

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan mengenai analisis kinerja pada bundaran dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 antara lain sebagai berikut ini.

1. Kajian Kinerja Simpang Bersinyal Bundaran Kecil dan Simpang Tambun bungai di Palangka Raya Kalimantan Tengah (Permana dkk., 2017).
2. Faktor-Faktor Penyebab Munculnya *Activity Support* di Kawasan Ruang Publik Bundaran Hotel Indonesia Jakarta Pusat (Muskowati dkk., 2015).
3. Simulasi Perencanaan Ruang Henti Khusus pada Simpang Bersinyal Jalan Dr. Ir. H. Soekarno-Jalan Kertajaya Indah Surabaya Ditinjau dari Nilai Tundaan (Putra dan Ahyudanari, 2016).
4. Aplikasi Program Transit pada Simpang di Bawah Jenuh (Suteja dan Cahyani, 2002).
5. Studi Kelayakan Pembangunan *Flyover* di Simpang Gedangan Sidoarjo Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi Jalan Raya (Firmansyah dan Istiar, 2016).
6. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal untuk Simpang Jalan W. R. Supratman dan Jalan B. W. Lopian di Kota Manado (Bawangun dkk., 2015).
7. Analisis Sela Kritis (*Critical Gap*) Arus Lalu Lintas pada Simpang Tak Bersinyal (Suraji, 2011).
8. Pengaruh Pembangunan Palangkaraya Mall (PALMA) Terhadap Kinerja Lalu Lintas di Bundaran Besar Palangkaraya (Fransisco dan Alderina, 2010).
9. Evaluasi Kinerja Simpang Bundaran Soedarto dan Usulan Alternatif Pemecahannya (Sulistya dkk., 2014).
10. Pengaruh Kecepatan Kendaraan Terhadap Keselamatan Pengguna Kendaraan Bermotor Pada Simpang Tak Bersinyal (Romadhona dan Ramdhani, 2017).

2.1.1 Penelitian yang Terkait Dengan Analisis Bundaran

Permana dkk. (2017) melakukan penelitian tentang Kajian Kinerja Simpang Bersinyal Bundaran Kecil dan Simpang Tambun bungai di Palangka Raya Kalimantan Tengah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal bundaran kecil pada kondisi eksisting dengan metode MKJI 1997 dan metode pendekatan arus jenuh, mengetahui kinerja bundaran pada simpang bundaran kecil, dan mendapatkan perancangan koordinasi sinyal pada simpang Tambun Bungai untuk mengurangi tundaan. Hasil penelitian yang diperoleh metode MKJI 1997 dan metode pendekatan arus jenuh menghasilkan kinerja dengan tingkat pelayanan bernilai F untuk kondisi lalu lintas puncak rata-rata. Nilai tundaan rata-rata simpang dengan metode MKJI 1997 sebesar 324,66 det/smp dan metode pendekatan arus jenuh sebesar 264,24 det/smp.

Suraji (2011) pernah melakukan penelitian tentang Analisa Sela Kritis (*Critical Gap*) Arus Lalu Lintas pada Simpang tak-Bersinyal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji tentang sela-terima pada suatu simpang yang tidak bersinyal. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan melakukan pengamatan sela-terima, pengamatan dilakukan dengan tidak secara langsung namun menggunakan kamera video dan diputar ulang di laboratorium. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu model sela terima didapatkan dengan persamaan kuadrat $y=3,964 - 2,155x + 0,67x^2$ dengan nilai x adalah sela dan y adalah frekuensi, didapatkan pula titik sela kritis yang merupakan pertemuan antara kurva model sela tolak dan kurva pada simpang tak bersinyal sebesar 0,5 detik.

Mustikowati dkk. (2015) melakukan penelitian tentang Faktor-Faktor Penyebab Munculnya *Activity Support* di kawasan Ruang Publik Bundaran Hotel Indonesia Jakarta Pusat. *Activity Support* yaitu aktivitas yang berada disekitar kawasan ruang publik bundaran HI, sebagai contoh yaitu adanya pedagang kaki lima dan hiburan jalanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab munculnya *activity support* di kawasan ruang publik Bundaran HI, dengan harapan akan mempermudah upaya mengoptimalkan desain suatu kawasan ruang publik di lingkungan perkotaan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat penyebab munculnya *activity support* di kawasan ruang publik bundaran. Faktor-faktor penyebab hal tersebut

antara lain faktor dalam yaitu faktor sirkulasi dan lokasi parkir, faktor keragaman dan aktivitas visual dan faktor karakteristik kawasan dan fungsi parkir. Adapun faktor luar yaitu faktor batas elemen luar, faktor bentuk, makna dan arti ruang public dan faktor aksesibilitas dan visual.

Putra dan Ahyudanari (2016), melakukan penelitian tentang Simulasi Perencanaan Ruang Henti Khusus Pada Simpang Bersinyal Jalan Dr.Ir.H. Soekarno – Jalan Kertajaya Indah Surabaya Ditinjau Dari Nilai Tundaan. Analisis kinerja pada simpang bersinyal jalan Dr. Ir. H. Soekarno-Jalan Kertajaya Indah ditinjau dari nilai tundaan. Metode yang digunakan menggunakan proses simulasi yang terdiri dari simulasi kedatangan, simulasi antrian dan simulasi pelepasan. Parameter yang digunakan menggunakan acuan waktu, dimana hasil dari sebelum dan sesudah diterapkan ruang henti khusus dibandingkan dengan pola grafik yang mengacu pada nilai durasi lepas dan durasi tunggu. Makin besar nilai dua durasi tersebut maka makin besar nilai tundaan yang terjadi pada antrian kendaraan. Hasil yang diperoleh untuk dimensi dan tipe ruang henti khusus yang diterapkan pada lokasi studi adalah ruang henti khusus tipe kotak dengan panjang 12 meter. Hasil kinerja yang diperoleh muncul tiga kondisi yang mana kondisi ini menggambarkan pola grafik yang berbeda tergantung dari perubahan komposisi antrian akibat adanya penerapan ruang henti khusus.

Suteja dan Cahyani (2002) melakukan penelitian tentang Aplikasi Program Transyt Pada Simpang Di Bawah Jenuh. Pengkoordinasian dua simpang dibawah jenuh (*undersaturated*) yang dianalisa, dimaksudkan untuk mengurangi tundaan, waktu perjalanan dan biaya perjalanan yang terjadi. Dari hasil analisa dengan menggunakan Program Transyt diperoleh kinerja simpang seperti nilai indek kinerja sebelum koordinasi sebesar Rp 12.149.550/jam dan Rp 8.164.300/jam setelah koordinasi, tundaan total yang terjadi berkurang 35,7% dari tundaan sebelum dikoordinasikan dan waktu perjalanan yang lebih cepat 12,5% dari waktu perjalanan semula. Di samping nilai indek kinerja paling minimum yang didapat dengan waktu siklus 90 detik.

Firmansyah dan Istiar (2016) melakukan penelitian tentang Studi Kelayakan Pembangunan *Flyover* Di Simpang Gedangan Sidoarjo Di Tinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi Jalan Raya. Studi kelayakan yang didasarkan pada

kinerja lalu lintas, adalah untuk membandingkan derajat kejenuhan jalan sebelum dan sesudah jembatan dibangun. Sementara studi kelayakan yang didasarkan pada jalan raya ekonomi, ditinjau dari parameter *BCR* (rasio nilai sekarang manfaat dengan biaya) dan *NVP* (selisih nilai sekarang antara manfaat biaya) dari konstruksi *flyover* Gedangan. Metode yang digunakan untuk analisis kinerja lalu lintas, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), dan untuk merdoo yang digunakan kendaraan analisis biaya operasi, metode Jasa Marga dan metode Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks. Dengan pembangunan jembatan, derajat kejenuhan berkurang dari 1,4 ke 0,7 untuk arah Surabaya-Sidoarjo, dan sementara derajat kejenuhan dalam arah yang berlawanan berkurang dari 1,39 ke 0,7. Jadi pembangunan *flyover* tersebut layak, ditinjau dari kinerja lalu lintas. Sedangkan perhitungan analisis kelayakan ekonomi, diperoleh nilai *CBR* adalah 24 *Net Present Value* adalah 2.140.715.260.868. sehingga pembangunan *flyover* Gedangan persimpangan Sidoarjo adalah layak secara ekonomis.

Bawangun dkk. (2015) melakukan penelitian tentang Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Untuk Simpang Jalan W.R SUPRATMAN Dan Jalan B.W Lapian Di Kota Manado. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis simpang tiga tak bersinyal, menganalisis persimpangan untuk meningkatkan kinerja simpang, dan menganalisis persimpangan dengan melakukan pelebaran jalan. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa simpang Jalan W. R. Supratman dan Jalan B. W. Lapian memiliki nilai Derajat Kejenuhan (DS) = 1,036 pada jam sibuk Senin sore berdasarkan perhitungan pada MKJI 1997. Hal ini mengindikasikan bahwa saat ini kondisi simpang itu buruk. Hasil analisis menunjukkan apabila Simpang Tiga Tak Bersinyal Jalan B.W.Lapian dan Jalan W.R.Supratman diterapkan pelarangan belok kanan untuk jalan minor, pelebaran jalan utama dan pelebaran jalan minor, maka nilai Derajat Kejenuhan = 0,666.

Fransisco dan Alderina (2010) melakukan penelitian tentang Pengaruh Pembangunan Palangkaraya Mall (PALMA) Terhadap Kinerja Lalu Lintas Di Bundaran Besar Palangkaraya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pengembangan kawasan dengan dibangunnya Palangkaraya Mall (PALMA) terhadap kapasitas jalan di bundaran besar Palangka Raya. Metode yang digunakan adalah survey untuk data primer, deskripsi untuk data kawasan.

Hasil yang diperoleh adalah dapat mengetahui kapasitas Bundaran Besar terbesar terutama pada jam-jam puncak (19.00-20.00 WIB) terdapat pada bagian jalinan jalan Tjilik Riwut-Jl. Katamso sebesar 443 smp/jam untuk arus terkecil terdapat pada bagian jalinan jalan Imam Bonjol sebesar 290 smp/jam terutama pada jam 08.00-09.00 WIB. Pengembangan atau penambahan zona perdagangan di kawasan Bundaran Besar Palangka Raya mengakibatkan peningkatan pergerakan lalu lintas berupa bagkitan sebesar 1,5 smp/jam/Ha dan tarikan sebesar 1,5 smp/jam/Ha.

Sulistya dkk. (2014) melakukan penelitian tentang Evaluasi Kinerja Simpang Bundaran Soedarto Dan Usulan Alternatif Pemecahnya. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pergerakan lalu lintas di kawasan bundaran ini, membuat beberapa alternatif penanganan kawasan bundaran, dan menentukan alternatif terbaik. Metode kuantitatif untuk menganalisis kinerja Bundaran Soedarto dan jaringan jalan sekitarnya mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997). Didapat nilai (DS) Bundaran Soedarto saat ini 0.877, dan derajat kejenuhan (DS) perempatan peternakan 0,93. Tiga usulan penanganan kawasan ini meliputi perubahan bundaran dan median menjadi simpang prioritas, kanalisasi, dan penutupan bundaran. Hasil dari penelitian ini adalah Analisis kualitatif dengan AHP menunjukkan bahwa alternatif 3 merupakan alternatif terbaik.

2.1.2 Transportasi

Menurut Morlok (1991), transportasi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk melakukan perpindahan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain, baik dengan atau tanpa sarana tertentu. Transportasi juga dapat diartikan sebagai usaha untuk menggerakkan atau memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan system tertentu untuk tujuan tertentu. Dalam permasalahan transportasi biasanya tidak lepas dari hal-hal berikut ini.

1. Tata Guna Lahan

Tata guna lahan menunjukkan kegiatan yang ada dan menempati petak lokasi yang bersangkutan. Setiap petak dapat mencirikan tiga ukuran dasar, yaitu

jenis kegiatan yang terjadi, intensitas penggunaan, dan hubungan antara tata guna lahan.

2. Penduduk

Penduduk merupakan faktor utama yang memengaruhi masalah transportasi. Dalam semua lingkup perencanaan penduduk tidak dapat diabaikan. Pelaku utama pergerakan adalah manusia, karena itulah pengetahuan akan tingkah laku dan perkembangan penduduk merupakan bagian pokok dalam perencanaan transportasi.

3. Keadaan Sosial Ekonomi

Aktivitas manusia sering kali dipengaruhi oleh keadaan sosial ekonominya, sehingga pergerakan manusia juga dipengaruhi oleh sosial ekonominya. Pekerjaan, penghasilan, dan kepemilikan kendaraan seseorang akan mempengaruhi jumlah perjalanan yang dilakukan, jalur perjalanan digunakan, waktu perjalanan, dan jenis kendaraan yang digunakan.

2.1.3. Manajemen Lalu Lintas

Berdasarkan PP Nomor 43 Tahun 1993 tentang prasarana dan lalu lintas jalan, manajemen lalu lintas meliputi kegiatan perencanaan, pengawasan, dan pengendalian lalu lintas. Kegiatan perencanaan ada beberapa bagian :

- a. Mengevaluasi tingkat pelayanan suatu jaringan jalan.
- b. Penentuan tingkat pelayanan.
- c. Penyelesaian suatu permasalahan lalu lintas.
- d. Penyusunan rencana (program) lalu lintas pada suatu jaringan jalan, seperti pembuatan rambu, marka, dan lampu lalu lintas.

Kegiatan pengaturan lalu lintas meliputi penentuan kebijakan lalu lintas pada suatu jaringan jalan, seperti pembuatan rambu, marka, dan lampu lalu lintas.

Kegiatan pengendalian lalu lintas yaitu :

- a. Mengawasi jalannya kegiatan lalu lintas.
- b. Melakukan tindak lanjut terhadap kebijakan lalu lintas yang tidak sesuai.
- c. Mengarahkan pemakai jalan agar mengikuti kebijakan lalu lintas yang ada.
- d. Memberikan pengarahan mengenai hak dan kewajiban untuk mengikuti kebijakan lalu lintas yang ada kepada masyarakat.

2.1.4. Persimpangan

Persimpangan jalan adalah suatu daerah yang memiliki dua ruas jalan atau lebih yang saling bertemu dan berpotongan dan memiliki fasilitas jalur jalan dan tepi jalan yang terdapat pergerakan lalu lintas didalamnya. Persimpangan merupakan bagian yang terpenting dari jalan raya karena sebagian besar dari efisien, kapasitas jalan, kecepatan, biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan, dan kenyamanan sangat tergantung terhadap perancangan persimpangan tersebut. Setiap persimpangan meliputi pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu arah atau lebih dilengkapi persimpangan dan meliputi pergerakan perputaran. Pergerakan lalu lintas ini dikendalikan dan diatur dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangannya.

Menurut Rusdiyanti (2014) terdapat beberapa jenis-jenis simpang, yaitu simpang tak bersinyal, simpang bersinyal, bundaran dan simpang susun. Simpang tak bersinyal biasanya digunakan pada volume lalu lintas yang rendah dengan kendaraan yang akan memasuki simpang mempunyai hak jalan lebih dahulu daripada kendaraan yang sebelum memasuki simpang tersebut, berbeda dengan simpang bersinyal yang digunakan pada volume lalu lintas yang cukup tinggi dengan kendaraan yang akan memasuki simpang harus secara bergantian dengan pengaturan lampu lalu lintas. Selain simpang bersinyal terdapat alternatif lain yaitu bundaran dan simpang susun. Bundaran dapat menghasilkan antrian yang lebih kecil pada jam tidak sibuk dengan peningkatan pemilihan control, sedangkan simpang susun dapat meningkatkan kapasitas dengan persilangan dibuat tidak sebidang karena kapasitas jaringan jalan ditentukan oleh kapasitas persilangannya.

2.1.5. Bundaran

Bundaran dianggap sebagai salah satu kasus istimewa dari konflik simpang dimana di bagian tengah simpang terdapat pulau yang berfungsi sebagai pengatur dan pemberi arah kepada system lalu lintas yang berputar satu arah didalamnya

(Morlok, 1991). Dengan cara ini, pergerakan persilangan pada simpang akan hilang dan akan digantikan dengan gerakan menyalip dan berpindah jalur.

Prinsip utama perancangan suatu bundaran adalah untuk menjamin keamanan *interchange* kendaraan dan dapat meminimalisir konflik terjadi ketika para kendaraan saling bertemu di titik pertemuan simpang. Terdapat dua pedoman dalam pengoperasian suatu bundaran. Pedoman yang pertama, apabila pada daerah tersebut terjadi arus kendaraan maksimum pada setiap waktunya dapat ditandai dengan batasan fisik geometrik jalan dengan ruas yang tersedia. Sedangkan pedoman yang kedua, ketika pada daerah tersebut terdapat arus kendaraan yang tidak terlalu tinggi tetapi kecepatan kendaraan sangat tinggi, maka tingkat kecelakaan di daerah tersebut akan cukup tinggi.

Bundaran secara khusus dibutuhkan bila:

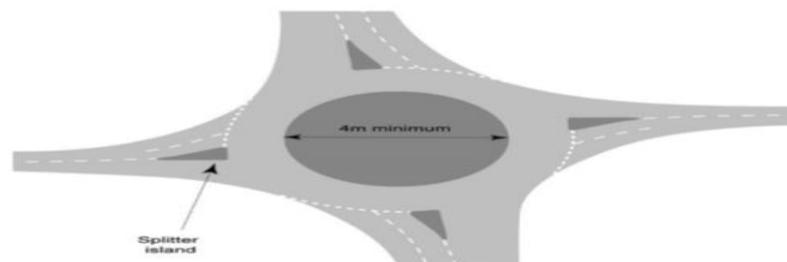
1. Pergerakan arus lalu lintas tidak berlawanan dari dua jalan atau lebih yang masuk simpang sama besar pada saat yang sama.
2. Arus lalu lintas belok kanan cukup besar.
3. Simpang lebih dari 4 lengan (simpang lima atau lebih).

2.1.6. Tipe-tipe Bundaran

Menurut buku *Transportasi Planning and Traffic Engineering* (O'Flahertyy, 1997), bundaran dibedakan ke dalam 3 jenis yaitu :

1. Bundaran normal (*Normal Roundabout*)

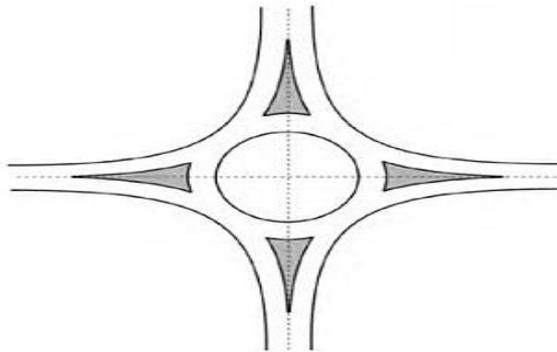
Bundaran tipe normal memiliki diameter pulau tengah 4 meter atau lebih, dan biasanya memiliki 3 sampai 4 lengan masuk dengan pendekatan yang diperlebar untuk menyediakan jalur masuk yang lebih banyak. Jenis bundaran ini biasanya bekerja dengan baik pada simpang empat lengan dan pada simpang T dengan volume lalu lintas pada tiap lengan seimbang.



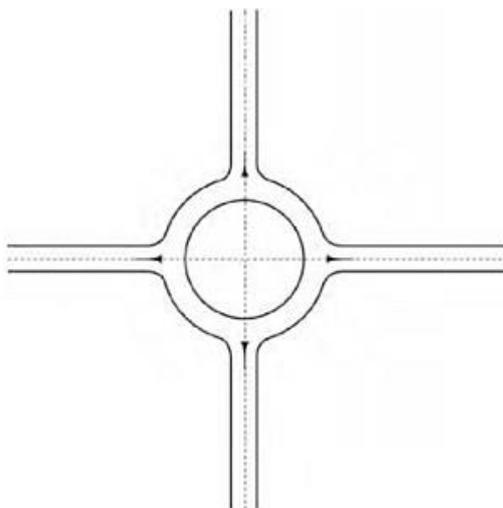
Gambar 2.1 Bundaran Normal (*Normal Roundabout*) (Design for Manual Roads and Bridges, 2007).

2. Bundaran Kecil (*Mini Roundabout*)

Bundaran kecil memiliki diameter pulau tengah kurang dari 4 meter. Biasanya pulau tengah hanya berupa marka jalan. Pada bundaran kecil terdapat dua jenis bundaran yang di tunjukan pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 dimana perbedaan hanya terletak pada tersedianya pelebaran jalur yang mendekati pulau di pusat bundaran dan biasanya ini tidak digunakan untuk kecepatan lalu lintas tinggi.



Gambar 2.2 Bundaran Kecil dengan Pulau Pendekat (*Design for Manuals Roads and Bridges, 2007*).

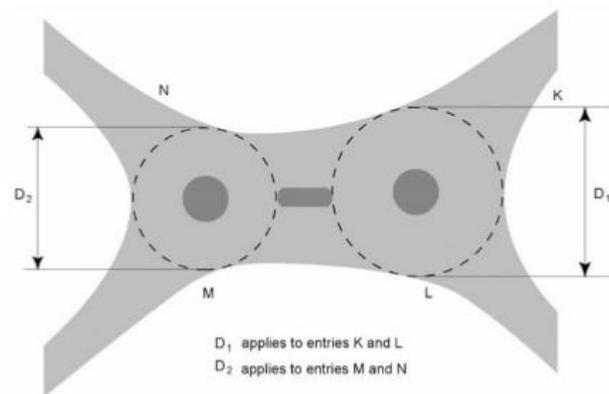


Gambar 2.3 Bundaran Kecil Tanpa Pulau Pendekat (*Design for Manuals Roads and Bridges, 2007*).

3. Bundaran Ganda (*Double Junction*)

Bundaran tipe ini merupakan gabungan dari bundaran tipe normal dan bundaran tipe mini yang satu sama lainnya letaknya berdampingan. Terdapat 2 jenis bundaran ganda yang dapat digunakan, yaitu :

- a. Bundaran Ganda Berdampingan (*Contagious Double Roundabout*)
- b. Bundaran Ganda dengan jalan penyambung terpusat (*Double Roundabout with Central Link Road*) ditunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Bundaran Ganda Dengan Jalan Penyambung Terpusat (*Design for Manuals Roads and Bridges, 2007*).

2.1.7. Komposisi Lalu Lintas

Kondisi lalu lintas pada jaman sekarang sudah hampir mencapai titik jenuh akibat dari padatnya lalu lintas yang dipenuhi oleh berbagai jenis kendaraan yang melintas. Kendaraan yang memenuhi jalanan dibagi menjadi beberapa jenis. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (Bina Marga, 1997) Komposisi lalu lintas dibagi menjadi :

- a. Kendaraan tak bermotor (*Unmotorized, UM*)

Kendaraan yang digerakan tanpa bantuan motor atau mesin yang memiliki 2 sampai 3 roda seperti sepeda, gerobak dan sebagainya.

- b. Kendaraan Bermotor (*Motorcycle, MC*)

Kendaraan yang digerakan dengan motor atau mesin yang memiliki 2 sampai 3 roda seperti sepeda motor dan kendaraan yang memiliki 3 roda.

c. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle, LV*)

Kendaraan yang digerakan dengan mesin atau motor yang memiliki 2 as dengan 4 roda dan dengan jarakmas berkisar 2-3 meter. Jenis kendaraan ini meliputi mobil penumpang, mobil gerobak, oplet, bus kecil, dan truk kecil.

d. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle, HV*)

Kendaraan yang digerakan dengan mesin atau motor yang memiliki lebih dari 4 roda meliputi bus besar, truk 2 as, truk 3 as dan gandeng.

2.1.8. Titik Konflik

Setiap persimpangan terdapat pergerakan lalu lintas yang menerus lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari setiap lengan persimpangan dan juga mencakup pergerakan perputaran. Setiap perpotongan yang terjadi pada pergerakan lalu lintas di simpang pasti memiliki titik konflik yang berbeda – beda tergantung dari jenis simpangnya. Pergerakan lalu lintas dapat dikendalikan berbagai cara, dari sifat kendaraan gerakan di saerah simpang, terdapat beberapa macam jenis pertemuan simpang, yaitu :

1. *Diverging* (Memisah)

Diverging adalah peristiwa bergabungnya arus kendaraan dari suatu jalur ke jalur lainnya.

2. *Merging* (Menggabung)

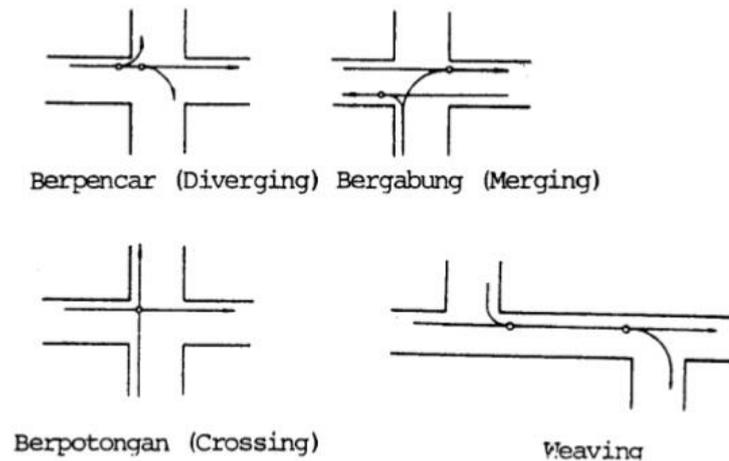
Merging adalah peristiwa bergabungnya arus kendaraan dari suatu jalur ke jalur lainnya.

3. *Crossing* (Memotong)

Crossing adalah peristiwa perpotongan arus antara kendaraan dari satu jalur ke jalur lain pada persimpangan di mana kondisi tersebut dapat menyebabkan munculnya titik konflik pada persimpangan tersebut.

4. *Weaving* (Menyilang)

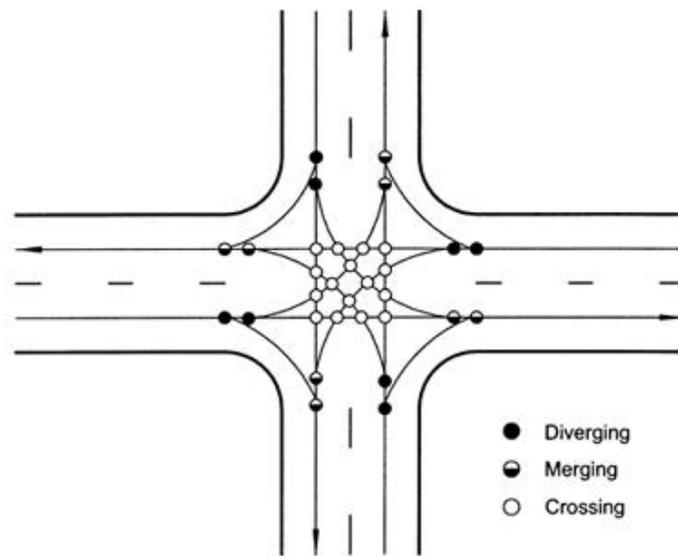
Weaving adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih berjalan kearah yang sama sepanjang suatu lintasan di jakan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan masuk menuju suau jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lain untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut sehingga kendaraan ini dapat menyebabkan munculnya titik konflik pada persimpangan tersebut.



Gambar 2.5 Contoh Konflik di Simpang (Bina Marga, 1997).

Keberadaan simpang pada jaringan jalan bertujuan agar kendaraan bermotor pejalan kaki, dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak ke dalam arah yang berbeda pada waktu bersamaan. Dengan demikian, pada persimpangan dapat terjadi suatu karakteristik yang unik dari persimpangan, yaitu munculnya konflik yang berulang karena pergerakan tersebut. Berdasarkan sifatnya, konflik yang ditimbulkan oleh pergerakan kendaraan dan keberadaan pejalan kaki dibedakan menjadi 2 jenis yaitu :

- Konflik Primer, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong.
- Konflik Sekunder, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan arus lalu lintas lainnya atau lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki.



Gambar 2.6 Konflik kendaraan pada persimpangan jalan (Bina Marga, 1997).

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

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

2.1.9. Tingkat Pelayanan Simpang

Dalam menentukan tingkat pelayanan simpang harus diketahui nilai dari parameter yang memberikan kontribusi pada pelayanan simpang. Menurut Kurniawan (2001), tingkat pelayanan di persimpangan jalan tanpa isyarat lampu lalu lintas dapat diketahui dengan melakukan prosedur penentuan sebagai berikut ini.

1. Volume lalu lintas dan kondisi geometri.
2. Lalu lintas berkonflik.
3. Ukuran peluang di dalam lalu lintas berkonflik.
4. Kapasitas peluang pada arus lalu lintas jalan utama .
5. Penyesuaian kapasitas untuk menghitung impedansi dan penggunaan berbagai jalur (*Shared line*).

Beberapa tingkat pelayanan yang dijelaskan diatas menjadi dasar penilaian parameter kinerja bundaran. Pada persimpangan jenis bundaran. Tingkat pelayanan dapat diukur dari parameter tingkat pelayanan yang berupa kapasitas, panjang antrian, dan derajat kejenuhan.

2.1.10. Kapasitas

Kapasitas dari infrastruktur transportasi menjelaskan tentang jumlah maksimum dari kendaraan, orang atau barang yang dapat melewati suatu ruas yang diberikan pada perjalanan dalam suatu periode waktu tertentu dengan fasilitas umum, keadaan lalu lintas dan kondisi yang dikontrol. Kondisi umum dari arus lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa hal yang telah diatur oleh penyedia prasarana lalu lintas dan pengukuran berdasarkan undang-undang yaitu:

1. Parameter geometrik yang berupa kemiringan, keuraman, tinggi tingkatan, jarak pandang, dll.
2. Jenis dan kelas jalan.
3. Komposisi lalu lintas berdasarkan ukuran dari kendaraan di jalan.
4. Teknologi pengaturan lalu lintas dan peraturan-peraturan mengenai jalan.
5. Faktor lain berupa cuaca, tindakan pengurangan kecelakaan, dll.

2.1.11. Waktu Tundaan

Tundaan di persimpangan adalah total hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu persimpangan. Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena antrian di persimpangan sampai kendaraan itu keluar dari persimpangan karena adanya pengaruh kapasitas simpang yang sudah tidak memadai. Nilai tundaan sangat mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan, maka semakin tinggi pula waktu tempuhnya.

Berdasarkan MKJI 1997 tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua hal yaitu :

1. Tundaan lalu lintas (*Delay of Traffic*, DT), merupakan akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
2. Tundaan geometrik (*Delay of Geometric*, DG), merupakan akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak terganggu.

Tundaan lalu lintas terdiri dari :

1. Tundaan seluruh simpang (DT_1), yaitu tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang.
2. Tundaan pada jalan minor (DT_{MB}), yaitu tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dan jalan minor.
3. Tundaan pada jalan utama (DT_{MA}), yaitu tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan utama.

Tundaan simpang (DT) didapatkan dari hasil penjumlahan DG dan DT , tundaan lalu lintas simpang dalam MKJI (1997) didasarkan pada asumsi-asumsi berikut ini.

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

2.1.12. Panjang Antrian

Panjang antrian adalah jarak panjang dari kendaraan yang mengantri di belakang garis henti pada simpang yang dimulai dari akhir lampu hijau atau awal lampu merah hingga lampu hijau awal kembali yang mana disebut fase lampu merah. Pada simpang bersinyal, antrian diakibatkan karena kendaraan berhenti menunggu waktu siklus pada simpang tersebut maka antrian dari kendaraan akan semakin panjang sehingga menyebabkan antrian mencapai simpang yang berada didekatnya. Sedangkan pada simpang tak bersinyal, antrian kendaraan diakibatkan oleh tundaan pada kendaraan yang ingin memasuki simpang yang terganggu oleh arus lalu lintas di dalam simpang.

Menurut MKJI (1997), panjang antrian adalah panjangnya antrian kendaraan akibat sinyal lalu lintas yang beroperasi. Panjang antrian didapatkan sebagai total kendaraan antri selama fase lampu merah dengan penyesuaian terhadap peluang pembebanan yang lebu untuk setiap luas rata-rata 20m² pada setiap lebar masuk masing-masing pendekat.

2.1.13. Derajat Kejenuhan

Menurut MKJI (1997), derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas yang biasanya dihitung per jam. Derajat kejenuhan menggambarkan kondisi lalu lintas pada suatu waktu tertentu ditunjukkan dengan nilai rasio antara 0 sampai dengan 1. Derajat kejenuhan yang menunjukkan nilai 2 menggambarkan kondisi lalu lintas yang sudah sangat padat akibat dari jumlah kendaraan yang berlebihan melewati suatu jalan dengan kapasitas jalan yang terbatas. Sedangkan derajat kejenuhan yang bernilai 0 menunjukkan bahwa jalan tidak dilalui kendaraan sama sekali atau tidak ada lalu lintas kendaraan.

Derajat kejenuhan pada lalu lintas ruas atau simpang menggambarkan kinerja lalu lintas secara berkepanjangan sehingga apabila dilakukan tindakan untuk mengatur lalu lintas harus didasarkan rasio derajat kejenuhan tersebut. Tindakan yang diambil untuk mengatur lalu lintas dalam hal mengatasi kepadatan yang terjadi pada lalu lintas di uji kinerjanya dapat berupa kegiatan fisik dan non fisik. Kegiatan fisik untuk mengatasi kepadatan lalu lintas tersebut dapat berupa pelebaran jalan atau membangun infrastruktur jalan lainnya berupa *fly over* atau *underpass*. Sedangkan kegiatan non fisik untuk mengatur kepadatan lalu lintas dapat berupa pengadaaan peraturan yang dapat memperketat kendaraan untuk melalui jalan tersebut.

2.1.14. Penanganan Umum Simpang Tak Bersinyal

Simpang yang sudah padat dengan arus lalu lintas harus dilakukan perbaikan agar simpang tetap melayani arus lalu lintas. Pemecahan permasalahan lalu lintas menurut Peraturan Menteri Perhubungan No: KM 14 Tahun 2006 yang dapat dilakukan untuk mempertahankan tingkat pelayanan yang diinginkan melalui upaya-upaya sebagai berikut ini.

- a. Peningkatan kapasitas ruas jalan, persimpangan dan/atau jaringan jalan,
- b. Pemberian prioritas bagi jenis kendaraan atau pengguna jalan tertentu,
- c. Penyesuaian antara permintaan perjalanan dengan tingkat pelayanan tertentu dengan mempertimbangkan keterpaduan antar moda,
- d. Penetapan sirkulasi lalu lintas, larangan dan/atau perintah bagi pengguna jalan.

Sedangkan teknik-teknik pemecahan lalu lintas menurut Peraturan Menteri No: KM 14 Tahun 2006 dalam upaya mempertahankan tingkat pelayanan pada persimpangan, mencakup antara lain :

- a. Simpang prioritas.
- b. Bundaran lalu lintas.
- c. Perbaikan geometric persimpangan.
- d. Pengendalian persimpangan dengan alat pemberi isyarat lalu lintas, dan persimpangan tidak sebidang.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Kondisi Lalu Lintas

Data lalu lintas dibagi dalam beberapa tipe kendaraan yaitu kendaraan ringan(LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tidak bermotor (UM). Arus lalu lintas tiap pendekatan dibagi dalam tipe pergerakan, antara lain : gerakan belok kanan (RT), belok kiri (ST), dan lurus (ST). Arus lalu lintas ini kemudian dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam. Dengan menggunakan ekuivalen mobil penumpang (emp) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Faktor ekuivalen mobil penumpang (Bina Marga, 1997).

Jenis Kendaraan	Kelas	(emp)
Kendaraan ringan	LV	1.0
Kendaraan berat	HV	1.3
Sepeda motor	MC	0.5

Kondisi lalu lintas dapat ditentukan menurut lalu lintas harian rata-rata Tahunan (LHRT) menjadi satu per jam. Nilai normal variable umum lalu lintas yang dapat digunakan untuk keperluan perencanaan adalah nilai normal faktor k_2 pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai normal faktor k (Bina Marga, 1997).

Lingkungan Jalan	Faktor k_2	
	>1 juta penduduk	<11 juta penduduk
Jalan di lingkungan komersil dan jalan arteri	0.07 – 0.08	0.08 – 0.10
Jalan di daerah pemukiman	0.08 – 0.09	0.09 – 0.12

Tabel 2.3 Nilai komposisi lalu lintas (Bina Marga, 1997).

Ukuran kota Juta penduduk	komposisi lalu lintas kendaraan bermotor			Rasio
	kendaraan Ringan LV	kendaraan berat HV	Sepeda motor MC	kendaraan tak bermotor (UM/MV)
>3 juta	60	4.5	35.5	0.01
1 – 3 juta	55.5	3.5	41	0.05
0.5 – 3 juta	40	3.0	57	0.14
0.1 – 0.5 juta	63	2.5	34.5	0.05
< 0.5 juta	63	2.5	34.5	0.05

Tabel 2.4 Nilai normal lalu lintas umum (MKJI,1997).

Faktor	Normal
Rasio jalinan P_w	0,75
Rasio belok kiri P_{LT}	0,15
Rasio belok kanan P_{RT}	0,15
Faktor-smp, F_{smp}	0,83

Nilai normal rasio jalinan P_w rasio belok kiri pada bundaran dan faktor-smp berikut dapat digunakan jika informasi yang lebih baik tidak tersedia. Untuk variable lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.5 Variabel arus lalu lintas (Bina Marga, 1997).

Bagian Jalinan	Arus masuk bundaran Q_{masuk}	Arus masuk bagian jalinan Q_{tot}	Arus menjalin Q_w	Rasio menjalin P_w
AB	$A=A_{LT}+A_{ST}+A_{RT}+A_{UT}$	$A+D- D_{LT}+C_{RT}+C_{UT}+B_{UT}$	$A- A_{LT}+D_{ST}+C_{RT}+B_{UT}$	Q_{wAB}/Q_{AB}

Tabel 2.6 Variabel arus lalu lintas (Bina Marga, 1997) (lanjutan).

Bagian Jalanan	Arus Masuk bundaran Qmasuk	Arus masuk bagian jalinan Q _{tot}	Arus menjalin Q _w	Rasio menjalin P _w
BC	$B=B_{LT}+B_{ST}+B_{RT}+B_U$ T	$B+A-$ $A_{LT}+D_{RT}+D_{UT}+C_{UT}$	$B-B_{LT}-$ $A_{ST}+D_{RT}+C_{UT}$	Q_{WBC}/Q_{BC}
CD	$C=C_{LT}+C_{ST}+C_{RT}+C_{UT}$	$C+B-$ $B_{LT}+A_{RT}+A_{UT}+D_{UT}$	$C-$ $C_{LT}+B_{ST}+A_{RT}+D_{UT}$	Q_{WCD}/Q_{CD}
DA	$D=D_{LT}+D_{ST}+D_{RT}+D_U$ T	$D+C-$ $C_{LT}+B_{RT}+B_{UT}+A_{UT}$	$D-$ $D_{LT}+C_{ST}+B_{RT}+A_{UT}$	Q_{WDA}/Q_{DA}

2.2.2. Kondisi Lingkungan

Data masukan untuk kondisi lingkungan meliputi ukuran kota, tipe lingkungan jalan, dan hambatan samping. Untuk ukuran kota menggambarkan jumlah penduduk di seluruh wilayah perkotaan yang dibagi dalam lima ukuran kota, seperti pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Kelas ukuran kota (Bina Marga, 1997).

Ukuran kota	Jumlah Penduduk/juta
Sangat kecil	< 0,1
Kecil	0,01-0,05
Sedang	0,5-1,0
Besar	1,0-3,0
Sangat besar	> 3,0

Sedangkan lingkungan jalan menggambarkan tata guna lahan beserta kegiatannya di sekitar daerah konflik. Tipe lingkungan jalan dibagi dalam tiga tipe komersial, pemukiman, dan akses terbatas, seperti pada Tabel 2.8. berikut.

Tabel 2.8 Tipe lingkungan jalan (Bina Marga, 1997).

Komersial	Guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung dibagi pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dan sebagainya).

Begitu pula dengan kondisi hambatan samping yang menunjukkan pengaruh dari kegiatan dipinggir jalan pada daerah samping. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif berdasarkan pada pengamatan langsung dilapangan, dan dinyatakan dalam tinggi, sedang atau rendah.

2.2.3. Kinerja Bagian Jalinan

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Bina Marga, 1997) menyatakan ukuran kinerja lalu lintas dapat menunjukkan kondisi operasional kendaraan dari fasilitas lalu lintas yang pada umumnya dapat dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, peluang antrian, panjang antrian.

Ukuran – ukuran kinerja bagian jalinan dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sesuai dengan kondisi geometric, lingkungan dan lalu lintas. Ukuran – ukuran tersebut secara umum meliputi :

- a. Kapasitas (C).
- b. Derajat Kejenuhan (DS).
- c. Tundaan (D).
- d. Peluang Antrian (QP%).

2.2.4. Kapasitas Bagian Jalinan

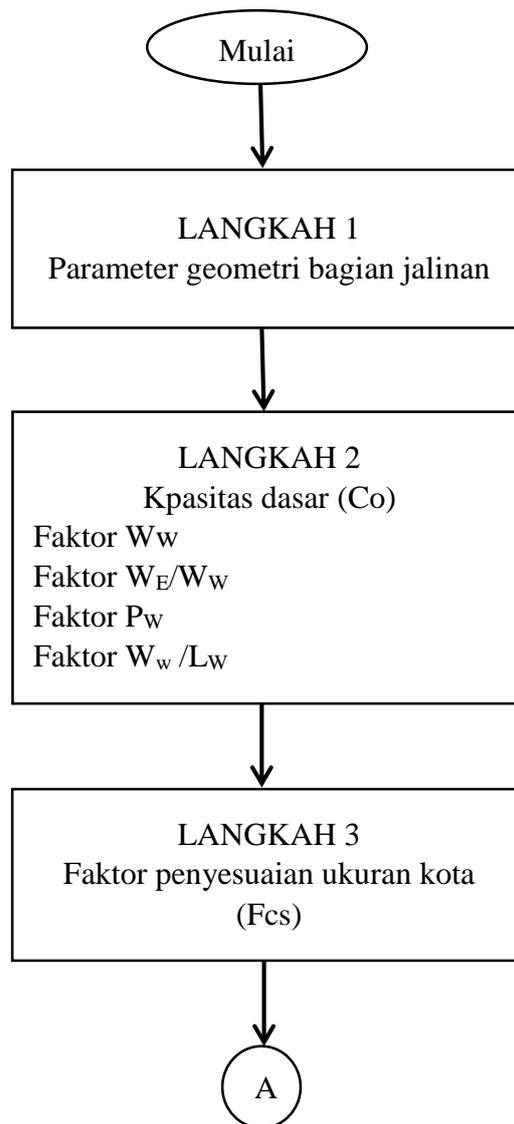
Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam.

Kapasitas total bagian jalinan dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0), yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor

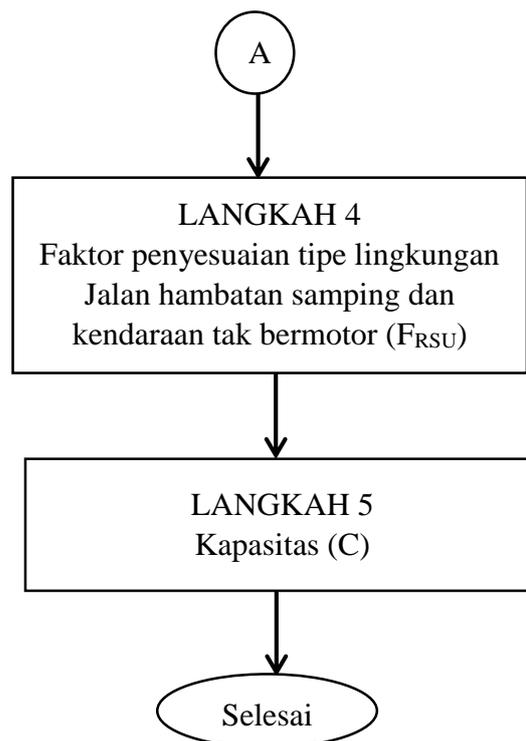
– faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Rumusan kapasitas jalinan menurut MKJI 1997 adalah sebagai berikut ini.

$$C = (135 \times W_w^{1,3} \times 1 + (W_e/W_w)^{1,5} \times (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{1,8} \times F_{cs} \times F_{rsu}$$

Perhitungan dilakukan dalam beberapa langkah yang ditunjukkan diagram alir pada Gambar 2.7 dan Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.7 Diagram alir perhitungan kapasitas.



Gambar 2.8 Diagram alir perhitungan kapasitas (lanjutan).

Variabel masukan ke dalam model untuk menentukan kapasitas (smp/jam) adalah sebagai berikut ini.

Tabel 2.9 Variabel masukan model kapasitas pada bagian jalinan (Bina Marga, 1997).

Tipe variabel	Variabel	Nama masukan	Faktor model
Geometrik	Lebar masuk rata-rata	We	
	Lebar jalinan	Ww	
	Panjang jalinan	Lw	
	Lebar/panjang	Ww/Lw	
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	Fcs
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
	Rasio Tak bermotor	Pum	
Lalu lintas	Rasio jalinan	Pw	Frsu

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

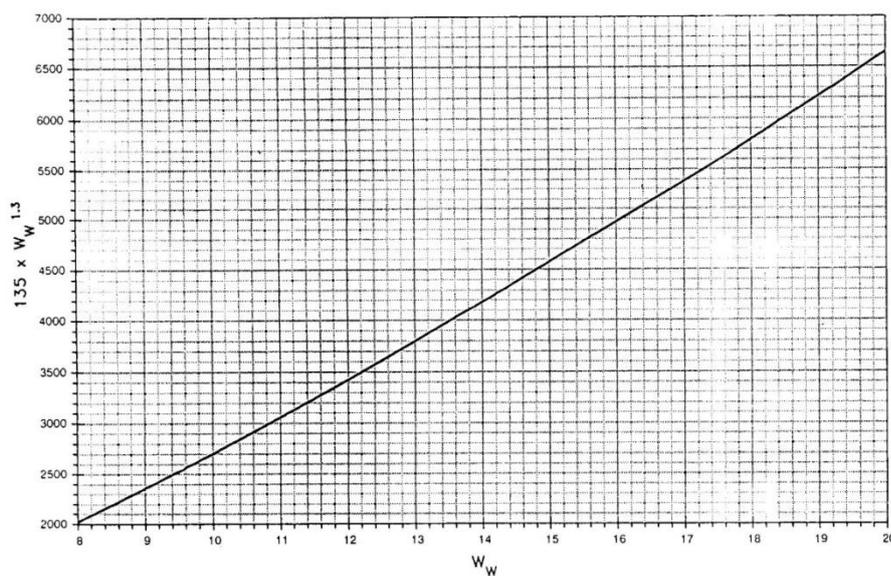
Dalam menghitung kapasitas dasar dibantu dengan beberapa gambar berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara variabel masukan. Dengan bantuan gambar tersebut akan didapat nilai-nilai faktor kapasitas sebagai berikut ini.

$$\text{Faktor } W_W = 135W_w^{1,3}$$

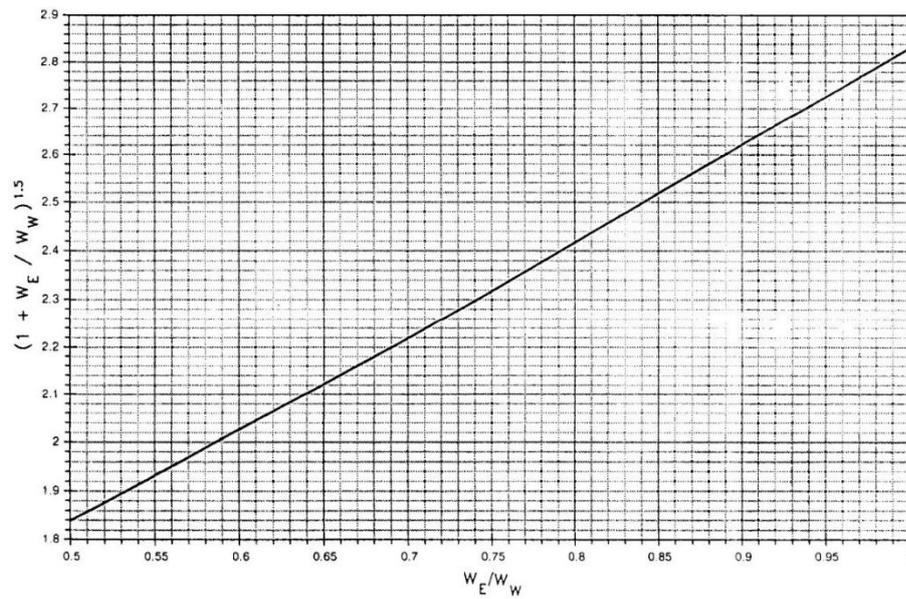
$$\text{Faktor } W_E/W_w = (1 + W_E/W_w)^{1,5}$$

$$\text{Faktor } P_w = (1 + P_w/3)^{0,5}$$

$$\text{Faktor } W_w/L_w = (1 + W_w/L_w)^{-1,8}$$

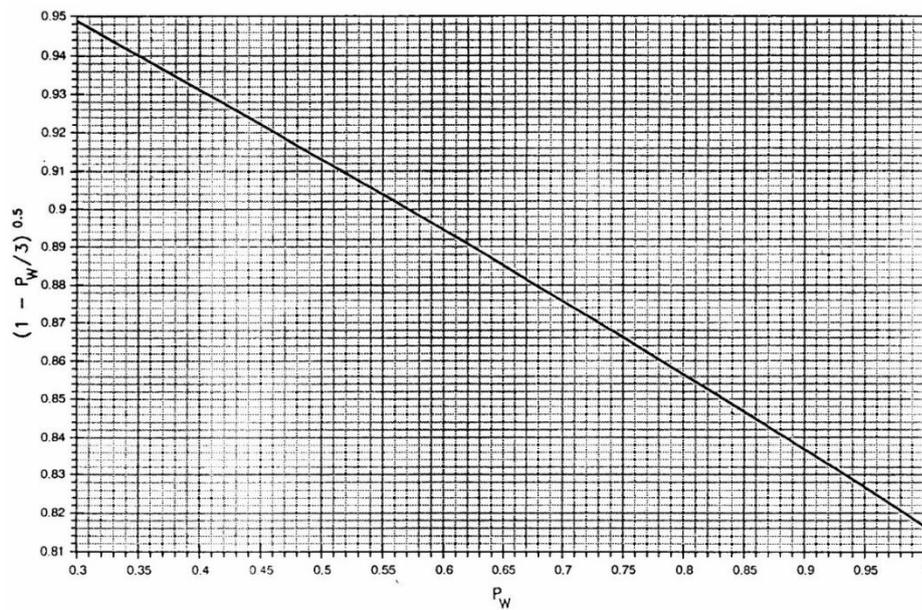


Gambar 2.10 Grafik faktor kapasitas dengan lebar jalinan $W_w=135W_w^{1,3}$ (Bina Marga, 1997).

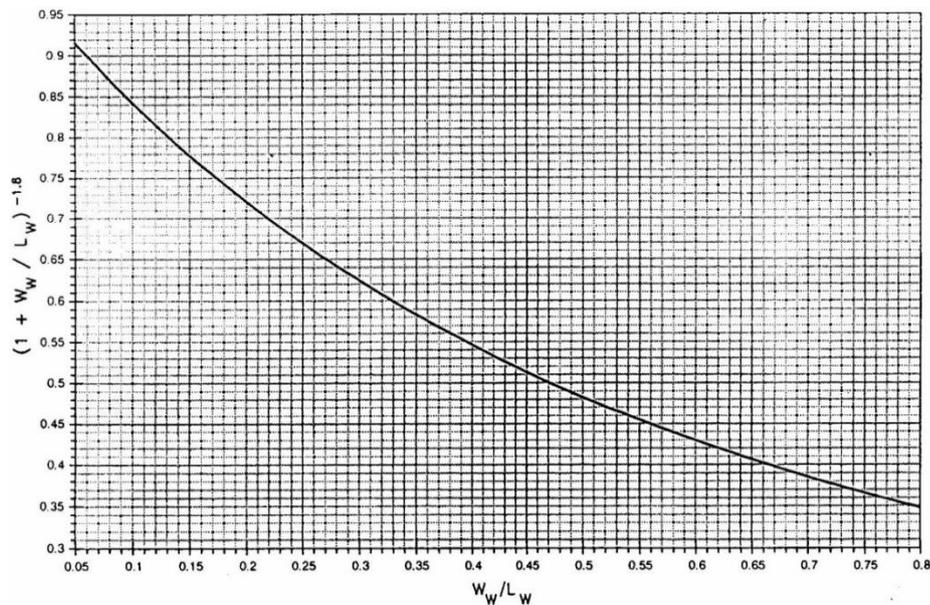


Gambar 2.11 Grafik faktor kapasitas dengan lebar masuk rata – rata jalinan

$$W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1.5} \text{ (Bina Marga, 1997).}$$



Gambar 2.12 Grafik faktor kapasitas dengan rasio jalinan $P_w = (1 + P_w/3)^{0.5}$ (Bina Marga, 1997).



Gambar 2.13 Grafik faktor kapasitas dengan lebar jalinan/rasio jalinan

$$P_w = (1 + P_w/3)^{0.5} \text{ (Bina Marga, 1997).}$$

Selain itu diperlukan beberapa tabel untuk menentukan faktor penyesuaian ukuran kota F_{cs} . Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan bermotor F_{RSU} , diantaranya sebagai berikut ini.

Tabel 2.10 Faktor penyesuaian ukuran kota F_{cs} (Bina Marga, 1997).

Ukuran kota (CS)	Penduduk Juta	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})
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	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Tabel 2.11 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (Bina Marga, 1997).

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,10	0,15	0,24	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,84	0,79	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,85	0,80	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,81	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	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

2.2.5. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam). Perhitungan rasio lalu lintas sendiri didapatkan dari hasil pembagian antara nilai arus lalu lintas dalam satuan kendaraan/jam yang sudah dikonversikan dengan faktor ekivalen mobil penumpang. Persamaan untuk menentukan nilai derajat kejenuhan (DS) menurut MKJI (1997) dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut ini.

$$DS = Q_{smp} / C$$

Dengan :

DS : Derajat kejenuhan

C : Kapasitas (smp/jam)

Q_{smp} : Arus lalu lintas (smp/jam), dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_{smp} = Q_{kendaraan} \times F_{smp}$$

F_{smp} : Faktor ekivalen mobil penumpang (emp)

2.2.6 Tundaan Bagian Jalinan Bundaran

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata – rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati simpang atau bundaran. Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena terjadinya antrian di simpang yang sudah tidak memadai. Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan maka akan semakin tinggi waktu tempuh. Tundaan pada bagian bagian jalan dapat terjadi karena 2 sebab :

1. Tundaan lalu lintas (DT) akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan yang lain dalam persimpangan.
2. Tundaan geometrik (DG) akibat perlambatan dan percepatan lalu lintas.

Tundaan rata-rata bagian jalinan dihitung sebagai berikut :

Dimana

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

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

DG : Tundaan geometrik rata rata bagian jalinan (det/smp)

Tundaan lalu lintas pada bagian jalinan ditentukan berdasarkan kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variable masukan.

$$\mathbf{D = DT + DG}$$

Tundaan Geometrik pada bagian jalinan ditentukan sebagai berikut ini.

$$\mathbf{DG = (1-DS) \times 4 + DS \times 4}$$

Tundaan rata rata bundaran dihitung sebagai berikut ini.

$$\mathbf{DR = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{masuk} + DG ; I = 1 \dots n}$$

Dimana

DR = Tundaan bundaran rata rata

i = Bagian jalinan I dalam bundaran

n = Jumlah bagian jalinan dalam bundaran

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

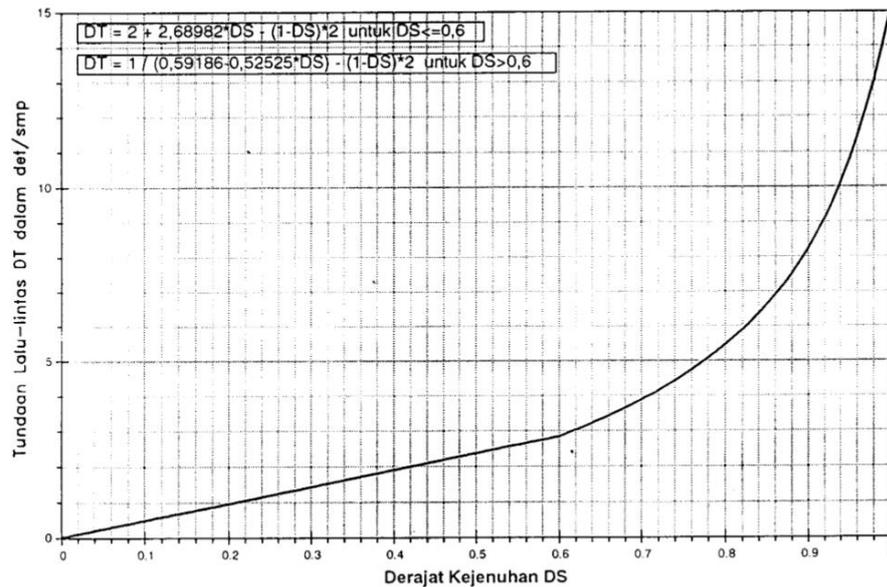
Q_{masuk} = Jumlah arus total yang masuk bundaran (smp/jam)

DG = Tundaan rata rata geometrik pada bagian jalinan (det/jam)

Nilai-nilai tundaan yang didapat dengan cara ini dapat digunakan bersama dengan nilai tundaan dan waktu tempuh yang didapat dengan cara lain untuk menentukan waktu tempuh sepanjang rute didalam jaringan jalan. Dalam MKJI (1997), seluruh nilai tundaan dapat dibagi sebagai berikut ini.

1. Tundaan lalu lintas bagian jalinan (DT)

Tundaan lalu lintas (DT) adalah tundaan rata-rata lalu lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan. Tundaan lalu lintas ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan.



Gambar 2.13 Kurva tundaan lalu lintas bagian jalinan (DT) vs derajat kejenuhan (DS) (Bina Marga, 1997).

2. Tundaan lalu lintas bagian bundaran (DT_R)

Tundaan lalu lintas bagian bundaran (DT_R) adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk ke dalam bundaran. Dihitung sebagai berikut ini.

$$DT_R = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{masuk} ; i = 1 \dots n$$

Dimana

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 yang masuk arus bundaran (smp/jam)

3. Tundaan Bundan (D_R)

Tundaan bundaran (D_R) adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung sebagai berikut ini.

$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)}$$

Rumusnya adalah dengan menambahkan tundaan geometric rata-rata (4 det/smp) pada tundaan lalu lintas.

2.2.7. Peluang Antrian Bagian Jalinan Bundaran

Peluang antrian dihitung dari hubungan peluang antrian dengan derajat kejenuhan (Gambar 2.14). Peluang antrian pada bundaran ditentukan dengan rumus berikut :

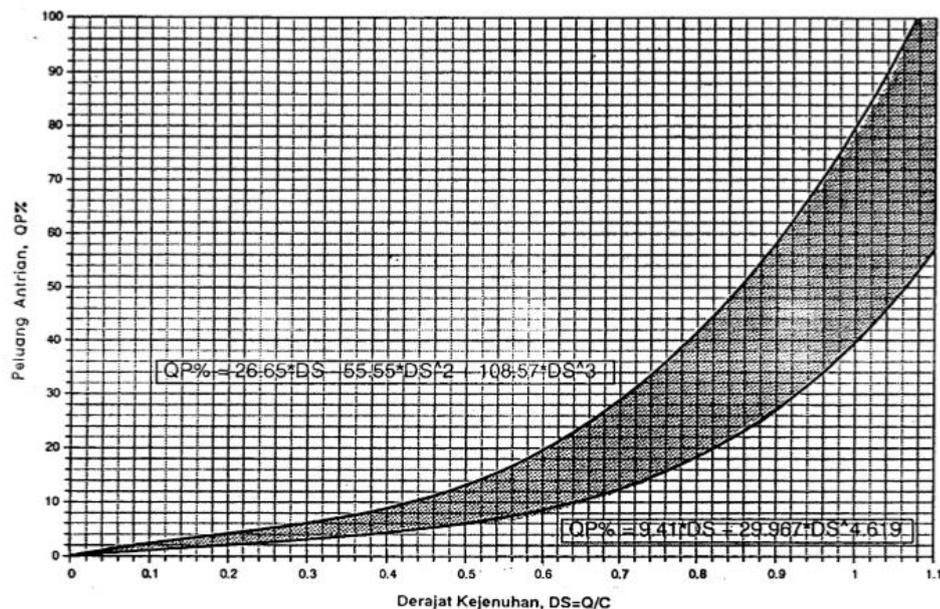
$$Q_{Pn}\% = \text{Maks dari } (Q_{Pi}\%) ; i = n$$

Dimana :

$Q_{Pn}\%$ = Peluang antrian bundaran

$Q_{Pi}\%$ = Peluang antrian bundaran %

N_n = Jumlah bagian jalinan dalam bundaran



Gambar 2.14 Hubungan peluang antrian dengan derajat kejenuhan (Bina Marga, 1997).

Pencatatan data masukan pengamatan atau survei dicatat dalam formulir seperti yang digunakan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, yaitu formulir RWEAV-I dan RWAEV-II. Sketsa geometri bagian jalinan digambarkan pada kotak cadangan termasuk semua ukuran yang diperlukan seperti lebar pendekat, panjang jalinan dan sebagainya. Suatu gambar yang mencatat semua gerakan lalu lintas dan arus dibuat kolom yang berdekatan. Bagian bawah dari formulir RWEAV-I memungkinkan pemakai untuk menghitung parameter arus

lalu lintas yang diperlukan untuk analisa yang dilaksanakan dengan bantuan formulir RWAEV-II. Pada formulir-formulir ini hasil dari berbagai langkah perhitungan yang berbeda dicatat, setiap baris dan kolom mempunyai nomor yang digunakan sebagai penjelasan bagaimana memasukan data kedalam formulir. Pada Gambar 2.15 dan Gambar 2.16. Dibawah ini adalah contoh formulir RWEAV-I dan formulir RWAEV-II.

2.2.8. Tingkat Pelayanan Simpang

Berdasarkan peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor PM 96 Tahun 2015 tentang pedoman pelaksanaan kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas tingkat pelayanan pada simpang diklasifiikasikan sebagai berikut ini.

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik perkendaraan.
 2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan.
 3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik 15 deik sampai 25 detik perkendaraan.
 4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebihh dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan.
 5. Tingkat pelayanan E , dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan.
 6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan.
- Tingkat pelayanan yang diinginkan pada ruas jalan pada sistem jaringan jalan primer sesuai fungsinya, meliputi :
1. Jalan arteri primer, tingkat pelayanan sekurang kurangnya B.
 2. Jalan kolekor primer, tingkat pelayanan sekurang kurangnya B.
 3. Jalan lokal primer, tingkat pelayanan sekurang kurangnya C.

BAGIAN JALINAN BUNARAN FORMULIR RWEAV-I: - GEOMETRI - ARUS LALU LINTAS		Tanggal:		Ditangani oleh:						
		Kota:		Propinsi :						
		Jalan A-C:								
		Jalan B-D:								
		Soal:		Periode :						
Geometri bagian jalinan		Denah arus lalu lintas								
ARUS LALU LINTAS										
1	KOMPOSISI	LV%	HV%	MC% :	Faktor-smp	Faktor-k				
	Tipe kendaraan emp	Kendaraan ringan LV emp=1,0		Kendaraan berat HV emp=1,3		Sepeda motor MC emp=0,5		Kendaraan bermotor total MV		Kendaraan tak bermotor (UM)
	Pendekat/ gerakan	kendjam	smp/jam	kendjam	smp/jam	kendjam	smp/jam	kendjam	smp/jam	Kendjam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
2	A_w									
3	D_w									
4	Menjalin, total									
5	A_{ww}									
6	D_{ww}									
7	Tidak menjalin, total									
8	Total									
9	Rasio menjalin									
10	Rasio UMMV									

Gambar 2.15 Formulir RWEAV-I (Bina Marga, 1997).

Formulir RWEAV-II

BAGIAN JALINAN BUNDRAN FORMULIR RWEAV-II : - ANALISA		Tanggal Kota Jalan A-C Jalan B-D Soal			Ditangani oleh Ukuran kota juta orang Lingkungan jalan Hambatan samping Periode				
1. Parameter geometri bagian jalinan									
	Bagian Jalinan (1)	Lebar Masuk		Lebar masuk rata-rata W _E (4)	Lebar jalinan W _w (5)	W _i /W _w (6)	Panjang jalinan L _w (7)	W _w /L _w (8)	
		Pendekat 1 (2)	Pendekat 2 (3)						
1	AB								
2	BC								
3	CD								
4	AD								
2. Kapasitas									
	Bagian jalinan (20)	Faktor-W _w Gbr B-2:1 (21)	Faktor W _i /W _w Gbr B-2:2 (22)	Faktor-P _w Gbr B-2:3 (23)	Faktor-W _A Gbr B-2:4 (24)	Kapasitas dasar C ₀ smp/jam (25)	Faktor penyesuaian		Kapasitas C smp/jam (28)
		Ukuran kota F _{cs} Tab. B-3:1 (26)	Lingk. Jalan F _{is} Tab B-4:1 (27)						
1	AB								
2	BC								
3	CD								
4	AD								
3. Perilaku lalu-lintas									
	Bagian jalinan (30)	Arus bagian jalinan Q smp/jam (31)	Derajat kejenuhan DS (31)/(28) (32)	Tundaan lalu-lintas DT det/smp (33)	Tundaan lalu-lintas DT _{TOT} =Q _x DT (31)x(33) det/jam (34)	Peluang antrian QP% (35)	Sasaran (36)		
1	AB								
2	BC								
3	CD								
4	AD								
5	DS dari jalinan DS _k			Total					
6	Tundaan lalu-lintas bundaran rata-rata DT _k det/smp								
7	Tundaan bundaran rata-rata D _k (DT _k +4) det/smp								
8	Peluang antrian bundaran QP _k %								
Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (37)									

Gmbar 2.16 Formulir RWEAV-II (Bina Marga, 1997).