BAB II
STUDI PUSTAKA

2.1 Perencanaan dan Manajemen Lalu-lintas

Penulis mencoba menjabarkan beberapa definisi dari perencanaan dan manajemen. Perencanaan atau planning dalam bahasa Inggris ada yang mendefinisikan: Planning is done by human beings for human beings. it is future-oriented and optimistic[1]. Perencanaan adalah program yang menyangkut berbagai tindakan yang menuju kesejahteraan umum[2]. Definisi ini memang sangat sederhana, namun tidak demikian halnya dengan usaha menyusun rencanan itu sendiri. Perencanaan mencakup suatu proses yang sangat berbelit, berisi kaitan antara suatu segi kehidupan dengan segi lainnya. Untuk menyederhanakan dan mempersempit persoalan, biasanya yang dikupas hanya segi fisik, sosial dan ekonomi.

Merencanakan berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan dating yang diperlukan untuk mencapai sasaran[3]. Sedangkan menurut yang teretera di MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) perencanaan adalah penentuan rencana geometrik detail dan parameter pengontrol lalu-lintas dari suatu fasilitas jalan baru atau yang ditingkatkan berdasarkan kebutuhan arus lalu-lintas yang diketahui[4].

Manajemen adalah *proses* merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai

---

[1] Khisty, Jotin C. , & Lall, Kent B (Transportation Engineering An Introduction 2nd ed.: Prentice Hall. 1990), hal : 449
[2] Warpani, S (Merencanakan Sisitem Perangkutan: Institut Teknologi Bandung 1990), hal: 85
[3] Soeharto, Iman (Manajemen Proyek :Erlangga 1995), hal 18
[4] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 1-10

sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan[5]. Manajemen lalu-lintas meliputi kegiatan[6] :

- Perencanaan, adalah suatu kegiatan yang meliputi :
  - Inventarisasi dan evaluasi tingkat pelayanan lalu-lintas
  - Penetapan tingkat pelayanan lalu-lintas
  - Penetapan pemecahan permasalahan lalu-lintas
  - Penyusunan rencana dan program pelaksanaan dan perwujudannya
- Pengaturan, adalah suatu kegiatan yang meliputi :
  - Kegiatan penetapan kebijaksanaan pada ruas jalan tertentu.
- Pengawasan, adalah suatu kegiatan yang meliputi :
  - Pemantauan dan penilaian terhadap pelaksanaan kebijaksanaan lalu-lintas, serta tindakan korektif terhadap pelaksanaan lalu-lintas.
- Pengendalian lalu-lintas, adalah suatu kegiatan yang meliputi :
  - Pemberian arah dan petunjuk dalam kebijaksanaan lalu-lintas serta pemberian bimbingan masyarakat dalam pelaksanaan lalu lintas.

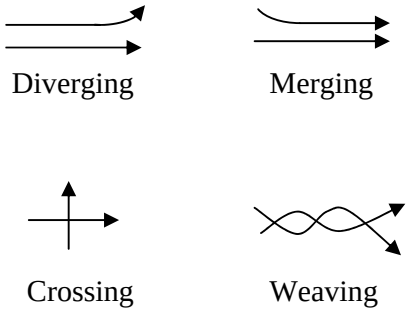
2.2 Persimpangan Bersinyal

Persimpangan adalah lokasi/daerah dimana dua atau lebih jalan, bergabung atau berpotongan/bersilangan[7]. Karena itu akan timbul konflik antar sesama pemakai jalan. Berikut ini macam-macam konflik yang akan terjadi dipersimpangan, jenis dan jumlah titik konflik yang potensial terjadi tergantung kepada jumlah kaki simpang/pergerakan yang ada[8] :

---

[5] Soeharto, Iman (Manajemen Proyek :Erlangga 1995), hal 17
[6] H. AR, Priyo (Sosialisasi Disiplin Berlalu-lintas : Elsaf Dasamasa 1997), hal 3
[7] Sulaksono, S (Catatan Kuliah Rekayasa Jalan : Institut Teknologi Bandung 2001), hal: 83
[8] Sulaksono, S (Catatan Kuliah Rekayasa Jalan : Institut Teknologi Bandung 2001), hal: 84

1. Memencar (diverging)
2. Merapat ((merging)
3. Menyilang (crossing)
4. Menjalin (weaving)



Gambar 2.1 Jenis Konflik Lalu-lintas

Maka tujuan utama perancangan simpang adalah sebagai berikut[9]:

1. Mengurangi jumlah titik konflik
2. Mengurangi jumlah konflik
3. Memprioritaskan pergerakan pada jalan utama/mayor (jalan yang memeliki fungsi/kelas lebih tinggi)
4. Mengontrol kecepatan
5. Menyediakan daerah perlindungan (refuge area)
6. Menyediakan tempat untuk peralatan kontrol lalu-lintas
7. Menyediakan dimensi/kapasitas yang sesuai

Sinyal lalu-lintas pertama di dunia dipasang pada tahun 1868 di Westminter, tetapi lampu gasnya meledak. Pada tahun 1918 sinyal lalu-lintas manual yang pertama di pasang di New York dan pada tahun 1925 dipasang di Piccadilly, London. Sinyal lalu-lintas yang otomatis mulai dipasang di United kingdom (Inggris) pada tahun 1926 di Wolverhamptom.

[9] Sulaksono, S (Catatan Kuliah Rekayasa Jalan : Institut Teknologi Bandung 2001), hal: 85

Tipe simpang menggunakan lampu lalu-lintas (bersinyal), lampu lalu-lintas adalah alat pemberi isyarat lalu-lintas berfungsi untuk mengatur lalu-lintas kendaraan dan atau pejalan. Pada umumnya sinyal lalu-lintas digunakan dengan satu atau lebih alasan berikut ini[10] :

- Untuk menghindari kemacetan sebuah simpang oleh arus lalu-lintas yang berlawanan, sehingga kapasitas simpang dapat dipertahankan selama keadaan lalu-lintas puncak.
- Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas yang disebabkan oleh tabrakan antara kendaraan-kendaraan yang berlawanan arah. Pemasangan sinyal lalu-lintas dengan alasan keselamatan lalu-lintas umumnya diperlukan bila kecepatan kendaraan yang mendekati simpang sangat tinggi dan/atau jarak pandang terhadap gerakan lalu-lintas yang berlawanan tidak memadai yang disebabkan oleh bangunan-bangunan atau tumbuh-tumbuhan yang dekat pada sudut-sudut simpang.
- Untuk mempermudah menyebrangi jalan utama bagi kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan minor.

Dalam satu cycle time dimana signal timing harus memenuhi beberapa ketentuan sebagai berikut[11]:

1. Cycle Time Maximum
   - 120 detik untuk persimpangan dua fase
   - 200 detik untuk persimpangan lebih dari dua fase
2. Urutan Warna Lampu

   Pembakuan urutan warna lampu dan maknanya adalah sebagai berikut:

[10] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-26

[11] Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan (Traffic Management, Pengaturan Persimpangan Sederhana Dengan Lampu : PUSLITBANG JALAN 1993), hal: 11

- Merah : Berarti berhenti
- Merah/kuning : Masih berarti berhenti tetapi menganjurkan siap untuk jalan
- Hijau : Jalan setelah aman untuk melakukannya
- Kuning : Berhenti kecuali dalam keadaan berbahaya/terpaksa

3. Tanda Waktu Hijau

   Tanda waktu hijau minimum yang diperagakan tidak kurang dari 5 detik

4. Tanda Waktu Merah

   Pada keadaan dimana tanda waktu merah di setiap fase diperagakan (all red), dianjurkan minimum tidak kurang dari 3 detik

5. Tanda Waktu Kuning

   Waktu kuning yang mempunyai fungsi memberikan peringatan kepada pengemudi mendekati kaki persimpangan, bahwa fase akan berakhir. Waktu tersebut terdiri atas beberapa ketentuan tergantung kecepatan rencana, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Lama Waktu Lampu Kuning

Kecepatan (Km/Jam)	Waktu (Detik)
30 - 50	3
50 – 60	4
60 - 80	5

6. Waktu Antar Hijau

   Waktu antar hijau (Intergreen Periode) melibatkan dua periode waktu:

   - Waktu kuning
   - Waktu dimana setiap fase memperagakan merah (All Red)

2.3 Lalu-lintas

Lalu lintas (traffic) adalah kegiatan lalu-lalang atau gerak kendaraan, orang, atau hewan di jalanan[12].

Dalam hal arus lalu-lintas perhitungan di lakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu-lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT}, lurus Q_{ST} dan belok kanan (Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan:

Tabel 2.2 Ekivalen Kendaraan Penumpang

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat:	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor	0,2	0,4

$$Q == Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC} \quad (2.1)$$

Dimana:

Q = Arus lalu-lintas (kend/jam)

Q_{LV} = Arus kendaraan berat (kend/jam)

Q_{HV} = Arus kendaraan ringan (kend/jam)

Q_{MC} = Arus sepeda motor (kend/jam)

[12] Warpani, S (Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan : Institut Teknologi Bandung 2002), hal: 1

2.4 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah arus lalu-lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu[13]. Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$C = S \times g/c$ (2.2)

Di mana:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus Jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau)

G = Waktu hijau (det)

C = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama).

Permasalahan yang utama pada permasalahan pengelolaan lalu-lintas adalah kapasitas jaringan jalan sudah mendekati kejenuhan atau malah sudah terlampaui, artinya sediaan (kapasitas= C) lebih kecil dari permintaan (volume lalu-lintas= V).

2.5 Pendekat dan Perlengkapan Jalan

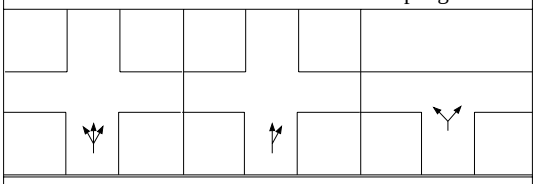
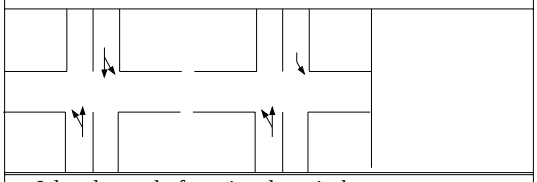
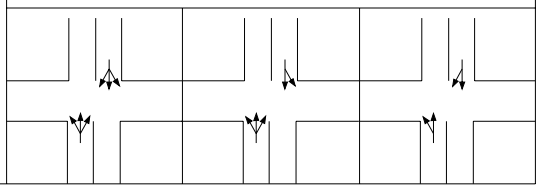
Pendekat adalah daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti[14]. Berikut ini tipe-tipe pendekat:

---

[13] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-7

[14] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-8

Gambar 2.2 Tipe Pendekat

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekat
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dan 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 
Terlindung O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dan arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. semua belok kanan tidak terbatas 

Pengaturan lalu-lintas meliputi kegiatan penetapan kebijakan lalu-lintas pada jaringan atau ruas jalan tertentu. Wujud pengaturan ini dapat bersifat langsung dilakukan oleh petugas (Polisi Lalu-lintas, dan atau Dinas Lalu-lintas dan Angkutan Jalan) atau dengan alat perlengkapan jalan berupa pulau lalu-lintas, marka dan lain sebagainya:

- Rambu Lalu-lintas

Dimaksud dengan rambu disini adalah rambu lalu-lintas (traffic sign), yaitu tanda atau perlengkapan yang dipasang di sisi atau di atas jalan, yang berupa papan

petunjuk atau patok dan penghalang, berguna untuk mengatur lalu-lintas agar berjalan lancar dan aman[15]. Macam-macam rambu :

- Perintah, yakni bentuk pengaturan yang jelas dan tegas tanpa ada penafsiran yang lain yang wajib dilaksanakan oleh pengguna jalan. Bentuk umumnya adalah lingkaran (untuk perintah yang berupa simbol), atau persegi empat (terutama untuk perintah yang berupa tulisan/kalimat). Warna dasar biru dengan tulisan/simbol putih atau merah dan hitam
- Larangan, yaitu bentuk pengaturan yang dengan tegas melarang para pengguna jalan untuk melakukan hal-hal tertentu, tidak ada pilihan kecuali tidak boleh dilakukan. Rambu ini berbentuk lingkaran atau segi delapan dengan warna dasar merah atau putih dan warna simbol/tulisan hitam atau merah.
- Peringatan, menunjukan kemungkinan adanya bahaya di jalan yang akan dilalui. Bentuk umumnya adalah segi tiga atau persegi empat yang dipasang diagonal dengan warna dasar kuning/oranye dan tulisan/simbol berwarna hitam.
- Anjuran, yaitu bentuk pengaturan yang bersifat mengimbau, boleh dilakukan atau tidak.
- Petunjuk, yakni memberi petunjuk mengenai jurusan, keadaan jalan, situasi, kota berikutnya, keberadaan fasilitas, dan lain-lain. Rambu petunjuk berbentuk persegi panjang.

- Marka Jalan

Marka jalan adalah tanda berupa garis, gambar, anak panah dan lambang pada permukaan jalan yang berfungsi mengarahkan arus lalu-lintas dan membatasi

[15] H. AR, Priyo (Sosialisasi Disiplin Berlalu-lintas : Elsaf Dasamasa 1997), hal 64

daerah kepentingan lalu-lintas[16]. adapun posisi marka jalan adalah membujur, melintang, serong dan lambang[17].

- Pulau Lalu-lintas

Bangunan kelengkapan jalan berupa pulau lalu-lintas adalah upaya 'memaksa' untuk mengarahkan dan memisahkan arus lalu-lintas, pulau lalu-lintas biasanya dibangun pada peresimpangan sebidang, dan kadang-kadang dilengkapi dengan bundaran di tengah-tengah persimpangan[18].

- Median

Median sebagai pemisah arus lalu-lintas berlawanan arah pada jalan-jalan dengan volume lalu-lintas tinggi[19].

- Jalur dan Lajur

Jalur adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu-lintas kendaraan sedangkan lajur adalah bagian jalur yang memanjang, dengan atau tanpa marka jalan, yang memiliki lebar cukup satu kendaraan bermotor berjalan, selain sepeda motor[20].

2.6 Arus Jenuh (Saturation Flow)

Arus jenuh adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau)[21].

$$S = S_o \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \ldots \times F_n \qquad (2.3)$$

---

[16] Sulaksono, S (Catatan Kuliah Rekayasa Jalan : Institut Teknologi Bandung 2001), hal: 90
[17] Warpani, S (Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan : : Institut Teknologi Bandung 2002), hal : 95
[18] Warpani, S (Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan : Institut Teknologi Bandung 2002), hal : 98
[19] Sukirman, Sulvia (Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan : Nova 1999), hal : 36
[20] Warpani, S (Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan : Institut Teknologi Bandung 2002), hal : 98
[21] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-7

Untuk pendekat tipe P (Arus Terlindung) $S_o = 600 \times W_e$ (2.4)

Di mana :

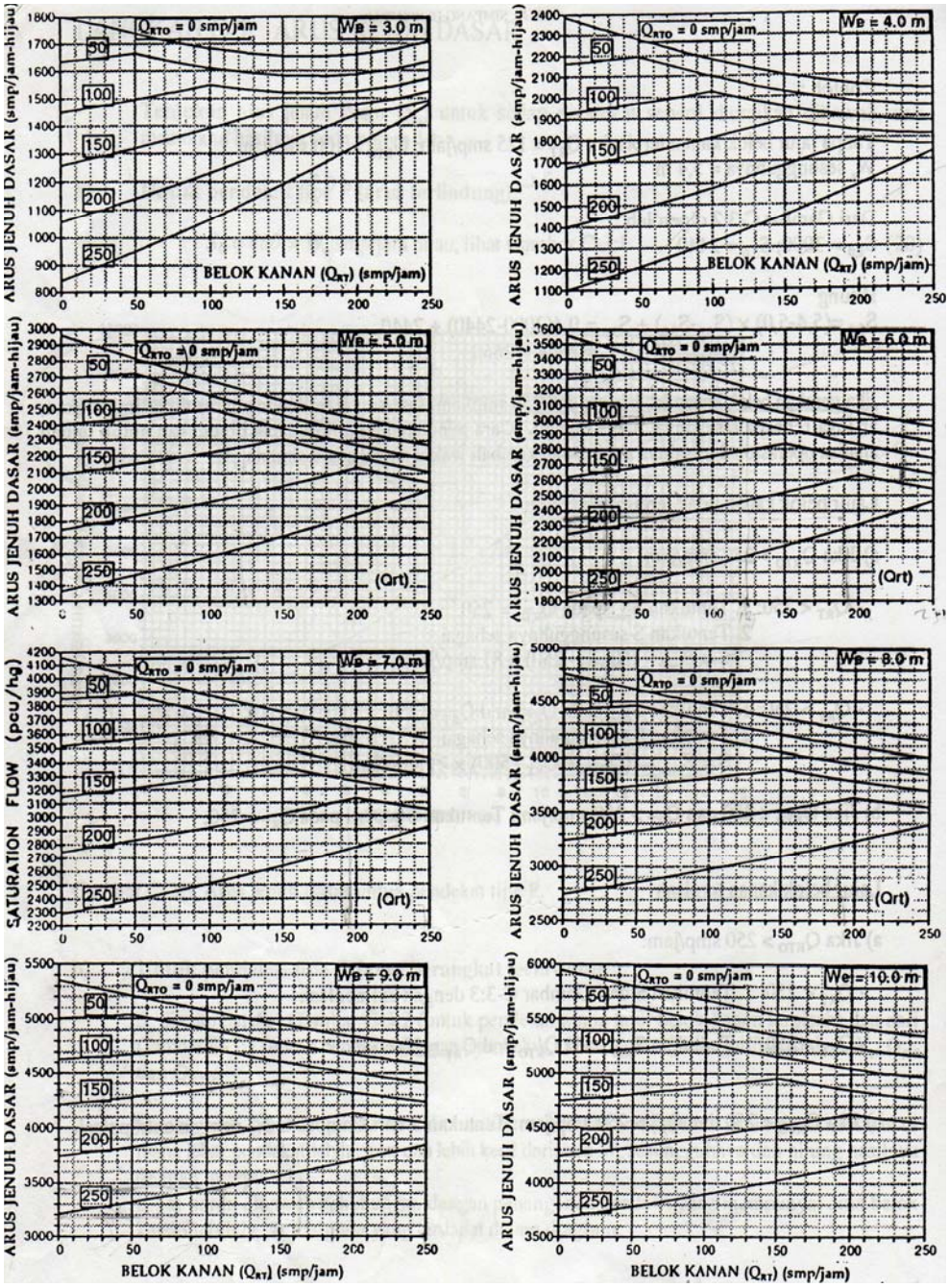
W_e= lebar efektif (m)

Untuk pendekat tipe O (Arus Berangkat Terlawan) S_o ditentukan dari gambar dibawah ini yang yang dibagi dalam kelompok:

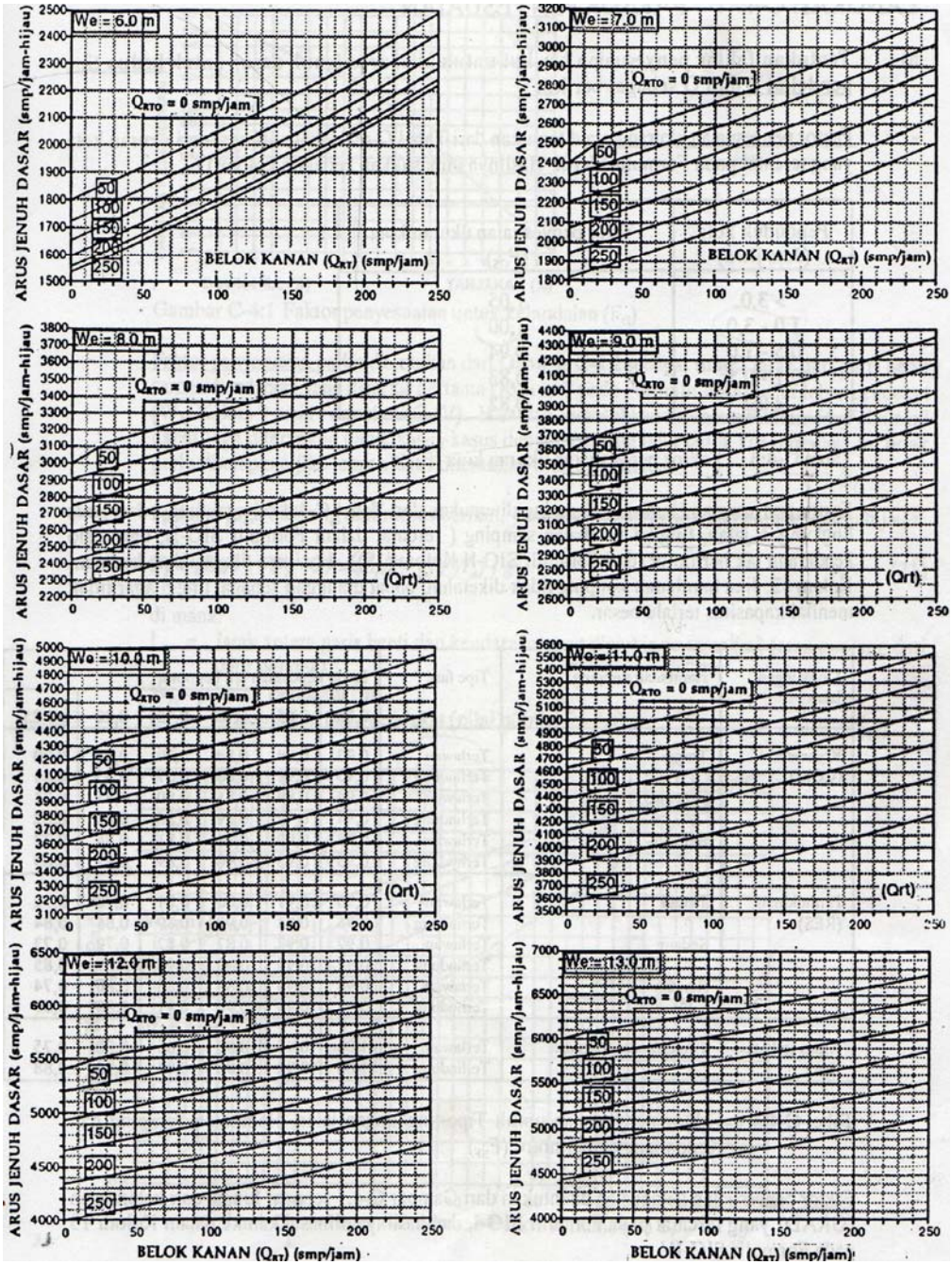
– Untuk pendekat tanpa lajur belok kanan terpisah

– Untuk pendekat lajur belok-kanan terpisah

Gambar dibawah ini untuk mendapat nilai arus jenuh pada keadaan dimana lebar pendekat lebih besar dan lebih kecil daripada W_e sesungguhnya, apabila lebar W_e sesungguhnya tidak terdapat gambar, maka dihitung dengan interpolasi.



Gambar 2.3 S_O Untuk Pendekat-pendekat Tipe O Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah



Gambar 2.4 S_O Untuk Pendekat-pendekat Tipe O Lajur Belok Kanan Terpisah

Penyesuaian kemudian dilakukan untuk kondisi-kondisi berikut ini:

- Ukuran kota (city size, jumlah penduduk)

Tabel 2.3 FaktorPenyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Penduduk kota (Juta Jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
> 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

- Hambatan Samping (side friction)

Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{sf})

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
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
	"	Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	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	960,	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

- Kelandaian (Geometry)
- Parkir (Park)
- Gerakan Membelok (Right Turn, % belok kanan dan Left Turn, % belok kiri).

2.7 Waktu Siklus (Cycle Time)

Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal[22]. Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali tetap dilakukan berdasarkan metoda Webster (1996) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang.

$$C = (1{,}5 \times LTI + 5) / (1-\Sigma FR_{crit}) \quad (2.5)$$

Di mana:

C = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

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

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal (perbandingan arus dengan saturation flow)

ΣFR_{crit} =Rasio arus simpang = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut

2.8 Waktu Hijau (Green)

Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (det)[23].

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (2.6)$$

Di mana:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus

PR_i = Rasio fase $FR_{crit} / \Sigma(FR_{crit})$

[22] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-9

[23] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-9

2.9 Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu-lintas terhadap kapasitas (per-jam)[24].

$$DS = Q/C \quad (2.7)$$

Di mana:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu-lintas

C = Kapasitas

2.10 Panjang Antrian

Antrian adalah jumlah kendaraan dalam suatu pendekat (kend; smp), jadi panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (m)[25]. Jumlah rata-rata antrian smp (satuan mobil penumpang) pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp (satuan mobil penumpang) yang tersisia dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah smp (satuan mobil penumpang) yang datang selama fase merah (NQ_2).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (2.8)$$

$$NQ_1 = 0{,}25\,x\,C\,x\left[(DS-1)+\sqrt{(DS-1)^2+\frac{8\,x\,(DS-0{,}25)}{C}}\right] \quad (2.8)$$

Jika DS > 0,5; selain itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c\,x\,\frac{1-GR}{1-GR\,x\,DS}\,x\,\frac{Q}{3600} \quad (2.10)$$

Dimana:

NQ_1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

---

[24] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-7

[25] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-7

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selame fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau (S x GR)

Q_{masuk} = Arus lalu-lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)

2.11 Angka Henti dan Rasio Kendaraaan Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata perkendaraan (termasuk terhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang[26].

$$NS = 0{,}9 \text{ x } \frac{NQ}{Q \, x \, c} x 3600 \qquad (2.11)$$

Dimana :

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu-lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau

Rasio kendaraam henti (ρ_{SV}), yaitu rasio kendaraan yang harus terhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang[27].

ρ_{SV} = min (NS,1)

Dimana NS adalah henti dari suatu pendekat

2.12 Tundaan (Delay)

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui satu simpang[28]. Tundaan terdiri dari

[26] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-15

[27] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-15

Tundaan Lalu-lintas (DT) dan Tundaan Geometri (DG). DT (Tundaan Lalu-lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu-lintas yang bertentengan. DG (tundaan Geometri) adalah disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpangan dan/atau yang terhenti oleh lampu merah[29].

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai:

$D_j = DT_j + DG_j$ (2.12)

Dimana:

Dj = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DTj = Tundaan llu lintas rata-rata untuk pendekat (det/smp)

DGj = Tundaan geometri rata-rata unruk pendekatj (det/smp)

- Tundaan lalu-lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dari rumus berikut (didasarkan pada Akcelik 1988):

$$DT = c\ x\ \frac{0{,}5\ x\ (1-GR)^2}{(1-GR\,x\,DS)} + \frac{NQ_1\ x\ 3600}{C} \quad (2.13)$$

Dimana:

Dtj = Tundaan lalu-lintas rata-rata pendekat j (det/smp)

GR = Rasio hijau (g/c)

Ds = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

- Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan sebagai berikut:

---

[28] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-7

[29] Direktorat Jenderal Bina Marga (Manual Kapasitas Jalan Indonesia : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), hal: 2-16

$DGj = (1-p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4)$ (2.14)

Dimana:

DG_j =Tundaaan geometri rata-rata pada pendekat j (det/smp)

ρsv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

ρt = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Nilai normal 6 detik untuk kendaraan berbelok tidak berhenti dan 4 detik untuk yang berhenti didasarkan anggapan-anggapan:

- Kecepatan = 40 km/jam
- Kecepatan belok tidak berhenti = 10 km/jam
- Percepatan dan perlambatan = 1,5 m/det^2
- Kendaraan berhenti melambat untuk meminimumkan tundaan, sehingga menimbulan hanya tunaan percepatan

2.13 Sekilas Tentang Program KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia)

Paket program KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia) merupakan implementasi metode perhitungan pada proyek Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Program ini berisi metode analisis kapasitas dan performa jalan dengan fasilitas lalu-lintas yang berbeda dengan masukan data geometrik dan volume lalu-lintas.

Pada pengejaan skripsi ini hampir semua pengolahan data menggunakan bantuan perangkat lunak KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia), diantaranya:

- Geometri, pengaturan lalu-lintas dan Lingkungan
- Arus lalu-lintas
- Waktu antar hijau dan waktu hilang
- Penentuan waktu sinyal dan kapasitas
- Panjang antrian, jumlah kendaraan henti dan tundaan

Untuk menjalankan program ini diperlukan personal computer (PC) dengan kemampuan minimum prosesor 386 dengan memory 640 KB dan memakai system operasi MS DOS 3 atau versi sesudahnya, 1 MB harddisk yang kosong untuk menginstalasi program ini di disk drive.