

SISTEM PENGENDALIAN LALU LINTAS PADA PERTEMUAN JALAN SEBIDANG

Ir. JONI HARIYANTO

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sumatera Utara**

BAB I PENDAHULUAN

I .1. Umum

Masalah-masalah yang ada dipersimpangan jalan seperti terjadinya kemacetan dapat diatasi dengan cara meningkatkan kapasitas persimpangan, mengurangi volume arus lalu lintasnya atau melakukan pengendalian/pengaturan arus lalu lintas yang ada.

Untuk meningkatkan kapasitas simpang umumnya dilakukan perubahan rancangan simpang seperti pelebaran jalan, betook geometric, teapot dengan cara ini akan membutuhkan biaya yang besar serta terbentur pada masalah pembebasan tanah. Pengurangan arus lalu lintas yang memasuki persimpangan ini dapat dilakukan dengan mengalihkan arus lalu lintas kerute-rute lain teapot cara ini akan meningkatkan jarak perjalanan. Alternatif lain didalam memecahkan masalah kemacetan dipersimpangan adalah dengan melakukan pengaturan/pengendalian arus lalu lintas yang melewati persimpangan tersebut. Cara ini dipandang lebih mudah dan ekonomis teapot juga tergantung dari besarnya volume lalu lintas yang ada.

I .2. Latar Belakang

Melihat kenyataan bahwa masih banyak kemacetan-kemacetan lalu lintas yang terjadi dipersimpangan khususnya didaerah perkotaan, dimana kemacetan ini disebabkan karena belum adanya pengaturan/pengendalian pada persimpangan tersebut. Sistim pengendalian/pengaturan memang belum dilakukan pada sebagian persimpangan yang ada karena pada waktu lalu pengaturan tersebut memang belum perlu dilakukan tetapi berhubung jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat pesat pada akhir -akhir ini dan ini dapat dilihat dari angka pertumbuhan lalu lintas yang semakin tinggi dari tahun ketahun maka pada persimpangan-persimpangan yang tadinya belum memerlukan penanganan, pada saat ini harus sudah dilakukan mengingat kemacetan-kemacetan telah terjadi pada persimpangan tersebut.

Salah satu penanganan yang diperlukan untuk mengatasi kemacetan tersebut adalah dengan dilakukannya pengaturan/pengendalian pada persimpangan tersebut. Cara pengaturan/pengendalian persimpangan adalah suatu upaya yang dipandang paling mudah dan paling ekonomis untuk mengatasi permasalahan tersebut.

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengupas masalah sistim pengendalian/pengaturan arus lalu lintas dipersimpangan khususnya pada persimpangan sebidang dimana cara tersebut adalah salah satu alternatif untuk mengatasi kemacetan-kemacetan yang terjadi pada persimpangan yang ada.

I .4. Permasalahan dan Pembatasan Masalah

sistim Pengaturan/pengendalian lalu lintas pada persimpangan mempunyai cakupan luas antara lain masalah perhitungan besarnya kapasitas persimpangan yang ada, volume lalu lintas, pola pergerakan, jenis kendaraan yang lewat, faktor manusia, perhitungan-perhitungan waktu siklus pada simpang dengan lampu lalu lintas dan hal-hal lainnya yang berkaitan dengan hal tersebut, sehingga untuk membahas hal tersebut lingkup permasalahannya terlalu luas untuk itu penulis membatasinya yaitu hanya mengupas secara garis besarnya saja mengenai cara-cara pengendalian lalu lintas dipersimpangan seperti pengendalian tanpa lampu lalu lintas ataupun dengan lampu lalu lintas.

I .5 .Metodologi

Metode yang dipergunakan didalam penulisan ini adalah metode studi literatur, yaitu mencari bahan-bahan masukan dari buku-buku yang berkaitan dengan masalah pengendalian/pengaturan lalu lintas dipersimpangan khususnya persimpangan jalan sebidang.

BAB II PERTEMUAN I PERSIMPANGAN JALAN (INTERSECTION)

2.1. Uraian Umum

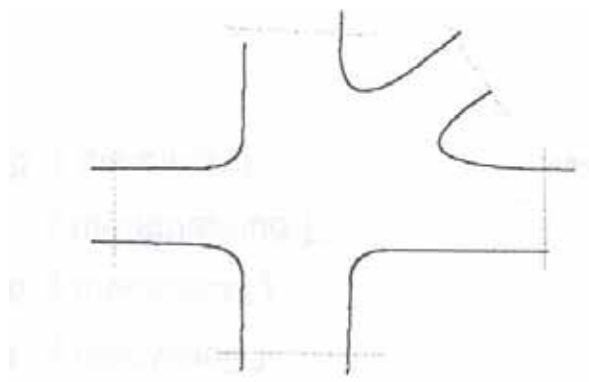
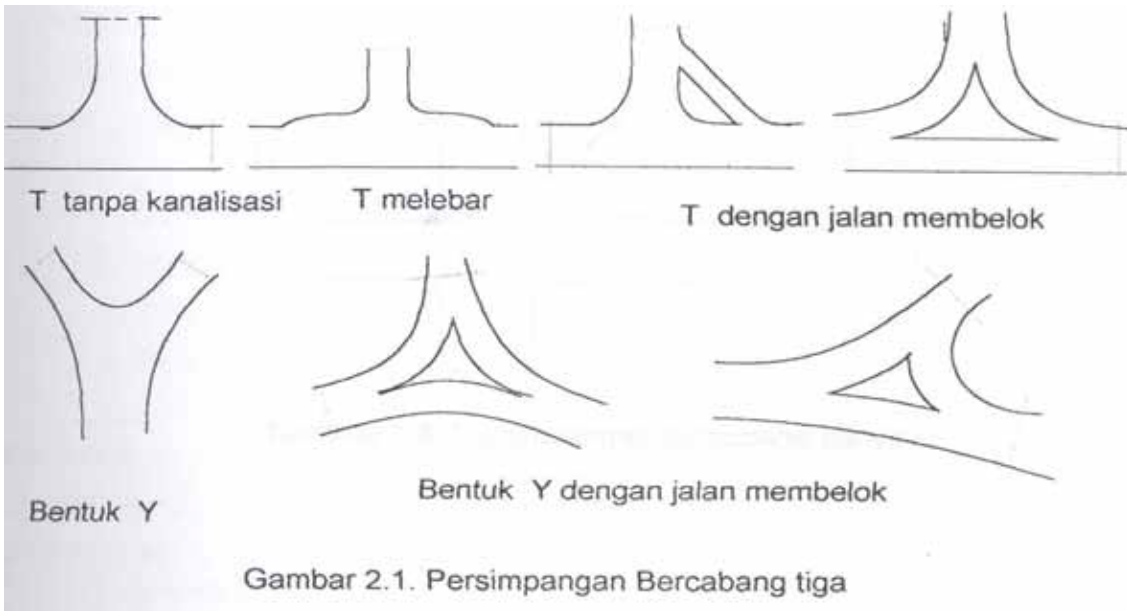
Persimpangan jalan adalah suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan (link) saling bertemu I berpotongan yang mencakup fasilitas jalur jalan (roadway) dan tepi jalan (road side), dimana lalu lintas dapat bergerak didalamnya. Persimpangan ini adalah merupakan bagian yang terpenting dari jalan raya sebab sebagian besar dari efisiensi, Kapasitas lalu lintas , kecepatan, biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut. Setiap persimpangan mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari kaki persimpangan dan mencakup juga pergerakan perputaran. Pergerakan lalu lintas ini dikendalikan berbagai cara, bergantung pada jenis persimpangannya.

2 .2. Macam-macam bentuk pertemuan sebidang

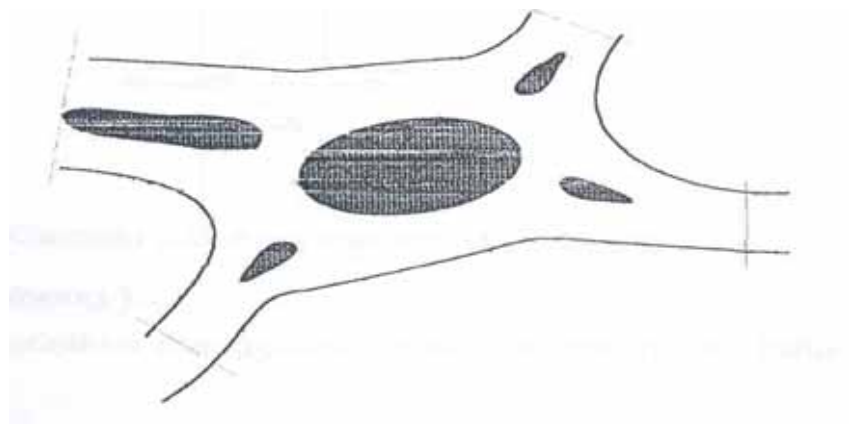
Dilihat dari bentuknya ada beberapa macam jenis persimpangan sebidang yaitu antara lain:

- Pertemuan/persimpangan sebidang bercabang 3
- Pertemuan/persimpangan sebidang bercabang 4
- Pertemuan/persimpangan sebidang bercabang banyak
- Bundaran (Rotary Intersection)

Bentuk dari bermacam-macam persimpangan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.3. Persimpangan Bercabang banyak



Gambar 2.4. Bundaran (Rotary Intersection)

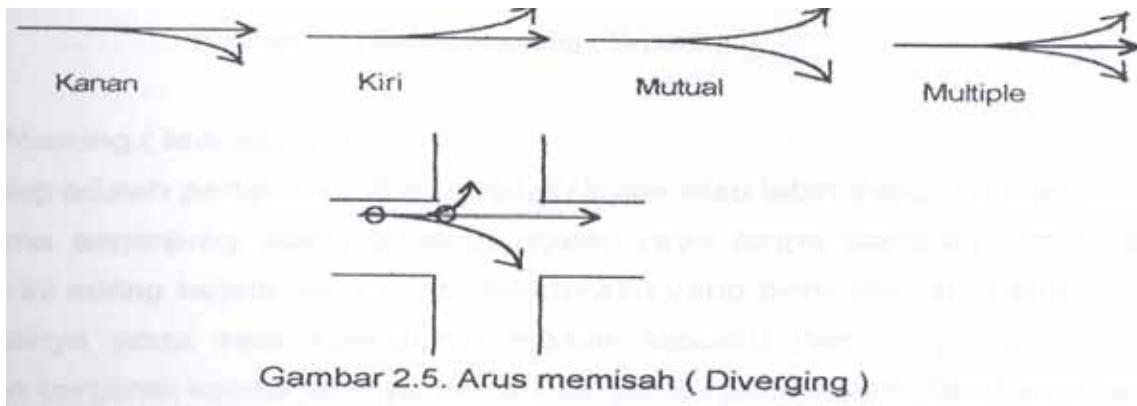
2.2. Alih Gerak (Manuver) Lalu lintas pada Persimpangan Jalan

Dari sifat dan tujuan gerakan didaerah persimpangan, dikenal beberapa bentuk alih gerak yaitu:

- a. Diverging (memisah)
- b. Merging (menggabung)
- c. Crossing (memotong)
- d. Weaving (menyilang)

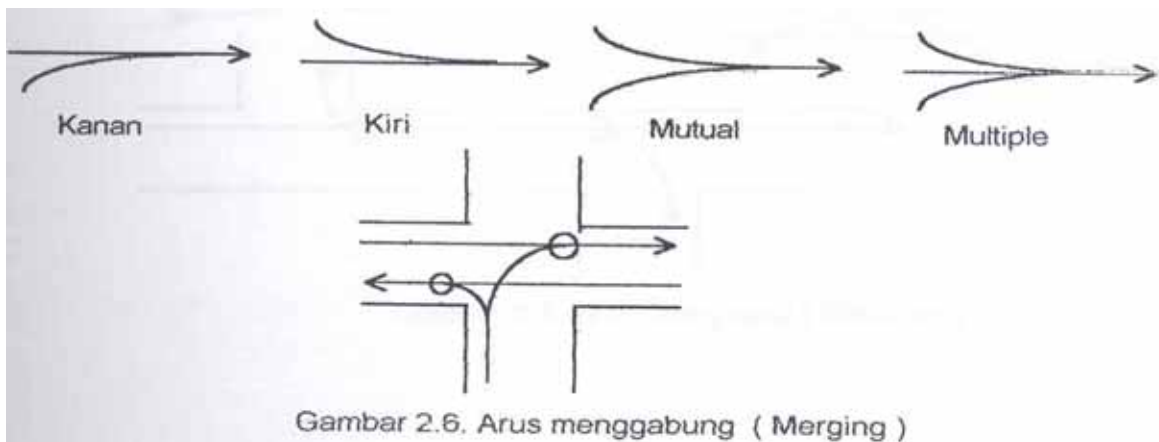
2.2.a. Diverging (memisah)

Diverging adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama kejalur yang lain



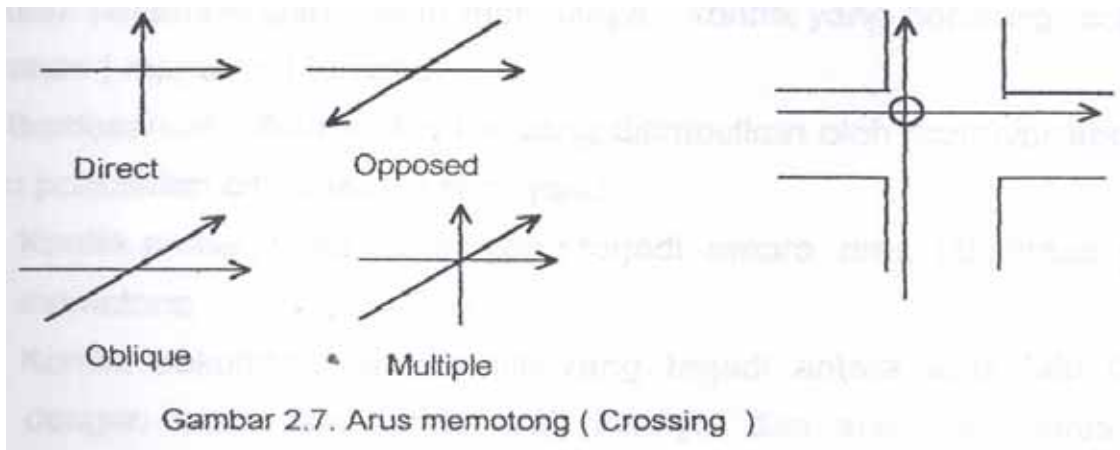
2.2.b. Merging (Menggabungkan)

Merging adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari satu jalur kejalur yang lain



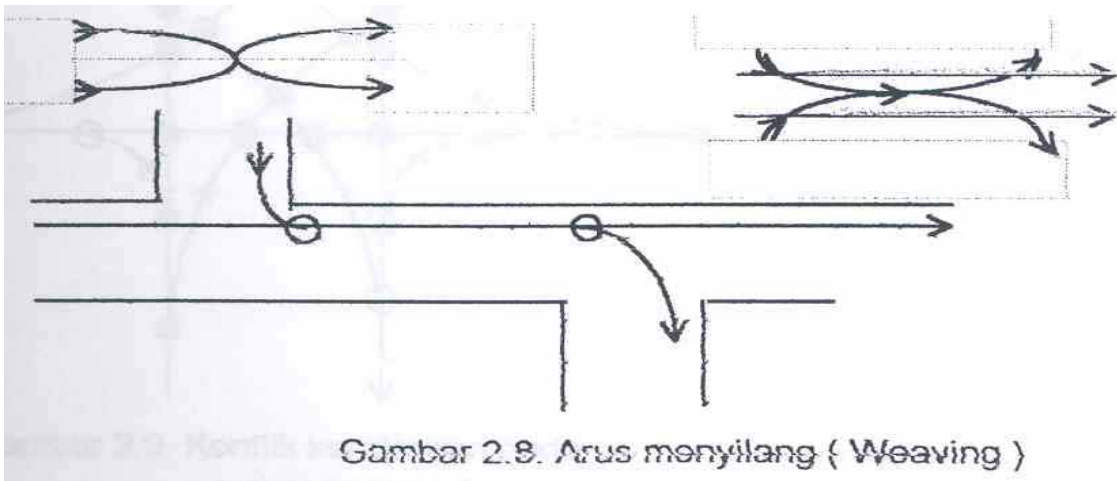
2.2.c. Crossing (memotong)

Crossing adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur kejalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.



2.2.d. Weaving (Menyilang)

Weaving adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain misalnya pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lainnya untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut keadaan ini juga akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.



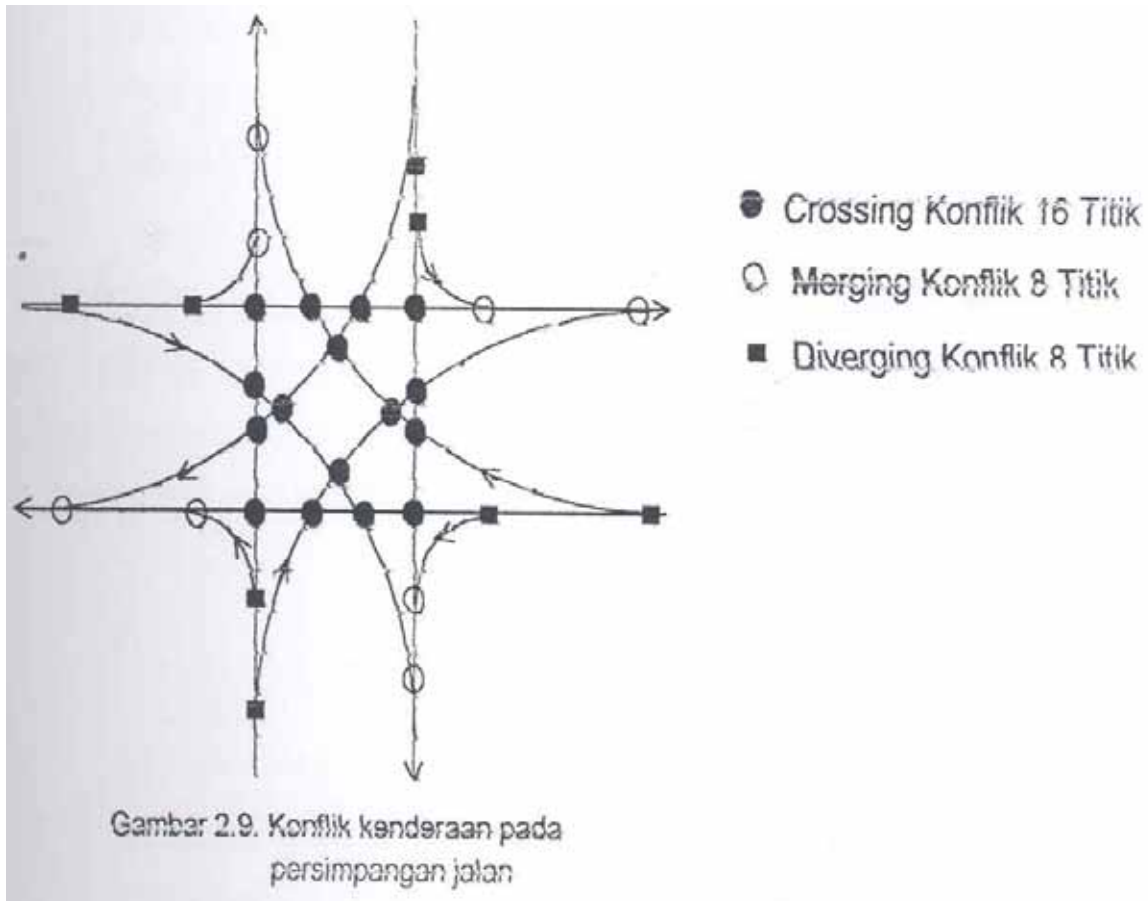
2.3. Titik Konflik pada Persimpangan Jalan

Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan, ditujukan agar kendaraan bermotor, pejalan kaki (pedestrian), dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam arah yang berbeda dan pada waktu yang bersamaan. Dengan demikian pada persimpangan akan terjadi suatu keadaan yang menjadi karakteristik yang unik dari persimpangan yaitu munculnya konflik yang berulang sebagai akibat dari pergerakan (manuver) tersebut.

Berdasarkan sifatnya konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan pedestrian dibedakan 2 type yaitu :

1. Konflik primer , yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong
2. Konflik Sekunder, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan arus lalu lintas arah lainnya dan atau lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki

Adapun titik konflik yang terjadi disuatu persimpangan dapat dilihat pada gambar berikut :



Pada dasarnya jumlah titik konflik yang terjadi dipersimpangan tergantung beberapa faktor antara lain :

1. Jumlah kaki persimpangan yang ada
2. Jumlah lajur pada setiap kaki persimpangan
3. Jumlah arah pergerakan yang ada
3. Sistem pengaturan yang ada

BAB III

FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERENCANAAN PERSIMPANGAN JALAN

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan didalam perencanaan suatu persimpangan, faktor tersebut antara lain :

1. Faktor lalu lintas
2. Faktor Geometrik
3. Faktor manusia

3.1 Faktor Lalu Lintas

3.1.a. Volume

Volume adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik dalam satuan waktu (hari, jam, menit). Pada suatu jalan, volume yang terjadi dapat berubah – ubah menurut suatu pola yang dikatakan tetap. Beberapa hal yang berhubungan erat dengan variasi volume tersebut antara lain :

- Waktu, seperti musim dalam satu tahun, hari dalam satu minggu, dst
- Komposisi lalu lintas, pembagian jurusan, dan susunan jalur jalan.
- Jenis tata guna lahan
- Kalsifikasi jalan

Volume biasanya diukur dengan cara mekanik dan manual. Perhitungan dapat dilakukan terhadap kendaraan- kendaraan pada satu atau beberapa jalur gerak yang sejajar, misalnya semua kendaraan yang memasuki perpotongan jalan dari suatu jalan tertentu ataupun semua kendaraan yang memasuki perpotongan dari arah mana aja.

$$Q = \frac{n}{T}$$

Dimana : q = Volume lalu lintas, Kendaraan/ satuan waktu

n = Jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan

T = Interval waktu pengamatan

3. 1.b. Kecepatan

Ada beberapa definisi yang dipakai untuk menjelaskan kecepatan dalam hubungannya dengan gerakan kendaraan pada jalur gerak yaitu :

- Kecepatan rata-rata ruang (Space Mean Speed)

Kecepatan rata-rata ruang (Space Mean Speed) adalah kecepatan rata-rata kendaraan yang didapat dengan membagi jumlah jarak yang ditempuh dengan jumlah waktu yang dibutuhkan

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$$

Dimana : V = Kecepatan rata- rata
 S_i = Jarak yang ditempuh kendaraan pada suatu ruang jalan
 M_i = Waktu tempuh yang dipergunakan kendaraan I
 I = 1, 2, 3, dstn

- Kecepatan rata- rata waktu (time mean speed)
Kecepatan rata- rata waktu (time mean speed) adalah kecepatan rata- rata kendaraan yang melalui satu titik tertentu pada ruang jalan untuk suatu interval waktu tertentu.

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

Dimana : V = Kecepatan rata-rata waktu
 V_i = Kecepatan kendaraan i pada satu titik potongan jalan
 n = Jumlah kendaraan yang ditinjau

- Kecepatan Gerak (Running speed)
Kecepatan Gerak (Running speed) adalah kecepatan yang diukur dengan mengabaikan hambatan-hambatan waktu henti, seperti hambatan persimpangan dan penyeberangan pejalan kaki. Jadi kecepatan gerak merupakan perbandingan jarak tempuh pejalan dengan waktu tempuh dikurangi waktu berhenti.

3.1.c. Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Untuk menghilangkan klasifikasi kendaraan pada perhitungan arus lalu lintas dapat dilakukan dengan menyatakan arus lalu lintas kedalam satuan mobil penumpang dalam satu satuan waktu. Jenis dan pengaruh suatu kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan dan persimpangan berbeda satu sarna lainnya menurut katagorinya.

Nilai ekivalen setiap kendaraan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis kendaraan, lokasi jalan, keadaan topografi, serta kelandaian jalan. Ekivalen satuan mobil penumpang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Jenis kendaraan	Grade				
	-4%	-2%	0%	+2%	+4%
Sepeda Motor	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
Mobil Penumpang	0.8	0.9	1	1.2	1.4
SU/RV *	1	1.2	1.5	2	3
Kendaraan Kombinasi	1.2	1.5	2	3	6
Seluruh Kendaraan **	0.9	1	1.1	1.4	1.7

Keterangan :

- Truk tunggal dan kendaraan rekreasi
- Jika komposisi kendaraan tidak diketahui, harga ini bisa sebagai suatu aproksimasi

3.2 Faktor Geometrik

Elemen-elemen geometrik suatu persimpangan secara umum memberikan pengaruh terhadap operasional lalu lintas. Elemen-elemen tersebut diantaranya adalah alinyemen dan profil, lebar dan jumlah lajur serta elemen-elemen lainnya yang berpengaruh terhadap perencanaan suatu persimpangan.

3.3 Faktor Manusia

Faktor manusia dalam lalu lintas umumnya bervariasi dan sulit ditentukan karena interaksinya dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan, keterampilan dan pengaruh sosial.

Adapun faktor-faktor manusia ini mencakup antara lain:

3.3.a. Pengemudi

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat-sifat manusia sebagai pengemudi diantaranya adalah :

- Tujuan perjalanan
Berdasarkan tujuan perjalanan sifat-sifat manusia sebagai pengemudi akan berbeda sehubungan dengan interaksinya dalam karakteristik lalu lintas.
- Kondisi cuaca
Pengemudi akan lebih berhati-hati dalam mengemudikan kendaraannya pada kondisi cuaca buruk dan cenderung untuk menurunkan kecepatannya.
- Umur dan jenis kelamin
Pada umumnya pengemudi yang berumur tua atau wanita akan lebih berhati-hati dalam mengemudikan kendaraannya dibandingkan dengan pengemudi yang berusia muda atau laki-laki.

- Kondisi kendaraan
Sifat-sifat pengemudi dipengaruhi oleh jenis I model serta kekuatan mesin kendaraan
- Keadaan lingkungan
Sifat pengemudi pada jalan yang dikenalnya tidak akan sama dengan apabila berada pada jalan yang belum dikenalnya, dalam hal ini pengemudi cenderung untuk mengikuti kelakuan pengemudi lain dan akan lebih berhati-hati.

3.3.b. Pejalan kaki

Pejalan kaki cenderung tidak mengenal batasan umur ataupun persyaratan lainnya sehingga perilakunya akan sulit diramalkan. Sebagian darinya mungkin belum pernah menjadi pengemudi ataupun tidak mengenal peraturan lalu lintas akibatnya berjalan dan menyeberang tidak pada tempatnya merupakan hal yang sering dijumpai pada persimpangan.

BAB IV PERENCANAAN PENGENDALIAN/PENGATURAN ARUS LALU LINTAS DIPERSIMPANGAN

Operasi pada setiap persimpangan selalu menjadi faktor penting didalam menentukan kinerja (performance) dan kapasitas keseluruhan jaringan jalan. Untuk itu masalah pengendalian arus lalu lintas dipersimpangan menjadi amat vital. Suatu solusi yang baik akan dapat memperbaiki kinerja jaringan jalan secara keseluruhan.

Setiap persimpangan memiliki karakteristik yang unik, misalnya dalam bentuk fisik, tingkat arus kendaraan, gerakan belok kendaraan, serta gerakan pejalan kaki, hal ini akan menimbulkan semakin kompleksnya masalah pengendalian persimpangan. Oleh karenanya pada daerah persimpangan perlu diupayakan suatu pengaturan dan

pengendalian yang baik dimana tujuannya adalah sbb:

1. Meminimalkan jumlah titik-titik konflik yang mungkin ada sehingga mengurangi atau menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan.
2. Optimasi operasional persimpangan sehingga kapasitas persimpangan dapat tetap terjaga sesuai dengan yang direncanakan.
3. Kemudahan memahami bagi pelaku lalu lintas yang menggunakan persimpangan terhadap pengaturan arus dipersimpangan. Untuk itu petunjuk atas rambu harus jelas, pasti dan sederhana .

4.1. Jenis-Jenis Pengendalian

Menurut jenis pengendaliannya, persimpangan sebidang dibedakan atas :

- a. Persimpangan tanpa sinyal (lampu lalu lintas)
- b. Persimpangan dengan sinyal (lampu lalu lintas)

a. Persimpangan tanpa sinyal (lampu lalu lintas)

Walaupun penggunaan lampu lalu lintas adalah merupakan alat pengontrol pengendalian lalu lintas yang terbaik dipersimpangan, tetapi adakalanya dengan

faktor pertimbangan lain hal ini tidak digunakan, Seperti halnya penggunaan lampu lalu lintas, prinsip perencanaan sarna yaitu menghilangkan atau mengurangi sebanyak mungkin titik titik konflik pada persimpangan tersebut.

Persimpangan tanpa sinyal ini masih dapat dibagi lagi atas:

1. Persimpangan tanpa pengendali (Uncontrolled Intersection)
2. Persimpangan dengan pengendali ruang (Space Sharin Intersection)
3. Persimpangan dengan sistem prioritas (Priority Intersection)

1. Persimpangan tanpa pengendali (Uncontrolled Intersection)

Pada persimpangan jenis ini, jalan-jalan yang berpotongan memiliki tingkatan fungsi yang sejajar dan volumenya cukup rendah. Dengan demikian tidak diperlukan bentuk pengendalian maupun disain ulang selain general priority yang berlaku.

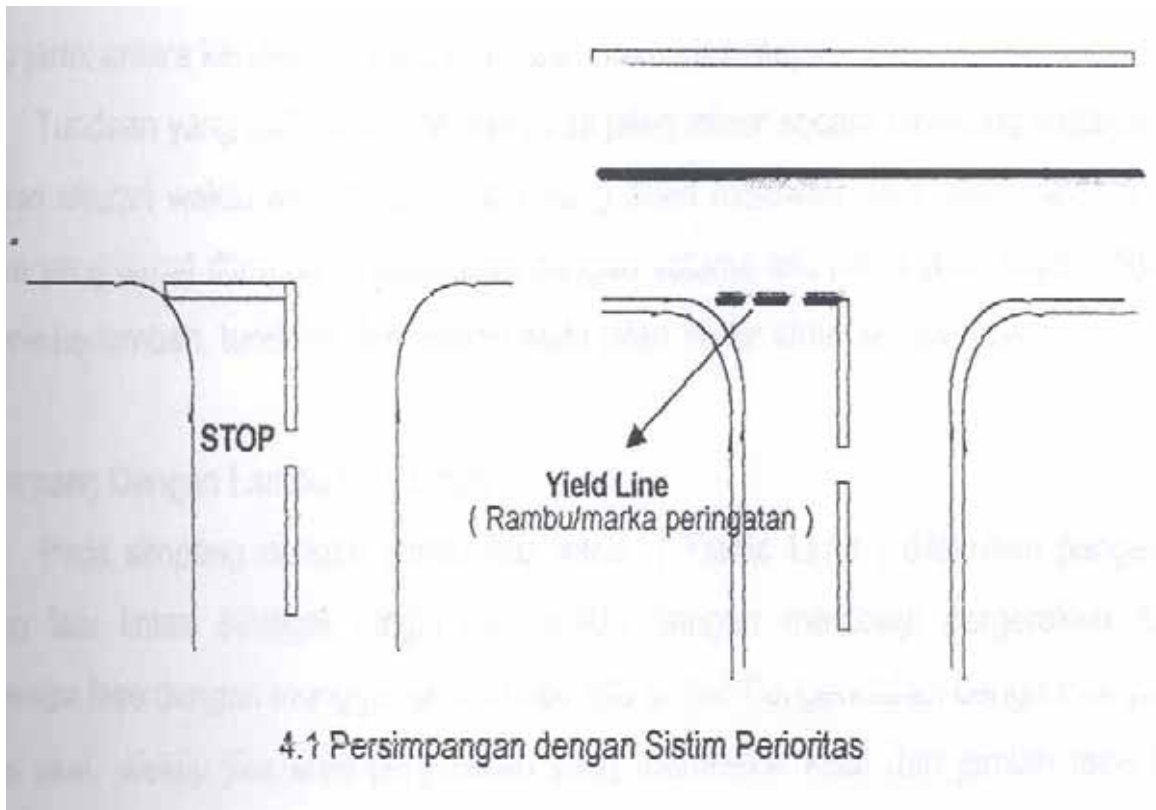
Pada umumnya karakteristik kinerja persimpangan ini ditentukan oleh tingkat kedatangan (Arrival Rates) dan sifat indifidu pengemudi. Syarat yang paling sederhana adalah bagaimana suatu aliran kenderaan mencari gap pada arus kenderaan yang berpotongan. Jika arus kenderaan cukup rendah akan didapat jarak yang memadai untuk menghindari konflik. Apabila konflik terjadi, prioritas hak untuk lewat diberikan kepada salah satu arus menurut perjanjian yang umum yaitu lalu lintas yang datang dari jalur kiri. Tundaan (delay) yang terjadi pada persimpangan tergantung pada pola fisik persimpangan yang mempengaruhi jarak pandang pengemudi, dan juga kondisi arus pada tiap lengan persimpangan. Apabila arus pada salah satu lengan lebih besar dibandingkan dengan lengan lainnya sudah tentu arus tersebut akan lebih agresif dan cenderung untuk menguasai operasi persimpangan. Dengan adanya fenomena umum bahwa volume lalu lintas mempunyai kecenderungan untuk meningkat dari tahun ketahun dengan pertumbuhan yang bersifat normal (linear, eksponensial), Generated traffic (lalu lintas bangkitan) serta development traffic, sementara persimpangan tetap tanpa pengendali hal ini akan memberikan kontribusi terhadap gangguan operasi persimpangan, khususnya pada kaki jalan minor yang artinya tundaan total akan meningkat.

2. Persimpangan dengan Pengendali Ruang

Persimpangan jenis ini dapat diterapkan dengan penambahan suatu konstruksi pada persimpangan. Bentuk fisiknya dapat berupa marka jalan dan pulau pulau lalu lintas. Dengan pengaturan ini arah pergerakan lalu lintas dapat dipertegas sehingga kenderaan dapat dengan mudah dan aman memasuki persimpangan menurut lajur masing-masing.

3. Persimpangan dengan Prioritas

Persimpangan dengan sistem prioritas dapat diterapkan dengan memberikan prioritas pada lengan-lengan tertentu dari persimpangan seperti dalam gambar berikut



4.1 Persimpangan dengan Sistem Prioritas

Adapun prinsip-prinsip yang digunakan didalam pengendalian persimpangan dengan sistem prioritas adalah sbb :

- Arus kendaraan dari jalan dengan kelas fungsi yang lebih tinggi (jalan Major) akan mendapat prioritas untuk melintas lebih dahulu.
- Prioritas harus terbagi dengan baik sehingga setiap kendaraan mempunyai kesempatan yang sarna untuk melintas.
- Aturan - aturan yang berkaitan dengan prioritas harus dapat dipahami dengan jelas oleh semua pengemudi.
- Pemberian prioritas harus terorganisir dengan baik sehingga jumlah titik - titik konflik dapat diusahakan seminimal mungkin.
- Keputusan - keputusan yang harus diambil oleh pengemudi harus sesederhana mungkin.
- Jumlah hambatan total terhadap lalu lintas harus diupayakan sekecil mungkin.

Aspek yang terpenting dari kinerja persimpangan ini adalah pengaruh arus lalu lintas dari jalan minor. Kendaraan dari jalan, minor secara normal datang pada suatu tanda stop atau mengalah sebelum memasuki persimpangan, lalu harus menunggu suatu jarak antara kendaraan yang layak dari arus jalan mayor. Tundaan yang dialami kendaraan pada jalan minor secara langsung dihubungkan dengan ukuran waktu antara kendaraan yang akan melewaati arus jalan mayor.

Tundaan yang dialami kendaraan pada jalan minor secara langsung dihubungkan dengan ukuran waktu antara kendaraan yang kan melewati arus jalan mayor. Waktu yang antara dapat diterima dihubungkan dengan volume lalu lintas

jalan major. Apabila volume bertambah, tundaan dan antrian pada jalan minor akan semakin besar.

b. Simpang Dengan Lampu Lalu Lintas

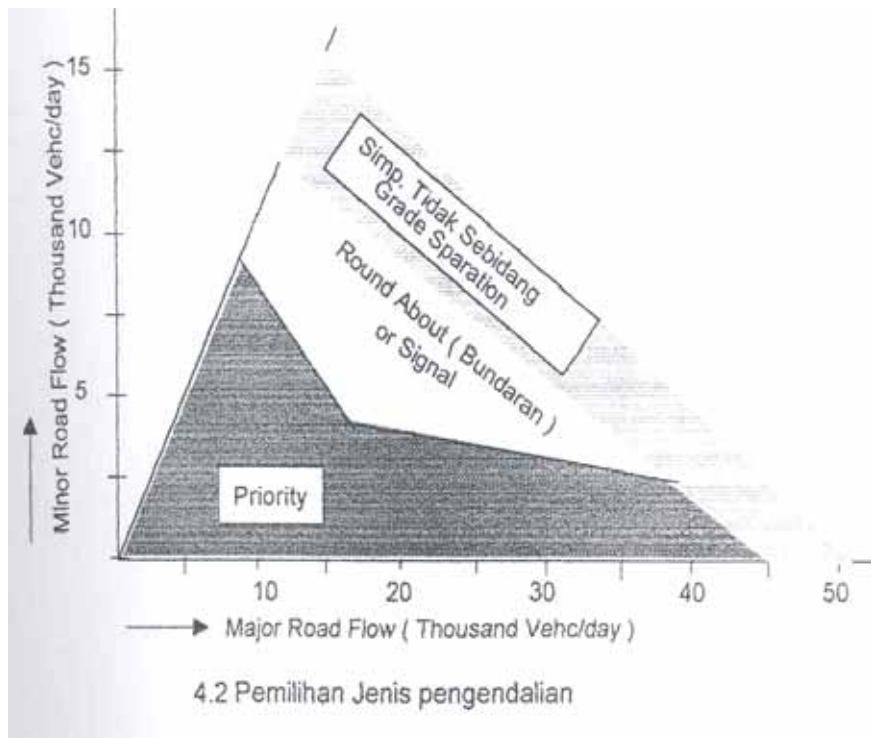
Pada simpang dengan lampu lalu lintas (Traffic Light) dilakukan pengaturan lampu lalu lintas sebagai fungsi dari waktu dengan membagi pergerakan dalam beberapa fase dengan menggunakan lampu lalu lintas akan efektif jika arus pergerakan yang membelok kecil dan jumlah fase kecil. Penggunaan lampu lalu lintas pada simpang biasanya lebih ekonomis dalam hal pemakaian ruang yang dibutuhkan dibandingkan dengan penggunaan bundaran untuk suatu kapasitas simpang tertentu, selain itu menurut suatu studi dapat ditunjukkan bahwa sistim prioritas mengakibatkan tundaan rata-rata dari seluruh pergerakan yang lebih besar dibandingkan pengendalian simpang dengan sistim lampu lalu lintas untuk suatu volume kendaraan tertentu yang cukup besar.

Kelemahan-kelemahan yang dimiliki oleh sistim pengendalian simpang dengan lampu lalu lintas ini adalah meningkatnya tundaan dan biaya operasi kendaraan pada suatu kondisi jalan tidak macet. Pada kondisi seperti ini lampu lalu lintas akan mengakibatkan kerugian seperti tundaan dan biaya operasi yang lebih besar jika dibandingkan dengan keuntungannya dalam memecahkan masalah konflik pada simpang.

4.2. Pemilihan Jenis Pengendalian

Pemilihan jenis pengendalian pada persimpangan tanpa lampu lalu lintas merupakan hal yang sangat penting. Pertimbangan akan faktor-faktor yang berpengaruh dianalisa untuk pencapaian kinerja yang optimal. Dalam hal pemilihan ini pada umumnya rasio volume lalu lintas yang terdapat pada masing-masing kaki persimpangan baik

pada jalan minor maupun pada jalan major menjadi pertimbangan utama. Sebagai pedoman untuk pemilihan sistem pengendalian simpang dapat dilihat pada gambar berikut :



Dari uraian diatas dapat disimpulkan sbb:

1. Dilihat dari bentuknya persimpangan sebidang terdiri dari persimpangan sebidang bercabang tiga, empat, bercabang banyak dan bundaran
2. Karena adanya keinginan secara bersamaan untuk melewati suatu persimpangan maka pada persimpangan tersebut akan terjadi kemacetan sebagai akibat adanya konflik kendaraan dari masing-masing kaki persimpangan.
3. terjadinya kemacetan dapat diatasi dengan cara meningkatkan kapasitas persimpangan, mengurangi volume arus lalu lintasnya atau melakukan pengendalian/pengaturan arus lalu lintas yang ada
4. Cara pengendalian/pengaturan lalu lintas dipandang lebih mudah dan ekonomis tetapi juga tergantung dari besarnya volume lalu lintas yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kadiyali, L. R, " Traffic Engineering and Transportation Planning"Khanna Publishers, 1978
2. "Indonesia Highway Capacity Manual" Directorate General Of Highways. Ministry Of Public Work, Jakarta 1993.
3. Direktorat Jenderal Bina Marga, " Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya ", No 13 /1970.
4. Clarkson H. Oglesby, " Highway Engineering" I Fourth Edition
5. Suwarjoko Warpani, " Rekayasa Lalu Lintas" , Penerbit Bhratara Karya Aksara, Jakarta 1985.
6. AASHTO," A Policy On Geometric Design Of Highway And Streets", New York, 1984