

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

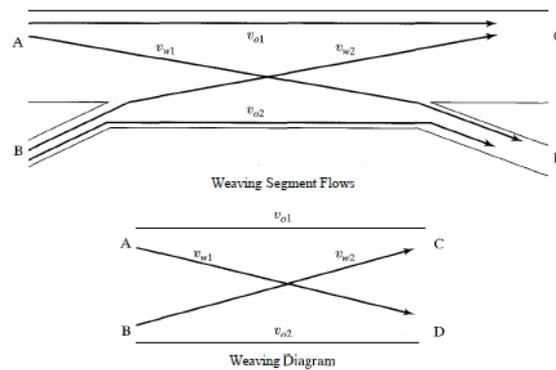
Dalam perencanaan analisis kapasitas dari suatu jalan perlu diperhatikan faktor-faktor yang berperan dalam menentukan tingkat pelayanan yang disediakan oleh jalan tersebut. Salah satu faktor yang berpengaruh dalam metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 maupun metode *Highway Capacity Manual* tahun 2000 adalah volume lalu lintas, apakah volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan tersebut atau tidak,

Kapasitas jalan bebas hambatan dalam metode *Highway Capacity Manual* tahun 2000 dibagi menjadi dua yaitu *Basic Freeway Segment* dan *Non-Basic Freeway Segment*. *Basic Freeway Segment* merupakan ruas lurus di sepanjang *segment* jalan bebas yang tidak dipengaruhi oleh area *ramp* dan *weaving*. *Non-Basic Freeway Segment* dibagi menjadi 2 yaitu area yang dipengaruhi oleh *on-ramp* maupun *off-ramp* dan area dimana kendaraan melakukan arus silang (*weaving*). Namun pada penelitian ini difokuskan untuk *Non-Basic Freeway Segment*.

2.1 Area Menjalिन (*Weaving*)

2.1.1 Definisi Area Menjalिन

Area menjalin atau *Weaving* menurut HCM 2000 adalah persimpangan dua atau lebih arus lalu lintas yang berjalan dalam arah yang sama di sepanjang jalan raya yang signifikan, tanpa bantuan perangkat pengatur lalu lintas (kecuali rambu lalu lintas). Area menjalin terbentuk ketika area gabungan diikuti oleh area pergabungan, atau ketika *on-ramp* diikuti oleh *off-ramp* satu jalur dan keduanya dihubungkan oleh jalur bantu. Perhatikan bahwa jika satu lajur *on-ramp* diikuti dengan dekat oleh satu lajur *off-ramp* dan keduanya tidak dihubungkan oleh jalur bantu. *Weaving* di ilustrasikan pada gambar dibawah ini dimana arus A-D dan B-C menyebabkan arus menyilang dan *on-ramp* di ilustrasikan oleh B dan *off-ramp* di ilustrasikan oleh D



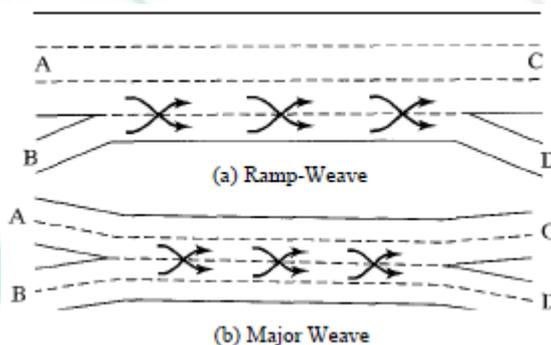
Gambar 2.1 Ilustrasi Weaving Sederhana

2.1.2 Tipe-Tipe Area Menjalin

- **Tipe Konfigurasi Metode HCM 2000**

Pada metode HCM 2000 terdapat 3 tipe konfigurasi, yaitu

1. Konfigurasi Tipe A

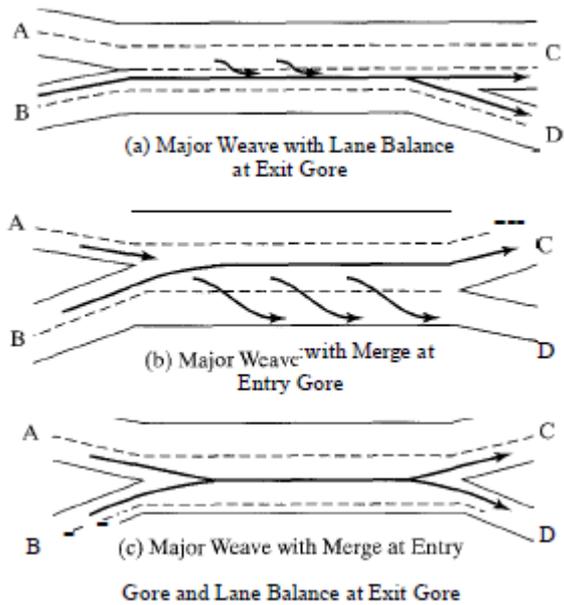


Gambar 2. 2 Ilustrasi Pergerakan Weaving Konfigurasi Tipe A (Sumber: HCM 2000)

Tipe A pertama yaitu *Ramp-Weave* terbentuk oleh 1 lajur *on-ramp* diikuti dengan 1 lajur *off-ramp* dan dihubungkan dengan *auxiliary lane*. Kendaraan dari *on-ramp* harus melakukan perubahan 1 lajur untuk memasuki *shoulder lane*, demikian juga dengan kendaraan yang akan memasuki *off-ramp*.

Tipe A kedua yaitu *Major-Weave* terbentuk ketika lajur masuk dan keluar memiliki 3 atau 4 lajur. Tipe kedua ini juga memerlukan perubahan 1 lajur melewati *Crown Line*.

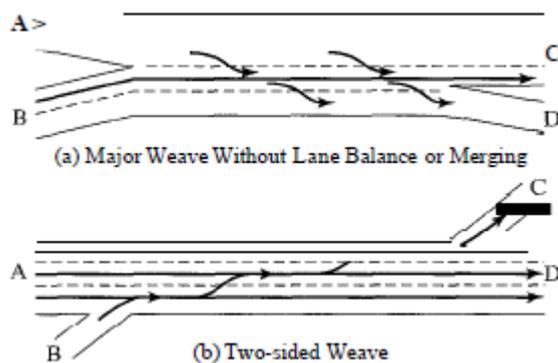
2. Konfigurasi Tipe B



Gambar 2.3 Ilustrasi Pergerakan Weaving Konfigurasi Tipe B (Sumber : HCM 2000)

Tipe B pertama dan kedua yaitu dimana arus masuk dari B-C dapat dilakukan tanpa perubahan lajur sedangkan A-D harus melakukan perubahan 1 lajur. Namun untuk tipe ketiga merupakan tipe yang terdapat pergabungan antara 2 lajur pergabungan serta lajur pemisah, pada kasus ini pergerakan menjalin dapat dilakukan tanpa perubahan jalur, maka bisa dibilang tipe ini adalah tipe yang unik.

3. Konfigurasi Tipe C



Gambar 2.4 Ilustrasi Pergerakan Weaving Konfigurasi Tipe C (Sumber : HCM 2000)

Tipe C pertama, pergerakan B-C bisa dilakukan

tanpa perubahan lajur sedangkan perubahan A-D diperlukan perubahan 2 lajur, bentuk ini terbentuk ketika tidak adanya pergabungan maupun pemisahan pada lajur masuk atau keluar

Tipe C kedua terbentuk ketika lajur *on-ramp* berada pada sebelah kanan dan lajur *off-ramp* berada di sebelah kiri sehingga kendaraan harus melewati semua lajur untuk keluar melalui *off-ramp*.

- **Tipe Area Menjalिन Metode MKJI 1997**

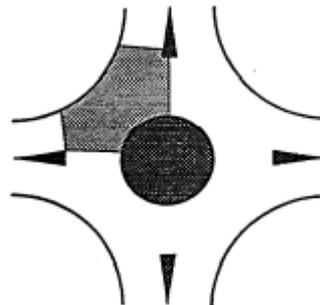
Pada Metode MKJI 1997 ada 2 tipe Area Menjalिन atau menurut MKJI 1997 disebut dengan Bagian Jalinan

1. Tipe Bagian Jalinan Tunggal



Gambar 2.5 Ilustrasi Bagian Jalinan Tunggal (Sumber: MKJI 1997)

2. Tipe Bagian Jalinan Bundaran

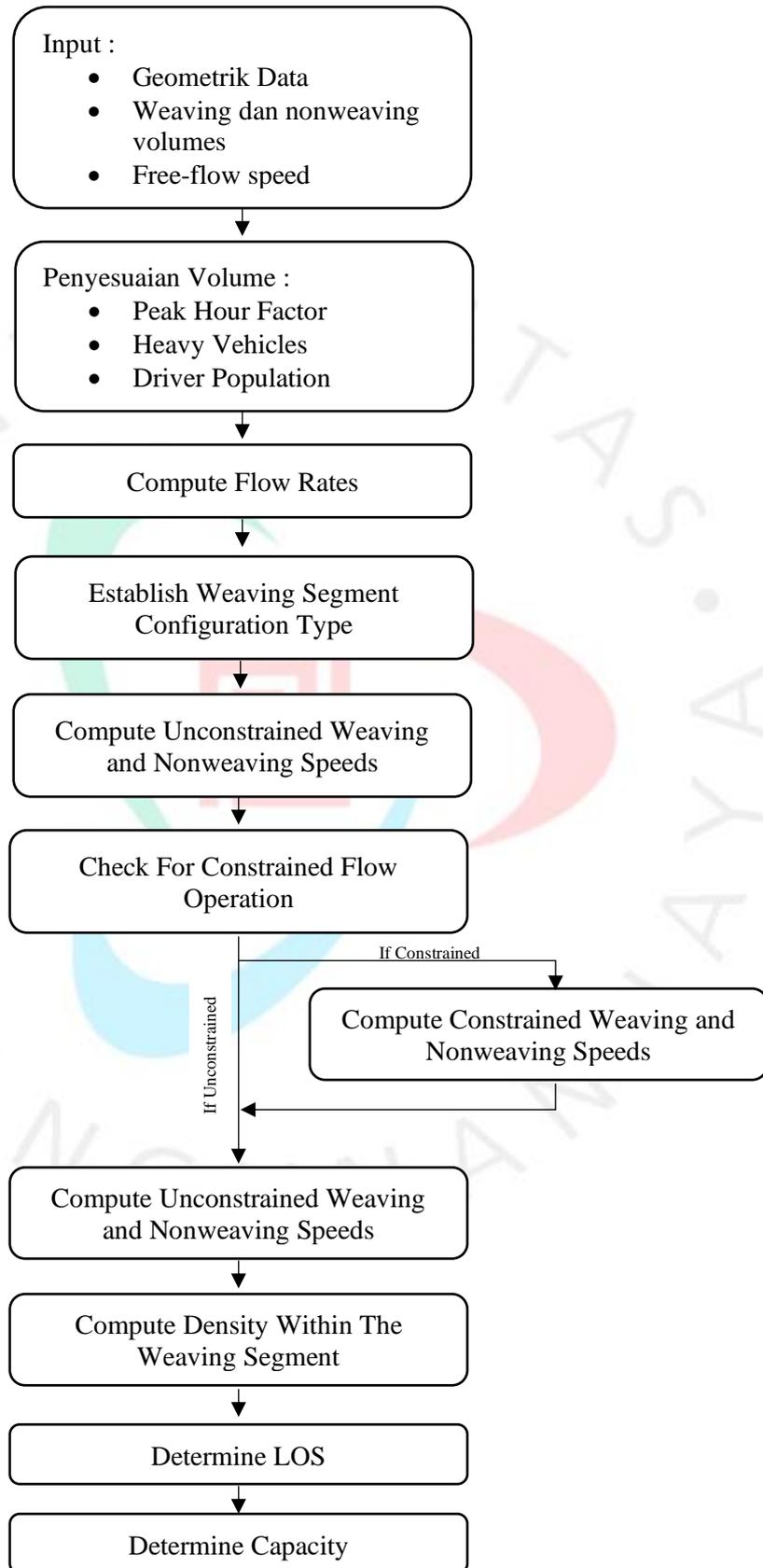


Gambar 2.6 Ilustrasi Bagian Jalinan Bundaran (Sumber : MKJI 1997)

Bundaran merupakan salah satu jenis pengendalian persimpangan yang biasanya digunakan pada daerah perkotaan. Lalu lintas yang diprioritaskan adalah lalu lintas yang berada pada bundaran.

2.2 Metode Highway Capacity Manual 2000

2.2.1 Diagram Alir Analisa Kapasitas dan Tingkat Pelayanan



2.2.1 Kapasitas

Kapasitas Jalan adalah jumlah maksimum dalam setiap jam di mana setiap orang atau kendaraan dapat melewati titik atau bagian yang seragam dari sebuah lajur selama periode waktu yang ditentukan sesuai kondisi sebelumnya pada badan jalan, lalu lintas, dan kontrol (HCM, 2000). Faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas jalan diantaranya, lebar efektif lajur, ada tidaknya median jalan, hambatan bahu, karakteristik lalu lintas dan fisik jalan di ruas jalan perkotaan atau antar kota, dan hambatan samping sisi jalan.

$$c = c_b \times f_{HV} \times f_p \dots \dots \dots (2.1)$$

$$c_h = c * PHF \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : c = Kapasitas dari area menjalin

cb = Kapasitas dari area menjalin dalam kondisi dasar

ch = Kapasitas dari area menjalin sebagai volume satu jam penuh dalam kondisi yang berlaku

$$f_{HV} = \frac{V_{vph}}{V_{pce}}$$

Ada tambahan batasan dalam kapasitas area menjalin sesuai dengan tipe konfigurasinya, batasan – batasannya adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Batasan – Batasan Tambahan Weaving Capacity (Sumber : HCM 2000)

Configuration	Weaving Capacity Vw (max) (pc/h)	Maximum v/N (pc/h/in)	Maximum VR	Maximum R	Maximum Weaving Length	
A	2,800	c	$\frac{N}{2}$	$\frac{VR}{1.00}$	0.50	2,500
			3	0.45		
			4	0.35		
			5	0.20		
B	4,000	c	0.80	0.50	2,500	
C	3,500	c	0.50	0.40	2,500	

2.2.3 Free Flow Speed

Dalam menentukan *free flow speed* terdapat dua metode yaitu dengan pengukuran langsung di lapangan serta berdasarkan ketentuan

ketentuan, jika menggunakan tidak menggunakan metode pengukuran langsung maka *free flow speed* dapat diperkirakan berdasarkan penyesuaian terhadap empat faktor yaitu lebar jalur, kebebasan samping, jumlah lajur, dan kepadatan persimpangan. Persamaan untuk menentukan *free flow speed* adalah sebagai berikut.

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

FFS = *Free Flow Speed*

BFFS = *Base Free Flow Speed*

f_{LW} = Penyesuaian terhadap lebar jalur

f_{LC} = Penyesuaian terhadap kebebasan samping

f_M = Penyesuaian terhadap tipe median

f_A = Penyesuaian terhadap *access point*

- Penyesuaian terhadap lebar lajur

Kondisi ideal untuk lebar jalur menurut metode HCM 2000 adalah 12 *ft* atau lebih besar, berikut adalah pengurangan FFS sesuai dengan lebar lajur.

Tabel 2.2 *Penyesuaian Pengurangan FFS Terhadap Lebar Lajur*

Lebar Lajur (<i>ft</i>)	Pengurangan FFS, F_{LW} (mi/h)
12	0
11	1,9
10	6,6

- Penyesuaian terhadap kebebasan samping

Kebebasan samping disini merupakan kebebasan samping terhadap bahu jalan dimana kondisi idealnya adalah 6 *ft* terhadap bahu jalan, berikut adalah penngurangan FFS sesuai dengan kebebasan samping terhadap bahu jalan.

Tabel 2.3 *Penyesuaian Pengurangan FFS Terhadap Kebebasan Samping Terhadap Bahu Jalan*

3 Lane Multilane Highways	
Total Lateral Clearance	Reduction in Free Flow Speed, f_{lc} (mi/h)
≥ 12	0
10	0,4
8	0,9
6	1,3
4	1,8
2	3,6
0	5,4

- Penyesuaian terhadap tipe median (f_M)

Kondisi ideal adalah 0,5 persimpangan per mile atau setiap persimpangan memiliki jarak 2 mile bila kurang dari jarak tersebut maka akan terjadi pengurangan nilai BFFS.

Tabel 2.4 *Penyesuaian Pengurangan FFS Terhadap Tipe Median*

Median Type	Reduction in Free Flow Speed f_m (mi/h)
Undivided	1,6
TWLTLs	0
Divided	0

- Penyesuaian terhadap *access point* (f_A)

Access Point yang dimaksud adalah berapa jumlah jalan yang ada untuk memasuki area *weaving*

Tabel 2.5 *Penyesuaian Pengurangan FFS Terhadap Access Point*

Access Density (Access Points/Mi)	Reduction in Free Flow Speed f_a (mi/h)
0	0
10	2,5
20	5
30	7,5
≥ 40	10

- Kapasitas Berdasarkan *Volume Ratio* dan Tipe Konfigurasi *Weaving*
Kapasitas ini adalah nilai (cb) yang nantinya akan digunakan

di dalam perhitungan kapasitas metode HCM 2000.

- Tipe A dengan *Free Flow Speed* 75 mi/h dan 70 mi/h

Tabel 2.6 Nilai (cb) Tipe A dengan FFS 75 mi/h dan 70 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	6030	6800	7200	7200	7200
0,20	5460	6230	6680	7010	7200
0,30	4990	5740	6210	6530	6790
0,40	4620	5340	5480	5790	6040
0,45	4460	4840	5240	5540	5780
Four Lane Segments					
0,10	8040	9070	9600	9600	9600
0,20	7280	8300	8910	9350	9600
0,30	6660	7520	8090	8520	8830
0,35	6250	7120	7690	8000	8000
Five Lane Segments					
0,10	10050	11340	12000	12000	12000
0,20	9100	10540	11270	11790	12000

- Tipe A dengan *Free Flow Speed* 65 mi/h

Tabel 2.7 Nilai (cb) Tipe A dengan FFS 65 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	5570	6230	6620	6890	7050
0,20	5070	5740	6130	6410	6620
0,30	4670	5320	5720	6000	6220
0,40	4330	4950	5090	5360	5570
0,45	4190	4520	4870	5140	5340
Four Lane Segments					
0,10	7430	8310	8830	9190	9400
0,20	6760	7660	8170	8550	8830
0,30	6180	6970	7470	7830	8110
0,35	5870	6620	7120	7470	7760
Five Lane Segments					
0,10	9290	10390	11040	11490	11750
0,20	8450	9700	10320	10760	11090

- Tipe A dengan *Free Flow Speed* 60 mi/h

Tabel 2.8 Nilai (cb) Tipe A dengan FFS 60 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	5330	5940	6280	6520	6700
0,20	4870	5480	5850	6100	6280
0,30	4490	5100	5460	5720	5920
0,40	4180	4570	4880	5140	5330
0,45	4040	4360	4680	4920	5120
Four Lane Segments					
0,10	7110	7920	8380	8690	8930
0,20	6500	7310	7800	8140	8420
0,30	5960	6680	7140	7470	7710
0,35	5660	6370	6810	7140	7400
Five Lane Segments					
0,10	8880	10480	10480	10870	11500
0,20	8120	9830	9830	10220	10530

- Tipe A dengan *Free Flow Speed* 55 mi/h

Tabel 2.9 Nilai (cb) Tipe A dengan FFS 55 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	5080	5630	5940	6140	6300
0,20	4660	5210	5550	5770	5940
0,30	4300	4850	5190	5430	5610
0,40	4010	4360	4670	4890	5070
0,45	3880	4180	4480	4700	4880
Four Lane Segments					
0,10	6780	7500	7920	8190	8400
0,20	6210	6950	7400	7690	7940
0,30	5710	6380	6780	7090	7310
0,35	5440	6090	6490	6800	7030
Five Lane Segments					
0,10	8480	9380	9900	10240	10510
0,20	7960	8800	9320	9660	9930

Dari tabel-tabel diatas diketahui nilai (cb) untuk area *weaving* Tipe A berdasarkan kecepatan, volume ratio, panjang area *weaving*, dan jumlah lajur di dalam area *weaving*.

- Tipe B dengan *Free Flow Speed* 75 mi/h dan 70 mi/h

Tabel 2.10 Nilai (cb) Tipe B dengan FFS 75 mi/h dan 70 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	7200	7200	7200	7200	7200
0,20	6810	7200	7200	7200	7200
0,30	6120	6670	7000	7230	7200
0,40	5540	6090	6430	6650	6830
0,50	5080	5620	5940	6170	6360
0,60	4750	5250	5560	5790	5970
0,70	4180	4980	5290	5510	5690
0,80	3890	4810	5000	5000	5000
Four Lane Segments					
0,10	9600	9600	9600	9600	9600
0,20	9090	9600	9600	9600	9600
0,30	8160	8900	9330	9600	9600
0,40	7390	8120	8570	8860	9110
0,50	6660	7490	7920	8000	8000
0,60	6060	6670	6670	6670	6670
0,70	5570	5760	5760	5760	5760
0,80	5000	5000	5000	5000	5000
Five Lane Segments					
0,10	12000	12000	12000	12000	12000
0,20	11360	12000	12000	12000	12000
0,30	10200	11120	11670	12000	12000
0,40	9250	10000	10000	10000	10000
0,50	8000	8000	8000	8000	8000
0,60	6670	6670	6670	6670	6670
0,70	5760	5760	5760	5760	5760
0,80	5000	5000	5000	5000	5000

- Tipe B dengan *Free Flow Speed* 65 mi/h

Tabel 2.11 Nilai (cb) Tipe B dengan FFS 65 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	6930	7050	7050	7050	7050
0,20	6220	6670	6930	7050	7050
0,30	5610	6090	6360	6560	6700
0,40	5110	5590	5870	6070	6220
0,50	4710	5170	5460	5650	5810

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,60	4410	4850	5120	5320	5470
0,70	4190	4620	4880	5070	5230
0,80	3650	4460	4720	4920	5000
Four Lane Segments					
0,10	9240	9400	9400	9400	9400
0,20	8300	8900	9240	9400	9400
0,30	7490	8120	8480	8740	8930
0,40	6810	7450	7830	8090	8300
0,50	6180	6900	7280	7540	7740
0,60	5640	6470	6670	6670	6670
0,70	5210	5730	5760	5760	5760
0,80	4870	5000	5000	5000	5000
Five Lane Segments					
0,10	11550	11750	12000	11750	11750
0,20	10370	11120	12000	11750	11750
0,30	9360	10150	11670	10930	11170
0,40	8540	9320	10000	10000	10000
0,50	7720	8000	8000	8000	8000
0,60	6670	6670	6670	6670	6670
0,70	5760	5760	5760	5760	5760
0,80	5000	5000	5000	5000	5000

- Tipe B dengan *Free Flow Speed* 60 mi/h

Tabel 2.12 Nilai (cb) Tipe B dengan FFS 60 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	6540	6890	6900	6900	6900
0,20	5900	6320	6540	6700	6810
0,30	5340	5780	6040	6210	6340
0,40	4880	5320	5570	5760	5900
0,50	4520	4940	5200	5380	5520
0,60	4230	4640	4890	5080	5220
0,70	4020	4420	4670	4850	4990
0,80	3520	4280	4520	4700	4840
Four Lane Segments					
0,10	8720	9190	9200	9200	9200
0,20	7860	8420	8730	8930	9090
0,30	7120	7710	8050	8280	8450

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
0,40	6510	7090	7430	7690	7860
0,50	5920	6590	6930	7180	7370
0,60	5420	6190	6520	6670	6670
0,70	5020	5520	5760	5760	5760
0,80	4700	5000	5000	5000	5000
Five Lane Segments					
0,10	10900	11490	11500	11500	11500
0,20	9830	10530	10910	11170	11360
0,30	8910	9640	10070	10350	10560
0,40	8170	8860	9290	9610	9830
0,50	7400	8000	8000	8000	8000
0,60	6670	6670	6670	6670	6670
0,70	5760	5760	5760	5760	5760
0,80	5000	5000	5000	5000	5000

- Tipe B dengan *Free Flow Speed* 55 mi/h

Tabel 2.13 Nilai (cb) Tipe B dengan FFS 55 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	6160	6470	6630	6750	5750
0,20	5570	5950	6160	6300	5400
0,30	5070	5460	5690	5850	5960
0,40	4640	5040	5280	5450	5570
0,50	4310	4700	4940	5100	5240
0,60	4050	4420	4660	4830	4950
0,70	3870	4230	4450	4620	5750
0,80	3390	4090	4310	4480	4610
Four Lane Segments					
0,10	8210	8620	8850	9000	9000
0,20	7430	7930	8210	8400	8540
0,30	6760	7290	7590	7800	7950
0,40	6190	6730	7040	7260	7430
0,50	5660	6260	6590	6800	6990
0,60	5210	5900	6210	6440	6610
0,70	4830	5280	5760	5760	5760
0,80	4520	4950	5000	5000	5000
Five Lane Segments					
0,10	10260	10780	11060	11250	11250
0,20	9290	9920	10260	10500	10670

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
0,30	8450	9110	9490	9750	9940
0,40	7770	8410	8810	9080	9280
0,50	7080	7830	8000	8000	8000
0,60	6520	6670	6670	6670	6670
0,70	5760	5760	5760	5760	5760
0,80	5000	5000	5000	5000	5000

Dari tabel-tabel diatas diketahui nilai (cb) untuk area *weaving* Tipe B berdasarkan kecepatan, volume ratio, panjang area *weaving*, dan jumlah lajur di dalam area *weaving*.

- Tipe C dengan *Free Flow Speed* 70 mi/h dan 75 mi/h

Tabel 2.14 Nilai (cb) Tipe C dengan FFS 75 mi/h dan 70 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	7200	7200	7200	7200	7200
0,20	6580	7200	7200	7200	7200
0,30	5880	6530	6920	7190	7200
0,40	5330	5960	6340	6610	6830
0,50	4890	5490	5870	6140	6350
Four Lane Segments					
0,10	9600	9600	9600	9600	9600
0,20	8780	9600	9600	9600	9600
0,30	7850	8710	9220	9590	9600
0,40	7110	7950	8450	8750	8750
0,50	6520	7000	7000	7000	7000
Five Lane Segments					
0,10	12000	12000	12000	12000	12000
0,20	11510	12000	12000	12000	12000
0,30	10120	11160	11530	11670	11670
0,40	8750	8750	8750	8750	8750
0,50	7000	7000	7000	7000	7000

- Tipe C dengan *Free Flow Speed* 65 mi/h

Tabel 2.15 Nilai (cb) Tipe C dengan FFS 65 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	6740	7050	7050	7050	7050
0,20	6010	6570	6870	7050	7050
0,30	5420	5970	6310	6530	6700
0,40	4930	5480	5810	6040	6230
0,50	4540	5070	5400	5640	5820
Four Lane Segments					
0,10	8980	9400	9400	9400	9400
0,20	8020	8760	9160	9400	9400
0,30	7230	7970	8410	8710	8930
0,40	6570	7310	7750	8060	8310
0,50	6060	6760	7000	7000	7000
Five Lane Segments					
0,10	11500	11500	11500	11500	11500
0,20	10500	11320	11460	11500	11500
0,30	9320	10180	10520	10890	11170
0,40	8330	8750	8750	8750	8750
0,50	7000	7000	7000	7000	7000

- Tipe C dengan *Free Flow Speed* 60 mi/h

Tabel 2.16 Nilai (cb) Tipe C dengan FFS 60 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	6380	6830	6900	6900	6900
0,20	5730	6230	6490	6680	6830
0,30	5170	5690	5990	6190	6350
0,40	5720	5240	5540	5740	5910
0,50	4360	4850	5160	5370	5540
Four Lane Segments					
0,10	8500	9100	9200	9200	9200
0,20	7640	8310	8660	8910	9100
0,30	6900	7590	7990	8260	8470
0,40	6300	6990	7380	7660	7880
0,50	5820	6470	6880	7000	7000
Five Lane Segments					
0,10	11250	11500	11500	11500	11500
0,20	9980	10720	10820	11140	11380

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
0,30	8880	9680	9980	10330	10590
0,40	7980	8750	8750	8750	8750
0,50	7000	7000	7000	7000	7000

- Tipe C dengan *Free Flow Speed* 55 mi/h

Tabel 2.17 Nilai (cb) Tipe C dengan FFS 55 mi/h

Volume Ratio (VR)	Length of Weaving Segment (ft)				
	500	1000	1500	2000	2500
Three Lane Segments					
0,10	6010	6400	6610	6740	6750
0,20	5420	5870	6120	6270	6400
0,30	4930	5380	5650	5850	5970
0,40	4510	4980	5250	5450	5590
0,50	4180	4630	4900	5100	5250
Four Lane Segments					
0,10	8020	8540	8810	8980	9000
0,20	7230	7830	8160	8360	8540
0,30	6570	7180	7540	7800	7970
0,40	6020	6640	7000	7260	7450
0,50	5570	6180	6540	6800	7000
Five Lane Segments					
0,10	10560	11100	11020	11230	11250
0,20	9420	10900	10200	10460	10670
0,30	8430	9160	9420	9750	9960
0,40	7610	8350	8750	8750	8750
0,50	6930	7000	7000	7000	7000

Dari tabel-tabel diatas diketahui nilai (cb) untuk area *weaving* Tipe C berdasarkan kecepatan, volume ratio, panjang area *weaving*, dan jumlah lajur di dalam area *weaving*.

2.2.2 Panjang Lajur Area Menjalin

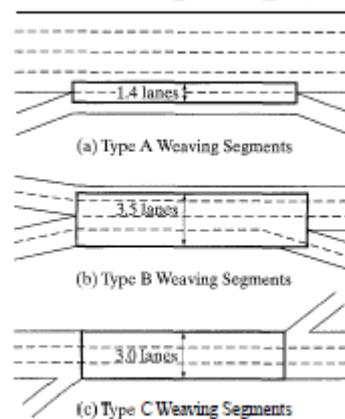
Panjang lajur area menjalin menjadi hal yang penting dikarenakan kendaraan yang akan melakukan *weaving* harus dapat bermaneuver dengan aman di dalam area *weaving*. Panjang lajur area menjalin dalam metode ini ditetapkan maksimal 2500 ft atau sekitar 762 m.

2.2.3 Lebar Area Menjalin

Lebar area menjalin dapat didefinisikan sebagai jumlah lajur di dalam area menjalin, hal ini penting karena di dalam area menjalin kendaraan *weaving* dan *non-weaving* bersaing untuk bermaneuver.

- **Tipe Pengoperasian**

Sama pentingnya juga dengan jumlah lajur yang disediakan oleh area menjalin, penggunaan lajur untuk kendaraan *weaving* maupun *non-weaving* adalah hal yang penting. Ada 3 tipe pengoperasian, yaitu :



Gambar 2.7 Tipe-Tipe Pengoperasian Area Weaving

- Tipe A

Pada tipe A, hampir seluruh kendaraan akan ber *maneuver weaving* pada *auxiliary lane*. Sedangkan pada *shoulder lane* akan digunakan untuk kendaraan *weaving* dan *non-weaving*, berdasarkan penelitian HCM 2000 ditetapkan pada tipe A *weaving* menggunakan sekitar 1,4 lajur.

- Tipe B

Pada tipe B lebih fleksibel dimana terdapat satu lajur yang seluruhnya bisa digunakan oleh kendaraan *weaving*. Untuk tipe B lajur yang digunakan sebesar 3,5 lajur.

- Tipe C

Pada tipe C hampir menyerupai tipe B dimana memiliki 1 lajur yang seluruhnya dapat

dipakai oleh kendaraan *weaving* tetapi lajur yang digunakan tidak boleh melebihi dari 3 lajur.

- **Penentuan Jenis Operasi**

Jenis Operasi yang dimaksud adalah apakah area menjalin tersebut termasuk *unconstrained* atau *constrained* ditentukan berdasarkan dua variabel.

N_w = Jumlah lajur yang harus digunakan oleh kendaraan *weaving* untuk melakukan *weaving* dengan aman

$N_w(\max)$ = Jumlah lajur maksimum yang dapat digunakan oleh kendaraan *weaving* untuk mencapai konfigurasi yang telah dirancang

Kedua variabel dapat menunjukkan jenis operasi apa yang berlaku pada area menjalin tersebut. Operasi *Unconstrained* terjadi apabila $N_w \leq N_w(\max)$ di beberapa kasus kendaraan *weaving* dapat memakai beberapa lajur demi mendapatkan keseimbangan dengan kendaraan *non-weaving*. Operasi *Constrained* terjadi apabila $N_w > N_w(\max)$ di dalam kondisi ini kendaraan *weaving* terbatas atau terhambat dengan tipe konfigurasi dimana $N_w(\max)$ ditentukan, pada kondisi ini kendaraan *weaving* dan *non-weaving* tidak mendapatkan keseimbangan dimana kendaraan *weaving* mendapat ruang lebih sedikit.

Tabel 2.18 Rumus Untuk Menentukan *Constrained* atau *Unconstrained* (Sumber: HCM 2000)

Configuration	Equation for N_w (lanes)	N_w (max) (lanes)
Type A	$\frac{0,74 \times N \times VR^{0,571} \times L^{0,23}}{S_w^{0,438}}$	1,4
Type B	$N \times \left[0,085 + 0,703VR + \left(\frac{234,8}{L} \right) - 0,018(S_{nw} - S_w) \right]$	3,5
Type C	$N \times [0,761 + 0,047VR - 0,00011L - 0,005(S_{nw} - S_w)]$	3

2.2.4 Kriteria Level Of Service

Tingkat pelayanan atau *Level Of Service (LOS)* adalah ukuran kualitas yang menggambarkan kondisi operasional dalam arus lalu

lintas, umumnya dalam hal ukuran pelayanan seperti kecepatan dan waktu tempuh, kebebasan untuk bermanuver, gangguan lalu lintas, dan kenyamanan dan kemudahan. Enam LOS ditetapkan untuk setiap jenis fasilitas yang memiliki prosedur analisis yang tersedia. Huruf menggambarkan setiap level, dari A hingga F, dengan LOS A mewakili kondisi operasi terbaik dan LOS F yang terburuk. Setiap tingkat layanan merepresentasikan kondisi pengoperasian dan persepsi pengemudi terhadap kondisi tersebut. Keselamatan tidak termasuk dalam langkah-langkah yang menetapkan tingkat layanan (HCM 2000).

Tabel 2.19 Kriteria Level Of Service (Sumber: HCM 2000)

LOS	Kepadatan (pc/mi/in)
A	10
B	> 10 - 20
C	> 20 - 28
D	> 28 - 35
E	> 35
F	> 43

2.2.5 Kecepatan Weaving dan Non-Weaving

Perhitungan kecepatan *weaving* dan *non-weaving* dapat diperoleh dari menganalisa kecepatan rata-rata dari arus kendaraan *weaving* dan *non-weaving*, kecepatan masing-masing dihitung terpisah dikarenakan pada beberapa kondisi kedua keadaan ini sangat berbeda. Berikut adalah rumus yang dapat menentukan kecepatan *weaving* dan *non-weaving*.

$$S_i = S_{min} + \frac{S_{max} \times S_{min}}{1 + W_i} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

S_i = Kecepatan rata-rata dari kendaraan *weaving* dan *non-weaving*

S_{min} = Kecepatan minimum di dalam area menjalin

S_{max} = Kecepatan Maksimum di dalam area menjalin

W_i = Intensitas *weaving*

Terdapat penyesuaian terhadap rumus ini yaitu, ditentukan

bahwa kecepatan minimum adalah 15 *mi/h*, sedangkan kecepatan maksimum ditentukan dari nilai *average free flow speed* ditambah dengan 5 *mi/h*. setelah penyesuaian tersebut maka rumus yang didapat adalah :

$$S_i = 15 + \frac{S_{ff} - 10}{1 + W_i} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

S_{ff} = *average free flow speed of the freeway segments entering and leaving the weaving segment (mi/h)*

2.2.6 Intensitas Weaving

Intensitas *Weaving* sesuai namanya merepresentasikan seberapa sering *weaving* yang terjadi dimana, semakin sering *weaving* terjadi maka kecepatan rata-rata akan berkurang, rumus untuk menghitung faktor intensitas *weaving* adalah sebagai berikut:

$$W_i = \frac{a(1 + VR)^b (V/N)^c}{L^d} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

W_i = Faktor intensitas weaving

VR = Volume Ratio (V_w/V)

V = *total demand flow rate in the weaving area, equivalent pc/h under base conditions*

L = Panjang dari area *weaving*

a,b,c,d = konstan dari kalibrasi

2.2.7 Menentukan Kecepatan Pada Area Weaving

Setelah memperkirakan tipe konfigurasi dan kecepatan maka dapat ditentukan kecepatan rata-rata dari semua jenis kendaraan yang berada pada area *weaving*, kecepatan rata-rata dapat didapatkan dari rumus berikut.

$$S = \frac{v}{\left(\frac{v_{nw}}{s_{nw}}\right) + \left(\frac{v_w}{s_w}\right)} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

S = Kecepatan rata-rata dari semua kendaraan di dalam area *weaving* (km/jam)

v = total *flow rate* di dalam area *weaving* (km/jam)

v_{nw} = *nonweaving flow rate* di dalam area *weaving* (smp/jam)

s_{nw} = *nonweaving flow rate* di dalam area *weaving* (smp/jam)

v_w = *weaving flow rate* di dalam area *weaving* (smp/jam)

s_w = *weaving flow rate* di dalam area *weaving* (smp/jam)

2.2.8 Kepadatan

Setelah mendapat kecepatan rata-rata, hasil tersebut digunakan dalam menentukan kepadatan di dalam area *weaving* dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$D = \frac{\left(\frac{v}{N}\right)}{S} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

D = Kepadatan di dalam area *weaving* (smp/km/jam)

N = Jumlah lajur area *weaving*

v = total *flow rate* di dalam area *weaving* (smp/jam)

S = Kecepatan rata-rata di dalam area *weaving* (km/jam)

2.3 Metode Manual Kapasitas Jalan 1997

2.3.1 Kapasitas

Menurut Manual Kapasitas Jalan tahun 1997 kapasitas bagian jalinan 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. Model kapasitas adalah sebagai berikut

$$C = 135 \times W_w^{1.3} \times (1 + W_E/W_w)^{1.5} \times (1 - P_w/3)^{0.5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1.2} \times F_{cs}$$

$$\times F_{RSU} \dots \dots \dots (2.9)$$

Tabel 2.20 Tipe Variabel, Nama Masukan, dan Faktor Model (Sumber: MKJI 1997)

Tipe Variabel	Variabel dan Nama Masukan	Faktor Model	
Geometri	Lebar masuk rata-rata	We	
	Lebar jalinan	Ww	
	Panjang jalinan	Lw	
	Lebar	Ww/Lw	
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	Fcs
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
	Rasio kendaraan tak bermotor	Pum	Frsu
Lalu Lintas	Rasio Jalinan	Pw	

2.3.2 Nilai Normal Variabel Lalu Lintas

- **Nilai Faktor k**

Nilai Faktor k adalah faktor untuk mengubah arus kendaraan yang dinyatakan dalam LHRT (Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan) menjadi arus lalu lintas jam sibuk.

Tabel 2.21 Faktor K Berdasarkan Lingkungan Jalan (Sumber: MKJI 1997)

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 pemukiman	0,08 - 0,09	0,09 - 0,12

- **Nilai Normal Komposisi Lalu Lintas**

Nilai normal komposisi lalu lintas menunjukkan berapa persentase kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC). Dalam nilai normal komposisi lalu lintas juga terdapat nilai rasio kendaraan tak bermotor (UM) yang didefinisikan sebagai kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan seperti sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong.

Tabel 2.22 Nilai Normal Komposisi Lalu Lintas (Sumber: MKJI 1997)

Ukuran Kota Juta Penduduk	Komposisi Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (%)			Rasio Kendaraan tak Bermotor (UM/MV)
	LV	HV	MC	
>3 Juta	60	4,5	36	0,01
1 - 3 Juta	56	3,5	41	0,05
0,5 - 1 Juta	40	3,0	57	0,14
0,1 - 0,5 Juta	63	2,5	35	0,05
< 0,1 Juta	63	2,5	35	0,05

- **Nilai Normal Lalu Lintas Umum**

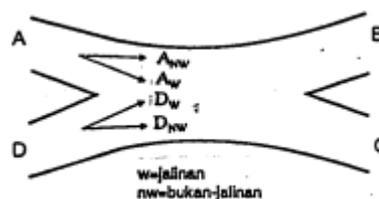
Pada tabel bawah ini disajikan nilai normal rasio jalinan, rasio belok, dan faktor smp. Faktor smp adalah faktor untuk mengubah arus campuran menjadi arus yang setara dalam smp (satuan mobil penumpang) untuk keperluan analisa kapasitas. Nilai-nilai ini dapat digunakan jika informasi yang lebih baik tidak tersedia.

Tabel 2.23 Nilai Normal Lalu Lintas Umum (Sumber: MKJI 1997)

Faktor	Normal
Rasio Jalinan (P_w)	0,75
Rasio Belok Kiri (PLT)	0,15
Rasio Belok Kanan (PRT)	0,15
Faktor-smp (F_{smp})	0,83

- **Perhitungan Rasio Jalinan**

Perhitungan rasio jalinan bisa didapat dengan menghitung arus total (Q_{tot}) yang didefinisikan sebagai jumlah total kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}).



Gambar 2.8 Ilustrasi Arus Weaving dan Non Weaving

Pada Gambar diatas huruf A, B, C, D menyatakan arus lalu lintas, perhitungan arus total dan rasio jalinan adalah sebagai berikut.

$$Q_{TOT} = A_w + A_{NW} + D_w + D_{NW} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$P_w = \frac{A_w + D_w}{Q_{TOT}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

Q_{TOT} = Arus Total

A_w = Kendaraan *weaving* yang datang dari arah A

A_{NW} = Kendaraan *nonweaving* yang datang dari arah A

D_w = Kendaraan *weaving* yang datang dari arah D

D_{NW} = Kendaraan *nonweaving* yang datang dari arah D

2.3.3 Kondisi Lingkungan

- **Ukuran Kota**

Ukuran kota dimasukkan sebagai jumlah penduduk di seluruh daerah perkotaan dalam juta.

Tabel 2.24 Ukuran Kota (Sumber: MKJI 1997)

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Juta)
Sangat Kecil	<0,1
Kecil	0,1 - 0,5
Sedang	0,5 - 1,0
Besar	1,0 - 3,0
Sangat Besar	> 3,0

- **Tipe Lingkungan Jalan**

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu-lintas dengan bantuan tabel dibawah.

Tabel 2.25 Tipe Lingkungan Jalan (Sumber: MKJI 1997)

Komersial	Guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Permukiman	Guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan

Akses Terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dsb)
----------------	---

2.3.5 Parameter Geometrik

Pada metode MKJI 1997 harus dihitung lebar rata – rata masuk bagian jalinan yang dimana hasilnya akan dimasukkan ke dalam rumus kapasitas. Untuk menghitung lebar rata – rata dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$W_E = \frac{W_1 + W_2}{2} \dots \dots \dots (2.12)$$

Jika $W_1 > W$, $W_1 = W$ dan $W_2 > W$, $W_2 = W$. W , W_1 , dan W_2 dapat di ilustrasikan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.9 Ilustrasi untuk Parameter Geometrik (Sumber: MKJI 1997)

2.3.6 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor Penyesuaian Ukuran Kota bisa ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota yang dimana nanti nilai faktor tersebut digunakan untuk menghitung kapasitas area *weaving*. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 2.26 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Sumber: MJKJI 1997)

Ukuran Kota (CS)	Penduduk (Juta)	Faktor Penyesuaian Kota (Fcs)
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

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

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor dapat ditentukan melalui tabel dibawah ini, dimana

kelas tipe lingkungan dibagi menjadi tiga yaitu Komersial, Permukiman, dan Akses Terbatas dengan kelas hambatan samping Tinggi, Sedang, dan Rendah. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 2.27 Faktor Tipe Lingkungan, Kelas Hambatan Samping, dan Rasio Kendaraan Tak Bermotor (Sumber: MKJI 1997)

Kelas Tipe Lingkungan Jalan (RE)	Kelas Hambatan Samping (SF)	Rasio Kendaraan Tak Bermotor (Pum)				
		0,00	0,1	0,10	0,2	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,9	0,9	0,8	0,8	0,70
	Sedang	0,9	0,9	0,9	0,80	0,70
	Rendah	1	0,90	0,9	0,8	0,71
Permukiman	Tinggi	1	0,9	0,9	0,8	0,72
	Sedang	1	0,9	0,9	0,8	0,73
	Rendah	1	0,9	0,9	0,8	0,74
Akses Terbatas	Tinggi	1,00	1	0,90	0,80	0,75
	Sedang	1,00	1	0,90	0,80	0,75
	Rendah	1,00	1	0,90	0,80	0,75

2.3.8 Derajat Kejenuhan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), 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. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah simpang tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam satuan sama yaitu smp/jam. Derajat kejenuhan digunakan untuk analisa perilaku lalu lintas. Derajat Kejenuhan yang terjadi harus dibawah 0,75 dan perencanaan harus dibawah 0,75. Derajat kejenuhan bagian jalinan, dihitung sebagai berikut.

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

Q_{smp} = Arus total (smp/jam)

$F_{smp} = (LV\% \times emp_{LV} + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC}) / 100$

C = Kapasitas (smp/jam)

2.3.9 Tingkat Pelayanan

Perilaku lalu lintas diwakili oleh tingkat pelayanan *Level of Service* (LOS) yaitu ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan. Tingkatan pelayanan *Level of Service* (LOS) diklasifikasikan sebagai berikut.

Tabel 2.28 Kriteria Tingkat Pelayanan (Sumber: MKJI 1997)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Lalu Lintas	Derajat Kejenuhan
A	Kondisi Arus Bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan	0,00 - 0,20
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20 - 0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,45 - 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan	0,75 - 0,84
E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitas, arus tidak stabil, dan kecepatan terkadang terhenti	0,85 - 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume dibawah kapasitas. Antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar	> 1,00

2.4 Penelitian Terdahulu

2.4.1 *Weaving Area Analysis in Year 2000 Highway Capacity Manual*

Penelitian ini dilakukan oleh Roger P. Roess dan Jose M.ulerio membahas tentang analisis area *weaving* menggunakan metode HCM 2000. *Weaving* telah terbukti menjadi salah satu jenis operasi yang kompleks untuk dianalisis secara konsisten, meskipun sudah banyak penelitian, tidak ada satu pun penelitian yang

komprehensif yang menghasilkan prosedur analisis yang teruji waktu dan aplikasi.

2.4.2 Analisis Pengaruh Arus Menyalang (*Weaving*) Terhadap Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal

Penelitian ini dilakukan oleh Mursalim, Yuada Rumengan, dan Ray Galfian Panginan pada tahun 2021 yang membahas tentang pengaruh area *weaving* terhadap kinerja lalu lintas simpang tak bersinyal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai derajat kejenuhan dan waktu tunda yang terjadi pada simpang kota Makassar yang hasilnya mendapatkan tingkat pelayanan F.

2.4.3 Analisis Jalan Bebas Hambatan Berdasarkan Studi Kasus Rencana Jakarta Outer Ring Road II (JORR II) Ruas Serpong-Cinere Dengan Metode US-HCM 2000

Penelitian ini dilakukan oleh Niky Nathaniel pada tahun 2010 yang menganalisis kapasitas jalan bebas hambatan JORR II ruas Serpong – Cinere menggunakan Metode HCM 2000. Kemacetan yang terjadi dapat dikurang dengan mengimbangi antara peningkatan angka pertumbuhan jalan dengan jumlah kendaraan yang ada, perencanaan penambahan jalan juga harus direncanakan pada lokasi yang tepat sehingga tidak menambah tingkat kemacetan yang telah ada. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, jumlah lajur yang dibutuhkan untuk melayani volume kendaraan yang akan melalui JORR II baik *basic freeway* maupun *non-basic freeway* ialah sebanyak 2 lajur.

2.4.4 Analisis Kinerja Lalu Lintas dan Manajemen Lalu Lintas pada Bundaran ITS dan Bundaran Mulyosari Kota Surabaya

Penelitian ini dilakukan oleh Laif Satoionong, Mardijono, M. Shofwan Donny, Norman Ray, dan Leonardo Setia Budi Wibowo yang dilakukan pada tahun 2019. Penelitian ini membahas tentang kinerja lalu lintas dan manajemen lalu lintas pada Bundaran ITS dan Bundaran Mulyosari Kota Surabaya yang menurut penelitiannya

dua bundaran tersebut sudah tidak efektif dari 2018 sampai dengan 5 tahun kedepan, solusi yang diberikan adalah menggunakan *traffic light* untuk membuat kedua bundaran efektif lagi.

2.4.5 Analisis Kinerja Bundaran (Studi Kasus: Bundaran Suci Kabupaten Garut)

Penelitian ini dilakukan oleh Alfa Syifa Putra Setiawan dan Prof. Ir. Sigit Priyanto, M.Sc., Ph.D. yang membahas tentang kinerja Bundaran Suci Kabupaten Garut. Persimpangan merupakan salah satu bagian penting yang tidak dapat dipisahkan dari semua sistem jalan, persimpangan bertujuan untuk mengurangi konflik antara kendaraan berat, kendaraan ringan, dan kendaraan tidak bermotor. Pada bundaran tersebut ternyata nilai derajat kejenuhan termasuk ke dalam kondisi ideal yaitu $0,58 < 0,75$ dan tidak perlu dilakukannya pembaharuan.



“Halaman sengaja dikosongkan”