

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang sangat penting bagi masyarakat untuk berhubungan antara daerah yang satu ke daerah yang lain, serta untuk memperlancar kegiatan perekonomian, dan memberikan akses suatu jalan untuk kebutuhan aktivitas sehari-hari bagi masyarakat. Dengan berkembang pesatnya dunia transportasi dan banyaknya jumlah kendaraan, maka diperlukannya sarana dan prasarana transportasi untuk menunjang kebutuhan masyarakat dan untuk memajukan pertumbuhan pembangunan pada daerah tersebut (Kurniawan & Surandono, 2019).

Jalan yang diperuntukkan untuk bagi lalu lintas disebut dengan jalan umum. Penyelenggara jalan umum wajib untuk mengusahakan jalan agar dapat digunakan sebesar-besarnya bagi kemakmuran rakyat, terutama meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional dengan mengusahakan agar biaya umum perjalanan menjadi serendah-rendahnya. Sedangkan jalan raya adalah jalan utama yang menghubungkan suatu daerah dengan daerah yang lain (Fradika, 2024).

Dapat disimpulkan bahwa, jalan memiliki peran penting sebagai sarana transportasi darat yang menunjang mobilitas masyarakat, memperlancar aktivitas ekonomi, dan memajukan pertumbuhan pembangunan pada daerah. Jalan umum digunakan untuk lalu lintas yang harus diusahakan untuk kemakmuran rakyat, sementara jalan raya berfungsi sebagai penghubung utama antardaerah.

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Jalan merupakan sarana penghubung transportasi antara satu tempat ke tempat lainnya. Roda perekonomian pada suatu jalan akan berputar jika adanya jalan, karena distribusi barang akan berjalan dengan lancar. Klasifikasi jalan adalah sebagai berikut :

1. **Klasifikasi Jalan Berdasarkan Peran dan Fungsi**

Klasifikasi jalan berdasarkan peran dan fungsinya adalah sebagai berikut:

a. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan utama dengan perjalanan jauh, kecepatan rata-rata tinggi, serta jalan masuk atau aksesnya dibatasi jumlahnya secara berdaya guna. Syarat jalan arteri adalah kecepatan lebih dari 60 km/jam, lebar badan lebih dari 8 meter, kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata, kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak boleh mengganggu dengan cara membatasi jalan masuk secara efisiensi, kegiatan dan lalu lintas tidak boleh mengganggu lalu lintas jalan, dan jalan tidak boleh terputus meskipun memasuki kota.

b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan perjalanan jarak sedang, kecepatan sedang, serta jumlah jalan masuk yang dibatasi. Syarat jalan kolektor adalah kecepatan lebih dari 40 km/jam, lebar badan lebih dari 7 meter, kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata (maksimal sama), kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak boleh mengganggu dengan cara membatasi jalan masuk secara efisiensi, kegiatan dan lalu lintas tidak boleh mengganggu lalu lintas jalan, dan jalan tidak boleh terputus meskipun memasuki kota.

c. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan lokal atau setempat dengan perjalanan jarak dekat, kecepatan rendah, serta jumlah jalan masuk yang tidak dibatasi. Syarat jalan lokal adalah jalan tidak terputus jika memasuki desa, lebar badan jalan melebihi dari 6 meter, dan kecepatan rencana atau kendaraan di atas 20 km/jam.

d. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan setempat atau lingkungan dengan perjalanan jarak dekat serta kecepatan rendah.

2. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Wewenang

Klasifikasi jalan berdasarkan wewenangnya adalah sebagai berikut:

a. Jalan Nasional

Jalan nasional merupakan gabungan dari jalan kolektor dan jalan arteri dalam sistem jaringan jalan primer yang berfungsi untuk menghubungkan antar ibu kota provinsi, jalan tol maupun jalan strategis berskala nasional.

b. Jalan Provinsi

Jalan provinsi merupakan jalan kolektor yang berada dalam sistem jalan primer yang berfungsi untuk menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kota/kabupaten, antar ibukota kota/kabupaten, maupun jalan strategis tingkat provinsi.

c. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten merupakan jalan lokal yang berada dalam jaringan jalan primer yang berfungsi untuk menghubungkan ibukota kabupaten dengan kecamatan, antar kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan daerah/lokal, maupun jalan umum dan jalan khusus tingkat kabupaten.

d. Jalan Kota

Jalan kota merupakan jalan umum yang berada dalam jaringan jalan sekunder yang berfungsi untuk menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, pusat pelayanan dengan persil, antar persil, maupun antar pusat pemukiman dalam kota.

e. Jalan Desa

Jalan desa merupakan jalan umum yang berfungsi untuk menghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman yang ada di desa maupun jalan lingkungan.

3. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan kelasnya adalah sebagai berikut:

a. Jalan Kelas I

Jalan kelas I merupakan jalan arteri yang bisa dilewati oleh kendaraan bermotor maupun kendaraan bermuatan dengan lebar tidak lebih dari

2,5 meter memiliki panjang jalan tidak lebih dari 18 meter, dengan muatan maksimal mencapai 10 ton.

b. Jalan Kelas II

Jalan kelas II merupakan jalan arteri yang bisa dilewati oleh kendaraan bermotor maupun kendaraan bermuatan dengan lebar tidak lebih dari 2,5 meter memiliki panjang jalan tidak lebih dari 18 meter, dengan muatan maksimal mencapai 10 ton.

c. Jalan Kelas IIIA

Jalan kelas IIIA merupakan jalan kolektor maupun arteri yang bisa dilewati oleh kendaraan bermotor maupun kendaraan bermuatan dengan lebar tidak lebih dari 2,5 meter memiliki panjang jalan tidak lebih dari 18 meter, dengan muatan maksimal mencapai 8 ton.

d. Jalan Kelas IIIB

Jalan kelas IIIB merupakan jalan kolektor yang bisa dilewati oleh kendaraan bermotor maupun kendaraan bermuatan dengan lebar tidak lebih dari 2,5 meter memiliki panjang jalan tidak lebih dari 12 meter, dengan muatan maksimal mencapai 8 ton.

e. Jalan Kelas IIIC

Jalan kelas IIIC merupakan jalan lingkungan dan jalan lokal yang bisa dilewati oleh kendaraan bermotor maupun kendaraan bermuatan dengan lebar tidak lebih dari 2,1 meter memiliki panjang jalan tidak lebih dari 9 meter, dengan muatan maksimal mencapai 8 ton.

2.2 Klasifikasi Kendaraan

Klasifikasi kendaraan pada arus lalu lintas dikelompokkan menjadi 5 (lima) yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB). Kendaraan Tidak Bermotor (KTB) tidak dikonversikan dalam arus lalu lintas karena dianggap sebagai hambatan samping yang pengaruhnya diperhitungkan terhadap kapasitas dalam faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS}) (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023). Klasifikasi dan tipikalnya terdapat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Klasifikasi Kendaraan PKJI dan tipikalnya

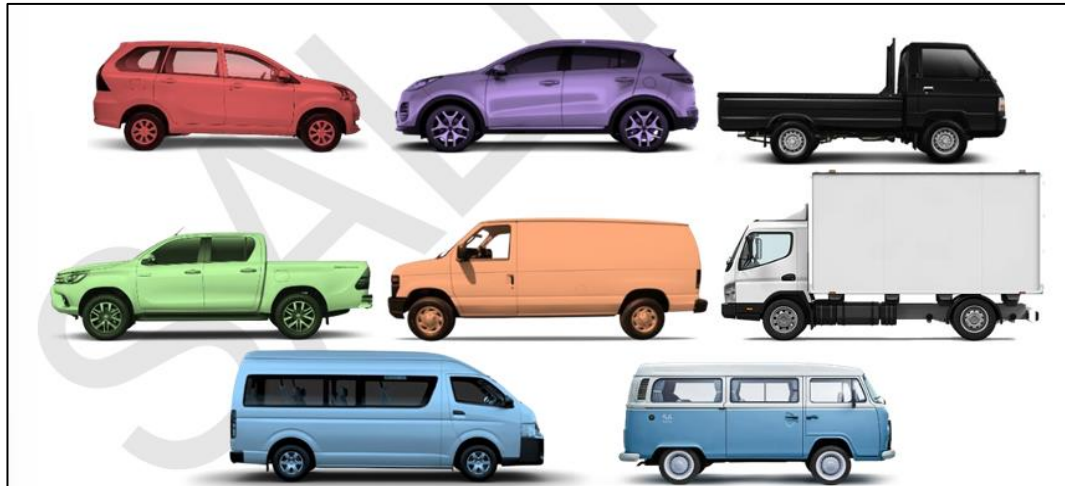
Kode	Jenis Kendaraan	Tipikal kendaraan
SM	Kendaraan Bermotor roda 2 (dua) dan 3 (tiga) dengan panjang < 2.5 m	Sepeda motor, kendaraan bermotor roda 3 (tiga) seperti pada Gambar 2.1.
MP	Mobil penumpang 4 (empat) tempat duduk, mobil penumpang 7 (tujuh) tempat duduk, mobil angkutan barang kecil, mobil angkutan barang sedang dengan panjang \leq 5.5 m	Sedan, <i>jeep</i> , minibus, mikrobus, <i>pickup</i> , truk kecil seperti pada Gambar 2.2.
KS	Bus sedang dan mobil angkutan barang 2 (dua) sumbu dengan panjang \leq 9.0 m	Bus tanggung, bus metromini, truk sedang seperti pada Gambar 2.3.
BB	Bus besar 2 (dua) dan 3 (tiga) gandar dengan panjang \leq 12 m	Bus antar kota, bus <i>double decker city tour</i> seperti pada Gambar 2.4.
TB	Mobil angkutan barang 3 (tiga) sumbu, truk gandeng, dan truk tempel dengan panjang > 12 m	Truk tronton, truk semi <i>trailer</i> , truk gandeng seperti pada Gambar 2.5.

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)



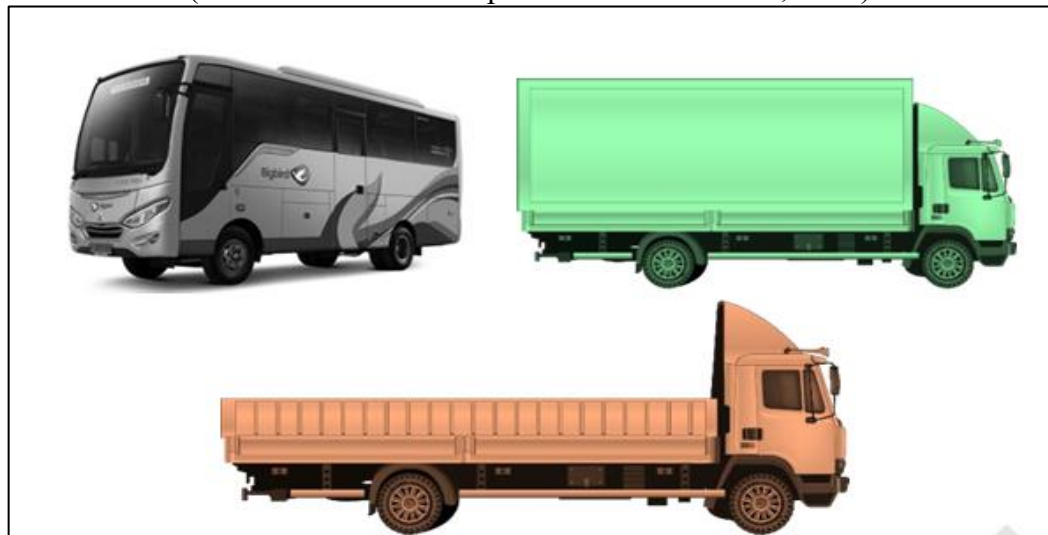
Gambar 2.1 Tipikal Kendaraan Sepeda Motor (SM)

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)



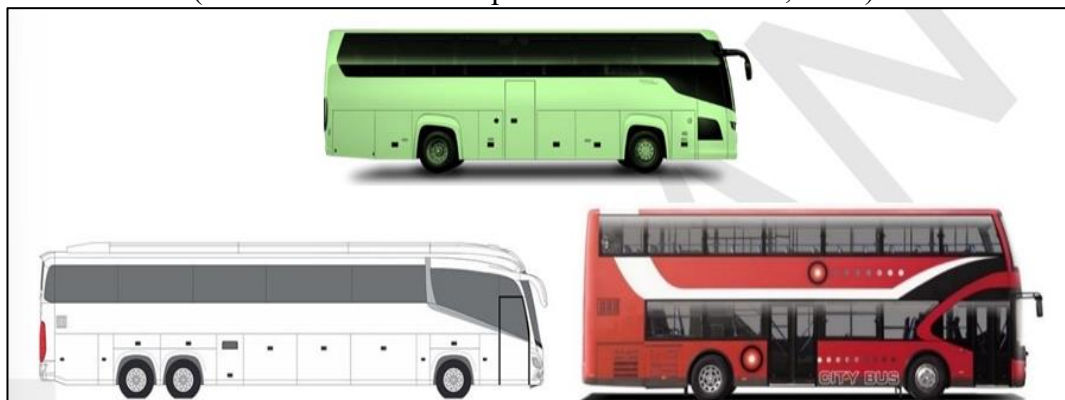
Gambar 2.2 Tipikal Kendaraan Mobil Penumpang (MP)

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)



Gambar 2.3 Tipikal Kendaraan Sedang (KS)

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)



Gambar 2.4 Tipikal Kendaraan Bus Besar (BB)

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)



Gambar 2.5 Tipikal Kendaraan Truk Besar (TB)

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.3 Data Masukan

Data masukan berupa data yang berisi nama dan ukuran kota (diukur dari jumlah penduduk), nomor ruas atau nama jalan, bagian jalan antara (misal, antara simpang tertentu, antara km X sampai km Y), kode dan panjang bagian jalan, periode waktu, tipe daerah (komersial, pemukiman, sekolah, perkantoran), serta tipe jalan (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023).

2.3.1 Kondisi Geometrik

Geometrik jalan merupakan salah satu karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan jika dibebani lalu lintas, yang termasuk dalam geometrik jalan adalah sebagai berikut (Kurniawan & Surandono, 2019):

1. Tipe Jalan

Tipe jalan merupakan berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda-beda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan jalan tak terbagi, jalan satu-arah.

2. Lebar Jalur Lalu lintas

Lebar jalur lalu lintas merupakan kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan penambahan lebar jalur lalu lintas. Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur kendaraan.

3. Kereb

Kereb merupakan sebagai batas antara jalur lalu lintas dan trotoar sangat berpengaruh terhadap dampak hambatan samping jalan pada kapasitas dan kecepatan. Kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu. Selanjutnya kapasitas berkurang jika terdapat penghalang tetap dekat tepi jalur lalu lintas.

4. Bahu Jalan

Bahu jalan merupakan jalan perkotaan tanpa kereb kecepatan dan kapasitas jalan akan meningkat bila lebar bahu semakin lebar. Penambahan lebar bahu, terutama karena pengaruh hambatan samping yang disebabkan kejadian di setiap sisi jalan, seperti kendaraan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya.

5. Median Jalan

Ada atau tidaknya suatu median merupakan suatu pemisah fisik pada jalur lalu lintas, yang berfungsi untuk menghilangkan konflik lalu lintas dari arah berlawanan. Bangunan median yang direncanakan dengan baik akan meningkatkan kecepatan dan kapasitas pada suatu jalan.

6. Jalur Pejalan Kaki

Jalur pejalan kaki merupakan jalur yang digunakan untuk memisahkan pejalan kaki dengan jalur lalu lintas kendaraan guna menjamin keselamatan pejalan kaki dan kelancaran lalu lintas.

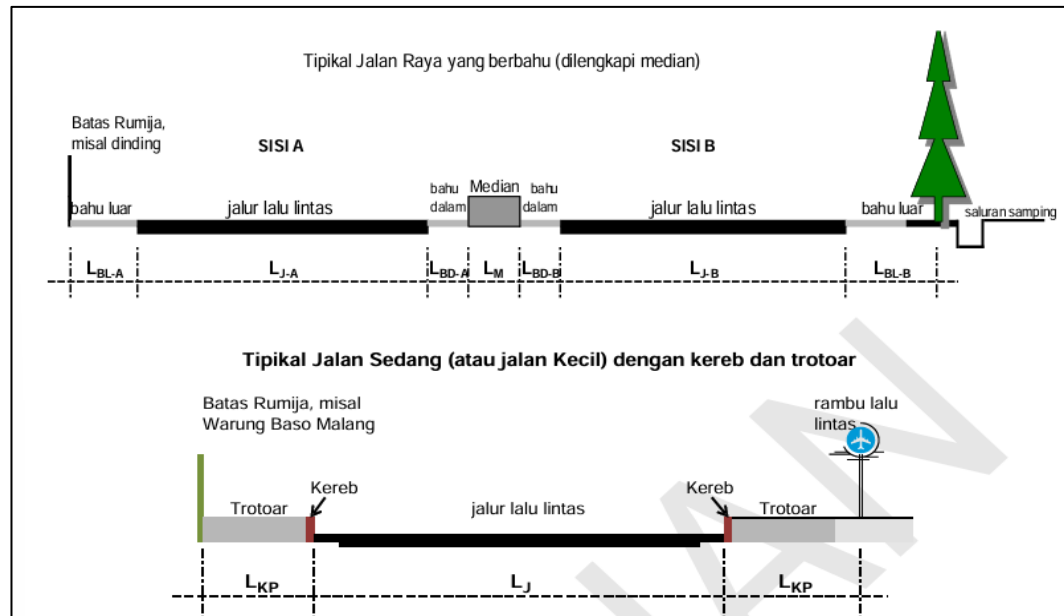
7. Selokan

Selokan dibuat untuk mengendalikan air limpahan permukaan akibat air hujan dan bertujuan untuk memelihara agar jalan tidak menggenang air hujan dalam waktu yang cukup lama.

8. Jarak Pandang

Jarak pandang merupakan pandangan mata terhadap jarak pandang, jika jarak pandangan panjang menyalip akan lebih mudah serta kecepatan dan kapasitas lebih tinggi, tergantung pada lengkung vertikal dan horizontal serta ada tidaknya penghalang pandangan di jalan, seperti tumbuhan, pagar, bangunan, dan lain-lain.

Tipikal penampang melintang bagian jalan dibuatkan sketsa seperti pada Gambar 2.6 meliputi lebar jalur lalu lintas (L_J), lebar median (L_M), kereb dengan atau tanpa trotoar, lebar bahu luar (L_{BL}), lebar bahu dalam (jika ada median) (L_{BD}), jarak dari kereb ke penghalang samping jalan (L_{KP}) (misalnya pohon, selokan, tiang rambu, dan lain-lain), dan pada sisi kiri dan kanan, tentukan garis referensi penampang melintang (misalnya dinding bangunan, warung, pagar, dan lain-lain).



Gambar 2.6 Elemen Potongan Melintang Jalan
(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.3.2 Kondisi arus lalu lintas

Kondisi arus lalu lintas merupakan gambaran tentang bagaimana kendaraan bergerak di jalan raya, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti volume kendaraan, kecepatan, kepadatan, serta kondisi jalan dan lingkungan sekitar (Sarimun Putra & Wibisana, 2023). Arus lalu lintas yang lancar biasanya ditandai dengan kecepatan kendaraan yang stabil dan kepadatan yang rendah, sedangkan kondisi macet terjadi saat volume kendaraan melebihi kapasitas jalan sehingga kecepatan menurun drastis dan kepadatan meningkat. Data volume lalu lintas untuk tahun yang dianalisis berupa volume jam perencanaan (q_{JP}) dengan satuan SMP/jam.

Penentuan data volume lalu lintas berdasarkan data yang tersedia volume lalu lintas per jam eksisting atau desain per jenis per arah, data volume jam

perencanaan dalam satuan SMP/jam. Satuan Mobil Penumpang (SMP) merupakan satuan baku yang digunakan untuk menyetarakan berbagai jenis kendaraan dengan acuan yaitu mobil penumpang. Faktor konversi untuk jenis kendaraan sedang, bus besar, truk besar, dan sepeda motor yang dibandingkan terhadap mobil penumpang sehubungan dengan dampaknya terhadap kapasitas jalan (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023).

Mobil penumpang dijadikan sebagai kendaraan acuan dalam satuan SMP karena memiliki karakteristik yang paling representatif terhadap arus lalu lintas, baik dari segi ukuran, kecepatan operasional, maupun pengaruhnya terhadap kapasitas jalan. Selain itu, mobil penumpang memiliki proporsi yang cukup dominan pada kondisi lalu lintas perkotaan, sehingga dianggap mampu menggambarkan rata-rata pengaruh kendaraan terhadap kinerja jalan. Penggunaan mobil penumpang sebagai acuan juga merujuk pada standar internasional (HCM) dan pedoman nasional PKJI 2023. Dalam perhitungannya, untuk penyeragaman satuan bagi jenis kendaraan selain MP, digunakan EMP. Nilai EMP yang digunakan berdasarkan Tabel 2.2 atau Tabel 2.3.

Tabel 2.2 EMP untuk Tipe Jalan Tak Terbagi

Tipe Jalan	Volume Lalu Lintas Total Dua Arah (Kend/jam)	EMP_{KS}	EMP_{SM}	
			L Jalur ≤ 6 m	L Jalur > 6 m
2/2 - TT	< 1800	1.3	0.5	0.40
	≥ 1800	1.2	0.35	0.25

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

Tabel 2.3 EMP untuk Tipe Jalan Terbagi

Tipe Jalan	Volume Lalu Lintas Total Dua Arah (Kend/jam)	EMP_{KS}	EMP_{SM}
4/2 – T atau 2/1	< 1050	1.3	0.40
	> 1050	1.2	0.25
6/2 – T atau 3/1	< 1100	1.3	0.40

$8/2 - T$ atau $4/1$	≥ 1100	1.2	0.25
----------------------	-------------	-----	------

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.3.3 Data hambatan samping

Kondisi hambatan samping sesuai dengan kondisi lingkungan jalan. Banyak kendaraan yang berhenti atau parkir di bahu jalan juga kendaraan ringan seperti angkutan umum yang menaikkan dan menurunkan penumpang, adanya pejalan kaki yang menyeberang jalan dan aktivitas kendaraan yang masuk dan keluar sisi atau lahan samping jalan, dapat menyebabkan menurunnya kecepatan arus lalu lintas, yang akhirnya berpengaruh terhadap kelancaran arus lalu lintas dan kinerja di ruas jalan ini (Tege dkk., 2024). Faktor hambatan samping yang paling besar menyebabkan kemacetan adalah faktor yang disebabkan oleh parkir kendaraan dan kendaraan keluar masuk (Muyassaroh dkk., 2024). Data hambatan samping berdasarkan lokasi yang diteliti didapatkan dengan cara sebagai berikut:

1. Frekuensi hambatan samping per jam dalam jarak 200 m dari kedua sisi bagian jalan yang diamati perlu dimasukkan. Frekuensi hambatan samping antara lain adalah sebagai berikut:
 - a. Jumlah pejalan kaki yang berjalan atau menyeberang sepanjang bagian jalan.
 - b. Jumlah kendaraan berhenti dan parkir.
 - c. Jumlah kendaraan bermotor yang masuk dan keluar dari lahan samping jalan.
 - d. Jumlah pedagang kaki lima pada trotoar dan badan jalan .
 - e. Volume kendaraan yang bergerak lambat (volume total (kend/jam) dari sepeda, becak, delman, depati, dan sejenisnya).
2. Frekuensi kejadian dikalikan dengan bobot relatif dari tipe kejadian menggunakan Tabel 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Pembobotan Hambatan Samping

No	Jenis Hambatan Samping utama	Bobot
1	Pejalan kaki di badan jalan dan yang menyeberang	0.5
2	Kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti	1.0

No	Jenis Hambatan Samping utama	Bobot
3	Kendaraan keluar/masuk sisi atau lahan samping jalan	0.7
4	Arus kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor)	0.4

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

- Jumlah kejadian berbobot yang didapatkan berdasarkan pengambilan data dihitung untuk semua tipe kejadian.
- Kelas Hambatan Samping ditentukan berdasarkan jumlah nilai frekuensi kejadian berbobot yang terdapat Tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2.5 Kriteria Kelas Hambatan Samping

Kondisi Hambatan Samping	Jumlah Nilai Frekuensi Kejadian di Kali Bobot	Ciri – Ciri Khusus
Sangat Rendah (SR)	< 100	Daerah Pemukiman, tersedia jalan lingkungan.
Rendah (R)	100 – 299	Daerah Pemukiman, ada beberapa angkutan umum (angkutan kota).
Sedang (S)	300 – 499	Daerah Industri, ada beberapa toko di sepanjang sisi jalan.
Tinggi (T)	500 – 899	Daerah Komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi.
Sangat Tinggi (TS)	\geq 900	Daerah Komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan.

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

Jika data hambatan samping tidak tersedia, penentuan Kondisi Hambatan Samping (KHS) ditentukan dengan memilih salah satu uraian tentang ciri – ciri khusus yang paling tepat pada Tabel 2.5.

2.4 Kapasitas Jalan Perkotaan

Kapasitas jalan yaitu kapasitas suatu ruas jalan yang didapatkan volume lalu lintas terbaik dalam satuan waktu tertentu (Zubet dkk., 2024). Penentuan kapasitas (C) menggunakan Rumus (2.1) sebagai berikut.

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (2.1)$$

Keterangan:

C = Kapasitas jalan yang sedang diamati (SMP/jam)

C_0 = Kapasitas dasar jalan yang ideal (SMP/jam)

FC_{LJ} = Faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lahur atau jalur lalu lintas dari kondisi ideal

FC_{PA} = Faktor koreksi kapasitas akibat Pemisahan Arah Lalu Lintas (PA) dan hanya berlaku untuk tipe jalan tak terbagi

FC_{HS} = Faktor koreksi kapasitas akibat kondisi KHS pada jalan yang dilengkapi bahu atau dilengkapi kereb dan trotoar dengan ukuran yang tidak ideal.

FC_{UK} = Faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota yang berbeda dengan ukuran kota ideal.

2.4.1 Kapasitas Dasar

Dalam penetapan kapasitas dasar (C_0) dan kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) terdapat beberapa kondisi bagian jalan yang harus diperhatikan seperti pada Tabel 2.6 sebagai berikut.

Tabel 2.6 Kondisi Segmen jalan Ideal Untuk Menetapkan Kapasitas Dasar (C_0) dan Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})

No	Uraian	Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan			
		Jalan Sedang Tipe 2/2 – TT	Jalan Raya Tipe 4/2 – T	Jalan Raya Tipe 6/2 – T	Jalan Satu Arah Tipe 1/1, 2/1, 3/1
1	Lebar jalur lalu lintas (m)	7.0	4 x 3.5	6 x 3.5	2 x 3.5
2	Lebar bahu efektif di kedua sisi (m)	1.5	Tanpa bahu (tetapi dilengkapi kereb di kedua sisi)		2.0
3	Jarak terdekat kereb ke penghalang (m)	-	2.0	2.0	2.0
4	Median	Tidak ada	Ada (tanpa bukaan)	Ada (tanpa bukaan)	-
5	Pemisahan arah (%)	50 – 50	50 – 50	50 – 50	50 – 50
6	KHS	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
7	Ukuran Kota (Juta Jiwa)	1.0 – 3.0	1.0 – 3.0	1.0 – 3.0	1.0 – 3.0
8	Tipe alinyemen jalan	Datar	Datar	Datar	Datar

No	Uraian	Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan			
		Jalan Sedang Tipe 2/2 – TT	Jalan Raya Tipe 4/2 – T	Jalan Raya Tipe 6/2 – T	Jalan Satu Arah Tipe 1/1, 2/1, 3/1
9	Komposisi (MP : KS : SM)	60%:8%:32 %	60%:8%:32 %	60%:8%:32 %	60%:8%:32 %

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

Nilai C_0 untuk tipe jalan tak terbagi (2/2-TT) dilakukan sekaligus untuk dua arah lalu lintas. sedangkan tipe jalan terbagi (4/2-T, 6/2-T, dan 8/2-T) dilakukan per masing-masing arah. Analisis bagi tipe jalan satu arah dilakukan sama dengan untuk tipe jalan terbagi, yaitu per 1 (satu) arah atau per 1 (satu) jalur. Analisis bagi tipe jalan dengan jumlah lajur lebih dari 4 (empat) dilakukan menggunakan ketentuan-ketentuan untuk tipe jalan 4/2-T. Kapasitas dasar dapat dilihat dari Tabel 2.7 sebagai berikut.

Tabel 2.7 kapasitas Dasar (C_0)

Tipe Jalan	C_0 (SMP/jam)	Catatan
4/2 – T, 6/2 – T atau jalan satu arah	1700	Per lajur (satu arah)
2/2 – TT	2800	Per dua arah

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.4.2 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur

Faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur (FC_{LJ}) didapatkan pada Tabel 2.8 sebagai berikut.

Tabel 2.8 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur (FC_{LJ})

Tipe Jalan	L_{JE} atau L_{LE} (m)	FC_{LJ}
	$L_{LE} = 3.00$	0.92

Tipe Jalan		L_{JE} atau L_{LE} (m)	FC_{LJ}
Jalan Terbagi	4/2 – T, 6/2 – T, 8/2 – T atau jalan satu arah	3.25	0.96
		3.50	1.00
		3.75	1.04
		4.00	1.08
Jalan Tak Terbagi	2/2 – TT	$L_{JE} = 5.00$	0.56
		6.00	0.87
		7.00	1.00
		8.00	1.14
		9.00	1.25
		10.00	1.29
		11.00	1.34

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.4.3 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah Lalu Lintas (PA) Pada Tipe Jalan Tak Terbagi

Faktor koreksi kapasitas akibat pemisah arah lalu lintas (PA) pada tipe jalan terbagi (FC_{PA}) didapatkan pada Tabel 2.9 sebagai berikut.

Tabel 2.9 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah Lalu Lintas (PA) Pada Tipe Jalan Tak Terbagi (FC_{PA})

PA (% - %)	50 – 50	55 – 45	60 – 40	65 – 35	70 – 30
FC_{PA}	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.4.4 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Kondisi Hambatan Samping (KHS) Pada Jalan

Faktor koreksi kapasitas akibat kondisi hambatan samping (KHS) pada jalan (FC_{HS}) didasarkan pada Tabel 2.10 untuk jalan dengan bahu dan Tabel 2.11 untuk jalan berkereb.

Tabel 2.10 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat KHS Pada Jalan Dengan Bahu, FC_{HS}

Tipe Jalan	Kondisi Hambatan Samping	FC_{HS}			
		Lebar Bahu Efektif L_{BE} , m			
4/2 – T	Sangat Rendah	0.96	0.98	1.01	1.03
	Rendah	0.94	0.97	1.00	1.02
	Sedang	0.92	0.95	0.98	1.00
	Tinggi	0.88	0.92	0.95	0.98
	Sangat Tinggi	0.84	0.88	0.92	0.96
2/2 – T atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0.94	0.96	0.99	1.01
	Rendah	0.92	0.94	0.97	1.00
	Sedang	0.89	0.92	0.95	0.98
	Tinggi	0.82	0.86	0.90	0.95
	Sangat Tinggi	0.73	0.79	0.85	0.91

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

Tabel 2.11 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat KHS Pada Jalan Berkereb, FC_{HS}

Tipe Jalan	Kondisi Hambatan Samping	FC_{HS}			
		Lebar Bahu Efektif L_{BE} , m			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
4/2 – T	Sangat Rendah	0.95	0.97	0.99	1.01
	Rendah	0.94	0.96	0.98	1.00
	Sedang	0.91	0.93	0.95	0.98
	Tinggi	0.86	0.89	0.92	0.95
	Sangat Tinggi	0.81	0.85	0.88	0.92
2/2 – T atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0.93	0.95	0.97	0.99
	Rendah	0.90	0.92	0.95	0.97
	Sedang	0.86	0.88	0.91	0.94

Tipe Jalan	Kondisi Hambatan Samping	FC_{HS}			
		Lebar Bahu Efektif L_{BE} , m			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
	Tinggi	0.78	0.81	0.84	0.88
	Sangat Tinggi	0.68	0.72	0.77	0.82

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.4.5 Faktor Kondisi Kapasitas Terhadap Ukuran Jalan

Faktor kondisi kapasitas terhadap ukuran jalan (FC_{UK}) didapatkan pada Tabel 2.12 sebagai berikut.

Tabel 2.12 Faktor Kondisi Kapasitas Terhadap Ukuran Jalan (FC_{UK})

Ukuran Kota (Juta Jiwa)	Kelas Kota/Kategori Kota		FC_{UK}
< 0.1	Sangat Kecil	Kota Kecil	0.86
0.1 – 0.5	Kecil	Kota Kecil	0.90
0.5 – 1.0	Sedang	Kota Menengah	0.94
1.0 – 3.0	Besar	Kota Besar	1.00
> 3.0	Sangat Besar	Kota Metropolitan	1.04

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.5 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas merupakan kecepatan pengendara ketika pengendara tidak terpengaruh oleh pengendara lain. Tingkat kecepatan arus adalah 0 (Avivah dkk., 2024). Kecepatan arus bebas yaitu kecepatan pengemudi merasa nyaman untuk bergerak pada kondisi geometrik, lingkungan dan pengendalian lalu lintas yang ada pada suatu segmen jalan tanpa lalu lintas lain (km/jam) (Elianora dkk., 2021). Kecepatan arus bebas merupakan kecepatan kondisi nyata yang dialami oleh pengemudi ketika kondisi lalu lintas tidak memberikan hambatan sehingga

pengemudi tidak perlu menyesuaikan laju kendaraan akibat keberadaan kendaraan lain di depannya maupun di sekitarnya. Kecepatan arus bebas mencerminkan tingkat kenyamanan dan persepsi aman pengemudi saat melintasi suatu ruas jalan. Kecepatan arus bebas (V_B) untuk jenis kendaraan Mobil Penumpang (MP) digunakan sebagai ukuran utama kinerja (V_{BMP}), sedangkan jenis kendaraan lain untuk kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) merupakan kecepatan yang diukur dalam kondisi lalu lintas, geometrik, dan lingkungan ideal.

Penentuan kecepatan arus bebas (V_B) menggunakan Rumus (2.2) sebagai berikut.

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \quad (2.2)$$

Keterangan:

V_B = Kecepatan arus bebas untuk MP pada kondisi lapangan (km/jam)

V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar

V_{BL} = Nilai koreksi kecepatan arus bebas akibat lebar lajur atau jalur lalu lintas efektif (km/jam)

FV_{BHS} = Faktor koreksi kecepatan bebas akibat hambatan samping untuk jalan berbahu dengan lebar bahu efektif (L_{BE}) dan jalan berkereb serta trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat (L_{KP})

FV_{BUK} = Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (FV_{BUK}) untuk jenis kendaraan Mobil Penumpang (MP)

2.5.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar

Kecepatan arus bebas dasar merupakan parameter awal dalam menganalisis kecepatan arus bebas. Kecepatan arus bebas merujuk pada kecepatan rata – rata kendaraan yang dapat dicapai ketika kondisi lalu lintas berapa pada tingkat yang sangat rendah, sehingga interaksi antar kendaraan hampir tidak terjadi. Pada kondisi ini, pengemudi dapat mengoperasikan kendaraan tanpa dipengaruhi oleh kendaraan lain dan gangguan aktivitas di sisi jalan.. kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) diperoleh menggunakan Tabel 2.13 (termasuk jenis kendaraan lain) sebagai berikut.

Tabel 2.13 Kecepatan Arus Bebas Dasar, V_{BD}

Tipe Jalan		V_{BD} , km/jam			
		MP	KS	SM	Rata – Rata Semua Kendaraan
Jalan Terbagi	4/2 – T, 6/2 – T, 8/2 – T atau jalan satu arah	61	52	48	57
Jalan Tak Terbagi	2/2 – TT	44	40	40	42

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.5.2 Nilai Koreksi Kecepatan Arus Bebas Akibat Lebar Lajur Atau Jalur Lalu Lintas Efektif

Nilai koreksi kecepatan arus bebas akibat lebar lajur atau jalur lalu lintas efektif (V_{BL}) didapatkan dari **Error! Not a valid bookmark self-reference.** sebagai berikut.

Tabel 2.14 Nilai koreksi kecepatan arus bebas akibat lebar lajur atau jalur lalu lintas efektif (V_{BL})

Tipe Jalan		L_{JE} atau L_{LE} (m)	V_{BL} (km/jam)
Jalan Terbagi	4/2 – T, 6/2 – T, 8/2 – T atau jalan satu arah	$L_{LE} = 3.00$	-4
		3.25	-2
		3.50	0
		3.75	2
		4.00	4
Jalan Tak Terbagi	2/2 – TT	$L_{JE} = 5.00$	-9.50
		6.00	-3
		7.00	0
		8.00	3
		9.00	4
		10.00	6
		11.00	7

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.5.3 Faktor Koreksi Kecepatan Bebas Akibat Hambatan Samping Untuk Jalan Berbahu Dengan Lebar Bahu Efektif Dan Jalan Berkereb Serta Trotoar Dengan Jarak Kereb Ke Penghalang Terdekat

Faktor koreksi kecepatan bebas akibat hambatan samping untuk jalan berbahu dengan lebar bahu efektif (L_{BE}) dan jalan berkereb serta trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat (L_{KP}) (FV_{BHS}) menggunakan Tabel 2.15 sebagai berikut.

Tabel 2.15 Faktor koreksi kecepatan bebas akibat hambatan samping untuk jalan berbahu dengan lebar bahu efektif (L_{BE}) (FV_{BHS}).

Tipe Jalan		KHS	FV_{BHS}			
			L_{BE} (m)			
			≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2
Jalan Terbagi	4/2 – T, 6/2 – T, 8/2 – T atau jalan satu arah	SR	1.02	1.03	1.03	1.04
		R	0.98	1.00	1.02	1.03
		S	0.94	0.97	1.00	1.02
		T	0.89	0.93	0.96	0.99
		ST	0.84	0.88	0.92	0.96
Jalan Tak Terbagi	2/2 – T	SR	1.00	1.01	1.01	1.01
		R	0.96	0.98	0.99	1.00
		S	0.90	0.93	0.96	0.99
		T	0.82	0.86	0.90	0.95
		ST	0.73	0.79	0.85	0.91

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.5.4 Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat ukuran kota untuk jenis kendaraan Mobil Penumpang

Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (FV_{BUK}) untuk jenis kendaraan Mobil Penumpang (MP) menggunakan Tabel 2.16 sebagai berikut.

Tabel 2.16 Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (FV_{BUK}) untuk jenis kendaraan Mobil Penumpang (MP)

Ukuran Kota (Juta Jiwa)	FV_{BUK}
< 0.1	0.90
0.1 – 0.5	0.93
0.5 – 1.0	0.95
1.0 – 3.0	1.00
> 3.0	1.03

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.6 Kinerja Lalu Lintas

Kinerja lalu lintas merupakan kemampuan ruas jalan dalam melayani arus kendaraan dengan tingkat pelayanan tertentu (Kementrian Pekerjaan Umum & Direktorat Jenderal Bina marga, 2023). Kinerja lalu lintas merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai tingkat pelayanan jalan di suatu ruas jalan. Kemacetan dan kinerja lalu lintas jalan yang buruk mungkin disebabkan oleh berbagai faktor sosial dan ekonomi, termasuk hambatan samping di tepi jalan. Akibatnya, kapasitas efektif ruas jalan tersebut berkurang, namun pada tingkat yang lebih rendah dari yang diperkirakan (Farhatun & Hariani, 2024).

2.6.1 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan sendiri memiliki arti rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas jalan pada bagian jalan tertentu. Nilai dari derajat kejenuhan yang dihasilkan nantinya dapat menunjukkan klasifikasi tingkat pelayanan dari ruas jalan yang dipilih berdasarkan *Volume Capacity Ratio* (VCR) (Fitrianingsih & Anindita, 2023). Jika nilai Derajat kejenuhan (D_J) mendekati nol, maka kehadiran kendaraan tidak mempengaruhi kendaraan lain. Namun, jika nilai Derajat kejenuhan (D_J) mendekati satu, maka menunjukkan kondisi arus pada kondisi kapasitas. Derajat kejenuhan (D_J) diperoleh dari Rumus (2.3) sebagai berikut.

$$D_J = \frac{q}{c} \quad (2.3)$$

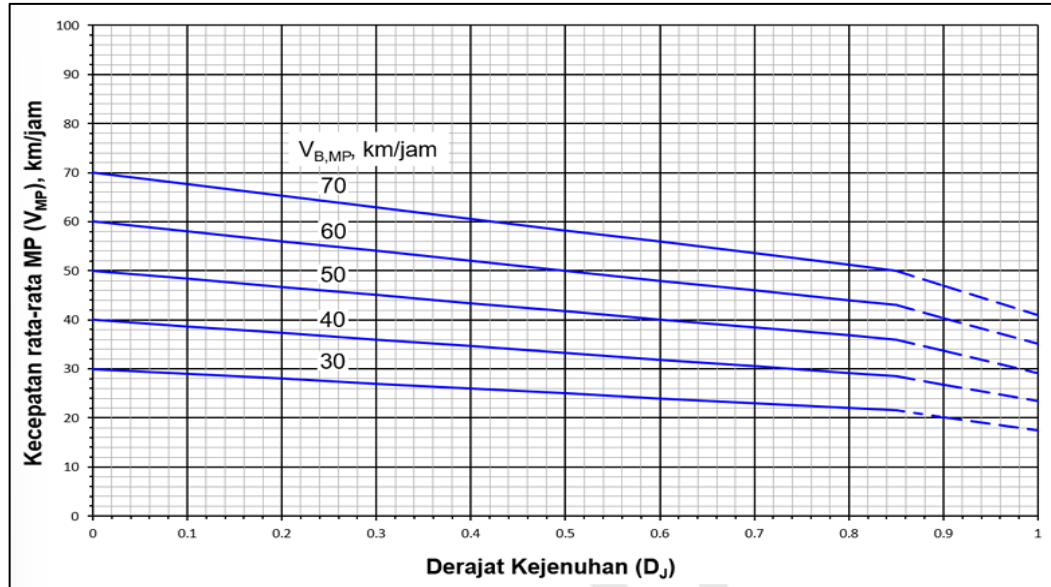
Keterangan :

- D_J = Derajat Kejenuhan
 C = Kapasitas jalan (SMP/jam)
 q = Volume lalu lintas (SMP/jam)

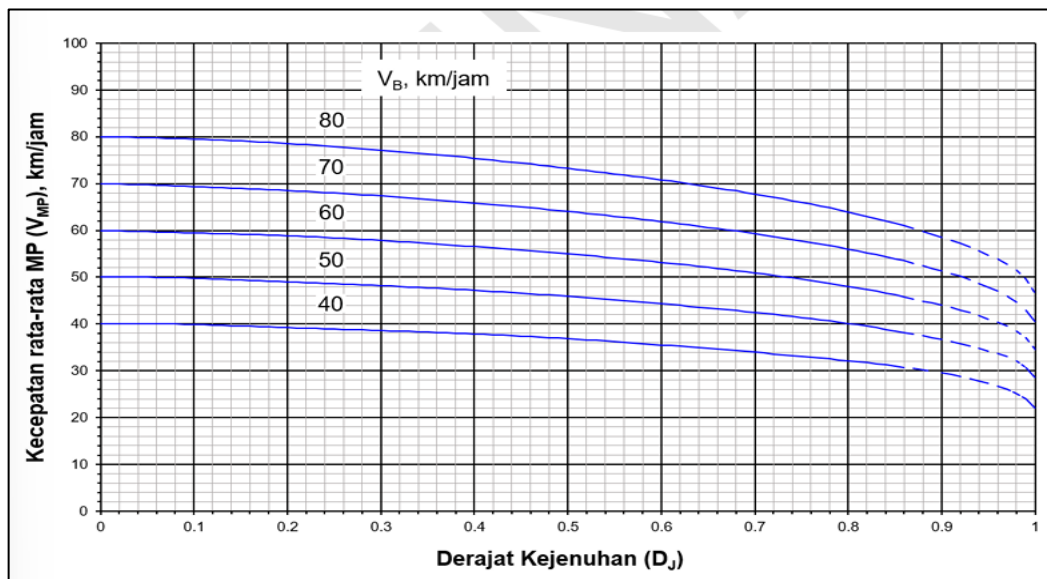
Nilai maksimal derajat kejenuhan diperoleh dengan mengacu pada tingkat pelayanan jalan yang tercantum dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia dengan nilai sebesar 0.85. Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, tingkat pelayanan jalan dikategorikan dari A hingga F, dengan derajat kejenuhan sebagai salah satu indikator utama. Nilai derajat kejenuhan yang melebihi 0.85 menunjukkan kondisi lalu lintas yang sudah padat, mendekati kapasitas maksimum jalan dan kecepatan berkurang serta rendah.

2.6.2 Kecepatan Tempuh

Kecepatan tempuh (V_T) merupakan kecepatan aktual arus lalu lintas yang besarnya ditentukan berdasarkan D_J dan V_B . Kecepatan tempuh merupakan representasi dari kecepatan aktual kendaraan dalam suatu arus lalu lintas pada kondisi tertentu. Hal ini tidak hanya mencerminkan kemampuan kendaraan untuk bergerak, tetapi juga menggambarkan pengaruh tingkat kepadatan lalu lintas terhadap pergerakan kendaraan di suatu ruas jalan. Sehingga kecepatan tempuh dapat dipahami sebagai hasil penyesuaian dari kecepatan arus bebas terhadap kondisi tingkat pelayanan jalan yang dipengaruhi oleh besarnya derajat kejenuhan. Menentukan kecepatan tempuh (V_T) untuk MP menggunakan diagram pada Gambar 2.7 dan Gambar 2.8 sebagai berikut.



Gambar 2.7 Hubungan V_{MP} dengan D_J dan V_B pada jalan 2/2-T
(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)



Gambar 2.8 Hubungan V_{MP} dengan D_J dan V_B pada jalan 4/2 – T, 6/2 –T, dan 8/2T
(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

2.6.3 Waktu Tempuh

Penentuan waktu tempuh (W_T) berdasarkan nilai V_{MP} dalam menempuh jalan yang dianalisis sepanjang P seperti pada Rumus (2.4) sebagai berikut.

$$W_T = \frac{P}{V_T} \quad (2.4)$$

Keterangan :

W_T = Waktu tempuh rata – rata mobil penumpang (jam)

P = Panjang segmen (km)

V_{MP} = kecepatan tempuh mobil penumpang atau kecepatan rata – rata ruang (*space mean speed* (sms)) mobil penumpang (km/jam).

2.7 Kenyamanan Lalu Lintas

Kenyamanan lalu lintas merupakan kondisi lalu lintas terutama pengemudi dapat melakukan perjalanan dengan lancar, stabil, aman, dan tanpa gangguan selama berkendara. (Pemerintahan Pusat, 2009), menyatakan bahwa lalu lintas dan angkutan jalan adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas lalu lintas, angkutan jalan, jaringan lalu lintas dan angkutan jalan, prasarana lalu lintas dan angkutan jalan, kendaraan, pengemudi, pengguna jalan, serta pengelolaannya. Kenyamanan, kelancaran, keamanan, keselamatan, dan ketertiban merupakan bagian dari kualitas pelayanan lalu lintas yang harus dipenuhi pada suatu ruas jalan. Kenyamanan tersebut berkaitan langsung dengan kondisi operasional jalan seperti kecepatan, kebebasan bergerak, dan interaksi antar kendaraan.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kenyamanan lalu lintas antara lain adalah:

1. Volume kendaraan yang tinggi yang membuat interaksi antar kendaraan semakin besar.
2. Kondisi geometrik dan fisik jalan yang tidak memadai akan dapat mempengaruhi kelancaran perjalanan
3. Hambatan samping berupa aktivitas seperti kendaraan berhenti atau parkir di badan jalan, pejalan kaki yang berjalan atau menyeberang di badan jalan, pedagang kaki lima, kendaraan keluar atau masuk, serta kendaraan lambat menjadi penyebab utama gangguan terhadap kenyamanan lalu lintas.
4. Kecepatan operasional yang menurun akibat gangguan tepi jalan.
5. Penggunaan lahan di sekitar jalan yang digunakan area komersial cenderung memiliki tingkat hambatan samping tinggi.

Menurut (Herlina dkk., 2023), Faktor lalu lintas yang menyebabkan kecelakaan di antaranya arus atau volume, pergerakan dan titik konflik lalu lintas,

kecepatan, serta komposisi jenis kendaraan. Semakin banyak volume kendaraan, tingginya kecepatan lalu lintas, pergerakan dan titik konflik yang bertambah banyak, serta beragamnya komposisi jenis kendaraan yang ada pada suatu arus lalu lintas, maka potensi terjadi kecelakaan akan semakin besar.

2.7.1 Tingkat Pelayanan Jalan

Kenyamanan lalu lintas berkaitan dengan kinerja ruas jalan, semakin tinggi derajat kejenuhan maka semakin menggambarkan bahwa keadaan lalu lintas tidak nyaman dan berpotensi macet. Penurunan kenyamanan terjadi ketika hambatan samping meningkat yang mengakibatkan berkurangnya kecepatan, tundaan, serta menambahkan kepadatan arus lalu lintas. hal ini menyebabkan derajat kejenuhan meningkat, sehingga tingkat pelayanan jalan mengalami penurunan.

Tingkat pelayanan jalan dapat ditentukan dari nilai volume, kapasitas dan kecepatan. Ukuran efektivitas tingkat pelayanan jalan atau *level of service* (LOS) dibedakan menjadi enam kelas, yaitu dari A untuk tingkat paling baik sampai dengan tingkat F untuk kondisi terburuk (Rustam & Siauwan, 2021). Tingkat pelayanan jalan digunakan untuk menilai kinerja jalan yang menjadi indikator dari kemacetan. Penggolongan tingkat pelayanan jalan dapat dilihat pada Tabel 2.17 sebagai berikut:

Tabel 2.17 Penggolongan Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Kondisi Arus 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.	0.21 – 0.44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	0.45 – 0.74

Tingkat Pelayanan	Kondisi Arus Lalu Lintas	Derajat Kejenuhan
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dapat ditolerir.	0.75 – 0.84
E	Volume lalu lintas mendekati/berada pada kapasitas. Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti.	0.85 – 1.00
F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, antrian panjang dan terjadi hambatan – hambatan yang besar.	>1.00

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

2.7.2 Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan dan Upaya Penanganannya

Hambatan samping merupakan segala bentuk aktivitas yang terjadi sepanjang tepi jalan dan berpotensi mengganggu kelancaran arus lalu lintas. Aktivitas yang dimaksud mencakup pejalan kaki, kendaraan berhenti atau parkir di badan jalan, kendaraan keluar atau masuk dari sisi atau lahan samping jalan, pedagang kaki lima, serta kendaraan lambat. Semakin banyaknya hambatan samping yang terjadi, maka dapat terjadinya penurunan kapasitas jalan, berkurangnya kecepatan kendaraan, serta memperburuk tingkat pelayanan jalan.

Berdasarkan Undang - Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, menegaskan bahwa penyelenggara lalu lintas harus menjamin kelancaran dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Akibat dari pengaruh hambatan samping yang tinggi menyebabkan terjadinya perlambatan mendadak kendaraan, perubahan jalur secara tiba – tiba oleh pengendara, serta peningkatan tundaan. Sehingga dapat mengurangi kemampuan jalan dalam melayani jumlah kendaraan yang melintas, kapasitas efektif menjadi lebih rendah dibandingkan dengan kondisi normal tanpa hambatan samping.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 17 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Analisis Dampak Lalu Lintas, rekomendasi dan rencana implementasi penanganan dampak lalu lintas adalah sebagai berikut:

1. Penataan akses dan sirkulasi kendaraan

Penataan akses dan sirkulasi kendaraan dilakukan untuk mengurangi hambatan samping yang timbul akibat pergerakan kendaraan keluar atau masuk bangunan. Lokasi akses harus ditata agar tidak berada [ada titik yang menimbulkan konflik tinggi, seperti dekat simpang atau fasilitas pemberhentian angkutan umum serta jumlah akses perlu di batasi. Penataan akses dan sirkulasi kendaraan seperti penentuan lokasi akses keluar atau masuk yang aman, pembatasan jumlah akses, penyediaan lajur lambat dan lajur cepat bila di perlukan, serta penempatan pos keamanan agar tidak terjadi antrean di mulut akses.

2. Penataan parkir dan kegiatan bongkar muat

Penataan parkir dan kegiatan bongkar muat dilakukan agar ruang gerak kendaraan pada jalan utama tidak terbatas. Penataan parkir dan kegiatan bongkar muat seperti penyediaan kantong parkir yang memadai, melarang parkir di badan jalan dan menyediakan rambu larangan, penetapan zona bongkar muat di dalam tapak bangunan, serta pengaturan jam operasional bongkar muat agar tidak menimbulkan gangguan.

3. Rekayasa pejalan kaki

Aktivitas pejalan kaki yang tidak tertata menjadi penyebab hambatan samping, terutama pejalan kaki yang menggunakan bahu jalan atau menyeberang di lokasi yang tidak semestinya. Rekayasa pejalan kaki seperti penyediaan trotoar standar, penyediaan penyeberangan formal (*zebra cross*, *pelican cros*), serta penghalang fisik untuk mencegah pejalan kaki bergerak ke badan jalan.

4. Penataan angkutan umum

Angkutan umum yang berhenti sembarangan termasuk hambatan samping yang signifikan, terutama pada jalan – jalan dengan volume lalu lintas tinggi. Penataan angkutan umum seperti penyediaan *loading bay* atau *bus bay*, penyediaan halte atau relokasi halte yang terlalu dekat akses bangunan, serta penegakan disiplin berhenti di lokasi yang ditetapkan.

5. Penertiban kegiatan komersial di tepi jalan

Kegiatan komersial seperti pedagang kaki lima, pasar, *drop-off* pelanggan, serta bongkar muat toko sering menjadi hambatan samping yang dapat

mengganggu kinerja lalu lintas. Untuk mengurangi dampak hambatan samping, kegiatan komersial harus diarahkan ke area yang lebih tertata dan tidak mengganggu arus lalu lintas. Penertiban kegiatan komersial di tepi jalan seperti melarang aktivitas berjualan pada bahu jalan, penataan area *drop-off/pick-up*, penataan zona pedagang kaki lima agar tidak menghalangi arus lalu lintas, serta pengawasan oleh tim *monitoring* untuk memastikan kepatuhan.