

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bagian Jalinan

Bagian Jalinan yang secara formil dikendalikan dengan aturan lalu-lintas Indonesia yaitu memberi jalan kepada yang kiri. Bagian jalinan dibagi dua tipe utama yaitu bagian jalinan tunggal dan bagian jalinan bundaran. Bundaran dianggap sebagai beberapa bagian jalinan bundaran yang berurutan. (MKJI 1997). Bagian jalinan tunggal adalah bagian jalinan jalan antara dua gerakan lalu-lintas yang menyatu dan memencar. Sedangkan bagian jalinan bundaran adalah bagian jalinan pada bundaran yang melingkari suatu pulau dengan arus satu arah.

Ukuran kinerja yang dicatat pada tabel dapat diperkirakan untuk kondisi geometrik, lingkungan dan lalu-lintas tertentu dengan metode yang diuraikan. Ukuran ini didefinisikan pada “definisi umum dan istilah”.

Tabel 2.1 Ukuran Kerja

Ukuran Kerja	Tipe Bagian Jalinan	
	Tunggal	Bundaran
Kapasitas	Ya	Ya
Derajat Kejenuhan	Ya	Ya
Tundaan	Tidak	Ya
Peluang Antri	Tidak	Ya
Kecepatan Tempuh	Ya	Tidak
Waktu Tempuh	Ya	Tidak

Sumber : MKJI, 1997

Untuk bagian jalinan bundaran metodenya mempunyai dasar empiris. Jadi metode ini harus digunakan dengan pertimbangan teknik lalu lintas yang matang. Metode ini menerangkan pengaruh rata-rata dari kondisi masukan yang diasumsikan. Penerapan rentang keadaan dimana metode diturunkan kesalahan perkiraan kapasitas biasanya kurang $\pm 15\%$ untuk derajat kejenuhan lebih kecil dari 0,8 – 0,9. Pada arus lalu lintas yang lebih tinggi perilaku lalu lintas menjadi lebih agresif. Tabel 2.2 merupakan rentang variasi data empiris untuk variable masukan:

Tabel 2.2 Rentang Variasi Data Empiris Untuk Variabel Masukan

Variabel	Bundaran			Tunggal		
	Min	Rata-Rata	Maks	Min	Rata-Rata	Maks
Lebar Pendekat	6	9	11	8	9,6	11
Lebar Jalinan	9	12,6	20	8	11,5	20
Panjang Jalinan	21	33,9	50	50	96	183
Lebar/panjang	0,22	0,43	0,8	0,06	0,13	0,2
Rasio Jalanan	0,32	0,76	0,94	0,32	0,74	0,95
% kendaraan ringan	35	60	75	49	63	81
% kendaraan berat	0	2	3	0	3	13
% sepeda motor	20	33	55	16	32	45
Rasio kendaraan tak bermotor	0,01	0,05	0,18	0	0,02	0,06

Sumber : MKJI 1997

Bundaran dengan 3 lengan atau 5 lengan dapat dihitung menggunakan rumus yang disesuaikan dengan prinsip yang sama seperti Tabel 2.2 (MKJI 1997).

2.2 Bundaran

2.2.1 Pengertian Bundaran

Bundaran ialah salah satu jenis pengendalian persimpangan yang umumnya dipergunakan pada daerah perkotaan dan luar kota. Lalu lintas yang didahulukan ialah lalu lintas yang sudah berada dibundaran, sehingga kendaraan yang akan masuk ke bundaran harus memberikan kesempatan terlebih dahulu kepada lalu lintas yang sudah berada di bundaran.

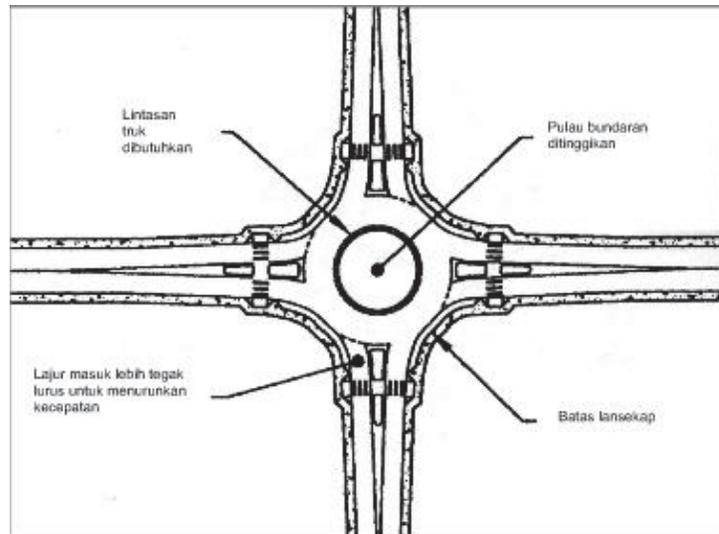
Bundaran juga bisa diartikan sebagai jalinan yang dikendalikan dengan aturan lalu lintas Indonesia yaitu memberi jalan pada arus lalu lintas yang kiri. Bundaran dianggap sebagai jalinan yang berurutan, bundaran paling efektif jika digunakan di persimpangan antara jalan dengan ukuran dan tingkat arus yang sama.

2.2.2 Tipe Bundaran

Menurut Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang (2004) tipe bundaran dapat dikategorikan menjadi tiga jenis yaitu :

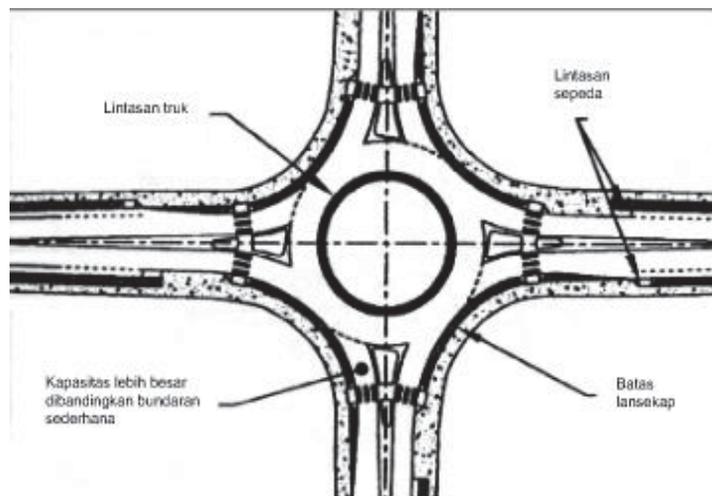
1. Bundaran sederhana.
2. Bundaran lajur tunggal
3. Bundaran lajur ganda

Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3, dan Gambar 2.4 merupakan gambar dari masing-masing jenis bundaran (Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang 2004)



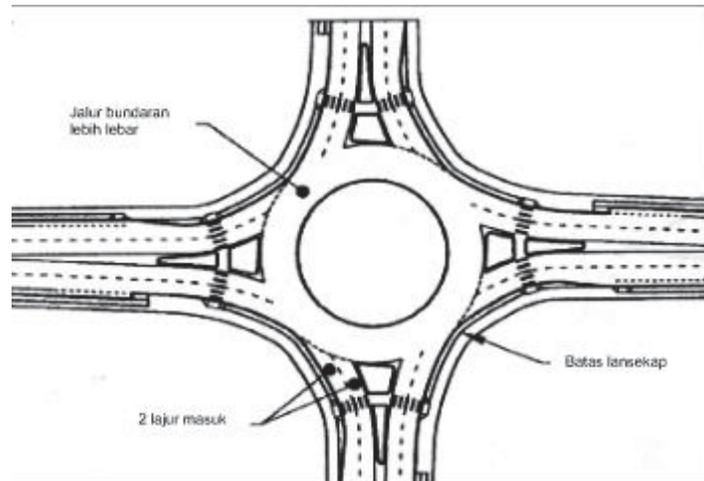
Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Gambar 2.1 Bundaran Sederhana



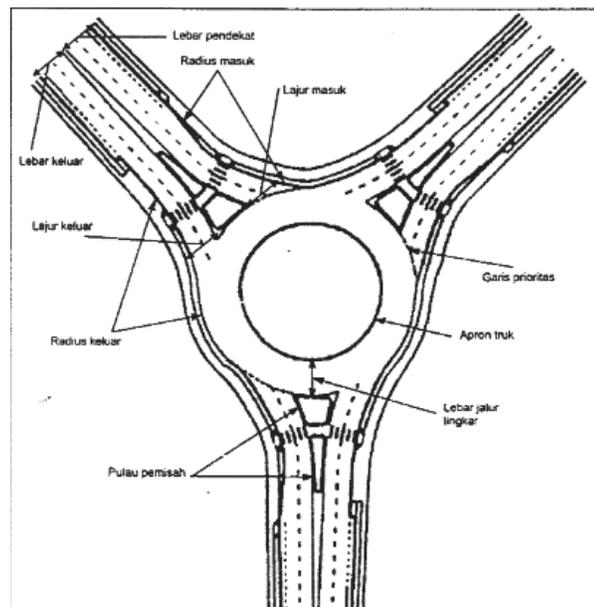
Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Gambar 2.2 Bundaran Lajur Tunggal



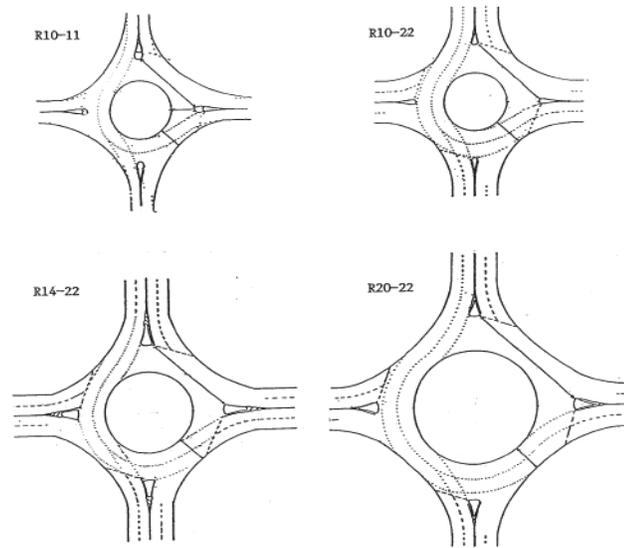
Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Gambar 2.3 Bundaran Lajur Ganda



Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Gambar 2.4 Bundaran Tiga Lengan



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.5 Tipe Bundaran

Tabel 2.3 Definisi Tipe Bundaran

Tipe Bundaran	Radius Bundaran (m)	Jumlah Lajur Masuk	Lebar Lajur (m)	Panjang Jalinan (m)	Lebar Jalinan (m)
R10 - 11	10	1	3,5	23	7
R10 - 22	10	2	7	27	9
R14 - 22	14	2	7	31	9
R20 - 22	20	2	7	43	9

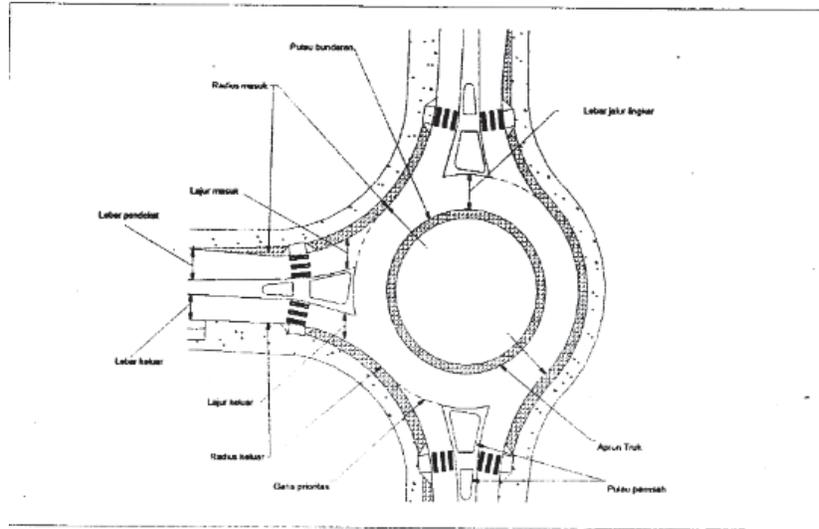
Sumber : MKJI,1997

2.2.3 Elemen Bundaran

Secara fisik bundaran terdiri atas :

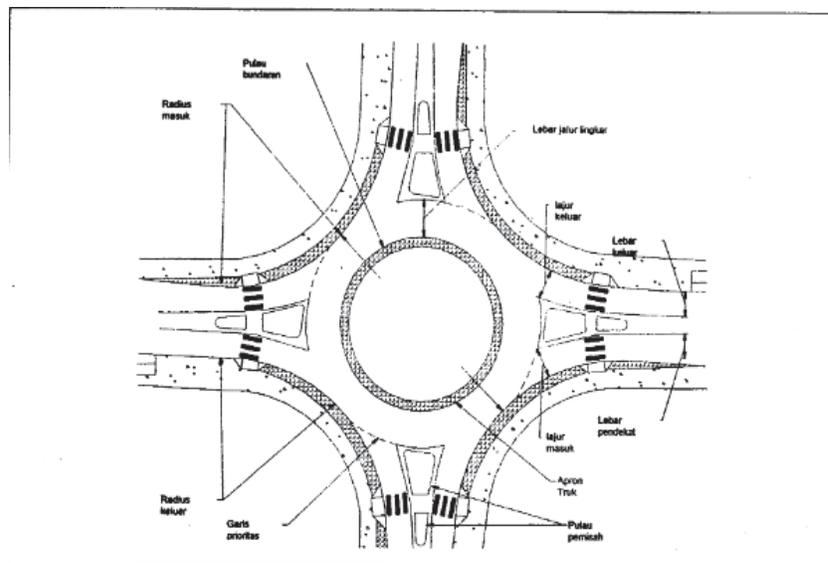
1. Pulau Bundaran (*central island*)
Area yang ditinggikan atau area yang ditandai dengan marka sebagai pusat bundaran
2. Jalur lingkar
Lajur dijalur lingkar yang berfungsi sebagai ruang pergerakan kendaraan dan sebagai pengarah gerakan kendaraan.

3. Lindasan truk
Bagian pulau pusat yang boleh dilindas dan digunakan pada bundaran berdimensi kecil untuk mengakomodasi lintasan roda kendaraan besar.
4. Pulau pemisah
Pulau lalu lintas pada pendekatan yang digunakan untuk memisahkan arus lalu lintas masuk dan keluar, mengarahkan serta memperlambat kecepatan kendaraan saat masuk, dan menyediakan lahan tunggu bagi penyebrang jalan.
5. Radius masuk
Minimum radius dari lengkung lajur masuk
6. Radius keluar
Minimum radius dari lengkung lajur keluar
7. Lajur masuk
Lajur yang dipakai kendaraan untuk masuk ke jalur lingkar, yang diukur dari titik perpotongan sisi diameter lingkaran bundaran dengan marka pulau pemisah
8. Lajur keluar
Lajur jalan yang dipakai kendaraan keluar dari jalur lingkar, yang diukur dari titik perpotongan tegak lurus ke arah sisi kiri dari lengan keluar sisi diameter jalur bundaran dengan marka pulau pemisah.
9. Lengan pendekatan
Bagian dari ruas jalan yang mengarahkan lalu lintas memasuki bundaran.



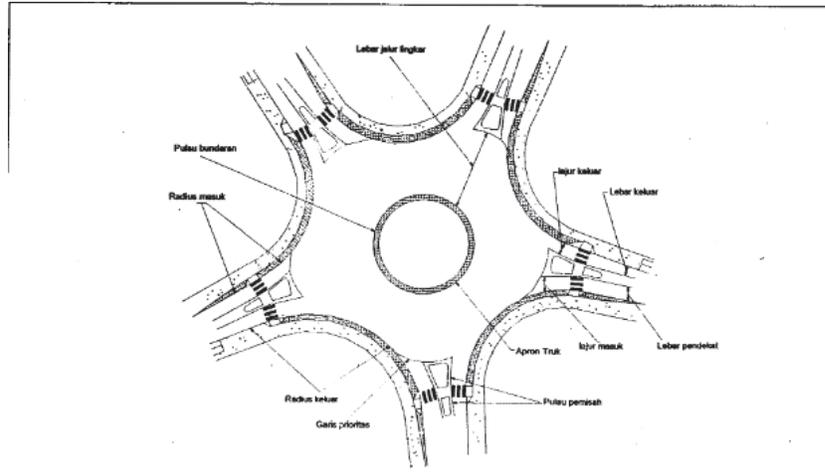
Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang

Gambar 2.6 Elemen Geometrik Bundaran 3 Lengan



Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang

Gambar 2.7 Elemen Geometrik Bundaran 4 Lengan



Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang

Gambar 2.8 Elemen Geometrik Bundaran 5 Lengan

2.2.4 Ketentuan Operasional Bundaran

Menurut Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, (2004) perencanaan bundaran harus memperhatikan aspek sebagai berikut :

1. Kelancaran lalu lintas
2. Keselamatan lalu lintas
3. Ketersediaan lahan yang cukup
4. Efisiensi
5. Kemudahan akses bagi pejalan kaki dan penyandang cacat
6. Sosialisasi peraturan berlalu lintas di bundaran kepada pengguna jalan

2.2.5 Parameter Perencanaan

Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, (2004) menyatakan bahwa parameter perencanaan bundaran ialah :

1. Volume lalu lintas rencana yang digunakan dalam perencanaan bundaran adalah volume lalu lintas seluruh lengan yang diperkirakan akan memasuki bundaran pada akhir umur rencana
2. Kendaraan rencana yang digunakan adalah kendaraan dengan radius putar yang paling besar
3. Kecepatan rencana yang digunakan dalam perancangan dibatasi maksimum 50 km/h.

2.2.5.1 Perancangan Bundaran Sesuai Pedoman Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang 2004

Berikut adalah parameter yang ditentukan untuk perencanaan bundaran menurut pedoman perencanaan bundaran untuk persimpangan sebidang tahun 2004:

1. Jumlah lajur lingkaran maksimum bundaran yang diatur dalam pedoman ini adalah 2 lajur lingkaran. Jumlah lajur pada jalur masuk atau jalur keluar tidak boleh lebih besar dari jumlah lajur pada jalur lingkaran.

Tabel 2.4 Jumlah Lajur Lingkaran

No	Volume Lalu Lintas Harian Rencana Persimpangan (kend/hari)	Jumlah Lajur Lingkaran
1	<20.000	1
2	20.000 - 40.000	2

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

2. Diameter bundaran diukur dari sisi luar lingkaran yang bersinggungan dengan lengan pendekat. Diameter bundaran ditentukan berdasarkan kendaraan rencana dan kecepatan rencana

Tabel 2.5 Kecepatan Rencana Maksimum dan Dimensi Bundaran

No	Kendaraan Rencana	Kecepatan Rencana Maksimum Lengan Pendekat (km/h)	Rentang Dimensi Diameter Bundaran (m)	Jenis Bundaran
1	Truk sumbu tunggal/Bis	25	25 - 30	Bundaran sederhana
2	Truk sumbu ganda/Semi Trailer	35	30 - 45	Bundaran lajur tunggal
3	Semi Trailer/Trailer	50	45 - 60	Bundaran lajur ganda

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

3. Lebar jalur lingkaran pada bundaran sederhana dan bundaran lajur tunggal merupakan bundaran yang memiliki 1 lajur lingkaran, lajur masuk dan lajur keluar. Lebar jalur lingkaran minimum merupakan lebar dari jalur masuk dan

kebutuhan manuver membelok dari kendaraan, lebar antara 4,30 m – 4,90 m.

Tabel 2.6 Lebar Minimum Lajur Lingkar pada Bundaran Lajur Ganda

No	Diameter Bundaran (meter)	Lebar Jalur Lingkar (meter)	Diameter Pulau Pusat (meter)
1	45	9,8	25,4
2	50	9,3	31,4
3	55	9,1	36,8
4	60	9,1	41,8
5	65	8,7	47,6

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

4. Pulau bundaran yang umum dipakai untuk pulau bundaran adalah lingkaran, selain lingkaran seperti bentuk oval tidak disarankan. Pulau bundaran harus memberikan pandangan yang cukup bagi pengendara untuk dapat mengantisipasi kendaraan dari arah lengan pendekat lain. Penempatan obyek di dalam pulau bundaran harus memperhatikan jarak pandang jalur lingkar dan jarak pandang henti jalur lingkar. Pulau bundaran dapat dilengkapi apron truk, untuk desain bundaran yang mengakomodasi kendaraan rencana truk dan trailer. Lebar apron truk berkisar antara 1 – 4 meter. Diameter pulau bundaran dihitung dengan mengurangkan total lebar jalur lingkar terhadap diameter bundaran :
 - a) Untuk bundaran lajur tunggal, diameter pulau bundaran adalah diameter bundaran dikurangi dua kali lebar jalur lingkar yang dipilih.
 - b) Untuk bundaran lajur ganda lihat Tabel 2.6
5. Superelevasi jalur lingkar bundaran sebesar 2%, superelevasi apron truk sebesar 3% - 4%.
6. Lajur masuk dan lajur keluar, lebar lajur masuk untuk bundaran dengan lajur tunggal maupun lajur ganda berkisar antara 4,30 m – 4,90 m. Lajur masuk dapat dimodifikasi/diubah untuk meningkatkan kapasitas dengan cara memberikan lajur tambahan atau lajur paralel pada lengan pendekat dan melebarkan pendekat secara gradual (*flarel*).

7. Radius masuk dan radius keluar bundaran ditentukan oleh persamaan sebagai berikut :

$$v = \sqrt{127 R (e + f)} \quad (2.1)$$

Keterangan :

V : Kecepatan rencana pada lengan pendekat (km/h)

R : Radius masuk/keluar (m)

e : Superelevasi (0,02 – 0,03) (m/m)

f : Koefisien gesek (friksi) permukaan jalan

Tabel 2.7 merupakan variasi kecepatan rencana dan radius minimum masuk serta keluar.

Tabel 2.7 Variasi Kecepatan Rencana dan Radius Minimum Masuk Serta Keluar

No	Kecepatan Rencana Pendekat (km/h)	Radius Minimum Masuk dan Keluar (m)
1	20	9
2	25	15
3	30	24
4	35	36
5	40	51
6	45	70
7	50	94

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

8. Kelandaian maksimum lengan pendekat dan daerah persimpangan bundaran pada persimpangan sebidang adalah 4%
9. Alinyemen horizontal pendekat, dimana titik pusat bundaran seharusnya ditempatkan pada perpotongan sumbu (*centerline*) dari masing-masing lengan pendekat. Namun dimungkinkan pula jika sumbu dari salah satu lengan bergeser kearah kanan dari titik pusat bundaran. Namun tidak dibenarkan jika salah satu pendekat bergeser kearah kiri dari titik pusat bundaran.
10. Pulau pemisah harus tersedia di setiap lengan bundaran. Selain dipergunakan untuk membimbing kendaraan memasuki jalur lingkaran, pulau pemisah juga berfungsi sebagai tempat pemberhentian (*refuge*) bagi penyebrang jalan dan membantu mengendalikan kecepatan. total panjang minimum dari pulau pemisah lebih kurang 15 m. Meningkatkan lebar dari

pulau pemisah secara signifikan akan memberikan kontribusi tingkat kecelakaan pada jalur lingkaran.

11. Kebebasan pandang dibundaran kepada pengemudi untuk mengantisipasi pergerakan kendaraan di jalur lingkaran maupun kendaraan yang memasuki daerah persimpangan bundaran. Jarak pandang bundaran ditentukan dengan mengasumsikan mata pengemudi setinggi 1.080 mm dari tinggi obyek atau kendaraan lain sebesar 600 mm. Kebebasan pandang samping ditentukan dengan menarik garis sepanjang nilai b seperti pada rumus sebagai berikut :

$$b = 0,278 (V \text{ konflik }) (t_c) \quad (2.2)$$

dengan keterangan :

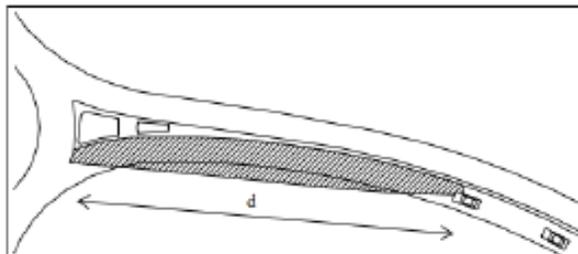
b : Jarak pandang lengan bundaran (meter)

$V \text{ konflik}$: 70% kecewaan rencana lengan pendekat (km/h)

t_c : Selisih waktu kritis saat masuk pada jalan utama (6,5 detik)

12. Jarak pandang henti pada bundaran ada 3 yaitu :

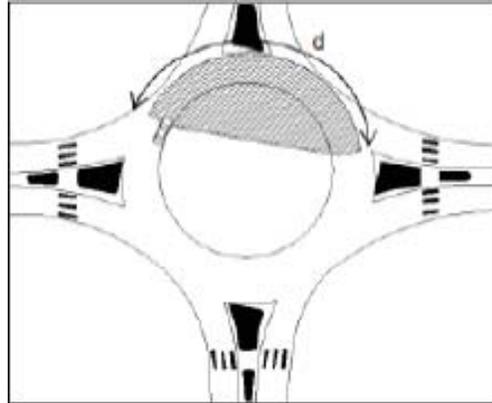
- a) Jarak pandang henti pendekat merupakan jarak aman yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat memberhentikan kendaraannya dalam mengantisipasi obyek atau penyebrang jalan pada lengan pendekat.



Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Gambar 2.9 Jarak Pandang Henti Pendekat

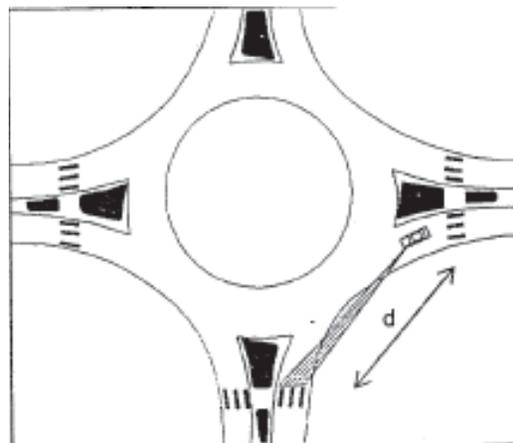
- b) Jarak pandang henti jalur lingkaran merupakan jarak aman yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat memberhentikan kendaraannya dalam mengantisipasi obyek di jalur lingkaran



Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Gambar 2.10 Jarak Pandang Henti Jalur Lingkar

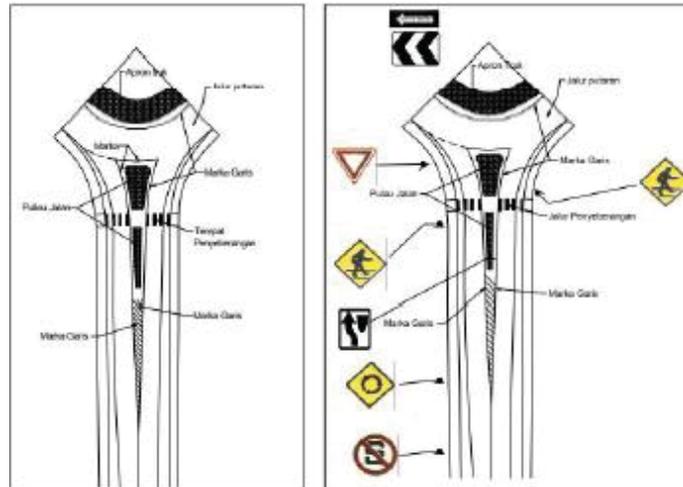
- c) Jarak pandang henti jalur penyebrang jalan pada jalur keluar merupakan jarak aman yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat memberhentikan kendaraannya dalam mengantisipasi obyek atau penyebrang jalan pada jalur keluar.



Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Gambar 2.11 Jarak Pandang Henti Jalur Penyebrang Jalan pada Jalur Keluar

13. Spesifikasi pemarkaan dan perambuan mengacu kepada tata cara pemarkaan dan perambuan nomor: Pd. T-12-2004-B, Pedoman Marka Jalan. Persyaratan minimum penempatan rambu dan pemarkaan pada bundaran dapat dilihat pada Gambar 2.11



Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Gambar 2.12 Tipikal Marka dan Rambu Jalan

14. Fasilitas yang ada pada bundaran yaitu :
- Inlet sistem drainase jalan ditempatkan di sisi luar diameter bundaran. Untuk bundaran dengan kemiringan jalur relatif datar (mendekati 0,5%), selain ditempatkan di sisi luar diameter jalur lingkaran bundaran, inlet juga dapat ditempatkan di garis kereb pulau pusat atau apron truk.
 - Lahan parkir dan halte harus jalur lingkaran bundaran terbebas dari parkir kendaraan. Parkir di lengan Bundaran sebaiknya ditempatkan sejauh mungkin dari jalur lingkaran bundaran. Direkomendasikan lokasi parkir sekurang-kurangnya 50 meter dari jalur penyebrangan (*zebra cross*), menjauhi titik pusat bundaran. Halte bus ditempatkan sekurang-kurangnya 50 meter dari jalur penyebrangan, menjauhi titik pusat bundaran.
 - Akses jalan dapat ditempatkan sekurang-kurangnya sejauh 7 meter dari jalur penyebrangan pada lengan pendekat, menjauhi pusat bundaran dan difasilitasi dengan jalur lambat. Jalur lingkaran harus terbebas dari akses lahan maupun pergerakan pejalan kaki.
 - Dimensi dari jalur pejalan kaki (trotoar) mengacu kepada SNI No. 03-2447-1991, spesifikasi trotoar dan tata cara perencanaan fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan 011/T/Bt/1995. Untuk menghindari pejalan kaki melintasi jalur lingkaran, terlebih jika pulau

pusat dilengkapi oleh apron truk sebaiknya antara jalur pejalan kaki dengan perkerasan jalan dibuat jalur hijau atau pagar. Perlakuan ini akan memaksa pejalan kaki untuk menyebrang jalan di lokasi-lokasi yang sudah ditentukan.

2.3 Metode Perhitungan

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, bahwa prosedur dan metode yang digunakan mempunyai dasar yang empiris. Alasannya karena perilaku lalu lintas pada bagian jalinan dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur dan antri tidak memungkinkan penggunaan suatu model yang berdasarkan pada pengambilan celah.

Beberapa hal yang penting digunakan dalam metode ini adalah :

1. Kapasitas (C)
2. Derajat Kejenuhan (DS)
3. Tundaan Bagian Jalinan Bundaran
4. Peluang Antrian Bagian Jalinan Bundaran

2.3.1 Perhitungan Kapasitas

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (Ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Perhitungan kapasitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$C = 135 \times W_W^{1,3} \times (1 + W_E/W_W)^{1,5} \times (1 + P_W/3)^{0,5} \times (1 + W_W/L_W)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad (2.3)$$

Dengan keterangan :

- C : Kapasitas (smp/jam)
 C_0 : Kapasitas dasar untuk kondisi tertenttu/ideal (smp/jam)
 W_E : Lebar masuk rata-rata (m) ; $\frac{1}{2} (W_1 + W_2)$
 W_W : Lebar jalinan (m)
 L_W : Panjang jalinan (m)
 P_W : Rasio jalanan (smp/jam) ; (Q_w/Q_{TOT})
 Q_w : Arus pada jalinan (smp/jam)

Q_{TOT} : Arus total (smp/jam)

F_{CS} : Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{RSU} : Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan ak bermotor.

Tabel 2.8 merupakan table variable masukan untuk menentukan kapasitas (smp/jam) dengan menggunakan model tersebut (MKJI,1997)

Tabel 2.8 Variabel Masukan untuk Model Kapasitas pada Bagian Jalinan

Tipe Variabel	Variabel dan Nama Masukan	Faktor Model	
Geometrik	Lebar masuk rata-rata	W_E	
	Lebar jalinan	W_W	
	Panjang jalinan	L_W	
	Lebar/panjang	W_W/L_W	
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	F_{cs}
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
	Rasio kendaraan tak bermotor	P_{UM}	F_{rsu}
Lalu lintas	Rasio jalanan	P_W	

Sumber : MKJI, 1997

Kapasitas bundaran pada keadaan lalu-lintas lapangan (ditentukan oleh hubungan antara semua gerakan) dan kondisi lapangan, didefinisikan sebagai arus lalu lintas total pada saat bagian jalinan yang pertama mencapai kapasitasnya.

2.3.1.1 Kapasitas Dasar

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia, kapasitas dasar dihitung dengan menggunakan rumus berikut. Variable masukan adalah lebar jalinan (W_W), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_W), rasio menjalin (P_W) dan rasio lebar/panjang jalinan (W_W/L_W). Kapasitas dasar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_0 = 135 \times W_W^{1.3} \times (1 + W_E / W_W)^{1.5} \times (1 - P_W/3)^{0.5} \times (1 + W_W/L_W)^{-1.8} \quad (2.4)$$

2.3.1.2 Kondisi Lingkungan

1. Faktor penyesuaian ukuran kota

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota (juta jiwa).

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota (CS)	Penduduk Juta	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
Sangat Kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 - 0,5	0,88
Sedang	0,5 - 1,0	0,94
Besar	1,0 - 3,0	1
Sangat Besar	>3,0	1,05

Sumber : MKJI,1997

2. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Kelas Tipe Lingkungan Jalan RE	Kelas Hambatan Samping SF	Rasio Kendaraan Tak Bermotor (Pum)					
		0	0,5	1	0,15	0,2	>0,2
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,7
	Rendah	0,95	0,9	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75

Sumber : MKJI,1997

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) tabel berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama

seperti kendaraan ringan, yaitu $empu_{UM} = 1,0$. Persamaan berikut dapat digunakan jika pemakai mempunyai bukti bahwa $empu_{UM} \neq 1,0$, yang mungkin merupakan keadaan jika kendaraan tak bermotor tersebut terutama berupa sepeda.

$$FRSU(PUM \text{ sesungguhnya}) = FRSU(PUM=0) \times (1 - p_{UM} \times emp_{UM})$$

2.3.1.3 Kondisi Lalu Lintas (*Traffic Condition*)

1. Data Masukan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), kondisi lalu lintas dapat ditentukan menurut Lalu Lintas Harian Rata-Rata tahunan (LHRT) dengan faktor-k yang sesuai untuk konversi dari LHRT menjadi arus per jam (umum untuk perancangan), atau menurut arus lalu lintas jam rencana Q_{DH} . Nilai normal parameter lalu lintas dapat digunakan untuk keperluan perancangan sampai data yang lebih baik tersedia pada Tabel 2.11, Tabel 2.12, dan Tabel 2.13

Tabel 2.11 Nilai Normal Faktor-k

Lingkungan Jalan	Faktor-k - ukuran kota	
	>1 juta	<1 juta
Jalan di daerah komersial dan Jalan arteri	0,07 - 0,08	0,08 - 0,10
Jalan di daerah permukiman	0,08 - 0,09	0,09 - 0,12

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.12 Nilai Normal Komposisi Lalu Lintas

Ukuran Kota Juta Penduduk	Komposisi lalu lintas kendaraan bermotor %			Rasio Kend. Tak Bermotor (UM/MV)
	Kend. Ringan LV	Kend. Berat HV	Sepeda Motor MC	
>3 j	60	4,5	35,5	0,01
1 - 3 j	55,5	3,5	41	0,05
0,5 - 1 j	40	3	57	0,14
0,1 - 0,5 j	63	2,5	34,5	0,05
<0,1 j	63	2,5	34,5	0,05

Sumber : MKJI, 1997

Nilai normal rasio jalinan P_w rasio belok pada bundaran dan faktor smp berikut dapat digunakan jika informasi yang lebih baik tidak tersedia, lihat **Tabel 2.13** (MKJI, 1997)

Tabel 2.13 Nilai Normal Lalu Lintas Umum

Faktor	Normal
Rasio jalinan P_w	0,75
Rasio belok kiri PLT	0,15
Rasio belok kanan PLT	0,15
Faktor smp, FSMP	0,83

Sumber : MKJI,1997

2. Prosedur Perhitungan Arus Lalu-Lintas dalam Satuan Mobil Penumpang Khristy dan Lall (2003) menyatakan bahwa arus lalu lintas adalah suatu fenomena yang kompleks. Cukup dengan sekedar pengamatan sepintas saja ketika kita berkendara di sebuah jalan tol (*freeway*), kita dapat mengetahui bahwa pada saat arus lalu lintas meningkat, umumnya kecepatan akan menurun. Kecepatan juga akan menurun ketika kendaraan-kendaraan cenderung berkumpul menjadi satu entah dengan alasan apa pun. Data arus lalu lintas terklasifikasi per jam tersedia untuk masing-masing gerakan.
 - Jika data arus lalu lintas terklasifikasi tersedia untuk masing-masing gerakan, data tersebut dapat dimasukkan dalam satuan kendaraan/jam'
 - Konversi ke dalam smp/jam dilakukan dengan mengalikan arus dalam kend/jam dengan emp seperti dalam tabel 2.8 (MKJI,1997)

Tabel 2.14 Faktor Ekivalen Mobil Penumpang (emp)

Klasifikasi Kendaraan	Emp
Kendaraan ringan (LV)	1
Kendaraan berat (HV)	1,3
Sepeda motor	0,4

Sumber : MKJI,1997

Data arus lalu lintas per jam tidak terklasifikasi tersedia untuk masing-masing gerakan.

- Masukan arus lalu lintas untuk masing-masing gerakan dalam kendaraan/jam
- Hitung faktor smp F_{SMP} dari emp yang diberikan dan data komposisi arus lalu lintas kendaraan bermotor dan masukkan hasilnya

$$F_{SMP} = (\text{emp}_{LV} \times LV\% + \text{emp}_{HV} \times HV\% + \text{emp}_{MC} \times MC\%) / 100 \quad (2.6)$$

- Hitung arus total dalam smp/jam untuk masing-masing gerakan dengan mengalihkan arus dalam kendaraan/jam dengan F_{SMP} dan masykan hasilnya.

2.3.2 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia derajat kejenuhan adalah perbandingan rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) dan digunakan sebagai faktor kunci dalam menilai dan menentukan tingkat kinerja suatu segmen jalan. Derajat kejenuhan (DS) bagian jalinan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (MKJI,1997) :

$$DS = Q_{SMP} / C \quad (2.7)$$

Keterangan :

Q_{SMP} : Arus total kendaraan (smp/jam)

C : Kapasitas (smp/jam)

2.3.3 Perhitungan Tundaan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia tundaan pada bagian jalinan dapat terjadi karena dua sebab, yaitu: tundaan lalu lintas (DT) akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan yang lain dalam persimpangan. Tundaan geometrik (DG) akibat perlambatan dan percepatan lalu lintas.

Tundaan lalu lintas bagian jalinan (DT) adalah tundaan rata-rata lalu lintas perkendaraan yang masuk ke bagian jalinan. Tundaan lalu lintas ditentukan dari hubungan antara tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan. Tundaan rata-rata bagian jalinan dan tundaan geometrik pada bagian jalinan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$D = DT + DG \quad (2.8)$$

$$DG = (1 - DS) \times 4 + DS \quad (2.9)$$

Keterangan :

D : Tundaan rata-rata bagian jalinan (det/smp)

DT : Tundaan lalu lintas rata-rata bagian jalinan (det/smp)

DG : Tundaan geometric rata-rata bagian jalinan (det/smp)

Tundaan lalu lintas bundaran adalah rata-rata kendaraan yang masuk kedalam bundaran. Dihitung sebagai berikut :

$$DTR = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{MASUK}; i = 1 \dots n \quad (2.10)$$

Keterangan :

i : Bagian jalinan I dalam bundaran

n : Jumlah bagian jalinan dalam bundaran

Q_i : Arus total pada bagian jalinan I (smp/jam)

DT_i : Tundaan lalu lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det.smp)

Q_{MASUK} : Jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

Tundaan bundaran (DR) adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung sebagai berikut :

$$DR = DTR + 4 \quad (2.11)$$

2.3.4 Peluang Antrian

Peluang antrian dengan lebih dari dua kendaraan didaerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal. Peluang antrian dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dengan derajat kejenuhan. Peluang antrian pada bundaran dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$QPR\% = \text{maks. dari } (QP_i\%); i = 1 \dots n \quad (2.12)$$

Keterangan :

QP_i : Peluang antrian jalinan (%)

QPR : Peluang antrian bundaran (%)

n : Jumlah bagian jalinan dan bundaran

2.4 Metode Perhitungan Kinerja Ruas Jalan

2.4.1 Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas ruas jalan adalah jumlah lalu lintas kendaraan maksimal yang dapat ditampung pada ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalu lintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan. Persamaan dasar untuk menghitung kapasitas suatu ruas jalan pada persamaan sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (2.13)$$

Keterangan :

C : Kapasitas (smp/jam)

C_0 : Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W : Faktor koreksi kapasitas akibat lebar jalan

FC_{SP} : Faktor koreksi kapasitas akibat pembagian arah (berlaku untuk jalan tak terbagi)

FC_{SF} : Faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping

FC_{CS} : Faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota

2.4.1.1 Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar adalah kapasitas segmen jalan untuk kondisi tertentu sesuai kondisi geometrik, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan. Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kasus dasar atau ideal tertentu, maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar (C_0). Tabel 2.15 merupakan nilai kapasitas dasar ditentukan berdasarkan tipe jalan sesuai dengan nilai yang tertera

Tabel 2.15 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (C_0)

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Keterangan
4 Lajur Terbagi atau Jalan Satu Arah	1650	Per Lajur
4 Lajur Tak Terbagi	1500	Per Lajur
2 Lajur Tak Terbagi	2900	Total Dua Arah

Sumber : MKJI,1997

Kapasitas dasar untuk jalan yang lebih dari 4 lajur dapat diperkirakan dengan menggunakan kapasitas per lajur pada tabel meskipun mempunyai lebar jalan yang tidak baku

2.4.2 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Ukuran Kota (FC_{CS})

Faktor koreksi kapasitas untuk ukuran kota dinilai berdasarkan jumlah penduduk dalam satuan juta pada suatu kota yang nantinya akan menentukan faktor koreksi ukuran kota yang disesuaikan berdasarkan jumlah penduduk. Tabel 2.16 merupakan faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota (FC_{CS})

Tabel 2.16 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Ukuran Kota (FCCS)

Ukuran Kota (juta penduduk)	Faktor Koreksi untuk Ukuran Kota
<0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,9
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1
>3,0	1,04

Sumber : MKJI,1997

2.5 Perhitungan Proyeksi Volume Lalu Lintas

Untuk memproyeksi volume lalu lintas pada tahun yang ditinjau digunakan rumus yang dapat ditentukan dengan persamaan

$$Q_n = Q_0 (1 + i)^n \quad (2.14)$$

Keterangan :

Q_n : Jumlah volume kendaraan pada tahun rencana

Q_0 : Jumlah volume kendaraan pada tahun sebelumnya

i : Angka pertumbuhan kendaraan pada periode tertentu (%)

n : Jangka waktu tinjauan (tahun)

2.6 Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk memproyeksi jumlah penduduk digunakan rumus bunga majemuk sebagai berikut :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \quad (2.15)$$

Keterangan :

P_n : Jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau

P_0 : Jumlah penduduk pada saat sekarang

r : Angka pertumbuhan penduduk (%)

n : Jangka waktu tinjauan (tahun)

2.7 Perhitungan Proyeksi Jumlah Kendaraan

Untuk memproyeksi jumlah kendaraan digunakan rumus bunga majemuk sebagai berikut :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \quad (2.16)$$

Keterangan :

P_n : Jumlah kendaraan pada tahun yang ditinjau

P_0 : Jumlah kendaraan pada saat sekarang

r : Angka pertumbuhan kendaraan (%)

n : Jangka waktu tinjauan (tahun)

2.8 VISSIM

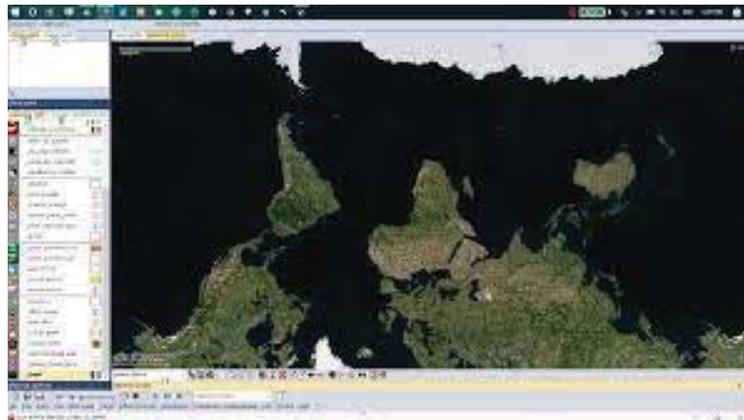
VISSIM (*Verkehr in städten simulation model*) merupakan perangkat lunak simulasi lalu lintas yang dapat membuat simulasi aliran-aliran lalu lintas. VISSIM dikembangkan oleh PTV *Planing Transport Verkehr* AG di *Karlsruhe, Jerman*. VISSIM ialah model simulasi mikrokopis, langkah waktu dan berbasis perilaku dikembangkan untuk memodelkan lalu lintas perkotaan dan operasi serta arus angkutan umum pejalan kaki. Program ini dapat menganalisis operasi angkutan pribadi dan umum di bawah kendala seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, rambu lalu lintas, perhentian, dan lain sebagainya. Yang menjadikannya sebagai alat yang berguna untuk evaluasi berbagai alternatif berdasarkan teknik transportasi dan langkah-langkah perencanaan efektivitas. Dengan demikian, arus pejalan kaki juga dapat di modelkan, baik secara eksklusif atau digabungkan dengan lalu lintas pribadi atau angkutan umum. VISSIM dapat di terapkan menjadi alat yang berguna dalam berbagai masalah transportasi (PTV VISION, 2011)

VISSIM model simulasi telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi lalu lintas, sehingga membuat *software* ini menjadi *software* yang berguna untuk mengevaluasi berbagai macam alternative rekayasa transportasi dan tingkat perencanaan paling efektif. VISSIM menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan besar dalam 3D. Selain itu, klip video dapat direkam dalam program, dengan kemampuan untuk secara dinamis mengubah pandangan dan perspektif. Elemen visual lainnya, seperti pohon, bangunan, fasilitas transit dan rambu lalu lintas, dapat dimasukkan ke dalam animasi 3D.

VISSIM adalah *software* yang bisa melakukan simulasi untuk lalu lintas mikroskopik, transportasi umum dan pejalan kaki. VISSIM adalah alat canggih yang tersedia untuk mensimulasikan aliran-aliran lalu lintas mukti moda, termasuk mobil, angkutan barang, bus, heavy rail, tram, LRT, sepeda motor, sepeda sehingga pejalan kaki. Pengguna *software* ini bisa memodelkan segala jenis konfigurasi geometrik ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi. VISSIM digunakan pada banyak kebutuhan simulasi lalulintas dan transortasi

umum, seperti skema perlambatan lalu lintas, studi tentang *light railbus rapid transit*, perkiraan penggunaan *intelligent transport system* yang sesuai, simpang bersinyal dan tidak bersinyal yang kompleks dan sebagainya. VISSIM digunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran, jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan. Dalam jaringan-jaringan transportasi berikut, VISSIM mampu memodelkan semua klasifikasi fungsi jalan mulai dari jalan raya lintas untuk sepeda motor hingga jalan raya untuk mobil. Jangkauan aplikasi jaringan VISSIM yang luas juga meliputi fasilitas-fasilitas transportasi umum, sepeda hingga pejalan kaki. Selain itu VISSIM juga bisa mensimulasikan geometrik dan kondisi operasional unik yang terdapat dalam sistem transportasi. Data-data yang ingin dimasukkan untuk dianalisis dilakukan sesuai keinginan pengguna.

Gambar 2.13 merupakan tampilan Antarmuka awal ketika memasuki software VISSIM



Sumber : VISSIM, 2022

Gambar 2.13 Antarmuka VISSIM

- Header* : Menunjukkan judul program, versi dan nama file jaringan
- Menu Bar* : Disediakan melalui klik mouse atau pintasan keyboard
- Tool Bar* : Kontrol editor jaringan dan fungsi simulasi
- Status Bar* : Menunjukkan instruksi pengeditan dan status simulasi
- Scroll Bar* : Pengguliran horizontal dan vertikal dari area tampilan jaringan. (PTV VISION, 2011)

2.8.1 Kalibrasi

Perilaku pengemudi atau *Driving Behaviour* merupakan parameter dari VISSIM yang secara langsung mempengaruhi kondisi antar kendaraan. *Driving Behaviour* harus disesuaikan dengan kondisi eksisting di lapangan agar simulasi yang dibuat pada *software* VISSIM dapat mewakili kondisi lapangan. Pengaturan ini disebut proses kalibrasi. Apabila hasilnya tidak mewakili kondisi di lapangan, maka diperlukan pengaturan ulang atau kalibrasi agar sesuai kondisi di lapangan dengan memasukkan data survei lapangan.