

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Meningkatnya pertumbuhan lalu lintas menimbulkan beberapa masalah lalu lintas yang terjadi, baik karena fasilitas yang diberikan belum dapat mengimbangi pertumbuhan lalu lintas yang ada ataupun karena keterbatasan pengontrolan lalu lintas. Akibatnya masalah kemacetan, kecelakaan serta antrian yang panjang sering terjadi di beberapa ruas jalan. Salah satu masalah yang perlu diperhatikan adalah persimpangan atau pertemuan jalan. Persimpangan merupakan titik pertemuan dua atau lebih ruas jalan. Persimpangan juga merupakan tempat yang rawan akan terjadinya kecelakaan oleh adanya konflik antara kendaraan. Konflik yang terjadi pada persimpangan akibat dari kurangnya rambu lalu lintas, ketertiban mengendarai dan pengontrolan dari pihak terkait.

Untuk mengatasi atau meminimalisir masalah-masalah tersebut maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja persimpangan yang dianggap mengalami penurunan kinerja akibat pertampuhan lalu lintas yang tidak sebanding dengan prasarana jalan maupun kapasitas jalan yang ada. Dari hasil evaluasi kinerja tersebut dapat diketahui apakah kinerja jalan sudah sesuai dengan yang telah diharapkan atau tidak sehingga penentuan solusi serta rekomendasi untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan baik.

2.2 Karakteristik Arus Lalu Lintas

Karakteristik arus lalu lintas perlu diketahui dan dipelajari untuk menganalisa arus lalu lintas. Arus lalu lintas adalah jumlah unsur lalu lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu pendekat per satuan waktu. Sebagai contoh yaitu kebutuhan lalu lintas dengan satuan kendaraan/jam atau smp/jam. Arus lalu lintas adalah suatu fenomena yang kompleks. Umumnya jika kapasitas lalu lintas meningkat maka kecepatan akan menurun. Kecepatan juga akan menurun jika kendaraan-kendaraan cenderung berkumpul menjadi satu entah dengan alasan apa pun. Arus maksimum yang dapat melewati suatu ruas jalan dapat disebut kapasitas ruas jalan. Masalah arus lalu lintas yang sering terjadi umumnya diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu kendaraan, perilaku lalu lintas dan volume lalu lintas yang ada.

2.2.1 Volume Lalu Lintas

Menurut Hobbs (1995), volume adalah sebuah perubah (*variable*) yang paling penting pada teknik lalu lintas, dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu. Karakteristik volume lalu lintas pada suatu jalan akan bervariasi tergantung pada volume total dua arah, arah lalu lintas, volume harian, bulanan, dan tahunan serta pada komposisi kendaraan.

- a. Variasi harian, yaitu arus lalu lintas bervariasi sesuai dengan hari dalam seminggu. Selama 6 (enam) hari dan di jalan antar kota akan menjadi sibuk di hari Sabtu dan Minggu sore.
- b. Variasi jam-jaman, yaitu volume lalu lintas umumnya rendah pada malam hari, tetapi meningkat secara cepat sewaktu orang mulai pergi ke tempat kerja. Volume jam sibuk biasanya terjadi di jalan perkotaan pada saat orang melakukan perjalanan ke dan dari tempat kerja atau sekolah. Volume jam sibuk pada jalan antar kota lebih sulit untuk diperkirakan.
- c. Variasi bulanan, yaitu volume lalu lintas yang berbeda disebabkan oleh karena adanya perbedaan musim atau budaya masyarakat seperti pada saat liburan lebaran dan lain-lain.
- d. Variasi arah, yaitu volume arus lalu lintas dalam satu hari pada masing-masing arah biasanya sama besar, tetapi kalau dilihat pada waktu-waktu tertentu, misalnya pada jam sibuk banyak orang akan melakukan perjalanan dalam satu arah, demikian juga pada daerah-daerah wisata atau pada saat upacara keagamaan juga terjadi hal seperti ini dan akan kembali lagi pada akhir masa liburan tersebut. Jenis variasi ini merupakan suatu kasus yang khusus.
- e. Distribusi lajur, yaitu apabila dua lajur lalu lintas disediakan pada arah yang sama, maka distribusi kendaraan pada masing-masing lajur tersebut akan tergantung dari volume, kecepatan dan proporsi dari kendaraan yang bergerak lambat dan lain sebagainya.

2.2.2 Satuan Mobil Penumpang

Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik pergerakan yang berbeda-beda, karena dimensi, kecepatan, percepatan maupun kemampuan manuver masing-masing tipe kendaraan berbeda. Oleh karena itu untuk menyamakan satuan dari masing-masing jenis kendaraan digunakan satu satuan yang dapat dipakai dalam perencanaan lalu lintas yang disebut Ekuivalen mobil Penumpang (emp). Besarnya nilai Ekuivalen Mobil

Penumpang yang direkomendasikan Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Nilai Satuan Mobil Penumpang

Tipe Kendaraan	Nilai emp	
	Pendekat terlindungi	Pendekat terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda motor (MC)	0,2	0,5

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Karakteristik kendaraan yang meliputi detail-detail seperti ukuran dan berat, akan menentukan kriteria-kriteria untuk pembuatan dan peningkatan fasilitas transportasi. Kendaraan penumpang dan truk adalah dua kelas kendaraan yang sering menjadi pertimbangan dalam desain geometrik. Dalam mengevaluasi kinerja jalan faktor kendaraan merupakan unsur-unsur yang mempengaruhi suatu kondisi jalan maupun persimpangan. Unsur-unsur tersebut meliputi:

1. Unsur Lalu lintas
adalah benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas.
2. Kendaraan
adalah unsur lalu lintas diatas roda.
3. Kendaraan Ringan (LV)
Adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0-3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
4. Kendaraan Berat (HV)
Adalah kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi: bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
5. Sepeda motor (MC)
Adalah kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

6. Kendaraan Tidak Bermotor (UM)

Adalah kendaraan yang digerakan oleh roda atau hewan (meliputi: sepeda, bakak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

2.2.3 Kecepatan

Kecepatan merupakan indikator dari kualitas gerakan lalu lintas yang digambarkan sebagai suatu jarak yang dapat ditempuh dalam waktu tertentu dan biasa dinyatakan dalam km/Jam. Kecepatan ini menggambarkan nilai gerak dari kendaraan. Persamaan umum untuk menghitung kecepatan kendaraan yaitu

$$s = \frac{d}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- S = kecepatan (km/jam, m/detik)
- d = jarak tempuh kendaraan (km, m)
- t = Waktu tempuh kendaraan (jam, detik)

Kecepatan terbagi menjadi tiga macam yaitu

1. Kecepatan perjalanan (*Journey speed*) adalah kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat dibagi dengan lama waktu kendaraan untuk menempuh perjalanan antara tempat tersebut.
2. Kecepatan setempat (*Spot speed*) adalah kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari tempat yang ditentukan.
3. Kecepatan bergerak (*running speed*) adalah kecepatan kendaraan rata – rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak yang didapat dengan membagi jalur dengan waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

2.3 Persimpangan

Menurut PP No.43 Tahun 1993, persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun tidak sebidang. Dengan kata lain persimpangan dapat diartikan sebagai dua jalur atau lebih ruas jalan yang berpotongan dan termasuk didalamnya fasilitas jalur jalan dan tepi jalan. Sedangkan setiap jalan yang memencar dan merupakan bagian dari persimpangan tersebut dikatakan dengan lengan persimpangan. Persimpangan merupakan bagian yang penting dari jalan raya sebab sebagian besar akan tergantung dari efisiensi, kapasitas lalu lintas, kecepatan, biaya

operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung dari perencanaan persimpangan tersebut. Setiap persimpangan mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas saling memotong pada satu atau lebih kaki persimpangan dan mencakup juga pergerakan perputaran yang akan menimbulkan masalah lalu lintas. Masalah-masalah yang saling terkait pada persimpangan adalah:

1. Volume dan kapasitas (secara langsung mengganggu hambatan).
2. Desain geometrik dan kebebasan pandang.
3. Perilaku lalu lintas dan antrian panjang.
4. Kecepatan.
5. Pengaturan lampu jalan.
6. Kecelakaan dan keselamatan.
7. Parkir.

Persimpangan juga merupakan faktor penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya daerah-daerah perkotaan yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi.

2.3.1 Simpang Bersinyal

Simpang-simpang bersinyal merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau “sinyal aktuasi kendaraan” terisolir, biasanya memerlukan metode dan perangkat khusus dalam analisisnya. 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 simpangnya. Dimana simpang itu diatur sesuai sistem dengan tiga aspek lampu yaitu merah (berhenti), kuning (peringatan) dan hijau (jalan). Sistem pengendali lampu lalu lintas menggunakan peranti elektromekanis atau elektronis yang mengatur panjang dan urutan nyala lampu di persimpangan. Pengendali yang waktunya sudah diatur terlebih dahulu beroperasi dengan lama waktu yang tetap yang dialokasikan untuk pergerakan lalu lintas tertentu dalam urutan yang tetap. Penetapan waktu dilakukan berdasarkan pola arus persimpangan tersebut.

Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut:

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat diperkenankan, bahkan selama kondisi lalu lintas puncak.

2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang kecil untuk/memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

2.3.2 Simpang Tak Bersinyal

Berbeda dengan simpang bersinyal, pada persimpangan jenis ini pengemudi kendaraan harus memutuskan mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut. Simpang jenis ini umum dijumpai di daerah perkotaan. Berdasarkan MKJI 1997 tingkat angka kecelakaan yang terjadi pada persimpangan ini adalah 0,6 kecelakaan/juta kendaraan datang untuk simpang empat lengan.

Karakteristik simpang tak bersinyal diterapkan dengan maksud sebagai berikut:

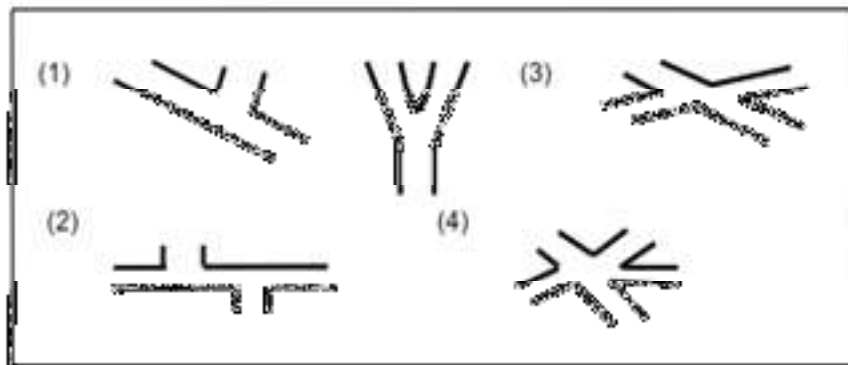
- a. Pada umumnya digunakan di daerah permukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk persimpangan antara jalan setempat yang arusnya rendah.
- b. Untuk melakukan perbaikan kecil pada geometrik persimpangan agar dapat mempertahankan tingkat kinerja lalu lintas yang diinginkan.

Dalam perencanaan simpang tak bersinyal disarankan hal-hal sebagai berikut:

- a. Sudut simpang harus mendekati 90° dan sudut yang lain dihindari demi keamanan lalu lintas.
- b. Harus disediakan fasilitas agar gerakan belok ke kiri dapat dilepass dengan konflik yang kecil terhadap gerakan kendaraan yang lain.
- c. Lajur terdekat dengan kerb harus lebih lebar dari yang biasa untuk memberikan ruang bagi kendaraan tak bermotor.
- d. Lajur membelok yang terpisah sebaiknya “menjauh” garis utama lalu lintas, panjang jalur membelok harus cukup mencegah antrian terjadi pada kondisi arus tertinggi yang dapat menghambat lajur terus.
- e. Pulau lalu lintas tengah harus digunakan bila lebar jalan lebih dari 10 m untuk memudahkan pejalan kaki menyebrang.
- f. Jika jalan utama mempunyai median, sebaiknya paling sedikit lebarnya 3-4 m, untuk memudahkan kendaraan dari jalan kedua menyebrang dalam dua langkah (tahap)
- g. Daerah konflik simpang sebaiknya kecil dan dengan lintasan yang jelas bagi gerakan yang berkonflik.

2.3.3 Tipe-Tipe Persimpangan

Tipe simpang merupakan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut. Semua persimpangan sebidang dimana pertemuan lengan dengan lengan harus saling tegak lurus ($\perp$) dengan toleransi sudut α bisa sampai $\pm 20^\circ$. Untuk hal-hal dimana kondisi sangat sulit (karena faktor topografi dan lahan terbatas) maka bentuk persimpangan saling tegak lurus sulit diperoleh, maka bentuk persimpangan bisa saling tidak tegak lurus seperti gambar berikut:



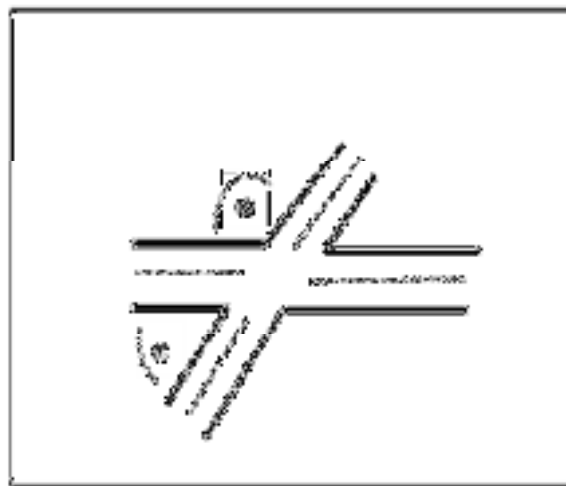
Keterangan:

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| (1) Simpang tiga tidak tegak | (3) Simpang tiga ganda |
| (2) Simpang empat tidak tegak | (4) Simpang lima |

Gambar 2.1 Bentuk Persimpangan Tidak Saling Tegak

Sumber: Pt T-02-2002-B

Sudut persimpangan terkecil harus lebih besar dari 65° seperti gambar berikut:

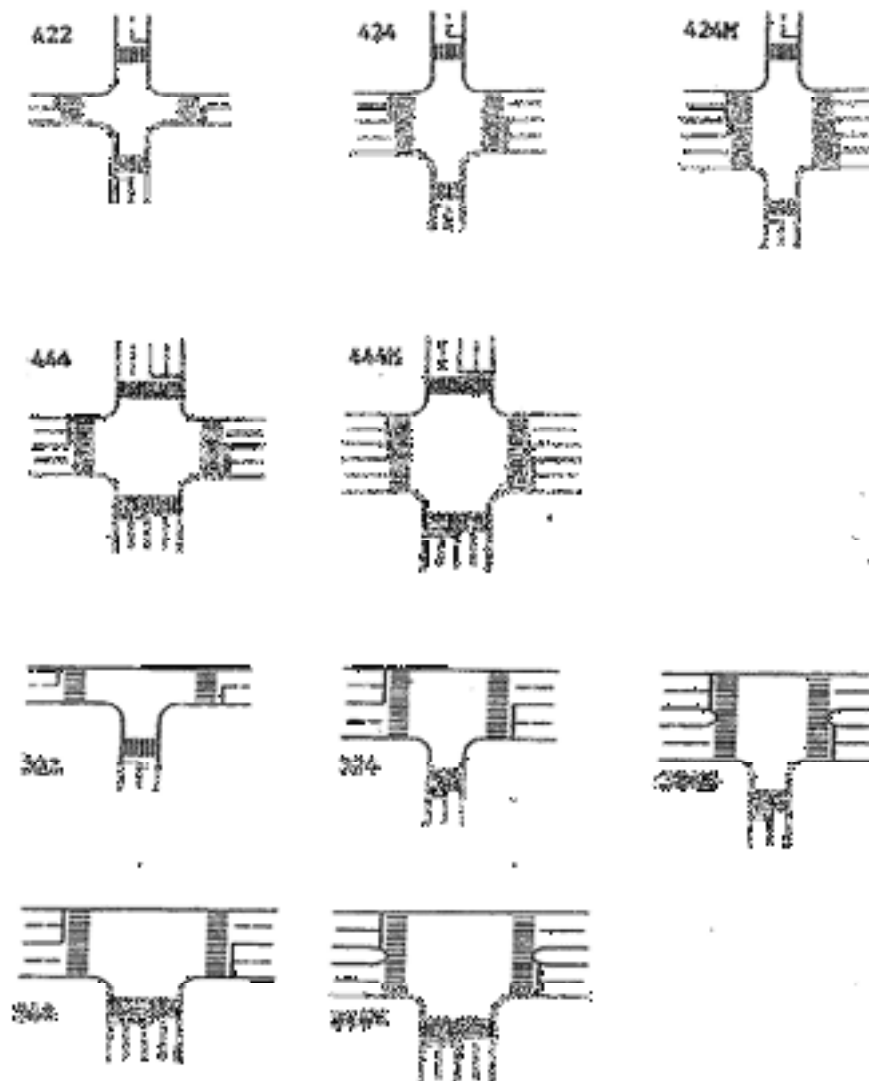


Gambar 2.2 Sudut Persimpangan

Sumber: Pt T-02-2002-B

Semua tipe persimpangan dianggap mempunyai kerb dan trotoar yang sesuai, dan ditempatkan pada daerah perkotaan dengan hambatan samping sedang. Semua gerakan

membelok dianggap diperbolehkan. Pengaturan “hak jalan” dianggap berlaku untuk semua pendekat yaitu tidak ada pengaturan tanda beri jalan dan berhenti. Untuk analisa oprasional dan peningkatan simpang yang sudah ada diberikan dalam bentuk perilaku lalu lintas sebagai fungsi arus lalu lintas dalam keadaan standar. Rencana dan pengaturan lalu lintas harus dengan tujuan memastikan derajat kejenuhan tidak melebihi nilai yang diterima. Berikut merupakan gambar dan penjelasan tipe-tipe persimpangan sebidang:



Gambar 2.3 Tipe-tipe Persimpangan Sebidang

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Kondisi persimpangan eksisting adalah 322 yaitu simpang tiga tanpa median dengan jumlah jalur tiap pendekat adalah satu. Tipe-tipe persimpangan pada gambar diatas dijelaskan pada tabel dibawah ini yaitu berupa simpang tiga lengan:

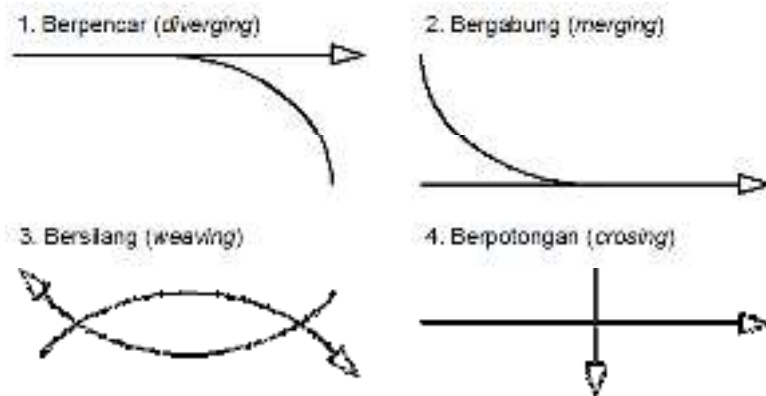
Tabel 2.2 Defenisi Tipe Simpang Tiga Lengan

Kode Tipe	Pendekat Jalan Utama		Pendekat Jalan Minor
	Jumlah jalur	Median	Jumlah jalur
322	1	T	1
324	2	T	1
324M	3	Y	1
344	2	T	2
344M	2	Y	2

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2.4 Konflik Di Persimpangan

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah perkotaan. Terdapat empat jenis dasar dari alur gerak kendaraan seperti gambar berikut:

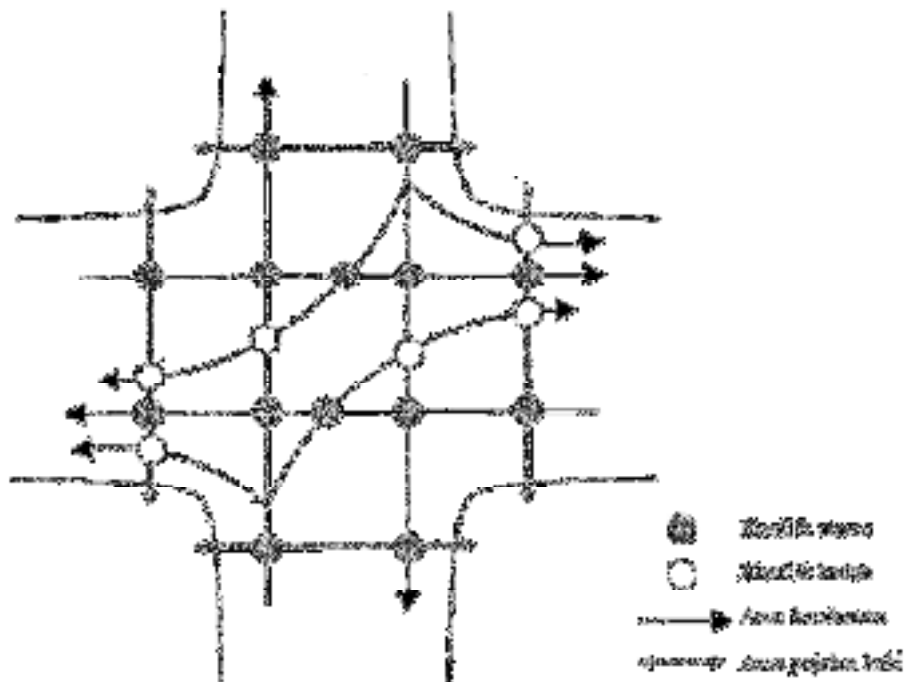


Gambar 2.4 Jenis-Jenis Pergerakan Pada Persimpangan

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena pada daerah persimpangan sangat berpotensi untuk terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki. Karena persimpangan adalah tempat dimana arus lalu lintas berkumpul dan menyebar, pada saat memasuki maupun meninggalkan persimpangan. Untuk itu bila pengaturan persimpangan

tidak ditata dengan baik, maka arus lalu lintas yang menuju persimpangan tersebut akan menyebabkan konflik pada suatu titik pertemuan. Bila hal ini terjadi maka persimpangan tersebut tidak hanya tempat terjadinya konflik atau kecelakaan, tetapi juga merupakan sumber terjadinya keterlambatan atau penundaan yang pada akhirnya menghambat kelancaran arus lalu lintas dan menurunkan tingkat kenyamanan bagi pengguna jalan. Konflik-konflik pada persimpangan dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.5 Titik Konflik Pada Persimpangan

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Konflik utama adalah konflik antara arus lalu lintas lurus dan arus lalu lintas memotong, sedangkan konflik sekunder adalah konflik antara arus lalu lintas belok kanan dan arus lainnya atau antara arus lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki.

2.5 Jalan Perkotaan

Jalan Perkotaan merupakan segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berubah perkembangannya lahan atau bukan. Termasuk jalan di atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000, maupun jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 dengan perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Dalam penentuan akses segmen jalan perkotaan bebas hambatan, jalur penghubung dan daerah jalinan harus dipisahkan dari segmen jalan yang umum karena jalur penghubung bisa menjadi daerah kritis untuk kapasitas. Tipe-tipe jalan perkotaan adalah sebagai berikut:

2.5.1 Jalan Dua Jalur Dua Arah (2/2 UD)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan perkotaan dua-lajur dua-arah (2/2 UD) dengan lebar jalur lalu lintas lebih kecil dari dan sama dengan 10,5 meter. Kondisi dasar tipe jalan ini adalah:

- a. Lebar jalur lalu lintas tujuh meter.
- b. Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
- c. Tidak ada median.
- d. Hambatan samping Rendah.
- e. Pemisah arah lalu lintas 50 – 50.
- f. Ukuran kota 1,0-3,0 juta.
- g. Tipe alinyemen datar.

2.5.2 Jalan Empat Lajur Dua Arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan lebar jalur lalu lintas lebih dari 10,5 meter dan kurang dari 16,00 meter.

1. Jalan empat lajur terbagi (4/2 D)

Kondisi dasar tipe jalan ini adalah:

- a. Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu lintas total 14,0 m).
- b. Kereb (tanpa bahu).
- c. Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar $\geq 2\text{m}$.
- d. Median.
- e. Pemisah arah lalu lintas 50-50.
- f. Hambatan damping rendah.
- g. Ukuran kota 1,0 -3,0 juta.
- h. Tipe alinyemen datar.

2. Jalan Empat-Lajur Tak-Terbagi (4/2UD)

Kondisi datar tipe jalan jalan ini adlah:

- a. Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu lintas total 14,0 m).
- b. Kereb (tanpa bahu).
- c. Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar $\geq 2\text{m}$.

- d. Tidak ada median.
- e. Pemisah arah lalu lintas 50-50.
- f. Hambatan damping rendah.
- g. Ukuran kota 1,0 -3,0 juta.
- h. Tipe alinyemen datar.

2.5.3 Jalan Enam-lajur Dua-Arah Terbagi

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan lebar jalur lalu lintas lebih dari 18 meter dan kurang dari 24 meter.

Kondisi dasar tipe jalan ini adalah

- a. Lebar jalur 3,5 m (lebar jalur lalu lintas total 21 m).
- b. Kereb (tanpa bahu).
- c. Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m.
- d. Median.
- e. Pemisahan arah lalu lintas 50 -50.
- f. Hambatan samping rendah.
- g. Ukuran kota 1,0-3,0 juta.
- h. Tipe alinyemen datar.

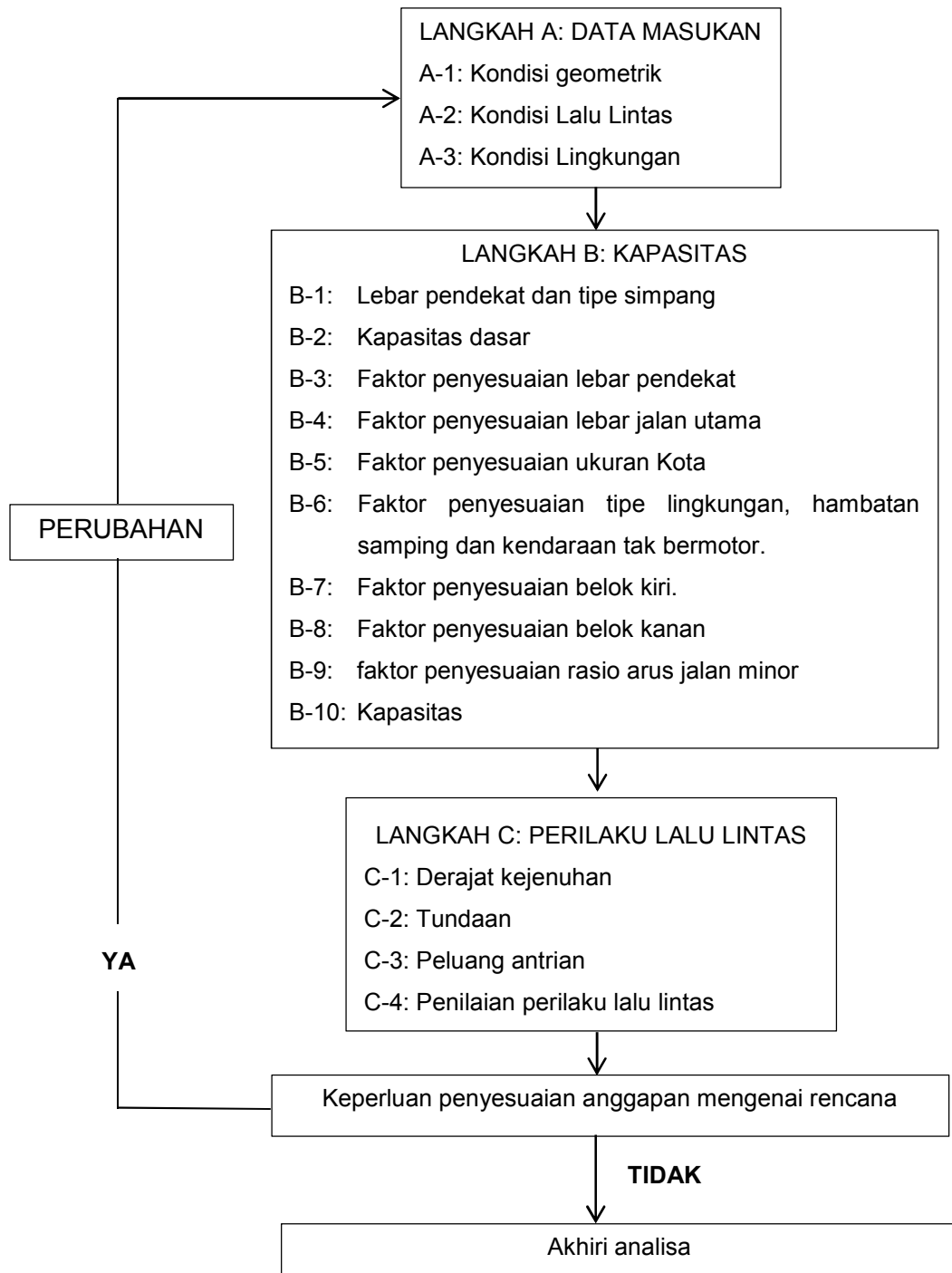
2.5.4 Jalan Satu-Arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan satu arah dengan lebar jalur lalu lintas dari 5,0 meter sampai dengan 10,5 meter. Kondisi dasar tipe jalan ini dimana kecepatan arus bebas dasar dan kapasitas ditentukan definisi sebagai berikut:

- a. lebar jalur lalu lintas tujuh meter.
- b. Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
- c. Tidak ada median.
- d. Hambatan samping rendah.
- e. Ukuran kota 1,0-3,0 juta.
- f. Tipe alinyemen datar.

2.6 Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Berdasarkan Analisis Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Langkah-langkah perhitungan kinerja simpang tak bersinyal berdasarkan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997 adalah sebagai berikut:



Gambar 2.6 Diagram Alir Untuk Analisis Kinerja Simpang Tak bersinyal

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2.6.1 Langkah A: Data Masukan

1. Kondisi Geometrik

Sketsa pola geometrik yang baik dalam suatu persimpangan sebaiknya diuraikan secara jelas dan rinci mengenai informasi tentang kerb, lebar jalan, lebar bahu dan median. Pada persimpangan pendekat jalan utama (mayor road) yaitu jalan yang dipertimbangkan terpenting misalnya jalan dengan klasifikasi fungsional tinggi, diberi oleh notasi A dan B untuk pendekat jalan minor diberi C dan D dan dibuat searah jarum jam.

2. Kondisi Lalu lintas

Data masukan kondisi lalu lintas terdiri dari tiga bagian antara lain menggambarkan kondisi lalu lintas, sketsa arus lalu lintas dan variable-variabel masukan lalu lintas sebagaimana diuraikan dibawah ini:

- a. Periode dan soal
- b. Sketsa arus lalu lintas menggambarkan berbagai gerakan dan arus lalu lintas. Arus sebaiknya diberikan dalam satuan kendaraan/jam. Jika harus diberikan dalam satuan lalu lintas harian rata-rata tahunan faktor untuk konversi menjadi arus per jam harus juga dicatat.
- c. Arus kendaraan tak bermotor.

3. Kondisi Lingkungan

- a. Kelas Ukuran Kota

Masukan perkiraan jumlah penduduk dari seluruh daerah perkotaan dalam jutaan penduduk. Cara menentukan kelas ukuran kota yaitu dengan menggunakan tabel berikut:

Tabel 2.3 Kelas Ukuran Kota

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

b. Tipe Lingkungan Jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna lahan dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya. Hal ini diterapkan secara kualitatif dan pertimbangan teknik lalu lintas dengan bantuan tabel dibawah ini:

Tabel 2.4 Tipe Lingkungan Jalan

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

c. Kelas Hambatan Samping.

Hambatan samping adalah dampak terhadap perilaku lalu lintas akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian angkot dan kendaraan lainnya. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan teknik lalu lintas tingkat sedang atau rendah. Faktor penyebab lain hambatan samping adalah kejadian yang masing-masing memiliki bobot pengaruh yang berbedah terhadap kapasitas jalan.

Tabel 2.5 Tabel Bobot Hambatan Samping

Hambatan Samping	Bobot
Pejalan kaki	0,5
Kendaraan parker/berhenti	1,0
Kendaraan keluar masuk	0,7
Kendaraan bergerak lambat	0,4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

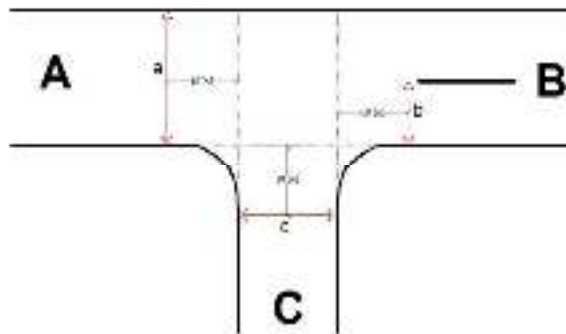
Frekuensi tiap kejadian hambatan samping dicacah dalam rentang 100 meter ke kiri dan kanan potongan melintang yang diamati kapasitas lalu dikalikan dengan bobot masing-masing.

2.6.2 Langkah B: Kapasitas

1. Lebar Pendekat dan tipe Simpang

- Lebar rata-rata pendekat jalan minor (W_C), pendekat jalan utama (W_{AB}) (pendekat jalan minor), dan lebar rata-rata pendekat W_1 .

Untuk simpang tiga, masukan lebar pendekat masing-masing W_A , W_B dan W_C . lebar pendekat tersebut diukur pada jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan yang berpotongan yang dianggap memiliki lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat. Dimana tercantum pada gambar berikut:



Gambar 2.7 Variable Arus Lalu Lintas

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Koreksi terhadap lebar mulut persimpangan dilakukan atas dasar perhitungan nilai yang diambil dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 sebagai berikut:

Perhitungan lebar rata-rata mulut persimpangan untuk jalan utama dan jalan minor menggunakan rumus berikut ini:

Lebar pendekat jalan utama

$$W_{AB} = (a+b)/2 \dots\dots\dots (2.2)$$

Lebar pendekat jalan minor

$$W_C = (c \times 2)/2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Lebar rata-rata pendekat W_1

$$W_1 = (W_A + W_B + W_C)/3 \dots\dots\dots (2.4)$$

- Jumlah lajur

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama seperti tabel dibawah ini:

Tabel 2.6 Jumlah Lajur dan Rata-Rata Pendekat Jalan Minor dan Utama

Lebar rata-rata pendekat minor dan utama W_{AB} dan W_C		Jumlah lajur (Total Untuk Dua Arah)
$W_{AB} = (a/2+b)/2$	< 5,5 m	2
	$\geq 5,5$ m	4
$W_C = (c/2)/2$	< 5,5 m	2
	$\geq 5,5$ m	4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

c. Tipe simpang

Tipe simpang menentukan jumlah lengan dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan kode tiga angka. Untuk persimpangan yang di survei termasuk ke dalam kategori tipe simpang 322 dengan jumlah lengan simpang adalah 3, jumlah lajur jalan minor adalah 2 dan jumlah lajur utama juga 2.

Tabel 2.7 Tipe Simpang

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2. Kapasitas dasar

Nilai kapasitas ditentukan berdasarkan tipe persimpangan yang akan dijelaskan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 2.8 Kapasitas Dasar Simpang

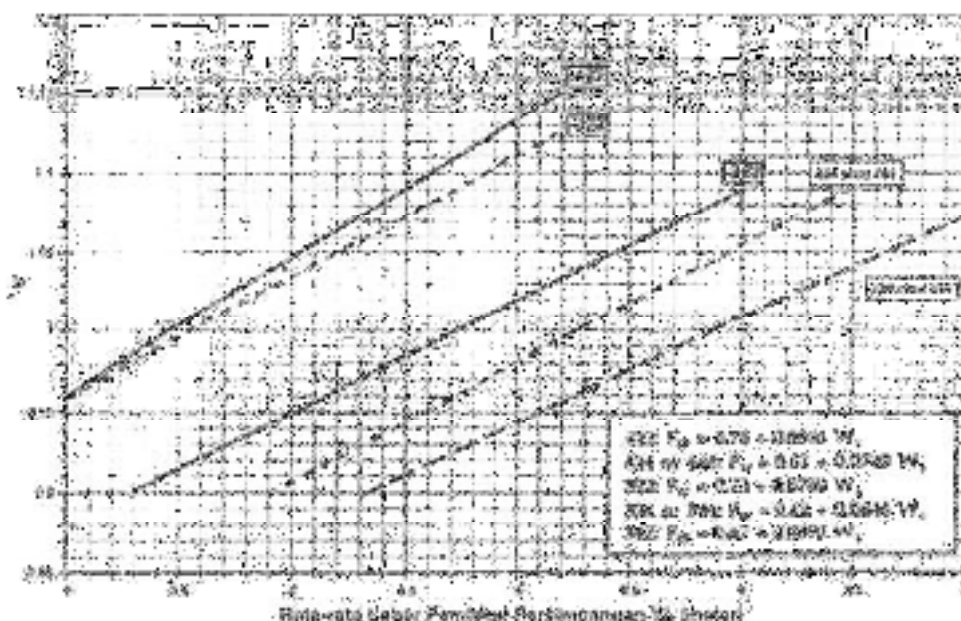
Tipe Simpang	Kapasitas dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 dan 344	3200
422	2900
424 dan 444	3400

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

3. Faktor Penyesuaian Lebar pendekat (F_w)

Faktor penyesuaian lebar pendekat dihitung berdasarkan variable input lebar pendekat (W_1) dan tipe persimpangan. Batas nilai yang diberikan dalam grafik adalah rentan dasar empiris dan manual. Hasil dari lebar pendekat (W_1), diplotkan pada grafik dengan menarik garis tegak lurus terhadap sumbu X hingga mengenai garis yang menunjukkan tipe simpang dan menarik garis lurus terhadap sumbu Y untuk mendapatkan hasil dari faktor penyesuaian. Atau dapat menggunakan rumus:

$$322; F_w = 0.73 + 0.0760 W_1 \dots \dots \dots (2.5)$$



Grafik 2.1. Grafik Faktor Penyesuaian Lebar pendekat

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

4. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Faktor penyesuaian ini hanya digunakan untuk jalan utama dengan 4 jalur. Variable masukan adalah tipe median jalan utama.

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama.

Uraian	Tipe M	Faktor Penyesuaian Median(F_M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, Lebar $\geq$ 3m	Lebar	1,20

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

5. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Yang menjadi variable masukan pada langkah ini adalah ukuran kota. Ukuran kota dapat ditentukan berdasarkan besarnya jumlah penduduk suatu kota yang akan mempengaruhi karakteristik perilaku pengguna jalan dan jumlah kendaraan yang ada.

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Ukuran Kota CS	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: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

6. Faktor penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Variable masukan adalah tipe lingkungan jalan, kelas hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor. Hasil rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM}) diperoleh dari rasio antara kendaraan tak bermotor dan kendaraan bermotor.

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_{TOT} \dots \dots \dots (2.6)$$

Setelah nilai P_{UM} diketahui, lalu disesuaikan dengan kelas tipe lingkungan jalan (RE) seperti tabel berikut ini:

Tabel 2.11 Faktor penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Kelas Tipe lingkungan jalan (RE)	Kelas hambatan Samping (SF)	Rasio kendaraan tak Bermotor p_{UM}					
		0,00	0,05	0,10	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	0,72

	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/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

7. Faktor Penyesuaian belok kiri (F_{LT})

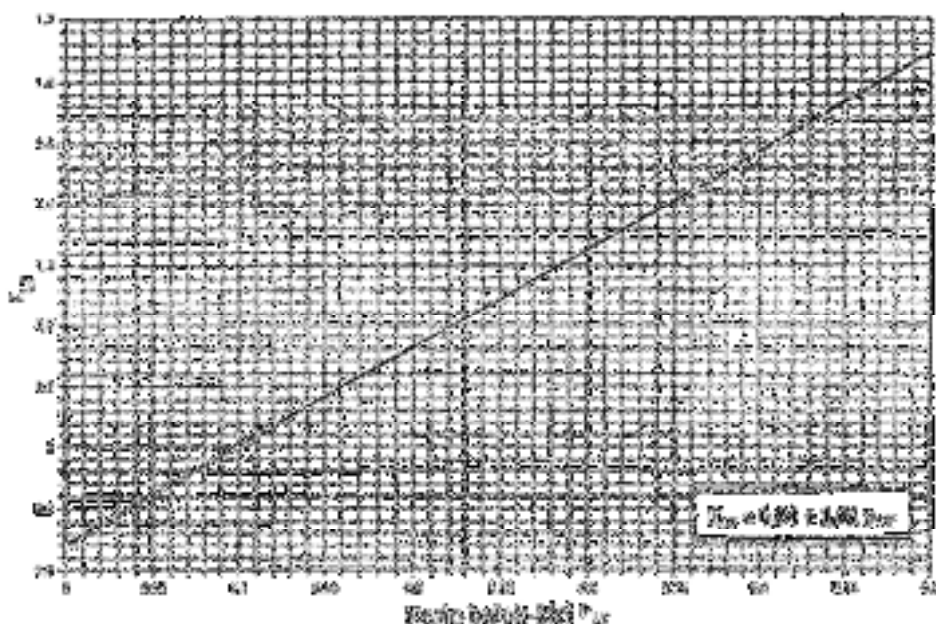
Sebelum menghitung faktor penyesuaian belok kiri, terlebih dahulu menghitung rasio kendaraan belok kiri (P_{LT}) dengan rumus berikut:

$$P_{LT} = Q_{LT}/Q_{TOT} \dots\dots\dots (2.7)$$

Rumus yang digunakan untuk mencari faktor penyesuaian belok kiri adalah:

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61P_{LT} \dots\dots\dots (2.8)$$

Atau dengan menggunakan grafik berikut:



Grafik 2.2. Grafik Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

8. Faktor Penyesuaian Belok kanan (F_{RT})

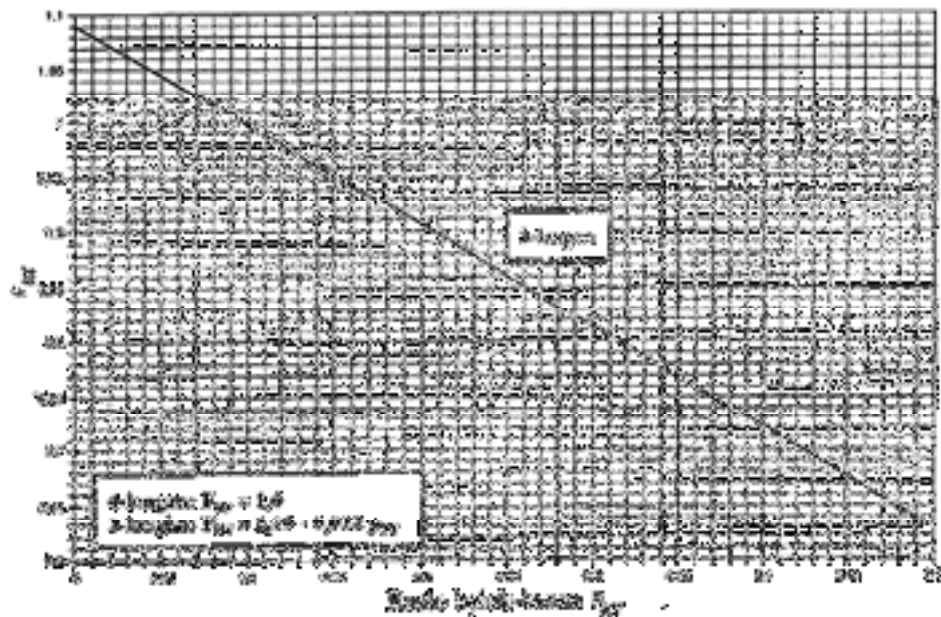
Sebelum menghitung faktor penyesuaian belok kiri, terlebih dahulu menghitung rasio kendaraan belok kanan (P_{RT}) dengan rumus berikut:

$$P_{RT} = Q_{RT}/Q_{TOT} \dots\dots\dots (2.9)$$

Rumus yang digunakan untuk mencari faktor penyesuaian belok kanan adalah:

$$3\text{-lengan } F_{RT} = 1,09 - 0,922P_{RT} \dots\dots\dots (2.10)$$

Atau dengan menggunakan grafik berikut:



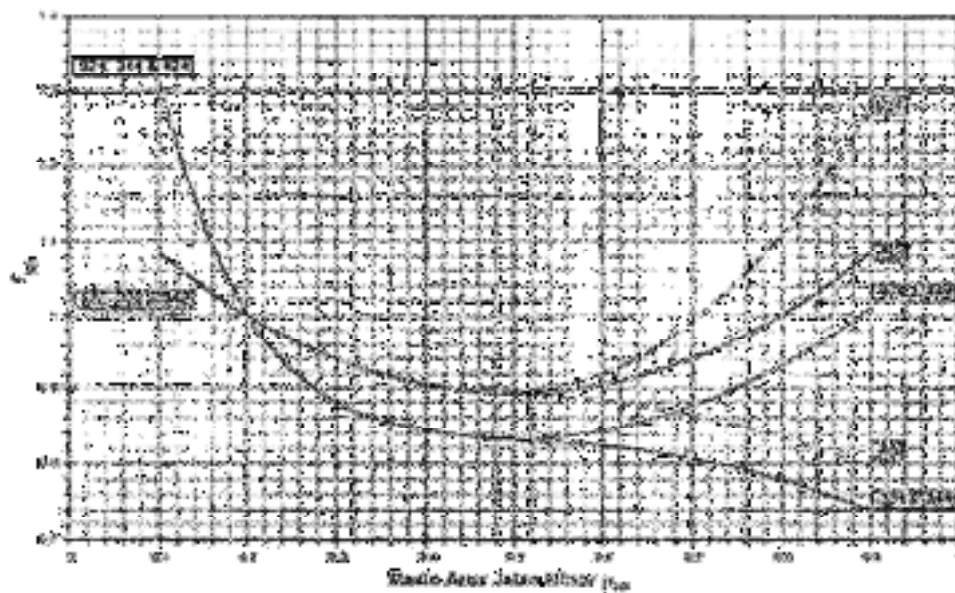
Grafik 2.3. Grafik Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

9. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

Faktor ini berdasarkan grafik dibawah ini. Batas nilai yang diberikan untuk F_{MI} pada grafik adalah rentang dasar empiris dari manual. Dengan nilai P_{MI} yakni

$$P_{MI} = Q_{MI}/Q_{TOT} \dots \dots \dots (2.11)$$



Grafik 2.4. Grafik Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (FMI)

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Tabel 2.12 Persamaan Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

10. Kapasitas

Kapasitas adalah kemampuan suatu ruas jalan melewati arus lalu lintas secara maksimum. Kapasitas total atau seluruh pendekat simpang adalah perkalian antara kapasitas dasar (C_0) untuk kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi sesungguhnya terhadap kapasitas. Kapasitas dihitung dengan rumus berikut:

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ (kend/jam)} \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

C = Kapasitas

C_0 = Nilai kapasitas dasar

F_W = Faktor penyesuaian lebar pendekat

F = Faktor penyesuaian median jalan mayor

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{RSU} = Faktor penyesuaian 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 jalan minor

2.6.3 Langkah C: Perilaku Lalu Lintas

1. Derajat Kejenuhan (DS = Degree of Saturation)

Derajat kejenuhan merupakan hasil bagi arus lalu lintas terhadap kapasitas. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$DS = Q_{TOT}/C \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

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

C = Kapasitas.

2. Tundaan

Tundaan (D) adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat.

a. Tundaan Lalu Lintas (DT_i)

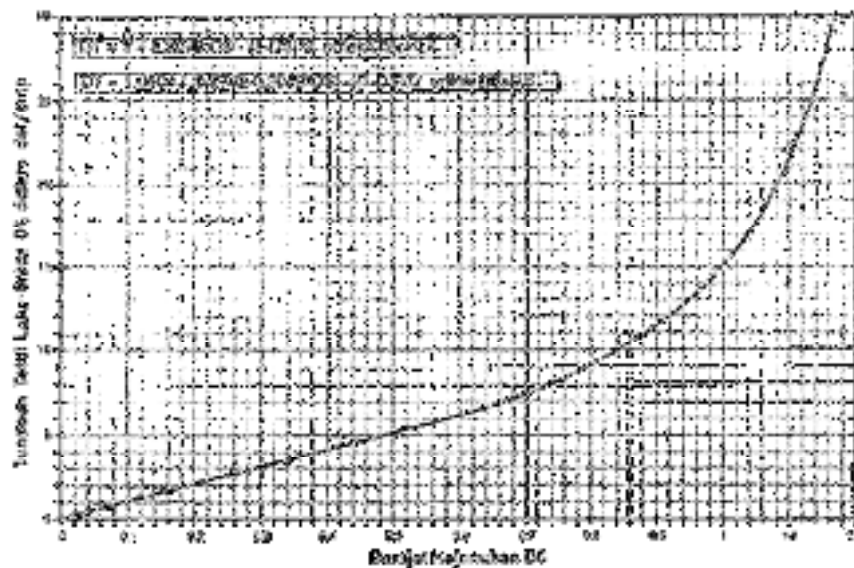
Tundaan Lalu Lintas simpang adalah tundaan lalu lintas untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Tundaan ini ditentukan dari kurva empiris antara DT_i dan DS sebagai berikut:

untuk $DS \leq 0,6$

$$DT_i = 2 + 8,2078 * DS - (1 - DS * 2) \dots\dots\dots (2.14)$$

untuk $DS > 0,6$

$$DT_i = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 * DS) - (1 - DS) * 2 \dots\dots\dots (2.15)$$



Grafik 2.5 Grafik Tundaan Lalu Lintas

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

b. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT_{MA})

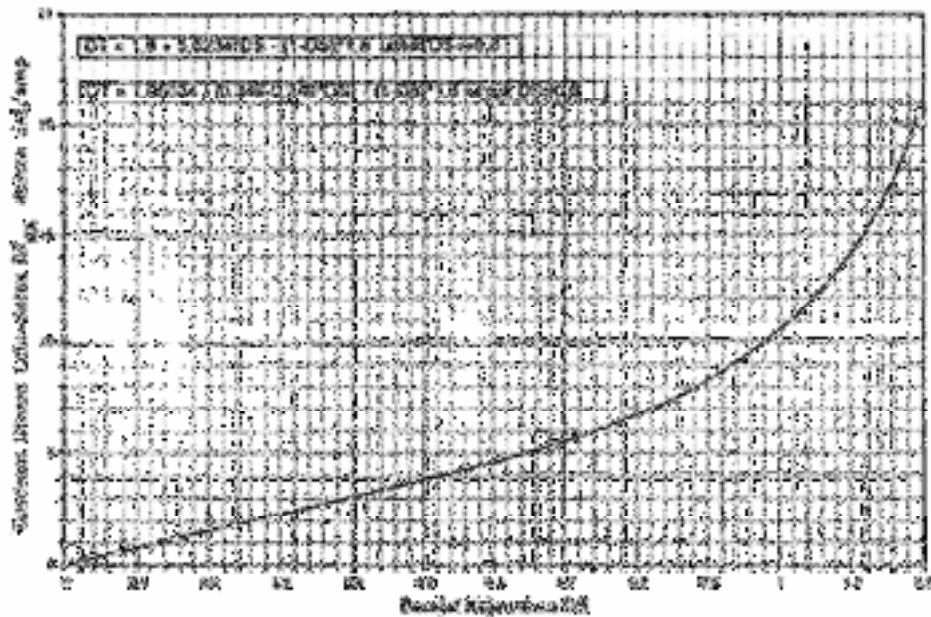
Tundaan lalu lintas jalan utama tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. Tundaan ini ditentukan berdasarkan kurva empiris berikut ini:

untuk $DS \leq 0,6$

$$DT_{MA} = 1,8 + 5,8234 * DS - (1 - DS) * 1,8 \dots\dots\dots(2.16)$$

untuk $DS > 0,6$

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,246 * DS) - (1 - DS) * 1,8 \dots\dots\dots(2.17)$$



Grafik 2.6. Garafik Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama

Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997

c. Tundaan Lalu Lintas jalan Minor (DT_{MI})

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata, ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata.

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} * DT_i - Q_{MA} * DT_{MA}) / Q_{MI} \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan:

DT_{MI} = Tundaan jalan minor (det/smp)

DT_{MA} = Tundaan jalan mayor (det/smp)

Q_{TOT} = Volume arus (smp/jam)

DT_i = Tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

Q_{MA} = Volume arus lalu lintas pada jalan mayor (smp/jam)

Q_{MI} = Volume lalu lintas pada jalan minor (smp/jam)

d. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometri rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang, DG dihitung dengan rumus berikut:

Untuk $DS < 1,0$:

$$DG = (1 - DS) \times (P_{TOT} \times 6 + (1 - P_{TOT}) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dengan :

$$P_{TOT} = P_{LT} + P_{RT} \dots\dots\dots (2.20)$$

Untuk $DS \geq 1,0$; **DG=4**

Keterangan:

DG = Tundaan geometrik simpang (det/smp)

DS = Derajat kejenuhan

DTi = Tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

e. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung sebagai berikut:

$$D = DG + DTi \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan:

DG = Tundaan geometrik simpang (det/smp)

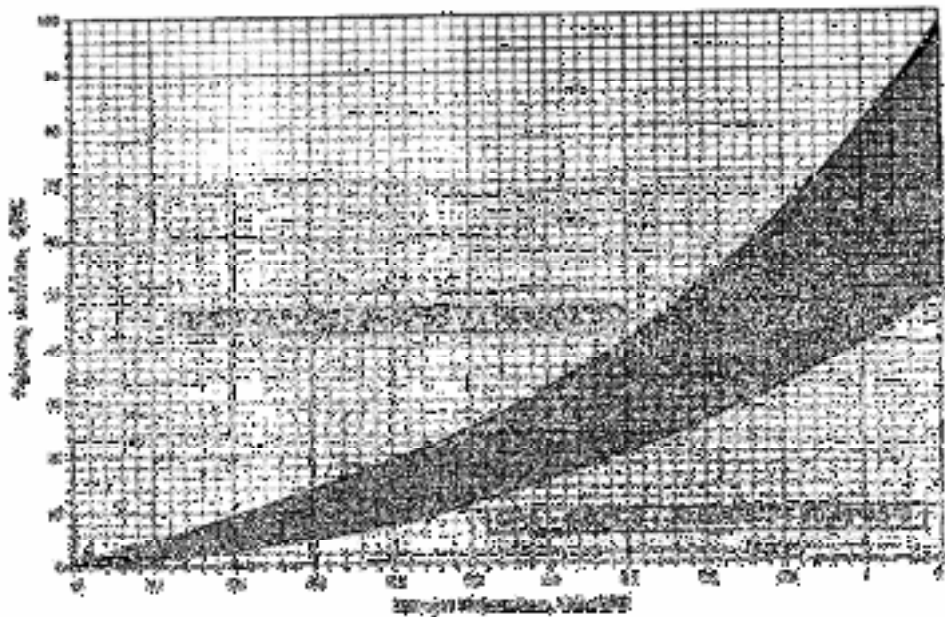
DTi = Tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

3. Peluang Antrian (QP%)

Peluang antrian dinyatakan pada range nilai yang didapat dari kurva hubungan antara peluang antrian (QP%) dengan derajat kejenuhan (DS), yang merupakan peluang antrian dengan lebih dari dua kendaraan di daerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal.

$$\text{Batas Atas} : QPa = (47,71 * DS) - (24,68 * DS^2) + (56,47 * DS^3) \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\text{Batas Bawah} : QPb = (9,02 * DS) - (20,66 * DS^2) + (10,49 * DS^3) \dots\dots\dots (2.23)$$



Grafik 2.7. Grafik Peluang Antrian (QP%)

Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997

4. Penilaian perilaku lalu lintas/Tingkat pelayanan (SF)

Dalam MKJI cara yang paling tepat untuk menilai hasil kinerja persimpangan adalah dengan menilai derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang diamati dan perbandingannya 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. Berdasarkan hal ini, tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal diukur berdasarkan nilai tundaan seperti pada tabel dibawah.

Tabel 2.13 Hubungan Tundaan Dengan Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan Tak Bersinyal.

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

Sumber: Transportation research board, 1994

Selain itu nilai tingkat pelayanan suatu persimpangan ditentukan oleh nilai derajat kejenuhan (DS). Berdasarkan nilai ini maka tingkat pelayanan suatu persimpangan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.14 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup (Q/C=DS)	Keterangan
A	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih bebaskecepatan yang diinginkan.	0,00 - 0,19	Baik Sekali
B	Arus stabil, kecepatan sedikit dibatasi oleh lalu lintas, volume pelayanan dapat dipakai untuk mendesain jalur luar kota.	0,20 – 0,44	Baik
C	Arus stabil, kecepatan dikontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan dapat dipakai untuk mendesain jalan perkotaan.	0,45 – 0,74	Sedang
D	Arus mulai terganggu, kecepatan rendah, volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas maksimal.	0,75 – 0,84	Kurang
E	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda bahkan sering berhenti sama sekali, volume mendekati kapasitas.	0,85 – 1,00	Buruk
F	Arus mulai terhambat (dipaksakan) atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah dan sering berhenti, antrian yang panjang dan terjadi hambatan yang besar.	➤ 1,00	Buruk Sekali

Sumber: Morlok dalam Da Costa D.G.N, 2004.

2.7 Proyeksi Peningkatan Arus Lalu Lintas

Proyeksi dilakukan sebelumnya terkait jumlah peningkatan arus lalu lintas di Kota kupang. Perhitungan proyeksi jumlah peningkatan kendaraan dilakukan dengan menggunakan trend. Ada 2 trend yang digunakan yaitu trend linear dan trend eksponensial kedua trend ini digunakan untuk menghitung jumlah peningkatan arus lalu lintas pada tahun ke tahun yang berikutnya atau digunakan untuk meramal pergerakan keadaan pada masa yang akan datang.

2.7.1 Trend

Trend adalah suatu gerakan (kecenderungan) naik atau turun dalam jangka panjang seperti diperoleh dari rata-rata perubahan dari waktu ke waktu (Hamdani.dkk,2007:198).

Ada 2 trend yang digunakan dalam peramalan pergerakan keadaan pada masa yang akan datang :

a. Trend linier

Trend linier adalah kecendrungan data dimana perubahannya berdasarkan waktu adalah tetap (konstan).

Bentuk persamaan peramalan :

$$Y' = a + bx, \dots\dots\dots(2.24)$$

Dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, maka harga konstanta a dan b diperoleh dari persamaan di bawah ini :

$$a = \frac{\sum Y - b \sum x}{n} \text{ dan } b = \frac{n \sum xY - \sum x \sum Y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

Y' = nilai yang diukur/dihitung pada variabel terikat

Y = nilai variabel Y pada waktu tertentu

x = waktu atau periode dari variabel bebas

a = perpotongan antara garis trend dengan sumbu tegak

b = Kemiringan dari garis trend

n = Banyaknya variabel Y pada waktu tertentu

b. Trend Eksponensial

Trend pertumbuhan eksponensial adalah kecenderungan data dimana perubahannya semakin lama semakin bertambah secara eksponensial Bentuk persamaan peramalan :

$$Y' = ab^x \dots\dots\dots(2.26)$$

Dengan menggunakan transformasi logaritma natural maka harga konstanta a dan b diperoleh dari persamaan di bawah ini :

Dimana:

Y' = nilai yang diukur/dihitung pada variabel terikat

Y = nilai variabel Y pada waktu tertentu

x = waktu atau periode dari variabel bebas

a = perpotongan antara garis trend dengan sumbu tegak

b = Kemiringan dari garis trend

n = Banyaknya variabel Y pada waktu tertentu

Dalam metode ini jumlah skala X harus sama dengan nol. Dengan titik tengah sebagai tahun dasar, maka nilai X pada titik tengah tersebut akan bernilai nol. Hanya saja, ada sedikit perbedaan untuk menentukan titik tengah pada data yang berjumlah ganjil dan genap. Contohnya pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.15 Data Ganjil

Tahun	Penjualan (Y)	X	X.Y	X ²
2012	1.200	-2	-2.400	4
2013	1.000	-1	-1.000	1
2014	1.400	0	0	0
2015	1.500	1	1.500	1
2016	1.300	2	2.600	4
Σ	6.400	0	700	10

Sumber: Analisis Trend (Materi X : Pengertian)

Karena data berjumlah ganjil, maka tahun 2014 memiliki nilai X sebesar nol, sehingga jumlah data X otomatis akan berjumlah nol. Nilai X akan bernilai negatif ke data yang lebih lama dan bernilai positif ke data yang lebih baru.

Tabel 2.16 Data Genap

Tahun	Penjualan (Y)	X	X.Y	X ²
2011	1.100	-5	-5.500	25
2012	1.200	-3	-3.600	9
2013	1.000	-1	-1.000	1
2014	1.400	1	1.400	1
2015	1.500	3	4.500	9
2016	1.300	5	6.500	25
Σ	7.500	0	2.300	70

Sumber: Analisis Trend (Materi X : Pengertian)

Pada data genap, karena data tengah berada di tengah-tengah antara tahun 2013 dan 2014, maka otomatis nilai nol berada di tengah kedua data tersebut. Sehingga loncatan dari nilai X tersebut adalah kelipatan 2.

c. Standar Error

Standar Error adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur jumlah variasi atau sebaran sejumlah nilai data. Suatu trend atau peramalan harus memiliki nilai kesalahan atau error yang kecil untuk mendapatkan hasil peramalan yang baik.

Bentuk persamaan Standar Error sebagai berikut :

$$\text{Std. SE} = \sqrt{\frac{\sum e^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana :

e = Selisih anatara nilai Y dengan Y'

n = Banyaknya variabel Y pada waktu tertentu