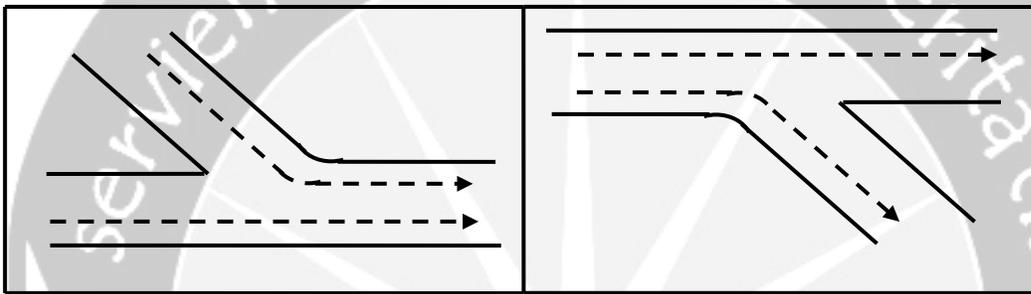


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Persimpangan Jalan

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



Gambar 2.1 Arus kendaraan bertemu dan berpisah
(Sumber: Munawar A., 2004, Manajemen lalu lintas perkotaan)

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

Menurut Khisty, C. Jotin dan Lall B Kent (2005), persimpangan jalan didefinisikan sebagai daerah umum dimana ada dua jalan atau lebih bergabung termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya.

Menurut MKJI (1997), suatu pendekat dapat diartikan sebagai daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk mengantri sebelum keluar melewati garis henti.

Ukuran-ukuran yang digunakan untuk memperhitungkan kinerja simpang bersinyal berhubungan dengan geometri, lingkungan, dan lalu lintas terdiri dari:

1. Analisis arus lalu lintas
2. Analisis kapasitas simpang
3. Analisis derajat kejenuhan
4. Analisis Tundaan
5. Analisis peluang antrian

2.2. Sinyal dan Pengaturan Lalu lintas

Lalu lintas didalam Undang-undang No 22 tahun 2009 didefinisikan sebagai gerak Kendaraan dan orang di Ruang Lalu Lintas Jalan, sedang yang dimaksud dengan Ruang Lalu Lintas Jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah Kendaraan, orang, dan gatau barang yang berupa Jalan dan fasilitas pendukung.

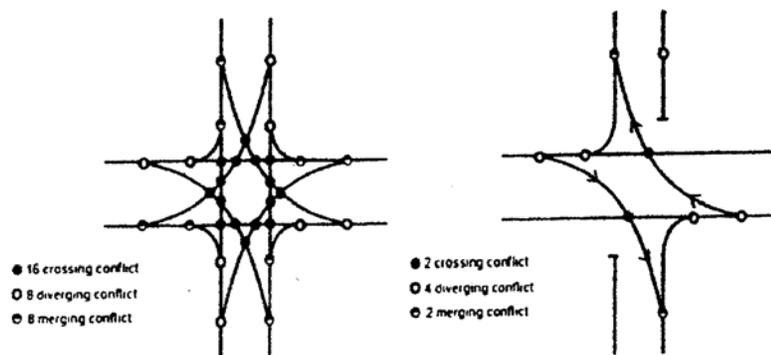
Pemerintah mempunyai tujuan untuk mewujudkan lalu lintas dan angkutan jalan yang selamat, aman, cepat, lancar, tertib dan teratur, nyaman dan efisien melalui manajemen lalu lintas dan rekayasa lalu lintas.

Di dalam Tugas Akhir Dofianto R. (2006), pentingnya lalu lintas pada persimpangan jalan sangat diperlukan karena ada beberapa alasan, pada umumnya berhubungan dengan keselamatan dan efektifitas pergerakan dari arus kendaraan dan pejalan kaki yang saling bertemu pada saat melintasi persimpangan.

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

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, 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 lalu lintas maka kecelakaan yang timbul diharapkan akan berkurang, karena konflik yang timbul antar lalu lintas dapat dikurangi. Gambar dibawah ini menunjukkan perbandingan jumlah konflik yang terjadi pada simpang dengan rambu lalu lintas dan dengan lampu lalu lintas.

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



Gambar 2.2. Konflik Lalu lintas pada Simpang Empat Lengan
(Sumber : Munawar A., 2004, Manajemen Lalu lintas Perkotaan).

Sinyal lalu lintas 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 (lihat Gambar 2.3). Lampu lalu lintas adalah adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya.



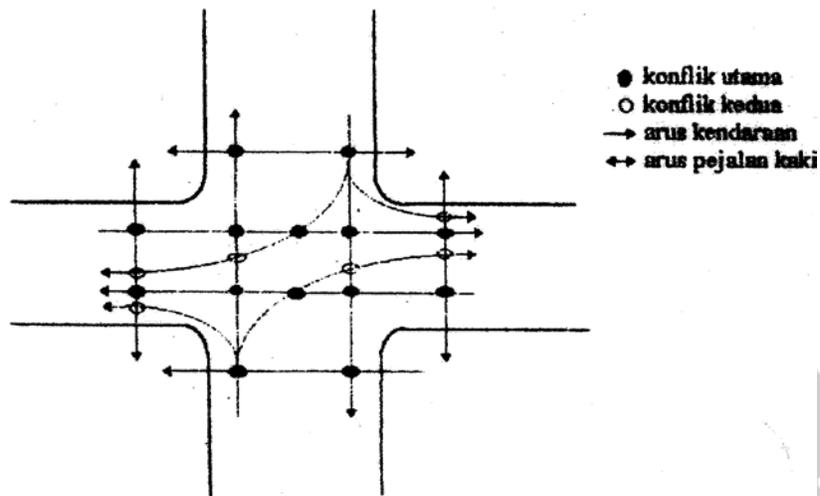
Gambar 2.3 Sinyal lalu lintas

(Sumber: <http://id.wikipedia.org>)

Lampu lalu lintas menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah sehingga tidak saling mengganggu antar-arus yang ada.

Penemu lampu lalu lintas adalah Garrett Augustus Morgan. Awal penemuan ini diawali ketika suatu hari ia melihat tabrakan antara mobil dan kereta kuda. Kemudian ia berpikir bagaimana cara menemukan suatu pengatur lalu lintas yang lebih aman dan efektif. Sebenarnya ketika itu telah ada sistem pengaturan lalu lintas dengan sinyal stop dan go. Sinyal lampu ini pernah digunakan di London pada tahun 1863. Morgan juga merasa sinyal *stop* dan *go* memiliki kelemahan, yaitu tidak adanya interval waktu bagi pengguna jalan sehingga masih banyak terjadi kecelakaan. Penemuan Morgan ini memiliki kontribusi yang cukup besar bagi pengaturan lalu lintas, ia menciptakan lampu lalu lintas terdiri dari tiga lampu, yaitu sinyal stop (ditandai dengan lampu merah), go (lampu hijau), posisi stop (lampu kuning). Lampu kuning inilah yang memberikan interval waktu untuk mulai berjalan atau mulai berhenti. Lampu kuning juga memberi kesempatan untuk berhenti dan berjalan secara perlahan ([http:// id wikipedia.org](http://id.wikipedia.org)).

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan atau pada konflik-konflik utama. Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas 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 lalu lintas. 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 ekivalen 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).

2.4. Perilaku Lalu lintas

Perilaku lalu lintas adalah ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi operasional fasilitas dari lalu lintas. Pengukuran kuantitas sendiri diartikan sebagai kemampuan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan dalam melayani lalu lintas ditinjau dari volume kendaraan yang dapat ditampung oleh jalan tersebut pada kondisi tertentu. Perilaku lalu lintas pada simpang bersinyal meliputi kapasitas, rasio kendaraan henti, panjang antrian, tundaan rata-rata, derajat kejenuhan, waktu siklus dan arus lalu lintas (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 di bawah kondisi jalan dan lalu lintas 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 lalu lintas yang umum mencerminkan perubahan karakter arus lalu lintas (Oglesby C. H dan Gary Hicks. R., 1990).

Evaluasi mengenai kapasitas bukan saja bersifat mendasar pada permasalahan pengoperasian dan perancangan lalu lintas 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. Dan pendekat adalah daerah suatu lenan 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 rata-rata

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

Tundaan karena pertemuan jalan (*junction*) adalah area interaksi lalu lintas yang kompleks, maka sifatnya (jumlah jalur, jenis permukaan, tata letak geometrik, pemberhentian bis dan penyeberangan pejalan kaki) dan bentuk pengendalian lalu lintas (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 lalu lintas simpang didasarkan pada asumsi-asumsi sebagai berikut.

1. Kecepatan kendaraan dalam kota 40 km/jam.
2. Kecepatan kendaraan tak terhenti 10 km/jam.
3. Tingkat percepatan dan perlambatan 1,5 m/det².
4. Kendaraan terhenti mengurangi kecepatan untuk menghindari tundaan perlambatan, sehingga hanya menimbulkan tundaan percepatan.

2.4.5. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan lalu lintas (*degree of saturation*) menunjukkan rasio dari suatu arus lalu lintas 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, pendekat persatuan waktu. Sebagai contoh kebutuhan lalu lintas kendaraan/jam; smp/jam (MKJI., 1997)

2.4.8. Peluang antrian

Peluang antrian adalah kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu simpang, dinyatakan pada suatu range nilai yang didapat dari hubungan derajat kejenuhan dan peluang antrian (MKJI., 1997).

Panjang antrian merupakan jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekat. Panjang antrian diperoleh dari perkalian jumlah rata-rata antrian (smp) pada awal sinyal

hijau dengan luas rerata yang digunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk simpang (MKJI 1997).

2.5. Volume Lalu lintas

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 lalu lintas merupakan variabel yang penting dalam teknik lalu lintas dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu. Pada perhitungan volume lalu lintas 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 Rata-Rata.
2. Volume Jam Perencanaan.
3. Kapasitas.

Arus atau volume lalu lintas pada suatu jalan raya diukur berdasarkan jumlah kendaraan yang melewati titik tertentu selama selang waktu tertentu. Dalam beberapa hal, lalu lintas dinyatakan dengan "Lalu-lintas Harian Rata-rata per Tahun" yang disebut AADT (*average annual daily traffic*) atau Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) bila periode pengamatannya kurang dari satu tahun. Disamping itu, volume lalu-lintas juga dapat diukur dan dinyatakan atas dasar jam-jaman, seperti "volume lalu-lintas yang diamati tiap jam" atau "perkiraan volume jam ke 30" (Oglesby C. H dan Gary Hicks. R., 1990).

2.6. Kecepatan

Menurut Hobbs F. D. (1995), 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, 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 (*spot speed*), adalah kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari tempat yang ditentukan.

3. Kecepatan bergerak (*running speed*), adalah kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak yang didapat dengan membagi jalur dengan waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

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. 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. 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).

