

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Peraturan Pemerintah berdasarkan UU RI No. 38 Tahun 2004 tentang jalan, mendefinisikan bahwa jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, meliputi bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Adapun beberapa ahli mengatakan bahwa berkembangnya angkutan darat, terutama kendaraan bermotor yang meliputi jenis ukuran dan jumlah maka masalah kelancaran arus lalu lintas, keamanan, kenyamanan dan daya dukung dari perkerasan jalan harus menjadi perhatian, oleh karena itu perlu pembatasan – pembatasan (A. Ansyori Alamsyah ,2001).

Menurut (Clarkson H. Oglesby, 1999) mengatakan bahwa jalan raya adalah jalur – jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran – ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat.

2.2 Pengertian Putar Balik Arah (*U-TURN*)

Menurut Pedoman Perencanaan Putar Balik (PPPB, 2005), putaran balik adalah gerak lalu lintas kendaraan untuk berputar kembali atau berbelok 180°. (PPPB, 2005) berpendapat bahwa median jalan bagian dari jalan yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan dengan bentuk memanjang sejajar jalan, terletak di sumbu/tengah jalan, dimaksudkan untuk memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan. Gerakan putar balik arah melibatkan beberapa tahap kejadian yang mempengaruhi kondisi arus lalu lintas. Pergerakan kendaraan searah dengan arus kendaraan untuk melakukan putar balik arah (*U-Turn*) sebelum arus kendaraan tersebut menyatu dengan arus yang berlawanan, dan itu merupakan tahap pertama. Tahap kedua yaitu ketika kendaraan akan melakukan gerakan putar balik arah pada

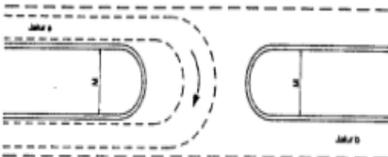
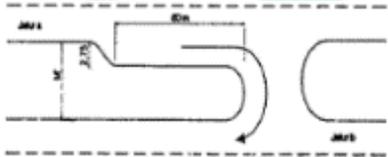
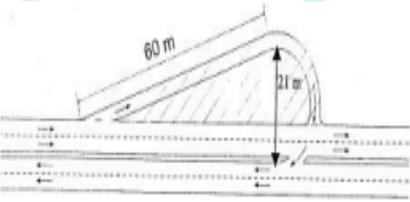
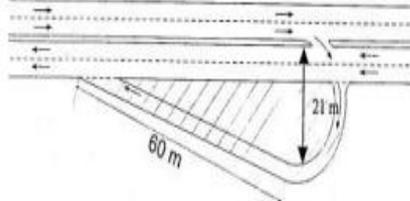
fasilitas *U-Turn* yang tersedia. Pada tahap ketiga yaitu kendaraan yang berputar arah akan menyatu (*merge*) dengan arus kendaraan pada arus yang berlawanan. Terdapat beberapa tahapan dalam melakukan putar balik arah adalah sebagai berikut (Dharmawan, 2013) :

1. Tahap Pertama, kendaraan yang melakukan gerakan balik arah akan mengurangi kecepatan dan akan berada pada jalur paling kanan. Perlambatan arus lalu lintas yang terjadi sesuai teori *car following* mengakibatkan terjadinya antrian yang ditandai dengan panjang antrian, waktu tundaan dan gelombang kejut.
2. Tahap Kedua, saat kendaraan melakukan gerakan berputar menuju ke jalur berlawanan, dipengaruhi oleh jenis kendaraan (kemampuan *manuver*, dan radius putar). *Manuver* kendaraan berpengaruh terhadap lebar median dan gangguannya kepada dua arah (searah dan berlawanan arah). Lebar lajur berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas jalan untuk kedua arah. Apabila jumlah kendaraan berputar cukup besar, lajur panmpung perlu disediakan untuk mengurangi dampak terhadap aktifitas kendaraan di belakangnya.
3. Tahap Ketiga, adalah gerakan balik arah kendaraan, sehingga perlu diperhatikan kondisi arus lalu lintas arah berlawanan. Terjadi interaksi antara kendaraan balik arah dan kendaraan gerakan lurus pada arah yang berlawanan, dan penyatuan dengan arus lawan arah untuk memasuki jalur yang sama. Pada kondisi ini yang terpenting adalah penetapan pengendara sehingga gerakan menyatu dengan arus utama tersedia, pengendara harus dapat mempertimbangkan adanya senjang jarak antara dua kendaraan pada arah arus utama sehingga kendaraan dapat dengan aman menyatu dengan arus utama (*Gap Capacity*), dan fenomena *merging* dan *weaving*.

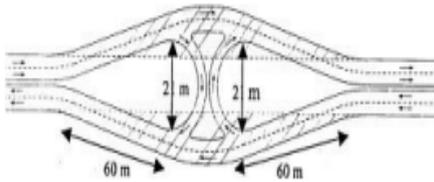
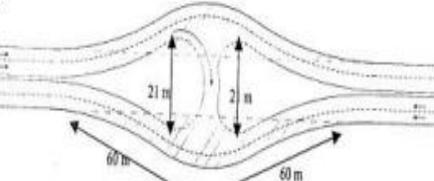
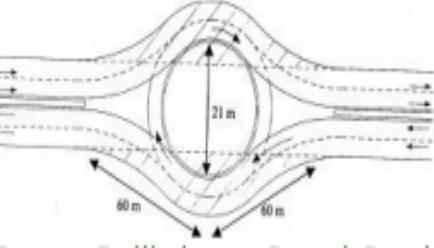
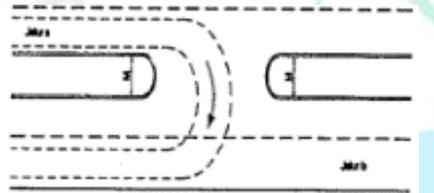
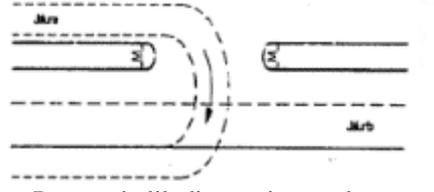
2.3 Pemilihan Jenis dan Persyaratan Putar Balik Arah (*U-Turn*)

Pemilihan jenis dan persyaratan putar balik arah (*U-TURN*) menurut pedoman perencanaan putar balik (PPPB, 2005) yang di sajikan pada tabel.

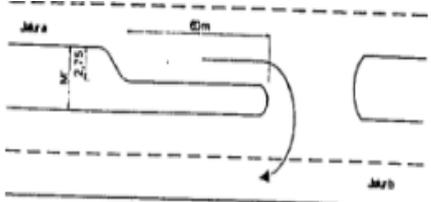
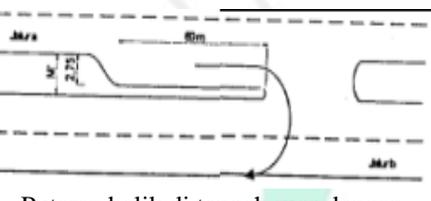
Tabel 2. 1 Pemilihan jenis dan persyaratan U-TURN

Jenis Putaran Balik	Kriteria Lokasi	Tata Guna Lahan	
	<p>Lebar median memenuhi kriteria lebar median ideal Volume lalu lintas jalur a dan jalur b tinggi Frekuensi perputaran < 3 perputaran/menit</p>		
<p>Putaran balik di tengah ruas dengan lebar median ideal</p>		<p>Lebar median memenuhi kriteria lebar median ideal Volume lalu lintas jalur a sangat tinggi dan jalur b tinggi Frekuensi perputaran > 3 perputaran/menit</p>	
<p>Putaran balik di tengah ruas dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke lajur dalam jalur lawan dengan penambahan lajur khusus</p>		<p>Lebar median tidak memenuhi kriteria lebar median ideal Volume lalu lintas jalur a dan jalur b tinggi Frekuensi perputaran < 3 perputaran/menit (bila frekuensi perputaran >3 perputaran/menit fasilitas ini memerlukan lampu lalu lintas)</p>	<p>Daerah rural/jalan antar kota (jalan AP & KP1) Jalan arteri sekunder</p>
<p>Putaran balik tidak langsung dengan jalur putar di tepi kiri jalan</p>		<p>Putar balik tidak langsung dengan jalur putar di tepi kanan jalan</p>	

Tabel 2. 1 Lanjutan

Jenis Putaran Balik	Kriteria Lokasi	Tata Guna Lahan
 <p data-bbox="292 573 632 600">Putaran balik dengan kanalisasi</p>	<p data-bbox="711 344 1002 434">Lebar median tidak memenuhi kriteria lebar median ideal</p> <p data-bbox="711 439 1002 495">Volume lalu lintas jalur a dan jalur b tinggi</p> <p data-bbox="711 499 1002 560">Frekuensi perputaran > 3 perputaran/menit</p>	
 <p data-bbox="245 840 679 898">Putaran balik dengan pelebaran di lokasi putaran balik</p>	<p data-bbox="711 604 1002 694">Lebar median tidak memenuhi kriteria lebar median ideal</p> <p data-bbox="711 698 1002 754">Volume lalu lintas jalur a dan jalur b tinggi</p> <p data-bbox="711 759 1002 819">Frekuensi perputaran > 3 perputaran/menit</p>	<p data-bbox="1031 734 1273 853">Daerah rural/jalan antar kota (jalan AP & KP1) Jalan arteri sekunder</p>
 <p data-bbox="245 1182 679 1211">Putaran balik dengan bentuk bundaran</p>	<p data-bbox="711 902 1002 992">Lebar median tidak memenuhi kriteria lebar median ideal</p> <p data-bbox="711 996 1002 1052">Volume lalu lintas jalur a dan jalur b tinggi</p> <p data-bbox="711 1057 1002 1117">Frekuensi perputaran > 3 perputaran/menit</p>	
 <p data-bbox="245 1444 679 1532">Putaran balik di tengah ruas dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke lajur kedua jalur lawan</p>	<p data-bbox="711 1216 1002 1368">Lebar median memenuhi kriteria lebar median dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke lajur kedua jalur lawan.</p> <p data-bbox="711 1373 1002 1491">Volume lalu lintas jalur a tinggi dan jalur b sedang</p> <p data-bbox="711 1444 1002 1491">Frekuensi perputaran < 3 perputaran/menit</p>	<p data-bbox="1031 1279 1273 1491">Daerah perkotaan dengan aktivitas umum (Rumah Sakit, Perkantoran, Perdagangan, Sekolah, Jalan akses pemukiman)</p>
 <p data-bbox="245 1760 679 1870">Putaran balik di tengah ruas dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke bahu jalan (4/2D) atau lajur ketiga (6/2D) jalur lawan</p>	<p data-bbox="711 1538 1002 1718">Lebar median memenuhi kriteria lebar median dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke bahu jalan (4/2D) atau lajur ketiga (6/2D) jalur lawan.</p> <p data-bbox="711 1722 1002 1870">Volume lalu lintas jalur a tinggi dan jalur b rendah sampai sedang</p> <p data-bbox="711 1821 1002 1870">Frekuensi perputaran < 3 perputaran/menit</p>	<p data-bbox="1059 1601 1273 1812">Daerah perkotaan dengan aktivitas umum (Rumah Sakit, Perkantoran, Perdagangan, Sekolah, Jalan akses pemukiman)</p>

Tabel 2. 1 Lanjutan

Jenis Putaran Balik	Kriteria Lokasi	Tata Guna Lahan
 <p>Putaran balik di tengah ruas dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke lajur kedua jalur lawan dengan penambahan jalur khusus</p>	<p>Lebar median memenuhi kriteria lebar median dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke lajur kedua jalur lawan.</p> <p>Volume lalu lintas jalur a sangat tinggi dan jalur b sedang</p> <p>Frekuensi perputaran > 3 perputaran/menit</p>	<p>Daerah perkotaan dengan aktivitas umum (Rumah Sakit, Perkantoran, Perdagangan, Sekolah, Jalan akses pemukiman)</p>
 <p>Putaran balik di tengah ruas dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke bahu jalan (4/2D) atau lajur ketiga (6/2D) jalur lawan dengan penambahan jalur khusus</p>	<p>Lebar median memenuhi kriteria lebar median dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke bahu jalan (4/2D) atau lajur ketiga (6/2D) jalur lawan.</p> <p>Volume lalu lintas jalur a sangat tinggi dan jalur b rendah sampai sedang</p> <p>Frekuensi perputaran > 3 perputaran/menit</p>	
 <p>Putaran balik dengan lajur khusus dan pelebaran tepi luar</p>	<p>Lebar median memenuhi kriteria lebar median dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke bahu jalan (4/2D) atau lajur ketiga (6/2D) jalur lawan.</p> <p>Volume lalu lintas jalur a sangat tinggi dan jalur b sedang sampai tinggi</p> <p>Frekuensi perputaran > 3 perputaran/menit</p>	

Sumber: (PPPB, 2005)

2.4 Syarat Bukaannya Median Untuk Putar Balik Arah (U-Turn)

Median dapat berupa yang ditinggikan, median yang diturunkan, atau median datar. Bukaannya median dibentuk untuk mengakomodasi kendaraan untuk melakukan gerakan putaran balik pada tipe jalan terbagi serta dapat mengakomodasi gerakan memotong dan belok kanan (PPPB, 2005). Menurut (PPPB, 2005), bukaannya median untuk putaraan balik dapat dilakukan pada lokasi – lokasi berikut: Lokasi di antara persimpangan untuk mengakomodasi gerakan putaran balik yang tidak disediakan di persimpangan.

1. Lokasi untuk mengakomodasi gerakan putaran balik yang tidak disediakan di persimpangan.

2. Lokasi untuk mengakomodasi gerakan putaran balik yang akan mempengaruhi gerakan menerus dan gerakan beerbelok di persimpangan.
3. Lokasi dimana terdapat ruang aktifitas umum penting seperti rumah sakit atau aktifitas lain yang berkaitan dengan kegiatan jalan. Bukaannya untuk tujuan ini diperlukan pada jalan dengan volume lalu lintas rendah.
4. Lokasi pada jalan tanpa kontrol, merupakan akses dimana bukaannya median pada jarak optimum disediakan untuk melayani pengembangan daerah tepinya (*frontage*) dan meminimumkan tekanan untuk bukaannya media di depannya. Untuk beberapa kasus, dalam hal ini tidak dibuat standar baku karena sangat kasuitis.

2.5 Kendaraan Rencana Pada Putar Balik Arah (*U-Turn*)

Kendaraan rencana yang diatur pada tipe perancangan putar balik arah ini harus terdapat perhitungan berat, dimensi dan karakter operasional kendaraan untuk menetapkan kontrol perancangan putaran balik sehingga dapat mencukupi pemakaian oleh kendaraan tersebut (PPB, 2005). Dimensi kendaraan dan jejak berputar minimum roda kendaraan sangat mempengaruhi jari – jari lengkung dan lebar perkerasan pada putaran balik arah. Berikut adalah dimensi kendaraan rencana pada jalan:

2.5.1 Jalan Perkotaan

Menurut (PPB, 2005), dimensi kendaraan rencana untuk jalan perkotaan yang digunakan dalam perencanaan putar balik arah:

Tabel 2. 2 *Dimensi Kendaraan Rencana Jalan Perkotaan (PPB, 2005)*

Kendaraan Rencana	Dimensi			Radius Putar Minimum (m)
	Tinggi	Panjang	Lebar	
Truk As Tunggal	4,1	2,5	9,0	12,8
City Transit Bus	3,2	2,5	12,0	12,8
Bis Gandengan	3,4	2,5	18,0	12,1

Sumber: (PPB, 2005)

2.5.2 Jalan Luar Kota

Menurut (PPB, 2005), dimensi kendaraan rencana untuk jalan luar kota yang digunakan dalam perencanaan putar balik arah :

Tabel 2. 3 *Dimensi Kendaraan Rencana Jalan Luar Kota (PPB, 2005)*

Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (m)			Radius Putar (m)	
	Tinggi	Panjang	Lebar	Depan	Belakang
Kendaraan Kecil	1,3	2,1	5,8	4,2	7,3
Kendaraan Sedang	4,1	2,6	12,1	87,4	12,8
Kendaraan Berat	4,1	2,6	21	2,9	14,0

Sumber: (PPB, 2005)

2.6 Klasifikasi Kendaraan

Undang Undang No. 14 Tahun Menurut (MKJI, 1997), kendaraan merupakan unsur lalu lintas diatas roda. Dapat di artikan bahwa kendaraan merupakan salah satu unsur dari lalu lintas yang melintas di atas roda. Terdapat beberapa klasifikasi kendaraan menurut (MKJI, 1997). *Light Vehichle*/Kendaraan Ringan (LV) merupakan kendaraan ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (seperti mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up, dan truk kecil sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).

Heavy Vehicle/Kendaraan Berat (HV) merupakan kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (seperti bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistim klasifikasi Bina Marga). *Motorcycle*/Kendaraan Bermotor (MC) merupakan kendaraan dengan 2 atau 3 roda (seperti sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistim klasifikasi Bina Marga). *Unmotorized*/Kendaraan tak Bermotor (UM) merupakan kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (seperti sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).

2.7 Karakteristik Arus Lalu Lintas

Lalu lintas menurut Pasal 1 Undang Undang No. 22 Tahun 2009 dijelaskan bahwa lalu lintas merupakan suatu rangkaian gerak bagi kendaraan dan perorangan bagi ruang dalam lalu lintas jalan yang berupa prasarana dengan tujuan sebagai gerak pindah suatu kendaraan, orang dan/atau barang. Penggambaran arus lalu

lintas secara kuantitatif untuk memperdalam karakteristiknya maka diperlukannya parameter arus lalu lintas. Secara makroskopik, karakteristik suatu arus lalu lintas diamati dengan cara sebagai berikut :

1. Volume arus lalu lintas
2. Kecepatan arus lalu lintas
3. Kerapatan arus lalu lintas

2.7.1 Volume Arus Lalu Lintas

Volume adalah rasio per-jam jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pada suatu lajur tertentu, pada periode waktu tertentu dan diukur dalam satuan kendaraan per satuan waktu tertentu (HCM, 2000). Menurut Peraturan Pemerintah No. 96 Tahun 2015 volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada ruas jalan per satuan waktu dinyatakan dalam kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam. Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Data pencacahan volume lalu lintas adalah data yang di perlukan untuk fase perencanaan, desain, manajemen sampai pengoperasian jalan. Volume adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada suatu jalur gerak per satuan waktu, biasanya digunakan satuan kendaraan per waktu (Morlok, 1978).

Dalam pembahasannya volume dibagi menjadi :

1. Volume harian (*daily volumes*)

Volume harian ini dapat digunakan sebagai dasar perencanaan jalan dan observasi umum terkait “*trend*” pengukuran volume yang dibedakan menjadi :

- a. *Average Annual Daily Traffic* (AADT) merupakan volume lalu lintas 24 jam yang diukur dalam kurun waktu 365 hari, yaitu jumlah total dari kendaraan melewati ruas jalan dibagi dengan kurun waktu 365 hari.

b. *Average Daily Traffic* (ADT) merupakan volume lalu lintas 24 jam penuh pada suatu ruas jalan untuk periode dalam kurun waktu kurang dari 365 hari.

2. Volume jam-an (*hourly volumes*)

Pengamatan terhadap arus lalu lintas untuk menentukan jam puncak pada periode pagi dan sore. Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui arus paling besar yang terjadi atau jam puncak. Data pengamatan ini akan menjadi dasar untuk desain jalan raya dan analisis operasi lainnya yang digunakan untuk analisa keselamatan. *Peak hour factor* (PHF) merupakan perbandingan volume lalu lintas per jam pada saat jam puncak dengan 4 kali *rate of flow* paada saat jam puncak. *Rate of flow* adalah nilai eqivalen dari volume lalu lintas per jam yang melewati suatu titik pada ruas jalan atau lajur/segmen jaan pada interval kurang dari satu jam.

$$PHF = \frac{\text{Volume per jam}}{4 \times \text{peak rate factor of flow}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 1})$$

2.7.2 Kecepatan Arus Lalu Lintas

Kecepatan merupakan sebuah nilai dari satuan gerak suatu benda yang diukur dalam jarak per satuan waktu. Kecepatan tempuh merupakan kecepatan rata – rata kendaraan yangdihitung berdasarkan panjang segmen jalan yang dibagi dengan waktu tempuh rata – rata kendaraan yang melewatinya. Menurut (MKJI, 1997), Waktu tempuh kendaraan merupakan waktu yang dibutuhkan bagi suatu kendaraan untuk melalui suatu panjang segmen tertentu yang mencakup waktu tundaan dan waktu berhenti. Kecepatan rata – rata dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. *Space Mean Speed* (SMS), merupakan kecepatan rata – rata dari seluruh kendaraan yang menempati penggal pada jalan selama periode waktu tertentu.
2. *Time Mean Speed* (TMS), merupakan kecepatan rata – rata dari seluruh kendaraan yang melewati suatu titik pada jalan selama periode waktu tertentu.

$$\text{SMS} = \frac{n \cdot d}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2})$$

$$\text{TMS} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d}{t_i}}{n} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3})$$

Rumus dasar dari nilai kecepatan adalah sebagai berikut :

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 4})$$

Keterangan :

TMS = Kecepatan rata – rata setempat (km/jam)

SMS = Kecepatan rata – rata ruang (km/jam)

n = Jumlah sampel kendaraan

d = Panjang penggal jalan (m)

t_i = Waktu tempuh kendaraan jenis – i

v = Kecepatan (km.jam)

s = Jarak tempuh (m)

t = Waktu tempuh (detik)

2.7.3 Kerapatan Arus Lalu Lintas

Kerapatan yaitu jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan tertentu pada periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam jumlah kendaraan per satuan panjang per lajur (Morlok, 1991). Kerapatan sulit diukur secara langsung dilapangan, melainkan dihitung dari nilai kecepatan dan arus (volume) sebagai hubungan:

$$V = U_s \times D \dots\dots\dots(\text{Persamaan 5})$$

$$D = V / U_s \dots\dots\dots(\text{Persamaan 6})$$

Keterangan :

V = Volume lalu lintas (kend/jam)

U_s = Space Mean Speed (km.jam)

D = Kerapatan/kerapatan (kend/km)

2.8 Kapasitas Jalan

Menurut (MKJI, 1997), kapasitas merupakan kemampuan sebuah ruas jalan dapat menampung jumlah maksimum kendaraan pada kondisi tertentu dan waktu tertentu dalam satu arah. Kapasitas menurut (HCM, 1994), kapasitas merupakan penilaian pada orang atau kendaraan yang cukup layak untuk memindahkan sesuatu atau keseragaman segmen jalan selama spesifikasi waktu pada jam sibuk.

Menurut (Oglesby, dan Hicks, 1993) kapasitas merupakan suatu keadaan jalan dimana jumlah kendaraan maksimum yang dapat memiliki kemampuan cukup untuk melalui suatu ruas jalan pada interval waktu tertentu yang terdapat pada lalu lintas umum. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung nilai kapasitas pada ruas jalan menurut (MKJI, 1997):

$$C = C_o \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 7)}$$

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Tabel 2. 4 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w).

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (WC) (m)	FC_w
	Per lajur	
(4/2D) empat-lajur terbagi atau jalan satu arah	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
	Per lajur	
Empat-lajur tak terbagi	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,00
	4,00	1,09
	Total dua arah	
Dua-lajur tak terbagi	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: (MKJI, 1997)

Tabel 2. 5 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{SP})

Pemisah arah SP %-%	50 – 50	55 – 45	60 – 40	65 – 35	70 – 30
Dua-lajur (2/2)	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
Empat-lajur (4/2)	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber: (MKJI, 1997)

Tabel 2. 6 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{SF})

Tipe Jalan	Kelas		Lebar bahu efektif W_s			
	Hambatan Samping					
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$	
4/2D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03	
	L	0,94	0,97	1,00	1,02	
	M	0,92	0,95	0,98	1,00	
	H	0,88	0,92	0,95	0,98	
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96	
4/2UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03	
	L	0,94	0,97	1,00	1,02	
	M	0,92	0,95	0,98	1,00	
	H	0,87	0,91	0,94	0,98	
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95	
2/2 UD atau jalan satu arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01	
	L	0,92	0,94	0,97	1,00	
	M	0,89	0,92	0,95	0,98	
	H	0,82	0,86	0,90	0,95	
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91	

Sumber: (MKJI, 1997)

Tabel 2. 7 Faktor ukuran kota (FC_{Cs})

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber: (MKJI, 1997)

Tabel 2. 8 Tipe Jalan dan Kapasitas Dasar (Co)

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (Co) (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per Lajur
Empat-lajur tak terbagi	1500	Per Lajur
Dua-lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber: (MKJI, 1997)

2.9 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menurut (MKJI, 1997) merupakan perbandingan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor dalam menentukan tingkat kinerja suatu ruas jalan. Derajat kejenuhan merupakan perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan, derajat kejenuhan memiliki beberapa keterangan, sebagai berikut :

- Jika nilai derajat kejenuhan $> 0,8$ menunjukkan kondisi lalu lintas yang sangat tinggi.
- Jika nilai derajat kejenuhan $> 0,6$ menunjukkan kondisi lalu lintas padat.
- Jika nilai derajat kejenuhan $< 0,6$ menunjukkan kondisi lalu lintas rendah.

Persamaan dasar untuk menentukan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots (Persamaan 8)$$

Keterangan :

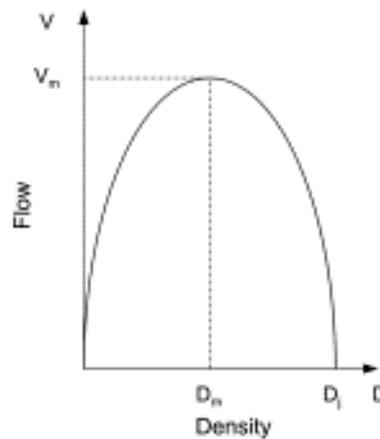
- DS = Derajat Kejenuhan
- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

2.10 Hubungan Volume, Kecepatan dan Kerapatan

Variabel lalu lintas memiliki hubungan antara volume, kecepatan dan Kerapatan dapat digambarkan secara grafis dengan menggunakan persamaan matematis.

a. Hubungan antara volume – Kerapatan

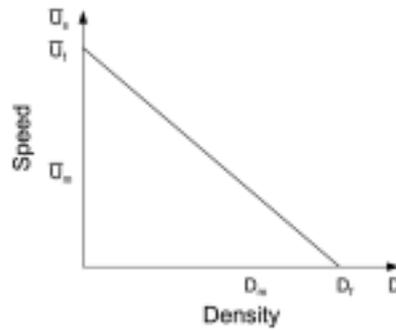
Volume maksimum (V_m) dapat terjadi ketika nilai kerapatan mencapai nilai kritis (D_m) yang merupakan ketika kendaraan yang melalui suatu ruas jalan sudah mencapai nilai maksimal dari kapasitas jalan. Pada saat terjadi penurunan pada volume lalu lintas dan akan terjadi juga peningkatan kerapatan hingga mencapai titik (D_f). Berikut merupakan hubungan antara volume dengan kerapatan yang dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. 1 Hubungan Volume – Kerapatan

b. Hubungan antara Kecepatan – Kerapatan

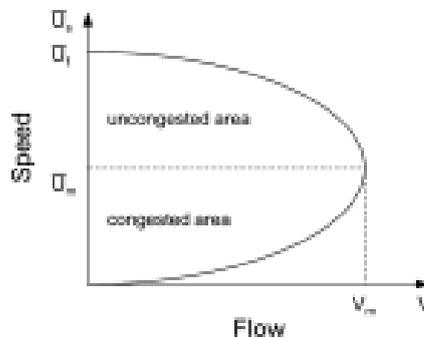
Hubungan kecepatan dengan kerapatan sangat berkaitan karena ketika nilai kerapatan terjadi pada nilai nol, maka kecepatan arus bebas kendaraan akan terjadi dikarenakan tidak terapatnya kendaraan lain yang melintas. Semakin bertambahnya nilai kerapatan maka nilai kecepatan arus bebas kendaraan akan mengalami penurunan juga dikarenakan sudah terjadi kepadatan pada ruas jalan, sampai pada kecepatan bernilai nol dan kerapatan yang terjadi maksimal, maka akan terjadinya kemacetan. Berikut merupakan hubungan antara kecepatan dengan kerapatan yang dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. 2 Hubungan Kecepatan – Kerapatan

c. Hubungan volume - kecepatan

Hubungan volume dengan kecepatan bersifat parabolik yaitu ketika volume lalu lintas bernilai nol maka kecepatan arus bebas akan semakin tinggi, sedangkan ketika volume sudah meningkat maka kecepatan akan menurun sampai pada keadaan volume maksimum maka kecepatan akan menurun sampai pada nilai nol dan volume juga akan menurun sampai pada nilai nol. Berikut merupakan hubungan antara volume dengan kecepatan yang dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. 3 Hubungan Kecepatan – Volume

2.11 Model Greenshield

Model *greenshield* ini dapat digunakan dimana ketika lalu lintas memenuhi syarat yaitu keadaan lalu lintas tanpa gangguan dan bergerak bebas. Model *greenshield* ini merupakan model terawal yang tercatat dalam mengamati perilaku lalu lintas. Model *greenshield* mendapatkan hasil bahwa antara hubungan kecepatan dan kerapatan bersifat linier, dan untuk hubungan antara volume dan kerapatan bersifat parabolik sama seperti dengan hubungan antara volume dan

kecepatan. *Greenshield* mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan diasumsikan linier (Tamin, 2000) sebagai berikut:

$$U_s = U_f - \left(\frac{U_f}{D_j}\right) D \dots\dots\dots(\text{Persamaan 9})$$

Keterangan:

U_s = Kecepatan rata – rata dalam keadaan arus lalu lintas padat (km/jam)

U_f = Kecepatan rata – rata dalam keadaan arus lalu lintas bebas (km/jam)

D_j = Kerapatan jenuh (smp/m)

D = Kerapatan (smp/km)

Persamaan hubungan kecepatan dengan kerapatan tersebut pada dasarnya persamaan linier $y = a + bx$, dimana U_f sebagai konstanta a dan $-\frac{U_f}{D_j}$ sebagai b , sedangkan D dan U_s merupakan variabel x dan variabel y . Dimana untuk variabel tersebut merupakan variabel kecepatan bebas kendaraan melaku dan variabel puncak kerapatan yaitu pada saat kendaraan tidak dapat bergerak (Tamin, 2000).

Hubungan antara volume dan kerapatan didapat dengan menggunakan persamaan (5) yaitu $U_s = V/D$ yang kemudian disubsitusikan pada persamaan (10) dan akan menghasilkan persamaan parabolik sebagai berikut:

$$V = U_f \cdot D - \left(\frac{U_f}{D_j}\right) D^2 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 10})$$

Hubungan volume dan kecepatan akan menghasilkan persamaan parabolik sebagai berikut :

$$V = D_j \cdot U_s - \left(\frac{D_j}{U_f}\right) U_s^2 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 11})$$

Dalam ketiga bentuk hubungan diatas terdapat nilai volume maksimum, kecepatan maksimum dan kerapatan maksimum. Model *Greenshield* menggunakan persamaan dibawah ini untuk mencari nilai volume maksimum (V_m)

$$V_m = D_m \cdot U_m \dots\dots\dots(\text{Persamaan 12})$$

Persamaan diatas didapatkan bahwa D_m merupakan kerapatan yang terjadi saat mencapai volume maksimum dan U_m merupakan kecepatan maksimum kendaraan yang terjadi pada saat mencapai volume maksimum. Sedangkan kerapatan maksimum (D_m) yang terjadi saat mencapai volume maksimum. Perhitungan untuk nilai – nilai tersebut adalah sebagai berikut:

$$D = D_m = \frac{D_j}{2} \dots\dots\dots (Persamaan 13)$$

Sedangkan untuk mendapatkan kecepatan maksimum U_m pada saat volume maksimum pada model *Greenshield* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$U_s = U_m = \frac{U_f}{2} \dots\dots\dots (Persamaan 14)$$

Apabila persamaan nilai Kerapatan maksimum dan kecepatan maksimum disubstitusikan ke persamaan volume maksimum maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_m = \frac{U_f \cdot D_j}{4} \dots\dots\dots (Persamaan 15)$$

Persamaan linier $y = a + bx$ dapat diubah untuk mendapatkan konstanta U_f dan D_j dengan memisalkan $y = U_s$; $a = U_f$; $b = -\frac{U_f}{D_j}$; $x = D$. Untuk mencari nilai konstanta a dan koefisien regresi (b), digunakan persamaan:

$$b = \frac{n\sum x_1 y_1 - \sum x_1 \sum y_1}{n\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2} \dots\dots\dots (Persamaan 16)$$

$$a = \bar{y}_1 - b\bar{x}_1 \dots\dots\dots (Persamaan 17)$$

Dimana: $\bar{y}_1 = \frac{\sum y_1}{n}$; $\bar{x}_1 = \frac{\sum x_1}{n}$

2.11.1 Analisis Korelasi

Perhitungan analisis korelasi merupakan perhitungan yang digunakan untuk menentukan kuat hubungan antara peubah bebas dan tidak bebas yang dinyatakan dalam nilai koefisien korelasi (r). Untuk menentukan nilai koefisien korelasi dapat menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$r = \frac{n\sum x_1 y_1 - \sum x_1 \sum y_1}{\sqrt{[n\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2][n\sum y_1^2 - (\sum y_1)^2]}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 18)}$$

Nilai koefisien korelasi tanpa memperhatikan arah menurut (Ghozali, 2016), adalah sebagai berikut:

- Nilai (0) : Tidak ada Korelasi
- Nilai (0,1 - 0,49) : Korlasi lemah
- Nilai (0,50) : Korelasi Moderat
- Nilai (0,51 – 0,99) : Korelasi Kuat
- Nilai (1,00) : Korelasi Sempurna

Sebagai penentu dari perhitungan analisis korelasi dapat digunakan koefisien determinasi (r^2) yaitu dengan mengkuadratkan dari nilai koefisien korelasi. Uji koefisien determinasi dilakukan untuk menguji dan menentukan seberapa besar pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel tidak bebas. Kisaran nilai koefisien determinasi adalah $0 \leq r^2 \leq 1$. Menurut (Chin, 1998), nilai derajat kejenuhan dikategorikan sebagai berikut:

- a. Jika nilai koefisien determinasi bernilai sebesar lebih dari 0,67 maka dikatakan hubungan antara variabel bebas bersifat kuat terhaap variabel tidak bebas.
- b. Jika nilai koefisien determinasi berkisar pada nilai $0,33 < r^2 < 0,67$ maka dikatakan kecocokan hubungan antara variabel bebas bersifat moderat terhadap variabel tidak bebas.
- c. Jika nilai koefisien determinasi berkisar pada nilai $0,19 < r^2 < 0,33$ maka dikatakan kecocokan hubungan antara variabel bebas bersifat lemah terhadap variabel tidak bebas.

2.12 Teori Antrian

Teori antrian merupakan suatu proses akibat adanya kedatangan sesuatu yang berkala yang dikaitkan dengan tingkat pelayanan. Antrian dapat terjadi jika pada fasilitasnya mengalami sibuk. Penelitian ini mengacu pada barisan antrian pada ruas

jalan yang disebabkan oleh adanya fasilitas *U-Turn*. Kendaraan yang menunggu dalam suatu baris (antrian) akan terjadi banyak konflik seperti kemacetan. Suatu antrian pada ruas jalan akan memiliki panjang antrian jika pelayanan ruas jalan tersebut sibuk. Untuk menentukan nilai dari rasio antrian, berikut persamaannya menurut (Jay dan Barry, 2005):

$$p = \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (Persamaan 19)$$

Keterangan

p = Tingkat pelayanan fasilitas

λ = Jumlah rata – rata pelanggan yang datang per satuan waktu.

μ = Jumlah rata – rata pelanggan yang dilayani per satuan waktu.

Berikut merupakan hal – hal yang terkait mengenai tingkat pelayanan fasilitas pada teori antrian menurut (Jay dan Barry, 2005), sebagai berikut:

- a. $\lambda < \mu$, menjelaskan bahwa tidak terdapat antrian yang menunggu untuk dilayani.
- b. $\lambda = \mu$, menjelaskan bahwa tidak terdapat antrian yang menunggu untuk dilayani namun semua pelayanan akan sibuk dikarenakan ini adalah periode sibuk untuk pelayanan atau sistem.
- c. $\lambda > \mu$, menjelaskan bahwa terdapat antrian yang menunggu untuk dilayani dalam pelayanan dan sistem.

Antrian akan terjadi jika tingkat kedatangan kendaraan lebih tinggi dibandingkan jumlah rata – rata pelanggan yang akan dilayani. Penilaian tingkat pelayanan pada antrian adalah sebagai berikut:

- a. Jika rasio intensitas pelayanan antrian (p) $< 1,0$ dapat diartikan bahwa tidak terdapat antrian kendaraan pada ruas jalan.

- b. Jika rasio intensitas pelayanan antrian (ρ) $>$ 1,0 dapat diartikan bahwa terdapat antrian kendaraan pada ruas jalan.

2.12.1 Model Antrian Rumus Tipe Jalan (M/M/1) : (GD/ ∞ / ∞)

Dengan menggunakan tingkat kedatangan distribusi poisson dan untuk tingkat pelayanan secara distribusi eksponensial karena digunakan untuk mengetahui distribusi waktu pada fasilitas pelayanan dengan pengasumsian bahwa waktu pelayanan bersifat acak. Berikut merupakan rumus antrian untuk model antrian (M/M/1) : (GD/ ∞ / ∞) adalah sebagai berikut:

- a. $\bar{n} = \rho / (1 - \rho)$ (Persamaan 21)
- b. $\bar{q} = \rho^2 / (1 - \rho)$ (Persamaan 22)
- c. $\bar{d} = 1 / (\mu - \lambda)$ (Persamaan 23)
- d. $\bar{w} = \bar{d} - (1 / \mu)$ (Persamaan 24)

Keterangan notasi dalam sistem antrian

\bar{n} = Rata – rata jumlah orang/kendaraan dalam sistem.

\bar{q} = Rata – rata panjang antrian.

\bar{d} = Rata – rata waktu yang digunakan dalam sistm (satuan waktu).

\bar{w} = Rata – rata waktu menunggu dalam antrian (satuan waktu).

2.13 Penelitian Terdahulu

Guna tercapainya penelitian yang lebih baik, studi literatur harus dilakukan untuk menambah ilmu dalam pembuatan penelitian ini. Terdapat beberapa acuan penelitian – penelitian sejenis yang sudah dilakukan terdahulu, sebagai berikut:

1. “Pengaruh Gerak *U-Turn* terhadap Kinerja Lalu Lintas Di Ruas Jalan Jenderal Besar A.H. Nasution”

Penelitian Deny Syaputra Siregar, yang disusun tahun 2021 berjudul “Pengaruh Gerak *U-Turn* terhadap Kinerja Lalu Lintas Di Ruas Jalan Jenderal Besar A.H. Nasution”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

kinerja *U-Turn* serta tingkat pelayanan jalan pada ruas jalan dan mengetahui waktu tempuh rata – rata kendaraan yang melakukan *U-Turn* serta panjang antrian aktifitas *U-Turn*. Jenis pengambilan data yang dilakukan adalah kuantitatif yaitu dengan mengumpulkan data geometrik jalan, volume lalu lintas, hambatan samping dan waktu tempuh *U-Turn*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai tingkat pelayanan jalan pada studi kasus adalah C, dengan panjang antrian terpanjang sepanjang 55 meter dengan saran dari penulis bahwa diperlukannya pembatasan waktu putaran *U-Turn* pada jam – jam tertentu untuk mengurangi kemacetan.

2. “Analisis Pengaruh *U-Turn* Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas Di Ruas Jalan Rober Wolter Monginsidi Kota Manado”

Peneliti Juliana Maer, Luca I. R, Lefrandt, James A. Timboeleng melakukan penelitian pada tahun 2019 yang berjudul “Analisis Pengaruh *U-Turn* Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas Di Ruas Jalan Rober Wolter Monginsidi Kota Manado”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi karakteristik arus lalu lintas akibat *U-Turn* di ruas jalan studi kasus dan menganalisis tingkat pelayanan jalan yang mempunyai fasilitas *U-Turn*. Penelitian ini menggunakan metode antara hubungan volume, kecepatan dan kerapatan. Metode yang digunakan ini adalah perbandingan antara model *greenshield*, *greenberg* dan *underwood*. Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah tingkat pelayanan jalan pada studi kasus berada pada nilai C dengan karakteristik arus stabil, tetapi kecepatan gerak kendaraan dikendalikan karena banyaknya fasilitas – fasilitas umum dekat studi kasus.

3. “Analisis Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas Berdasarkan Model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*”

Peneliti Bagas Saputra & Dian Savitri melakukan penelitian pada tahun 2021 dengan judul “Analisis Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas Berdasarkan Model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model manakah yang paling mendekati kondisi eksisting lalu lintas dan mengetahui berapa

persen kesesuaian model untuk meyakinkan dalam menggambarkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan lalu lintas.

4. “Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan *Greenshield*, *Greenberg* Dan *Underwood* Dan Analisa Kinerja Jalan Pada Ruas Jalan Sam Ratulangi Manado”

Peneliti Greyti S. J. Timpal, Theo K. Sendow, Audie L. dan E. Rumayar melakukan penelitian pada tahun 2018 yang berjudul “Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan *Greenshield*, *Greenberg* Dan *Underwood* Dan Analisa Kinerja Jalan Pada Ruas Jalan Sam Ratulangi Manado” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas yang ada diruas jalan Sam Ratulangi dengan model yang digunakan adalah model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood* dan untuk mengetahui kinerja ruas jalan Sam Ratulangi. Hasil dari penelitian ini adalah volume lalu lintas pada ruas Jalan Sam Ratulangi Tanjung Batu mendekati arus tidak stabil tetapi kecepatan masih dapat ditolerir.

5. “Evaluasi *U-Turn* (Putar Balik) Pada Ruas Jalan Tanjung Pura Pontianak”
Peneliti Yogi & Siti Nurlaily Kaddarini melakukan penelitian pada tahun 2020 yang berjudul “Evaluasi *U-Turn* (Putar Balik) Pada Ruas Jalan Tanjung Pura Pontianak”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *U-Turn* terhadap tingkat pelayanan lalu lintas. Metode penelitian yang digunakan berupa pengumpulan data primer dan sekunder dan dilakukan analisis untuk mencari nilai *Level Of Service* menggunakan aplikasi *vissim*. Hasil penelitian ini diperoleh tingkat pelayanan yang kurang baik seperti putaran balik *U-Turn* dan untuk memperbaiki permasalahan tersebut adalah manajemen lalu lintas berupa pengalihan arus dengan pertimbangan kondisi pada studi kasus penelitiain.



“Halaman sengaja dikosongkan”