

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Simpang Tak Bersinyal

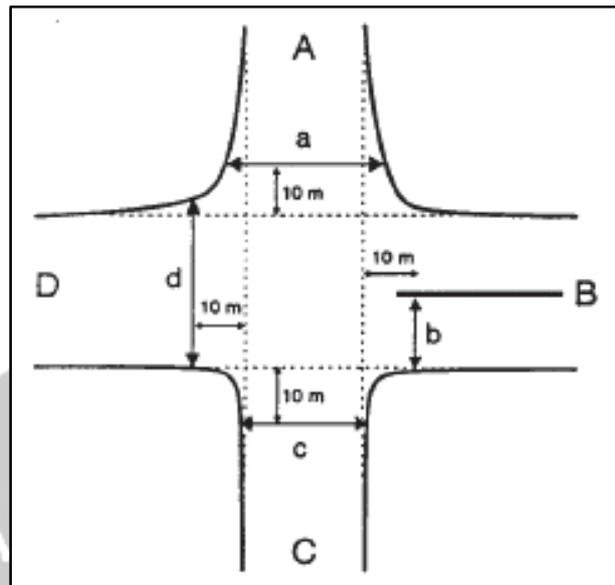
PKJI 2014, simpang tak bersinyal adalah jenis simpang yang paling banyak terdapat di daerah perkotaan. Jenis simpang ini cocok untuk di terapkan apabila arus lalu lintas di jalan minor dan pergerakan membelok relatif kecil, namun kondisi simpang yang akan diteliti tidak menunjukkan karakteristik tersebut.

3.2. Kondisi Simpang

Hitungan pada pertemuan jalan atau simpang tak bersinyal menggunakan PKJI 2014 yaitu melakukan analisis terhadap kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian.

3.2.1. Kondisi Geometri

PKJI 2014, kondisi geometri digambarkan dalam bentuk sketsa yang memberikan informasi lebar jalan, batas sisi jalan, lebar bahu, lebar median serta petunjuk arah untuk setiap lengan simpang, jalan Mayor diberi notasi B dan D sedangkan jalan Minor diberi notasi A dan C. Notasi ditunjukkan seperti gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1. Lebar *Entry* Jalan

3.2.2. Kondisi Lingkungan

PKJI 2014, data kondisi lingkungan yang dibutuhkan dalam perhitungan kapasitas adalah sebagai berikut:

a. Tipe lingkungan jalan

Tipe lingkungan jalan ditetapkan menjadi tiga yaitu komersil, pemukiman dan akses terbatas. Pengkategorian tersebut berdasarkan fungsi tata guna lahan dan aksesibilitas jalan dari aktivitas yang ada disekitar simpang. Kategori tersebut ditetapkan berdasarkan penilaian teknis dengan kriteria sebagaimana diuraikan dalam tabel 3.6 halaman 21 .

b. Kriteria hambatan samping

Hambatan samping dikategorikan menjadi tiga yaitu Tinggi, Sedang, dan Rendah. Masing-masing menunjukkan pengaruh aktivitas samping jalan di daerah Simpang terhadap arus lalu lintas yang berangkat dari pendekat, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyeberangi jalur, angkutan kota dan Bus berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur. Ketiga kategori tersebut ditetapkan

sebagaimana diuraikan dalam tabel 3.7 halaman 21, kemudian menentukan faktor koreksi hambatan samping menggunakan tabel 3.8 halaman 21.

c. Klasifikasi ukuran kota

Ukuran kota diklasifikasikan dalam berdasarkan jumlah penduduk yang ada kota tersebut, ukuran kota sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas, sebagaimana diuraikan dalam tabel 3.5 halaman 20.

3.3. Kapasitas Sempang (C)

PKJI 2014, Kapasitas dasar merupakan kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar). Kapasitas dasar (skr/jam) ditentukan oleh tipe simpang. Untuk dapat menentukan kapasitas harus melalui beberapa tahap maka terlebih dahulu menentukan kapasitas dasar (C_0), faktor koreksi lebar rata-rata pendekat (F_{LP}), faktor koreksi tipe median (F_M), faktor koreksi ukuran kota (F_{UK}), faktor koreksi lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F_{HS}), faktor koreksi rasio arus belok kiri (F_{BKl}), faktor koreksi rasio belok kanan (F_{BKk}), dan faktor koreksi rasio arus dari jalan minor (F_{Rmi}). Kapasitas simpang dihitung menggunakan rumus (3-1).

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKl} \times F_{BKk} \times F_{Rmi} \dots\dots\dots(3-1)$$

3.3.1. Kapasitas dasar (C_0)

PKJI 2014, kapasitas dasar ditetapkan secara empiris dari kondisi Sempang yang ideal yaitu Sempang dengan lebar lajur pendekat rata-rata 2,75 m, tidak ada median, ukuran kota 1 – 3 Juta jiwa, hambatan samping sedang, rasio belok kiri 10%, rasio belok kanan 10%, rasio arus dari jalan minor 20%, dan arus kendaraan

tak bermotor (q_{KTB}) = 0. Penetapan tipe simpang dapat dilihat dalam tabel 3.1 dan nilai C_0 Simpang ditunjukkan dalam Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.1 Penentuan Tipe Simpang

Kode Tipe Simpang	Jumlah lengan Simpang	Jumlah lajur Jalan Minor	Jumlah lajur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 3.2. Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang (C_0)

Tipe Simpang	C_0 , skr/jam
322	2700
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.3.2. Penetapan lebar rata-rata pendekat (L_{RP})

PKJI 2014, penetapan jumlah lajur perpendekat diuraikan dalam Gambar 3.1. Pertama, harus dihitung lebar rata-rata pendekat jalan Mayor ($L_{RP BD}$) dan lebar rata-rata pendekat jalan Minor ($L_{RP AC}$) yaitu rata-rata lebar pendekat dari setiap kaki Simpangnya. Berdasarkan lebar rata-rata pendekat, tetapkan jumlah lajur pendekat sehingga tipe Simpang dapat ditetapkan.

Tabel 3.3. Penetapan Lebar Rata-rata Pendekat (L_{RP})

Lebar rata-rata pendekat Mayor (B-D) dan Minor (A-C)	Jumlah lajur (untuk kedua arah)
$L_{RP BD} = \frac{(b+\frac{d}{2})}{2} < 5,5 \text{ m}$	2
$L_{RP BD} \geq 5,5\text{m}$ (ada median pada lengan B)	4
$L_{RP AC} = \frac{(\frac{a}{2}+\frac{c}{2})}{2} < 5,5 \text{ m}$	2
$L_{RP AC} \geq 5,5 \text{ m}$	4

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.3.3. Faktor koreksi lebar pendekat rata-rata (F_{LP})

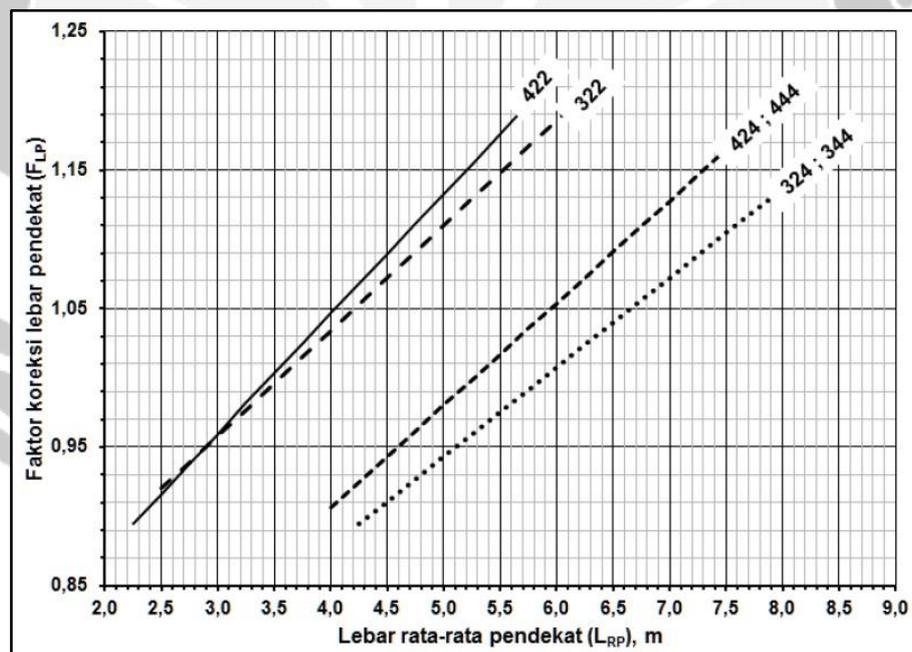
PKJI 2014, faktor koreksi lebar pendekat (F_{LP}) ini merupakan faktor koreksi untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan. F_{LP} dapat dihitung dari persamaan dibawah ini atau di peroleh dari Gambar 3.2, yang besarnya tergantung dari lebar rata-rata pendekat simpang (L_{RP}) yaitu lebar rata-rata pendekat.

Untuk Tipe Simpang 422: $F_{LP} = 0,70 + 0,0866 L_{RP}$ (3-2)

Untuk Tipe Simpang 424 dan 444: $F_{LP} = 0,62 + 0,0740 L_{RP}$ (3-3)

Untuk Tipe Simpang 422: $F_{LP} = 0,73 + 0,0760 L_{RP}$ (3-4)

Untuk Tipe Simpang 324 atau 344: $F_{LP} = 0,70 + 0,0646 L_{RP}$ (3-5)



Gambar 3.2 Faktor Koreksi Lebar Pendekat (F_{LP})

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.3.4. Faktor koreksi median pada jalan mayor (F_M)

PKJI 2014, median disebut lebar jika kendaraan ringan dapat berlindung dalam daerah median tanpa mengganggu arus lalu lintas, sehingga lebar median

≥ 3 m. Klasifikasi median berikut faktor koreksi median pada jalan Mayor diperoleh dalam Tabel 3.4. Koreksi median hanya digunakan untuk jalan Mayor dengan 4 lajur.

Tabel 3.4. Faktor Koreksi Median Jalan Mayor (F_M)

Kondisi Simpang	Tipe median	Faktor koreksi (F_M)
Tidak ada median jalan mayor	Tidak ada	1,00
Ada median jalan mayor, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan mayor, lebar ≥ 3 m	Lebar	1,20

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.3.5. Faktor koreksi ukuran kota (F_{UK})

PKJI 2014, faktor koreksi ukuran kota dipengaruhi oleh besar kecilnya jumlah penduduk dalam variabel juta, dicantumkan dalam tabel 3.5.

Tabel 3.5. Klasifikasi dan Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

Ukuran kota	Penduduk (juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota
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: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.3.6. Faktor koreksi lingkungan jalan, kriteria hambatan samping (F_{HS}) dan rasio kendaraan tak bermotor

PKJI 2014, Pengkategorian tipe lingkungan dan hambatan samping, sesuai dengan kriteria yang ditetapkan masing-masing pada Tabel 3.6 dan 3.7 yang keseluruhannya digabungkan menjadi satu nilai termasuk rasio Kendaraan Tak Bermotor (R_{KTB}), disebut faktor koreksi Hambatan Samping (F_{HS}) ditunjukkan dalam Tabel 3.8 dibawah ini.

Tabel 3.6. Tipe Lingkungan Jalan

Hambatan Samping	
Tinggi	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar Simpang terganggu dan berkurang akibat aktivitas samping jalan di sepanjang pendekat.
Sedang	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar Simpang sedikit terganggu dan sedikit berkurang akibat aktivitas samping jalan di sepanjang pendekat.
Rendah	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar Simpang tidak terganggu dan tidak berkurang oleh hambatan samping.

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 3.7. Kriteria Hambatan Samping

Tipe Lingkungan Jalan	Kriteria
Komersial	Lahan yang digunakan untuk kepentingan komersial, misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran, dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Pemukiman	Lahan digunakan untuk tempat tinggal dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Akses Terbatas	Lahan tanpa jalan masuk langsung atau sangat terbatas, misalnya karena adanya penghalang fisik; akses harus melalui jalan samping.

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 3.8 F_{HS} Sebagai Fungsi dari Tipe Lingkungan Jalan, H_S dan R_{KTB}

Tipe lingkungan jalan	Kelas Hambatan Samping (HS)	Faktor Koreksi Hambatan Samping (F_{HS})					
		$R_{KTB}:0,00$	0,05	0,03	0,15	0,20	$>0,25$
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	0,71
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,87	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,89	0,84	0,79	0,74
Akses Terbatas	Tinggi /Sedang/ Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Catatan: Nilai koreksi hambatan samping pada Tabel 3.5 disusun dengan anggapan bahwa pengaruh KTB terhadap kapasitas dasar adalah sama dengan pengaruh kendaraan ringan, sehingga ekr KTB=1,0.

3.3.7. Faktor koreksi rasio arus belok kiri (F_{BK_i})

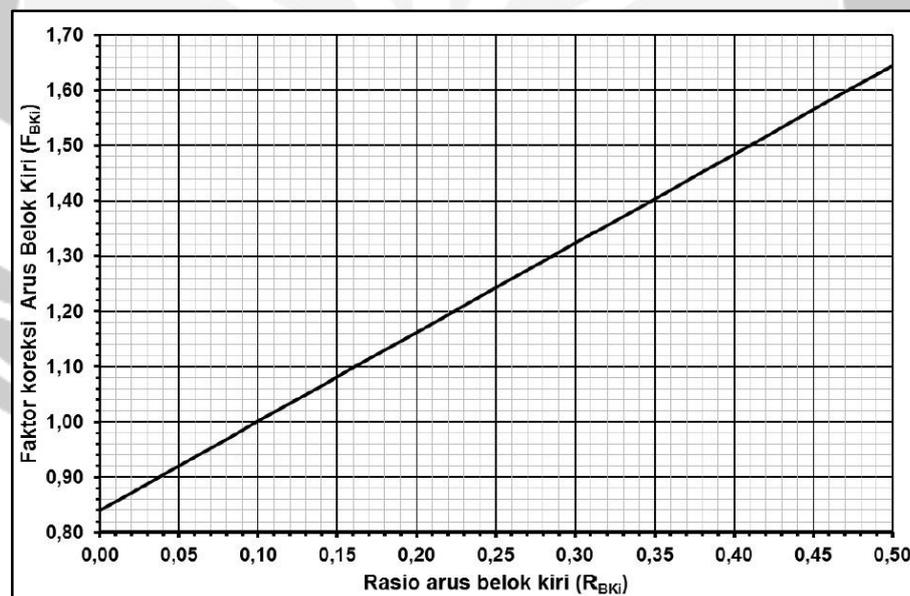
PKJI 2014, untuk menghitung faktor koreksi rasio arus belok kiri (F_{BK_i}), persamaan yang digunakan adalah persamaan (3-6) atau dapat ditentukan melalui diagram pada gambar 3.3 dibawah ini.

$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61 R_{BK_i} \quad \dots\dots\dots(3-6)$$

Keterangan:

F_{BK_i} = Faktor koreksi arus belok kiri.

R_{BK_i} = Rasio belok kiri.



Gambar 3.3 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri (F_{BK_i})

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.3.8. Faktor koreksi rasio arus belok kanan (F_{BK_a})

PKJI 2014, karna simpang yang akan diteliti adalah Simpang empat maka faktor koreksi rasio arus belok kanan, $F_{BK_a} = 1,0$.

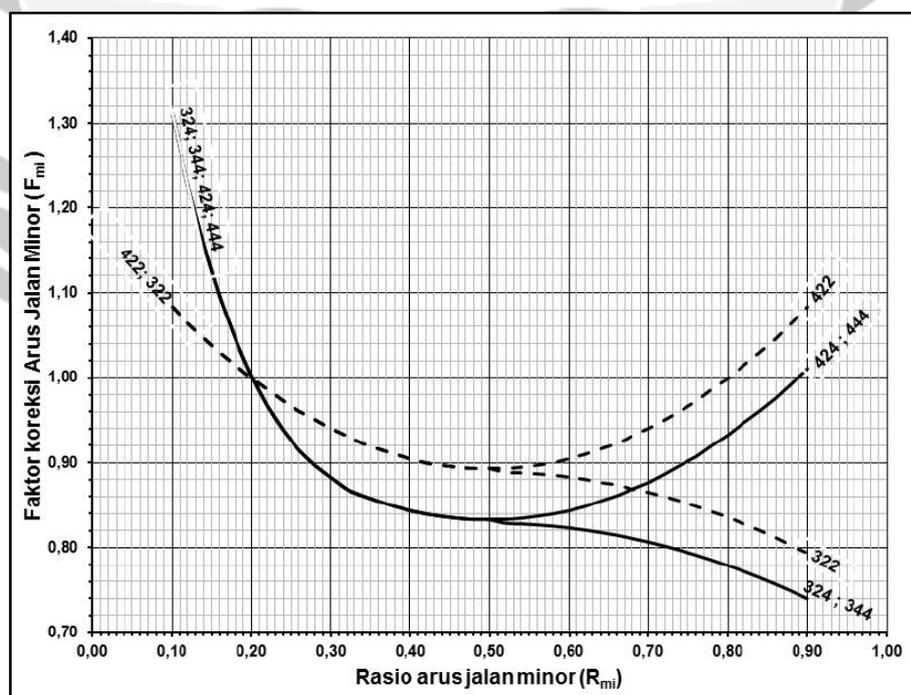
3.3.9. Faktor koreksi rasio arus jalan minor (F_{mi})

PKJI 2014, faktor koreksi rasio arus dari jalan minor (F_{mi}) dapat ditentukan menggunakan persamaan-persamaan yang ditabelkan dalam Tabel 3.9. atau diperoleh secara grafis menggunakan diagram dalam Gambar 3.4. $F_{R_{mi}}$ tergantung dari rasio dari jalan Minor (R_{Mi}) dan tipe Simpang. Agar diperhatikan ketentuan umum tentang keberlakuan rasio dari jalan Minor (R_{Mi}) untuk analisis kapasitas.

Tabel 3.9. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{mi}) Dalam Bentuk Persamaan

TS	F_{mi}	R_{mi}
422	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$	0,1-0,9
424& 444	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times R_{MI}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595 \times R_{mi}^2 + 0,595 \times R_{mi} + 0,74$	0,5-0,9
324 &	$16,6 \times R_{MI}^4 - 33,3 \times R_{MI}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3-0,5
344	$-0,555 \times R_{mi}^2 + 0,555 \times R_{mi}^3 + 0,69$	0,5-0,9

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)



Gambar 3.4. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{mi})

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.3.10. Batas variasi data empiris

Batas data empiris ini merupakan ketentuan dalam PKJI 2014 yang digunakan untuk menghitung kapasitas Simpang.

Tabel 3.10. Batas Variasi Data Empiris Kapasitas Simpang

Variabel	Rata-rata	Minimum	Maksimum
L_p	5,40	3,50	9,10
R_{Bki}	0,17	0,10	0,29
R_{Bka}	0,13	0,00	0,26
R_{mi}	0,38	0,27	0,50
%KR	56	29	75
%KS	3	1	7
%SM	33	19	67
R_{KTB}	0,08	0,01	0,22

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.4. Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat Kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus (PKJI 2014):

$$D_j = q / C \quad \dots\dots\dots(3-7)$$

Keterangan:

q : Semua arus lalu lintas yang masuk Simpang dalam satuan skr/jam. q dihitung menggunakan rumus (3-8).

$$q = q_{kend} \times F_{skr} \quad \dots\dots\dots(3-8)$$

F_{skr} : Faktor skr yg dihitung menggunakan persamaan (3-9).

$$F_{skr} = ekr_{KR} \times \%q_{KR} + ekr_{KS} \times \%q_{KS} + ekr_{SM} \times \%q_{SM} \quad \dots\dots\dots(3-9)$$

ekr_{KR} , ekr_{KS} , ekr_{SM} masing-masing adalah ekr untuk KR , KS , dan SM yang dapat diperoleh dari Tabel 3.11. q_{KR} , q_{KS} , q_{SM} masing-masing adalah q untuk KR , KS , dan SM .

C : Kapasitas (skr/jam)

Tabel 3.11. Tabel Ekuivalen Kendaraan Ringan untuk KS dan SM

Jenis kendaraan	ekr	
	$Q_{TOTAL} \geq 1000$ skr/jam	$Q_{TOTAL} < 1000$ skr/jam
KR	1,0	1,0
KS	1,8	1,3
SM	0,2	0,5

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

3.5. Tundaan (T)

PKJI 2014, tundaan terjadi karena dua hal, yaitu tundaan lalu lintas (T_{LL}) dan tundaan geometrik (T_G). Tundaan lalu lintas adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. Tundaan lalu lintas dibedakan dari seluruh simpang, dari jalan Mayor saja atau jalan Minor saja. Waktu Tundaan (T) dihitung menggunakan persamaan (3-10).

Waktu Tundaan dapat dihitung menggunakan rumus (PKJI 2014):

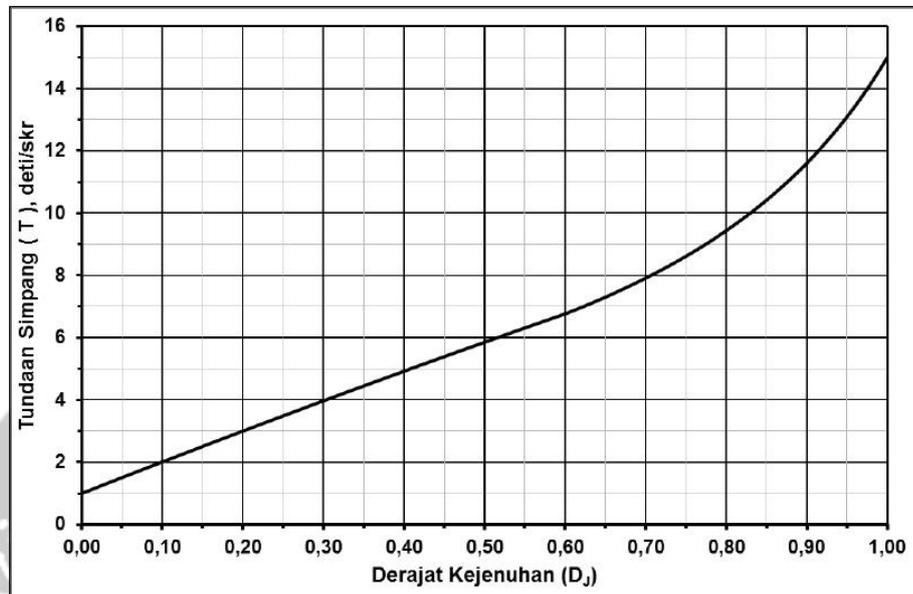
$$T = T_{LL} + T_G \dots\dots\dots(3-10)$$

Keterangan:

T_{LL} = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk Simpang dari semua arah, dapat dihitung menggunakan persamaan (3-11) dan (3-12) atau ditentukan dari kurva empiris sebagai fungsi dari D_J dapat dilihat pada Gambar 3.5.

$$\text{Untuk } D_J \leq 0,60: T_{LL} = 2 + 8,2078 D_J - (1 - D_J)^2 \dots\dots\dots(3-11)$$

$$\text{Untuk } D_J > 0,60: T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_J)} - (1 - D_J)^2 \dots\dots\dots(3-12)$$



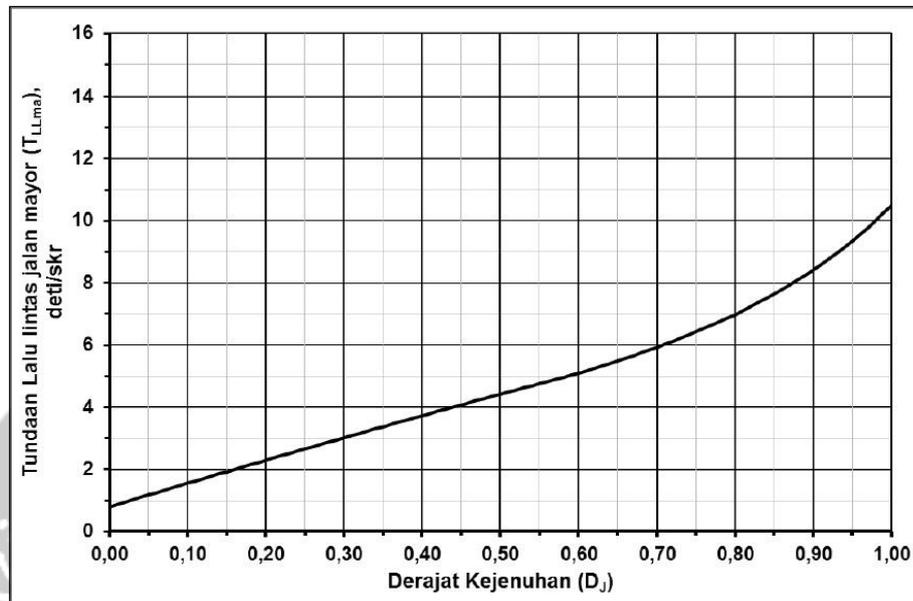
Gambar 3.5. Tundaan Lalu Lintas Simpang Sebagai Fungsi dari D_J
 Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.5.1 Tundaan lalu lintas untuk jalan mayor

Tundaan lalu lintas untuk jalan Mayor (T_{LLma}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk Simpang dari jalan Mayor, dapat dihitung menggunakan persamaan (3-13) dan (3-14) atau ditentukan dari kurva empiris sebagai fungsi dari D_J (Gambar 3.6).

Untuk $D_J \leq 0,60$: $T_{LLma} = 1,8 + 5,8234 D_J - (1 - D_J)^{1,8}$ (3-13)

Untuk $D_J > 0,60$: $T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,346 - 0,246D_J)} - (1 - D_J)^{1,8}$ (3-14)



Gambar 3.6 Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor Sebagai Fungsi dari D_j
 Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

3.5.2 Tundaan lalu lintas untuk jalan minor (T_{LLmi})

Tundaan lalu lintas untuk jalan minor (T_{LLmi}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk Simpang dari jalan minor, ditentukan dari T_{LL} dan T_{LLma} , dihitung menggunakan persamaan (3-15)

$$T_{LLmi} = \frac{q_{TOT} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}} \dots\dots\dots(3-15)$$

Keterangan:

q_{TOT} = arus total yang masuk simpang, skr/jam

q_{ma} = arus yang masuk simpang dari jalan mayor, skr/jam

3.5.3. Tundaan geometrik (T_G)

PKJI 2014, Tundaan geometrik adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan-kendaraan membelok

pada suatu Simpang dan/atau terhenti. Tundaan geometrik rata-rata seluruh Simpang, dapat diperkirakan menggunakan persamaan (3-16).

$$\text{Untuk } D_J < 1: T_G = (1 - D_J) \times \{6 R_B + 3 (1 - R_B)\} + 4 D_J, (\text{dtk/skr}) \dots\dots\dots(3-16)$$

$$\text{Untuk } D_J \geq 1: T_G = 4 \text{ dtk/skr}$$

Keterangan:

T_G = Tundaan geometrik, detik/skr

R_B = Rasio arus belok terhadap arus total simpang

D_J = Derajat kejenuhan

3.6. Peluang Antrian (P_A)

Peluang antrian (P_A) dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%) dan dapat ditentukan menggunakan persamaan (3-17) dan (3-18) atau ditentukan menggunakan Gambar 3.7. P_A tergantung dari D_J . Nilai derajat kejenuhan (D_J) digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas simpang.

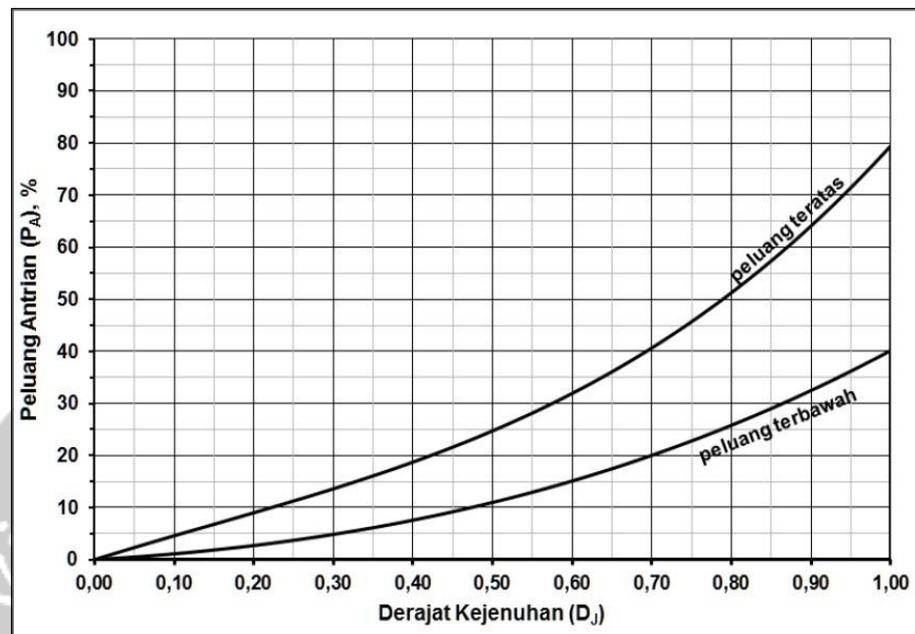
$$\text{Batas Atas peluang: } P_A = 47,71 D_J - 24,68 D_J^2 + 56,47 D_J^3 \dots\dots\dots(3-17)$$

$$\text{Batas Bawah peluang: } P_A = 9,02 D_J + 20,66 D_J^2 + 10,49 D_J^3 \dots\dots\dots(3-18)$$

Keterangan:

P_A = Peluang antrian

D_J = Derajat Kejenuhan



Gambar 3.7 Peluang Antrian Sebagai Fungsi dari D_j
Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)