

BAB II

STUDI PUSTAKA

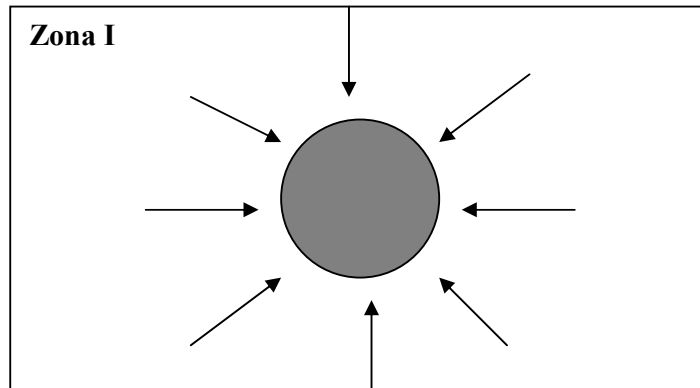
2.1. DASAR TEORI

Jalan merupakan prasarana transportasi yang memiliki dua fungsi dasar yaitu : untuk menggerakkan volume lalu lintas dan menyediakan akses bagi lahan disekitarnya.

Sehubungan dengan fungsi jalan di atas maka jalan dituntut agar harus lancar dan juga harus memberikan kemudahan untuk penetrasi kedalam suatu lahan atau daerah. Suatu arus lalu lintas dapat dikatakan lancar apabila arus lalu lintas tersebut dapat melewati suatu ruas jalan tanpa mengalami hambatan atau gangguan dari jalan atau arah lain.

2.2. TARIKAN PERGERAKAN

Menurut *Tamin* (2000), tarikan pergerakan adalah jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona tarikan pergerakan. Tarikan pergerakan dapat berupa tarikan lalu lintas yang mencakup fungsi tata guna lahan yang menghasilkan arus lalu lintas. Tarikan pergerakan menurut *Welts* (1975) dalam *Tamin* (2000) terlihat secara diagram pada gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1 : Tarikan Pergerakan

Hasil keluaran dari perhitungan tarikan lalu lintas berupa jumlah kendaraan, orang atau angkutan barang persatuan waktu, misalnya kendaraan/jam. Sedangkan menurut Ortuzar (1994), bahwa tarikan perjalanan dapat berupa suatu perjalanan berbasis rumah yang mempunyai tempat asal dan tujuan bukan rumah atau perjalanan berbasis rumah. Kita dapat dengan mudah menghitung jumlah orang atau kendaraan yang masuk atau keluar dari suatu luas tanah tertentu dalam satu hari (atau satu jam) untuk mendapatkan bangkitan atau tarikan pergerakan. Bangkitan dan tarikan lalu lintas tersebut tergantung pada dua aspek tata guna lahan :

- Jenis tata guna lahan (jenis penggunaan lahan)
- Jumlah aktifitas (dan intensitas) pada tata guna lahan tersebut.

Jenis tata guna lahan yang berbeda (pemukiman, pendidikan, dan komersial) mempunyai ciri bangkitan lalu lintas yang berbeda :

- Jumlah arus lalu lintas
- Jenis lalu lintas (pejalan kaki, truk dan mobil)
- Lalu lintas pada waktu tertentu (kantor menghasilkan arus lalu lintas pada pagi dan sore, sedangkan perkotaan menghasilkan arus lalu lintas sepanjang hari).

2.2.1 Definisi Dasar

Untuk mempermudah sub bab berikutnya, pada sub bab ini diberikan beberapa definisi mengenai model bangkitan pergerakan :

a) Perjalanan

Pergerakan satu arah dari zona asal tujuan, termasuk pergerakan berjalan kaki. Berhenti secara kebetulan tidak dianggap sebagai tujuan perjalanan, meskipun perubahan rute terpaksa dilakukan. Meskipun pergerakan sering diartikan dengan pergerakan pulang dan pergi, dalam ilmu transportasi biasanya analisis keduanya harus dipisahkan.

b) Bangkitan Perjalanan

Dipergunakan untuk suatu perjalanan berbasis rumah yang tempat asal dan/atau tujuan adalah rumah atau pergerakan yang dibangkitkan oleh pergerakan berbasis bukan rumah.

c) Tarikan Perjalanan

Dipergunakan untuk suatu perjalanan berbasis rumah yang mempunyai tempat asal dan/atau tujuan adalah rumah atau pergerakan yang dibangkitkan oleh pergerakan berbasis bukan rumah

d) Pergerakan berbasis rumah

Pergerakan yang baik asal maupun tujuan pergerakan adalah bukan rumah.

e) Tahapan pergerakan bukan bangkitan

Sering dipergunakan untuk menetapkan besarnya bangkitan perjalanan yang dihasilkan oleh rumah tangga (baik untuk perjalanan berbasis rumah maupun berbasis bukan rumah) pada selang waktu tertentu (per jam per hari).

2.2.2 Klasifikasi Pergerakan

Menurut *Hutchinson* (1974) membagi dua kelompok pergerakan yaitu yang berbasis rumah dan pergerakan yang berbasis bukan rumah. Pergerakan berbasis rumah yang merupakan perjalanan yang berasal dari rumah ke tempat tujuan yang diinginkan misalnya pergerakan untuk belanja, bekerja dan sekolah. Pergerakan yang berbasis bukan rumah merupakan perjalanan yang berasal dari tempat selain rumah misalnya pergerakan antar tempat kerja dan toko, pergerakan bisnis dan tempat kerja.

Sedangkan klasifikasi pergerakan menurut *Tamin* (2000) meliputi :

a) Berdasarkan tujuan pergerakan

Pada prakteknya, sering dijumpai bahwa model bangkitan dan tarikan pergerakan yang lebih baik biasa didapatkan dengan memodel secara terpisah pergerakan yang mempunyai tujuan berbeda. Dalam kasus pergerakan berbasis rumah, 6 kategori tujuan pergerakan yang sering digunakan adalah :

- Pergerakan ke tempat kerja
- Pergerakan untuk tempat pendidikan
- Pergerakan ke tempat belanja
- Pergerakan untuk kepentingan sosial dan rekreasi
- Pergerakan ke tempat ibadah

b) Berdasarkan Waktu

Pergerakan umumnya dikelompokkan menjadi pergerakan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk. Proporsi pergerakan yang dilakukan oleh setiap tujuan pergerakan sangat berfluktuasi atau bervariasi sepanjang hari.

c) Berdasarkan jenis orang

Merupakan salah satu jenis pengelompokan yang penting karena perilaku pergerakan individu sangat dipengaruhi oleh atribut sosio-ekonomi, yaitu :

- Tingkat pendapatan, biasanya terdapat tiga tingkat pendapatan di Indonesia yaitu pendapatan tinggi, pendapatan menengah dan pendapatan rendah.
- Tingkat kepemilikan kendaraan biasanya terdapat empat tingkat : 0,1,2 atau lebih dari 2 (2+) kendaraan per rumah tangga
- Ukuran dan struktur rumah tangga

2.2.3 Konsep Perencanaan Transportasi

Menurut *Tamin* (2000), model perencanaan empat tahap merupakan gabungan beberapa sub model yaitu :

a) Aksesibilitas

Merupakan konsep yang menggabungkan sistem pengaturan tata guna lahan secara geografis dengan system jaringan yang menghubungkannya. Menurut Black (1981), aksesibilitas adalah suatu ukuran kenyamanan atau kemudahan mengenai cara lokasi tata guna lahan berinteraksi satu sama lain dan “mudah” atau “susah”nya lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi.

b) Bangkitan dan tarikan pergerakan

Bangkitan pergerakan adalah tahapan permodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona.

c) Sebaran Pergerakan

Pola sebaran arus lalu lintas antara zona asal 1 ke zona tujuan D adalah hasil dari dua hal yang terjadi bersamaan yaitu lokasi dan identitas tata guna lahan yang akan menghasilkan arus lalu lintas dan pemisahan ruang. Interaksi antara dua buah guna lahan akan menghasilkan pergerakan manusia dan barang.

d) Pemilihan moda

Jika terjadi interaksi antara dua tata guna lahan maka seseorang akan memutuskan interaksi tersebut dilakukan, yaitu salah satunya adalah pemilihan alat angkut (moda).

e) Pemilihan rute

Pemilihan rute juga tergantung moda transportasi. Pemilihan moda dan pemilihan rute dilakukan bersama dan tergantung alternatif terpendek, tercepat dan termurah.

Empat langkah berurutan dalam model perencanaan yaitu bangkitan perjalanan, distribusi perjalanan, pemilihan moda dan pemilihan rute. Empat tahap ini disebut model agregat karena menerangkan perjalanan dari kelompok \ orang atau barang.

2.2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Pergerakan

a) Bangkitan pergerakan

Menurut Tamin (2000), faktor-faktor yang mempengaruhi bangkitan pergerakan seperti pendapatan, pemilikan kendaraan, struktur rumah tangga, ukuran rumah tangga yang biasa digunakan untuk kajian bangkitan pergerakan sedangkan nilai lahan dan kepadatan daerah pemukiman untuk kajian zona.

b) Tarikan pergerakan

Menurut Tamin (2000), faktor-faktor yang mempengaruhi tarikan pergerakan adalah luas lantai untuk kegiatan industri, komersial, perkantoran, pelayanan lainnya, lapangan kerja dan aksesibilitas.

Menurut Hutchinson (1974), tarikan pergerakan dipengaruhi oleh perjalanan sosial dan rekreasi. Tarikan perjalanan kendaraan untuk daerah pengembangan

industri rata-rata menghasilkan daerah pengembangan lahan yang terkait luas lantai dan pekerjaan.

2.2.5 Sistem Pemodelan

Sistem pemodelan menurut Tamin (2000) merupakan pendekatan kuantitatif untuk menjelaskan antara tata guna lahan (kegiatan), system prasarana transportasi (jaringan) dan system arus lalu lintas (pergerakan). Konsep yang digunakan adalah aksesibilitas, bangkitan dan tarikan pergerakan, sebaran pergerakan, pemilihan moda, pemilihan rute serta ciri-ciri dinamis arus lalu lintas dalam sistem jaringan jalan.

2.3. KARAKTERISTIK LALU LINTAS

2.3.1. Karakteristik Primer

Ada tiga karakteristik primer dalam teori arus lalu lintas yang saling terkait yaitu volume, kecepatan dan kepadatan. Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik tetap pada jalan dalam satuan waktu. Volume biasanya dihitung dalam kendaraan/hari atau kendaraan/jam.

Volume juga dapat dinyatakan dalam periode waktu yang lain.

$$q = \frac{1}{\bar{h}}$$

Keterangan : q = arus lalu lintas

\bar{h} = waktu antara rata-rata (time headway)

Kecepatan adalah perubahan jarak dibagi dengan waktu. Kecepatan ini dapat diukur sebagai kecepatan titik, kecepatan perjalanan, kecepatan ruang dan kecepatan gerak. Kelambatan merupakan waktu yang hilang pada saat kendaraan berhenti, atau tidak dapat berjalan sesuai dengan kecepatan yang diinginkan karena adanya sistem pengendali atau kemacetan lalu lintas.

$$V = \frac{dx}{dt}$$

Keterangan: V = kecepatan

dx = jarak yang ditempuh

dy = waktu yang diperlukan untuk menempuh dx

Kepadatan adalah rata-rata jumlah kendaraan persatuan panjang.

$$k = \frac{n}{l} \qquad k = \frac{l}{s}$$

Keterangan: k = Kepadatan arus lalu lintas (kend/km)

n = Jumlah kendaraan pada lintasan 1 (kend)

l = panjang lintasan (km)

s = Jarak antara (space headway)

Volume adalah perkalian antara kecepatan dan kepadatan.

$$q = v/s \qquad \text{dan} \qquad s = vh$$

Dalam arus lalu lintas, ketiga karakteristik ini akan terus bervariasi, karena jarak antara kendaraan yang acak. Untuk merangkum dan menganalisis arus lalu lintas, maka nilai rata-rata dari volume, kecepatan dan kepadatan harus dihitung dalam suatu periode waktu.

2.3.2. Karakteristik Sekunder

Karakteristik sekunder yang terpenting adalah jarak-antara. Ada dua parameter dari jarak-antara, yaitu :

- ◆ Waktu antara kendaraan (time headway) yaitu waktu yang diperlukan antara satu kendaraan dengan kendaraan berikutnya untuk melalui satu titik tertentu yang tetap. Waktu antara kendaraan rata-rata = $1/\text{volume}$.

- ◆ Jarak-antara kendaraan (space headway) yaitu jarak antara bagian depan satu kendaraan dengan bagian depan kendaraan berikutnya. Jarak antara kendaraan rata-rata = $1/\text{kepadatan}$.

Besarnya jarak-antara menentukan kapan seorang pengemudi harus mengurangi kecepatan (mengerem) dan kapan pengemudi tersebut akan mempercepat kendaraan. Jarak-antara dimana kendaraan yang berada di depan mempengaruhi pengemudi di belakangnya disebut jarak-antara yang mengganggu (interference headway). Hasil studi yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa besarnya nilai jarak-antara yang mengganggu berkisar antara 6-9 detik.

2.3.3. Karakteristik Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas pada suatu jalan bervariasi, tergantung pada volume dua arah, arah lalu lintas, volume harian, volume bulanan, volume tahunan dan pada komposisi kendaraan.

a. Variasi Harian

Arus lalu lintas selalu bervariasi sesuai dengan hari dalam seminggu. Variasi ini terjadi karena kebutuhan orang yang satu dengan yang lainnya berbeda. Perbedaan kebutuhan akan menumbuhkan variasi perjalanan dari satu tempat ke tempat lain. Alasan utama terjadinya variasi adalah karena adanya hari minggu dan hari libur lainnya.

b. Variasi Jam

Volume lalu lintas umumnya mengalami penurunan pada malam hari, tetapi meningkat secara cepat sewaktu orang mulai melakukan aktifitas sehari-hari. Volume jam sibuk biasanya terjadi di jalan perkotaan pada saat orang melakukan perjalanan ke dan dari tempat kerja atau sekolah. Volume jam sibuk merupakan fenomena yang sering terjadi di kota-kota besar di Indonesia.

c. Variasi Bulanan

Variasi bulanan terjadi karena adanya perbedaan musim pada saat liburan, misalnya : menjelang lebaran, musim panen, dan sebagainya.

d. Variasi Arah

Volume arus lalu lintas dalam satu hari pada masing-masing arah biasanya sama besar, tetapi kalau dilihat pada waktu-waktu tertentu, misalnya pada jam-jam sibuk banyak orang yang melakukan perjalanan dalam satu arah, demikian juga pada daerah- daerah wisata atau pada saat upacara keagamaan juga terjadi hal seperti ini dan akan kembali pada masa liburan tersebut. Jenis variasi ini merupakan suatu kasus yang khusus, tetapi hal ini mewakili permintaan lalu lintas yang tertinggi terhadap system transportasi dalam setahun.

e. Distribusi Lajur

Apabila 2 atau lebih 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 sebagainya. Standar jalan dan aturan perundangan lalu lintas mungkin dapat mengatur bagian mana yang digunakan untuk jalur lambat maupun jalur cepat.

f. Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)

Ada dua tahapan yang perlu dilakukan untuk menentukan LHRT, yaitu :

1. Suatu program pencacahan yang sifatnya menyeluruh selama setahun untuk menentukan arus lalu lintas rata-rata harian dan faktor variasi harian dan bulanan. Pencacahan rinci harus dilakukan sekurang-kurangnya 4 kali dalam setahun, dan lebih baik lagi jika sebulan sekali. Pencacahan volume lalu lintas selama 7 hari direkomendasikan untuk dilakukan guna

memperkecil variasi. Hal ini dilakukan dengan maksud untuk menyediakan :

- o Data klasifikasi kendaraan pada daerah yang disurvei.
- o Pengecekan keakuratan dari alat pencacah lalu lintas mekanik.
- o Analisis terhadap kondisi yang luar biasa dari pencacahan volume lalu lintas.

2. Pencacahan lanjutan kemudian dapat dilakukan untuk tahun-tahun berikutnya dengan frekuensi yang lebih sedikit dan atau untuk periode waktu yang lebih pendek. Pencacahan lanjutan ini lalu dikonversi menjadi LHRT dengan menggunakan faktor variasi.

g. Klasifikasi Kendaraan

Jenis kendaraan adalah faktor penting di dalam mendesain suatu jalan. Pencacahan terklasifikasi dilakukan tergantung dari tujuannya, maka hasil dari survei terklasifikasi dapat dikombinasikan ke dalam kategori kelas kendaraan sesuai dengan yang diinginkan. Kombinasi tipikal ini meliputi :

- o Berat kendaraan, terutama beban sumbu. Hal ini berkaitan dengan desain konstruksi perkerasan. Pembagian dilakukan berdasarkan atas kendaraan ringan, sedang dan berat.
- o Dimensi kendaraan untuk menentukan lebar jalur dan radius belokan.
- o Karakteristik kecepatan kendaraan, percepatan dan pengereman untuk menentukan kapasitas jalan.
- o Tujuan dari penggunaan kendaraan, misal angkutan pribadi, angkutan barang, dan angkutan umum penumpang.

h. Satuan Mobil Penumpang

Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik pergerakan yang berbeda, karena dimensi, kecepatan, percepatan, maupun kemampuan masing-masing tipe kendaraan berbeda serta berpengaruh terhadap geometri jalan. Oleh karena itu digunakan suatu satuan mobil penumpang (smp) atau dalam bahasa Inggris disebut dengan PCU (*Passenger Car Unit*). Data berbagai kelas kendaraan ini di konversikan ke satuan tersebut dengan mengalikannya dengan faktor tertentu, yaitu emp (Ekuivalen Mobil Penumpang).

i. Peningkatan Jumlah Kendaraan Bermotor

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor di jalan dapat di analisis dari jumlah kendaraan yang terdaftar. Peningkatan ini di sebabkan oleh :

- o Meningkatnya jumlah penduduk.
- o Meningkatnya tingkat pendapatan masyarakat yang memungkinkan lebih banyak kendaraan pribadi dapat dibeli. Meningkatnya pendapatan masyarakat berarti juga bahwa sepeda motor yang semula dimiliki akan diganti dengan mobil.
- o Perkembangan pembangunan suatu negara dapat berarti meningkat pula kebutuhan untuk mengangkut barang, dan oleh karena itu timbul tekanan unuk meningkatkan kualitas maupun kuantitas pelayanan jalan.
- o Kurangnya rasa aman dan nyaman jika menggunakan angkutan umum, serta lambatnya perjalanan membuat orang mencari solusi alternatif lain walaupun harus menambah ongkos (lebih mahal) yaitu memiliki prasarana sendiri.

Peningkatan jumlah kendaraan yang terdaftar ini akan semakin menambah volume lalu lintas. Penambahan ini akan semakin besar, jika tidak dilakukan

perbaikan pada sarana angkutan yang ada, baik dari segi kualitas maupun kuantitas sarana.

2.4. JALAN PERKOTAAN

Jalan perkotaan / semi perkotaan mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimal pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan. Jalan di atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 selalu digolongkan dalam kelompok jalan tersebut.

Indikasi penting lebih lanjut adalah karakteristik arus lalu lintas puncak pada pagi dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan komposisi lalu lintas (dengan presentase kendaraan pribadi dan sepeda motor yang lebih tinggi, dan presentase truk berat yang lebih rendah dalam arus lalu lintas)

2.4.1. Karakteristik Geometrik Jalan Perkotaan.

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, jalan perkotaan dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu :

- Jalan satu arah (1-3 / 1)
- Jalan dua lajur-dua arah (2 / 2)
- Jalan empat lajur-dua arah (4 / 2), yang dibagi menjadi :
 - a. Tanpa median (*undivided*)
 - b. Dengan median (*divided*)
- Jalan enam lajur-dua arah terbagi (6 / 2 d)

Karakteristik dari masing-masing jalan tersebut di atas adalah :

1. Jalan satu arah (1-3 / 1) :
 - o Lebar jalan 7 m

- o Dengan kerb, terbebas paling sedikit 2 meter dari rintangan jalan.
 - o Tanpa median.
 - o Hambatan samping rendah.
 - o Ukuran kota 1-3 juta penduduk.
 - o Mengutamakan tingkat kenyamanan.
 - o Digunakan pada alinyemen lurus.
2. Jalan dua lajur – dua arah (2/2)
- o Lebar 7 m.
 - o Lebar efektif bahu jalan paling sedikit 2 m pada tiap sisi.
 - o Tanpa median.
 - o Pemisahan arus lalu lintas adalah 50-50.
 - o Hambatan samping rendah.
 - o Ukuran kota 1-3 juta penduduk.
 - o Mengutamakan tingkat kenyamanan.
 - o Digunakan pada alinyemen lurus.
3. Jalan empat lajur-dua arah (4/2)
- o Lebar jalan 14 m.
 - o Memakai kerb, terbebas dari rintangan jalan paling sedikit 2 m.
 - o Tanpa median untuk jalan yang tidak terbagi (*undivided*), dan menggunakan median untuk jalan yang terbagi (*divided*).
 - o Pemisahan arus lalu lintas adalah 50-50.
 - o Hambatan samping rendah.
 - o Ukuran kota 1-3 juta penduduk.
 - o Mengutamakan tingkat kenyamanan.
 - o Digunakan pada alinyemen lurus.

4. Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6 / 2 D)
 - o Lebar lajur 3.5 m (lebar jalur lalu lintas total 21 m)
 - o Kereb (tanpa bahu)
 - o Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m.
 - o Median.
 - o Pemisahan arah lalu lintas 50-50.
 - o Hambatan samping rendah.
 - o Ukuran kota 1.0 – 3.0 juta.
 - o Tipe alinyemen datar.

Sebuah ruas jalan didefinisikan sebagai jalan yang panjangnya antara simpang bersinyal atau simpang tak bersinyal utama dan tidak terpengaruh karena adanya simpang tersebut, dan merupakan jalan yang mempunyai karakteristik yang sama sepanjang jalan tersebut. Kinerja suatu ruas jalan akan tergantung pada karakteristik utama suatu jalan yaitu kapasitas, kecepatan perjalanan rata-rata dan tingkat pelayanannya ketika dibebani lalu lintas. Hal-hal yang mempengaruhi kapasitas, kecepatan perjalanan rata-rata, dan tingkat pelayanan suatu ruas jalan adalah :

1. Geometri
 - o Tipe jalan seperti jalan tol atau bukan jalantol akan memberikan beban lalu lintas yang berbeda.
 - o Lebar jalan akan berpengaruh terhadap kapasitas.
 - o Bahu jalan/ kerb akan mempengaruhi kapasitas dan kecepatan arus.
 - o Jalan yang terpisah atau yang tidak terpisah oleh median akan mempengaruhi kapasitas jalan.
2. Komposisi arus

- o Pemisahan lalu lintas akan menghasilkan kapasitas tetinggi pada jalan dua arah, yaitu 50-50.
 - o Jika arus dan kapasitas lalu lintas dalam jumlah kendaraan/jam, komposisi lalu lintas akan berpengaruh terhadap kapasitas.
3. Pengaturan lalu lintas
- Pengaturan kecepatan, gerakan kendaraan berat, parkir dan lain-lain akan berpengaruh terhadap kapasitas jalan.
4. Lingkungan
- o Lingkungan dan aktifitas di sekitar jalan sering mengakibatkan konflik arus lalu lintas yang disebut dengan hambatan samping. Hambatan samping yang mempengaruhi lalu lintas dan sering terjadi di kota-kota besar pada jalan dua arah adalah :
 - a. Pejalan kaki
 - b. Pemberhentian angkot, bus dan kendaraan bermotor lainnya di sembarang tempat.
 - c. Pejalan kaki yang menyeberang tidak pada tempat-tempat penyeberangan.
 - d. Kendaraan yang keluar dan masuk jalan seenaknya.
 - e. Parkir di sepanjang badan jalan dan bahu jalan.
 - o Angka penambahan kendaraan mempengaruhi kapasitas dan kecepatan arus lalu lintas. Kinerja lalu lintas perkotaan dapat dinilai dengan menggunakan parameter lalu lintas berikut ini :
 - a. Kapasitas
 - b. Derajat kejenuhan (D_s)

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas.

- c. Kecepatan
- d. Waktu tempuh

2.4.2. Kapasitas Jalan Perkotaan.

Kapasitas didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum dimana kendaraan melalui suatu titik di jalan pada periode waktu-waktu tertentu (perjam) untuk kondisi jalan / lajur, lalu lintas, pengendalian lalu lintas, dan kondisi cuaca yang berlaku. 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. Oleh karena itu, kapasitas tidak dapat dihitung dengan cara sederhana. Yang penting dalam penilaian kapasitas jalan adalah pemahaman akan kondisi yang berlaku.

- **Kondisi Ideal**

Kondisi ideal dapat dinyatakan sebagai kondisi dimana peningkatan kondisi jalan lebih lanjut dan perubahan kondisi cuaca tidak akan menghasilkan penambahan nilai kapasitas.

- **Kondisi Jalan**

Kondisi jalan yang mempengaruhi kapasitas meliputi :

- o Tipe fasilitas atau kelas jalan
- o Lingkungan sekitar (misalnya antar kota atau perkotaan)
- o Lebar lajur atau jalan
- o Lebar bahu jalan
- o Kebebasan lateral (dari fasilitas pelengkap)
- o Kecepatan rencana
- o Alinyemen horizontal dan vertical
- o Kondisi permukaan jalan dan cuaca

- Kondisi Medan

Kondisi medan umumnya dibagi menjadi 3 kategori, yaitu :

- o Medan datar, yaitu semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertical dan kelandaian yang tidak menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan dan dapat mempertahankan kecepatan yang sama seperti kecepatan mobil penumpang.
- o Medan bukit, yaitu semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertical dan kelandaian yang menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan jauh di bawah kecepatan mobil penumpang tetapi tidak menyebabkan mereka merayap untuk periode waktu yang panjang.
- o Medan gunung, yaitu semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertical dan kelandaian yang menyebabkan kendaraan angkutan barang merayap untuk periode waktu yang cukup panjang dengan interval sering.

- Populasi Pengemudi

Karakteristik arus lalu lintas sering kali, dihubungkan dengan kondisi lalu lintas pada hari kerja yang teratur. Kapasitas diluar hari kerja atau bahkan diluar jam sibuk pada hari kerja mungkin akan lebih rendah.

- Kondisi Pengendalian Lalu Lintas

Kondisi pengendalian lalu lintas mempunyai pengaruh yang nyata pada kapasitas jalan, tingkat pelayanan dan arus jenuh. Bentuk pengendalian lalu lintas tipikal termasuk :

- o Lampu lalu lintas
- o Rambu / marka jalan
- o Rambu / marka henti

Perhitungan Kapasitas Jalan Kota

Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas jalan kota berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia adalah sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas Dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor koreksi kapasitas untuk lebar jalan.

FC_{sp} = Faktor koreksi kapasitas akibat pembagian arah (tidak berlaku untuk jalan satu arah)

FC_{sf} = Faktor koreksi kapasitas akibat gangguan samping.

FC_{cs} = Faktor koreksi kapasitas akibat gangguan ukuran kota (jumlah penduduk)

Ekivalensi mobil penumpang (Emp) yang digunakan untuk jalan kota berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 : Ekuivalensi Mobil Penumpang untuk kendaraan di berbagai jenis jalan kota.

Tipe Jalan Kota	Arus Lalu Lintas	Emp		
		Kendaraan Berat	Sepeda Motor	
			≤ 6m	< 6m
2 lajur tidak dipisahkan	0 ≥ 1800	1.3	0.5	0.4
		1.2	0.35	0.25
4 lajur tidak dipisahkan	0 ≥ 3700	1.3	0.4	
		1.2	0.25	
2 lajur satu arah dan 4 lajur dipisah	0 ≥ 1500	1.3	0.4	
		1.2	0.25	
3 lajur satu arah dan 6 lajur dipisah	0 ≥ 1100	1.3	0.4	
		1.2	0.25	

Sumber : MKJI 1997

❖ Kapasitas Dasar

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

Tabel 2.2 : Kapasitas dasar jalan (Co)

Tipe Jalan Kota	Kapasitas Dasar Co (smp/jam)	Keterangan
4 lajur dipisah atau jalan satu arah	1650	Per lajur
4 lajur tidak dipisah	1500	Per lajur
2 lajur tidak dipisah	2900	Kedua arah

Sumber : MKJI 1997

Kapasitas dasar untuk jalan yang lebih dari 4 lajur dapat diperkirakan dengan menggunakan kapasitas perlajur, meskipun mempunyai lebar jalan yang tidak baku.

❖ **Faktor Koreksi Kapasitas akibat Pembagian Arah (FCsp)**

FCsp atau Faktor Koreksi akibat pembagian arah ini dapat dilihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2.3 : Faktor koreksi akibat pembagian arah (FCsp)

Pembagian arah (% - %)		50 – 50	55 - 45	60 - 40	65 - 35	70 – 30
FCsp	2/2 UD	1.00	0.970	0.940	0.910	0.880
	4/2 UD	1.00	0.985	0.970	0.955	0.940

Sumber : MKJI 1997

Untuk jalan terbagi dan jalan satu arah faktor penyesuaian kapasitas untuk pembagian arah tidak dapat diterapkan.

❖ **Faktor Koreksi Kapasitas akibat Lebar Jalan (FCw)**

Faktor koreksi kapasitas akibat lebar jalan dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 2.4 : Faktor koreksi kapasitas akibat lebar jalan.

Tipe Jalan Kota	Lebar Jalan efektif (m)	FCw	Keterangan
4 lajur dipisah atau jalan satu arah	3.00	0.92	Per lajur
	3.25	0.96	
	3.50	1.00	
	3.75	1.04	
	4.00	1.08	
4 lajur tidak dipisah	3.00	0.91	Per lajur
	3.25	0.95	
	3.50	1.00	
	3.75	1.05	
	4.00	1.09	
2 lajur tidak dipisah	5	0.56	Kedua arah
	6	0.87	
	7	1.00	
	8	1.14	
	9	1.25	
	10	1.29	
	11	1.34	

Sumber : MKJI 1997

Faktor koreksi kapasitas untuk jalan yang mempunyai lebih dari 4 lajur dapat diperkirakan dengan menggunakan faktor koreksi kapasitas untuk kelompok jalan 4 lajur.

❖ **Faktor Penyesuaian Bahu Jalan dan Kerb**

Faktor koreksi akibat gangguan samping pada jalan yang memiliki bahu jalan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.5 : Faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping FCsf untuk jalan yang mempunyai bahu jalan.

Tipe Jalan	Hambatan Samping	Faktor penyesuaian bahu jalan dengan jarak ke penghalang			
		Lebar efektif bahu jalan			
		Ws			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
4/2 dipisah median	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	0.95
4/2 tidak dipisah median	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 tidak dipisah 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

Catatan :

- Tabel tersebut di atas menganggap bahwa lebar bahu di kiri dan kanan jalan sama, bila lebar bahu kiri dan kanan berbeda maka digunakan nilai rata-ratanya.
- Lebar efektif bahu adalah lebar yang bebas dari segala rintangan, bila di tengah terdapat pohon, maka lebar efektifnya adalah setengahnya.

Tabel 2.6 : Faktor penyesuaian untuk kerb.

Tipe Jalan	Hambatan Samping	Faktor penyesuaian bahu jalan dengan Jarak ke penghalang			
		Jarak Kerb			
		Wk			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
4/2 dipisah median	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 tidak dipisah median	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 tidak dipisah 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

Kerb berpengaruh terhadap :

- Pengurangan kecepatan kapasitas walaupun tidak terdapat rintangan pada kerb.
- Bila terdapat rintangan yang terletak pada kerb, maka akan mengurangi sedikit gesekan sampingnya.

❖ **Hambatan Samping**

Nilai yang digunakan mulai dari kelas hambatan samping yang sangat rendah sampai dengan yang sangat tinggi ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.7 : Kegiatan di sekitar jalan.

Komponen Hambatan Samping	Kelas hambatan samping				
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
Pergerakan pejalan kaki	0	1	2	4	7
Angkutan kota berhenti di jalan	0	1	3	6	9
Kendaraan masuk dan keluar persil	0	1	3	5	8

Sumber : MKJI 1997

Angka yang terdapat pada tabel di atas dijumlahkan bila terdapat kombinasi dari ketiga komponen hambatan samping. Faktor koreksi kapasitas untuk 6 lajur dapat diperkirakan dengan menggunakan faktor koreksi kapasitas untuk jalan 4 lajur dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$FC6sf = 1 - 0.8 \times (1 - FC4sf)$$

Keterangan :

FC6sf : faktor koreksi kapasitas untuk 6 lajur.

FC4sf : faktor koreksi kapasitas untuk 4 lajur.

Tabel 2.8 : Nilai total dan kelas hambatan samping

Nilai total	Kelas hambatan samping
0 – 1	Sangat rendah
2 – 5	Rendah
6 – 11	Sedang
12 – 18	Tinggi
19 – 24	Sangat tinggi

Sumber : MKJI 1997

Penilaian pada tabel 2.8 di atas dilakukan atas dasar :

Tabel 2.9 : Penilaian besarnya hambatan samping.

No.	Komponen Hambatan	Jumlah hambatan samping				
		VL	L	M	H	VH
1	Pejalan kaki (pjlkk / jam)	0	0 - 80	80 - 120	120 – 220	> 220
2	Pejalan kaki menyeberang (pjlkk/jam/ km)	0	0 - 200	200 - 500	500 - 1300	> 1300
3	Angkutan berhenti	0	0 - 100	100 - 300	300 - 700	> 700
4	Kend.keluar / masuk persil (kend./jam/km)	0	0 - 200	200 - 500	500 - 800	> 800

Sumber : MKJI 1997

❖ **Faktor Ukuran Kota**

Berdasarkan hasil penelitian ternyata ukuran kota mempengaruhi kapasitas seperti ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 2.10 : Faktor ukuran kota (Fcs).

Ukuran kota juta orang	Faktor ukuran kota (Fcs)
< 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

2.5. DERAJAT KEJENUHAN / DEGREE OF SATURATION (DS)

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 kapasitas atau tidak. Menurut MKJI 1997 persamaan untuk mencari besarnya kejenuhan adalah sebagai berikut :

$$DS = Q / C$$

Keterangan :

DS = derajat kejenuhan

Q = volume kendaraan (smp/jam)

C = kapasitas jalan (smp/jam)

Jika nilai DS < 0,75, maka jalan tersebut masih layak, tetapi jika DS > 0,75, maka diperlukan penanganan pada jalan tersebut untuk mengurangi kepadatan.

2.6. KECEPATAN ARUS BEBAS

Seperti pada analisa kapasitas derajat kejenuhan, kecepatan arus bebas pada jalan MT. Haryono, jalan Sriwijaya, dan jalan Lampersari juga ditentukan oleh karakteristik jalan-jalan tersebut. Kecepatan arus bebas (FV) diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$FV = (FVo + FVw) \times FFVsf \times FFVcs$$

Keterangan :

FV = Kecepatan arus bebas (km/jam)

FVo = Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)

FVw = Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat lebar jalan.

FFVsf = Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat kondisi gangguan samping.

FFVcs = Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (jumlah penduduk).

Tabel 2.11 : Kecepatan arus bebas dasar.

Tipe jalan	Kecepatan arus bebas dasar (FVo)			
	LV	HV	MC	Rata-rata
6/2 D	61	52	48	57
4/2 D	57	50	47	55
4/2 D	53	46	43	51
2/2 D	44	40	40	42

Sumber : MKJI 1997

Kecepatan arus bebas untuk jalan 8-lajur dianggap sama seperti jalan 6-lajur pada tabel diatas.

Tabel 2.12 : Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat lebar jalan

Tipe Jalan	Lebar Jalan	FVw(Km/jam)
4/2D dipisah median	Perlajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
4/2D UD tidak dipisah median	Perlajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
2/2 UD tidak dipisah	Perlajur	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
11	7	

Sumber : MKJI 1997

Untuk jalan lebih dari 4-lajur, nilai faktor koreksi untuk jalan 4-lajur terbagi pada tabel diatas dapat digunakan.

Tabel 2.13 : Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat hambatan samping untuk jalan yang mempunyai bahu jalan.

Tipe Jalan	Hambatan Samping	Faktor Koreksi			
		Lebar efektif bahu jalan (m)			
		≤0,5	1,0	1,5	≥2,0
4/2 dipisah median	VL	1.02	1.03	1.03	1.04
	L	0.98	1.00	1.02	1.03
	M	0.94	0.97	1.00	1.02
	H	0.89	0.93	0.96	0.99
	VH	0.84	0.88	0.92	0.96
4/2 tidak dipisah median	VL	1.02	1.03	1.03	1.01
	L	0.98	1.00	1.02	1.00
	M	0.93	0.96	0.99	0.97
	H	0.87	0.91	0.94	0.93
	VH	0.80	0.86	0.90	0.90
2/2 Tidak dipisah atau jalan satu arah	VL	1.00	1.01	1.01	1.01
	L	0.96	0.98	0.99	1.00
	M	0.90	0.93	0.96	0.98
	H	0.82	0.86	0.90	0.95
	VH	0.73	0.79	0.85	0.91

Sumber : MKJI 1997

Tabel 2.14 : Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat hambatan samping untuk jalan yang mempunyai kerb

Tipe Jalan	Hambatan Samping	Faktor Koreksi			
		Jarak kerb			
		≤0,5	1,0	1,5	≥2,0
4/2 dipisah median	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 tidak dipisah median	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 Tidak dipisah 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

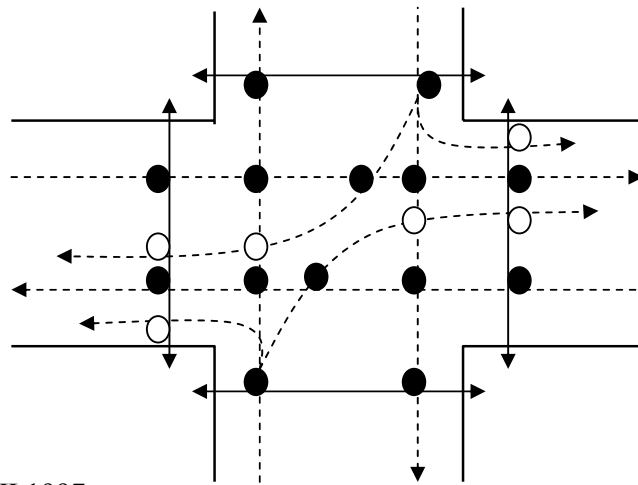
Tabel 2.15 : Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat ukuran kota.

Ukuran Kota Juta Orang	Faktor Ukuran Kota (FFVcs)
< 0.1	0.90
0.1 – 0.5	0.93
0.5 – 1.0	0.95
1.0 – 3.0	1.00
≥ 3.0	1.03

Sumber : MKJI 1997

2.7. 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 (Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang Tertib, 1996).



Sumber : MKJI 1997

- Konflik Utama
- Konflik Kedua
- ↔ Arus pejalan kaki
- ▶ Arus Kendaraan

Gambar 2.2. Konflik-konflik pada Simpang Empat Lengan

Sinyal lalu lintas digunakan karena alasan-alasan berikut, yaitu:

- Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, untuk menjamin suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan pada jam-jam puncak.
- Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- Untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan yang bertentangan.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan yaitu gerakan lalu lintas yang saling berpotongan, gerakan membelok, dan pejalan kaki yang menyeberang jalan.

Ekivalen mobil penumpang untuk mengkonversi arus lalu lintas dari kendaraan/jam menjadi satuan mobil penumpang (emp) seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.16. Ekivalen Mobil Penumpang (Emp) Untuk Pendekat Terlindung dan Terlawan

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda motor (MC)	0,2	0,4

Sumber: MKJI, 1997

2.7.1. Fase Sinyal

Fase adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas. Fase sinyal umumnya mempunyai dampak yang besar pada tingkat kinerja dan keselamatan lalu lintas sebuah simpang

dari jenis pengaturan. Waktu hilang sebuah simpang akan bertambah dan rasio hijau untuk setiap fase akan berkurang bila fase tambahan diberikan. Maka sinyal akan efisien bila dioperasikan hanya pada dua fase, yaitu hanya waktu hijau untuk konflik utama yang dipisahkan. Tetapi dari sudut keselamatan lalu lintas, angka kecelakaan umumnya akan berkurang bila konflik utama antara lalu lintas belok kanan dipisahkan dengan lalu lintas terlawan, yaitu dengan fase terpisah untuk lalu lintas belok kanan. Pengaturan dengan dua fase biasanya digunakan sebagai kasus dasar. Pemisahan gerakan belok kanan hanya dapat dipertimbangkan kalau suatu gerbakan membelok melebihi 200 smp/jam.

2.7.2. Waktu Antar Hijau dan Waktu yang Hilang

Waktu antar hijau (IG) yaitu periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (det). Pada analisa yang dilakukan untuk keperluan perancangan, waktu antar hijau (kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.16. Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata-rata	Nilai normal waktu antar hijau
Kecil	6-9 m	4 detik/fase
Sedang	10-14 m	5 detik/fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik/fase

Sumber: MKJI, 1997

Waktu merah semua adalah waktu dimana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekatan-pendekatan yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (det). Diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (yang melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama.

$$\text{MERAH SEMUA}_1 = \left[\frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]$$

Keterangan :

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

I_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det)

Waktu hilang adalah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det). Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

$$\text{LTI} = \Sigma (\text{merah semua} + \text{Kuning})_1 = \Sigma \text{IG}_1$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik.

2.7.3 Arus Jenuh

Arus jenuh adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat-pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau). Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) yaitu arus jenuh pada

keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam hijau)}$$

Keterangan :

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

F_G = Faktor penyesuaian kelandaian

F_P = Faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian belok kanan dan kiri digunakan hanya untuk pendekat tipe P (arus terlindung).

a. Arus Jenuh Dasar

- Untuk pendekat tipe P (arus terlindung)

$$S_o = 600 W_e \text{ (smp/jam)}$$

keterangan :

W_e = lebar efektif pendekat (m)

- Untuk pendekat tipe O (arus berangakt berlawanan)

S_o ditentukan dari grafik MKJI, 1997 hal 2-51 dan 2-52

b. Faktor penyesuaian ukuran kota

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dengan Tabel 2.31. berikut ini :

Tabel 2.17. Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Penduduk Kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})
> 3.0	1.05
1.0-3.0	1.00
0.5-1.0	0.94
0.1-0.5	0.83
< 0.1	0.82

Sumber : MKJI, 1997

c. Faktor penyesuaian hambatan samping

Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari tabel berikut ini :

Tabel 2.18. Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.2	≥0.25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
	Tinggi	terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81
	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.71
	Sedang	Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
	Rendah	Terlindung	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72
	Tinggi	terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73
	Sedang	Terlindung	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74
	Rendah	Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/sedang/ rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
	Tinggi/sedang /rendah	terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

Sumber: MJKI, 1997

d. Faktor penyesuaian parkir

Faktor penyesuaian parkir ditentukan dengan rumus berikut:

$$F_P = \left[\frac{L_p}{3} - (W_A - 2) \times \left(\frac{L_p}{3} - g \right) / W_A \right] / g$$

Keterangan :

L_P = jarak antara garis sentin dan kendaraan yang diparkir pertama (m) atau panjang dari lajur pendek

W_A = lebar pendekat (m)

g = waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 m)

e. Faktor penyesuaian belok kanan

Faktor penyesuaian belok kanan dihitung dengan rumus berikut ini:

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

Keterangan :

P_{RT} = rasio kendaraan belok kanan (%)

f. Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian belok kiri dihitung dengan rumus berikut ini :

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16$$

Keterangan :

P_{RT} = rasio kendaraan belok kiri (%)

2.7.4. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus adalah waktu untuk ukuran lengkap dari indikasi sinyal diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama (det).

Sedangkan waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (det).

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus sebelum penyesuaian dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_{UA} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)$$

Keterangan :

C_{UA} = waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = waktu hilang total per siklus (det)

IFR = rasio arus simpang Σ (FR_{CRIT})

Tabel di bawah ini memberikan waktu yang disarankan untuk keadaan yang berbeda:

Tabel 2.19. Waktu Siklus yang Disarankan untuk Keadaan yang Berbeda

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (det)
Pengaturan dua fase	40-80
Pengaturan tiga fase	50-100
Pengaturan empat fase	80-130

Sumber: MJKI, 1997

b. Waktu Hijau

Waktu hijau untuk masing-masing fase dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i$$

Keterangan :

g_i = tampilan waktu hijau pada fase i (det)

c_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = waktu hilang total persiklus

PR_i = rasio fase $FR_{CRIT} / \Sigma (FR_{CRIT})$

c. Waktu siklus yang disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$c = \Sigma g + LTI$$

2.7.5. Kapasitas

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times g / c$$

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam)

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

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu siklus

2.7.6 Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat.

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ₁) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ₂), seperti pada rumus berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Dengan

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8x(DSx0,5)}{C}} \right]$$

Jika $DS > 0,5$ selain dari itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = cx \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Keterangan :

NQ₁ = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ₂ = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh x rasio hijau (S x GR)

Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/detik)

Panjang antrian dihitung dengan rumus berikut ini:

$$NQ = \frac{NQ_{\max} \times 20}{W_{\text{masuk}}} \text{ (m)}$$

Keterangan :

NQ = panjang antrian (m)

NQ_{MAX} = jumlah antrian maksimum (diperoleh dari gambar 2.7.)

W_{MASUK} = lebar dari bagian pendekat, diukur pada garis henti (m)

2.7.7. Kendaraan Terhenti

Angka henti (NS) yaitu jumlah kendaraan berhenti rata-rata perkendaraan sebelum melewati suatu simpang dihitung dengan rumus:

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

Keterangan :

C = waktu siklus (det)

Q = arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau (smp/jam)

Jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}) masing-masing pendekat dihitung dengan rumus:

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

2.7.8. Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal:

- Tundaan lalu lintas (DT) karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang
- Tundaan geometri (DG) karena perlambatan atau percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah

Tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat ditentukan dengan rumus berikut (didasarkan pada Akcelik, 1998):

$$DT_j = c \times \frac{0.5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

Keterangan :

DT_j tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

Tundaan geometri rata-rata setiap pendekat ditentukan dengan rumus berikut:

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4)$$

Keterangan :

DG_j Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

P_{SV} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung dengan rumus:

$$D_j = DT_j + DG_j$$

Keterangan :

D_j = tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DT_j = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_I) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$D_I = \frac{\sum (Q \times D_j)}{D_{TOR}}$$

Keterangan :

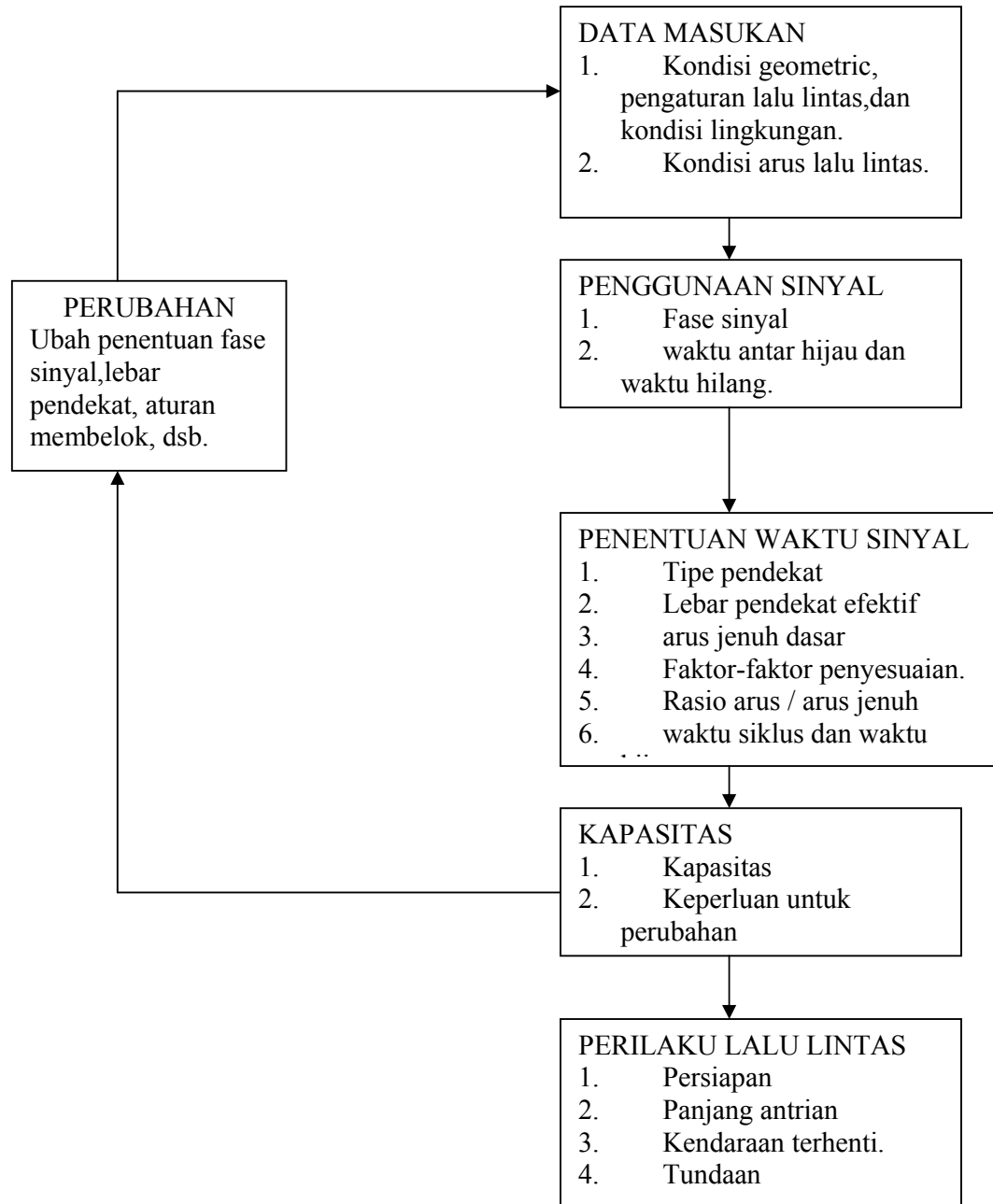
D_I = Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang

D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Q = arus lalu lintas dari penyekat yang ditinjau (smp/jam)

Q_{TOT} = arus lalu lintas total pada persimpangan (smp/jam)

Adapun langkah analisa simpang bersinyal pada MKJI, 1997 adalah seperti gambar berikut:



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.3. : Bagan alir analisa simpang bersinyal.

2.8. PARKIR

Terdapat beberapa pengertian parkir, serta hal-hal yang berkaitan dengan perparkiran. Beberapa pakar mengemukakan pendapatnya, yaitu :

1. Parkir adalah tempat pemberhentian kendaraan beberapa saat, tempat mangkalnya atau menempatkan dengan memberhentikan kendaraan angkutan / barang, bermotor / tidak bermotor pada suatu tempat dalam jangka waktu tertentu, tempat pemberhentian kendaraan dalam jangka waktu yang lama atau sebentar tergantung keadaan dan kebutuhannya (Wicaksono, 1989).
2. Parkir adalah elemen perancangan urban dengan hirarki perancangan yang terakhir diantara lima sub aturan dasar ruang positif urban (Alexander, 1987).
3. Parkir adalah tempat khusus bagi kendaraan untuk berhenti demi keselamatan (Tamin, 1997).
4. Ruang parkir adalah area yang cukup luas untuk menampung satu kendaraan dengan akses yang tidak terbatas (tidak ada blokade) tetapi tetap mencegah adanya ruang untuk manuver kendaraan (Edward, 1992). Sedangkan jangka waktu parkir adalah lama waktu parkir satu kendaraan untuk satu ruang parkir.

2.8.1. Tipe Parkir

Tipe parkir dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Parkir menurut tempat

Menurut cara penempatannya terdapat dua cara penataan parkir (Joseph de Chiara dan Lee Koppelman, 1975), yaitu :

a. Parkir di tepi jalan (*on street parking*)

Parkir di tepi jalan ini mengambil tempat di sepanjang jalan, dengan atau tanpa melebarkan jalan untuk pembats parkir. Parkir di jalan sulit sekali dilakukan pada jalan dengan ruang terbatas, sebab :

- Mengurangi kapasitas jalan
- Menimbulkan kemacetan dan kebingungan pengemudi.
- Memperpanjang waktu tempuh dan memperbesar kecelakaan.

Meskipun demikian beberapa parkir di jalan masih diperlukan bila keadaan jalan memungkinkan, yaitu pada jalan-jalan yang arusnya tidak melebihi 400 kend./jam, atau pada lalu lintas searah dengan arus kurang dari 600 kend./jam, parkir pada salah satu sisi masih diperbolehkan jika tempat pejalan kaki yang berdekatan dengannya tidak terlalu ramai dan terdapat sedikit pejalan kaki yang menyeberang jalan.

b. Parkir tidak di jalan (*off street parking*)

Cara ini menempati pelataran parkir tertentu diluar badan jalan baik di halaman terbuka atau di dalam bangunan khusus untuk parkir dan mempunyai pintu pelayanan masuk untuk tempat mengambil karcis parkir dan pintu pelayanan keluar untuk menyerahkan karcis parkir sehingga dapat diketahui secara pasti jumlah kendaraan yang parkir dan jangka waktu kendaraan parkir. Yang termasuk *off street parking* adalah :

- *Parking Lot / Surface Car Parks.*

Adalah fasilitas parkir berupa suatu lahan yang terbuka di atas permukaan tanah. Fasilitas ini memerlukan lahan yang luas.

- *Multi Storey Car Parks.*

Adalah fasilitas parkir di ruangan tertutup yang berupa garasi bertingkat. Fasilitas ini cukup efektif pada saat ketersediaan lahan terbatas / mahal.

- *Mechanical Car Parks.*

Adalah fasilitas parkir yang sama dengan *Multi Storey Car Parks*, hanya dilengkapi dengan elevator / lift untuk mengangkat kendaraan ke lantai yang dituju.

- *Underground Car Parks.*

Adalah fasilitas parkir yang dibangun pada basement *Multi Storey* atau di bawah pada suatu ruang terbuka.

2. Parkir menurut posisi parkir.

Bila ditinjau dari posisi parkir dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

a. Parkir sejajar dengan sumbu jalan / parallel (bersudut 180°)

Untuk *on street parking* posisi ini mempunyai keuntungan yaitu reduksi lebar jalan tidak terlalu besar, sehingga tidak mengganggu gerakan lalu lintas, tapi panjang yang terpakai akan lebih besar akibatnya hanya mampu menampung sedikit kendaraan.

b. Parkir bersudut 30° , 45° , dan 60° dengan sumbu jalan

Pada *on street parking*, cara parkir seperti ini dapat menjadi salah satu jalan tengah yang diambil untuk mereduksi lebar badan jalan. Sedangkan pada *off street parking* bermanfaat untuk mencari efisiensi penggunaan ruang parkir.

c. Parkir tegak lurus sumbu jalan (bersudut 90°)

Parkir dengan sudut tegak lurus sumbu jalan mampu menampung kendaraan lebih banyak daripada posisi parkir lainnya, tetapi lebih banyak mengurangi fungsi dari lebar jalan.

1. Parkir menurut status parkir.

Menurut statusnya parkir dapat dikelompokkan menjadi :

a. Parkir Umum

Parkir umum adalah perparkiran yang menggunakan tanah-tanah, jalan-jalan, atau lapangan-lapangan yang dimiliki dan dikelola oleh Pemerintah Daerah.

b. Parkir Khusus

Parkir khusus adalah perparkiran yang menggunakan lokasi yang dimiliki dan dikelola oleh pihak ketiga.

c. Parkir Darurat

Parkir darurat adalah perparkiran di tempat-tempat umum, baik menggunakan lokasi milik pemerintah atau swasta karena kegiatan insidental.

d. Taman Parkir

Taman parkir adalah suatu areal bangunan perparkiran yang dilengkapi fasilitas sarana perparkiran yang dikelola oleh Pemerintah Daerah.

e. Gedung Parkir

Gedung parkir adalah bangunan yang dimanfaatkan untuk tempat parkir kendaraan yang dikelola oleh Pemerintah Daerah atau pihak yang mendapat ijin dari Pemerintah Daerah.

2. Parkir menurut jenis tujuan parkir

Menurut jenis tujuan parkir dapat digolongkan menjadi :

a. Parkir Penumpang , yaitu parkir untuk menaik-turunkan penumpang.

b. Parkir Barang, yaitu parkir untuk bongkar-muat barang.

Keduanya sengaja dipisahkan agar satu sama lain masing-masing kegiatan tidak saling mengganggu.

3. Parkir menurut jenis kepemilikan dan pengoperasiannya

Menurut jenis kepemilikan dan pengoperasiannya, parkir dapat digolongkan menjadi :

- a. Parkir yang dimiliki dan dikelola oleh swasta.
- b. Parkir yang dimiliki oleh Pemerintah Daerah tapi dikelola oleh pihak swasta.
- c. Parkir yang dimiliki dan dikelola oleh Pemerintah Daerah.

2.8.2. Dimensi Ruang Parkir

Satuan Ruang Parkir (SRP) adalah tempat untuk satu kendaraan.

Dimensi Ruang Parkir menurut Dirjen Perhubungan Darat dapat dipengaruhi oleh :

1. Lebar total kendaraan.
2. Panjang total kendaraan.
3. Jarak bebas.
4. Jarak bebas arah lateral.

Penentuan SRP untuk mobil penumpang diklasifikasikan menjadi 3 golongan, yaitu :

Tabel 2.20. Penentuan Stuan Ruang Parkir

Jenis kendaraan	Satuan Ruang Parkir (m ²)
1. a. Mobil Penumpang untuk gol. I	2.30 x 5.00
b. Mobil Penumpang untuk gol. II	2.50 x 5.00
c. Mobil Penumpang untuk gol. III	3.00 x 5.00
2. Bus / truk.	3.40 x 12.50
3. Sepeda Motor.	0.75 x 2.00

Sumber : Dirjen Perhubungan Darat

Keterangan :

- Golongan I : Karyawan / Pekerja kantor, tamu / pengunjung, pusat kegiatan perkantoran, perdagangan, pemerintahan, universitas.
- Golongan II : pengunjung tempat olah raga, pusat hiburan / rekreasi, hotel, pasar, swalayan, rumah sakit, bioskop.
- Orang cacat / mobil Ambulans.

2.8.3. Kebutuhan Ruang Gerak

Kebutuhan ruang gerak kendaraan parkir dipengaruhi oleh :

1. Sudut parkir.
2. Lebar ruang parkir.
3. Ruang parkir efektif.
4. Ruang manuver.
5. Lebar pengurangan manuver (2.5 m)

Tabel 2.21. Kebutuhan ruang gerak kendaraan.

Sudut Parkir (m)	Lebar ruang parkir (m)	Ruang parkir efektif (m)	Ruang manuver (m)
0	2.3	2.3	3.0
30	2.5	4.5	2.3
45	2.5	5.1	3.7
60	2.5	5.3	4.6
90	2.5	5.0	5.8

Sumber : Dirjen Perhubungan Darat

2.8.4. Pengoperasian Parkir

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian parkir adalah merencanakan pintu masuk dan pintu keluar sebagai berikut :

1. Letak jalan masuk ditempatkan sejauh mungkin dari persimpangan.
2. Letak jalan masuk/keluar ditempatkan sedemikian rupa sehingga kemungkinan konflik dengan pejalan kaki dan yang lain dapat dihindarkan.
3. Letak jalan keluar ditempatkan sedemikian rupa sehingga memberikan jarak pandang yang cukup saat memasuki arus lalu lintas.
4. Secara teoritis dapat dikatakan bahwa lebar jalan masuk dan keluar (dalam pengertian jumlah lajur) sebaiknya ditentukan berdasarkan analisa kapasitas.