

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Transportasi

Transportasi adalah untuk menggerakkan atau memindahkan orang dan barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan sistem tertentu untuk tujuan tertentu (Morlok, 1995).

Transportasi dapat diartikan sebagai usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, dimana ditempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan – tujuan tertentu. (Miro, 2005)

Dalam memenuhi usaha tersebut perlu adanya alat - alat pendukung agar proses pemindahan tersebut dapat dilakukan, alat pendukung yang digunakan untuk proses pindah harus sesuai dengan objek yang dipindahkan dan baik dari segi kuantitasnya maupun kualitasnya.

Alat pendukung yang dimaksud membentuk sebuah sistem transportasi yang didalamnya mencakup unsur – unsur berikut:

1. Ruang untuk bergerak (jalan)
2. Tempat awal/akhir pergerakan
3. Yang bergerak (alat angkut/kendaraan dalam bentuk apapun)
4. Pengelolaan (yang mengkoordinasikan ketiga unsur sebelumnya)

Keempat alat pendukung diatas tentunya harus berfungsi secara baik agar proses pemindahan dapat berjalan dengan baik pula.

2.2 Pengertian Simpang

Simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang merupakan tempat titik konflik dan tempat kemacetan karena ketemuannya dua ruas jalan atau lebih (Pignatro, 1973). Karena merupakan tempat terjadinya konflik dan kemacetan maka hampir semua simpang terutama di perkotaan membutuhkan pengaturan. Untuk itu maka perlu dilakukan pengaturan pada daerah simpang ini, guna menghindari dan meminimalisir terjadinya konflik dan beberapa permasalahan yang mungkin timbul didaerah persimpangan ini. Secara umum terdapat 3 (tiga) jenis persimpangan, yaitu :

1. Simpang sebidang,
2. Pembagian jalur jalan tanpa *ramp*, dan
3. *interchange* (simpang susun).

Simpang sebidang (*intersection at grade*) adalah simpang dimana dua jalan atau lebih bergabung, dengan tiap jalan mengarah keluar dari sebuah simpang dan membentuk bagian darinya. Jalan-jalan ini disebut kaki simpang/lengan simpang atau pendekat.

Dalam perancangan persimpangan sebidang, perlu mempertimbangkan elemen dasar yaitu :

1. Faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi, waktu pengambilan keputusan, dan waktu reaksi.
2. Pertimbangan lalulintas, seperti kapasitas, pergerakan berbelok, kecepatan kendaraan. Ukuran kendaraan. Dan penyebaran kendaraan,
3. Elemen fisik, seperti jarak pandang, dan fitur-fitur geometrik.

4. Faktor ekonomi, seperti konsumsi bahan bakar, nilai waktu.

Menurut Morlok (1995), persimpangan jalan dari segi pandang untuk kontrol kendaraan terbagi atas dua jenis yaitu:

1. Simpang bersinyal

Simpang jenis ini arus kendaraan memasuki simpang secara bergantian untuk mendapatkan prioritas dengan berjalan lebih dahulu dengan menggunakan pengendali lampu lalu lintas.

2. Simpang tak bersinyal

Simpang jenis ini hak utama di persimpangan diperoleh berdasarkan aturan *general priority rule* dimana kendaraan yang terlebih dahulu berada di persimpangan mempunyai hak berjalan terlebih dahulu daripada kendaraan yang akan memasuki persimpangan.

2.3 Simpang Bersinyal (*signalized intersection*)

Simpang bersinyal (*signalized intersection*) yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas (Morlok, 1995)

Simpang dengan sinyal lalu lintas termasuk yang paling efektif, terutama bentuk volume lalu lintas pada kaki simpang yang relative tinggi. Pengaturan ini dapat mengurangi atau menghilangkan titik konflik pada simpang dengan memisahkan pergerakan arus lalu lintas pada waktu yang berbeda – beda.

Beberapa definisi umum yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan permasalahan simpang bersinyal diantaranya adalah :

1. Tundaan

Tundaan (*delay*) adalah waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang. Tundaan terdiri dari:

- a. Tundaan Lalulintas (DT), yakni waktu menunggu akibat interaksi lalulintas dengan lalulintas yang berkonflik.
- b. Tundaan Geometri (DG), yakni akibat perlambatan dan percepatan kendaraan terganggu dan tak terganggu.

2. Panjang Antrian

Panjang antrian (*queue length*) adalah panjang antrian kendaraan pada suatu pendekat (meter).

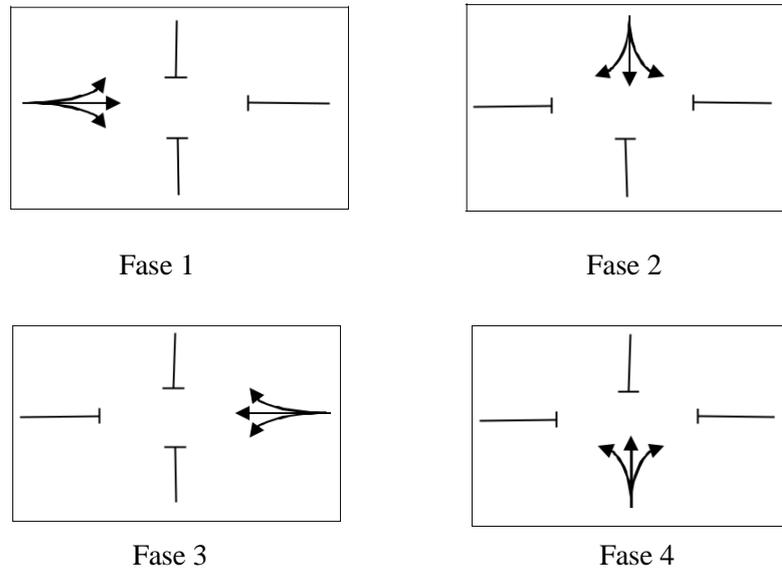
3. Antrian

Antrian (*queue*) adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan;smp).

4. Fase

Fase (*phase stage*) adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalulintas.

Berikut contoh Suatu perempatan dengan 4 fase :



Gambar 1.1 Simpang Empat dengan 4 fase

5. Waktu Siklus

Waktu siklus (*cycle time*) adalah waktu selama satu urutan lengkap dari fase-fase sinyal lalu lintas dalam detik.

Menurut Direktorat Jendral Perhubungan Darat Tahun 1999 penetapan waktu siklus simpang bersinyal yaitu:

a. Waktu siklus minimal

$$C_{min} = \frac{L}{1-IFR} \quad (2.1)$$

Dimana:

C_{min} = waktu siklus minimal, detik

L = $(\sum w_{ha} - 1)$, detik

w_{ha} = waktu hijau antara, detik

IFR = $\sum y_i$, maksimum

y_i = q_i/s_i

q_i = besarnya arus pada arah i , SMP/jam

s_i = arus jenuh untuk arah i , SMP/jam

b. Waktu siklus optimal (C_o)

$$C_o = \frac{1,5L+5}{1-IFR} \text{ (detik)} \quad (2.2)$$

c. Batasan panjang waktu siklus

Pengendalian panjang siklus pada suatu simpang ditunjukkan pada tabel 2.1 dengan panjang siklus minimum 40 detik dan maksimum 130 detik. Tetapi pada persimpangan yang cukup besar, panjang waktu siklus dapat mencapai 180 detik, hal ini biasanya dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas persimpangan secara keseluruhan.

Tabel 2.1 Panjang siklus simpang bersinyal yang disarankan

Jumlah Phas	Panjang waktu siklus yang disarankan
2	40 – 80
3	50 – 100
4	80 – 130

Sumber: Direktorat Jendral Perhubungan Darat.1999

Waktu siklus harus lebih besar dari nilai yang ditentukan berdasarkan rumus (2.1). Apabila waktu siklus lebih kecil dari nilai ini maka akan terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang dapat mengakibatkan meningkatnya tundaan rata-rata.

6. Waktu hijau

Waktu hijau (*green time*) adalah waktu nyala lampu hijau dalam suatu pendekat (detik).

7. Rasio Hijau

Rasio hijau (*green ratio*) adalah perbandingan waktu hijau dengan waktu siklus dalam suatu pendekatan.

8. Waktu Merah

Waktu merah semua (*all red*) adalah waktu sinyal merah menyala secara bersamaan pada semua pendekatan yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (detik).

9. Waktu Antar Hijau

Waktu antar hijau (*inter green time*) adalah jumlah antara periode kuning dengan waktu merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (detik).

10. Waktu Hilang

Waktu hilang (*lost time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap atau beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan (detik).

11. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekatan.

12. Arus Jenuh

Arus jenuh (*saturation flow*) adalah besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).

13. *Oversaturated*

Oversaturated adalah suatu kondisi dimana volume kendaraan yang melewati suatu pendekatan melebihi kapasitasnya.

2.4 Istilah dan Definisi Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal ada beberapa istilah yang digunakan yaitu:

1. Kondisi Geometrik.
2. Kondisi Lingkungan.
3. Kondisi Lalulintas.

Tabel 2.2 Notasi dan Definisi pada simpang tak bersinyal

Kondisi Geometrik		
Notasi	Istilah	Definisi
	Persimpangan	pertemuan dua atau lebih ruas jalan, dapat berupa Simpang atau Simpang APILL atau Bundaran atau Simpang Tak Sebidang.
	Simpang	MKJI'97 menamainya Simpang tak bersinyal, adalah salah satu jenis Persimpangan yang merupakan pertemuan dua atau lebih ruas jalan sebidang yang tidak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).
	Simpang APILL	Simpang sebidang yang dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lalu lintas (APILL) untuk pengaturan lalu lintasnya. MKJI'97 menamai Simpang bersinyal.
A,B,C,D	Pendekat	jalur pada lengan Simpang untuk kendaraan mengantri sebelum masuk ke Simpang melewati garis henti. Bila gerakan lalu lintas ke kiri atau ke kanan dipisahkan dengan pulau lalu lintas, lengan Simpang dapat mempunyai dua atau lebih pendekat. Pendekat jalan mayor disebut B dan D, pendekat jalan minor disebut A dan C.
W_x	Lebar Pendekat	lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur di bagian tersempit atau diukur pada jarak 10m dari garis batas pertemuan dua lengan Simpang, yang digunakan oleh lalu lintas yang

		bergerak masuk Simpang. Secara praktis, untuk lengan yang melayani dua arah arus lalu lintas, W_x adalah lebar lengan Simpang dibagi dua. Apabila pendekat tersebut sering digunakan untuk parkir, maka W_x yang ada harus dikurangi 2m.
SF	Hambatan Samping	interaksi antara arus kendaraan-kendaraan dan kegiatan samping Simpang jalan yang menyebabkan menurunnya kapasitas jalan pada pendekat yang bersangkutan.
CS	ukuran kota	diukur dari jumlah penduduk dalam wilayah perkotaan tersebut, bukan ukuran luas wilayah administratif.
LHRT	volume lalu lintas total	jumlah kendaraan-kendaraan yang masuk Simpang dari semua arah, dinyatakan dalam kend/hari atau skr/hari.

Sumber : MKJI (1997)

2.4.1 Persimpangan

Persimpangan jalan adalah daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya yang berpencar, bergabung, bersilangan dan berpotongan, termasuk fasilitas jalan untuk pergerakan lalu-lintas pada daerah itu. Fungsi operasional utama dari persimpangan adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan.

Persimpangan merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan persimpangan. Masalah masalah yang terkait pada persimpangan adalah:

1. Volume dan kapasitas (secara langsung mempengaruhi hambatan)
2. Desain geometrik dan kebebasan pandangan.

3. Perilaku lalu lintas dan panjang antrian.
4. Kecepatan.
5. Pengaturan lampu jalan.
6. Kecelakaan dan keselamatan.
7. Parkir.

Persimpangan dapat dibagi atas 2 (dua) jenis yaitu (Morlok, 1991) :

1. Persimpangan sebidang (*At Grade Intersection*)

Yaitu pertemuan dua atau lebih jalan raya dalam satu bidang yang mempunyai elevasi yang sama. Desain persimpangan ini berbentuk huruf T, huruf Y, persimpangan empat kaki, serta persimpangan berkaki banyak.

2. Persimpangan tak sebidang (*Grade Separated Intersection*)

Yaitu suatu persimpangan dimana jalan yang satu dengan jalan yang lainnya tidak saling bertemu dalam satu bidang dan mempunyai beda tinggi antara keduanya.

Tabel 2.3 Definisi Tipe Simpang Tiga Lengan

Kode tipe	Pendekat Jalan Utama		Pendekat Jalan Minor
	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)

2.4.2 Volume dan Arus Lalu-lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang lewat pada suatu titik ruas jalan atau pada suatu lajur selama interval waktu tertentu. Satuan dari volume secara sederhana adalah kendaraan. Walaupun dapat dinyatakan dengan cara lain yaitu satuan mobil penumpang (smp) tiap satuan waktu dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp).

Komposisi pergerakan lalu-lintas yang melewati persimpangan dibagi 4 bagian yaitu:

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

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 mobil

penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan, seperti terlihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 2.4 Nilai Emp Simpang Tak Bersinyal

Tipe Kendaraan	Emp
Kendaraan berat (HV)	1,3
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Sepeda motor (MC)	0,5

Sumber: MKJI (1997)

Berdasarkan (MKJI,1997 : 3-2), untuk mengetahui nilai arus lalu lintas dapat digunakan persamaan berikut :

$$Q = (QLV \times empLV) + (QHV \times empHV) + (QMC \times empHC)$$

2.4.3 Nilai Normal

Data lalu-lintas sering tidak ada atau kualitasnya kurang baik. Nilai normal yang diberikan pada Tabel dibawah dapat digunakan untuk keperluan

perancangan sampai data yang lebih baik tersedia.

Tabel 2.5 Nilai Faktor -K

Lingkungan Jalan	Faktor -K – Ukuran Kota	
	> 1 Juta	< 1 Juta
Jalan pada daerah komersil 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)

Tabel 2.6 Nilai Normal lalu lintas HV

Faktor	Normal
Faktor – AADT	0.07 – 0.12
Rasio arus jalan simpang P_{MI}	0.25
Rasio belok kiri PLT	0.15
Rasio belok kanan PRT	0.15
Faktor – smp, F_{smp}	0.85

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 2.7 Nilai Normal Komposisi Lalulintas HV

Ukuran Kota Juta Penduduk	Komposisi Lalulintas Kendaraan bermotor %			Rasio Kendaraan Tak Bermotor (UM/MV)
	Kendaraan ringan LV	Kendaraan berat HV	Sepeda motor MC	
> 3 J	60	4.5	35.5	0.01
1 – 3 J	55.5	3.5	41	0.05
0.5 – 1J	40	3.0	57	0.14
0.1 – 0.5 J	63	2.5	34.5	0.05
< 0.1 J	63	2.5	34.5	0.05

Sumber: MKJI (1997)

2.5 Prosedur Perhitungan Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Secara lebih rinci, prosedur perhitungan analisis kinerja simpang tak bersinyal meliputi formulir – formulir yang digunakan untuk mengetahui kinerja simpang pada simpang tak bersinyal sebagai berikut.:

- a. Formulir USIG-I Geometri dan arus lalu lintas
- b. Formulir USIG-II analisis mengenai lebar pendekatan dan tipe persimpangan, kapasitas dan perilaku lalu lintas.

2.6 Data Masukan

Pada tahap ini akan diuraikan secara rinci tentang kondisi – kondisi yang diperlukan untuk mendapatkan data masukan dalam menganalisis simpang tak bersinyal di antaranya adalah:

1. Kondisi Geometrik

Sketsa pola geometrik jalan yang dimasukkan ke dalam formulir USIG-I. Harus dibedakan antara jalan utama dan jalan minor dengan cara pemberian nama untuk simpang lengan tiga, jalan yang menerus selalu dikatakan jalan utama. Pada sketsa jalan harus diterangkan dengan jelas kondisi geometrik jalan yang dimaksud seperti lebar jalan, lebar bahu, dan lain – lain.

2. Kondisi lalu lintas

Kondisi lalu lintas yang dianalisa ditentukan menurut Arus Jam Rencana atau Lalu Lintas Harian Rata – Rata Tahunan dengan faktor k yang sesuai untuk konversi LHRT menjadi arus per jam. Pada survei tentang kondisi lalu lintas ini, sketsa mengenai arus lalu lintas sangat diperlukan terutama jika akan merencanakan perubahan sistem pengaturan simpang dari tak bersinyal ke simpang bersinyal maupun sistem satu arah.

3. Kondisi lingkungan

Berikut data kondisi lingkungan yang dibutuhkan dalam perhitungan:

a. Kelas ukuran kota

Yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan seperti pada Tabel 2.8

Tabel 2.8 Kelas ukuran kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta)
Sangat Kecil	$< 0,1$
Kecil	$0,1 \leq X < 0,5$
Sedang	$0,5 \leq X < 1,0$
Besar	$1,0 \leq X < 3,0$
Sangat Besar	$\geq 3,0$

Sumber: MKJI (1997)

b. Tipe Lingkungan Jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna lahan dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas dengan buatan Tabel 2.2

Tabel 2.9 Tipe lingkungan jalan

Komersial	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 adanya penghalang fisik, jalan samping dsb).

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum (1997)

c. Tipe Kriteria Jalan

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no 34 tahun 2006 Tentang Jalan.

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan atas:

- a. jalan nasional;
- b. jalan provinsi;
- c. jalan kabupaten;
- d. jalan kota; dan
- e. jalan desa.

Jalan provinsi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 26 huruf b terdiri atas:

- a. jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota;
- b. jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten atau kota;
- c. jalan strategis provinsi; dan
- d. jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta, kecuali jalan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 26.

Ruang Pengawasan Jalan (Pasal 44)

Dalam hal ruang milik jalan tidak cukup luas, lebar ruang pengawasan jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditentukan dari tepi badan jalan paling sedikit dengan ukuran sebagai berikut:

- a. jalan arteri primer 15 (lima belas) meter;
- b. jalan kolektor primer 10 (sepuluh) meter;
- c. jalan lokal primer 7 (tujuh) meter;
- d. jalan lingkungan primer 5 (lima) meter;

- e. jalan arteri sekunder 15 (lima belas) meter;
- f. jalan kolektor sekunder 5 (lima) meter;
- g. jalan lokal sekunder 3 (tiga) meter;
- h. jalan lingkungan sekunder 2 (dua) meter; dan
- i. jembatan 100 (seratus) meter ke arah hilir dan hulu.

2.7 Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas adalah kemampuan suatu ruas jalan melewatkan arus lalu lintas secara maksimum. Kapasitas total untuk seluruh pendekat simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) untuk kondisi tertentu (ideal) dan faktor – faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi sesungguhnya terhadap kapasitas.

Kapasitas Simpang dihitung untuk total arus yang masuk dari seluruh lengan Simpang dan didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi ideal, dengan faktor-faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya. Persamaan 2 adalah persamaan untuk menghitung kapasitas Simpang.

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

Dimana:

C = Kapasitas Simpang, (smp/jam)

C_0 = Kapasitas Dasar Simpang, (smp/jam)

F_W = Faktor penyesuaian lebar pendekat

F_M = Faktor penyesuaian tipe median jalan utama

F_{CS} = Faktor kelas ukuran kota

F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{MI} = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

2.7.1 Lebar Pendekatan dan Tipe Simpang

Pengukuran lebar pendekat dilakukan pada jarak 10 meter dari garis imajiner yang menghubungkan jalan yang berpotongan, yang dianggap sebagai mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat. Perhitungan lebar pendekat rata-rata adalah jumlah lebar pendekat pada persimpangan dibagi dengan jumlah lengan yang terdapat pada simpang tersebut parameter geometrik berikut diperlukan untuk analisa kapasitas.

a. Lebar rata – rata pendekatan minor dan utama WC, WBC dan lebar rata – rata pendekat WI (Simpang tiga lengan)

1) Perhitungan lebar rata – rata pendekat pada jalan minor dan jalan utama

$$WAC = (WA + WC) / 2 ; WBD = (WB+WD) / 2$$

Dimana:

WC = Lebar pendekat jalan minor.

WBD = Lebar pendekat jalan mayor.

WI = Lebar pendekat jalan rata – rata.

2) Perhitungan lebar rata – rata pendekat.

$$WI = (WA + WC + WB + WD) / \text{jumlah lengan simpang}$$

Tabel 2.10 Kode tipe simpang

Kode Simpang	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan utama
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2

Sumber: MKJI (1997)

2.7.2 Kapasitas dasar (Co)

Co ditetapkan secara empiris dari kondisi Simpang yang ideal yaitu Simpang dengan lebar lajur pendekat rata-rata 2,75m, tidak ada median, ukuran kota 1-3 Juta jiwa, Hambatan Samping sedang, Rasio belok kiri 10%, Rasio belok kanan 10%, Rasio arus dari jalan minor 20%, dan $q_{KTB}=0$. Nilai Co Simpang ditunjukkan dalam Tabel 2.11

Tabel 2.11 Kapasitas dasar Simpang-3 dan Simpang-4

Type Persimpangan	Kapasitas Dasar (Co) smp/jam
322	2700
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: MKJI (1997)

2.7.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

F_w dapat dihitung dari persamaan 3) sampai dengan 6) atau diperoleh dari diagram pada Gambar B.1. dalam Lampiran B, yang besarnya tergantung dari lebar pendekat Simpang (F_w), yaitu rata-rata lebar dari semua pendekat.

Penyesuaian lebar pendekat diperoleh dari Gambar, dan dimasukkan dalam formulir USIG-II. Variabel masukan adalah lebar rata – rata pendekat persimpangan dan tipe persimpangan. Batas – batas waktu nilai yang diberikan dalam Gambar adalah batas nilai untuk dasar empiris dari manual

Untuk Tipe Simpang 422:

Untuk Tipe Simpang 424 atau 444:

Untuk Tipe Simpang 322:

Untuk Tipe Simpang 324 atau 344:

2.7.4 Faktor Penyesuaian Median Pada Jalan Mayor (FM)

Median disebut lebar jika kendaraan ringan dapat berlindung dalam daerah median tanpa mengganggu arus lalu lintas, sehingga lebar median $\geq 3m$. Klasifikasi median berikut faktor koreksi median pada jalan mayor diperoleh dalam Tabel 2.12 Koreksi median hanya digunakan untuk jalan mayor dengan 4 lajur.

Tabel 2.12 Faktor penyesuaian median, F_M

Uraian	Tipe M	Faktor Penyesuaian median (F_M)
Tidak ada median jalan mayor	Tidak ada	1,00
Ada median jalan mayor, lebar < 3m	Sempit	1,25
Ada median jalan mayor, lebar > 3m	Lebar	1,20

Sumber: MKJI (1997)

2.7.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Besarnya jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi karakteristik perilaku pengguna jalan dan jumlah kendaraan yang ada. Faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 2.13 Klasifikasi ukuran kota dan Faktor koreksi Ukuran Kota (F_{CS})

Ukuran kota (C_s)	Jumlah Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})
Sangat kecil	$\leq 0,1$	0,82
Kecil	$0,1 \leq X < 0,5$	0,88
Sedang	$0,5 \leq X < 1,0$	0,94
Besar	$1,0 \leq X < 3,0$	1,00
Sangat besar	$\geq 3,0$	1,05

Sumber: MKJI (1997)

2.7.6 Faktor Hambatan Samping (F_{RSU})

Hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}), faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor, F_{HS} dihitung dengan menggunakan Tabel 2.7 Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan, kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor.

Tabel 2.14 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Kelas tipe Lingkungan jalan	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
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	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,83	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,85	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	Sedang						
	Rendah						

Sumber: MKJI (1997)

2.7.7 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT}), Faktor Penyesuaian Belok

Kanan (F_{RT}), Dan Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT}$$

Untuk Simpang-4 : $F_{RT} = 1,0$

Untuk Simpang-3 : $F_{RT} = 1,09 - 0,922 P_{RT}$

Tabel 2.15 Faktor Penyesuaian arus jalan minor (FMi) dalam bentuk persamaan

Tipe Sim pang	F_{Mi}	P_{Mi}
422	$1,19 \times R_{Mi}^2 - 1,19 \times R_{Mi} + 1,19$	0,1 - 0,9
424&444	$16,6 \times R_{Mi}^4 - 33,3 \times R_{Mi}^3 + 25,3 \times R_{Mi}^2 - 8,6 \times R_{Mi} + 1,95$	0,1 - 0,3
	$1,11 \times R_{Mi}^2 - 1,11 \times R_{Mi} + 1,11$	0,3 - 0,9
322	$1,19 \times R_{Mi}^2 - 1,19 \times R_{Mi} + 1,19$	0,1 - 0,5
	$-0,595 \times R_{Mi}^2 + 0,595 \times R_{Mi} + 0,74$	0,5 - 0,9
324&344	$16,6 \times R_{Mi}^4 - 33,3 \times R_{Mi}^3 + 25,3 \times R_{Mi}^2 - 8,6 \times R_{Mi} + 1,95$	0,1 - 0,3
	$1,11 \times R_{Mi}^2 - 1,11 \times R_{Mi} + 1,11$	0,3 - 0,5
	$-0,555 \times R_{Mi}^2 + 0,555 \times R_{Mi}^3 + 0,69$	0,5 - 0,9

Sumber: MKJI (1997)

2.8 Perilaku lalu-lintas

Dalam analisa perencanaan dan operasional (untuk meningkatkan) simpang tak-bersinyal yang sudah ada, tujuannya untuk membuat perbaikan kecil pada geometrik simpang agar dapat mempertahankan perilaku lalu-lintas yang diinginkan, sepanjang rute atau jaringan jalan.

Karena resiko penutupan simpang oleh kendaraan yang berpotongan dari berbagai arah, disarankan untuk menghindari nilai derajat kejenuhan > 0.75 selama jam puncak pada semua tipe simpang tak bersinyal.

2.9 Derajat Kejenuhan (Ds)

Yang dimaksud dengan derajat kejenuhan adalah hasil arus lalu lintas terhadap kapasitas biasanya dihitung perjam. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$DS = Q_{TOT} / C$$

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan.

Q_{TOT} = Total arus aktual (smp/jam).

C = Kapasitas aktual.

2.10 Tundaan

Tundaan terjadi karena dua hal, yaitu tundaan lalu lintas (DT_1) dan tundaan geometrik (DG). DT_1 adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. Dibedakan DT_1 dari seluruh simpang, dari jalan mator saja, atau jalan minor saja. DG adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan-kendaraan membelok pada suatu Simpang dan/atau terhenti. T dihitung menggunakan persamaan.

$$D = DG + DT_1$$

DT_1 adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk Simpang dari semua arah, dapat dihitung menggunakan persamaan 14 dan 15 atau ditentukan dari kurva empiris sebagai fungsi dari D_s

$$\text{Untuk } D_s \leq 0,60: DT = 2 + 8,2078 D_s - (1 - D_s)^2$$

$$\text{Untuk } D_s > 0,60: DT = 1,0504 / ((0,2742 - 0,2042 D_s) - (1 - D_s)^2)$$

Tundaan lalu lintas untuk jalan mayor (DT_{ma}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk Simpang dari jalan mayor, dapat dihitung menggunakan persamaan 16 dan 17 atau ditentukan dari kurva empiris sebagai fungsi dari D_s

$$\text{Untuk } D_s \leq 0,60: DT = 1,8000 + 5,8234 D_s - (1 - D_s)^{1,8}$$

$$\text{Untuk } D_s > 0,60: DT = 1,0503 / ((0,3460 - 0,2460 D_s) - (1 - D_s) 1,8)$$

Tundaan lalu lintas untuk jalan minor (DT_{mi}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk Simpang dari jalan minor, ditentukan dari DT dan DT_{ma} , dihitung menggunakan persamaan.

$$DT_{mi} = (Q_{TOT} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI}$$

Keterangan:

Q_{tot} adalah arus total yang masuk Simpang, smp/jam

Q_{MA} adalah arus yang masuk Simpang dari jalan mayor, smp/jam

Q_{MI} adalah arus yang masuk Simpang dari jalan minor, smp/jam

$$\text{Untuk } D_s < 1: DG = (1 - DS) \times \{P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3\} + DS \times 4 \text{ (detik/smp)}$$

$$\text{Untuk } D_s \geq 1: DG = 4 \text{ detik/smp}$$

Keterangan:

DG Tundaan geometrik, detik/skr

D_s adalah derajat kejenuhan

P_T adalah rasio belok total

2.11 Peluang Antrian (QP)

QP dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%) dan dapat ditentukan menggunakan persamaan 20 dan 21 atau ditentukan menggunakan Gambar B.7. dalam Lampiran B. QP tergantung dari D_s dan digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas Simpang.

$$\text{Batas Atas peluang: } QP\% = 47,71 D_s - 24,68 D_s^2 + 56,47 D_s^3$$

$$\text{Batas Bawah peluang: } QP\% = 9,02 D_s - 20,66 D_s^2 + 10,49 D_s^3$$

Keterangan:

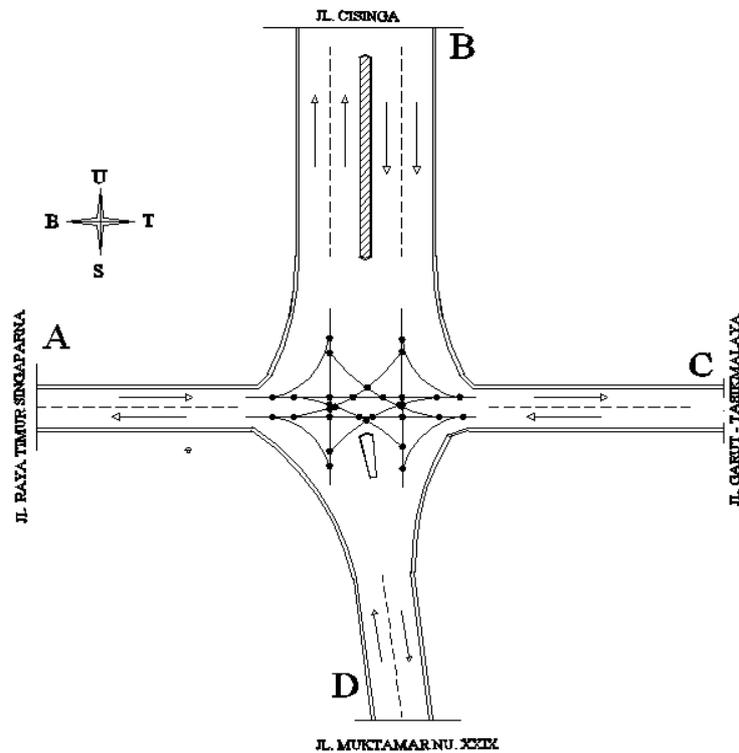
D_s adalah derajat kejenuhan

2.12 Penilaian Kinerja

Tujuan analisis kapasitas adalah memperkirakan kapasitas dan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu terkait desain atau eksisting geometrik, arus lalu lintas, dan lingkungan Simpang. Dengan perkiraan nilai kapasitas dan kinerja, maka memungkinkan dilakukan perubahan desain Simpang terutama geometriknya untuk memperoleh kinerja lalulintas yang diinginkan berkaitan dengan kapasitas dan tundaannya. Cara yang paling cepat untuk menilai hasil adalah dengan melihat nilai D_s untuk kondisi yang diamati, dan membandingkannya dengan kondisi lalu lintas pada masa pelayanan terkait dengan pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur pelayanan yang diinginkan dari Simpang tersebut. Jika nilai D_s yang diperoleh terlalu tinggi (misal $>0,85$), maka perlu dilakukan perubahan desain yang berkaitan dengan lebar pendekat dan membuat perhitungan baru.

2.13 Fasilitas Pengaturan Pada Persimpangan Tak Bersinyal

Fasilitas pengaturan lalu lintas jalan raya sangat berperan dalam menciptakan ketertiban, kelancaran dan keamanan bagi lalu lintas jalan raya sehingga keberadaannya sangat dibutuhkan untuk memberikan petunjuk dan pengarahan bagi pemakai jalan raya. Pengaturan lalu lintas tersebut adalah rambu dan marka jalan.



Gambar 2.2 Titik Konflik Di Simpang Empat Muktamar

2.13.1 Rambu

Sesuai dengan fungsinya maka rambu – rambu dapat dibedakan dalam tiga golongan, yaitu:

1. Rambu Peringatan

Rambu ini memberikan peringatan pada pemakai jalan, adanya kondisi pada jalan atau sekitarnya yang berbahaya untuk operasional kendaraan.

2. Rambu Pengatur (*Regulator Devices*)

Rambu jenis ini berfungsi memberikan perintah dan larangan bagi pemakai jalan berdasarkan hukum dan peraturan, yang dipasang pada

tempat yang ditentukan larangan tersebut berarti pelanggaran dan dapat diberikan sanksi hukum.

3. Rambu petunjuk (*Guiding Devices*)

Rambu ini berfungsi untuk memberikan petunjuk atau informasi kepada pemakai jalan tentang arah, tujuan kondisi daerah ini.

2.13.2 Marka Jalan (*Traffic Marking*)

Marka lalu lintas adalah semua garis-garis, pola-pola, kata-kata warna atau benda-benda lain (kecuali rambu) yang dibuat pada permukaan bidang dipasang atau diletakkan pada permukaan atau peninggian/curb atau pada benda-benda di dalam atau berdekatan pada jalan, yang dipasang secara resmi dengan maksud untuk mengatur/larangan, peringatan, atau memberi pedoman pada lalulintas.

2.14 Tingkat Pelayanan Persimpangan

Dalam MKJI cara yang paling tepat untuk menilai hasil kinerja persimpangan adalah dengan melihat derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang diamati dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu lintas dan umur fungsional yang diinginkan dari simpang tersebut. Jika derajat kejenuhan yang diperoleh terlalu tinggi, maka diperlukan perubahan asumsi yang terkait dengan penampang melintang jalan dan sebagainya serta perlu diadakan perhitungan ulang. Jika untuk penilaian operasional persimpangan, maka nilai derajat kejenuhan yang tinggi mengindikasikan ketidakmampuan persimpangan dalam mengatasi jumlah kendaraan yang dilewatkan. Standar

untuk menentukan tingkat derajat kejenuhan (DS) menurut Pignataro, L.J. 1973 diperlihatkan pada Tabel 2.16 dan berdasarkan Departemen Perhubungan (2006), tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal diukur berdasarkan nilai tundaan diperlihatkan pada Tabel 2.17

Tabel 2.16 Standar derajat kejenuhan (DS)

Tingkat Derajat Kejenuhan	Batasan Nilai
Tinggi	$> 0,85$
Sedang	$> 0,7 - 0,85$
Rendah	$< 0,70$

Sumber: Pignataro, L.J. (1973)

Dari Tabel 2.16 dapat dijabarkan untuk standar nilai derajat kejenuhan (DS) adalah sebagai berikut:

1. Tingkat Kapasitas Tinggi

Apabila didapat nilai DS diatas 0,85

2. Tingkat Kapasitas Sedang

Apabila didapat nilai DS antara 0,7 sampai 0,85

3. Tingkat Kapasitas Rendah

Apabila didapat nilai DS dibawah 0,7

Tabel 2.17 Kriteria tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan (dtk/smp)
A	< 5
B	5 – 10
C	11 – 20
D	21 – 30
E	31 – 45
F	> 45

Sumber: Departemen Perhubungan (2006)

Dari Tabel 2.17 dapat dijabarkan mengenai tingkat pelayanan persimpangan adalah sebagai berikut:

1. Tingkat Pelayanan A

Keadaan arus bebas, volume rendah, kecepatan tinggi, kepadatan rendah, kecepatan ditentukan oleh kemauan pengemudi pembatasan kecepatan dan kondisi fisik jalan.

2. Tingkat Pelayanan B

Keadaan arus stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas dalam batas dimana pengemudi masih mendapatkan kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya. Batas terbawah dari tingkat pelayanan ini (kecepatan terendah dengan volume tertinggi) digunakan untuk ketentuan – ketentuan perencanaan jalan diluar kota.

3. Tingkat Pelayanan C

Keadaan arus mulai stabil, kecepatan dan pergerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas-batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan. Biasanya ini digunakan untuk ketentuan – ketentuan perencanaan jalan dalam kota

4. Tingkat Pelayanan D

Keadaan arus mendekati tidak stabil, dimana kecepatan yang di kehendaki secara terbatas masih bisa di pertahankan, meskipun sangat dipengaruhi oleh perubahan – perubahan dalam keadaan perjalanan yang sangat menurunkan kecepatan yang cukup besar.

5. Tingkat Pelayanan E

Keadaan arus tidak stabil, tidak dapat ditentukan hanya dari kecepatan saja, sering terjadi kemacetan (berhenti) untuk beberapa saat. Volume hampir sama dengan kapasitas jalan sedang.

6. Tingkat Pelayanan F

Keadaan arus bertahan atau arus terpaksa (Force Flow), kecepatan rendah sedang volume ada di bawah kapasitas dan membentuk rentetan kendaraan, sering terjadi kemacetan dalam waktu cukup lama. Dalam keadaan ekstrem kecepatan dan volume dapat turun mencapai nol.