

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Persimpangan Jalan**

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan yang merupakan pertemuan antar jalan dan perpotongan lintasan kendaraan. Lalulintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan-persimpangan merupakan faktor-faktor yang penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan (Departemen Perhubungan Jenderal Perhubungan Darat., 1995).

Terdapat dua jenis persimpangan jalan dari segi pandangan untuk kontrol kendaraan, yaitu persimpangan dengan sinyal dan persimpangan tanpa sinyal (Morlok E. K., 1988).

Persimpangan jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat dimana arus kendaraan dari beberapa pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan persimpangan (Hobbs F.D., 1995).

Menurut MKJI (1997), suatu pendekat dapat diartikan sebagai daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Bila gerakan lalulintas kekiri atau kekanan dipisahkan dengan pulau lalulintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat. Berdasarkan pengaturan lalulintas untuk simpang bersinyal terdapat dua jenis simpang yaitu simpang tiga lengan dan simpang empat lengan. Pemilihan jenis

simpang untuk suatu daerah didasarkan pada pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan.

1. Pertimbangan ekonomi.

Pertimbangan ekonomi tersebut menyangkut mengenai masalah pembebasan tanah. Di luar daerah perkotaan harga pembebasan tanah lebih rendah, yang memungkinkan simpang yang lebih besar, tetapi kecepatan rencana biasanya lebih tinggi, yang menyebabkan rencana simpang yang lebih luas untuk tipe yang sama menurut standar Bina Marga.

2. Pertimbangan keselamatan lalu lintas.

Angka kecelakaan lalu lintas pada simpang bersinyal diperkirakan sebesar 0,43 kecelakaan/juta kendaraan dibandingkan dengan 0,60 pada simpang tak bersinyal dan 0,30 pada bundaran.

3. Pertimbangan lingkungan.

Pada pertimbangan lingkungan tersebut menyangkut mengenai masalah polusi udara atau pencemaran udara oleh akibat asap kendaraan yang melebihi ambang batas kesehatan. Asap kendaraan dan emisi kebisingan umumnya berkurang dalam keadaan-keadaan sebagai berikut.

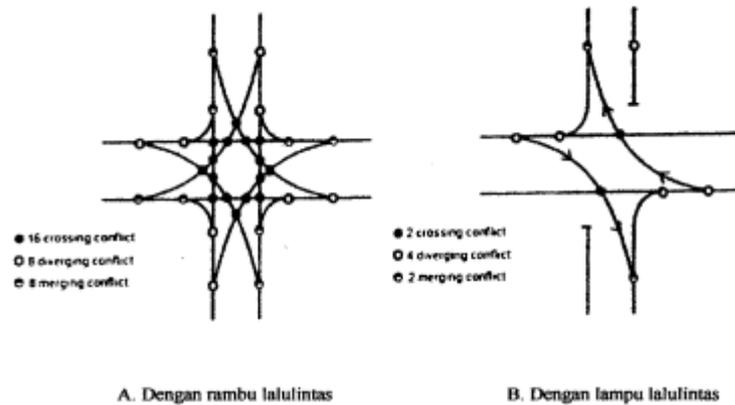
- a) Pengaturan sinyal terkoordinasi dan/atau sinyal aktuasi kendaraan akan mengurangi asap kendaraan dan emisi kebisingan bila dibandingkan dengan pengaturan sinyal waktu tetap untuk simpang terisolir.
- b) Waktu sinyal yang efisien akan mengurangi emisi.

## **2.2 Sinyal dan Pengaturan Lalulintas**

Menurut MKJI (1997), pada umumnya sinyal lalulintas dipergunakan untuk beberapa alasan seperti dibawah ini.

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalulintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi jam puncak.
2. Memberikan mekanisme pengaturan lalu lintas yang lebih efektif dan murah dibandingkan pengaturan dengan cara manual.
3. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan / atau pejalan kaki dari jalan minor memotong jalan mayor.
4. Dengan dipasangnya lampu lalulintas maka kecelakaan yang timbul diharapkan akan berkurang, karena konflik yang timbul antar lalulintas dapat dikurangi. Gambar dibawah ini menunjukkan perbandingan jumlah konflik yang terjadi pada simpang dengan rambu lalulintas dan dengan lampu lalulintas.

Mengenai konflik lalulintas yang terjadi pada simpang empat bersinyal dengan rambu lalulintas dan dengan lampu lalulintas dapat dilihat seperti gambar dibawah ini (MKJI., 1997).

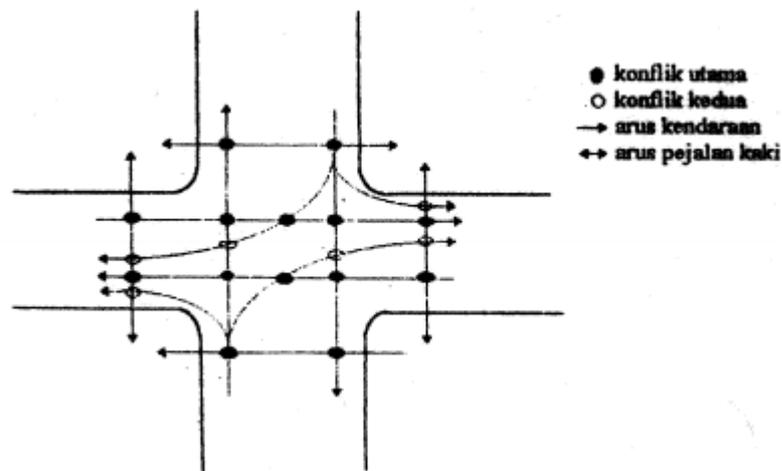


Gambar 2.1 Konflik Lalulintas pada Simpang Empat Lengan

(Sumber : Munawar A., 2004, Manajemen Lalulintas Perkotaan).

Lalulintas adalah suatu peralatan yang dioperasikan secara manual, mekanis, atau elektrik untuk mengatur kendaraan-kendaraan agar berhenti atau berjalan. Biasanya alat ini terdiri dari tiga warna yaitu merah, kuning, dan hijau. Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalulintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalulintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan atau pada konflik-konflik utama. Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalulintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalulintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang atau pada konflik-konflik kedua. Penggunaan lebih dari dua fase biasanya akan menambah waktu siklus, namun demikian penggunaan sinyal tidak selalu meningkatkan kapasitas dan keselamatan dari simpang tertentu karena berbagai faktor lalulintas. (Hobbs, F.D, 1995)

Gambar dibawah ini menunjukkan adanya beberapa konflik yang terjadi di simpang bersinyal (MKJI, 1997).



Gambar 2.2 Konflik-konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal  
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia / 1997).

Menurut Munawar A (2004), sistem pengontrolan lalu lintas merupakan pengaturan lalu lintas yang berupa perintah atau larangan. Perintah atau larangan tersebut dapat berupa lampu lalu lintas, rambu-rambu lalu lintas atau marka jalan. Sistem pengontrolan lalu lintas pada persimpangan jalan meliputi beberapa hal sebagai berikut.

1. Optimalisasi lampu lalu lintas, berupa pengaturan *cycle time* (waktu siklus), waktu hijau merah/merah dari lampu lalu lintas serta jumlah fase.
2. Pemasangan/pemindahan lampu lalu lintas, dengan memasang lampu lalu lintas di tempat-tempat dengan arus lalu lintas yang tinggi.

3. Prioritas kepada bus kota pada persimpangan dengan lampu lalu lintas, yakni berupa pemasangan antena pemancar pada bus kota, sehingga jika bus kota tersebut mendekati lampu lalu lintas, lampu akan selalu hijau.
4. Koordinasi lampu lalu lintas, berupa koordinasi antara lampu-lampu lalu lintas, sehingga sebagian kendaraan akan dapat melewati beberapa lampu lalu lintas tanpa berhenti.

### **2.3 Arus Jenuh**

Arus jenuh lalu lintas (*saturation flow*) adalah tingkat arus maksimal yang dinyatakan dalam ekuivalen mobil penumpang (emp) yang dapat mengalir secara terus menerus melewati garis henti suatu kaki persimpangan selama periode nyala hijau (Salter R. J, 1980).

Suatu siklus dianggap jenuh apabila pada akhir siklus (akhir nyala hijau) masih terdapat kendaraan yang antri. Model keberangkatan kendaraan dibuat dengan asumsi bahwa tidak ada kendaraan yang melewati garis henti pada saat lampu merah sedang menyala efektif (Malkhamah S., 1994).

Menurut MKJI besarnya penelitian yang dilakukan Munawar ternyata nilai arus jenuh dasar dilapangan ternyata lebih besar dari nilai tersebut, yaitu sekitar 1,3 kali, sehingga nilai variabel pengali arus jenuh dasar tersebut dikoreksi menjadi 780. (Munawar, A, 2004)

## **2.4 Perilaku Lalulintas**

Perilaku lalulintas adalah ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi operasional fasilitas dari lalulintas. Pengukuran kuantitas sendiri diartikan sebagai kemampuan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan dalam melayani lalulintas ditinjau dari volume kendaraan yang dapat ditampung oleh jalan tersebut pada kondisi tertentu. Perilaku lalulintas pada simpang bersinyal meliputi kapasitas, rasio kendaraan henti, panjang antrian, tundaan rerata, derajat kejenuhan, waktu siklus dan arus lalulintas (MKJI., 1997).

### **2.4.1 Kapasitas**

Kapasitas suatu ruas jalan dalam satu sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut (dalam satu maupun kedua arah) dalam periode waktu tertentu dan dibawah kondisi jalan dan lalulintas yang umum. Kondisi jalan yang umum menyangkut ciri fisik sebuah jalan yang mempengaruhi kapasitas, seperti lebar jalur dan bahu jalan, jarak pandang, serta landai jalan. Kondisi lalulintas yang umum mencerminkan perubahan karakter arus lalulintas (Oglesby C. H dan Gary Hicks. R., 1990).

Evaluasi mengenai kapasitas bukan saja bersifat mendasar pada permasalahan pengoperasian dan perancangan lalulintas tetapi juga dihubungkan dengan aspek keamanan dan ekonomi dalam pengoperasian jalan raya. Kapasitas merupakan ukuran kinerja (*performance*), pada kondisi yang bervariasi, dapat diterapkan pada suatu lokasi tertentu atau pada suatu jaringan jalan yang sangat

kompleks. Berhubung beragamnya geometri jalan-jalan, kendaraan, pengendara dan kondisi lingkungan, serta sifat saling keterkaitannya, kapasitas bervariasi menurut kondisi lingkungannya (Hobbs F. D., 1995).

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan 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 (MKJI., 1997).

Selain kecepatan, kapasitas merupakan salah satu dari dua karakteristik utama arus kendaraan yang melalui ruas jalan dan persimpangan. Besar kapasitas pada suatu jalur gerak mempunyai pengaruh yang besar terhadap kecepatan volume kendaraan. Kapasitas sendiri dapat diartikan sebagai volume maksimum yang dapat ditampung oleh ruas jalan atau persimpangan (Morlok E. K., 1988).

Berdasar Highway Capacity Manual (2000) dalam Munawar A.(2004), kapasitas simpang didasarkan atas 2 faktor sebagai berikut.

1. Distribusi celah dalam arus lalu lintas jalan utama.
2. Pertimbangan pengemudi dalam memilih celah sebelum melakukan gerakan belok atau lurus.

#### **2.4.2 Rasio kendaraan henti**

Rasio kendaraan henti adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati simpang atau rasio dari arus lalu lintas yang

terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal (MKJI., 1997).

### **2.4.3 Panjang antrian**

Panjang antrian (*queue length*) merupakan jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekat. Pendekat adalah daerah suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Satuan panjang antrian yang digunakan adalah satuan mobil penumpang (MKJI., 1997).

### **2.4.4 Tundaan rerata**

Menurut Hobbs F. D. (1995), tundaan rata-rata memiliki pengertian bahwa waktu tempuh yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Ada 2 macam tundaan yang terdiri dari beberapa hal seperti dibawah ini.

1. Tundaan lalulintas memiliki pengertian bahwa waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalulintas dengan gerakan lalulintas yang bertentangan.
2. Tundaan Geometri memiliki pengertian bahwa disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang berbelok disimpangan atau yang terhenti oleh lampu merah.

Tundaan karena pertemuan jalan (*junction*) adalah area interaksi lalulintas yang kompleks, maka sifatnya (jumlah jalur, jenis permukaan, tata letak geometrik, pemberhentian bis dan penyeberangan pejalan kaki) dan bentuk pengendalian

lalulintas (rambu-rambu, pengaturan arus/jalur, bundaran di persimpangan, pengendalian pembelokan, pemisahan dengan ketinggian permukaan) semuanya mempengaruhi jenis dan jumlah penundaan yang terdistribusi pada para pemakai (Hobbs F. D., 1995)

Menurut MKJI (1997), tundaan lalulintas simpang didasarkan pada asumsi-asumsi sebagai berikut.

1. Kecepatan kendaraan dalam kota 40 km/jam.
2. Kecepatan kendaraan tak berhenti 10 km/jam.
3. Tingkat percepatan dan perlambatan 1,5 m/det<sup>2</sup>.
4. Kendaraan berhenti mengurangi kecepatan untuk menghindari tundaan perlambatan, sehingga hanya menimbulkan tundaan percepatan.

#### **2.4.5 Derajat kejenuhan**

Derajat kejenuhan lalulintas (*degree of saturation*) menunjukkan rasio dari suatu arus lalulintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat (MKJI., 1997).

#### **2.4.6 Waktu siklus**

Waktu siklus merupakan waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (antara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekat yang sama) waktu siklus yang paling rendah akan menyebabkan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang, sedangkan waktu siklus yang lebih besar menyebabkan

memanjangnya antrian kendaraan dan panjangnya tundaan, sehingga akan mengurangi kapasitas keseluruhan simpang (MKJI, 1997).

Waktu siklus (*cycle time*) merupakan waktu urutan lengkap dari indikasi sinyal atau satu periode lampu lalu lintas, misalnya pada saat suatu arus di suatu ruas jalan mulai hijau, hingga pada ruas jalan tersebut mulai hijau kembali (Munawar A., 2004).

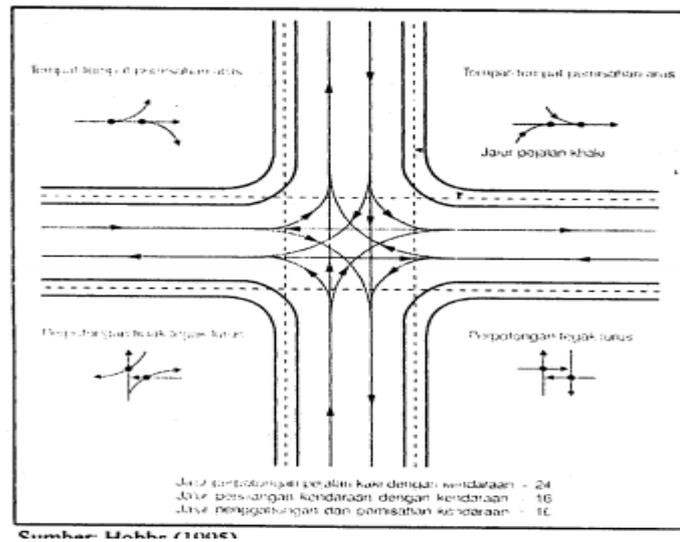
#### **2.4.7 Arus lalu lintas**

Arus lalu lintas adalah jumlah unsur lalu lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekatan persatuan waktu. Sebagai contoh kebutuhan lalu lintas kendaraan/jam; smp/jam (MKJI., 1997).

#### **2.4.8 Konflik pada simpang**

Menurut Hobbs F. D. (1995), arus lalu lintas dari berbagai arah akan bertemu pada suatu titik persimpangan, kondisi tersebut menyebabkan terjadinya konflik antara pengendara dari arah yang berbeda. Konflik antar pengendara dibedakan menjadi dua titik konflik yang meliputi beberapa hal sebagai berikut.

1. Konflik Primer, konflik antara lalu-lintas dari arah memotong
2. Konflik sekunder, konflik antara arus lalu-lintas kanan dan arus lalu-lintas arah lainnya atau antara arus lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki



Gambar 2.3. Konflik primer dan sekunder pada persimpangan  
 (Sumber : Hobbs, 1995, Perencanaan dan Teknik Lalulintas).

Jumlah konflik yang terjadi setiap jamnya pada masing-masing pertemuan jalan dapat langsung diketahui dengan cara mengukur volume aliran untuk seluruh gerakan kendaraan. Masing-masing titik berkemungkinan menjadi tempat terjadinya kecelakaan dan tingkat keparahan kecelakaan berkaitan dengan kecepatan relatif suatu kendaraan. Apabila ada pejalan kaki yang menyeberang jalan pada pertemuan jalan tersebut, konflik langsung kendaraan dan pejalan kaki akan meningkat; frekuensinya sekali lagi tergantung pada jumlah dan arah pejalan kaki. Pada saat pejalan kaki menyeberang jalur pendekat, 24 titik konflik kendaraan/pejalan kaki terjadi pada pertemuan jalan tersebut, dengan mengabaikan gerakan diagonal yang dilakukan oleh pejalan kaki. Suatu operasi yang paling sederhana ialah hanya melibatkan suatu *mouneuvre* bergabung, berpencar, atau berpotongan dan memang hal ini diinginkan sepanjang

memungkinkan, untuk menghindari gerakan yang banyak dan berkombinasi yang kesemuanya ini agar diperoleh pengoperasian yang sederhana. Biasanya terdapat batas pemisah dari aliran yang paling disenangi (*prioritas*) dan kemudian gerakan yang terkontrol dibuat terhadap dan dari sebuah aliran sekunder. Keputusan untuk menerima atau menolak sebuah gap diserahkan kepada pengemudi dari aliran yang bukan prioritas (Hobbs F. D., 1995).

### **2.5 Volume Lalulintas**

Menurut Sukirman Silvia. (1994), pengukur jumlah dari arus lalu lintas digunakanlah volume. Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit).

Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaraannya pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Dan disamping itu mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya. Volume lalulintas merupakan variabel yang penting dalam teknik lalulintas dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang penting dalam teknik lalulintas dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu. Pada perhitungan volume lalulintas secara manual, pengamat mencatat pada lembar formulir survei untuk memperoleh jumlah tiap macam kendaraan yang melewati

pengamat selama periode tersebut. Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah sebagai berikut.

1. Lalu lintas harian rerata
2. Volume jam perencanaan.
3. Kapasitas.

Arus atau volume lalulintas pada suatu jalan raya diukur berdasarkan jumlah kendaraan yang melewati titik tertentu selama selang waktu tertentu. Dalam beberapa hal, lalulintas dinyatakan dengan Lalulintas Harian Rerata per tahun yang disebut AADT (*average annual daily traffic*) atau Lalulintas Harian Rerata (LHR) bila periode pengamatannya kurang dari satu tahun. Disamping itu, volume lalulintas juga dapat diukur dan dinyatakan atas dasar jam-jaman, seperti volume lalulintas yang diamati tiap jam. (Oglesby C. H dan Gary Hicks. R., 1990)

## **2.6 Kecepatan**

Menurut Hobbs F. D. (1995), kecepatan merupakan indikator dari kualitas gerakan lalulintas yang digambarkan sebagai suatu jarak yang dapat ditempuh dalam waktu tertentu dan biasanya dinyatakan dalam km/jam, kecepatan ini menggambarkan nilai gerak dari kendaraan. Perencanaan jalan yang baik tentu saja haruslah berdasarkan kecepatan yang dipilih dari keyakinan bahwa kecepatan tersebut sesuai dengan kondisi dan fungsi jalan yang diharapkan. Kecepatan terbagi menjadi 3 macam yang meliputi beberapa hal seperti dibawah ini.

1. Kecepatan perjalanan (*journey speed*), adalah kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat dan merupakan jarak antara dua tempat dibagi dengan lama waktu kendaraan untuk menempuh perjalanan antara tempat tersebut.
2. Kecepatan setempat (*spotspeed*), adalah kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari tempat yang ditentukan.
3. Kecepatan bergerak (*running speed*), adalah kecepatan kendaraan rerata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak yang didapat dengan membagi jalur dengan waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh, biasanya dinyatakan dalam km/jam. Kecepatan ini menggambarkan nilai gerak dari kendaraan. Perencanaan jalan yang baik tentu saja haruslah berdasarkan kecepatan yang dipilih dari keyakinan bahwa kecepatan tersebut sesuai dengan kondisi dan fungsi jalan yang diharapkan (Sukirman Silvia., 1994).

### **2.7 Karakteristik Geometrik**

Menurut Sukirman Silvia (1994), tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas, dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk, dan ukuran jalan dikatakan baik, jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan. Yang menjadi dasar perencanaan geometrik adalah sifat gerakan, dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak

kendaraannya, dan karakteristik arus lalu lintas. Hal-hal tersebut bentuk dan ukuran jalan, serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat kenyamanan dan keamanan yang diharapkan. Dalam perencanaan geometrik jalan dibagi menjadi beberapa macam sebagai berikut.

1. Klasikasi jalan Sesuai dengan fungsinya jalan dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan yang terdiri dari beberapa hal sebagai berikut.

- a) Jalan arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rerata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b) Jalan kolektor, yaitu jalan angkutan pengumpul dan pembagian, dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rerata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c) Jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rerata rendah dan jalan masuk tidak dibatasi.

2. Jalur dan lajur lalulintas

Jalur lalulintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (*lane*) kendaraan. Lajur kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah. Jadi jumlah lajur minimal untuk jalan 2 arah adalah 2 dan pada umumnya disebut sebagai jalan 2 lajur 2 arah. Jalur lalulintas untuk 1 arah minimal terdiri dari 1 lajur

lalulintas. Lebar lajur lalulintas merupakan bagian jalan yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar lajur lalulintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung dilapangan, ini disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut.

- a) Lintasan kendaraan yang satu tidak mungkin akan dapat diikuti oleh lintasan kendaraan lain dengan tepat.
- b) Lajur lalulintas tidak mungkin tepat sama dengan lebar kendaraan maksimum. Untuk keamanan dan kenyamanan setiap pengemudi membutuhkan ruang gerak antara kendaraan.
- c) Lintasan kendaraan tidak mungkin dibuat tetap sejajar sumbu lajur lalulintas, karena kendaraan selama bergerak akan mengalami gaya-gaya samping seperti tidak rata permukaan, gaya sentrifugal di tikungan, dan gaya angin akibat kendaraan lain yang menyiap.

### 3. Bahu jalan (*shoulder*)

Bahu jalan (*shoulder*) adalah suatu jalur yang letaknya berdampingan dengan jalur lalulintas yang berfungsi sebagai berikut.

- a) Ruang untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau sekedar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh, atau untuk beristirahat.
- b) Ruang untuk menghidari diri dari saat-saat darurat, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.

- c) Memberikan kelegaan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
- d) Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
- e) Ruang pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan pernaikan atau pemeliharaan jalan (untuk penempatan alat-alat dan penimbun bahan material).
- f) Ruang untuk lintasan kendaraan-kendaraan patroli, ambulans, yang sangat dibutuhkan pada keadaan darurat seperti terjadinya kecelakaan.

Berdasarkan tipe perkerasannya, bahu jalan dapat dibedakan menjadi dua macam sebagai berikut.

- a) Bahu yang tidak diperkeras, yaitu bahu yang hanya dibuat dari material perkerasan jalan tanpa bahan pengikat, biasanya digunakan material agregat bercampur sedikit lempung. Bahu yang tidak diperkeras ini dipergunakan untuk daerah-daerah yang tidak begitu penting. Kendaraan yang berhenti dan tidak mempergunakan bahu tidak begitu banyak jumlahnya.
- b) Bahu yang diperkeras, yaitu bahu yang dibuat dengan mempergunakan bahan pengikat sehingga lapisan tersebut lebih kedap air dibandingkan dengan bahu yang tidak diperkeras. Bahu jenis ini dipergunakan untuk jalan-jalan untuk kendaraan yang akan berhenti dan memakai bagian tersebut besar jumlahnya.

Contoh bahu jalan yang diperkeras dapat kita jumpai di sepanjang jalan tol, disepanjang jalan arteri yang melintasi kota, dan di tikungan-tikungan yang tajam.

Dilihat dari letaknya bahu terhadap arah arus lalulintas, maka bahu jalan dapat dibedakan atas beberapa hal sebagai berikut.

- a) Bahu kiri/bahu luar (*left/outer shoulder*), adalah bahu yang terletak di tepi sebelah kiri dari jalur lalulintas.
- b) Bahu kanan/bahu dalam (*right/inner shoulder*), adalah bahu yang terletak di tepi sebelah kanan dari jalur lalulintas.

Besarnya lebar bahu jalan sangat dipengaruhi oleh beberapa hal penting seperti dibawah ini.

- a) Fungsi jalan

Menurut fungsinya, jalan arteri direncanakan untuk kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan jalan lokal. Dengan demikian jalan arteri membutuhkan kebebasan samping, keamanan, dan kenyamanan yang lebih besar, atau menuntut lebar bahu yang lebih lebar dari jalan lokal.

- b) Volume lalulintas

Volume lalulintas yang tinggi membutuhkan lebar bahu yang lebih lebar dibandingkan dengan volume lalulintas yang lebih rendah.

- c) Kegiatan di sekitar jalan.

Kegiatan di sekitar jalan tersebut memiliki arti bahwa jalan yang melintasi daerah perkotaan, pasar, sekolah, membutuhkan lebar

bahu jalan yang lebih lebar daripada jalan yang melintasi daerah rural. Hal tersebut dikarenakan bahu jalan di sisi-sisi ruas jalan dipergunakan pula sebagai tempat parkir dan pejalan kaki.

d) Ada atau tidaknya trotoar.

e) Biaya yang tersedia sehubungan dengan biaya pembebasan tanah dan biaya untuk konstruksi.

#### 4. Trotoar

Trotoar (*side walk*) adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khusus digunakan pejalan kaki (pedestrian). Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar ini harus dibuat terpisah dari jalur lalu lintas oleh struktur fisik berupa kereb. Perlu atau tidaknya trotoar disediakan sangat tergantung dari volume pejalan kaki dan volume lalu lintas pemakai jalan tersebut. Lebar trotoar yang dibutuhkan ditentukan oleh volume pejalan kaki, tingkat pelayanan pejalan kaki yang diinginkan, dan fungsi jalan. Untuk lebar 1,5 - 3,0 meter merupakan nilai yang umum dipergunakan.

#### 5. Kereb

Kereb adalah penonjolan atau peninggian tepi perkerasan dan bahu jalan yang terutama untuk keperluan drainasi dan mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan serta memberikan ketegasan tepi perkerasan. Pada umumnya kereb digunakan pada jalan-jalan di daerah perkotaan, sedangkan untuk jalan-jalan antar kota kereb hanya dipergunakan jika jalan tersebut direncanakan untuk lalu lintas dengan

kecepatan tinggi atau apabila melintasi perkampungan.berdasarkan fungsi dari kereb, maka kereb dapat dibedakan menjadi empat macam sebagai berikut.

- a) Kereb peninggi (*mountable curb*), adalah kereb yang direncanakan agar dapat didaki kendaraan, biasanya terdapat di tempat parkir di pinggir jalan atau jalur laulintas. Untuk kemudahan didaki oleh kendaraan maka kereb harus mempunyai bentuk permukaan lengkung yang baik, tingginya berkisar antar 10 - 15 cm.
- b) Kereb penghalang (*barriar curb*), adalah kereb yang direncanakan untuk menghalangi atau mencegah kendaraan meninggalkan jalur lalulintas, terutama di median, trotoar, pada jalan-jalan tanpa pagar pengaman. Tingginya berkisar antara 25 - 30 cm.
- c) Kereb berparit (*gutter curb*), adalah kereb yang direncanakan untuk membentuk drainase perkerasan jalan. Kereb ini dianjurkan pada jalan yang memerlukan sistem drainase perkerasan lebih baik. Pada jalan lurus diletakkan di tepi luar dari perkerasan, sedangkan pada tikungan diletakkan pada tepi dalam. Tingginya berkisar antara 10 - 20 cm.
- d) Kereb penghalang berparit (*barrier gutter curb*), adalah kereb penghalang yang direncanakan untuk membentuk sistem drainase perkerasan jalan. Tingginya berkisar antara 20 - 30 cm.

## 6. Median jalan

Pada arus lalu lintas yang tinggi sering dibutuhkan median guna memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah. Jadi median adalah jalur yang terletak ditengah jalan, yang berfungsi untuk membagi jalan dalam masing-masing arah. Secara garis besar median jalan berfungsi sebagai berikut.

- a) Menyediakan daerah netral yang cukup lebar dimana pengemudi masih dapat mengontrol kendaraannya pada saat darurat.
- b) Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi/mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
- c) Menambah rasa kelegaan, kenyamanan, dan keindahan bagi setiap pengemudi.
- d) Mengamankan kebebasan samping dari masing-masing arah arus lalu lintas.

Untuk memenuhi keperluan-keperluan tersebut diatas, maka median serta batas-batasnya harus nyata oleh setiap mata pengemudi baik pada siang hari ataupun malam hari, serta segala cuaca dan keadaan. Lebar median bervariasi antara 1 - 12 meter. Median dengan lebar sampai 5 meter sebaiknya ditinggikan dengan kereb atau dilengkapi dengan pembatas agar tidak dilanggar kendaraan. Semakin lebar median semakin baik bagi lalu lintas tetapi semakin mahal biaya yang dibutuhkan. Jadi biaya yang tersedia dan fungsi jalan sangat menentukan lebar median yang

dipergunakan. Disamping median terdapat juga yang dinamakan jalur tepian median, yaitu jalur yang terletak berdampingan dengan median. Jalur tepian median ini berfungsi untuk mengamankan kebebasan samping dari arus lalu lintas. Lebar jalur dengan marka berupa garis putih menerus.

#### 7. Alinyeman jalan

Alinyemen jalan merupakan elemen dari perencanaan geometrik jalan untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas, dan memaksimalkan rasio dari tingkat penggunaan dengan biaya pelaksanaan. Elemen dari perencanaan geometrik jalan meliputi 2 hal sebagai berikut.

##### a) Alinyemen horisontal

Alinyemen horisontal atau trase jalan, merupakan proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal yang terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja, atau busur lingkaran saja. Perencanaan geometrik jalan memfokuskan pada pemilihan letak dan panjang dari bagian-bagian ini sesuai dengan kondisi medan.

##### b) Alinyemen vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 jalur 2 arah atau melalui tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median. Alinyemen vertikal

seringkali disebut juga sebagai penampang memanjang jalan.

Perencanaan geometrik jalan mempertimbangkan bagaimana meletakkan sumbu jalan sesuai kondisi medan berkaitan dengan pekerjaan tanah yang mungkin timbul akibat adanya galian dan timbunan yang harus dilakukan.

Menurut MKJI (1997), karakteristik geometrik jalan meliputi beberapa hal sebagai berikut.

1. Tipe jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan jalan tak terbagi, jalan satu arah.

Tipe jalan ditunjukkan dengan tipe potongan melintang jalan berdasarkan jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan. Tipe jalan dibedakan menjadi beberapa hal diantaranya seperti dibawah ini.

- a. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).

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

1. Lebar lajur lalu lintas adalah 7 meter.
  2. Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
  3. Tidak ada median.
  4. Pemisahan arah lalu lintas 50 - 50.
  5. Hambatan samping rendah.
  6. Ukuran kota 1,0 – 3,0 juta.
  7. Tipe alinyemen datar.
- b. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi, tanpa median (4/2 UD) dan jalan empat lajur dua arah terbagi, dengan median (4/2 D).  
Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah dengan lebar jalur lalu lintas antara 10,5 meter sampai dengan 16,0 meter.
- c. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi, tanpa median (4/2 UD).

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut.

1. Lebar lajur 3,5 meter (lebar jalur lalu lintas total 14,0 meter).
2. Kereb (tanpa bahu).
3. Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  meter.
4. Tidak ada median.
5. Pemisahan arah lalu lintas 50 – 50.
6. Hambatan samping rendah.

7. Ukuran kota 1,0 – 3,0 juta.
  8. Tipe alinyemen datar.
- d. Jalan empat lajur dua arah terbagi, dengan median (4/2 D).

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut.

1. Lebar lajur 3,5 meter (lebar jalur lalulintas total 14,0 meter).
  2. Kereb (tanpa bahu).
  3. Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  meter.
  4. Ada median.
  5. Pemisahan arah lalulintas 50 – 50.
  6. Hambatan samping rendah.
  7. Ukuran kota 1,0 – 3,0 juta.
  8. Tipe alinyemen datar.
- e. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah dengan lebar jalur lalulintas antara 18 meter sampai dengan 24 meter.

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut.

1. Lebar lajur 3,5 meter (lebar jalur lalulintas total 14,0 meter).
2. Kereb (tanpa bahu).
3. Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  meter.
4. Ada median.
5. Pemisahan arah lalulintas 50 – 50.

6. Hambatan samping rendah.
  7. Ukuran kota 1,0 – 3,0 juta.
  8. Tipe alinyemen datar.
- f. Jalur satu arah dan jalur bebas hambatan (1-3/1).

Tipe jalan ini meliputi semua jalan satu arah dengan lebar jalur lalu lintas antara 5,0 meter sampai dengan 10,5 meter.

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Lebar lajur 7 meter.
  2. Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
  3. Tidak ada median.
  4. Hambatan samping rendah.
  5. Ukuran kota 1,0 – 3,0 juta.
  6. Tipe alinyemen datar.
2. Lebar jalur lalu lintas

Kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan pertambahan lebar jalur lalu lintas.

3. Kereb

Kereb sebagai batas antar jalur lalu lintas dan trotoar berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan.

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.

#### 4. Bahu jalan

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 penambahan lebar bahu, terutama karena pengurangan hambatan samping yang disebabkan kejadian di sisi jalan seperti kendaraan angkutan umum berhenti, pejalan kaki, dan sebagainya.

#### 5. Median jalan

Median yang direncanakan dengan baik akan meningkatkan kapasitas.

#### 6. Alinyemen jalan

Lengkung horisontal dengan jari-jari 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.

### **2.8 Tinjauan Lingkungan**

Faktor lingkungan yang cukup berpengaruh antara lain ukuran kota, tataguna lahan atau kondisi lingkungan jalan, dan hambatan samping (MKJI, 1997).

### 2.8.1 Tataguna lahan

Tataguna lahan sangat penting pengaruhnya terhadap lalulintas. Tempat kerja yang jauh letaknya dengan tempat tinggal akan menyebabkan orang perlu melakukan perjalanan yang lama, melewati jalan-jalan di dalam kota, guna mencapai tujuannya. Ini tentu saja memberikan andil yang cukup besar terhadap arus lalulintas. Tataguna lahan harus sejak awal direncanakan dengan seksama, dengan mempertimbangkan akibatnya terhadap pola arus lalulintas (Sukirman Silvia., 1994).

Menurut MKJI (1997), lingkungan jalan dibedakan menjadi tiga bagian utama yang penentuan kriterianya berdasarkan pengamatan visual, seperti dibawah ini.

1. Komersial (*commercial*) yaitu tataguna lahan komersial seperti toko, restoran, dan kantor dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
2. Pemukiman (*residential*) yaitu tataguna lahan seperti tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
3. Akses terbatas (*restricted area*) yaitu jalan masuk terbatas atau tidak sama sekali.

### 2.8.2 Ukuran kota

Ukuran kota diklasifikasikan dalam jumlah penduduk pada kota yang bersangkutan. Maksud dimasukkannya ukuran kota sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas, karena dianggap ada korelasi antara ukuran kota dengan

sifat pengemudi. Semakin besar ukuran kota, maka semakin agresif pengemudi di jalan raya sehingga semakin tinggi kapasitas jalan/simpang (Sukirman Silvia., 1994).

### **2.8.3 Hambatan samping**

Menurut MKJI (1997), banyak aktivitas samping jalan di Indonesia sering menimbulkan konflik, kadang-kadang besar pengaruhnya terhadap arus lalu lintas. Hambatan samping (*side friction*) merupakan dampak terhadap perilaku lalu lintas dari aktivitas pada suatu pendekatan. Hambatan samping yang terutama berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan perkotaan adalah sebagai berikut.

1. Pejalan kaki (bobot = 0,5).
2. Angkutan umum atau kendaraan lain yang berhenti (bobot = 1,0).
3. Kendaraan lambat, misalnya becak, kereta kuda, dan sepeda (bobot = 0,4).
4. Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan (bobot = 0,7).

Untuk menyederhanakan peranannya dalam prosedur perhitungan, tingkat hambatan samping telah dikelompokkan dalam lima belas dari yang sangat rendah sampai dengan yang sangat tinggi (MKJI, 1997).

### **2.9 Penelitian Sebelumnya**

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Arie Yuristianto Utomo pada simpang jalan Mayor Suryotomo (2007) dan Dandun Rahadi pada simpang jalan Ringroad Utara depan kampus UPN Yogyakarta (2008), dapat disimpulkan

bahwa dengan semakin tingginya tingkat tundaan serta panjang antrian akan menyebabkan biaya kemacetan yang tinggi juga.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Munawar, Ahmad, 2003 didapat bahwa nilai arus jenuh yang ada dilapangan ternyata lebih besar 1,3 kali, sehingga variable pengali pada arus jenuh dasar dikoreksi dari 600 menjadi 780.

