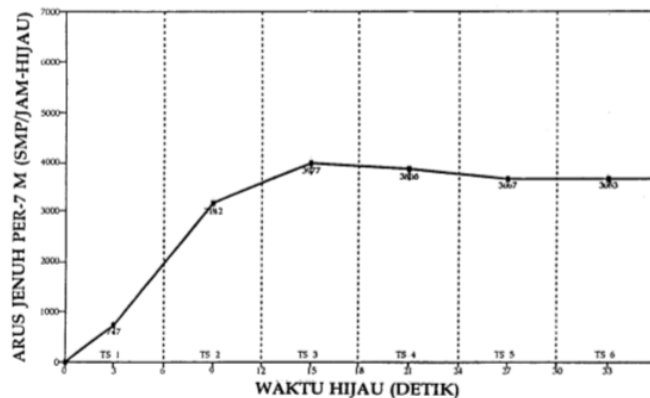
S = Arus jenuh (smp/jam hijau);

g = Waktu hijau (detik);

c = Panjang siklus (detik).

Oleh karena itu perlu diketahui atau ditentukan waktu sinyal dari simpang agar dapat menghitung kapasitas dan ukuran perilaku lalu-lintas lainnya.

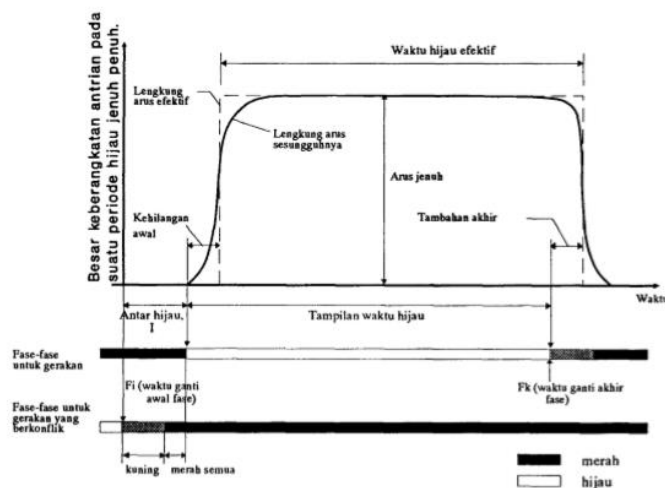
Pada persamaan 21 di atas, arus jenuh dianggap tetap selama waktu hijau. Meskipun demikian dalam kenyataannya, arus berangkat mulai dari 0 pada awal waktu hijau dan mencapai nilai puncaknya setelah 10-15 detik. Nilai ini akan menurun sedikit sampai akhir waktu hijau. Arus berangkat juga terus berlangsung selama waktu kuning dan merah-semua hingga turun menjadi 0, yang biasanya terjadi 5 - 10 detik setelah awal sinyal merah.



Gambar 2.8. Arus jenuh yang diamati perselang waktu enam detik

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai 'Kehilangan awal' dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu 'Tambahkan akhir' dari waktu hijau efektif. Jadi besarnya waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau di mana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S , dapat kemudian dihitung menggunakan persamaan 13 berikut:

$$\text{Waktu Hijau Efektif} = \text{Tampilan waktu hijau} - \text{Kehilangan awal} + \text{Tambahkan akhir} \dots \dots \dots (2.13)$$



Gambar 2.9. Model dasar untuk arus jenuh

Melalui analisa data lapangan dari seluruh simpang yang disurvei telah ditarik kesimpulan bahwa rata-rata besarnya Kehilangan awal dan Tambahkan akhir, keduanya mempunyai nilai sekitar 4,8 detik. Sesuai dengan persamaan 13 di atas, untuk kasus standard, 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 persamaan 12 di atas, untuk menghitung kapasitas pendekat tanpa penyesuaian dengan kehilangan awal dan tambahan akhir.

5. Penentuan waktu sinyal.

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

Untuk menghitung nilai waktu siklus digunakan persamaan 14 sebagai berikut:

$$c = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit}) \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana:

C = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal.

$\sum (FR_{crit})$ = Rasio arus simpang = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut.

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

6. Waktu Hijau

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan-kesalahan dalam pembagian waktu hijau daripada terhadap terlalu panjangnya waktu siklus. Penyimpangan kecilpun dari rasio hijau (g/c) yang ditentukan dari rumus 5 dan 6 diatas menghasilkan bertambah tingginya tundaan rata-rata pada simpang tersebut.

Untuk menghitung nilai waktu hijau gunakan persamaan 15 sebagai berikut:

$$g_i = (c - LTI) \times FR_{crit} / L \quad (2.15)$$

Dimana:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

7. Derajat Kejenuhan

Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masingmasing pendekat, lihat persamaan 21 di atas.

Derajat kejenuhan diperoleh menggunakan 16 sebagai berikut:

$$DS = Q/C = (Q \times c) / (S \times g) \quad (2.16)$$