

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kemacetan

Kemacetan lalu lintas adalah situasi dimana arus lalulintas melebihi kapasitas jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas ruas jalan tersebut mendekati atau melebihi 0 km/jam sehingga menyebabkan terjadinya antrian kendaraan (MKJI, 1997). Kemacetan akan meningkat apabila arus kendaraan besar sehingga kendaraan saling berdekatan satu sama lain. Beberapa penyebab kemacetan lalu lintas adalah (Dheby 2016)

- Arus kendaraan meningkat melebihi dari kapasitas jalan
- Terjadi kecelakaan yang menyebabkan gangguan kelancaran arus lalu lintas
- Terdapat bangunan liar di pinggir jalan yang mengakibatkan lebar jalan menjadi sempit
- Pemakai jalan yang tidak mematuhi aturan lalu lintas
- Adanya parkir liar di sepanjang jalan
- Tidak sesuainya rambu pengatur lalu lintas

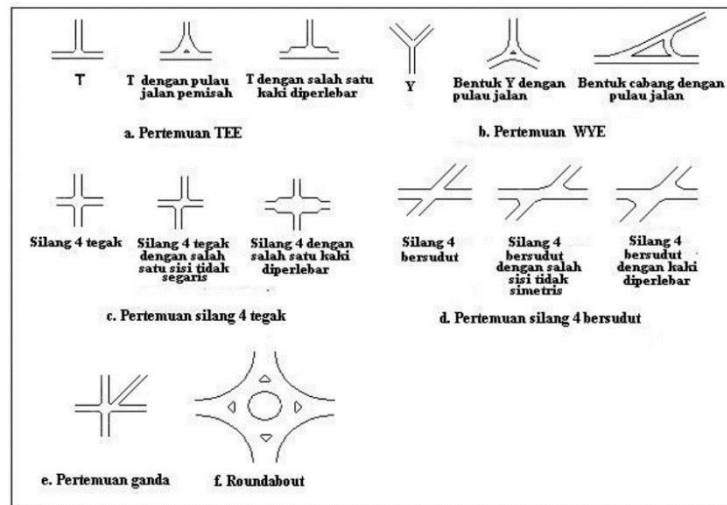
2.2 Jenis Jenis Simpang

1. Simpang sebidang

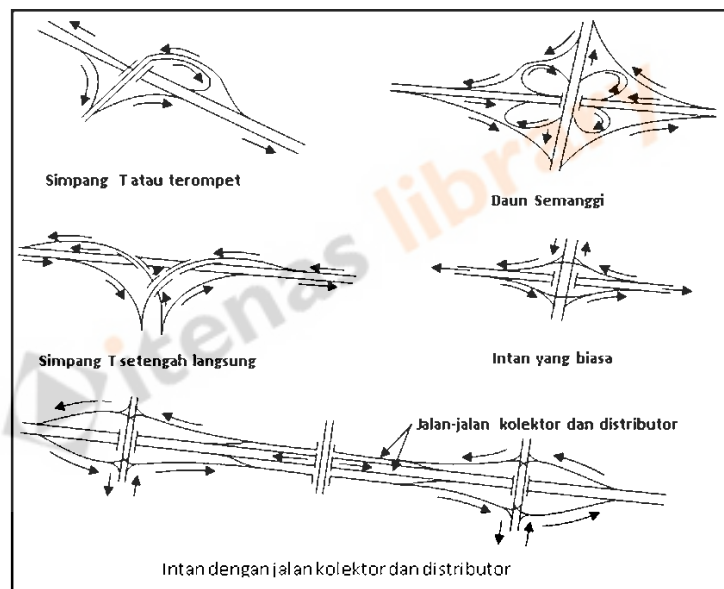
Persimpangan sebidang adalah tempat dimana ruas jalan bertemu pada satu bidang. Persimpangan sebidang bisa dilihat pada **Gambar 2.1**.

2. Simpang tidak sebidang

Simpang tidak sebidang adalah persimpangan dengan ruas jalan yang bersilangan pada elevasi yang berbeda sehingga kendaraan yang masuk dan atau keluar dari satu ruas jalan ke jalan lainnya menggunakan *ramp* (prasetyanto, 2015). Simpang tidak sebidang bisa dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.1 Simpang Sebidang



Gambar 2.2 Simpang Tidak Sebidang

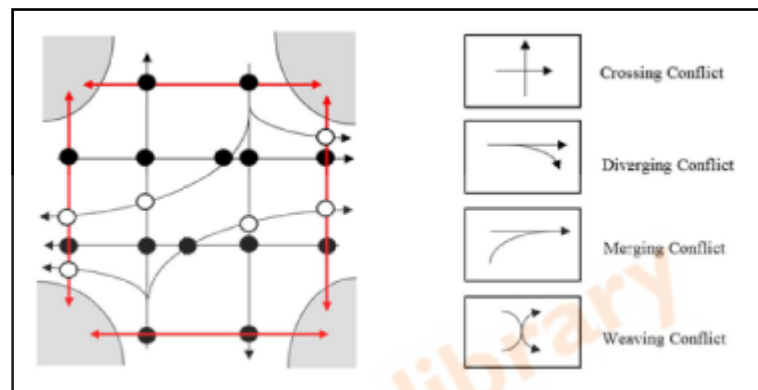
2.3 Simpang Bersinyal

Simpang Bersinyal adalah simpang yang terdapat sinyal atau sistem lampu lalu lintas yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas di suatu simpang untuk menghindari terjadinya konflik-konflik lalu lintas. Sistem lalu lintas merupakan salah satu cara untuk mengatur lalu lintas di suatu simpang agar menciptakan sistem pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur, sehingga dapat meningkatkan kapasitas simpang dalam melayani arus lalu lintas yang efektif dan

mengurangi tingkat kecelakaan dan tundaan lalu lintas yang efektif dan murah dibandingkan dengan pengaturan manual.

Tujuan kampu lalu lintas adalah

- Untuk meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan
- Untuk mengurangi waktu tempuh rata-rata di sebuah persimpangan, sehingga meningkatkan kapasitas
- Untuk menyeimbangkan kualitas pelayanan di seluruh aliran lalu lintas



Sumber: MKJI 1997

Gambar 2.3 Konflik-Konflik Utama dan Kedua Pada Simpang Bersinyal

Terdapat beberapa jenis pergerakan arus lalu lintas pada **Gambar 2.3** yang menggunakan ruang persimpangan dapat menimbulkan beberapa titik konflik, yaitu:

- Konflik bersilang (*crossing*)
- Konflik memisah (*diverging*)
- Konflik bergabung (*merging*)
- Konflik menjalin (*weaving*)

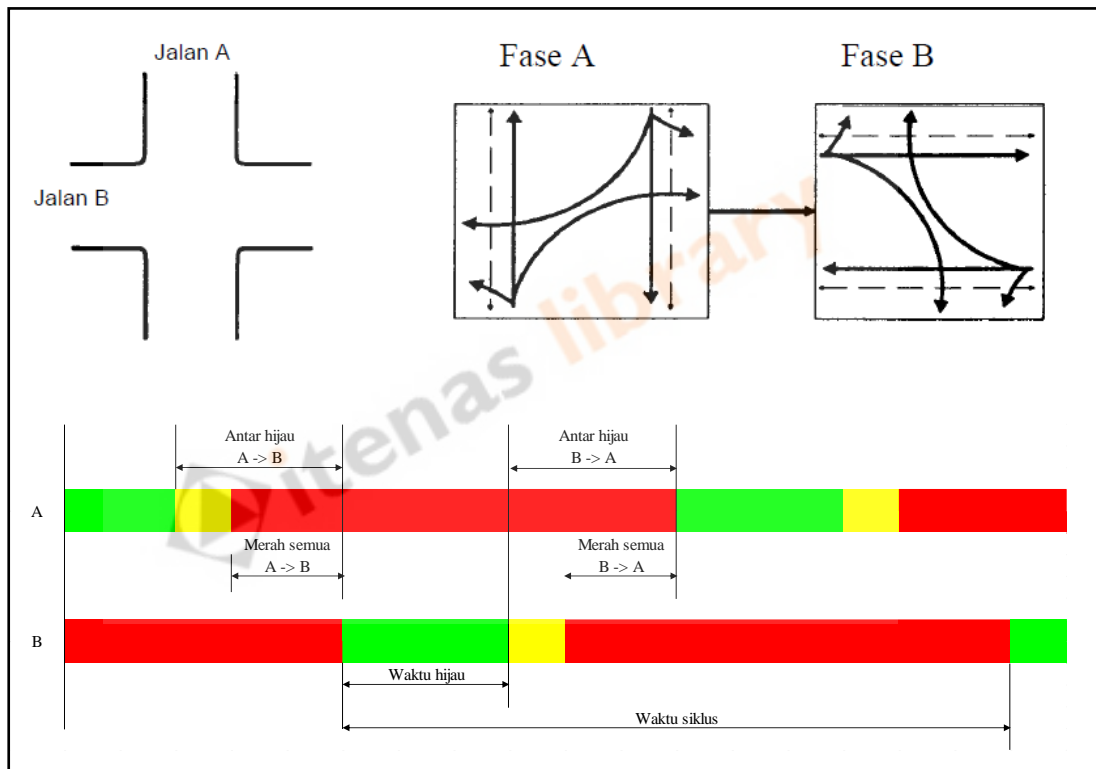
Semakin banyak titik konflik yang terjadi di suatu persimpangan menyebabkan semakin berkurangnya kapasitas persimpangan tersebut dan akan meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan.

Jumlah dan jenis konflik pada ruang persimpangan akan sangat bergantung pada (Ofyar, 2008):

- Jumlah lengan persimpangan

- b. Jumlah lajur setiap persimpangan
- c. Arah pergerakan arus lalu lintas dari setiap lengan persimpangan (belok kiri, lurus dan belok kanan)
- d. Pengaturan pergerakan arus lalu lintas (fase)

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu (MKJI, 1997). Sinyal lampu lalu lintas ini berfungsi untuk menghindari terjadinya konflik utama dan konflik kedua.



Sumber: MKJI 1997

Gambar 2.4 Urutan Waktu Pada Pengaturan Sinyal Dengan Dua Fase

Pada urutan waktu pengaturan sinyal diatas, akan terjadi waktu kuning (*intergreen*) yaitu periode waktu yang terjadi pada sinyal lampu hijau menuju sinyal lampu merah. Tujuan dari periode antar hijau (IG = kuning + merah semua) diantara dua fase yang berurutan adalah:

- Memperingatkan lalu lintas yang sedang bergerak bahwa fase sudah berakhir

- Menjamin agar kendaraan terakhir pada fase hijau yang baru saja diakhiri memperoleh waktu yang cukup untuk keluar dari daerah konflik sebelum kendaraan pertama dari fase berikutnya memasuki daerah yang sama.

2.4 Tipe Pendekat

Pada simpang dilihat kondisi yang berlaku, apakah simpang termasuk kondisi terlindung atau terlawan, pada **gambar 2**. Diperlukan beberapa jenis konfigurasi pendekat

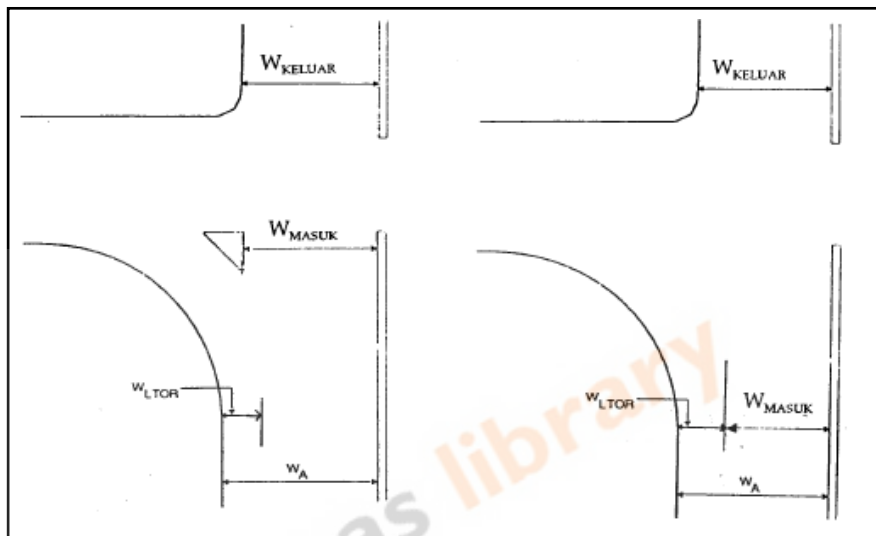
Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekatan		
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah	Jalan satu arah	Simpang T
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas		
		Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah.		
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		

Sumber: MKJI 1997

Gambar 2.5 Penentuan Tipe Pendekat

2.5 Lebar Pendekat Efektif

Adalah lebar dari bagian pendekat yang dipergunakan dalam perhitungan kapasitas. Lebar pendekat efektif (W_e) dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalu lintas atau untuk pendekat tanpa pulau lalu lintas, yaitu ditentukan berdasarkan data dari lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{masuk}), lebar keluar (W_{keluar}), dan gerakan lalu lintas membelok (W_{LTOR}).



Sumber: MKJI 1997

Gambar 2.6 Pendekat Dengan dan Tanpa Pulau Lalu Lintas

Penentuan lebar efektif untuk semua tipe pendekat (P dan O)

- Jika $W_{LTOR} > 2$ m, dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan yang belok kiri boleh langsung, dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan pendekat selama sinyal merah.

$$W_e = W_A - W_{LTOR} \text{ atau } W_e = W_{masuk} \dots \dots \dots (2.1)$$

- Jika $W_{LTOR} < 2$ m, dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan yang belok kiri boleh langsung, tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

$$W_e = W_A \text{ atau } W_e = W_{masuk} + W_{LTOR} \text{ atau } W_e = W_A (1 + P_{LTOR}) W_{LTOR} \dots (2.2)$$

Dimana:

W_e = Lebar efektif (m)

W_{masuk} = Lebar masuk (m)

W_{keluar} = Lebar keluar (m)

W_A = Lebar pendekat (m)

$W_{\text{L TOR}}$ = Lebar pendekat dengan belok kiri langsung (m)

$P_{\text{L TOR}}$ = Rasio belok kiri langsung

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri, lurus, belok kanan) dikonversikan dari kendaraan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) perjam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang untuk pendekat terlindung

Tabel 2.1 Konversi Kendaraan Terhadap Satuan Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Ekivalen Mobil Penumpang (EMP)
Kendaraan berat (HV)	1,3
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Sepeda Motor	0,3

2.6 Kapasitas

Kapasitas adalah maksimum laju aliran berkelanjutan dimana kendaraan atau orang cukup dapat diharapkan untuk melintasi titik atau segmen seragam jalur atau jalan selama jangka waktu yang ditentukan berdasarkan diberikan jalan, geometrik, lalu lintas, lingkungan, dan kontrol kondisi. Biasanya dinyatakan sebagai kendaraan per jam, mobil penumpang per jam, atau orang per jam (HCM 2000).

Volume kendaraan yang mencapai kapasitas maksimum dengan batasan geometrik jalan, waktu sinyal dan komposisi lalu lintas maka dianggap kapasitas suatu jalan adalah aliran jenuh ataupun arus jenuh.

2.6.1 Kapasitas Dasar Simpang

Kapasitas persimpangan adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (MKJI 1997).

Kapasitas dasar simpang dinyatakan dengan rumus (MKJI, 1997):

$$C = S \times g/c \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- S = Arus Jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau = smp per-jam hijau)
- g = Waktu hijau (detik)
- c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang beruntutan pada fase yang sama)

Untuk mengetahui kapasitas simpang harus diketahui terlebih dahulu waktu sinyal dari simpang tersebut.

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1999) kapasitas dasar simpang ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kapasitas Dasar Persimpangan

Tipe Persimpangan	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1999

Yang dimaksud dengan tipe persimpangan 3 kaki dan 4 kaki dijelaskan pada

Tabel 2.3 dan Tabel 2.4

Tabel 2.3 Tipe Persimpangan 3 Kaki

Tipe Persimpangan	Jumlah Lajur Jalan Utama	Median	Jumlah Lajur Jalan Minor
322	1	N	1
324	2	N	1
324M	2	Y	1
344	2	N	2
324M	2	Y	2

Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1999

Tabel 2.4 Tipe Persimpangan 4 Kaki

Tipe Persimpangan	Jumlah Lajur Jalan Utama	Median	Jumlah Lajur Jalan Minor
422	1	N	1
424	2	N	1
424M	2	Y	1
444	2	N	2
424M	2	Y	2

Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1999

Arus Lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri QLT, lurus QST dan belok-kanan QRT) di konversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan:

Tabel 2.5 Emp Untuk Jalan Tipe Terlindung dan Terlawan

Jenis Kendaraan	Emp Untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber: MKJI 1997

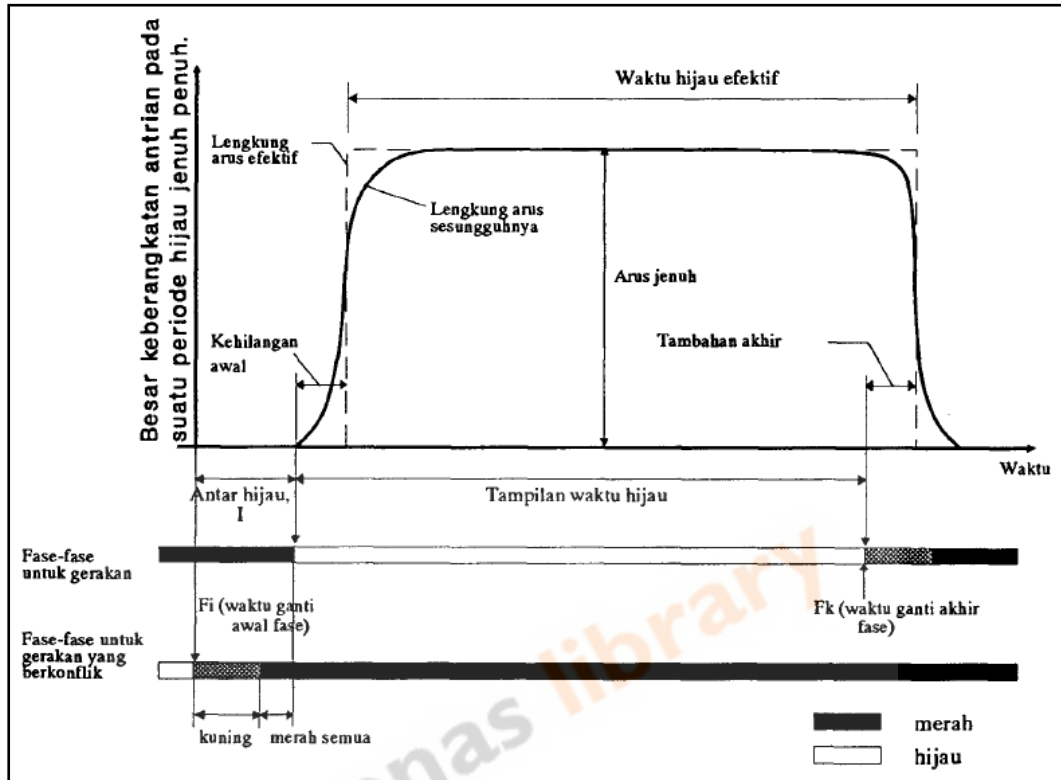
2.6.2 Arus Jenuh

Arus jenuh (saturated flow) adalah arus keberangkatan maksimum yang dapat dihasilkan dari suatu lengan persimpangan selama selang waktu hijau tertentu (smp/waktu hijau) yang merupakan fungsi dari lebar efektif lengan persimpangan (Ofyar, 2008).

Menurut Direktorat Jendral Perhubungan Darat Tahun 1999 arus jenuh adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melalui mulut persimpangan persatuan hijau. Peninjauan arus lalulintas pada kondisi jenuh bertujuan untuk melihat gambaran jumlah kendaraan tiap jam tiap lajur jika waktu hijau efektif (effective green time) yang tersedia selama satu jam penuh dan diusahakan agar arus kendaraan tak pernah berhenti.

Arus jenuh dasar dapat dijelaskan melalui gambar 2.3 menunjukkan keadaan yang terjadi bila suatu antrian kendaraan yang tertahan oleh lampu merah dan kemudian mendapat hak jalan oleh lampu hijau. Kendaraan akan terus keluar

melewati arus jenuh ini sampai lampu hijau habis dan laju kendaraan akan terus menurun sampai mencapai nol pada lampu merah (Hoobs, 1995).



Gambar 2.7 Model Dasar Untuk Arus Jenuh

Arus jenuh dasar (S_0) dihitung berdasarkan konsep lebar efektif lengan pendekat (W_e) simpang bersinyal, dengan rumus (MKJI, 1997):

$$S_0 = 600 \times W_e \dots \dots \dots (2.4)$$

Arus jenuh dapat dihitung berdasarkan rumus yang dikembangkan oleh Indonesia Highway Capacity Manual (IHCM)

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam hijau)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana

- S_0 = Arus jenuh dasar
- F_{CS} = Faktor ukuran kota
- F_{SF} = Faktor hambatan samping
- F_G = Faktor kelandaian
- F_P = Faktor kendaraan parkir
- F_{RT} = Faktor kendaraan belok kanan
- F_{LT} = Faktor kendaraan belok kiri

Arus lalu lintas jenuh sangat dipengaruhi oleh komposisi lalu lintas dan oleh waktu, pada periode-periode puncak yang kurang ramai, arus lalu lintas mungkin 5% kurang dari pada periode puncak (Hobbs, 1995)

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat tahun 1999 ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi besarnya arus jenuh, yaitu:

- Tanjakan ataupun penurunan pada kaki persimpangan
- Komposisi lalu lintas
- Jarak lokasi tempat parkir dan garis henti
- Ada tidaknya lalu lintas yang akan membelok kekanan dan berpapasan dengan lalu lintas yang akan datang dari arah yang berlawanan
- Radius tikungan.

Akibat gangguan yang mempengaruhi arus jenuh, maka mengakibatkan terlambat start dan akan menghalangi pergerakan kendaraan yang lain. Gangguan ini akan meningkatkan waktu hilang pada awal waktu hijau yang secara nyata akan mengurangi kapasitas dari lengan persimpangan tersebut (Masykur.dkk, 2014).

Menurut MKJI 1997 besarnya arus jenuh juga dipengaruhi oleh faktor-faktor, seperti:

a. Faktor ukuran kota

Tabel 2.6 Faktor Ukuran Kota

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)
> 3,0	1,05
1,0 - 3,0	1,00
0,5 - 1,0	0,94
0,1 - 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: MKJI 1997

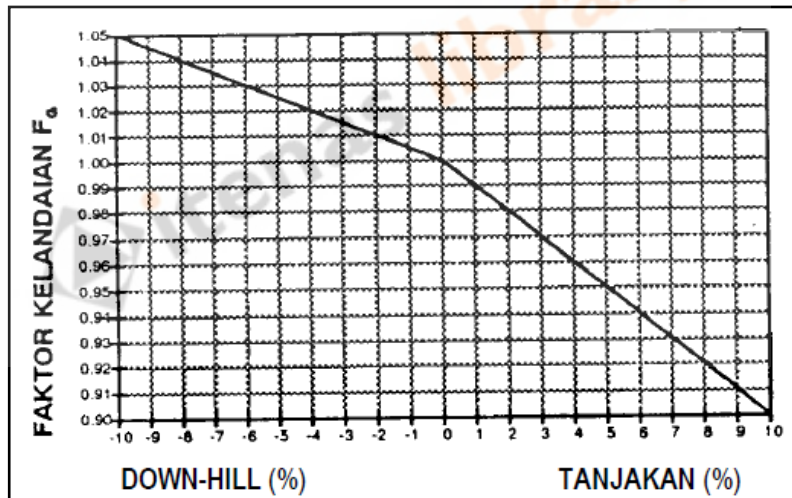
b. Faktor hambatan samping

Tabel 2.7 Faktor Hambatan Samping

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Perumahan (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	"	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: MKJI 1997

c. Faktor kelandaian



Sumber: MKJI 1997

Gambar 2.8 Faktor Penyesuaian Kelandaian

d. Faktor kendaraan parkir

Faktor parkir dapat disesuaikan dengan menggunakan rumus:

$$F_p = [L_p/3 - (W_A - 2) \times (L_p/3 - g) / W_A] / g \dots \dots \dots (2.6)$$

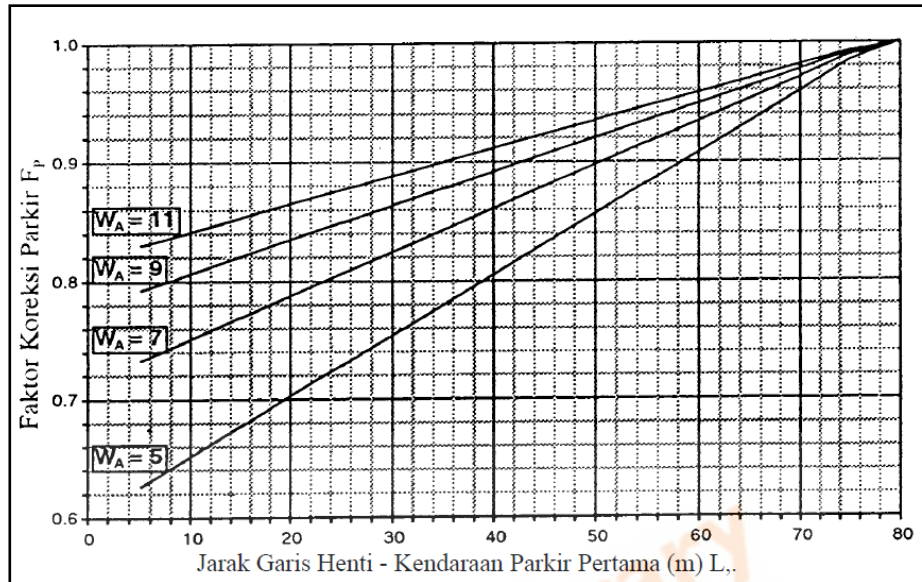
Dimana:

F_p = Faktor jarak parkir

W_A = Lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau (detik)

L_p = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m)



Sumber: MKJI 1997

Gambar 2.9 Faktor Kendaraan Parkir

e. Faktor belok kanan

Faktor koreksi terhadap arus belok kanan pada pendekatan yang ditinjau dapat dihitung dengan rumus:

$$F_{RT} = 1 + P_{RT} \times 0.26 \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

P_{RT} = Presentase arus belok kanan pada pendekatan yang ditinjau.

F_{RT} = Faktor koreksi belok kanan.

f. Faktor belok kiri

Faktor koreksi terhadap arus belok kiri pada pendekatan yang ditinjau dapat dihitung dengan rumus:

$$F_{LT} = 1 - P_{LT} \times 0.16 \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

P_{LT} = Presentase belok kiri pada pendekatan.

F_{LT} = Faktor koreksi belok kiri.

2.6.3 Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal antara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekatan yang sama (MKJI, 1997).

Menurut Direktorat Jendral Perhubungan Darat Tahun 1999 penetapan waktu siklus simpang bersinyal yaitu:

- a. Waktu siklus minimal

$$C_{min} = \frac{L}{1-IFR} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

- C_{min} = waktu siklus minimal, detik
- L = (\sum waktu hijau antara -1), detik
- IFR = $\sum y_i$, maksimum
- y_i = q_i/s_i
- q_i = besarnya arus pada arah i, smp/jam
- s_i = arus jenuh untuk arah i, smp/jam

- b. Waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua})

$$C_{ua} = \frac{1,5L+5}{1-IFR} \text{ (detik)} \dots\dots\dots(2.10)$$

- c. Batasan panjang waktu siklus

Pengendalian panjang pada suatu simpang ditunjukkan pada **Tabel 2.1** dengan panjang siklus minimum 40 detik dan maksimum 130 detik. Tetapi pada persimpangan yang cukup besar, panjang waktu siklus dapat mencapai 180 detik, hal ini biasanya dapat menyebabkan berkurang kapasitas persimpangan secara keseluruhan.

Tabel 2.8 Panjang Siklus Simpang Bersinyal Yang Disarankan

Jumlah Fase	Panjang Waktu Siklus Yang Disarankan (detik)
2	40-80
3	50-100
4	80-130

Sumber: Direktorat Jendral Perhubungan Darat 1999

Waktu siklus harus lebih besar dari nilai yang ditentukan berdasarkan rumus waktu siklus minimal. Apabila waktu siklus lebih kecil dari nilai ini maka akan

terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang dapat mengakibatkan tundaan rata-rata.

2.6.4 Waktu hijau

Kinerja suatu simpang bersinyal dipengaruhi terhadap pembagian waktu hijau daripada panjangnya waktu siklus. Rumus perhitungan waktu hijau:

$$g_i = (Cua - LTI) \times \frac{FR_{crit}}{L(FR_{crit})} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

Cua = waktu siklus sinyal sebelum penyesuaian (detik)

LTI = jumlah waktu hilang persiklus (detik)

FR = arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

FR_{crit} = nilai FR tertinggi dari semua pendekatan yang berangkat pada suatu fase sinyal

Waktu hijau efektif adalah tampilan waktu hijau dikurang kehilangan waktu diawal ditambah tambahan waktu diakhir (MKJI, 1997). Maka besarnya

waktu hijau efektif adalah:

$$\text{Waktu hijau efektif} = \text{Tampilan waktu hijau} - \text{kehilangan awal} + \text{tambahan akhir}$$

2.7 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio volume terhadap kapasitas, digunakan sebagai salah satu factor utama untuk penentuan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Berikut adalah rumus untuk mencari derajat kejenuhan:

$$DS = \frac{V}{C} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan:

DS = Kendaraan kejenuhan

V = Volume lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

2.8 Panjang Antrian

Panjang antrian adalah jumlah rata-rata antrian (smp) pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2) (MKJI, 1997).

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \sqrt{\left[(DS-1) + \frac{8 \times (DS-0,5)}{C} \right]} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana:

NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

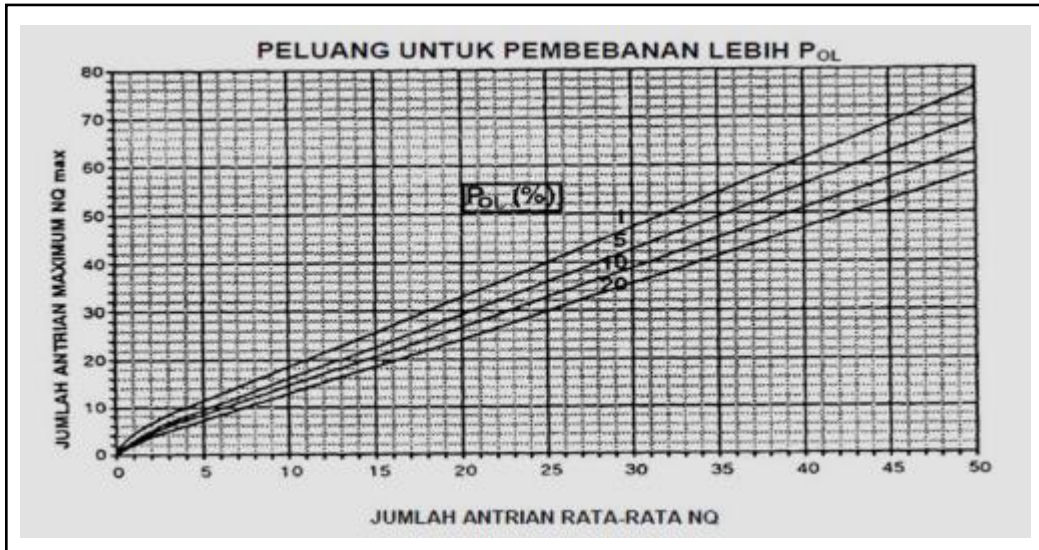
GR = Rasio hijau

c = Waktu siklus (detik)

C = Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau (SxGR)

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

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20m²) dan pembagian dengan lebar masuk (MKJI, 1997).



Gambar 2.10 Grafik Penentuan Peluang Untuk Pembebanan Lebih

$$QL = NQ_{\max} \times \frac{20}{W_{\text{masuk}}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan:

QL = Panjang Antrian

NQ_{\max} = Panjang antrian maksimum (smp/jam)

W_{masuk} = Lebar lajur yang ditinjau (meter)

2.7 Program (Vissim)

Vissim secara bahasa adalah model simulasi lalu lintas kota, yang berasal dari bahasa Jerman VerkehrStadten – Simulation model. Vissim secara istilah adalah alat bantu atau perangkat lunak simulasi lalu lintas untuk keperluan rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi yang bersikap mikroskopis dalam aliran multi moda yang diterjemahkan secara visual dan dikembangkan pada tahun 1992 oleh perusahaan IT di negara Jerman (Siemens, 2012).

Vissim sangat bermanfaat untuk menganalisa atau mengevaluasi berbagai bentuk alternatif rekayasa transportasi dan perencanaan transportasi karena mampu menampilkan sebuah simulasi dalam bentuk visualisasi 3D.

2.7.1 Tahapan Pemodelan Simulasi

Dalam melakukan simulasi mikroskopik dengan menggunakan Vissim, terdapat beberapa parameter yang perlu ditentukan dan diinput agar model simulasi dapat berjalan. Secara singkat, parameter yang perlu diatur untuk menjalankan model simulasi pada simpang bersinyal yaitu:

1. Menginput *background*.
2. Membuat jaringan jalan.
3. Menentukan jenis kendaraan.
4. Menginput kecepatan kendaraan.
5. Menginput komposisi kendaraan.
6. Menentukan rute perjalanan.
7. Menginput jumlah kendaraan.
8. Mengatur sinyal lalu lintas.
9. Mengatur sinyal lalu lintas.
10. Menempatkan sinyal lalu lintas.
11. Melakukan kalibrasi dan validasi.
12. Menjalankan simulasi.

2.7.2 Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi pada Vissim merupakan proses dalam membentuk nilai-nilai parameter yang sesuai sehingga model dapat mereplikasi lalu lintas hingga kondisi yang semirip mungkin. Proses kalibrasi dapat dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi daerah yang diamati. Metode yang digunakan adalah trial and error dengan mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan Vissim. Kalibrasi ini dilakukan dengan cara mengubah nilai parameter perilaku pengemudi (*driving behavior*). Parameter *driving behavior* tersebut adalah:

1. *Desired position at free flow*: Posisi pergerakan kendaraan saat arus bebas.
2. *Overtake on same lane*: Posisi kendaraan untuk menyiap dalam satu lajur

3. *Distance standing*: Minimum jarak kendaraan ketika menyiap kendaraan yang berhenti.
4. *Distance driving*: Minimum jarak kendaraan ketika menyiap kendaraan yang sedang bergerak.
5. *Average standstill distance*: Jarak rata-rata antara dua kendaraan berurutan.
6. *Additive part of safety distance*: Nilai yang digunakan dalam perhitungan jarak aman.
7. *Multiplicative part of safety distance*: Nilai yang digunakan dalam perhitungan jarak aman.

Validasi pada *software* Vissim dilakukan untuk melihat kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil simulasi hasil observasi dilapangan. Metode yang digunakan untuk validasi adalah metode rumus dasar chi-squared berupa rumus statistic Geoffrey E. Havers (GEH) (Gustavsson, 2007).

$$GEH = \sqrt{\frac{(q \text{ simulasi} - q \text{ pengamatan})^2}{0,5 \times (q \text{ simulasi} + q \text{ pengamatan})}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan:

q : Volume lalu lintas

Tabel 2.9 Kesimpulan Hasil Hitungan GEH

GEH ≤ 5,0	Kalibrasi Diterima
5,0 ≤ GEH ≤ 10	Kemungkinan model <i>error</i> atau Data Tidak Sesuai
GEH > 10	Kalibrasi Ditolak

2.8 Penelitian Sebelumnya

Dalam mengerjakan penelitian ini mendapatkan referensi dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir ini. Berikut adalah penelitian sebelumnya yang menggunakan *software* Vissim adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Ariadne Bella Everanza yang berjudul “Evaluasi Kinerja Operasi Simpang Cihampelas-Pasteur dan Simpang Cipaganti-Pasteur Dengan *Software* Vissim