

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Penggunaan dan Perlengkapan Jalan

Berdasarkan Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang lalulintas dan Angkutan jalan, setiap jalan yang digunakan untuk lalu lintas umum wajib dilengkapi dengan perlengkapan jalan berupa :

- a. Rambu lalu lintas.
- b. Marka jalan.
- c. Alat pemberi isyarat lalu lintas.
- d. Alat penerangan jalan.
- e. Alat pengendali dan pengaman pengguna jalan.
- f. Alat pengawasan dan pengamanan jalan.
- g. Fasilitas untuk sepeda, pejalan kaki, dan penyandang cacat.
- h. Fasilitas pendukung kegiatan lalu lintas dan angkutan jalan yang berada di luar jalan dan di luar badan jalan.

B. Analisis Dampak Lalu lintas.

Ketentuan mengenai analisis dampak lalu lintas diatur dalam bab IX bagian kedua UU Nomor 22 Tahun 2009 pasal 99 yang berbunyi :

1. Setiap rencana pembangunan pusat kegiatan, pemukiman, dan infrastruktur yang akan menimbulkan gangguan keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan wajib dilakukan analisis dampak lalu lintas.
2. Analisis dampak lalu lintas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sekurang-kurangnya memuat :
 - a. Analisis bangkitan dan tarikan lalu lintas dan angkutan jalan.
 - b. Simulasi kinerja lalu lintas tanpa dan dengan adanya pengembangan.
 - c. Rekomendasi dan rencana implementasi penanganan dampak.

- d. Tanggung jawab pemerintah dan pengembang atau pembangun dalam penanganan dampak.
3. Hasil analisis dampak lalu lintas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan salah satu syarat bagi pengembang untuk mendapatkan izin pemerintah dan pemerintah daerah menurut peraturan perundang-undangan.

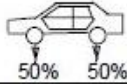
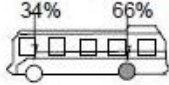
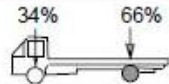
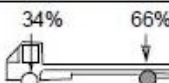
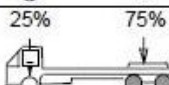
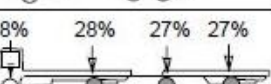
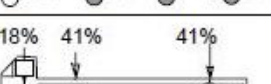
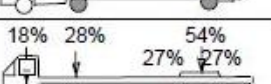
C. Komposisi Lalu Lintas

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997), komposisi lalulintas dibagi menjadi empat jenis kendaraan yaitu :

1. Kendaraan ringan (*light vehicle*, LV), yaitu kendaraan bermotor as dua dengan 4 roda dan jarak as 2,0 – 3,0 m. Kendaraan ringan meliputi : mobil penumpang, mikrobis, pick-up, dan truck kecil.
2. Kendaraan berat (*heavy vehicle*, HV), yaitu kendaraan bermotor dengan roda lebih dari 4 roda. Kendaraan berat meliputi : bus, truck 2 as, truck 3 as.
3. Sepeda motor (*motor cycle*, MC), yaitu kendaraan bermotor dengan roda dua atau tiga roda. Kendaraan bermotor meliputi : sepeda motor, kendaraan roda tiga.
4. Kendaraan tak bermotor (*unmotorized vehicle*, UM), yaitu kendaraan yang digerakkan oleh orang atau manusia. Kendaraan tak bermotor meliputi sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong.

Dalam MKJI 1997 kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur dari hambatan samping.

Tabel 2.1 Distribusi Pembebanan Pada Masing-Masing Roda Kendaraan.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

(Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83).

D. Satuan Mobil Penumpang.

Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik yang berbeda karena memiliki dimensi, kecepatan dan percepatan yang berbeda. Untuk analisis satuan yang digunakan adalah satuan mobil penumpang (smp). Jenis-jenis kendaraan harus dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang dengan cara mengalihkannya dengan ekivalen mobil penumpang (emp) yang dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Nilai Ekvivalen mobil penumpang

Jenis kendaraan	Nilai emp
Kendaraan ringan	1,0
Kendaraan berat	1,3
Kendaraan bermotor	0,5

Sumber: MKJI , 1997

E. Ukuran Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Berdasarkan MKJI, 1997

Dalam menganalisis suatu persimpangan bersinyal, ada beberapa parameter yang digunakan dalam proses perhitungan yaitu kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrian.

1. Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum per jam yang dipertahankan, yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Kapasitas merupakan ukuran kinerja pada kondisi yang bervariasi, dapat diterapkan pada suatu jaringan jalan yang sangat kompleks dan dinyatakan dalam smp/jam.

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap (MKJI,1997). Kapasitas simpang tak bersinyal dihitung dengan persamaan 3.1

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ smp/jam} \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan :

C_0 = nilai kapasitas dasar

F_W = faktor koreksi lebar entry

F_M = faktor koreksi median pada jalan mayor

F_{CS} = faktor koreksi ukuran kota

F_{RSU} = faktor koreksi tipe lingkungan jalan dan gangguan samping

F_{RT} = faktor koreksi belok kanan

F_{LT} = faktor koreksi belok kiri

F_{MI} = faktor koreksi rasio arus jalan minor

Faktor- faktor penyesuaian untuk menghitung kapasitas simpang tak bersinyal dapat diketahui dengan memperhitungkan beberapa faktor, antara lain lebar pendekat dan tipe simpang, kapasitas dasar, faktor penyesuaian lebar pendekat, faktor penyesuaian median jalan utama, faktor penyesuaian ukuran kota, faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor, faktor penyesuaian belok kiri, Faktor penyesuaian belok kanan, faktor penyesuaian rasio jalan minor.

a. Lebar pendekat dan tipe simpang

1. Lebar pendekat (W)

Lebar pendekat adalah tempat masuknya kendaraan dalam suatu lengan persimpangan jalan (MKJI, 1997). Lebar pendekat pada simpang tak bersinyal untuk jalan minor dapat diketahui dengan Persamaan 3.2. lebar pendekat untuk jalan mayor (utama) dihitung dengan Persamaan 3.3. sedangkan lebar rata-rata pendekatan (W_1) dihitung dengan Persamaan 3.4.

$$WAC = (WA + WC)/2 \dots\dots\dots (3.2)$$

$$WBD = (WB + WD)/2 \dots\dots\dots (3.3)$$

$$W1 = (WA + WC + WB + WD)/jumlah lengan \dots\dots\dots (3.4)$$

2. Jumlah lajur

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama pada tabel 2.3.

Tabel 3.3. Penentuan Jumlah Lajur

Lebar rata-rata pendekat minor dan utama W_{AC} , W_{BD}	Rata-rata lebar pendekat (m)	Jumlah lajur (total untuk kedua arah)
$W_{BD} = (b+d)/2$	$< 5,5$	2
	$\geq 5,5$	2
$W_{AC} = (a+c)/2$	$< 5,5$	2
	$\geq 5,5$	2

Sumber: MKJI, 1997.

3. Tipe simpang

Tipe simpangan menentukan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan kode tiga angka, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.4

Tabel 3.4. Kode Tipe Simpang

Kode IT	Jumlah Lengan Persimpangan	Jumlah Jalur Jalan Minor	Jumlah Jalur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: MKJI, 1997.

b. Kapasitas dasar (C_0)

Kapasitas dasar adalah kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya. Kapasitas dasar (C_0) untuk setiap tipe simpang dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang

Kode IT	Kapasitas dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: MKJI, 1997.

c. Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w)

Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) diperoleh berdasarkan persamaan 3.5 sampai dengan persamaan 3.9. variabel masukan adalah lebar rata-rata semua pendekat W_1 dan tipe simpang (IT).

$$\text{IT 422} \quad F_w = 0,70 + 0,0866 \times W_1 \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\text{IT 424 atau 444} \quad F_w = 0,61 + 0,0740 \times W_1 \dots\dots\dots(3.6)$$

$$\text{IT 322} \quad F_w = 0,73 + 0,0760 \times W_1 \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\text{IT 322 atau 344} \quad F_w = 0,62 + 0,0646 \times W_1 \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\text{IT 342} \quad F_w = 0,67 + 0,0698 \times W_1 \dots\dots\dots(3.9)$$

d. Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

Pertimbangan teknik lalu lintas diperlukan untuk menentukan faktor median. Median disebut lebar jika kendaraan ringan standar dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama. Hal ini mungkin terjadi jika lebar median selebar 3 m atau lebih. Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M) dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Uraian	Tipe median	Faktor penyesuaian median
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar \geq 3 m	Lebar	1,20

Sumber: MKJI, 1997.

e. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota dapat ditentukan dengan jumlah penduduk yang dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Ukuran kota (CS)	Penduduk (juta)	Faktor penyesuaian
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Sumber: MKJI, 1997.

f. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}).

Variabel masukan untuk mendapatkan nilai F_{RSU} adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor. Nilai F_{RSU} dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU}).

Kelas tipe lingkungan jalan (RE)	kelas hambatan samping (sf)	Rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber: MKJI, 1997.

- g. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 \times P_{LT} \dots\dots\dots (3.10)$$

dengan :

P_{LT} = rasio kendaraan belok kiri (Q_{LT}/Q_{TOT})

Q_{LT} = arus total belok kiri (smp/jam)

Q_{TOT} = arus kendaraan bermotor total pada persimpangan (smp/jam)

- h. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan pada simpang dengan 4 lengan

$F_{RT} = 1,0$. Faktor penyesuaian belok kanan pada simpang dengan 3

lengan dihitung dengan menggunakan persamaan 3.11

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 \times P_{RT} \dots\dots\dots (3.11)$$

dengan :

P_{RT} = rasio kendaraan belok kanan (Q_{RT}/Q_{TOT})

Q_{RT} = arus total belok kanan (smp/jam)

Q_{TOT} = arus kendaraan bermotor total pada persimpangan (smp/jam)

i. Faktor penyesuaian rasio jalan minor (F_{MI})

F_{MI} adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio arus jalan minor. Faktor penyesuaian rasio jalan minor ditunjukkan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Faktor Penyesuaian Rasio Jalan Minor (F_{MI})

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,9
424	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 1,19 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,9
323	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$-0,595 \times P_{MI}^2 + 0,595 \times P_{MI}^3 + 0,74$	0,5 – 0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$2,38 \times P_{MI}^2 - 2,38 \times P_{MI} + 1,49$	0,5 – 0,9
323 344	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI}^3 + 0,69$	0,5 – 0,9

Sumber: MKJI, 1997.

dengan :

P_{MI} = rasio arus jalan minor terhadap arus persimpangan total.

2. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas. Derajat kejenuhan merupakan suatu indikator yang menentukan tingkat kinerja suatu simpang. Suatu simpang mempunyai tingkat kinerja yang baik apabila derajat kejenuhan tidak lebih dari 0,8 pada jam puncak tahun rencana.

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas, dihitung dalam smp/jam

$$DS = Q_{TOT}/C \dots\dots\dots (3.12)$$

dengan :

DS : derajat kejenuhan

Q_{TOT} : arus kendaraan bermotor total pada persimpangan dinyatakan dalam kend/jam, Smp/jam atau LHRT (lalulintas harian rata-rata, smp/jam)

C : kapasitas (smp/jam)

3. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang, yang terdiri dari tundaan lalulintas dan tundaan geometrik. Tundaan lalulintas (DT) adalah waktu menunggu akibat interaksi lalulintas dengan lalulintas yang berkonflik dan tundaan geometrik (DG) adalah waktu yang tertunda akibat perlambatan dan percepatan lalulintas yang terganggu dan yang tidak terganggu (MKJI, 1997). Tundaan lalulintas yang dihitung dalam simpang tak bersinyal adalah sebagai berikut :

a. Tundaan lalulintas simpang (DT_1)

Tundaan lalulintas rata-rata DT_1 (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk simpang. Tundaan DT_1 ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan DT_1 dan derajat kejenuhan DS.

Untuk $DS \leq 0,6$

$$DT_1 = 2 + 8,2078 \times DS - (1-DS) \times 2 \dots\dots\dots(3.13)$$

Untuk $DS \geq 0,6$

$$DT_1 = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1-DS) \times 2 \dots\dots\dots(3.14)$$

b. Tundaan lalulintas jalan utama (DT_{MA})

Tundaan lalulintas rata-rata untuk jalan major merupakan tundaan lalulintas rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan major.

Untuk $DS \leq 0,6$

$$DT_{MA} = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1-DS) \times 1,8 \dots\dots\dots(3.15)$$

Untuk $DS \geq 0,6$

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1-DS) \times 1,8 \dots\dots(3.16)$$

c. Tundaan lalulintas jalan minor (DT_{MI})

Tundaan lalulintas rata-rata jalan minor ditentukan berdasarkan tundaan lalulintas rata-rata (D_{TI}) dan tundaan lalulintas rata-rata jalan major (DT_{MA}).

$$DT_{MI} = Q_{TOT} \times D_{TI} - Q_{MA} \times DT_{MA} / Q_{MI} \dots\dots\dots(3.17)$$

Dengan :

Q_{MA} = arus total jalan utama/mayor (smp/jam)

Q_{MI} = arus total jalan minor (smp/jam)

d. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk disamping . DG dihitung menggunakan persamaan 2.18.

Untuk $DS \leq 1,0$

$$DG = (1-DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4 \dots\dots\dots(3.18)$$

Untuk $DS \geq 1,0$: $DG = 4$

dengan

DG = tundaan geometrik simpang (det/smp)

DS = derajat kejenuhan

P_T = rasio belok total

e. Tundaan simpang

Tundaan simpang dihitung menggunakan persamaan 3.19.

$$D = DG + DT_1 \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots (3.19)$$

dengan :

DG = tundaan geometrik simpang (det/smp)

DT₁ = tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

4. Peluang antrian

Peluang antrian (QP %) adalah kemungkinan terjadinya antrian dengan lebih dua kendaraan di daerah pendekat yang mana saja dan simpang tak bersinyal. Batas nilai peluang antrian dapat diperkirakan dari hubungan kurva peluang antrian/derajat kejenuhan.

Batas nilai antrian QP(%) ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian QP (%) dan derajat kejenuhan (DS). Peluang antrian dengan batas atas dan batas bawah dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.20 dan persamaan 2.21 (MKJI,1997) :

$$QP \% \text{ batas atas} = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 \dots\dots (3.20)$$

$$QP \% \text{ batas bawah} = 9,02 \times DS - 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \dots\dots (3.21)$$