

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan suatu kota yang terus meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah dan aktivitas penduduk di mana semakin beragamnya aktivitas penduduk suatu kota semakin cepat pula kota itu berkembang. Sarana dan prasarana sangat dibutuhkan untuk mendukung aktivitas kota, Salah satunya dibuatnya tol, dengan adanya tol yang memudahkan pergerakan di suatu wilayah. Salah satu cara untuk masuk tol dengan membuat gerbang tol atau simpang untuk masuk tol yang bisa membuat masalah. Masalah yang terjadi misalnya adalah antrian dan tundaan karena adanya kendaraan yang masuk keluar tol. Karena adanya kendaraan yang masuk keluar tol menyebabkan hambatan di wilayah simpang tersebut.

Persimpangan merupakan titik pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan dimana lintasan-lintasan kendaraan yang saling berpotongan. Persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya daerah perkotaan (Rorong, Elisabeth. & Waani, 2015).

Bagi masyarakat Kota Medan, jalan Veteran Pasar 7 merupakan salah satu jalan yang peranannya sangat penting dalam mendukung pertumbuhan terhadap di sektor perdagangan, perkantoran, pendidikan, dan jasa di kota medan. Namun juga tidak

lepas dari masalah kemacetan, terutama di sekitar simpang Gerbang Tol Marelan pada Ruas Jalan.

Pada simpang dan ruas jalan Veteran Pasar 7 mengalami kepadatan dan dari arah Gerbang Tol Marelan kendaraan roda 4 banyak yang masuk-keluar tol yang menyebabkan hambatan dan tundaan di simpang tersebut dan juga tidak adanya lampu lalu lintas di persimpangan yang bisa mengakibatkan kemacetan. Selain itu juga akan menimbulkan dampak negatif ditinjau dari segi ekonomi dan lingkungan (Sinulingga 1999).

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlunya analisa kinerja simpang dan kinerja ruas jalan, menganalisa menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI 2014). PKJI merupakan upaya pemutakhiran dari MKJI yang dilakukan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi dan Rekayasa Sipil (Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan) melalui Gugus Kerja Teknik Lalu Lintas dan Lingkungan Jalan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka latar belakang penelitian dapat diidentifikasi antara lain sebagai berikut:

1. Volume kendaraan yang tinggi pada jam sibuk saat ini yang bisa menyebabkan kemacetan di ruas jalan Veteran Pasar 7 Simpang Gerbang Tol Marelan.

2. Adanya hambatan samping yang terjadi akibat adanya Kendaraan yang masuk – keluar tol pada ruas jalan Veteran Pasar 7 simpang Gerbang Tol Marelan.
3. Adanya konflik persilangan yang mengakibatkan Tundaan pada ruas jalan Veteran Pasar 7 Simpang Gerbang Tol Marelan.
4. Tidak adanya lampu lalu lintas di Persimpangan Gerbang Tol Marelan pada ruas jalan Veteran Pasar 7.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi diatas, maka diuraikan perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar volume kendaraan tinggi di jam tertentu pada saat ini di jalan veteran pasar 7 di simpang gerbang tol marelan dengan menggunakan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014.?
2. Berapa besar hambatan samping yang terjadi saat ini akibat adanya kendaraan yang masuk – keluar tol di simpang Gerbang Tol Marelan dan pada ruas jalan Veteran Pasar 7 ?
3. Berapa konflik dan tundaan yang terjadi saat ini di simpang Gerbang Tol Marelan dan pada ruas jalan Veteran Pasar 7 dengan menggunakan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan deskripsi diatas, maka diuraikan Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Volume, Kapasitas, dan Jenis kendaraan tinggi pada jam sibuk di ruas jalan Veteran Pasar 7 di Simpang Gerbang Tol Marelan dengan menggunakan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014.
2. Menganalisa kinerja simpang dan kinerja ruas jalan di persimpangan Gerbang Tol Marelan pada jalan Veteran Pasar 7 dengan menggunakan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014.
3. Menghitung konflik dan tundaan yang ada di simpang Gerbang Tol Marelan jalan Veteran Pasar 7 dengan menggunakan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014.

1.5 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis volume pada simpang gerbang tol dan ruas jalan Veteran Pasar 7 dengan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014.
2. Untuk menganalisis konflik dan tundaan di jalan Veteran Pasar 7 simpang gerbang tol dengan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014.
3. Untuk menganalisis kinerja simpang dan ruas jalan dengan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014, pengaruh gerbang tol persimpangan dan ruas jalan antara gerbang tol dengan jalan Veteran Pasar 7 jalur masuk dan keluar.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk tahapan yang akan dilakukan dalam studi ini, penulisan ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Merupakan bingkai studi atau rancangan yang akan dilakukan meliputi tinjauan umum, latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan kajian sebagai literatur serta hasil studi yang relevan dengan pembahasan ini. Dalam hal ini diuraikan hal-hal mengenai kinerja simpang dan kinerja ruas jalan dengan menghitung nilai sesuai dengan MKJI 1997 dan PKJI 2014.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode yang dipakai dalam penelitian ini, termasuk pengambilan data, langkah penelitian, analisa data, serta pemilihan wilayah penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan pembahasan mengenai data-data yang dikumpulkan, kinerja lalu dianalisa dengan MKJI dan PKJI sehingga dapat diperoleh hasil dari dampak yang akan ditimbulkan akibat beroperasinya bangunan gerbang tol Marelan di tol Medan - Binjai.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan yang telah diperoleh dari pembahasan pada bab sebelumnya, dan saran mengenai hasil penelitian yang dapat dijadikan masukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tujuan dari perencanaan system transportasi adalah untuk penyediaan fasilitas bagi pengguna dari satu tempat ke tempat lain dari pemanfaatan tata guna lahan yang ada. Dengan dikembangkannya lahan yang ada akan tercipta suatu pergerakan akan menciptakan suatu keuntungan dari peruntukan lahan tersebut. Dari hal ini akan pengembangan system transportasi akan sangat berpengaruh demi tercapainya pelayanan dalam kepentingan ekonomi. Tetapi hal ini terkadang akan menimbulkan konflik pada berbagai pihak, sehingga analisa dampak lalu lintas dan dengan mencari kapasitas nya atau kinerja nya merupakan hal mendasar yang harus digunakan untuk mengetahui pengaruh tersebut. Untuk mengetahui pengaruh gerbang tol, harus mengetahui kinerja pada jalan atau simpang tersebut.

Kinerja suatu simpang menurut MKJI 1997 didefinisikan sebagai ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas simpang dan secara umum dinyatakan dalam kapasitas jalan, perilaku lalulintas, dan kecepatan kendaraan.

Kinerja ruas jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk melayani kebutuhan arus lalu lintas sesuai dengan fungsinya yang dapat diukur dan dibandingkan dengan standar tingkat pelayanan jalan. Nilai tingkat pelayanan jalan dijadikan sebagai parameter kinerja ruas jalan.

2.2 Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, dan jalan kabel (UU RI No 38 Tahun 2004).

Sedangkan berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan didefinisikan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel. Menurut statusnya yaitu :

1. Jalan Nasional adalah jalan yang menghubungkan provinsi (antar provinsi). Jalan nasional terdiri atas jalan arteri primer, jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, jalan tol, dan jalan strategis nasional.
2. Jalan Provinsi adalah jalan yang menghubungkan antar kabupaten/kota dalam sebuah provinsi. Jalan provinsi terdiri atas jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota, jalan strategis provinsi, kecuali jalan arteri primer, jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, jalan tol, dan jalan strategis nasional.
3. Jalan Kabupaten adalah jalan yang menghubungkan antar kelurahan/ desa. Jalan kabupaten terdiri atas jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional

dan jalan, jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antar ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antar desa, jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota, dan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota adalah jalan umum yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antara persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan Desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.3 Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan, lancar tidaknya pergerakan dalam suatu jaringan jalan sangat ditentukan oleh pengaturan pergerakan di persimpangan, secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan arus lalu lintas dalam sistem jaringan jalan tersebut. Sehingga persimpangan dapat dikatakan sebagai bagian dari suatu jaringan jalan yang merupakan daerah penting atau kritis dalam melayani arus lalu lintas (Prasetyanto, 2013).

Persimpangan merupakan daerah dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersilangan. Persimpangan dapat bervariasi dari persimpangan sederhana yang terdiri

dari pertemuan dua ruas jalan sampai persimpangan kompleks yang terdiri dari pertemuan beberapa ruas jalan (Prasetyanto, 2013).

Masalah-masalah yang umumnya timbul pada persimpangan adalah:

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

Persimpangan dapat dibagi atas dua jenis, yaitu:

1. Persimpangan sebidang (At Grade Intersection)

Merupakan 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 dan persimpangan dengan banyak kaki.

2. Persimpangan tak sebidang (Grade Separate Intersection)

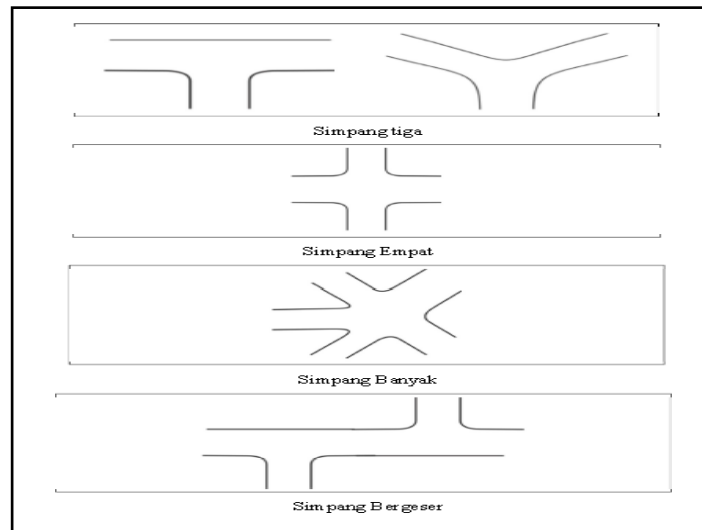
Merupakan suatu persimpangan dimana jalan yang satu dengan jalan yang lainnya tidak saling bertemu dalam satu bidang dan mempunyai beda tinggi (elevasi) antara keduanya

2.3.1 Persimpangan Sebidang (Intersection)

Persimpangan sebidang terdiri atas beberapa bentuk, yaitu :

1. Simpang tiga
2. Simpang empat
3. Simpang banyak
4. Simpang bergeser

Bentuk-bentuk simpang dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Bentuk-bentuk simpang

(Sumber: Prasetyanto, D, 2013)

2.3.2 Pergerakan Arus Lalu Lintas di Persimpangan

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

1. Pemisahan (*Diverging*)

Gerakan berpencar atau berpisah dari kendaraan di persimpangan. Konflik dapat terjadi pada saat kendaraan melakukan pergantian jalur atau gerakan

membelok.

2. Penggabungan (*Merging*)

Gerakan bergabungnya satu kendaraan terhadap kendaraan lain pada persimpangan.

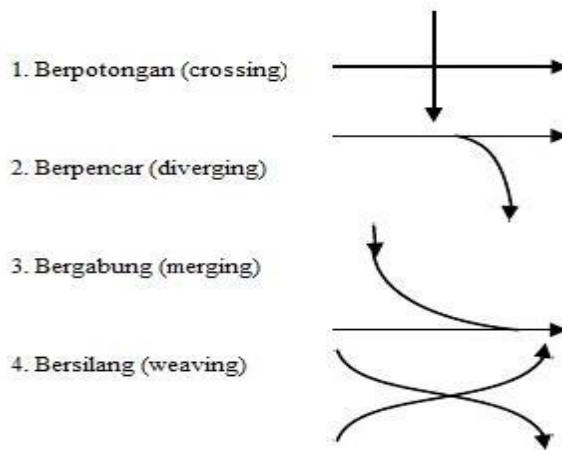
3. Persilangan (*Crossing*)

Gerakan kendaraan melakukan gerakan memotong terhadap kendaraan lain dari arah yang bersilangan pada persimpangan.

4. Jalinan (*Weaving*)

Gerakan memisah kemudian bergabung atau berpisah dari beberapa kendaraan.

Untuk lebih jelasnya maka bentuk-bentuk simpang tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bentuk – Bentuk Dasar Pergerakan di Persimpangan

(Sumber: Prasetyanto, D, 2013)

2.4 Simbang Tidak Bersinyal Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

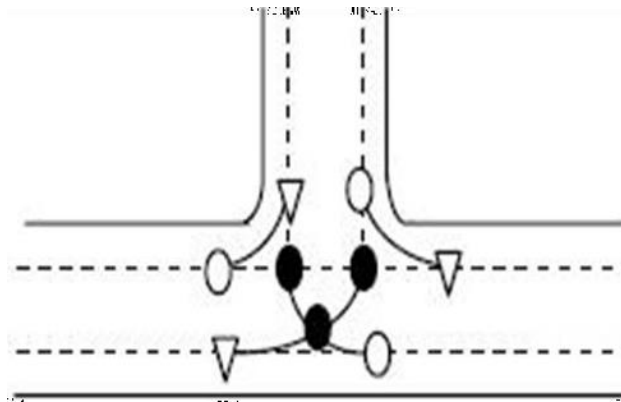
Simpang tidak bersinyal merupakan suatu simpang yang terdiri atas beberapa lengan jalan yang dilihat dari beberapa kondisi antara lain, kondisi geometrik, kondisi lingkungan dan kondisi lalu lintas.

2.4.1 Konflik Persimpangan

Titik konflik di persimpangan adalah lokasi titik-titik dimana dua pergerakan jika dilakukan secara bersamaan akan menyebabkan benturan. Pada daerah persimpangan, lintasan kendaraan dan pejalan kaki akan berpotongan pada satu konflik. Konflik ini akan menghambat pergerakan dan menjadi lokasi potensial terjadinya kecelakaan lalu lintas. Meskipun konflik benturan tidak terjadi tetapi akan terjadi tundaan yang cukup berarti, dikarenakan adanya pemanfaatan ruang jalan dimana dua kendaraan yang bertemu pada titik konflik dan kendaraan satu akan mengalah dengan membiarkan kendaraan lainnya untuk terlebih dahulu melewati titik konflik, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3. Konflik- konflik pada persimpangan tersebut dapat dibagi menjadi dua tipe konflik, yaitu:

- a. Konflik primer adalah konflik antara arus lalu lintas dari arah memotong.
- b. Konflik sekunder adalah konflik antara arus lalu lintas kanan dan arus lalu lintas arah lainnya atau antara arus lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki.

Adapun titik-titik konflik pada persimpangan 3 lengan adalah sebagai berikut:



Keterangan :

- Titik konflik persilangan (3 titik)
- △ Titik konflik penggabungan (3 titik)
- Titik konflik penyebaran (3 titik)

Gambar 2.3 Aliran Kendaraan di Simpang Tiga Lengan/Pendekat.

(Sumber : Selter, 1974)

2.4.2 Prosedur Perhitungan Analisis Simpang Tidak Bersinyal

Pada prosedur perhitungan analisis ini menggunakan metode yang ada pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Metode ini memperkirakan pengaruh terhadap kapasitas dan ukuran-ukuran terkait lainnya akibat kondisi geometri, lingkungan dan kebutuhan lalu lintas. Metoda dan prosedur yang diuraikan dalam manual ini mempunyai dasar empiris, alasannya bahwa perilaku lalu lintas pada simpang tidak bersinyal dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur dan aturan antri sangat sulit digambarkan dalam suatu model perilaku seperti model berhenti atau berjalan yang berdasarkan pada pengambilan celah.

Ukuran-ukuran kinerja berikut dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu lintas dengan metode yang diuraikan dalam metode ini adalah:

1. Kapasitas
2. Derajat kejenuhan
3. Tundaan
4. Peluang antrian

Secara lebih rinci, prosedur perhitungan analisis kinerja simpang tidak bersinyal meliputi formulir-formulir yang digunakan untuk mengetahui kinerja pada simpang tidak bersinyal sebagai berikut, (MKJI 1997):

1. Formulir USIG-1 Geometri dan arus lalu-lintas
2. Formulir USIG-II analisis mengenai pendekatan dan tipe persimpangan, kapasitas dan perilaku lalu-lintas.

2.4.3 Arus Lalu Lintas Tidak Bersinyal

Kondisi arus lalu lintas terdiri dari berbagai komposisi kendaraan, sehingga volume lalu lintas menjadi lebih praktis jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standar. Standar tersebut yaitu mobil penumpang sehingga dikenal dengan satuan mobil penumpang (smp). Untuk mendapatkan volume lalu lintas dalam satuan smp, maka diperlukan faktor konversi dari berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang. Faktor konversi tersebut dikenal dengan ekivalen mobil penumpang (emp). Nilai ekivalen mobil penumpang (emp) tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang Simpang Tidak Bersinyal

Jenis Kendaraan	Notasi	Nilai emp
Kendaraan Ringan	LV	1,0
Kendaraan Berat	HV	1,3
Sepeda Motor	MC	0,5
Kendaraan Tidak Bermotor	UM	-

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.4 Data Masukan Analisis Simpang Tidak Bersinyal

Pada tahap ini data masukan akan diuraikan secara rinci tentang kondisi-kondisi yang diperlukan untuk menganalisis simpang tidak bersinyal di antaranya adalah:

2.4.4.1 Kondisi Geometrik Persimpangan

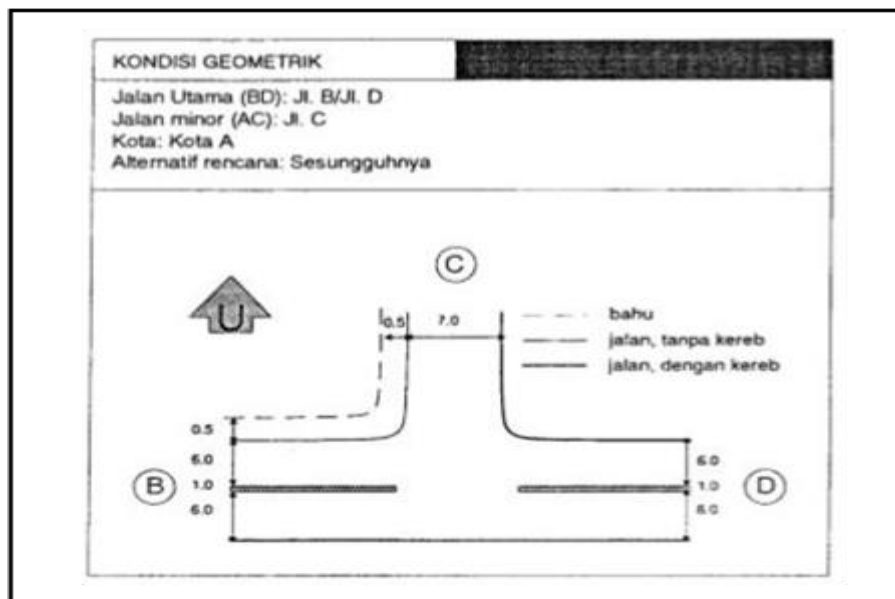
Karakteristik geometrik dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997) antara lain meliputi:

- a. Tipe jalan adalah tipe potongan melintang jalan ditentukan oleh jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan.
- b. Lebar jalur adalah lebar dari jalan yang dilewati.
- c. Median adalah daerah pemisah arus lalu lintas pada suatu segmen jalan.
- d. Pendekat adalah daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti.
- e. Lebar pendekat (WA) adalah bagian pendekat yang diperkeras yang digunakan oleh lalu lintas buangan setelah melewati persimpangan jalan.

f. Lebar masuk (W_{MASUK}) adalah lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti.

g. Lebar Keluar (W_{KELUAR}) adalah lebar bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu lintas berangkat setelah melewati persimpangan jalan.

Sketsa geometrik jalan yang dimasukkan ke dalam formulir USIG-I dibedakan menjadi jalan mayor dan minor dengan cara pemberian nama untuk setiap lengan simpang, jalan yang menerus selalu dikatakan jalan mayor (utama). Pada sketsa jalan harus diterangkan dengan jelas kondisi geometrik yang dimaksud seperti lebar jalan, lebar bahu dan lain- lain. Sketsa pola geometrik jalan didapat dengan cara survei langsung atau dengan gambar existing yang ada. Berikut adalah sketsa kondisi geometrik dapat dilihat pada Gambar 2.4.

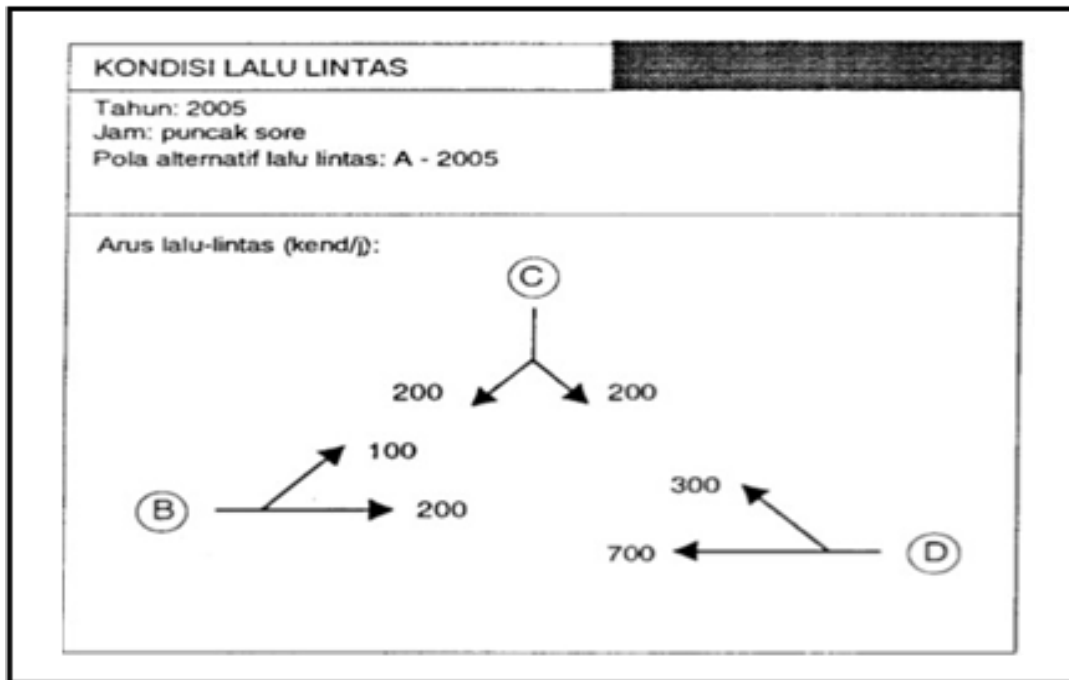


Gambar 2.4 Sketsa Kondisi Geometrik

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.4.2 Kondisi Lalu Lintas

Sketsa arus lalu lintas sangat diperlukan terutama untuk merencanakan atau perubahan sistem pengaturan simpang dari tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal ataupun rekayasa sistem satu arah. Contoh sketsa kondisi lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sketsa kondisi Lalu lintas

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.4.3 Kondisi Lingkungan

Data lingkungan diperlukan untuk perhitungan dan harus diisikan dalam kotak bagian kanan atas formulir USIG-II ANALISA.

a. Kelas Ukuran Kota (FCS)

Faktor ini hanya dipengaruhi oleh variabel besar kecilnya jumlah penduduk dalam juta, seperti tercantum dala Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Kota

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)

b. Tipe Lingkungan Jalan

Tipe lingkungan jalan dibedakan sesuai klasifikasikan menurut kelas tataguna lahan jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas dengan bantuan Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tipe Lingkungan Jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya perkotokoan, 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: MKJI, 1997)

c. Kelas Hambatan Samping (FSF)

Kelas hambatan samping dapat dikatakan seperti pejalan kaki berjalan atau menyebrangi jalur, angkutan kota dan bus yang berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan kendaraan yang masuk keluar jalur. Hambatan samping ditentukan secara kuantitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas sebagai Tinggi, Sedang dan Rendah.

Tabel 2. 4 Klasifikasi kelas hambatan samping

Kelas Hambatan Samping	Nilai Frekuensi
Sangat Rendah	<100
Rendah	100 – 299
Sedang	300 – 499
Tinggi	500 – 899
Sangat Tinggi	>900

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.5 Kapasitas Simpang Tidak Bersinyal

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam menurut (MKJI 1997). Kapasitas total suatu persimpangan dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian antara kapasitas dasar C_0 dan faktor-faktor penyesuaian F (MKJI 1997). Menghitung kapasitas simpang menurut MKJI 1997 dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.1.

$$C = C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ (smp/jam) } \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :

C = Kapasitas (smp/jam)

Co = Kapasitas dasar (smp/jam)

Fw = Faktor koreksi lebar masuk

FM = Faktor koreksi tipe median jalan

Fcs = Faktor koreksi ukuran kota

FRSU = Faktor penyesuaian kendaraan tidak bermotor, hambatan samping dan lingkungan jalan.

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

FMI = Faktor penyesuaian rasio arus minor

2.4.5.1 Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

a. Lebar rata-rata pendekat minor dan utama WAC dan WBD dan Lebar rata-rata pendekat WI.

- Lebar rata-rata pendekat, WI

$$WI = (a/2 + b + c/2 + d/2)/4 \dots \dots \dots (2.2)$$

(Pada lengan B ada median)

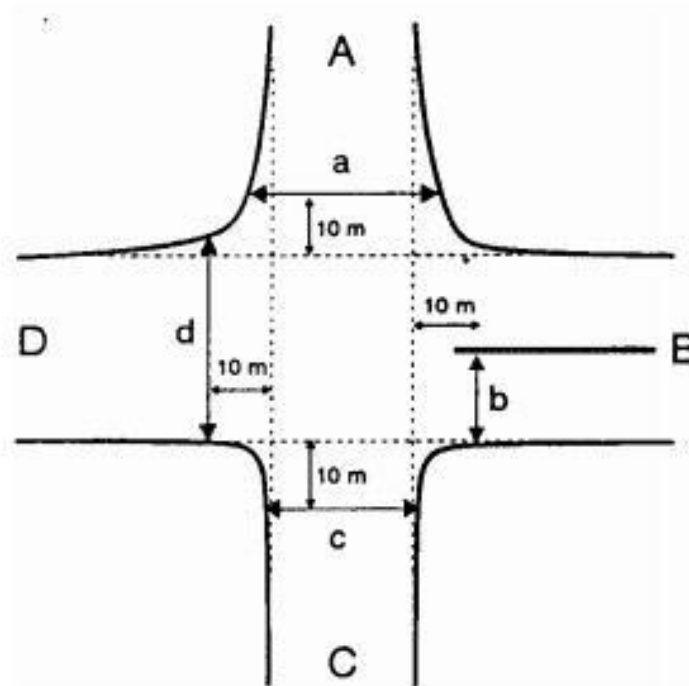
-Jika A hanya untuk ke luar, maka a=0:

$$WI = (b + c/2 + d/2)/3 \dots \dots \dots (2.3)$$

- Lebar rata-rata pendekat minor dan utama

(lebar masuk)

$$WAC=(a/2+c/2)/2, WBD=(b+ d/2)/2.....(2.4)$$



Gambar 2.6 lebar rata-rata pendekat

(Sumber: MKJI, 1997)

b. Jumlah lajur

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama sebagai berikut. Tentukan jumlah lajur berdasarkan lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama dari Gambar 2.6 di atas.

Tabel 2.5 Jumlah Lajur dan Lebar Rata-rata Pendekat Minor dan Utama

Lebar pendekat jalan rata-rata, W_{AC}, W_{BD} (m)	Jumlah lajur (total) untuk kedua arah
$W_{BD} = (b / 2 + d / 2) / 2 < 5,5$	2
$>5,5$	4
$W_{AC} = (a / 2 + c / 2) / 2 < 5,5$	2
$>5,5$	4

(Sumber: MKJI, 1997)

c. Tipe Simpang

Tipe simpang menentukan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan kode tiga angka, lihat Tabel 2.6. Jumlah lengan adalah jumlah lengan dengan lalu-lintas masuk atau keluar atau keduanya. Masukkan hasil kode tipe simpang (IT)

Tabel 2.6 Kode Tipe Simpang

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

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.5.2 Kapasitas Dasar (C_0)

Nilai kapasitas dasar dapat dari variabel tipe simpang (IT). Didapat data kapasitas dasar (C_0) untuk dimasukkan pada formulir UISG-II. Kapasitas dinyatakan

dalam smp/jam dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur dan ditentukan dengan tipe simpang jalan tersebut. Kapasitas dasar (Co) dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Kapasitas Dasar (Co)

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

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.5.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (FW)

Penyesuaian lebar pendekat (FW) diperoleh dari Faktor penyesuaian lebar pendekat diambil dari lebar rata-rata semua pendekat (WI) dan tipe simpang (IT).

Untuk tipe simpang 322 dapat dihitung menggunakan Rumus 2.5.

$$322 : FW = 0,73 + 0,0760 WI \dots\dots\dots(2.5)$$

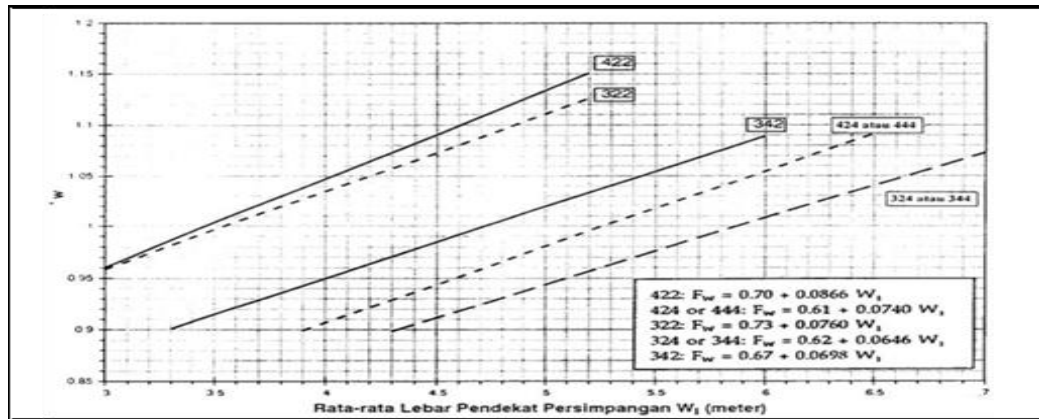
Untuk tipe simpang 324 atau 344 dapat dihitung menggunakan Rumus 2.6.

$$324 : FW = 0,63 + 0,0646 WI \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan :

WI = Lebar pendekat rata-rata

Berikut adalah grafik faktor penyesuaian lebar pendekat (Fw) yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Rata-rata pendekat persimpangan WI (meter)

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.5.4 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM)

Faktor penesuaian median ada beberapa tipe diantaranya lebar, sempit dan tidak ada median. Faktor penyesuaian median jalan didapat dari Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM)

Uraian	Tipe Median	Faktor penyesuaian median (F _w)
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)

2.4.5.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penesuaian kota dapat dilihat jumlah penduduk pada kota tersebut untuk mendapatkan nilai koreksi faktor penyesuaian kota (Fcs) dapat dilihat dari Tabel. Berikut adalah Tabel faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) yang ditunjukkan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Ukuran Kota (CS)	Penduduk (Juta)	Faktor Penyesuain Ukuran Kota (F _{CS})
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.5.6 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping Dan Kendaraan Tidak Bermotor (FSRU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tidak bermotor FSRU ditentukan oleh hasil survei dilapangan dengan melihat tipe lingkungan jalan, kelas hambatan samping dan resiko kendaraan tidak bermotor ditentukan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping Dan Kendaraan Tidak Bermotor (FSRU)

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
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.5.7 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Perhitungan dilakukan dengan data masukan adalah belok kiri, batas nilai yang diberikan untuk P_{LT} adalah rentang dasar empiris dari manual.

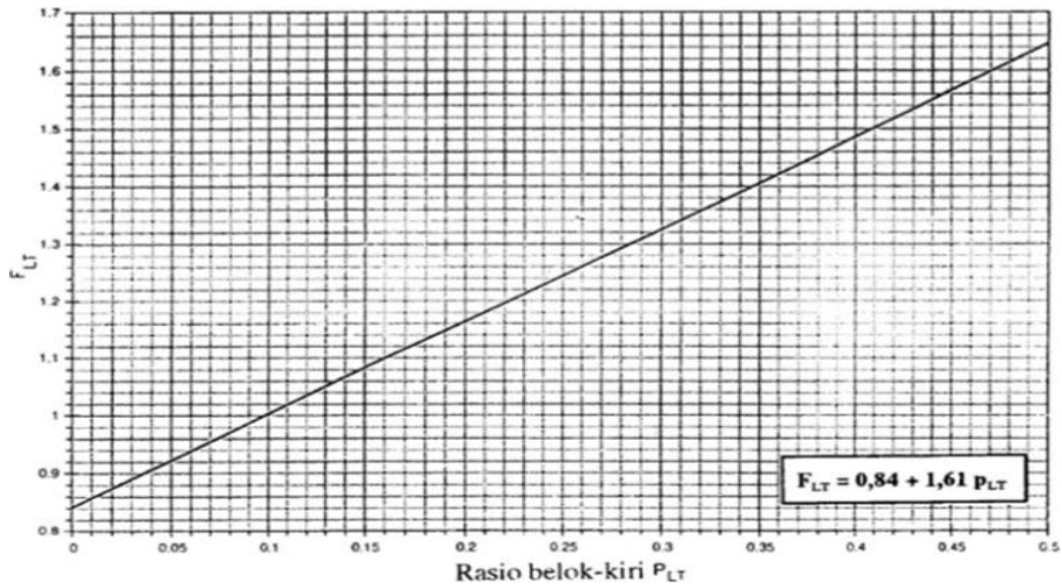
Faktor penyesuaian belok kiri dapat dihitung menggunakan Rumus 2.7.

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

Dengan :

P_{LT} = Rasio belok kiri

Berikut adalah grafik faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.5.8 Faktor Penyesuaian Tipe Belok Kanan (F_{RT})

Faktor ini untuk simpang tiga - lengan dihitung dengan data variabel masukan adalah belok kanan PRT dari Formulir USIG-I Baris 22, Kolom 11, batas nilai yang diberikan untuk PRT adalah rentang dasar empiris dari manual.

Faktor penyesuaian belok kanan 3 lengan dapat dihitung menggunakan Rumus 2.8.

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

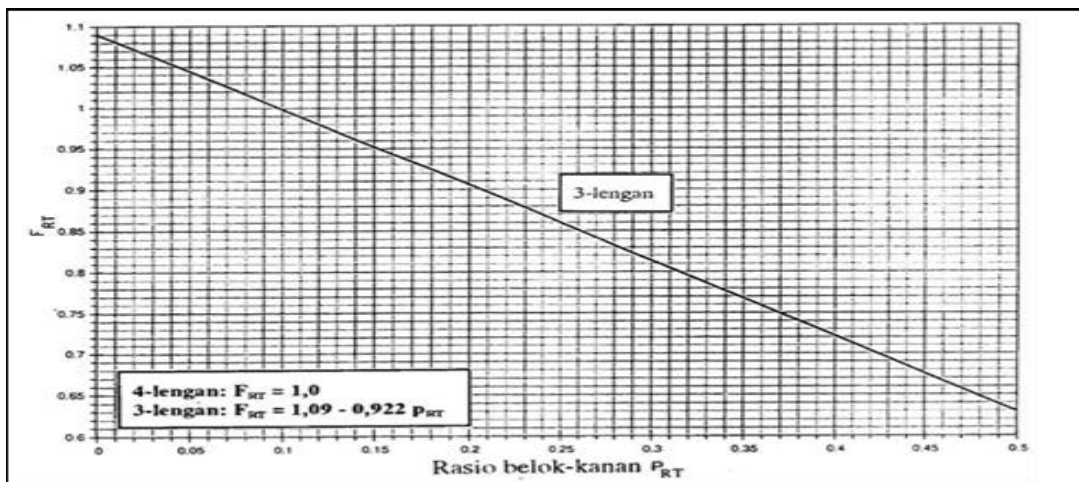
Faktor penyesuaian belok kanan 4 lengan dapat dihitung menggunakan Rumus 2.9.

$$F_{RT} = 1,0 \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan :

P_{RT} = Rasio belok kanan

Berikut adalah grafik faktor penyesuaian belok kiri (F_{RT}) yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.5.9 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (FMI)

Faktor ini ditentukan dari data variabel masukan rasio arus jalan minor (FMI, dari formulir USIG-I, baris 24, kolom 10) dan tipe simpang IT. Untuk mendapatkan nilai koreksi faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (FMI) dapat dilihat dari Tabel 2.11.

Berikut adalah Tabel faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (FMI) yang ditunjukkan pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (FMI)

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	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI}^2 + 1,19$	0,1 - 0,5
	$2,38 \times P_{MI}^2 - 2,38 \times P_{MI} + 1,49$	0,5 - 0,9
324	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^2 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
344	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,60$	0,5 – 0,9

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.6 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus lalu lintas aktual (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam), dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.10 sebagai berikut :

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan :

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

Q = Jumlah arus total pada simpang (smp/jam)

2.4.6.1 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan menyatakan tingkat kualitas arus lalu lintas yang sesungguhnya terjadi. Tingkat ini dinilai oleh pengemudi atau penumpang berdasarkan tingkat kemudahan dan kenyamanan pengemudi melalui prasarana yang ia gunakan. Penilaian kenyamanan mengemudi dilakukan berdasarkan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan bergerak (*maneuver*).

Menurut Alamsyah (2008) tingkat pelayanan dibedakan menjadi enam kelas, yaitu dari kelas A sampai dengan kelas F, dimana kelas A kelas yang terbaik dan kelas F kelas yang terburuk pelayanannya. Tingkat pelayanan untuk masing- masing kelas jalan untuk jalan bebas hambatan (*freeway*) adalah sebagai berikut:

a. *Free Flow*, dimana pengemudi dalam menentukan (memilih) kecepatan dan

bergeraknya tidak tergantung (atau ditentukan) kendaraan lain dalam arus.

- b. *Stable Flow*, dimana pengemudi mulai merasakan pengaruh kehadiran kendaraan lain, sehingga kebebasan dalam menentukan kecepatan dan pergerakannya sedikit berkurang.
- c. *Stable Flow*, dimana pengemudi sangat merasakan pengaruh keberadaan kendaraan lain.
- d. *Stable Flow*, dengan kerapatan lalu lintas yang tinggi, kecepatan dan pergerakannya sangat dibatasi oleh keberadaan kendaraan lain.
- e. *Unstable Flow*, yaitu kendaraan mendekati atau pada kapasitas jalan.
- f. *Forced Flow*, yaitu keadaan sangat tidak stabil dimana pada keadaan ini terjadi antrian kendaraan, karena kendaraan yang keluar lebih sedikit dari kendaraan yang masuk ke suatu ruas jalan.

Untuk mengetahui kinerja jalan dapat diketahui dari tingkat pelayanan dari jalan yang ada. Berdasarkan (MKJI 1997), ditetapkan bahwa untuk kondisi normal nilai $V/C > 0,85$ yang terjadi pada suatu segmen jalan dinyatakan bermasalah.

Masalah dimaksud adalah keterbatasan kapasitas atau keterbatasan volume akibat gangguan pergerakan di sepanjang ruas jalan yang ditinjau. Menurut *Highway Capacity Manual* membagi tingkat pelayanan jalan atas 6 (enam) keadaan seperti dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Tingkat pelayanan jalan (Dinas Perhubungan Medan).

Tingkat Pelayanan	Karakteristik – Karakteristik	Batas Lingkup V/C
A	Kondisi arus lalu lintas dengan kecepatan tinggi dari volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00– 0,20
B	Dalam zona arus lalu lintas stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.	0,21– 0,44
C	Dalam zona arus lalu lintas stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya.	0,45– 0,74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi. Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditoleri.	0,75-0,85
E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti.	0,86– 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	Lebih besar dari 1,00

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.7 Tundaan (D)

Tundaan pada persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang.. Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi tundaan maka semakin tinggi pula waktu tempuh. Tundaan terdapat berbagai jenis diantaranya:

2.4.7.1 Tundaan Lalu Lintas Rata-rata Sempang (DTI)

Tundaan lalu lintas rata-rata sempang (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk pada persimpangan. Tundaan DTI ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan DTI dan DS.

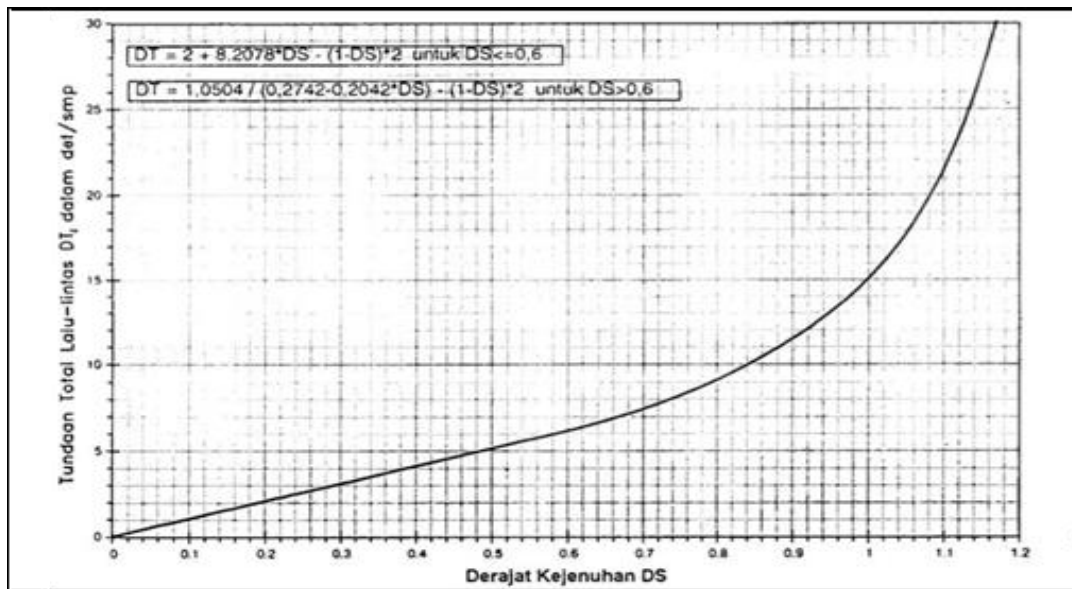
Untuk $DS \leq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus 2.11.

$$DTI = 2 + (8,2078 \times DS) - [(1 - DS) \times 2] \dots\dots\dots (2.11)$$

Untuk $DS \geq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus 2.12.

$$DTI = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - [(1 - DS) \times 2] \dots\dots\dots(2.12)$$

Berikut adalah grafik perbandingan tundaan lalu lintas rata-rata sempang (DTI) dan derajat kejenuhan (DS) yang ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Grafik Perbandingan Tundaan Lalu lintas dan Derajat kejenuhan

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.7.2 Tundaan Lalu Lintas Rata-rata di Jalan Utama (DTMA)

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk menuju persimpangan dari jalan utama. DTMA ditentukan dari kurva empiris antara DTMA dan DS :

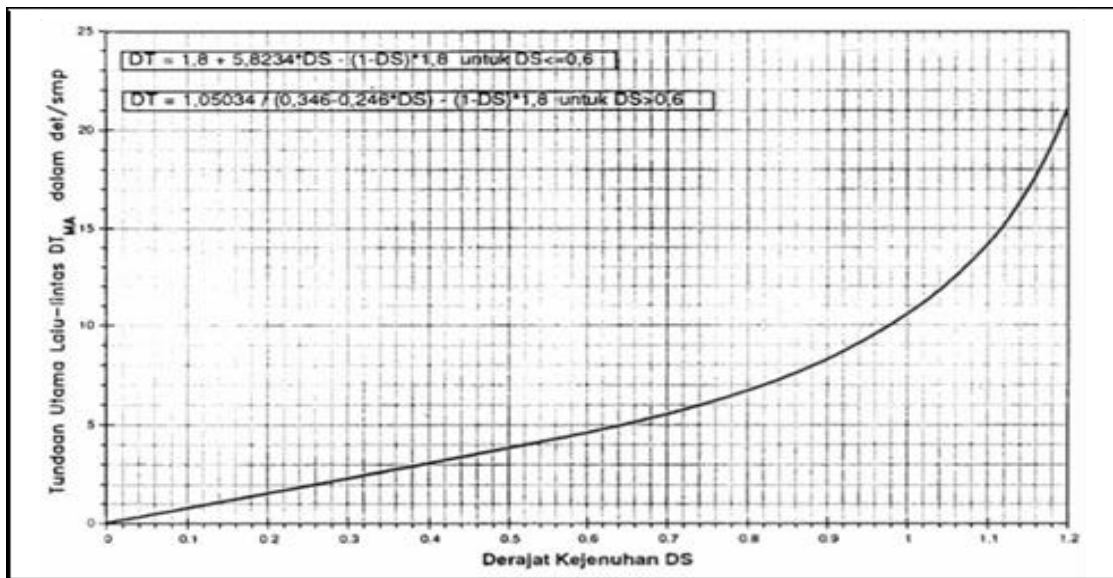
Untuk $DS \leq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus 2.13.

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1-DS) \times 1,8 \dots\dots\dots(2.13)$$

Untuk $DS \geq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus 2.14.

$$DTMA = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - [(1 - DS) \times 1,8] \dots\dots\dots(2.14)$$

Berikut adalah grafik perbandingan tundaan lalu lintas rata-rata di jalan minor (DTMA) da derajat kejenuhan (DS) yang ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Grafik Tundaan Lalulintas Simpang dengan Derajat Kejenuhan

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.7.3 Tundaan Lalu lintas Rata-rata di Jalan Minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.15.

$$DTMI = (QTOT \times DTI - QMA \times DTMA) / QMI \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan :

QTOT = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

QMA = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan utama (smp/jam)

QMI = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan minor (smp/jam)

2.4.7.4 Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan yang diakibatkan oleh kondisi geometrik simpang. DG dapat dihitung dengan menggunakan persamaan ataupun rumus berikut.

Untuk $DS < 1,0$ dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.16.

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \dots\dots\dots(2.16)$$

Untuk $DS \geq 1,0$ dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.17.

$$DG = 4 \text{ detik/smp} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan :

DG = Tundaan geometrik simpang

DS = Derajat kejenuhan

PT = Rasio belok total

2.4.7.5 Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang adalah penjumlahan dari tundaan geometrik dan tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.18.

$$D = DG + DTI \dots\dots\dots(2.18)$$

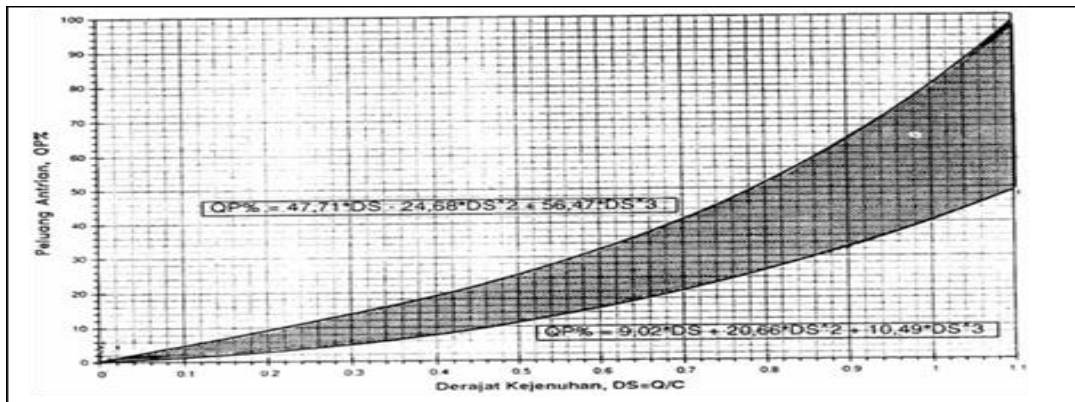
Dengan :

DG = Tundaan geometrik simpang

DTI = Tundaan lalu lintas simpang

2.4.8 Peluang Antrian (QP%)

Rentang nilai peluang antrian ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan. Berikut adalah grafik peluang antrian (QP%) dan derajat kejenuhan (DS) yang ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Grafik Rentang Peluang Antrian (QP%) Terhadap Derajat Kejenuhan

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4.9 Penilaian Perilaku Lalu lintas

Perhitungan dengan menggunakan MKJI 1997 adalah untuk memperkirakan kapasitas dan perilaku lalu lintas pada suatu persimpangan dalam kondisi tertentu yang mencakup rencana geometrik jalan, arus lalu lintas dan lingkungan. Cara paling cepat untuk menilai hasil adalah dengan melihat derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang diamati.

2.5 Jalan Perkotaan Berdasarkan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)

Tahun 1997

2.5.1 Fungsi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Fungsi jalan secara umum adalah menghubungkan satu tempat dengan tempat lainnya (MKJI 1997).

Berdasarkan fungsinya jalan dapat dibedakan menjadi:

a. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antarkawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan.

Berdasarkan sistem jaringan, jalan dapat dibedakan atas:

a. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi. Jaringan jalan primer menghubungkan secara menerus kota jenjang kesatu, kota jenjang kedua, kota jenjang ketiga, dan kota jenjang dibawahnya sampai ke persil dalam satu satuan wilayah pengembangan. Jaringan jalan primer menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kesatu antar satuan wilayah pengembangan.

Jaringan jalan primer tidak terputus walaupun memasuki kota. Jaringan jalan primer harus menghubungkan kawasan primer. Suatu ruas jalan primer dapat berakhir pada suatu kawasan primer. Kawasan yang mempunyai fungsi primer antara lain: industri skala regional, terminal barang/ pergudangan, pelabuhan, bandar udara, pasar induk, pusat perdagangan skala regional/ grosir.

b. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder ke satu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke persil.

2.5.2 Karakteristik Jalan Perkotaan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), Kapasitas dan kinerja jalan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi berubahnya karakteristik utama jalan. Berikut ini beberapa hal yang akan mempengaruhi kapasitas jalan dan kinerja jalan, yaitu Geometri Jalan.

2.5.3 Geometri Jalan

Geometri jalan didefinisikan sebagai suatu bangun jalan raya yang menggambarkan tentang bentuk/ukuran jalan raya baik yang menyangkut penampang melintang, memanjang maupun aspek lain yang terkait dengan bentuk fisik jalan (MKJI 1997).

2.5.3.1 Tipe Jalan

Berbagai tipe jalan (MKJI 1997), akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan jalan tak terbagi. Tipe jalan perkotaan adalah sebagai berikut:

- a. Jalan satu arah (1-3 / 1).
- b. Jalan dua lajur – dua arah (2/2).
- c. Jalan empat lajur – dua arah (4/2), dibagi menjadi:

- Tanpa median (Undivided).
- Dengan median (Divided).

2.5.3.2 Lebar Jalur Lalu Lintas

Dimana lebar jalur lalu lintas merupakan bagian yang sangat berpengaruh terhadap kecepatan arus dan kapasitas (MKJI 1997), Bilamana lebar jalur lalu lintas bertambah maka dengan sendirinya kecepatan arus dan kapasitas pun akan bertambah.

2.5.3.3 Kereb

Kereb sebagai batas antara jalur lalu-lintas dan trotoar berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan (MKJI 1997). Kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu. Selanjutnya kapasitas berkurang jika terdapat penghalang tetap dekat tepi jalur lalu-lintas, tergantung apakah jalan mempunyai kereb atau bahu.

2.5.3.4 Bahu

Jalan perkotaan tanpa kereb pada umumnya mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalulintasnya. Lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas, dan kecepatan pada arus tertentu, akibat pertambahan lebar bahu, terutama karena pengurangan hambatan samping yang disebabkan kejadian di sisi jalan seperti kendaraan angkutan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya (MKJI 1997).

2.5.3.5 Alinyemen Jalan

Lengkung horizontal dengan jari-jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas. Tanjakan yang curam juga mengurangi kecepatan arus bebas. Karena secara umum kecepatan arus bebas di daerah perkotaan adalah rendah maka pengaruh ini diabaikan (MKJI 1997).

2.5.3.6 Komposisi Arus dan Pemisah Arah

Kapasitas jalan dua arah paling tinggi pada pemisahan arah 50 - 50, yaitu jika arus pada kedua arah adalah sama pada periode waktu yang dianalisa (umumnya satu jam). Jika arus dan kapasitas dalam satuan mobil penumpang (smp), maka kecepatan kendaraan ringan dan kapasitas (smp/jam) tidak dipengaruhi oleh komposisi lalu lintas (MKJI 1997).

2.5.5 Hambatan Samping

Banyaknya aktivitas dipinggir jalan (samping) sering sekali akan menimbulkan konflik lalu lintas (MKJI 1997), Hambatan ini akan mengakibatkan kapasitas dan kinerja jalan akan terganggu. Beberapa hal faktor hambatan samping antara lain:

1. Pejalan kaki.
2. Kendaraan yang berhenti tidak pada tempatnya, seperti angkutan umum.
3. Kendaraan yang melaju dibawah kecepatan rencana (lambat) seperti becak, kereta kuda.
4. Kendaraan yang masuk dan keluar dari lahan di samping jalan.

Tabel 2.13 Klasifikasi kelas hambatan samping

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah permukiman;jalan dengan jalan samping. Daerah permukiman;beberapa kendaraan umum dsb.
Rendah	L	100 - 299	
Sedang	M	300 - 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan. Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi. Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan.
Tinggi	H	500 - 899	
Sangat Tinggi	VH	> 900	

(sumber : MKJI 1997)

2.5.6 Dasar Teori

Kelancaran arus lalu lintas merupakan komponen penting dalam terciptanya kenyamanan pengguna jalan. Arus lalu lintas dikatakan lancar apabila dalam prakteknya tidak terjadinya gangguan atau kemacetan dalam melewati ruas jalan yang akan dilalui. Tetapi dalam prakteknya sekarang ini masalah lalu lintas sudah semakin rumit di Indonesia. Angka pertumbuhan pemilik kendaraan bermotor semakin meningkat, tingkat pelayanan jalan yang semakin buruk dan aktivitas (kegiatan) manusia sendiri yang semuanya mengakibatkan efektivitas pelayanan jalan semakin berkurang (MKJI 1997).

Pengemudi dan angka pertambahan kendaraan mempengaruhi kapasitas dan kecepatan arus lalu lintas. Kinerja lalu lintas perkotaan dapat dinilai dengan menggunakan parameter lalu lintas berikut ini:

1. Kapasitas.

2. Derajat kejenuhan / Degree of Saturation(DS).

3. Kecepatan.

Volume lalulintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik per satuan waktu pada lokasi tertentu. Volume lalu lintas rata-rata adalah jumlah kendaraan rata-rata dihitung menurut satu satuan waktu tertentu. Volume lalu lintas harian rata-rata biasanya dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Average Daily Traffic volume (ADT) dalam bahasa Indonesia dikatakan sebagai Volume lalu lintas harian rata-rata/LHR.
2. Annual Average Daily Traffic volume (AADT) dalam Indonesia disebut Volume lalulintas harian rata-rata tahunan/LHRT.

Untuk mengukur jumlah arus lalulintas, biasanya dinyatakan dalam kendaraan per hari, smp per jam, dan kendaraan per menit. Persamaan yang digunakan untuk menghitung volume lalu lintas berdasarkan Rumus 2.19.

$$Q = (Q_i \times emp) \dots \dots \dots (2.19)$$

dimana:

Q = volume lalu lintas (smp/jam)

Q_i = volume lalu lintas (kend/jam)

emp = faktor ekivalen kendaraan

Kendaraan yang dimaksud disini dibagi menjadi beberapa katategori, yaitu:

1. Kendaraan Ringan (LV) termasuk didalamnya mobil penumpang, minibus, pik-up, truk kecil dan jeep,
2. Kendaraan Berat (HV) termasuk truk dan bus
3. Sepeda Motor (MC)

Nilai ekivalen mobil penumpang (emp) yang digunakan untuk jalan kota berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) ditunjukkan dalam Tabel 2.14 dan Tabel 2.15.

Tabel 2.14 Emp untuk jalan perkotaan tak terbagi (MKJI, 1997).

Tipe jalan : Jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	Emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu lintas WC (m)	
			≤ 6	> 6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0 , 40
	≥ 1800	1,2	0,35	0 , 25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1,3	0 , 40	
	≥ 3700	1,2	0 , 25	

(Sumber: MKJI, 1997)

Tabel 2.15 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah (MKJI, 1997).

Tipe jalan-jalan satu arah dan terbagi	Arah lalu lintas per lajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1)	0	1,3	0 , 40
Empat lajur terbagi (4/2D)	≥ 1050	1,2	0 , 25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1,3	0 , 40
Enam lajur terbagi (6/2D)	≥ 1100	1,2	0 , 25

(Sumber: MKJI, 1997)

Kapasitas di definisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan persatuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Untuk tipe karakteristik jalan perkotaan dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain:

1. Jalan dua lajur dua arah

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. Untuk jalan dua-arah yang lebih lebar dari 11 meter, jalan sesungguhnya selama beroperasi pada kondisi arus tinggi sebaiknya diamati sebagai dasar pemilihan prosedur perhitungan jalan perkotaan dua lajur atau empat lajur tak terbagi.

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu-lintas tujuh meter.
- Lebar bahu efektif paling sedikit 2 m pada setiap sisi.
- Tidak ada median.
- Pemisahan arah lalu-lintas 50–50.
- Hambatan samping rendah.
- Ukuran kota 1,0-3,0 Juta.
- Tipe alinyemen datar.

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 16,0 meter. Tipe jalan ini ada 2 yaitu:

a. Jalan empat-lajur terbagi (4/2 D)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 14,0 m).
- Kereb (tanpa bahu).
- Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m.
- Median.
- Pemisahan arah lalu-lintas 50 – 50.
- Hambatan samping rendah.
- Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta.
- Tipe alinyemen datar.

b. Jalan empat lajur tak terbagi (4/2 UD)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 14,0 m).
- Kereb (tanpa bahu).
- Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m.
- Tidak ada median.

- Pemisahan arah lalu-lintas 50–50.
- Hambatan samping rendah.
- Ukuran kota 1,0 -3,0 Juta Tipe alinyemen datar.

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 di definisikan sebagai berikut:

- Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 21,0 m).
- Kereb (tanpa bahu).
- Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m.
- Median.
- Pemisahan arah lalu-lintas 50–50.
- Hambatan samping rendah.
- Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta.
- Tipe alinyemen datar.

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 dari mana kecepatan arus bebas dasar dan kapasitas ditentukan didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu lintas tujuh meter.
- Lebar bahu efektif paling sedikit 2 m pada setiap sisi.
- Tidak ada median.
- Hambatan samping rendah.
- Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta.
- Tipe alinyemen datar

Rumus dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam).

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam).

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan.

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb.

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

a. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar jalan tergantung pada tipe jalan, jumlah lajur dan apakah jalan dipisahkan dengan pemisah fisik atau tidak, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.16.

Tabel 2.16 Kapasitas dasar jalan perkotaan (MKJI, 1997).

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

(Sumber: MKJI, 1997)

b. Faktor Penyesuaian Lebar Jalan

Faktor penyesuaian akibat lebar jalan dapat dilihat pada Tabel 2.17.

Tabel 2.17 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FCw).

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (WC) (m)	FCw
Enam atau empat lajur terbagi satu arah (6/2D) atau (4/2D)	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat lajur tak terbagi (4/2UD)	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua lajur tak terbagi (2/2UD)	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29

(Sumber: MKJI, 1997)

c. Faktor Penyesuaian Pemisah Arah

Faktor koreksi penyesuaian pemisah arah dapat dilihat pada Tabel 2.18.

Tabel 2.18 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FCsp)

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
>3,0	1,04

(Sumber: MKJI, 1997)

d. Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb.

Faktor koreksi penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan dapat dilihat dalam Tabel 2.19.

Tabel 2.19 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang (FCsf) jalan perkotaan dengan bahu jalan

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC _{sf}			
		Lebar bahu efektif W _s			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu- arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

(Sumber: MKJI, 1997)

- faktor penyesuaian untuk jalan enam lajur

faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{sf} dari tabel 2.20 untuk jalan empat lajur yang diberikan disesuaikan seperti di bawah ini :

$$FC_{6sf} = 1 - 0,8 \times (1 - FC_{4sf}) \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

FC_{6sf} = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam lajur

FC_{4sf} = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat lajur

Faktor koreksi penyesuaian hambatan samping dan kereb dapat dilihat dalam Tabel 2.20.

Tabel 2.20 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang (FC_{sf}) jalan perkotaan dengan kereb.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang FC_{sf}			
		Jarak: kereb-penghalang W_k			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu- arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber: MKJI, 1997)

e. Faktor penyesuaian ukuran kota

Untuk tabel koreksi faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat dalam Tabel 2.21.

Tabel 2.21 Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs) pada jalan Perkotaan.

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuain untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
>3,0	1,04

(Sumber: MKJI, 1997)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas jalan. Biasanya digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu segmen jalan dan simpang. Dari nilai derajat kejenuhan ini dapat diketahui apakah segmen jalan tersebut akan memiliki masalah kapasitas atau tidak. Menurut MKJI (1997) persamaan untuk mencari besarnya nilai kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (2.22)$$

dimana :

DS = derajat kejenuhan

Q = volume kendaraan (smp/jam)

C = kapasitas jalan (smp/jam)

Jika nilai $DS < 0.85$ maka jalan tersebut masih layak, tetapi jika $DS > 0.85$ maka diperlukan penanganan pada jalan tersebut untuk mengurangi kepadatan.

2.5.7 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan menyatakan tingkat kualitas arus lalu lintas yang sesungguhnya terjadi. Tingkat ini dinilai oleh pengemudi atau penumpang berdasarkan tingkat kemudahan dan kenyamanan pengemudi melalui prasarana yang ia gunakan. Penilaian kenyamanan mengemudi dilakukan berdasarkan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan bergerak (*maneuver*)

Menurut Alamsyah (2008) tingkat pelayanan dibedakan menjadi enam kelas, yaitu dari kelas A sampai dengan kelas F, dimana kelas A kelas yang terbaik dan kelas F kelas yang terburuk pelayanannya. Tingkat pelayanan untuk masing- masing kelas jalan untuk jalan bebas hambatan (*freeway*) adalah sebagai berikut:

- a. *Free Flow*, dimana pengemudi dalam menentukan (memilih) kecepatan dan Bergeraknya tidak tergantung (atau ditentukan) kendaraan lain dalam arus.
- b. *Stable Flow*, dimana pengemudi mulai merasakan pengaruh kehadiran kendaraan lain, sehingga kebebasan dalam menentukan kecepatan dan pergerakannya sedikit berkurang.
- c. *Stable Flow*, dimana pengemudi sangat merasakan pengaruh keberadaan kendaraan lain.
- d. *Stable Flow*, dengan kerapatan lalu lintas yang tinggi, kecepatan dan pergerakannya sangat dibatasi oleh keberadaan kendaraan lain.

- e. *Unstable Flow*, yaitu kendaraan mendekati atau pada kapasitas jalan.
- f. *Forced Flow*, yaitu keadaan sangat tidak stabil dimana pada keadaan ini terjadi antrian kendaraan, karena kendaraan yang keluar lebih sedikit dari kendaraan yang masuk ke suatu ruas jalan.

Untuk mengetahui kinerja jalan dapat diketahui dari tingkat pelayanan dari jalan yang ada. Berdasarkan (MKJI 1997), ditetapkan bahwa untuk kondisi normal nilai $V/C > 0,85$ yang terjadi pada suatu segmen jalan dinyatakan bermasalah.

Masalah dimaksud adalah keterbatasan kapasitas atau keterbatasan volume akibat gangguan pergerakan di sepanjang ruas jalan yang ditinjau. Menurut *Highway Capacity Manual* membagi tingkat pelayanan jalan atas 6 (enam) keadaan seperti dapat dilihat pada Tabel 2.22.

Tabel 2.22 Tingkat pelayanan jalan (Dinas Perhubungan Medan).

Tingkat Pelayanan	Karakteristik – Karakteristik	Batas Lingkup V/C
A	Kondisi arus lalu lintas dengan kecepatan tinggi dari volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00– 0,20
B	Dalam zona arus lalu lintas stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.	0,21– 0,44
C	Dalam zona arus lalu lintas stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya.	0,45– 0,74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi. Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditoleri.	0,75-0,85

Lanjutan dari tabel sebelumnya

E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti.	0,86– 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	Lebih besar dari 1,00

(Sumber: MKJI, 1997)

2.5.8 Tundaan Lalu Lintas (DTI)

Tundaan lalu lintas rata-rata (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk pada ruas jalan.

Untuk $DS \leq 0,6$ dapat dihitung menggunakan persamaan

$$DTI = 2 + (8,2078 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \times \text{proporsi belok kanan} \dots \dots \dots (2.24)$$

Untuk $DS \geq 0,6$ dapat dihitung menggunakan persamaan

$$DTI = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \times \text{proporsi belok kanan} \dots (2.25)$$

2.5.9 Tundaan Geometri (DG)

Tundaan geometrik dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$DG = (1- DS) \times (RB \times 6 + (1 - RB) \times 3) + DS \times 4 \dots \dots \dots (2.26)$$

Keterangan:

DG = tundaan geometrik simpang.

DS = derajat kejenuhan.

RB = rasio belok.

2.5.10 Tundaan (D)

Tundaan adalah penjumlahan dari tundaan geometrik dan tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$D = DG + DTI \dots\dots\dots(2.27)$$

Dengan :

DG = Tundaan geometrik simpang

DTI = Tundaan lalu lintas simpang

2.6 Simbang Tak Bersinyal Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Pedoman ini disusun dalam upaya memutakhirkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI'97) yang telah digunakan lebih dari 12 tahun sejak diterbitkan. Beberapa pertimbangan yang disimpulkan dari pendapat dan masukan para pakar rekayasa lalu lintas dan transportasi, serta workshop permasalahan MKJI'97 pada tahun 2009 adalah:

- 1) sejak MKJI'97 diterbitkan sampai saat ini, banyak perubahan dalam kondisi perlatu lintasan dan jalan, diantaranya adalah populasi kendaraan, komposisi kendaraan, teknologi kendaraan, panjang jalan, dan regulasi tentang lalu lintas, sehingga perlu dikaji dampaknya terhadap kapasitas jalan, perilaku lalu lintas+hirarki manajemen simpang
- 2) khususnya sepeda motor, terjadinya kenaikan persinya dalam arus lalu lintas yang signifikan;
- 3) terdapat indikasi ketidak akuratan estimasi MKJI 1997 terhadap kenyataannya,
- 4) MKJI'97 telah menjadi acuan baik dalam penyelenggaraan jalan maupun dalam penyelenggaraan lalu lintas dan angkutan jalan sehingga perlu untuk secara periodik dimutakhirkan dan ditingkatkan akurasinya;

Indonesia tidak memakai langsung manual-manual kapasitas jalan yang telah ada seperti dari United Kingdom, United State of America, Australia, Jepang, sebagaimana diungkapkan dalam Laporan MKJI phase I, tahun 1993. Hal ini disebabkan terutama oleh:

- 1) komposisi lalu lintas di Indonesia memiliki porsi sepeda motor yang tinggi dan dewasa ini semakin meningkat,
- 2) aturan “right of way” di Simpang dan titik-titik konflik yang lain tidak jelas sekalipun Indonesia memiliki regulasi prioritas.

Pedoman ini merupakan pemutakhiran Simpang tak bersinyal dari MKJI'97. Selanjutnya, pedoman ini disebut Pedoman Simpang sebagai bagian dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI'14). PKJI'14 keseluruhan melingkupi:

- 1) Pendahuluan
- 2) Kapasitas jalan luar kota
- 3) Kapasitas jalan perkotaan
- 4) Kapasitas jalan bebas hambatan
- 5) Kapasitas Simpang APILL
- 6) Kapasitas Simpang
- 7) Kapasitas jalinan dan bundaran
- 8) Perangkat lunak kapasitas jalan

yang akan dikemas dalam publikasi terpisah-pisah sesuai kemajuan pemutakhiran.

Pemutakhiran ini, pada umumnya terfokus pada nilai-nilai ekuivalen satuan mobil penumpang (emp) atau ekuivalen kendaraan ringan (ekr), kapasitas dasar (C0), dan cara penulisan. Nilai ekr mengecil sebagai akibat dari meningkatnya proporsi sepeda motor dalam arus lalu lintas yang juga mempengaruhi nilai C0.

Pemutakhiran perangkat lunak kapasitas jalan tidak dilakukan, tetapi otomatisasi perhitungan terkait contoh-contoh dilakukan dalam bentuk spreadsheet Excell (dipublikasikan terpisah) dapat digunakan. Sejauh tipe persoalannya sama dengan contoh, spreadsheet tersebut dapat digunakan dengan cara mengubah data masukannya.

Pedoman ini dapat dipakai untuk menganalisis desain Simpang yang baru, peningkatan Simpang yang sudah lama dioperasikan, dan evaluasi kinerja lalu lintas Simpang.

2.6.1 Karakteristik Lalu Lintas

Karakteristik lalu lintas menjelaskan ciri arus lalu lintas secara kualitatif maupun kuantitatif dalam kaitannya dengan kecepatan, besarnya arus dan kepadatan lalu lintas serta hubungannya dengan waktu maupun jenis kendaraan yang menggunakan ruang jalan. Karakteristik diperlukan untuk menjadi acuan perencanaan lalu lintas, karakteristik lalu lintas yang erat hubungannya dengan penganalisaan dan perhitungan data-data sehingga menjadi jelas dan sistematis.

2.6.2 Karakteristik Kendaraan

Dalam lalu lintas terdapat berbagai jenis kendaraan yang masing-masing mempunyai ciri tersendiri, dengan perbedaan seperti dimensi, berat, kapasitas angkut, tenaga penggerak, karakteristik pengendalian yang sangat berpengaruh dalam operasi lalu lintas sehari-hari serta dalam perencanaan dan pengendalian lalu lintas.

Pada penelitian ini jenis kendaraan dikelompokkan dengan karakteristik dan defenisi sebagai berikut:

Tabel 2.23 Klasifikasi Jenis Kendaraan (PKJI, 2014).

Kode	Jenis Kendaraan	Kendaraan
SM	Kendaraan bermotor roda 2 dengan panjang tidak lebih dari 2,5 meter	Sepeda motor, Scooter, Moge
Kode	Jenis Kendaraan	Kendaraan
KR	Mobil penumpang, termasuk kenderaan roda 3, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 5,5 meter	Sedan, Jeep, Station wagon, Oplet, Minibus, Mikrobus, Pickup, Truk
KS	Bus dan truk 2 sumbu, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 12 meter	Bus kota dan Truk sedang
KB	Truk dengan jumlah sumbu sama dengan atau lebih dari 3 dengan panjang lebih dari 12 meter	Truk tronton dan Truk gandengan
KTB	Kendaraan tak bermotor	Sepeda dan Becak

(sumber : PKJI, 2014)

Tabel 2.24 Nilai Ekuivalen Kendaraan Ringan (PKJI, 2014).

Jenis Kendaraan	Ekuivalen Kendaraan Ringan
KR	1
KS	1,3
SM	0,5

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.3 Karakteristik Geometrik

Dalam hal ini karakteristik geometrik meliputi hal-hal yang erat kaitannya dengan geometrik persimpangan. Hal-hal tersebut berupa tipe persimpangan, penentuan jalan utama dan jalan minor, penetapan pendekatan dengan alphabet A, B, C, D, type median, lebar pendekatan, lebar rata-rata semua pendekatan, dan juga jumlah jalur serta arah jalan. Penjelasan mengenai hal-hal di atas akan dipaparkan berikut ini:

1. Tipe simpang

Merupakan kode untuk jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan minor dan jalan utama simpang tersebut.

2. Jalan utama dan jalan minor

Jalan utama adalah jalan yang paling penting pada persimpangan jalan, jalan utama biasanya lebih banyak dilalui atau dengan kata lain volume kendaraan yang melalui jalan ini lebih besar dari pada jalan lainnya pada persimpangan ini. Sedangkan jalan minor merupakan jalan yang lebih sedikit volume kendaraannya.

3. Penetapan lengan

Penetapan ini berguna dalam hal menetapkan penandaan lengan pada persimpangan dengan aturan pendekatan jalan utama disebut B dan D, jalan minor disebut A dan C.

4. Tipe median jalan utama

Klasifikasi tipe median jalan utama tergantung pada kemungkinan menggunakan median tersebut untuk menyeberangi jalan utama.

5. Lebar pendekatan

Lebar dari pendekatan yang diperkeras, diukur dibagian tersempit. X adalah nama pendekat. Apabila pendekat itu digunakan untuk parkir, lebarnya akan dikurangi 2 m.

6. Lebar rata-rata semua pendekatan

Lebar efektif rata – rata untuk semua pendekatan pada persimpangan jalan.

7. Jumlah lajur dan arah

Jumlah lajur adalah jumlah pembagian ruas dalam suatu jalan dan biasanya memiliki arah yang sama. Jumlah lajur di tentukan dari lebar rata–rata pendekatan minor / utama.

2.6.4 Karakteristik Lingkungan

Hal-hal yang terkait dengan karakteristik lingkungan berupa tata guna lahan, ukuran kota, akses jalan terbatas, pemukiman, komersial, dan hambatan samping. Hambatan samping merupakan dampak terhadap perilaku lalu lintas akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian kendaraan, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan, dan kendaraan lambat.

2.6.5 Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja lalu lintas akibat kegiatan dipinggir jalan. Data rincian yang diambil untuk penentuan kelas hambatan samping sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014) adalah:

1. Pejalan kaki di badan jalan dan menyebrang (faktor bobot = 0,5)
2. Kendaraan yang berhenti (faktor bobot = 1,0)
3. Kendaraan keluar/masuk sisi atau bahu jalan (faktor bobot = 0,7)
4. Arus kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor) (faktor bobot = 0,4)

Dengan menggunakan Tabel 2.25 maka akan didapat kelas hambatan samping

Tabel 2.25 Penentuan kelas hambatan samping.

Kelas Hambatan Samping	Nilai Frekuensi
Sangat Rendah	<100
Rendah	100 – 299
Sedang	300 – 499
Tinggi	500 – 899
Sangat Tinggi	>900

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.6 Perencanaan Simpang Tak Bersinyal

Perencanaan simpang tak bersinyal sesuai prosedur yang ada menurut metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014.

2.6.7 Kondisi Geometrik Lalu Lintas dan Lingkungan

Kondisi geometrik harus diperhatikan dalam merencanakan suatu persimpangan, untuk menentukan tipe persimpangan seperti apa yang cocok digunakan, begitu juga dengan lalu lintas yang lewat di atasnya dan lingkungan sekitar persimpangan, untuk mengetahui tipe jalan pada persimpangan tersebut, tipe jalan dapat berupa komersial, pemukiman, ataupun akses terbatas.

2.6.8 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan persatuan waktu. Untuk menghitung arus lalu lintas dapat di gunakan rumus 2.28.

$$QSKR = QSM + QKR + QKS \dots\dots\dots(2.28)$$

Keterangan:

QSKR = arus lalu lintas total (skr/jam)

QSM = arus lalu lintas sepeda motor (skr/jam)

QKR = arus lalu lintas kendaraan ringan (skr/jam)

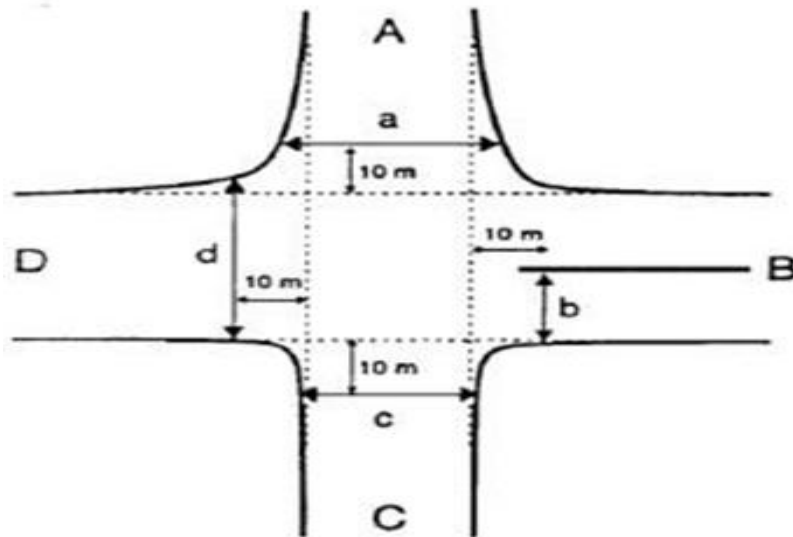
QKS = arus lalu lintas kendaraan sedang (skr/jam)

Satuan kendaraan ringan merupakan satuan arus lalu lintas, dimana arus lalu lintas dari berbagai jenis kendaraan diubah menjadi kendaraan ringan dengan mengalikan faktor konversinya yaitu factor k. Faktor konversi ini merupakan

perbandingan berbagai jenis kendaraan dengan kendaraan lainnya sehubungan dengan dampaknya terhadap perilaku lalu lintas. (PKJI, 2014).

2.6.9 Lebar Rata-Rata Pendekat

Pendekat merupakan daerah lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Lebar pendekat diukur pada jarak 10 meter dari garis imajiner yang menghubungkan tipe perkerasan dari jalan berpotongan, yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat, dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Lebar Rata-Rata Pendekat (PKJI, 2014).

(sumber : PKJI, 2014)

Jumlah lajur digunakan untuk keperluan perhitungan yang ditentukan dari lebar rata-rata pendekatan jalan minor dan jalan utama. Untuk hubungan lebar pendekat dengan jumlah lajur dapat dilihat pada Tabel 2.26.

Tabel 2.26 Hubungan Lebar Pendekat dengan Jumlah Lajur (PKJI, 2014).

Lebar rata-rata pendekat mayor (B-D) dan minor (A-C)	Jumlah lajur (untuk kedua arah)
$L_{RPBD} = (b + d/2)/2$ $< 5,5$ $> 5,5$	2
	4
$L_{RPAC} = (a/2 + c/2)/2$ $< 5,5$ $> 5,5$	2
	4

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.10 Tipe Simpang

Tipe simpang diklasifikasikan berdasarkan jumlah lengan, jumlah lajur jalan mayor dan minor dapat dilihat pada Tabel 2.27.

Tabel 2.27 Tipe Simpang (PKJI, 2014).

Kode tipe simpang	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan utama
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.11 Kapasitas Simpang

Perencanaan kapasitas simpang tak bersinyal sesuai prosedur yang ada menurut metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014. Kapasitas persimpangan secara menyeluruh dapat diperoleh dengan .

$$C = C_o \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{M_i} \text{ (skr/jam)} \dots \dots \dots (2.29)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam).

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam).

F_{LP} = Faktor koreksi lebar pendekat.

F_M = Faktor koreksi tipe median jalan mayor.

F_{UK} = Faktor koreksi ukuran kota.

F_{HS} = Faktor koreksi kendaraan tak bermotor dan hambatan samping dan lingkungan jalan.

F_{BK_i} = Faktor koreksi belok kiri.

F_{BK_a} = Faktor koreksi belok kanan.

F_{M_i} = Faktor koreksi arus jalan minor.

2.6.12 Kapasitas Dasar (C_o)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar). Kapasitas dasar (smp/jam) ditentukan oleh tipe simpang. Untuk dapat menentukan besarnya kapasitas dasar dapat dilihat pada Tabel 2.28.

Tabel 2.28 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang (PKJI, 2014).

Tipe Simpang	Kapasitas Dasar (C_o) (skr/jam)
322	2700
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.13 Faktor Koreksi Lebar Pendekat (F_{LP})

Persamaan untuk factor penyesuaian lebar pendekat dapat dilihat pada Tabel 2.29.

Tabel 2.29 Faktor Koreksi Lebar Pendekat (PKJI, 2014).

Tipe Simpang	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_{LP})
422	$0,70 + 0,0866 L_{RP}$
424 atau 444	$0,62 + 0,0740 L_{RP}$
322	$0,73 + 0,0760 L_{RP}$
324 atau 344	$0,62 + 0,0646 L_{RP}$

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.14 Faktor Koreksi Median Jalan Mayor (F_M)

Faktor penyesuaian median jalan utama 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. Besarnya faktor penyesuaian median dapat dilihat pada Tabel 2.30.

Tabel 2.30 Faktor Koreksi Median Jalan Utama (PKJI, 2014)

Kondisi Simpang	Tipe median	Faktor koreksi median (F_M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,
Ada median jalan utama < 3 m	Sempit	1
Ada median jalan utama \geq 3m	Lebar	1,

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.15 Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

Faktor ini hanya dipengaruhi oleh variabel besar kecilnya jumlah penduduk dalam juta, dapat dilihat pada Tabel 2.31.

Tabel 2.31 Faktor Koreksi Ukuran Kota (PKJI, 2014).

Ukuran kota	Penduduk (juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{UK})
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,8
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat besar	> 3,0	1,05

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.16 Faktor Koreksi Tipe Lingkungan, Kelas Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{HS})

Faktor koreksi tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F_{HS}), dihitung menggunakan Tabel 2.32, dengan variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan, kelas hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor.

Tabel 2.32 Faktor koreksi Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (PKJI, 2014).

Tipe lingkungan simpang	HS	Rasio kendaraan tak bermotor					
		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	0,71
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,87	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,89	0,84	0,79	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/ Sedang/ Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.17 Faktor Koreksi Belok Kiri (F_{BK_i})

Faktor ini merupakan koreksi dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kiri pada simpang. Faktor ini dapat dihitung menggunakan persamaan 2.30 .

$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61 R_{BK_i} \dots\dots\dots (2.30)$$

Keterangan:

R_{BK_i} = rasio belok kiri

2.6.18 Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{BK_a})

Faktor ini merupakan koreksi dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kanan pada simpang. Faktor ini dapat dihitung menggunakan rumus 2.31 dan 2.32 Untuk simpang-4.

$$F_{BK_a} = 1 \dots \dots \dots (2.31)$$

Untuk simpang-3

$$F_{BK_a} = 1,09 - 0,922 R_{BK_a} \dots \dots \dots (2.32)$$

2.4.19 Faktor Koreksi Rasio Arus Minor (F_{MI})

Faktor ini yang banyak mempengaruhi adalah rasio arus pada jalan (P_{MI}) dan tipe simpang (IT) pada persimpangan jalan tersebut, dapat dilihat pada Tabel 2.33.

Tabel 2.33 Faktor Koreksi Arus Jalan Minor (PKJI, 2014).

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	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI}^2 + 1,19$	0,1 - 0,5
	$2,38 \times P_{MI}^2 - 2,38 \times P_{MI} + 1,49$	0,5 -0,9

Kelanjutan tabel sebelumnya

324	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^2 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
344	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,60$	0,5 – 0,9

(sumber : PKJI, 2014)

2.6.20 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Jika yang diukur adalah kejenuhan suatu simpang maka derajat kejenuhan disini merupakan perbandingan dari total arus lalu lintas (skr/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan (skr/jam). Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.33.

$$D_J = Q / C \dots\dots\dots(2.33)$$

Keterangan:

D_J = derajat kejenuhan.

C = kapasitas (skr/jam).

Q = jumlah arus total pada simpang (skr/jam).

2.6.21 Tundaan (T)

Tundaan pada persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang. Hambatan dapat dikatakan terjadinya antrian yang diakibatkan oleh kendaraan berhenti pada persimpangan

sampai kendaraan itu keluar dari persimpangan. Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi tundaan maka semakin tinggi pula waktu tempuh. Tundaan terdapat berbagai jenis diantaranya:

2.6.21.1 Tundaan Lalu Lintas (TLL)

Tundaan lalu lintas adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua arah. Tundaan lalu lintas dapat dihitung menggunakan rumus.

untuk $DJ \leq 0,60$

$$TLL = 2 + 8,2078 \times DJ - (1 - DJ) \dots \dots \dots (2.35)$$

untuk $DJ \geq 0,60$

$$TLL = [1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DJ)] - (1 - DJ)^2 \dots \dots \dots (2.36)$$

Keterangan:

TLL = tundaan lalu lintas

DJ = derajat kejenuhan

2.6.21.2 Tundaan Lalu Lintas Rata-rata di Jalan Utama (TLL_{ma})

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk menuju persimpangan dari jalan utama. TLL_{ma} ditentukan dari kurva empiris antara TLL_{ma} dan D_J :

Untuk $D_J \leq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus 2.37.

$$TLL_{ma} = 1,8 + 5,8234 \times D_J - (1 - D_J) \times 1,8 \dots \dots \dots (2.37)$$

Untuk $D_J \geq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus 2.38.

$$TLL_{ma} = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times D_J) - [(1 - D_J) \times 1,8] \dots \dots \dots (2.38)$$

2.6.21.3 Tundaan Lalu lintas Rata-rata di Jalan Minor (TLL_{mi})

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.39.

$$TLL_{mi} = (q_{TOTAL} \times TLL - q_{ma} \times TLL_{ma}) / q_{mi} \dots \dots \dots (2.39)$$

Dengan :

q_{TOTAL} = Arus total sesungguhnya (skr/jam)

q_{ma} = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan utama (skr/jam)

q_{mi} = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan minor (skr/jam)

2.6.21.4 Tundaan Geometrik (TG)

Tundaan geometrik adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor masuk simpang, Tundaan geometrik dapat dihitung menggunakan persamaan.

Untuk $DJ < 1,0$

$$TG = (1 - DJ) \times \{ 6 RB + 3 (1 - RB) \} + 4 DJ \dots \dots \dots (2.40)$$

Untuk $DJ \geq 1,0$:

$$TG = 4 \dots \dots \dots (2.41)$$

Keterangan:

TG = tundaan geometrik simpang.

DJ = derajat kejenuhan.

RB = rasio belok total.

2.6.21.5 Tundaan Simpang (T_{Total})

Tundaan simpang adalah penjumlahan dari tundaan geometrik dan tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.42.

$$T_{Total} = T_G + TLL \dots \dots \dots (2.42)$$

Dengan :

TG = Tundaan geometrik simpang

TLL = Tundaan lalu lintas simpang

2.6.23 Peluang Antrian

Peluang antrian adalah kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu simpang dan dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%). Panjang antrian dapat dihitung menggunakan rumus 2.43 dan 2.44.

Batas bawah

$$PA = 9,02 \times DJ + 20,66 \times D^2 + 10,49 \times D^3 \dots \dots \dots (2.43)$$

Batas atas

$$PA = 47,71 \times DJ - 24,68 \times D^2 + 56,47 \times D^3 \dots \dots \dots (2.44)$$

2.6.24 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan menyatakan tingkat kualitas arus lalu lintas yang sesungguhnya terjadi. Tingkat ini dinilai oleh pengemudi atau penumpang berdasarkan tingkat kemudahan dan kenyamanan pengemudi melalui prasarana yang ia gunakan. Penilaian kenyamanan mengemudi dilakukan berdasarkan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan bergerak (*maneuver*).

Menurut Alamsyah (2008) tingkat pelayanan dibedakan menjadi enam kelas, yaitu dari kelas A sampai dengan kelas F, dimana kelas A kelas yang terbaik dan kelas F kelas yang terburuk pelayanannya. Tingkat pelayanan untuk masing- masing kelas jalan untuk jalan bebas hambatan (*freeway*) adalah sebagai berikut:

- a. *Free Flow*, dimana pengemudi dalam menentukan (memilih) kecepatan dan Bergeraknya tidak tergantung (atau ditentukan) kendaraan lain dalam arus.
- b. *Stable Flow*, dimana pengemudi mulai merasakan pengaruh kehadiran kendaraan lain, sehingga kebebasan dalam menentukan kecepatan dan pergerakannya sedikit berkurang.
- c. *Stable Flow*, dimana pengemudi sangat merasakan pengaruh keberadaan kendaraan lain.
- d. *Stable Flow*, dengan kerapatan lalu lintas yang tinggi, kecepatan dan pergerakannya sangat dibatasi oleh keberadaan kendaraan lain.
- e. *Unstable Flow*, yaitu kendaraan mendekati atau pada kapasitas jalan.
- f. *Forced Flow*, yaitu keadaan sangat tidak stabil dimana pada keadaan ini terjadi

antrian kendaraan, karena kendaraan yang keluar lebih sedikit dari kendaraan yang masuk ke suatu ruas jalan.

Berdasarkan (PKJI 2014), ditetapkan bahwa untuk kondisi normal nilai $V/C > 0,85$ yang terjadi pada suatu segmen jalan dinyatakan bermasalah.

Menurut *Highway Capacity Manual* membagi tingkat pelayanan jalan atas 6 (enam) keadaan seperti dapat dilihat pada Tabel 2.34.

Tabel 2.34 Tingkat pelayanan jalan (Dinas Perhubungan Medan).

Tingkat Pelayanan	Karakteristik – Karakteristik	Batas Lingkup V/C
A	Kondisi arus lalu lintas dengan kecepatan tinggi dari volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00– 0,20
B	Dalam zona arus lalu lintas stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.	0,21– 0,44
C	Dalam zona arus lalu lintas stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya.	0,45– 0,74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi. Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditoleri.	0,75–0,85
E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti.	0,86– 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	Lebih besar dari 1,00

(sumber : PKJI, 2014)

2.7 Jalan Perkotaan Berdasarkan PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia)

Tahun 2014

2.7.1 Karakteristik Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara dan kendaraan yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya.

Karena persepsi dan kemampuan individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas (PKJI,2014).

2.7.2 Ekuivalen Kendaraan Ringan (EKR)

Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas seperti ditunjukkan pada Tabel 2.35 dan Tabel 2.36.

Tabel 2.35 Ekr untuk jalan perkotaan tak terbagi.

Tipe jalan	Arus lalu lintas dua arah (kend/jam)	Ekr MC	
		Lebar jalur lalu lintas, Wc(m)	
		≤6	≥6
Dua lajur tak terbagi (2/2 TT)	0 s.d 1800	0,50	0,40
	≥ 1800	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 TT)	0 s.d 3700	0,40	
	≥ 3700	0,25	

(sumber : PKJI, 2014)

Tabel 2.36 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah.

tipe jalan-jalan satu arah dan terbagi	arah lalulintas per lajur (kend/jam)	ekr	
		KB	SM
dua lajur satu arah (2/1) empat lajur terbagi (4/2D)	0	1,3	0,40
	> 1050	1,2	0,25
tiga lajur satu arah (3/1) enam lajur terbagi (6/2D)	0	1,3	0,40
	> 1100	1,2	0,25

(sumber : PKJI, 2014)

2.7.3 Kapasitas (C)

Untuk tipe jalan 2/2TT, C ditentukan untuk total arus dua arah. Untuk jalan dengan tipe 4/2T, 6/2T, dan 8/2T, arus ditentukan secara terpisah per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Kapasitas segmen dapat dihitung menggunakan rumus 2.45:

$$C = C_o \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \dots \dots \dots (2.45)$$

Keterangan :

C = Kapasitas ruas jalan (skr/jam).

C_o = Kapasitas dasar.

FC_{LJ} = Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalulintas.

FC_{PA} = Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah.

FC_{HS} = faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb.

FC_{UK} = Faktor penyesuaian kapasitas untuk kota.

2.7.3.1 Kapasitas Dasar

Besarnya kapasitas dasar jalan kota yang dijadikan acuan adalah pada Tabel 2.37.

Tabel 2.37 Kapasitas dasar jalan perkotaan

Tipe Jalan Kota	Kapasitas dasar C_0 (skr/jam)	Keterangan
4 lajur dipisah atau jalan satu arah	1650	Perlajur
4 lajur tidak dipisah	1500	Perlajur
2 lajur tidak dipisah	2900	Kedua arah

(sumber : PKJI, 2014)

2.7.3.2 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur (FC_{LJ})

Faktor penyesuaian lebar jalan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.38.

Tabel 2.38 Faktor penyesuaian lebar jalan FC_{LJ}

Tipe jalan	Lebar jalur lalulintas efektif (W_c) (m)	FC_{LJ}		
		Jalan perkotaan	Jalan luar kota	Jalan bebas hambatan
Enam atau empat lajur terbagi atau jalan satu arah (6/2 T) atau (4/2 T)	Per lajur			
	3,00	0,92	0,91	
	3,25	0,96	0,96	0,96
	3,50	1,00	1,00	1,00
	3,75	1,04	1,03	1,03
	4,00			
Empat lajur tak terbagi (4/2 TT)	Per lajur			
	3,00	0,91	0,91	
	3,25	0,95	0,96	
	3,50	1,00	1,00	
	3,75	1,04	1,03	
	4,00			

Kelanjutan dari tabel sebelumnya

Dua lajur tak terbagi (2/2 TT)	Total dua arah			
	5,0	0,56	0,69	
	6,0	0,87	0,91	
	6,5			0,96
	7,0	1,00	1,00	1,00
Dua lajur tak terbagi (2/2 TT)	7,5			1,04
	8,0	1,14	1,08	
	9,0	1,25	1,15	
	10,00	1,29	1,21	
	11,00	1,34	1,27	

(sumber : PKJI, 2014)

2.7.3.3 Faktor Penyesuaian Arah Lalu Lintas (FC_{PA})

Besarnya faktor penyesuaian pada jalan tanpa menggunakan pemisahtergantung kepada besarnya split kedua arah seperti Tabel 2.39.

Tabel 2.39 Penyesuaian arah lalulintas.

Pemisahan arah PA %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCPA	2/2TT	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

(sumber : PKJI, 2014)

Untuk jalan terbagi dan jalan satu arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah tidak dapat di tetapkan dan nilai 1,00 sebaiknya dimasukkan.

2.7.3.4 Faktor Penyesuaian Kerb dan Bahu Jalan (FC_{HS})

Faktor penyesuaian kapasitas jalan antar kota terhadap lebar jalan dihitung dengan menggunakan Tabel 2.40.

Tabel 2.40 Penyesuaian dengan bahu jalan.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC_{HS}			
		Lebar bahu efektif L_{BO}			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 T	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 TT	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 TT /Jalan satu arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

(sumber : PKJI, 2014)

- faktor penyesuaian untuk jalan enam lajur

FC_{HS} untuk jalan 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{HS} untuk jalan yang dihitung menggunakan Rumus 2.46.

$$FC_{6HS} = 1 - 0,8 \times (1 - FC_{4HS}) \dots\dots\dots(2.46)$$

Dimana :

FC_{6HS} = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam lajur

FC_{4HS} = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat lajur

Faktor koreksi penyesuaian hambatan samping dan kereb dapat dilihat dalam Tabel 2.41.

Tabel 2.41 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh jalan perkotaan dengan kereb.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar kereb FC_{HS}			
		Lebar bahu efektif L_{KP}			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 T	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2 TT atau Jalan satu arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber: PKJI 2014)

2.7.3.5 Faktor Ukuran Kota (FC_{UK})

Berdasarkan hasil penelitian ternyata ukuran kota mempengaruhi kapasitas seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.42.

Tabel 2.42 Faktor penyesuaian ukuran kota.

Ukuran Kota (Juta penduduk)	Faktor penesuaian untuk ukuran kota (FC _{UK})
≤1,0	0,86
0,1-0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
≥3,0	1,04

(sumber : PKJI, 2014)

2.7.4 Derajat Kejenuhan (D_J)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas jalan. Biasanya digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu segmen jalan dan simpang. sebagai berikut berdasarkan rumus di bawah :

$$D_J = Q/C \dots\dots\dots(2.47)$$

Keterangan :

D_J = derajat kejenuhan.

Q = volume kendaraan (smp/jam).

C = kapasitas jalan (smp/jam).

Jika nilai D_J < 0.85 maka jalan tersebut masih layak, tetapi jika D_J > 0.85 maka diperlukan penanganan pada jalan tersebut untuk mengurangi kepadatan.

2.7.5 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan menyatakan tingkat kualitas arus lalu lintas yang sesungguhnya terjadi. Tingkat pelayanan dibedakan menjadi enam kelas, yaitu dari kelas A sampai dengan kelas F, dimana kelas A kelas yang terbaik dan kelas F kelas yang terburuk pelayanannya. Tingkat pelayanan untuk masing- masing kelas jalan untuk jalan bebas hambatan (*freeway*) adalah sebagai berikut :

- a. *Free Flow*, dimana pengemudi dalam menentukan (memilih) kecepatan dan Bergeraknya tidak tergantung (atau ditentukan) kendaraan lain dalam arus.
- b. *Stable Flow*, dimana pengemudi mulai merasakan pengaruh kehadiran kendaraan lain, sehingga kebebasan dalam menentukan kecepatan dan pergerakannya sedikit berkurang.
- c. *Stable Flow*, dimana pengemudi sangat merasakan pengaruh keberadaan kendaraan lain.
- d. *Stable Flow*, dengan kerapatan lalu lintas yang tinggi, kecepatan dan pergerakannya sangat dibatasi oleh keberadaan kendaraan lain.
- e. *Unstable Flow*, yaitu kendaraan mendekati atau pada kapasitas jalan.
- f. *Forced Flow*, yaitu keadaan sangat tidak stabil dimana pada keadaan ini terjadi antrian kendaraan, karena kendaraan yang keluar lebih sedikit dari kendaraan yang masuk ke suatu ruas jalan.

Untuk mengetahui kinerja jalan dapat diketahui dari tingkat pelayanan dari jalan yang ada. Berdasarkan (PKJI 2014), ditetapkan bahwa untuk kondisi normal nilai $V/C > 0,85$ yang terjadi pada suatu segmen jalan dinyatakan bermasalah.

Masalah dimaksud adalah keterbatasan kapasitas atau keterbatasan volume akibat gangguan pergerakan di sepanjang ruas jalan yang ditinjau. Menurut Highway Capacity Manual membagi tingkat pelayanan jalan atas 6 (enam) keadaan seperti dapat dilihat pada Tabel 2.43.

Tabel 2.43 Klasifikasi tingkat pelayanan jalan.

Tingkat Pelayanan	Karakteristik – Karakteristik	Batas Lingkup V/C
A	Kondisi arus lalu lintas dengan kecepatan tinggi dari volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00– 0,20
B	Dalam zona arus lalu lintas stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.	0,21– 0,44
C	Dalam zona arus lalu lintas stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya.	0,45– 0,74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi. Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditoleri.	0,75–0,85
E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti.	0,86– 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	Lebih besar dari 1,00

(sumber : PKJI, 2014)

2.7.6 Tundaan Lalu Lintas (TLL)

Tundaan lalu lintas rata-rata (detik/skr) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk pada ruas jalan.

Untuk $D_J \leq 0,6$ dapat dihitung menggunakan rumus 2.48.

$$TLL = 2 + (8,2078 \times D_J) - (1 - D_J) \times 2 \times \text{proporsi belok kanan} \dots \dots \dots (2.48)$$

Untuk $D_J \geq 0,6$ dapat dihitung menggunakan rumus 2.49.

$$TLL = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times D_J) - (1 - D_J) \times 2 \times \text{proporsi belok kanan} \dots \dots (2.49)$$

2.7.7 Tundaan Geometri (TG)

Tundaan geometrik dapat dihitung menggunakan rumus 2.50.

$$TG = (1 - D_J) \times (RB \times 6 + (1 - RB) \times 3) + D_J \times 4 \dots \dots \dots (2.50)$$

Keterangan:

TG = tundaan geometrik simpang.

DJ = derajat kejenuhan.

RB = rasio belok.

2.7.8 Tundaan (T_{Total})

Tundaan adalah penjumlahan dari tundaan geometrik dan tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.51.

$$T_{Total} = T_G + TLL \dots \dots \dots (2.51)$$