

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan Perkotaan

Definisi jalan perkotaan menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023) merupakan jalan dengan ciri-ciri pada satu atau kedua sisinya terbangun secara permanen, menerus, dan menyeluruh, sepanjang koridor, memiliki arus lalu lintas puncak pagi dan sore, arus lalu lintas didominasi oleh jenis mobil penumpang dan sepeda motor, presentase truk besar yang kecil, dan adanya kereb.

Karakteristik utama jalan perkotaan menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023) yaitu:

1. Kecepatan kendaraan relatif rendah karena adanya interaksi dengan pejalan kaki, kendaraan parkir dan angkutan umum atau dikenal sebagai hambatan samping.
2. Lebar jalan cenderung lebih sempit dibandingkan jalan antara kota, dengan lebih banyak persimpangan dan sinyal lalu lintas.
3. Volume lalu lintas yang padat disebabkan oleh banyaknya kendaraan pribadi dan transportasi umum.
4. Tata guna lahan yang beragam dengan fungsi komersial, perkantoran, dan perumahan.

2.2 Karakteristik dan Kondisi Lalu Lintas

2.2.1 Geometrik Jalan

Geometrik jalan merupakan suatu bangunan jalan yang menggambarkan tentang ukuran atau bentuk jalan, baik yang menyangkut penampang melintang, memanjang ataupun aspek lain yang terkait dengan bentuk atau fisik jalan (Lalenoh et al., 2015)(Ranto et al., 2020).

Perencanaan geometrik jalan tentunya bertujuan guna merencanakan jalan yang dapat memberikan kelancaran, keamanan, dan kenyamanan bagi pengguna jalan

(Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Geometrik jalan yang berpengaruh terhadap kapasitas serta kinerja jalan yaitu:

1. Tipe jalan yang menentukan pembebanan lalu lintas.
2. Lebar jalur lalu lintas yang dapat mempengaruhi nilai kecepatan arus bebas dan kapasitas.
3. Kereb dan bahu jalan yang berdampak pada hambatan samping.
4. Median yang berpengaruh pada arah pergerakan lalu lintas.
5. Nilai alinyemen jalan tertentu yang dapat menurunkan kecepatan arus bebas.

Alinyemen jalan yang terdapat di jalan perkotaan dianggap bertopografi datar, sehingga pengaruh alinyemen jalan ini dapat diabaikan.

2.2.2 Arus Lalu Lintas

Data masukan lalu lintas dibedakan untuk dua hal, yaitu data arus lalu lintas eksisting dan data arus lalu lintas rencana. Data lalu lintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa arus lalu lintas per jam eksisting yang dihitung pada jam-jam tertentu, misalnya arus lalu lintas pada jam sibuk pagi atau arus lalu lintas pada jam sibuk sore. Data arus lalu lintas rencana digunakan sebagai dasar untuk menetapkan lebar jalur lalu lintas atau jumlah lajur lalu lintas, berupa arus lalu lintas jam perencanaan (q_{JP}) yang ditetapkan dari LHRT, faktor K, dan faktor jam sibuk (F_{JS}) yang merepresentasikan fluktuasi selama jam sibuk (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

2.2.3 Kendaraan

Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Kendaraan Bermotor adalah setiap Kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain Kendaraan yang berjalan di atas rel (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.30, 2021).

Dalam arus lalu lintas, kendaraan dapat diklasifikasikan menjadi Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB) pada Tabel 2.1, dimana Kendaraan Tidak Bermotor (KTB) seperti sepeda,

becak, ataupun jenis kendaraan yang ditarik oleh hewan tidak dimasukkan ke dalam aliran lalu lintas karena dianggap sebagai hambatan samping yang dapat mempengaruhi kapasitas jalan, dan kendaraan tidak bermotor diperhitungkan dalam faktor koreksi hambatan samping. Untuk itu, kendaraan di perkotaan dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis saja yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), dan Kendaraan Sedang (KS). Pada jaringan jalan perkotaan, kendaraan dengan jenis Bus Besar (BB) dan Truk Besar (TB) tidak dihitung, sekalipun ada kendaraan dengan jenis tersebut akan dikategorikan sebagai KS (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

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)
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, jeep, minibus, microbus, pickup, truk kecil
KS	Bus sedang dan mobil angkutan barang 2 (dua) sumbu dengan panjang $\leq 9,0$ m	Bus tanggung, bus metromini, truk sedang
BB	Bus besar 2 (dua) dan 3 (tiga) gandar dengan Panjang $\leq 12,0$ m	Bus antar kota, bus double decker city tour
TB	Mobil angkutan barang 3 (tiga) sumbu, truk gandeng, dan truk tempel (semitrailer) dengan Panjang $> 12,0$ m	Truk tronton, truk semi trailer, truk gandeng

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.2.4 Hambatan Samping

Lalu lintas yang baik adalah lalu lintas yang dapat menciptakan arus yang lancar, kecepatan yang memadai, aman dan nyaman. Namun seringkali muncul suatu permasalahan yang disebabkan oleh aktivitas di sisi jalan, atau dapat dikatakan sebagai hambatan samping (Wahida et al., 2023)(Herlina et al., 2023).

Hambatan samping merupakan kegiatan di samping segmen jalan yang mempengaruhi kinerja lalu lintas, yaitu pejalan kaki, penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya, kendaraan keluar masuk lahan di samping jalan, dan keberadaan kendaraan lambat/fisik. Hambatan samping dibagi menjadi beberapa kelas, dimana Kelas Hambatan Samping (KHS) ditetapkan dari jumlah perkalian antara frekuensi kejadian setiap jenis hambatan samping dan bobotnya. Frekuensi kejadian hambatan samping dihitung berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan selama satu jam di sepanjang segmen jalan yang diamati. Nilai bobot jenis hambatan samping dapat dilihat dalam Tabel 2.2 dan kriteria KHS berdasarkan frekuensi kejadian ditetapkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.2 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
3	Kendaraan keluar/masuk sisi atau lahan samping jalan	0,7
4	Arus kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor)	0,4

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 2.3 Kriteria Kelas Hambatan Samping

KHS	Jumlah Nilai Frekuensi Kejadian (di kedua sisi jalan) Dikali Bobot	Ciri-Ciri Khusus
Sangat Rendah (SR)	<100	Daerah Permukiman, tersedia jalan lingkungan (frontage road).
Rendah (R)	100 - 299	Daerah Permukiman, 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 (ST)	≥ 900	Daerah Komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan.

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.2.5 Perilaku Pengemudi Kendaraan

Pengemudi kendaraan merupakan bagian dari arus lalu lintas yaitu sebagai pemakai jalan. Faktor psikologis serta fisik pengemudi sangat berpengaruh dalam menghadapi situasi arus lalu lintas. Perkembangan perkotaan yang berbeda, kendaraan yang beragam, serta populasi kendaraan (umur, tenaga, kondisi kendaraan, dan komposisi kendaraan) menunjukkan keberagaman perilaku pengemudi.

2.3 Kapasitas Jalan

Kapasitas Jalan (C) dihitung untuk total arus lalu lintas yang masuk, didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dengan faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya. Kapasitas jalan untuk tipe jalan tak terbagi, 2/2-TT, ditentukan untuk volume lalu lintas total 2 (dua) arah. Kapasitas jalan untuk tipe jalan terbagi 4/2-T, 6/2-T, dan 8/2-T, ditentukan

secara terpisah per arah dan per lajur. Secara umum Kapasitas jalan dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.1.

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

Keterangan:

- C = kapasitas segmen jalan (SMP/jam).
- C_0 = kapasitas dasar kondisi segmen jalan yang ideal (SMP/jam).
- FC_{LJ} = faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas dari kondisi idealnya.
- 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.

Jika kondisi segmen jalan yang sedang diamati sama dengan kondisi ideal, maka semua faktor koreksi kapasitas menjadi 1,0 sehingga $C = C_0$.

2.3.1 Kapasitas Dasar

Nilai C_0 untuk tipe jalan tak terbagi (2/2-TT) dilakukan sekaligus untuk dua arah lalu lintas. Untuk 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 satu arah atau per satu jalur. Analisis bagi tipe jalan dengan jumlah lajur lebih dari empat dilakukan menggunakan ketentuan-ketentuan untuk tipe jalan 4/2-T.

Kapasitas dasar menggambarkan jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu titik pada jalan dalam satu jam pada kondisi ideal sebelum dipengaruhi oleh faktor seperti hambatan samping, keberadaan kendaraan berat, atau kondisi cuaca. Untuk kapasitas dasar dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kapasitas Dasar (C_0)

Tipe Jalan	C_0 (SMP/jam)	Catatan
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	1700	Per lajur (satu arah)
2/2-TT	2800	Per lajur (dua arah)

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.3.2 Faktor Koreksi Kapasitas

Faktor koreksi seperti FC_{LJ} , FC_{PA} , FC_{HS} , dan FC_{UK} diperlukan untuk penyesuaian yang diterapkan pada nilai kapasitas dasar jalan untuk mempertimbangkan kondisi spesifik yang mempengaruhi aliran lalu lintas.

1. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur (FC_{LJ})

Penentuan nilai FC_{LJ} didasarkan pada Tabel 2.5 sebagai fungsi dari lebar efektif lajur lalu lintas (L_{LE}).

Tabel 2.5 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur (FC_{LJ})

Tipe Jalan	L_{LE} atau L_{JE} (m)	FC_{LJ}
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu-arah	$L_{LE} = 3,00$	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2-TT	$L_{JE} \text{ 2 arah} = 5,00$	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: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat PA pada Tipe Jalan Tidak Terbagi (FC_{PA})

Penentuan nilai FC_{PA} didasarkan pada Tabel 2.6 sebagai fungsi dari pemisahan arah lalu lintas.

Tabel 2.6 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat PA pada Tipe Jalan Tidak 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: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat KHS pada Jalan (FC_{HS})

Penentuan FC_{HS} didasarkan pada Tabel 2.7 pada jalan dengan bahu dan Tabel 2.8 pada jalan berkereb. Nilai FC_{HS} untuk tipe jalan 6/2-T dan 8/2-T dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{HS} untuk tipe jalan 4/2-T yang dihitung menggunakan persamaan lain.

Tabel 2.7 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat KHS pada Jalan dengan Bahu (FC_{HS})

Tipe Jalan	KHS	FC_{HS}			
		Lebar bahu efektif L_{BE} (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
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-TT 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: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 2.8 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat KHS pada Jalan Berkereb (FC_{HS})

Tipe Jalan	KHS	FC_{HS}			
		Jarak kereb ke penghalang terdekat sejauh L_{KP} (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
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-TT 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
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

4. Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota (FC_{UK})

Penentuan nilai FC_{UK} dapat dilihat pada Tabel 2.9 sebagai fungsi dari ukuran kota.

Tabel 2.9 Faktor Koreksi Kapasitas terhadap Ukuran Kota (FC_{UK})

Ukuran Kota (Juta Jiwa)	Kelas Kota/Kategori Kota		Faktor Koreksi Ukuran Kota (FC_{UK})
$<0,1$	Sangat Rendah	Kota kecil	0,86
0,1 - 0,5	Rendah	Kota kecil	0,90
0,5 - 1,0	Sedang	Kota menengah	0,94
1,0 - 3,0	Tinggi	Kota besar	1,00
$>3,0$	Sangat Tinggi	Kota metropolitan	1,04

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.4 Kinerja Jalan

2.4.1 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)

Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) merupakan faktor penyeragaman satuan dari beberapa tipe kendaraan yang dibandingkan terhadap MP, karena pengaruhnya

kepada karakteristik arus campuran (Raya Prima et al., 2014). Nilai EMP untuk MP adalah satu sedangkan untuk jenis kendaraan yang lain ditunjukkan dalam Tabel 2.10 untuk tipe jalan tak terbagi.

Tabel 2.10 EMP untuk Tipe Jalan Tidak 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	0,50	0,40
	≥1800	1,2	0,35	0,25

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.4.2 Derajat Kejenuhan (D_J)

D_J adalah ukuran utama yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai D_J menunjukkan kualitas kinerja lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Nilai yang mendekati nol menunjukkan arus yang tidak jenuh yaitu kondisi arus yang lengang dimana kehadiran kendaraan lain tidak mempengaruhi kendaraan yang lainnya. Nilai yang mendekati 1 (satu) menunjukkan kondisi arus jenuh pada kondisi kapasitas. Untuk suatu nilai D_J , kepadatan arus dengan kecepatan arusnya dapat bertahan atau dianggap terjadi selama satu jam. Dalam analisis kapasitas, nilai q harus dikonversikan ke dalam satuan SMP/jam menggunakan nilai-nilai EMP (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

D_J dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (2.2)$$

Keterangan:

D_J = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas segmen jalan (SMP/jam)

q = Volume lalu lintas (SMP/jam) ($q_{eksisting}$ hasil perhitungan dan q_{JP} hasil perancangan)

2.4.3 Kecepatan Arus Bebas (V_B)

Kecepatan arus bebas (V_B) untuk jenis MP ditetapkan sebagai kriteria untuk menetapkan kinerja segmen jalan. V_B untuk KS dan SM digunakan hanya sebagai referensi atau untuk tujuan lain. V_B untuk MP biasanya 10 – 15% lebih tinggi dari tipe kendaraan lainnya. V_B dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3.

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{UK} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- V_B = Kecepatan arus bebas untuk mp pada kondisi lapangan (km/jam).
- V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar untuk MP, diukur dalam kondisi lalu lintas, geometri, dan lingkungan yang ideal (dapat dilihat pada Tabel 2.11) (km/jam)
- V_{BL} = Nilai koreksi kecepatan akibat lebar jalur atau lajur jalan (lebar jalur pada tipe jalan tak terbagi atau lebar lajur pada tipe jalan terbagi), (dapat dilihat dalam Tabel 2.12) (km/jam).
- FV_{BHS} = Faktor koreksi kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkapi kereb/trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat (dapat dilihat dalam Tabel 2.13 dan Tabel 2.14)
- FV_{UK} = Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (dapat dilihat dalam Tabel 2.15)

Tabel 2.11 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: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 2.12 Nilai Koreksi Arus Bebas Dasar Akibat Lebar Lajur atau Jalur Lalu Lintas Efektif (V_{BL})

Tipe Jalan		LJE atau LLE (m)	V_{BL} (km/jam)
Jalan Terbagi	4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu-arah	LLE = 3,00	-4
		3,25	-2
		3,5	0
		3,75	2
		4	4
Jalan Tak Terbagi	2/2-TT	LJE 2 arah = 5,00	-9,5
		6,00	-3
		7,00	0
		8,00	3
		9,00	4
		10,00	6
		11,00	7

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 2.13 Faktor Koreksi Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping untuk Jalan Berbahu dengan Lebar Bahu Efektif L_{BE} (FV_{BHS})

Tipe Jalan		KHS	FV_{BHS}			
			Lebar bahu efektif L_{BE} (m)			
			$\leq 0,5$ m	1 m	1,5 m	$\geq 2,0$ m
Jalan Terbagi	4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
		R	0,94	0,97	1,00	1,02
		S	0,92	0,95	0,98	1,00
		T	0,88	0,92	0,95	0,98
		ST	0,84	0,88	0,92	0,96
Jalan Tak Terbagi	2/2-TT	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
		R	0,92	0,94	0,97	1,00
		S	0,89	0,92	0,95	0,98
		T	0,82	0,86	0,90	0,95
		ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 2.14 Faktor Koreksi Arus Bebas Akibat Hambatan Samping untuk Jalan Berkereb dan Trotoar dengan Jarak Kereb Ke Penghalang Terdekat L_{KP} (FV_{BHS})

Tipe Jalan		KHS	FV_{BHS}			
			L_{KP} (m)			
			$\leq 0,5$ m	1 m	1,5 m	$\geq 2,0$ m
Jalan Terbagi	4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu-arah	SR	1,00	1,01	1,01	1,02
		R	0,97	0,98	0,99	1,00
		S	0,93	0,95	0,97	0,99
		T	0,87	0,90	0,93	0,96
		ST	0,81	0,85	0,88	0,92
Jalan Tak Terbagi	2/2-TT	SR	0,98	0,99	0,99	1,00
		R	0,93	0,95	0,96	0,98
		S	0,87	0,89	0,92	0,95
		T	0,78	0,81	0,84	0,88
		ST	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

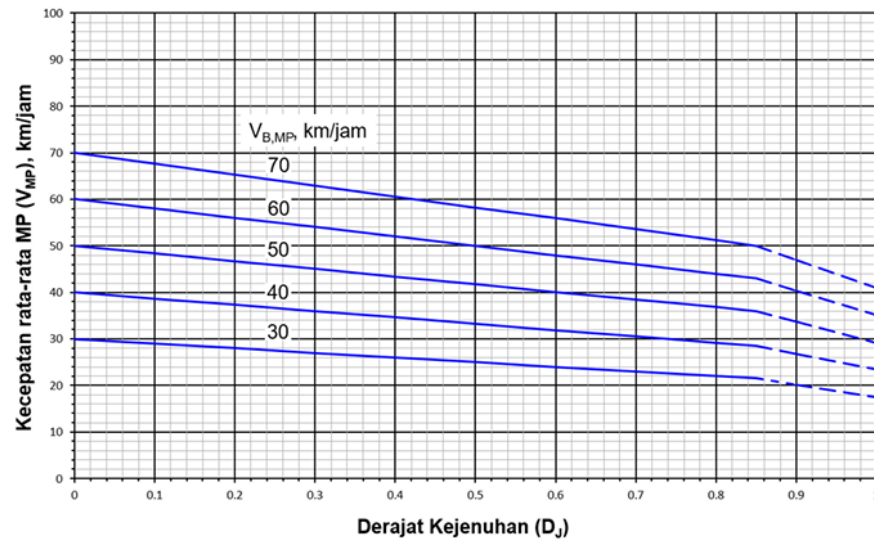
Tabel 2.15 Faktor Koreksi Kecepatan Arus Bebas Akibat Ukuran Kota (FV_{UK}) untuk Jenis Kendaraan MP

Ukuran kota (Juta jiwa)	FV_{UK}
$<0,1$	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: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.4.4 Kecepatan Tempuh (v_T)

Kecepatan tempuh (v_T) merupakan kecepatan aktual arus lalu lintas yang besarnya ditentukan berdasarkan D_J dan v_B . Penentuan nilai v_T untuk MP dilakukan dengan menggunakan diagram pada Gambar 2.1 untuk tipe jalan 2/2-TT (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).



Gambar 2.1 Hubungan v_{MP} dengan D_J dan v_B pada Tipe Jalan 2/2-TT
Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.4.5 Waktu Tempuh (w_T)

Waktu tempuh (w_T) dapat diketahui berdasarkan nilai v_{MP} dalam menempuh segmen jalan yang dianalisis sepanjang P , Persamaan 2.4 menggambarkan hubungan antara w_T , P dan v_{MP} .

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

Keterangan:

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

P = Panjang segmen jalan (km)

v_T = Kecepatan tempuh MP atau kecepatan rata-rata ruang MP (km/jam)

2.4.6 Tingkat Pelayanan Jalan (LOS)

LOS merupakan kondisi dimana operasional lalu lintas dan persepsi pengendara dalam terminologi kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan. Antara kecepatan dan volume merupakan aspek dalam menentukan Tingkat pelayanan. Hal ini dapat dihitung dengan persamaan 2.2.

Tabel 2.16 Kriteria Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Batas lingkup
A	Kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah	0 – 0,19
B	Arus stabil, tetapi kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas	0,20 – 0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan	0,45 – 0,74
D	Arus mendekati stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan, q/C masih bisa ditolerir	0,75 – 0,84
E	Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas	0,85 – 1,00
F	Arus dipaksakan, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, antrian panjang (macet)	> 1,00

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014)

Dari Tabel 2.16 dapat dijabarkan mengenai tingkat pelayanan ruas jalan adalah sebagai berikut:

1. Tingkat Pelayanan A

Keadaan arus bebas, volume rendah, kecepatan tinggi, kepadatan rendah, kecepatan ditentukan oleh kemauan pengemudi pembatasan kecepatan dan kondisi fisik jalan.

2. Tingkat Pelayanan B

Keadaan arus stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas dalam batas dimana pengemudi masih mendapatkan kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya. Batas terbawah dari tingkat pelayanan ini (kecepatan terendah dengan volume tertinggi) digunakan untuk ketentuan – ketentuan perencanaan jalan di luar kota.

3. Tingkat Pelayanan C

Keadaan arus mulai stabil, kecepatan dan pergerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas-batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan. Biasanya ini digunakan untuk ketentuan – ketentuan perencanaan jalan dalam kota

4. Tingkat Pelayanan D

Keadaan arus mendekati tidak stabil, dimana kecepatan yang dikehendaki secara terbatas masih bisa dipertahankan, meskipun sangat dipengaruhi oleh perubahan dalam keadaan perjalanan yang sangat menurunkan kecepatan yang cukup besar.

5. Tingkat Pelayanan E

Keadaan arus tidak stabil, tidak dapat ditentukan hanya dari kecepatan saja, sering terjadi kemacetan (berhenti) untuk beberapa saat. Volume hampir sama dengan kapasitas jalan sedang.

6. Tingkat Pelayanan F

Keadaan arus bertahan atau arus terpaksa (Force Flow), kecepatan rendah sedang volume ada di bawah kapasitas dan membentuk rentetan kendaraan, sering terjadi kemacetan dalam waktu cukup lama serta kecepatan dan volume dapat turun mencapai nol.

2.5 Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan fenomena global yang mencerminkan peningkatan jumlah individu dalam suatu wilayah selama periode waktu tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan penduduk mencakup tingkat kelahiran, tingkat kematian, serta migrasi (Herlina & Kurnia Hidayat, 2019). Secara umum, wilayah dengan tingkat fertilitas tinggi cenderung mengalami lonjakan populasi yang signifikan, yang dapat mempengaruhi pembangunan ekonomi, sosial, dan lingkungan (Mardiansjah & Handayani, 2018)(Mardiansjah & Rahayu, 2019).

Namun, laju pertumbuhan penduduk yang tinggi juga menghadirkan tantangan, seperti peningkatan kebutuhan akan infrastruktur, fasilitas kesehatan, dan sumber daya alam (Umar & Erianjoni, 2020).

Untuk menghitung pertumbuhan penduduk dapat menggunakan proyeksi penduduk. Proyeksi penduduk merupakan perkiraan jumlah penduduk pada masa yang akan datang, laju pertumbuhan menunjukkan rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk per tahun dalam jangka waktu tertentu. Metode yang digunakan untuk perhitungan ini menggunakan metode geometrik. Proyeksi pertumbuhan penduduk dalam metode geometrik menggunakan asumsi bahwasannya jumlah penduduk akan bertambah secara geometrik menggunakan dasar perhitungan bunga majemuk, dimana laju pertumbuhan penduduk atau *rate of growth* dianggap sama untuk setiap tahun (Handiyatmo et al., 2010).

Untuk memperoleh angka pertumbuhan penduduk dengan metode geometrik digunakan Persamaan 2.5 dan Persamaan 2.6.

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \quad (2.5)$$

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (2.6)$$

Keterangan:

P_t = Jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun dasar

r = Laju pertumbuhan penduduk

t = Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

2.6 Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan volume lalu lintas suatu jalan raya tergantung dengan beberapa faktor yang berhubungan dengan kondisi daerah setempat. Besarannya ini bervariasi, menurut waktu dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian utama yaitu:

1. Perubahan Akibat Pertumbuhan Lalu Lintas, pertumbuhan volume lalu lintas merupakan gabungan dari ketiga macam pertumbuhan lalu lintas yaitu *normal traffic growth*, *generated traffic*, *development traffic* (Risdiyanto, 2014).

- a. *Normal Traffic Growth*, Pertumbuhan lalu lintas akibat dari bertambahnya kepemilikan kendaraan. Kepemilikan kendaraan dapat dilihat dari jumlah BPKB.
 - b. *Generated Traffic*, Pertumbuhan lalu lintas yang diakibatkan adanya prasarana baru, karena dengan munculnya prasarana baru maka akan muncul tarikan pergerakan sekaligus bangkitan pergerakan.
 - c. *Development Traffic*, Pertumbuhan lalu lintas yang diakibatkan perkembangan lingkungan misalnya adanya jalan baru atau perbaikan jalan lama.
2. Variasi Berkala, variasi yang beraturan dapat digunakan untuk membantu meramalkan volume lalu lintas di waktu yang lain atau dimasa mendatang, sehingga dalam variasi berkala penting untuk diselidiki apakah kejadiannya secara berurutan.
 3. Variasi Tak Berkala, variasi ini tak berulang secara beraturan dan dapat disebabkan kejadian diluar dugaan.

Pertumbuhan lalu lintas dapat diperkirakan dengan menganalisis data historis. Ada 3 jenis data historis, yaitu:

1. Pencacahan volume lalu lintas, memberikan pertumbuhan volume lalu lintas pada jalan-jalan tertentu.
2. Data kendaraan yang terdaftar, memberikan jumlah kendaraan yang ada di suatu wilayah.
3. Data statistik penjualan dan konsumsi bahan bakar, digunakan untuk menghitung total perjalanan dalam kendaraan-kilometer.

Peramalan lalu lintas untuk rencana rekayasa dan manajemen lalu lintas merupakan peramalan jangka pendek yang berkisar antara 0-5 tahun dan maksimum 10 tahun. Perkiraan kondisi di masa yang mendatang dapat dilihat dari kecenderungan, apabila kecenderungan telah ditetapkan dari data historis, maka kecenderungan tersebut dapat diekstrapolasikan. Proses tersebut hanya memerlukan sedikit data, dan peramalan jangka pendek yang akurat dapat dipersiapkan dengan cepat tanpa survei

yang mahal. Namun semakin panjang periode peramalannya, maka semakin besar ketidakpastian tentang nilai yang diperkirakan, karena tidak dapat ditentukan alasan yang mendasar untuk melakukan perjalanan (Hasim, 2017)(Novita Elwanda & Indra Utama, 2024).

Salah satu metode yang digunakan yaitu regresi linier, metode ini merupakan metode yang tepat untuk peramalan jangka pendek dan juga jangka panjang. Metode ini termasuk metode *time series* yang merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu (Iswahyudi, 2016). Untuk persamaan metode ini dapat dilihat pada Persamaan 2.7.

$$Y = a + bX \quad (2.7)$$

Dimana,

$$a = \frac{\sum y - b \cdot \sum x}{n} \quad b = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Keterangan:

Y = Variabel terikat berupa LHR

X = Variabel bebas berupa waktu

A = Intersep/konstanta

B = Koefisien regresi/slop

2.7 Penanganan Permasalahan Lalu Lintas

Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023) dalam PKJI 2023 dijelaskan beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas segmen jalan dapat dilakukan, yaitu:

1. Memperbaiki geometri, diantaranya adalah pelebaran jalur atau lajur lalu lintas, menambah jumlah lajur lalu lintas, pelebaran bahu jalan, yang pada dasarnya meningkatkan ruang gerak lalu lintas;

2. Memperbaiki kondisi lingkungan jalan, diantaranya yang paling umum adalah membatasi akses atau jumlah persimpangan, melarang parkir, mengatur penyeberang jalan, mengatur kegiatan sisi jalan, yang pada dasarnya menurunkan hambatan samping;
3. Menerapkan manajemen lalu lintas tertentu, upaya ini diselaraskan dengan upaya pemanfaatan ruang jalan semaksimal mungkin; dan
4. Menerapkan kombinasi dari perbaikan geometri, lingkungan jalan dan manajemen lalu lintas.

2.8 *Software* PTV VISSIM

PTV VISSIM merupakan perangkat lunak simulasi lalu lintas mikroskopik yang dikembangkan oleh PTV Group, dirancang untuk memodelkan dan menganalisis berbagai jenis skenario lalu lintas. PTV VISSIM digunakan secara luas oleh perencana transportasi dan peneliti untuk mempelajari perilaku kendaraan dan pejalan kaki dalam jaringan lalu lintas yang kompleks. Dengan menggunakan pendekatan berbasis agen, PTV VISSIM memungkinkan simulasi kendaraan individual dan interaksinya dengan elemen lain dalam jaringan, seperti lampu lalu lintas, jalur bus, serta jalur khusus pejalan kaki dan sepeda. Hal ini menjadikan VISSIM alat yang sangat fleksibel untuk menganalisis solusi transportasi perkotaan.

Keunggulan utama PTV VISSIM adalah tingkat akurasi dan fleksibilitasnya yang tinggi dalam merepresentasikan berbagai elemen transportasi. Perangkat lunak ini mendukung integrasi dengan modul-modul lain seperti PTV VISUM untuk perencanaan makroskopik dan PTV VISSIM COM API untuk pengembangan simulasi kustom. Dengan alat visualisasi 3D yang canggih, PTV VISSIM juga memungkinkan pengguna untuk mengkomunikasikan hasil simulasi secara efektif kepada pemangku kepentingan. Selain itu, VISSIM menawarkan kemampuan untuk menyesuaikan parameter perilaku pengemudi, seperti jarak antara kendaraan, perilaku pengereman, dan respons terhadap sinyal lalu lintas, sehingga simulasi dapat disesuaikan dengan kondisi lokal tertentu.