

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Lalu Lintas

Menurut Poerwadarminta dalam kamus umum bahasa Indonesia (1993:55) menyatakan bahwa lalu lintas adalah berjalan bolak balik, hilir mudik dan perihal perjalanan di jalan dan sebagainya serta berhubungan antara sebuah tempat dengan tempat lainnya. Sedangkan disebutkan dalam Undang-undang No. 22 tahun 2009, lalu lintas di artikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Ruang lalu lintas itu sendiri adalah prasarana yang berupa jalan dan fasilitas pendukung dan diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang dan atau barang. Di dalam lalu lintas memiliki 3 (tiga) sistem komponen yang antara lain adalah manusia, kendaraan dan jalan yang saling berinteraksi dalam pergerakan kendaraan.

2.1.1 Komponen Lalu Lintas

Ada tiga komponen terjadinya lalu lintas yaitu manusia sebagai pengguna, kendaraan dan jalan yang saling berinteraksi dalam pergerakan kendaraan yang memenuhi persyaratan kelaikan dikemudikan oleh pengemudi mengikuti aturan lalu lintas yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundangan yang menyangkut lalu lintas dan angkutan jalan melalui jalan yang memenuhi persyaratan geometrik.

1. Manusia sebagai pengguna

Manusia merupakan salah satu unsur dalam lalu lintas yang spesifik, artinya setiap individu mempunyai komponen fisik dasar tertentu dan nonfisik yang barangkali berbeda antara satu dengan yang lainnya dalam hal kemampuannya. Komponen tersebut meliputi pendengaran, penglihatan, tenaga, pendidikan, dan psikologis. Kombinasi dari komponen tersebut akan menghasilkan satu perilaku pengambilan keputusan yang berbeda pada saat menghadapi satu permasalahan lalu lintas.

2. Kendaraan

Kendaraan digunakan oleh pengemudi mempunyai karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, percepatan, perlambatan, dimensi dan muatan yang membutuhkan ruang lalu lintas yang secukupnya untuk bisa bermanuver dalam lalu lintas. Kecepatan kendaraan:

- Mempengaruhi jarak titik perhatian pengemudi :
- Makin besar kecepatan maka makin jauh titik perhatian
- Makin kecil kecepatan maka makin jauh sudut pandang

Kendaraan yang bergerak di jalan mempunyai berbagai bentuk dan ukuran serta kemampuan. Hal ini disebabkan karena masing-masing kendaraan direncanakan untuk maksud kegunaan tertentu. Karakteristik kendaraan akan mempengaruhi karakteristik arus lalu lintas. Ukuran-ukuran kendaraan di Indonesia:

- Lebar maksimum : 2,25 meter.
- Tinggi maksimum : 3,50 meter.
- Berat maksimum : biasanya tergantung ketentuan jembatan yang dilalui.

Dari beberapa hasil pengamatan yang dilakukan oleh beberapa pihak yang terkait dalam keamanan jalan raya, kendaraan berperan penting dalam menentukan keamanan jalan raya. Beberapa faktor dari kendaraan yang berperan tersebut adalah :

- a. Cara perawatan kendaraan
- b. Cara penggunaan kendaraan (sehubungan dengan kondisi kendaraan)
- c. Design dari kendaraan Jalan

3. Jalan

Jalan merupakan lintasan yang direncanakan untuk dilalui kendaraan bermotor maupun kendaraan tidak bermotor termasuk pejalan kaki. Jalan tersebut direncanakan untuk mampu mengalirkan aliran lalu lintas dengan lancar dan mampu mendukung beban muatan sumbu kendaraan serta aman, sehingga dapat meredam angka kecelakaan lalu-lintas.

2.1.2 Jalur Lalu Lintas Kendaraan

Jalur lalu lintas kendaraan adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Pada jalan arteri, jalur lalu lintas kendaraan tidak bermotor disarankan dipisah dengan jalur kendaraan

bermotor. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna. Lebar jalur ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur serta bahu jalan. Lebar jalur minimum adalah 4,5 m, memungkinkan 2 kendaraan dengan lebar maksimum 2,1 m saling berpapasan, bila lebar kendaraan maksimum 2,5 m yang terjadi sewaktu-waktu dapat memanfaatkan bahu jalan. Lebar bahu jalan sebelah dalam pada median yang diturunkan atau datar, minimum sebesar 0,5 m.

2.1.3 Kegiatan Perencanaan Lalu Lintas

Kegiatan perencanaan lalu lintas meliputi inventarisasi dan evaluasi tingkat pelayanan. Maksud inventarisasi antara lain untuk mengetahui tingkat pelayanan pada setiap ruas jalan dan persimpangan. Maksud tingkat pelayanan dalam ketentuan ini adalah merupakan kemampuan ruas jalan dan persimpangan untuk menampung lalu lintas dengan tetap memperhatikan faktor kecepatan dan keselamatan. Penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan. Dalam menentukan tingkat pelayanan yang diinginkan dilakukan antara lain dengan memperhatikan : rencana umum jaringan transportasi jalan; peranan, kapasitas, dan karakteristik jalan, kelas jalan, karakteristik lalu lintas, aspek lingkungan, aspek sosial dan ekonomi. Penetapan pemecahan permasalahan lalu lintas, penyusunan rencana dan program pelaksanaan perwujudannya. Maksud rencana dan program perwujudan dalam ketentuan ini antara lain meliputi: penentuan tingkat pelayanan yang diinginkan pada setiap ruas jalan dan persimpangan, usulan aturan-aturan lalu lintas yang akan ditetapkan pada setiap ruas jalan dan persimpangan, usulan pengadaan dan pemasangan serta pemeliharaan rambu rambu lalu lintas marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas, dan alat pengendali dan pengamanan pemakai jalan; usulan kegiatan atau tindakan baik untuk keperluan penyusunan usulan maupun penyuluhan kepada masyarakat.

2.2 Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas menjadi hal yang menakutkan bagi para pengguna jalan. Jika tidak berhati-hati, ada bahaya yang siap mengancam nyawa kapan saja. Berbagai upaya mandiri pun dilakukan, seperti menggunakan helm khusus bagi

pengendara sepeda motor, dan menggunakan sabuk pengaman bagi para pengendara mobil.

Namun, berbagai pelindung tersebut juga nyatanya tetap harus didukung oleh kewaspadaan yang tinggi dan pengetahuan tentang faktor-faktor penyebab kecelakaan itu sendiri. Berikut ini adalah faktor-faktor yang umumnya berada di balik peristiwa kecelakaan itu sendiri.

Kecelakaan lalu lintas dipengaruhi tiga faktor utama. Tiga faktor utama tersebut yang menyebabkan terjadinya kecelakaan. Faktor pertama adalah manusia sendiri, faktor kedua adalah faktor kendaraan, dan faktor terakhir adalah faktor jalan.

2.2.1 Faktor Pengemudi Kendaraan

Faktor manusia merupakan faktor yang paling dominan dalam sebuah peristiwa kecelakaan lalu lintas. Sebagian besar kejadian kecelakaan diawali dengan pelanggaran rambu-rambu lalu lintas. Pelanggaran rambu-rambu lalu lintas ini bisa terjadi karena sengaja melanggar peraturan, ketidaktahuan atau tidak adanya kesadaran terhadap arti aturan yang berlaku ataupun tidak melihat ketentuan yang diberlakukan dalam berkendara.

Lebih parahnya lagi, jika para pengendara pura-pura tidak tahu tentang peraturan berkendara dan berlalu lintas. Selain itu, manusia sebagai pengguna jalan raya sering lalai dalam memperhatikan keselamatan dirinya dan orang lain dalam berkendara. Bahkan, tidak jarang ditemukan pengendara yang sengaja ugal-ugalan dalam mengendarai kendaraan.

Tidak sedikit jumlah kecelakaan yang terjadi di jalan raya diakibatkan kondisi pengendara dalam keadaan mengantuk bahkan mabuk sehingga mudah terpancing oleh ulah pengguna jalan lainnya. Hal-hal seperti ini sebenarnya sangat bisa diantisipasi.

2.2.2 Faktor Jalan

Kecelakaan lalu lintas pun bisa dipengaruhi oleh faktor jalan. Faktor jalan sebagai sarana berlalu lintas terkait dengan kecepatan rencana jalan, geometrik jalan, kemiringan permukaan jalan (super elevasi jalan), tidak adanya median jalan, kondisi permukaan jalan, tidak memadainya bahu jalan fasilitas pejalan kaki yang sering diabaikan atau tidak tersediakondisi permukaan jalan, pagar pengaman di daerah pegunungan, pagar pembatas di jalan raya, jarak pandang, dan

pencahayaannya ruas jalan. Jalan yang rusak atau bahkan berlubang sangat membahayakan para pemakai jalan, khususnya pemakai kendaraan roda dua alias sepeda motor.

Faktor ini sepenuhnya merupakan tanggung jawab pihak terkait seperti Kementerian Perhubungan, dalam hal ini Dinas Jasa Marga. Jika tidak, ada baiknya kita yang mengalah. Meningkatkan kewaspadaan selama mengendaraai kendaraan adalah hal yang bisa dilakukan.

2.2.3 Faktor Kendaraan

Kecelakaan lalu lintas pun tidak lepas dari faktor kendaraan. Faktor kendaraan yang mengakibatkan sering terjadinya kecelakaan antara lain pecah ban, rem tidak berfungsi sebagaimana seharusnya (rem blong), peralatan yang sudah aus tidak diganti, dan berbagai penyebab lainnya. Keseluruhan faktor kendaraan yang berimplikasi terhadap kecelakaan sangat berhubungan dengan teknologi yang digunakan dan perawatan yang dilakukan terhadap kendaraan.

Untuk mengurangi kecelakaan yang diakibatkan faktor kendaraan, kendaraan membutuhkan perawatan dan perbaikan secara berkala. Di samping itu, pemiliki kendaraan harus melakukan pengujian kendaraan bermotor secara regular.

2.2.4 Faktor Cuaca

Faktor Cuaca seperti hari hujan juga mempengaruhi unjuk kerja kendaraan seperti jarak pengereman menjadi lebih jauh, jalan menjadi lebih licin, jarak pandang juga terpengaruh karena penghapus kaca tidak bisa bekerja secara sempurna atau lebatnya hujan mengakibatkan jarak pandang menjadi lebih pendek. Asap dan kabut juga bisa mengganggu jarak pandang, terutama di daerah pegunungan.

2.3 Jalan Tak Bermedian

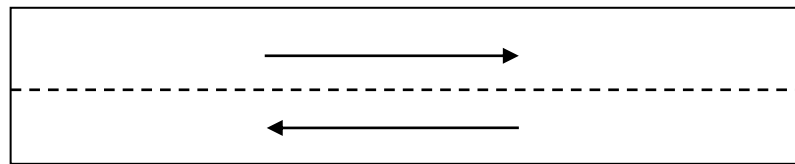
Jalan tak bermedian adalah jalur yang tidak memiliki pembagian dalam arus lalu lintas. Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja yang berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, tipe jalan ditunjukkan dengan potongan melintang jalan yang ditunjukkan oleh jumlah lajur dan arah pada setiap segmen jalan (MKJI,

1997). Untuk jalan tak bermedian analisisnya berdasarkan gabungan kedua arah pergerakan.

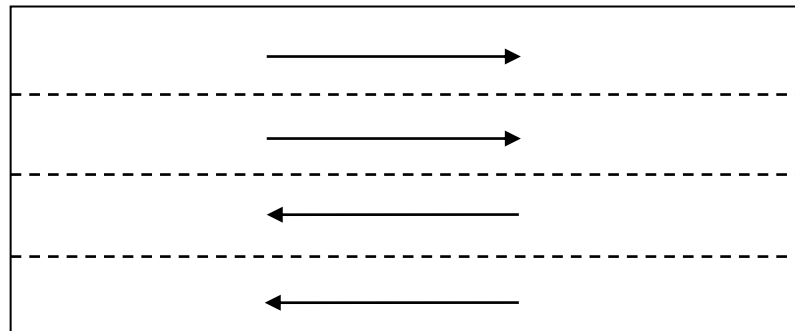
2.3.1 Tipe Jalan

Tipe jalan untuk jalan perkotaan yang digunakan dalam MKJI 1997 di bagi menjadi 4 bagian antara lain :

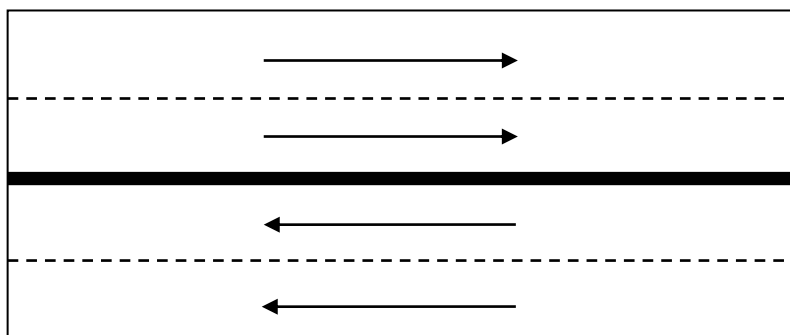
- 1) Jalan dua jalur dua arah tak terbagi (2/2 UD)
- 2) Jalan empat lajur dua arah
 - a. Tak terbagi (yaitu tanpa median) (4/2 UD)
 - b. Terbagi (yaitu dengan median) (4/2 UD)
- 3.)Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D), dan
- 4.)Jalan satu arah (1-3/1)



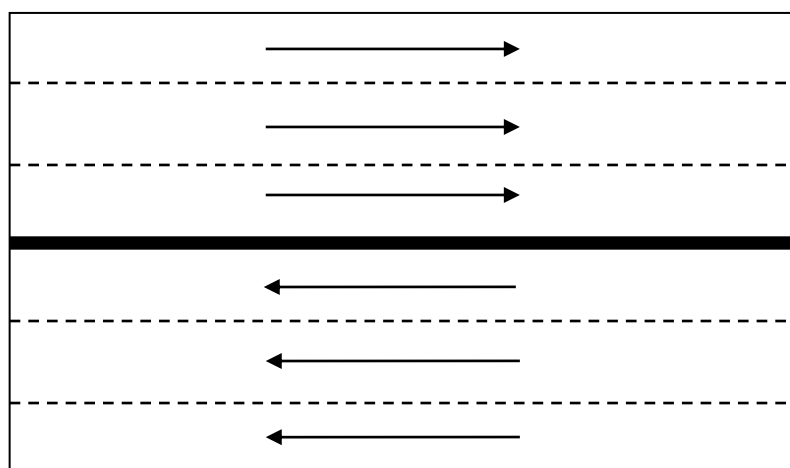
Gambar 2.1 Jalan Dua Lajur Dua Arah Tak Terbagi (2/2 UD)



Gambar 2.2 Jalan Empat Lajur Dua Arah Tak Tebagi



Gambar 2.3 Jalan Empat Lajur Dua Arah Terbagi



Gambar 2.4 Jalan Enam Lajur Dua Arah Terbagi (6/2 D)

2.3.2 Kondisi Geometrik

Menurut hasil kajian Badan Pengembangan dan Penelitian Departemen Pekerjaan Umum, Modul Prasarana Transportasi tahun 2003, untuk mencapai sistem jaringan berwawasan lingkungan serta mampu memberikan jaminan aspek keselamatan, keamanan dan kenyamanan, maka perencanaan geometrik jalan merupakan hal yang sangat penting bagi jalan-jalan di perkotaan. Karena itu pengaruhnya besar pada efesiensi, biaya pengoperasian yang diakibatkan oleh perencanaan geometrik jalan yang tidak memenuhi standard yang berlaku. Perencanaan pembangunan jalan dengan tidak memperhatikan aspek geometrik jalan sesuai standar yang ditentukan maka aspek keselamatan, keamanan dan kenyamanan dapat tercapai dengan baik.

2.3.3 Ekivalen Mobil Penumpang

Menurut MKJI (1997) ekivalen mobil penumpang adalah faktor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan yang dibandingkan dengan tipe kendaraan ringan lain, sehubungan dengan pengaruhnya terhadap kecepatannya dalam arus lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya mirip, $emp = 1.0$). Untuk UM (Kendaraan Tak Bermotor) nilai Emp -nya tidak ada karena termasuk hambatan samping (kendaraan lambat), yaitu sepeda, gerobak, becak, andong dan lain-lain.

Jenis Kendaraan	Jalan Raya	Perkotaan
Mobil penumpang, taksi, <i>pick up</i> , minibus	1	1
Sepeda Motor	0.5 - 1	0.2 - 0.5
Bus, truk 2 dan 3 sumbu	3	2
Bus tempel, truk > 3 sumbu	4	3

Tabel 2.1 Ekivalen Mobil Penumpang
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia,1997)

Tipe Jalan : Jalan Tak Terbagi	Arus Lalu Lintas Total Dua Arah (Kend/Jam)	Emp		
		HV	MC	
			Lebar Jalur Lalu Lintas W_c (m)	
			≤ 6	≥ 6
Dua Lajur Tak Terbagi (2/2 UD)	0	1.3	0.5	0.4
	≥ 1800	1.2	0,35	0.25
Empat Lajur Tak Terbagi (4/2 UD)	0	1.3	0.4	
	≥ 3700	1.2	0.25	

Tabel 2.2 Emp Untuk Jalur Perkotaan Tak Terbagi
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia,1997)

Tipe Jalan : Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus Lalu Lintas Per Lajur (Kend/Jam)	Emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1)	0	1.3	0.4
Empat lajur terbagi (4/2 D)	≥ 1050	1.2	0.25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1.3	0.4
Enam lajur terbagi (4/2 D)	≥ 1100	1.2	0.25

Tabel 2.3 Emp Jalur Perkotaan Terbagi dan Satu Arah
(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*)

2.3.4 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Data pencacahan volume lalu lintas adalah informasi yang diperlukan untuk fase perencanaan, desain, manajemen sampai pengoperasian jalan (Sukirman 1994).

Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. Jenis kendaraan dalam perhitungan ini diklasifikasikan dalam 3 macam kendaraan yaitu :

1. Kendaraan Ringan (Light Vehicles= LV)

Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 4 roda (mobil penumpang),

2. Kendaraan berat (Heavy Vehicles= HV)

Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari 4 (Bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar dan kombinasi yang sesuai),

3. Sepeda motor (Motor Cycle = MC)

Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 2 roda.

Kendaraan tak bermotor (sepeda, becak dan kereta dorong), parkir pada badan jalan dan pejalan kaki dianggap sebagai hambatan samping. Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam untuk setiap kendaraan, dengan faktor koreksi masing-masing kendaraan yaitu : LV=1,0; HV = 1,3; MC = 0,40 .

Arus lalu lintas total dalam smp/jam adalah :

$$Q_{smp} = (emp\ LV \times LV + emp\ HV \times HV + emp\ MC \times MC) \dots \dots \dots (2-1)$$

Keterangan:

Q : volume kendaraan bermotor (smp/jam)

EmpLV: nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan

EmpHV: nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat

EmpMC: nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor

LV : notasi untuk kendaraan ringan

HV : notasi untuk kendaraan berat

MC : notasi untuk sepeda motor

Jenis Kendaraan	Nilai Satuan Mobil Penumpang (smp/jam)
Kendaraan berat (HV)	1,3
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Sepeda motor (MC)	0,40

Tabel 2.4 Tabel Keterangan Nilai SMP

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Yang nantinya hasil faktor satuan mobil penumpang (P) ini dimasukkan dalam rumus volume lalu lintas:

$$Q = P \times Q_v \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan:

Q = volume kendaraan bermotor (smp/jam),

P = Faktor satuan mobil penumpang,

Qv = Volume kendaraan bermotor (kendaraan per jam)

2.3.5 Kecepatan

Menurut MKJI (1997), kecepatan tempuh dinyatakan sebagai ukuran utama kinerja suatu segmen jalan, karena hal ini mudah dimengerti dan diukur. Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rerata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan, dan dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$V = L / TT \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan:

V = kecepatan rerata ruang LV (km/jam),

L = panjang segmen jalan (km),

TT = waktu tempuh rerata LV sepanjang segmen jalan (jam).

2.3.6 Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dualajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah, tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur (MKJI,1997).

2.4 Fasilitas Perlengkapan Jalan

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 tahun 1993, tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, dijelaskan bahwa fasilitas jalan adalah fasilitas yang disediakan untuk mendukung kegiatan lalu lintas dan angkutan jalan yang berada di badan jalan maupun di luar badan jalan untuk menjaga keselamatan, keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas serta memberikan kemudahan bagi pengguna jalan. Fasilitas terdiri dari marka dan rambu jalan.

2.4.1 Marka dan Rambu Jalan

Menurut NSPM mengenai Pemasangan Marka dan Rambu Jalan Perkotaan, Rambu lalu-lintas di jalan yang selanjutnya disebut Rambu adalah salah satu dari perlengkapan jalan, berupa lambang, huruf, angka, kalimat atau perpaduan diantaranya sebagai peringatan, larangan, perintah atau petunjuk bagi pemakai jalan. Sedangkan Tanda Permukaan Jalan (marka) adalah sebagian dari tanda-tanda jalan, sebagaimana dimaksud dalam pasal 14 ayat (2) Undang-Undang Nomor 3 Tahun 1965 tentang lalu lintas dan angkutan jalan raya, yang meliputi tanda garis membujur, garis melintang, kerucut lalu-lintas (lane divider) serta lambang-lambang lainnya yang di tempatkan pada atau diatas permukaan jalan. Disamping itu ada beberapa perlengkapan jalan yang digunakan untuk keselamatan

lalu lintas di jalan seperti pagar pengaman, kerucut lalu lintas, dan lain sebagainya. Untuk penempatan rambu digunakan jenis panjang yang dipasang pada ruang lansekap jalan. Jenis-jenis marka jalan adalah sebagai berikut :

- a. Garis putih tunggal, utuh

Larangan bagi kendaraan untuk melintasi garis tersebut.



- b. Garis putih tunggal, putus-putus

Garis yang membagi arus lalu lintas dan dapat dilintasi oleh kendaraan untuk menyalip.



- c. Garis putih ganda, putus-putus dan utuh

Kendaraan pada sisi garis utuh dilarang melintas garis tersebut.



- d. Garis putih ganda, utuh

Kendaraan dilarang melintasi garis tersebut untuk melewati kendaraan lain, untuk membelok, tidak pula untuk parkir berhadapan dengan garis tersebut.



- e. Garis kuning, utuh

Batas tepi perkerasan jalan. Memisahkan arus lalu lintas, sama dengan garis ganda, utuh.



Rambu lalu lintas dibagi kepada:

4. Rambu Peringatan

Digunakan untuk memberi peringatan kemungkinan ada bahaya atau tempat berbahaya bagian jalan di depannya, yang ditempatkan sekurang-kurangnya pada jarak 50 meter terhadap titik peringatan.

5. Rambu Larangan

Digunakan untuk menyatakan perbuatan yang dilarang oleh pemakai jalan.

6. Rambu Perintah

Digunakan untuk menyatakan perintah yang wajib dilakukan oleh pemakai jalan yang ditempatkan sedekat mungkin dengan titik kewajiban dimulai.

7. Rambu Petunjuk

Digunakan untuk menyatakan petunjuk mengenai jurusan, jalan, situasi, kota, tempat, pengaturan dan lain-lain.

2.4.2 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997 adalah perbandingan antara jumlah arus total dengan kapasitas jalan.

Arus total (Q) dihitung berdasarkan formula :

$$Q = Q_{kend} \times F_{smp} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Q_{kend} = Arus kendaraan/jam

F_{smp} = Faktor untuk mengubah arus dari kendaraan/jam menjadi smp/jam

F_{smp} dihitung berdasarkan jenis kendaraan yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang dengan formula :

$$F_{smp} = (LV\% + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC}) / 100 \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

$LV\%$ = Proporsi kendaraan ringan (%)

HV% = Proporsi kendaraan berat (%)

MC% = Proporsi kendaraan motor (%)

emp = Ekvivalen mobil penumpang

Derajat kejenuhan dinyatakan dengan formula :

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Q = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

Kategori Kendaraan	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Putaran Radius (cm)		Radius Putaran (Cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Maks	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	1200	1200	290	290	1400	1370

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 2.5 Dimensi Kendaraan Rancana

Dalam MKJI cara yang paling tepat untuk menilai hasil kinerja persimpangan adalah dengan menilai derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang diamati dan perbandingannya dengan pertumbuhan lalu lintas dan umur fungsional yang diinginkan dari simpang tersebut. Jika derajat kejenuhan yang diperoleh terlalu tinggi, maka diperlukan perubahan asumsi yang terkait dengan penampang melintang jalan dan sebagainya, serta perlu diadakan perhitungan ulang. Berdasarkan hal initingkat pelayanan suatu persimpangan ditentukan oleh nilai derajat kejenuhan (DS). Berdasarkan nilai ini maka tingkat pelayanan suatu persimpangan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tingkat pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup (Q/C=DS)	Keterangan

A	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih bebaskecepatan yang diinginkan.	0,00 - 0,19	Baik Sekali
B	Arus stabil, kecepatan sedikit dibatasi oleh lalu lintas, volume pelayanan dapat dipakai untuk mendesain jalur luar kota.	0,20 – 0,44	Baik
C	Arus stabil, kecepatan dikontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan dapat dipakai untuk mendesain jalan perkotaan.	0,45 – 0,74	Sedang
D	Arus mulai terganggu, kecepatan rendah, volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas maksimal.	0,75 – 0,84	Kurang
E	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda bahkan sering berhenti sama sekali, volume mendekati kapasitas.	0,85 – 1,00	Buruk
F	Arus mulai terhambat (dipaksakan) atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah dan sering berhenti, antrian yang panjang dan terjadi hambatan yang besar.	1,00	Buruk Sekali

Tabel 2.6 Tingkat Pelayanan

Sumber: Morlok dalam Da Costa D.G.N, 2004.

2.4.3 Perhitungan Arus Lalu Lintas

Data yang digunakan untuk perhitungan arus lalu lintas adalah diperoleh dari hasil survei, dimana arus kendaraan puncak 1 jam dari periode pengambilan 8 jam

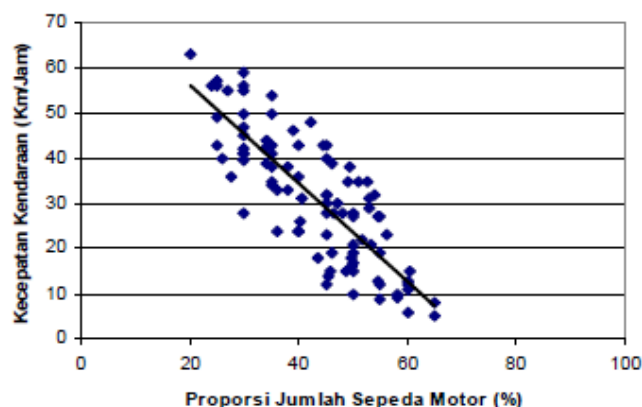
sehari selama 6 hari pengambilan, data tersebut menjadi parameter untuk mendesain kinerja kapasitas dari Jalan Bundaran PU.

2.5 Regresi Linear

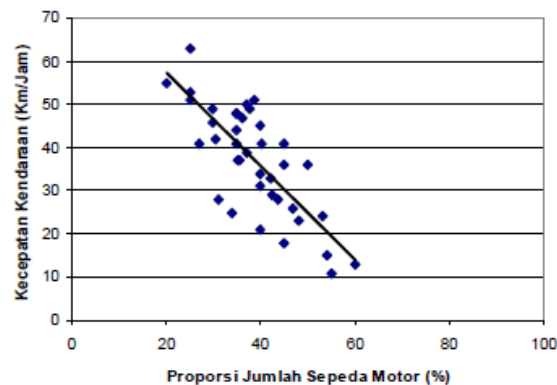
Seperti halnya fenomena karakteristik lalu lintas secara umum selalu berfluktuatif sejajar dengan aktifitas masyarakat sebagai fungsi bangkitan dan tarikan lalu lintas, yaitu adanya interval waktu dalam kondisi sibuk/padat dan lengang. Untuk bisa memberikan gambaran pengaruh proporsi sepeda motor dalam arus lalu lintas sesuai kondisi adanya waktu padat dan lengang lalu lintas. Dalam analisis regresi linier data dikelompokkan terlebih dahulu sesuai kondisi waktu dengan parameter sesuai derajat kejenuhan atau volume (V) dibagi dengan kapasitasnya (C), dengan kapasitas dasar 2900 SMP/jam. Pembagian kondisi waktu lalu lintas tersebut dikelompokkan atas tiga bagian yaitu;

- Kondisi 1, dengan $V/C = 0,10$ s/d $0,35$, diasumsikan sebagai kondisi lalu lintas lengang;
- Kondisi 2, dengan $V/C = 0,36$ s/d $0,75$, sibuk; dan
- Kondisi 3, dengan $V/C = 0,10$ s/d $0,75$, sibuk; merupakan gabungan data dari kondisi 1 dan 2.

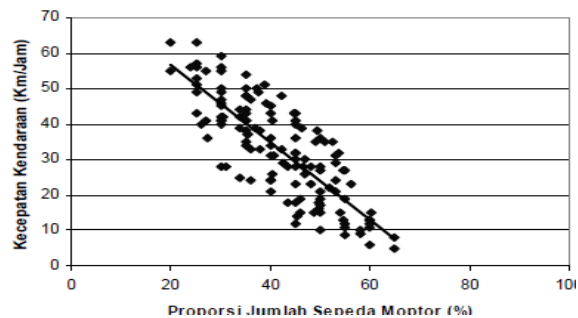
Hasil analisis regresi hubungan proporsi sepeda motor terhadap kecepatan arus lalu lintas diplotkan dalam bentuk grafik sesuai kondisi waktu seperti gambar di bawah ini



Gambar 2.5 Hubungan kecepatan dengan proporsi sepeda motor, pada kondisi 1



Gambar 2.6 Hubungan kecepatan dengan proporsi sepeda motor, pada kondisi 2



Gambar 2.7 Hubungan kecepatan dengan proporsi sepeda motor, pada kondisi 3

2.6 Landasan Teori Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia memuat fasilitas jalan perkotaan, semi perkotaan, luar kota dan jalan bebas hambatan. Manual ini menggantikan manual sementara untuk fasilitas lalu lintas perkotaan (Januari 1993) dan jalan luar kota (Agustus 1994) yang telah diterbitkan lebih dahulu dalam proyek MKJI. Tipe fasilitas yang tercakup dan ukuran penampilan lalu lintas selanjutnya disebut perilaku lalu lintas atau kualitas lalu lintas. Tujuan analisa MKJI adalah untuk dapat melaksanakan Perancangan (planning), Perencanaan (design), dan Pengoperasian lalu lintas (traffic operation) simpang bersinyal, simpang tak bersinyal dan bagian jalinan dan bundaran, ruas jalan (jalan perkotaan, jalan luar kota dan jalan bebas hambatan). Manual ini direncanakan terutama agar pengguna dapat memperkirakan perilaku lalu lintas dari suatu fasilitas pada kondisi lalu lintas, geometrik dan keadaan lingkungan tertentu. Nilai-nilai perkiraan dapat diusulkan apabila data yang diperlukan tidak tersedia. Terdapat tiga macam analisis, yaitu:

1. Analisis Perancangan (planning), yaitu: Analisis terhadap penentuan denah dan rencana awal yang sesuai dari suatu fasilitas jalan yang baru berdasarkan ramalan arus lalu lintas.
2. Analisis Perencanaan (design), yaitu: Analisis terhadap penentuan rencana geometrik detail dan parameter pengontrol lalu lintas dari suatu fasilitas jalan baru atau yang ditingkatkan berdasarkan kebutuhan arus lalu lintas yang diketahui.
3. Analisis Operasional, yaitu: Analisis terhadap penentuan perilaku lalu lintas suatu jalan pada kebutuhan lalu lintas tertentu. Analisis terhadap penentuan waktu sinyal untuk tundaan terkecil. Analisis peramalan yang akan terjadi akibat adanya perubahan kecil pada geometrik, arus lalu lintas dan kontrol sinyal yang digunakan.

Dengan melakukan perhitungan bersambung yang menggunakan data yang disesuaikan, untuk keadaan lalu lintas dan lingkungan tertentu dapat ditentukan suatu rencana geometrik yang menghasilkan perilaku lalu lintas yang dapat diterima. Dengan cara yang sama, penurunan kinerja dari suatu fasilitas lalu lintas sebagai akibat dari pertumbuhan lalu lintas dapat dianalisa, sehingga waktu yang diperlukan untuk tindakan turun tangan seperti peningkatan kapasitas dapat juga ditentukan.

2.6.1 Model Linier *Greenshield*

Model ini adalah model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku arus lalu lintas. *Greenshields* (1934) mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan berbentuk kurva linier (McShane dan Roes, 1990). Model *Greenshields* dapat dijabarkan pada persamaan berikut:

$$S = S_f - \frac{S_f}{D_j} \cdot D \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

S = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

S_f = Kecepatan pada kondisi arus bebas (km/jam)

D_j = Kepadatan saat macet (smp/jam)

D = Kepadatan lalu lintas (smp/jam)

Dari persamaan diatas terlihat bahwa model ini mempunyai dua konstanta yaitu S_f dan D_j . Kedua konstanta dinyatakan sebagai kecepatan bebas (*free-flow-speed*), di mana pengendara dapat memacu kendaraan sesuai dengan keinginannya, dan kepadatan macet (*jam density*) di mana kendaraan tidak dapat bergerak sama sekali. Hubungan antara volume dan kepadatan didapat dengan merubah persamaan menjadi bentuk $S = \frac{F}{D}$ kemudian disubstitusikan ke persamaan 2.8 dan didapatkan persamaan 2.9 berikut:

$$F = S_f \cdot D \cdot \frac{S_f}{D_j} \cdot D^2 \dots\dots\dots(2.8)$$

Bila $D = \frac{F}{S}$ maka berdasarkan persamaan 2.9 didapat hubungan volume dan kecepatan yaitu :

$$F = D_f \cdot S - \frac{D_j}{S_f} \cdot S^2 \dots\dots\dots(2.9)$$

Apabila terdapat hubungan yang linier antara kecepatan dan kepadatan, maka hubungan antara kecepatan dengan volume maupun volume dengan kecepatan akan berfungsi parabolik. Besaran kapasitas ruas jalan yang dinyatakan dengan nilai volume maksimum, dihitung dengan mendeferensialkan kepadatan dan kepadatan masing-masing pada persamaan 2.10 berikut:

$$F_c = D_j \cdot \frac{S_f}{4} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

F_c = Volume maksimum (smp/jam)

Pada model Logaritmik *Greenberg* Hubungan ini dibuat dengan mengasumsikan bahwa arus lalu lintas mempunyai kesamaan dengan fluida. *Greenberg* menganalisa antara hubungan kecepatan dan kepadatan dengan menggunakan bentuk logaritmik (McShane dan Roes,1990) dengan persamaan 2.12 berikut:

$$S = S_c \cdot L_n \cdot \frac{D_j}{D} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

S_c = Kecepatan pada saat volume maksimum

D_j = Kepadatan pada saat macet

Jika persamaan $F = S \cdot D$ diperoleh hubungan antara volume dengan kepadatan, berlaku persamaan 2.16 berikut:

$$F = S_c \cdot D \cdot L_n \cdot \frac{D_j}{D} \dots\dots\dots(2.12)$$

Sehingga hubungan antara volume dengan kecepatan diperoleh persamaan 2.13 berikut:

$$F = S \cdot D_j \cdot \exp \frac{-S}{S_c} \dots\dots\dots(2.13)$$

Besaran kapasitas ruas jalan dinyatakan dengan nilai volume maksimum yang dihitung dengan mendefersialkan kepadatan dan kecepatan masing-masing pada persamaan 2.12 dan 2.13, akan diperoleh persamaan 2.14 berikut:

$$F_c = \frac{D_j \cdot S_c}{C} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana Greenshield dalam penelitiannya mendapatkan hubungan linier antara kecepatan dan kepadatan yang dapat diganti sbb :

$$V_s = V_f - \frac{V_f}{D_j} \cdot D \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

V_s = S

V_f = S_f

Untuk mendapatkan nilai konstanta V_f dan D_j , maka persamaan di atas dapat diubah menjadi persamaan linier $y = a + b \cdot x$ maka kita bisa memisalkan,

$$y = V_s ; a = V_f ; b = -\frac{V_f}{D_j} ; \text{ dan } x = D.$$

Dari persamaan berikut didapatkan hubungan kepadatan arus lalu lintas sbb :

$$Q = V_f \cdot D \cdot \frac{V_f}{D_j} \cdot D^2 \dots\dots\dots(2.16)$$

Dan hubungan antara arus lalu lintas dengan kecepatan, sbb :

$$Q = D_j \cdot V_s - \frac{D_j}{V_f} \cdot V_s^2 \dots\dots\dots(2.17)$$

Sehingga :

Untuk mendapatkan kepadatan apabila arus lalu lintas maksimum adalah :

$$\frac{dQ}{dD} = V_f - [2 \cdot \frac{V_f}{D_j} \cdot D] = 0 \quad \longrightarrow \quad \text{Untuk Nilai Maksimum}$$

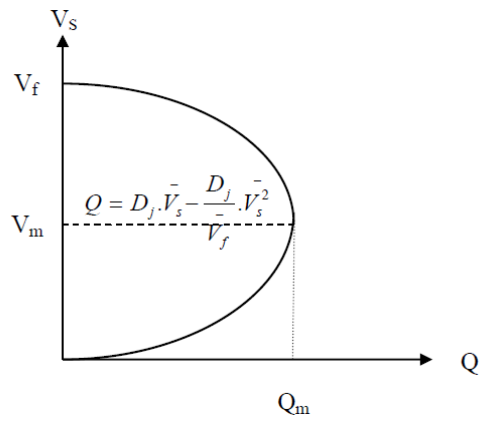
$$D = D_{\max} = 0,5 \cdot D_j \dots\dots\dots(2.18)$$

Volume maksimum didapat dengan menggunakan persamaan :

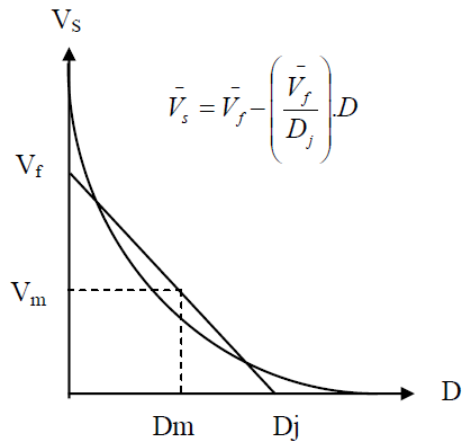
$$Q_{\max} = \frac{V_f}{D_j} \cdot 4 \dots\dots\dots(2.19)$$

Kecepatan pada saat Volume maksimum didapat dengan menggunakan persamaan :

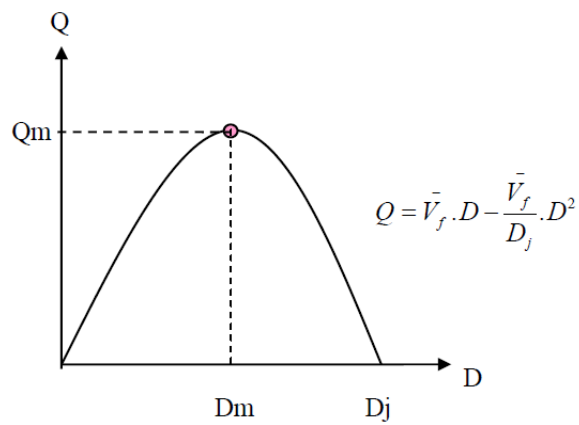
$$V_s = V_m = \frac{V_f}{2} \dots\dots\dots(2.20)$$



Gambar 2.8 Hubungan Kecepatan dan Volume



Gambar 2.9 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan



Gambar 2.10 Hubungan Arus dan Kepadatan

2.6.2 Model Logaritmik *Greenberg*

Untuk analisis hubungan variabel volume dan kecepatan serta kepadatan menurut Greenberg digunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_s = V_m \cdot L_n \cdot \frac{D_j}{D} \dots\dots\dots(2.21)$$

dimana :

V_m = Kecepatan pada saat volume maksimum

D_j = Kepadatan pada saat macet

Untuk mendapatkan nilai konstanta V_m dan D_j maka persamaan diatas kemudian diubah menjadi persamaan linier $y = a + bx$ sebagai berikut :

$$V_s = V_m \cdot L_n \cdot (D_j) - V_m \cdot L_n(D) \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan memisalkan :

$$y = V_s ; a = V_m \cdot L_n (D_j) ; b = -V_m \text{ dan } x = L_n (D).$$

Hubungan Volume dan Kecepatan pada model Greenberg ini menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = V_s \cdot D_j \cdot \exp \frac{-V_s}{V_m} \dots\dots\dots(2.23)$$

Hubungan Volume Dan Kepadatan ini berlaku persamaan sebagai berikut :

$$Q = V_m \cdot D \cdot L_n \frac{D_j}{D} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$Q_{maks} = \frac{D_j \cdot V_m}{e} = V_m \cdot D_m \dots\dots\dots(2.25)$$

Kecepatan pada saat volume maksimum didapat :

$$V_s = V_m \dots\dots\dots(2.26)$$

2.6.3 Model Exponential Underwood

Untuk mendapatkan hubungan antara variabel volume, kecepatan dan kepadatan menurut model eksponensial Underwood digunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_s = V_f \cdot \exp \frac{-D}{D_m} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

V_f = Kecepatan pada kondisi arus bebas

D_m = Kepadatan pada saat volume maksimum

Untuk mendapatkan nilai konstanta V_f dan D_m persamaan diubah menjadi persamaan linier.

$$\ln(V_s) = \ln(V_f) - \left(\frac{-D}{D_m} \right) \dots\dots\dots(2.28)$$

asumsi: $y = a + bx$

dengan memisahkan $y = \ln V_s$; $a = \ln V_f$; $b = \frac{-1}{D_m}$ dan $x = D$

Pada hubungan volume dan kecepatan model Underwood ini berlaku persamaan sebagai berikut :

$$Q = V_f \cdot D_m \cdot \ln \left(\frac{V_f}{V_s} \right) \dots\dots\dots(2.29)$$

Hubungan volume dan kepadatan berlaku persamaan berikut :

$$Q = D \cdot V_f \cdot \exp \left(\frac{-D}{D_m} \right) \dots\dots\dots(2.30)$$

Volume maksimum (Q_{maks}) adalah :

$$Q_{maks} = \frac{D_m \cdot V_f}{\exp} \dots\dots\dots(2.31)$$

Kecepatan pada saat volume maksimum (Q_{maks}) didapat dengan menggunakan persamaan :

$$V_m = \frac{V_f}{\exp \dots \dots \dots (2.32)}$$

2.7 Studi Pustaka

2.7.1 Hubungan Antara Proporsi Sepeda Motor dengan Kecepatan

Kendaraan bermotor merupakan alat transportasi yang memiliki nilai cukup tinggi dibandingkan moda transportasi lainnya. Rasio perbandingan jumlah kendaraan roda dua dengan kendaraan roda empat ketika berada di jalanan, menjadi tidak seimbang. Dapat dilihat seringkali satu jumlah kendaraan roda empat dikelilingi oleh belasan hingga puluhan kendaraan beroda dua.

Kondisi sekarang ini di beberapa ruas jalan sudah menunjukkan proporsi jumlah sepeda motor melebihi 60% (Edward Hafudiansyah, dkk, 2015), kondisi tersebut apabila tidak ditangani dan atau jika ada kejadian tertentu di jalanan bisa berdampak lebih buruk lagi terhadap kinerja lalu lintas dan kecelakaan. Kecepatan sebuah kendaraan akan mempengaruhi waktu yang tersedia bagi pengendara untuk mengadakan reaksi terhadap perubahan dalam lingkungannya di samping dampak lainnya baik merupakan akibat langsung (*direct impact*) maupun akibat tidak langsung (*Indirect impact*) (Komba, 2006). Perbedaan antara kecepatan mempengaruhi frekuensi pengemudi menyalip kendaraan di depan maupun untuk mengurangi kecepatan di belakang kendaraan tersebut. Dalam kondisi bertumbukan, kecepatan mempengaruhi tingkat kecelakaan dan kerusakan yang diakibatkan oleh tabrakan. Mengendarai dengan kecepatan tinggi akan menghasilkan energi yang tinggi bila bertabrakan, sehingga dampak yang ditimbulkan juga semakin parah (Kartika, 2009).

Kecepatan tinggi akan meningkatkan peluang terjadinya kecelakaan dan tingkat keparahan dari konsekuensi kecelakaan tersebut. Sampai saat ini belum ada kebijakan yang mengatur mengenai proporsi jumlah sepeda motor di jalanan. Dengan adanya model hubungan proporsi sepeda motor terhadap kecepatan arus lalu lintas, pada jalan berkofigurasi dua lajur dua arah tak-terbagi, bisa dijadikan sebagai langkah awal dalam mengambil kebijakan untuk mendapatkan kinerja lalu

lintas yang diinginkan. Sebagai contoh penggunaan model tersebut, jika diinginkan kebijakan untuk menetapkan kecepatan operasional lalu lintas sebesar 40 km/jam, dengan menggunakan model hubungan pada kondisi 3, maka proporsi jumlah sepeda motor seharusnya yang ada dijalanan berkisar 37%.

Indonesia sudah memiliki manual untuk mendesain jalan, yaitu (MKJI 1997), dimana parameter analisis yang didapat dilakukan melalui studi empiris. Saat studi empiris itu dilakukan proporsi jumlah sepeda motor masih berkisar 30% dan sekarang sudah lebih dari 65%. Kondisi sekarang tentunya diduga akan mengalami pergeseran nilai parameter analisis kapasitas jalan seperti, SMP dan lainnya. Jadi jika mendesain jalan menggunakan MKJI untuk saat ini, bisa kemungkinan menghasilkan luaran rancangan teknis atau manajemen lalu lintas kurang tepat atau over/under design.