

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persimpangan Jalan

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

Persimpangan bersinyal berdasarkan pengaturan lalulintasnya ada dua jenis yaitu simpang tiga lengan dan simpang empat lengan. Pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalulintas dan pertimbangan lingkungan. (MKJI, 1997)

2.2 Sinyal dan Pengaturan Lalulintas

Pada umumnya sinyal lalulintas dipergunakan untuk alasan berikut :

- a. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalulintas.
- b. Memberi kesempatan kepada kendaraan dan pejalan kaki dari jalan minor untuk memotong jalan mayor/utama.
- c. Mengurangi tingkat kecelakaan lalulintas dan tundaan lalulintas.
- d. Memberikan mekanisme pengaturan lalulintas yang efektif dan murah dibandingkan pengaturan manual.

Pada pengoperasian sinyal lalu lintas dikenal tiga macam pengaturan, yaitu: (Highway Capacity Manual 1985 dalam Wahyu Widodo, 1996)

a. Pengaturan waktu tetap (“pre-timed operation”)

Pengaturan ini meliputi pengoperasian lampu pengatur lalu lintas yang memiliki siklus dan fase tetap. Keuntungan dari pengoperasian jenis ini adalah tidak perlu mengganti waktu siklus karena arus yang melewati simpang tersebut relatif sama setiap harinya. Kerugiannya adalah apabila terdapat kenaikan volume arus lalu lintas pada salah satu pendekat akan mengakibatkan besarnya tundaan pada pendekat tersebut, dan sebaliknya apabila volume arus mengecil pada salah satu pendekat maka arus pada pendekat lainnya harus menunggu lebih lama meskipun arus pada pendekat tersebut sudah habis selama fase hijau.

b. Pengaturan sinyal semi aktuasi (“semi actuated operation”)

Pengaturan ini umumnya dipilih bila simpang tersebut terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan pejalan kaki dan berpotongan dengan sebuah jalan utama. Jalan utama selalu berisyarat hijau sampai alat deteksi pada jalan minor menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada satu atau kedua sisi jalan utama tersebut. Detektor dipasang pada jalan minor sehingga bila ada arus yang akan melintasi simpang, arus pada jalan utama akan dihentikan untuk memberi kesempatan lewat. Kerugiannya adalah apabila kedatangan arus lalu lintas dari jalan minor cukup sering akan mengganggu kelancaran arus di jalan utama.

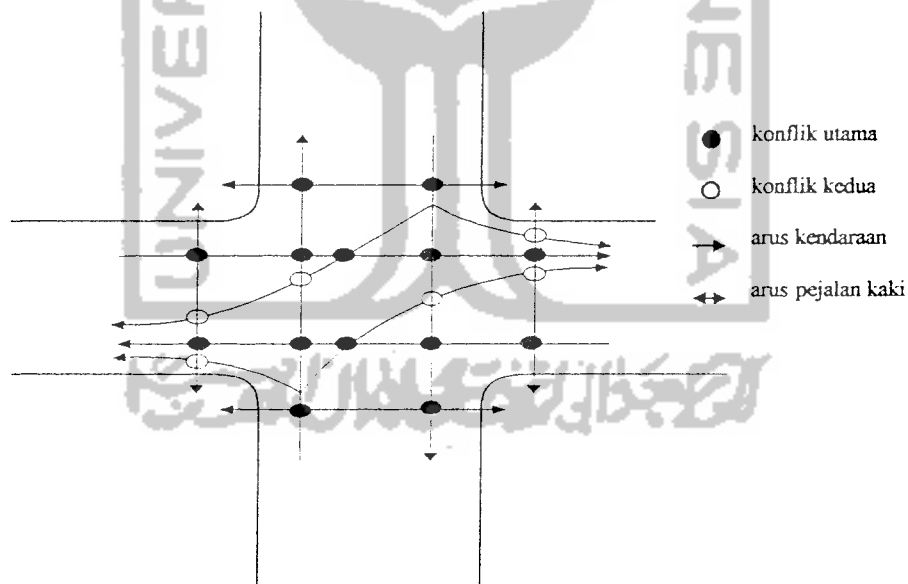
c. Pengaturan sinyal aktuasi penuh (“full actuated operation”)

Pengaturan ini bercirikan semua fase lampu lalu lintas dikontrol oleh detektor sehingga fase akan berubah secara otomatis tergantung dari besar kecilnya arus kendaraan yang menuju persimpangan. Pengaturan ini adalah yang paling efisien untuk simpang di antara jalan-jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalu lintas yang sama atau hampir sama.

Beberapa definisi tentang pengaturan sinyal antara lain:

- a. Fase sinyal, adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas.
- b. Waktu siklus, adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal di dalam suatu pendekatan yang sama dalam satuan detik.
- c. Waktu hijau, adalah waktu nyala hijau suatu pendekatan dalam satuan detik.
- d. Rasio hijau, adalah perbandingan antara waktu hijau dan waktu siklus suatu pendekatan dalam satuan detik.
- e. Waktu merah semua, adalah waktu dimana sinyal merah menyala bersamaan pada pendekatan-pendekatan yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berturutan dalam satuan detik.
- f. Waktu hilang, adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang juga dapat diperoleh dari selisih antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.
- g. Waktu kuning, adalah waktu dimana lampu kuning dinyalakan setelah hijau pada suatu pendekatan dalam satuan detik

Lampu lalu lintas adalah suatu peralatan yang dioperasikan secara manual, mekanis atau listrik untuk mengatur kendaraan-kendaraan agar berhenti atau berjalan. Biasanya alat ini terdiri dari tiga warna yaitu warna merah, kuning dan hijau. Penggunaan sinyal dengan tiga warna diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan lalu lintas yang menyebabkan konflik, baik konflik utama atau konflik kedua. Jika hanya konflik utama yang dipisahkan, pengaturan sinyal lalu lintas dengan dua fase dapat memberikan kapasitas tertinggi dalam beberapa kejadian. 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 lalu lintas. (MKJI, 1997)



Gambar 2.1 Konflik pada simpang bersinyal dengan empat lengan
(Sumber: MKJI, 1997)

2.3 Arus Jenuh

Suatu siklus disebut 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 berhenti pada saat lampu merah menyala efektif. (Malkhamah, 1994)

Arus lalulintas jenuh ("saturation flow") adalah tingkat arus maksimum yang dinyatakan sebagai ekivalen mobil penumpang yang dapat mengalir secara terus-menerus melewati garis henti suatu kaki persimpangan selama periode nyala hijau. (Salter, 1980)

Derajat kejenuhan ("degree of saturation") menunjukkan rasio arus lalu lintas pada pendekatan tersebut terhadap kapasitas. Pada nilai tertentu, derajat kejenuhan dapat menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalulintas puncak. (MKJI, 1997)

2.4 Perilaku Lalulintas

Perilaku lalulintas menyatakan ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi operasional fasilitas lalulintas seperti yang dinilai oleh pembina jalan.

Pengukuran kuantitas adalah 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 suatu simpang bersinyal meliputi waktu sinyal, kapasitas, rasio kendaraan terhenti, panjang antrian dan tundaan rata-rata. (MKJI, 1997)

Perilaku lalulintas mengenai kapasitas dan panjang antrian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kapasitas

Pengertian kapasitas dari suatu ruas jalan dalam sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan cukup untuk melalui ruas jalan tersebut dalam periode waktu tertentu dan di bawah kondisi jalan serta lalulintas yang umum (Oglesby dan Hicks, 1988).

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalulintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Kapasitas biasanya dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam. (MKJI, 1997)

Pengukuran kapasitas dibagi menjadi tiga sebagai berikut:

- a. Kapasitas dasar (“basic capacity”), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau jalur jalan selama satu jam pada kondisi jalan dan lalulintas yang paling mendekati ideal.
- b. Kapasitas mungkin (“possible capacity”), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau jalur jalan selama satu jam pada kondisi arus lalulintas yang sedang berlaku pada jalan tersebut.
- c. Kapasitas praktis (“practical capacity”), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau jalur jalan selama satu jam dengan kepadatan lalulintas yang cukup besar, yang dapat menyebabkan perlambatan berarti bagi kebebasan pengemudi kendaraan melakukan gerakan pada kondisi jalan dan lalulintas yang berlaku saat itu.

Adapun pengertian kondisi ideal secara umum adalah:

- a. Arus lalu lintas tidak terganggu oleh hambatan samping dan pedestrian.
- b. Arus lalu lintas hanya terdiri dari mobil penumpang.
- c. Jalan datar sedemikian rupa sehingga alinyemen horisontal dan vertikal memenuhi kecepatan 120 km/jam serta jarak pandangan menyiap yang cukup untuk jalan dengan 2 jalur dan 3 jalur.
- d. Lebar lajur jalan minimal 3,6 meter (12 ft).
- e. Lebar bahu jalan minimal 1,8 meter (6 ft).

2. Antrian dan Panjang Antrian

Antrian kendaraan seringkali dijumpai pada suatu persimpangan jalan saat kondisi tertentu, misalnya pada jam-jam sibuk, hari libur atau hari raya, pada akhir pekan dan kondisi khusus lainnya. (Salter, 1980)

Panjang antrian ("queue length") merupakan jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekatan. Panjang antrian dapat dinyatakan dalam dua satuan yaitu dalam satuan meter (m) dan satuan mobil penumpang (smp). (MKJI, 1997)

Perkiraan panjang antrian biasanya ditentukan pada permulaan periode hijau karena akan menghasilkan nilai terbesar dari sejumlah percobaan. Pengamatan panjang antrian dapat dibagi dalam beberapa waktu pengamatan yang pendek misalnya per jam, untuk memperoleh perkiraan yang lebih baik. (Salter, 1980)

2.5 Volume Lalu lintas

Volume adalah sebuah variabel yang penting dalam teknik lalu lintas dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu. (Hobbs, 1995)

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu baik dalam hari, jam atau menit. Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. (Silvia Sukirman, 1994)

Pada perhitungan volume lalu lintas secara manual, pengamat mencatat pada lembar formulir survei untuk setiap periode perhitungan. Lembaran-lembaran ini lalu dijumlahkan untuk memperoleh jumlah tiap macam kendaraan yang melewati pengamat selama periode itu. (Hobbs, 1995)

2.6 Kecepatan

Kecepatan merupakan indikator dari kualitas gerakan lalu lintas yang digambarkan sebagai suatu jarak yang dapat ditempuh dalam waktu tertentu dan biasanya dinyatakan dalam km/jam. (Hobbs, 1995).

Ada tiga macam kecepatan, yaitu:

- a. 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 menyelesaikan perjalanan antar dua tempat tersebut.
- b. Kecepatan setempat ("spot speed"), adalah kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang ditentukan.
- c. Kecepatan bergerak ("running speed"), adalah kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur saat kendaraan bergerak yang didapat dengan

membagi panjang jalur dengan waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

2.7 Karakteristik Geometrik

Beberapa karakteristik geometrik meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Klasifikasi Perencanaan Jalan

Klasifikasi perencanaan jalan berdasarkan tipe dan kelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi perencanaan jalan

Klasifikasi perencanaan		Standar perencanaan harian lalulintas (smp)
Tipe I	Kelas 1	20.000
	Kelas 2	20.000
Tipe II	Kelas 1	18.000
	Kelas 2	15.000
	Kelas 3	13.000

(Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Perkotaan, DPU Dirjen Bina Marga)

Sesuai dengan standar perencanaan geometrik untuk jalan perkotaan, maka jalan dibagi dalam kelas-kelas berdasarkan fungsi, volume dan sifat-sifat lalulintasnya. Pembagian ini digunakan untuk menentukan kelas jalan atas kemampuannya menampung arus lalulintas. (Silvia Sukirman, 1994)

Sesuai dengan fungsinya jalan dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu:

- a. Jalan arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

- b. Jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- c. Jalan kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

2. Tipe Jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan perilaku berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu. Tipe jalan ditunjukkan dengan tipe potongan melintang jalan berdasarkan jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan. (MKJI, 1997)

Tipe jalan dapat dibedakan menjadi:

- a. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).
- b. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD) dan/atau terbagi (4/2 D).
- c. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).
- d. Jalan satu arah dan jalur bebas hambatan.

3. Jalur dan Lajur Lalu lintas

Jalur lalu lintas ("travelled way") adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur ("lane") kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilalui oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah.

Lebar lajur lalu lintas merupakan bagian jalan yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar lajur lalu lintas hanya dapat

ditentukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Kecepatan arus dan kapasitas akan meningkat dengan bertambahnya lebar lajur lalu lintas, sedangkan banyaknya lajur lalu lintas yang dibutuhkan sangat tergantung dari volume lalu lintas yang akan menggunakan jalan tersebut dan tingkat pelayanan jalan yang diharapkan. (Silvia Sukirman, 1994)

4. Bahu Jalan

Bahu jalan (“shoulder”) adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai:

- a. Ruang tempat berhenti sementara kendaraan.
- b. Ruang untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat untuk mencegah kecelakaan.
- c. Ruang pembantu pada saat mengadakan perbaikan atau pemeliharaan jalan.
- d. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.

5. Trotoar dan Kereb

Trotoar (“side walk”) adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khusus dipergunakan untuk pejalan kaki/pedestrian. Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar ini harus dibuat terpisah oleh struktur fisik berupa kereb. Perlu atau tidaknya suatu trotoar disediakan sangat tergantung dari volume pedestrian dan pemakai jalan.

Kereb (“kerb”) adalah penonjolan atau peninggian tepi perkerasan dan bahu jalan yang terutama dimaksudkan untuk keperluan drainasi dan mencegah

keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan serta memberikan ketegasan tepi perkerasan. (Silvia Sukirman, 1994)

6. Median Jalan

Secara garis besar median berfungsi sebagai berikut: (Silvia Sukirman, 1994)

- a. Menyediakan daerah netral yang cukup lebar bagi pengemudi dalam mengontrol kendaraan pada saat-saat darurat.
- b. Menyediakan jarak yang cukup untuk 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 lalulintas.

7. Alinyemen Jalan

Alinyemen jalan merupakan elemen dari perencanaan geometrik jalan untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalulintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan dengan biaya pelaksanaan.

Elemen dari perencanaan geometrik jalan meliputi:

- a. Alinyemen horisontal atau trase jalan

Alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal yang terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat berupa busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja.

Perencanaan geometrik jalan memfokuskan pada pemilihan letak dan panjang dari bagian-bagian ini sesuai dengan kondisi medan.

b. Alinyemen vertikal atau penampang memanjang jalan

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 lajur 2 arah atau melalui tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median. 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. (Silvia Sukirman, 1994)

2.8 Tinjauan Lingkungan

Beberapa faktor lingkungan yang cukup berpengaruh adalah ukuran kota, tata guna lahan, hambatan samping dan kondisi lingkungan sekitar jalan.

1. Ukuran Kota

Ukuran kota ("city size") adalah jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern, sehingga menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu jika dibandingkan dengan kota yang lebih besar.

2. Hambatan Samping

Hambatan samping ("side friction") adalah dampak terhadap perilaku lalu lintas dari aktivitas pada suatu pendekatan, akibat gerakan pejalan kaki, kendaraan parkir dan berhenti, kendaraan lambat (becak, kereta kuda dan

3. Kondisi Lingkungan Jalan

Lingkungan jalan dapat dibedakan menjadi tiga bagian utama yang penentuan kriterianya berdasarkan pengamatan visual, yaitu :

- a. Komersial (“commercial”), yaitu tata guna lahan komersial seperti toko, restoran dan kantor dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- b. Pemukiman (“residential”), yaitu tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- c. Akses terbatas (“restricted area”), yaitu jalan masuk langsung terbatas atau tidak sama sekali.

2.9 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Wahyu Widodo (1996) dalam penelitiannya tentang simpang bersinyal pada simpang empat Jetis Yogyakarta, membandingkan panjang antrian metoda MKJI 1996 dan program OSCADY dengan kondisi di lapangan. Hasil akhir penelitian ini adalah perubahan nilai emp untuk kendaraan tak bermotor dari 0,5 menjadi 0,2 dengan tujuan untuk meratakan fluktuasi volume lalu lintas pada jam sibuk.

Nilai arus jenuh dasar untuk metoda MKJI 1996 mengalami perubahan pada faktor konstanta yang semula 600 menjadi 775 sehingga $S_0 = 775 \times W_e$. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan nilai kapasitas. Hasil analisis data panjang antrian kedua metoda hitungan diuji secara statistik dengan metoda “chi square” .

Sebagai perbandingan, nilai arus jenuh dasar di Inggris adalah sebesar $S_0 = 525 \times W_e$ (Salter, 1980)