

## BAB II LANDASAN TEORI

### A. Pendahuluan

Bedasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wahyu Nurokhman, 2019 yang berjudul “Analisa Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal JL. Raya Pasar Patikraja”. Persimpangan adalah bagian dari pertemuan antara tiga ruas jalan atau lebih, dimana arus dari berbagai arah bertemu. Pada persimpangan jalan raya pasar Patikraja sering terjadi konflik antara arus dari jurusan yang berlawanan yang saling memotong, sehingga mengakibatkan terjadinya kemacetan di sepanjang lengan simpang. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka perlu kiranya dilakukan penelitian tentang kinerja simpang tiga tak bersinyal pada persimpangan tersebut. Untuk mengetahui kinerja dari simpang tiga tak bersinyal pada jalan raya pasar Patikraja melalui besar volume lalu lintas dan derajat kejenuhan simpang tersebut. Penelitian ini menggunakan survey langsung selama 2 hari pada tanggal 30 April 2019 dan 04 Mei 2019 pukul 06.00-18.00 WIB. Dianalisis menggunakan MKJI 1997, menghasilkan data untuk tahun 2019 dengan volume kendaraan sebesar 5400 kendaraan/jam dan  $DS = 1,50 \geq 0,75$  (jenuh). Sehingga dilakukan penanganan dengan membuat skenario I, melakukan pengurangan lebar bahu jalan untuk melebarkan jalan utama B dan jalan utama D = 2 meter dan jalan minor C = 75 cm diperoleh nilai  $DS = 1,41 \geq 0,75$  (jenuh). Skenario II, menambah bundaran pada simpang tersebut namun tidak memungkinkan karena keterbatasan lahan pada jalan tersebut. Skenario III, perubahan teknis simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal dengan menggunakan 3 fase dengan lebar jalan sama dengan skenario I. Diperoleh nilai

DS =  $0,45 \leq 0,75$  (tidak jenuh). Pada tahun 2024, berdasar prediksi, volume lalu lintas meningkat menjadi 8603 kendaraan/jam dan nilai DS =  $0,69 \leq 0,75$  namun pada jalan minor C, nilai DS =  $0,76 \geq 0,75$  (jenuh). Sehingga pada tahun 2024 dibuat skenario IV, dengan pelebaran jalan 2 meter untuk ruas jalan utama B dan D. Diperoleh nilai DS =  $0,56 \leq 0,75$  (tidak jenuh).

**Tabel 2. 1 Referensi Jurnal**

No		Referensi Jurnal
1	Judul	Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga Bubulak Bogor, Jawa Barat
	Peneliti	Novi Listiana, tahun 2017
	Tujuan	Untuk menganalisis kinerja kondisi aktual dan strategi alternatif untuk meningkatkan kinerja persimpangan serta untuk mengetahui pengaruh sistem lalu lintas satu arah terhadap kinerja persimpangan
	Metodologi	Analisis Simpang Tak Bersinyal menggunakan data primer yaitu geometri simpang, kecepatan kendaraan, tundaan aktual dan volume lalu lintas dan data sekunder yang digunakan berupa data lingkungan dan peta simpang Jalan Raya Dramaga-Bubulakan.
	Hasil	Simpang Jalan Raya Dramaga mengalami puncak arus lalu lintas pada hari kinerja dengan volume lalu lintas sebesar 3815 smp/jam. simpang ini merupakan jenis simpang tak bersinyal 3-lengan dengan kapasitas lengan sebesar 4472 smp/jam, derajat kejenuhan sebesar 0,85, tundaan samping sebesar 14 detik/smp. Berdasarkan nilai tundaan samping tingkat pelayanan simpang eksisting bernilai B.
2	Judul	Analisa Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Banjer)
	Peneliti	Muvidah Asa Utami Hasanudin, tahun 2019
	Tujuan	Mengetahui kapasitas simpang yang ada apakah mampu melayani volume kendaraan yang melintas.
	Metodologi	Lokasi survei adalah di Kota Manado dengan mengambil

		sebuah sempel persimpangan jalan lengan empat Kelurahan Banjer
	Hasil	Kapasitas simpang adalah 1721,5 smp/jam. Dengan kapasitas tersebut simpang tidak cukup memadai untuk melayani lalu lintas pada jam sibuk, karena terdapat kondisi dimana volume = 1989,3 smp/jam (melebihi kapasitas)
3	Judul	Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Empat Lengan (Studi Kasus Simpang Tak Bersinyal Empat Lengan Jalan Wates Km.5, Gamping, Sleman, Yogyakarta)
	Peneliti	Arbima Rif Amtoro, tahun 2015
	Tujuan	Menganalisis kinerja simpang empat tak bersinyal Jalan Wates Km 5 pada kondisi eksisting
	Metodologi	Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan pada hari Senin, Selasa, Sabtu, dan Minggu. Agar mendapatkan data arus lalu lintas yang maksimal, pengambilan data dilakukan pada jam sibuk saat terjadinya arus puncak. Parameter waktu penelitian pada jamjam sibuk karena pada jam-jam sibuk dirasa memiliki volume kendaraan terbanyak. Pengambilan waktu penelitian tersebut berdasarkan penelitian sejenis sebelumnya yang dilakukan di lokasi yang sama dan pengamatan secara langsung.
	Hasil	Setelah dilakukan pengamatan dan perhitungan volume lalu lintas pada simpang tak bersinyal Jl. Wates Km 5 didapat volume lalu lintas puncak simpang tersebut pada Senin pagi jam 06.45-07.45 WIB sebesar 5683 smp/jam

## B. Tinjauan Pustaka

### 1. Simpang tak bersinyal

Notasi, istilah dan definisi khusus untuk simpang gtak bersinyal ada beberapa istilah yang digunakan notasi, istilah dan definisi dibagi menjadi 3, yaitu : kondisi geometri, kondisi lingkungan dan kondisi lalu lintas.

**Tabel 2. 2 Notasi, Istilah dan Definisi pada simpang tak bersinyal**

<b>Geometri</b>		
<b>Notasi</b>	<b>Istilah</b>	<b>Definisi</b>
	Lengan	Bagian simpang jalan dengan pendekat masuk atau keluar
	Jalan utama	Jalan yang paling penting pada simpang jalan, misalnya dalam hal klarifikasi jalan. Pada simpang 3 jalan yang menerus selalu ditentukan sebagai jalan utama
A, B, C, D	Pendekat	Tempat masuknya kendaraan dalam suatu lengan simpang jalan. Pendekat jalan utama notasi B dan D dan jalan simpang A dan C. Dalam penulisan notasi sesuai dengan perputaran arah jarum jam.
$W_x$	Lebar masuk pendekatan X (m)	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur dibagian tersempit, yang digunakan oleh lalu lintas yang bergerak. X adalah nama pendekat
$W_i$	Lebar pendekat rata-rata	Lebar efektif rata-rata dari seluruh pendekat pada simpang
$W_{AC}$ $W_{BC}$	Lebar pendekat jalan rata-rata (m)	Lebar rata-rata pendekat ke simpang

	Jumlah lajur	Jumlah lajur ditentukan dari lebar masuk jalan dari jalan tersebut
<b>Kondisi Lingkungan</b>		
CS	Ukuran kota	Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan
SF	Hambatan samping	Dampak terhadap kinerja lalu lintas akibat kegiatan sisi jalan
<b>Kondisi Lalu Lintas</b>		
PLT	Rasio belok kiri	Rasio kendaraan belok kiri $PLT = QLT/Q$
QTOT	Arus Total	Arus kendaraan bermotor total di simpang dengan menggunakan satuan veh, pcu dan AADT
PUM	Rasio kendaraan tak bermotor	Rasio antara kendaraan tak bermotor dan kendaraan bermotor di simpang
QMI	Arus total jalan simpang/miror	Jumlah arus total yang masuk dari jalan simpang/minor (veh/h atau pcu/h)
QMA	Arus total jalan utama/major	Jumlah arus total yang masuk dari jalan utama major (veh/h atau pcu/h)

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

## 2. Simpang Bersinyal

Pada simpang jenis ini, arus kendaraan yang memasuki persimpangan diatur secara bergantian untuk mendapatkan prioritas dengan berjalan terlebih dahulu dengan menggunakan pengendali lalu lintas. Parameter

kinerja simpang bersinyal juga ditentukan oleh kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS), tundaan (D) dan nilai peluang antrian (QP).

$$\text{Rumus : } C = S \times g/c \dots \dots \dots (14)$$

dimana : C = kapasitas (smp/jam), S = arus jenuh (smp/jam hijau), G = waktu hijau (det) dan C = waktu siklus (det).

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (15)$$

Panjang antrian (QL) suatu pendekat dihitung rumus :

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots \dots \dots (16)$$

Adapun tingkat kinerja yang diukur pad MKJI 1997 adaalah :

a. Panjang antrian (Que Length/QL)

Panjang antrian kendaraan (QL) adalah jarak antara muka kendaraan terhadap hingga ke bagian belakang kendaraan yang berada paling belakang dalam suatu antrian akibat sinyal lalu lintas,

b. Jumlah kendaraan terhenti (Number of Stopped Vehicle/Nsv)

Angka henti (NS) yaitu jumlah rata-rata berhenti per kendaraan termasuk berhenti berulang – ulang dalam antrian sebelum melewati simpang.

c. Tundaan

Waktu tertundanya kendaraan untuk bergerak secara normal.

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal, yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DG).

### 3. Bundaran

Bundaran lalu lintas adalah suatu perimpangan dimana lalu lintas searah mengelilingi suatu pulau jalan yang bundar dipertengahan persimpangan. Kondisi geometrik pada bundaran yang saya bikin dapat dilihat di bawah ini.

Sebuah bundaran terdiri darisebuah jalur lalu lintas terarah yang mengitari sebuah pulau ditengah yang mana dapat berupa pulau timbul atau rata. Jenis bundaran lalu lintas ini untuk menciptakan suatu pergerakan rotasi arus lalu lintas, menggantikan gerakan berpotongan dengan serangkaian seksi persilangan.

#### 4. Nilai Normal

Pedoman sehubungan dengan anggapan dan nilai normal untuk digunakan dalam kasus guna keperluan perencanaan. Berikut adalah table Nilai Normal Faktor-k :

**Tabel 2. 3 Nilai Normal faktor-K**

Lingkungan jalan	Faktor-K – Ukuran Kota	
	>1 Juta	<1 Juta
Jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	0.07 – 0.08	0.08 – 0.10
Jalan pada daerah permukiman	0.08 – 0.09	0.09 – 0.12

Sumber : MKJI, 1997

**Tabel 2. 4 Nilai Normal Lalu Lintas Umum**

Faktor	Normal
Faktor - AADT	0.07 – 0.12
Rasio arus jalan simpang	0.25
Rasio belok - kiri	0.15
Rasio belok - kanan	0.15
Faktor - pcu	0.85

Sumber : MKJI, 1997

**Tabel 2. 5 Normal komposisi Lalu Lintas**

Ukuran Kota Juta Penduduk	Komposisi Lalu Lintas			
	Kend. Ringan	Kend. Berat	Sepeda Motor	Rasio Kendaraan Tak Bermotor
	LV	HV	MC	UM/MV
>3 M	60	4.5	35.5	0.01
1 – 3 M	55.5	3.5	41	0.05
0.5 – 1 M	40	3.0	57	0.14
0.1 – 0.5 M	63	2.5	34.5	0.05
<0.1 M	63	2.5	34.5	0.05

Sumber : MKJI, 1997

#### 5. Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan pengaruh aktivitas yang terjadi disimpang jalan di daerah simpang arus lalu lintas, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyeimbangi jalan, angkutan kota berhenti untuk menaikan atau menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar jalan, tempat parkir diluar jalur dan pedagang kaki lima. Hambatan

samping di tentukan secara kualitatif sebagai tinggi, sedang, atau rendah.

**Tabel 2. 6 Penentuan Frekuensi Kejadian**

Tipe kejadian hambatan samping	Symbol	Faktor Bobot	Frekuensi kejadian
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m
Kendaraan lambat (UM)	SMV	0,4	/jam

Sumber : MKJI, 1997

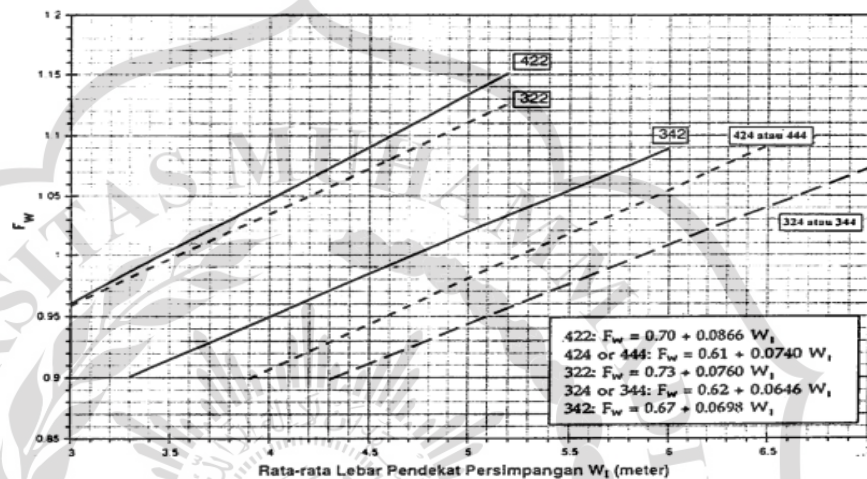
**Tabel 2. 7 Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan**

Kelas Hambatan Samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	<100	Daerah permukiman : jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100 - 299	Daerah permukiman : Beberapa kendaraan umum
Sedang	M	300 - 499	Daerah Industri : Beberapa took disisi jalan
Tinggi	H	500 - 899	Daerah komersil : Aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersil : Dengan aktivitas pasar di samping jalan

Sumber : MKJI, 1997

## 6. Faktor Penyesuaian

- a. Faktor penyesuaian lebar pendekat, ( $F_w$ ) di peroleh dari gambar 2.1 Variable masukan adalah lebar rata – rata semua pendekat dan tipe simpang IT. Batas – batas yang diberikan dalam gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



Sumber : MKJI, 1997

**Gambar 2. 1 Faktor penyesuaian lebar pendekat ( $F_w$ )**

- b. Faktor penyesuaian median jalan utama faktor koreksi untuk kapasitas dasar sehubungan dengan tipe median jalan utama. Pertimbangan Teknik lalu lintas diperlukan untuk menentukan faktor median.

**Tabel 2. 8 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (Fm)**

Uraian	Tipe M	Faktor koreksi median Fm
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,0
Ada median jalan utama lebar <4,00 m	Sempit	1,0
Ada median jalan utama >4,00 m	Lebar	1,2

Sumber : MKJI, 1997

- c. Faktor penyesuaian ukuran kota, merupakan faktor koreksi untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota.

**Tabel 2. 9 Faktor Penyesuaian Kota Fcs**

Uraian	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

- d. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor Frsu, variable masukan tipe lingkungan jalan RE, kelas hambatan samping SF dan rasio kendaraan tak bermotor.

**Tabel 2. 10 Faktor Penyesuaian Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor Frsu**

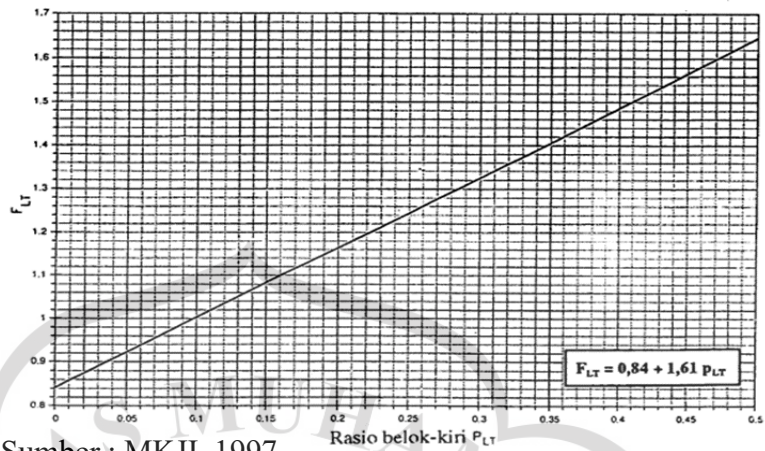
Kode tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor Pum					
		0,00	0,05	0,15	0,20	0,20	0,25
Komersil	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	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

Tabel berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu  $PCU_{um} = 1,0$  yang mungkin merupakan kejadian apabila kendaraan tak bermotor itu adalah sepeda.

$$Frsu \text{ (Pum sesungguhnya)} = Frsu(\text{Pum} = 0) \times (1 - \text{Pum} \times UM_{pcu})$$

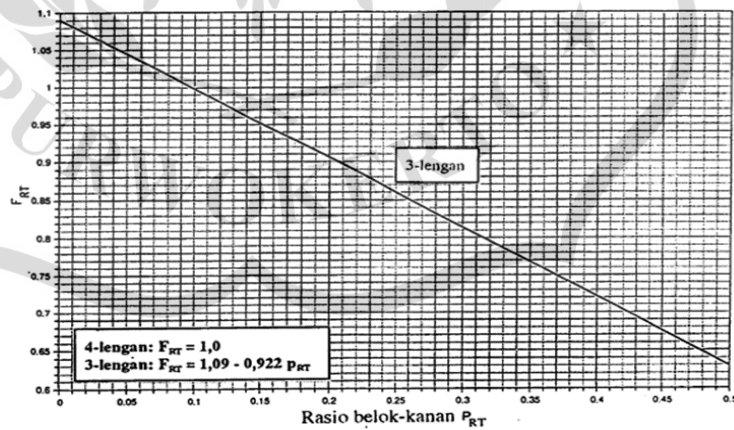
- e. Faktor penyesuaian belok kiri, ditentukan dari gambar 2.2 variabel masukan adalah belok kiri, batas nilai yang diberikan untuk Plt adalah batas nilai dasar empiris dan manual.



Sumber : MKJI, 1997

**Gambar 2. 2 Faktor Penyesuaian Belok Kiri**

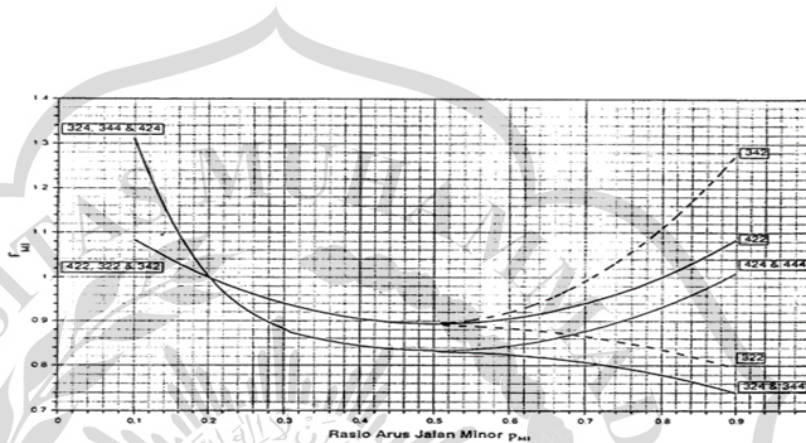
- f. Faktor penyesuaian belok kiri kanan ditentukan dari gambar 2.5 dibawah untuk simpang 3 – 13ngan. Variabel masukan adalah belok kanan, PRT pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



Sumber : MKJI, 1997

**Gambar 2. 3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan**

- g. Faktor penyesuaian rasio arus jalan simpang, faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio arus jalan simpang variable masukan adalah rasio arus jalan dan tipe simpang, yang ditentukan dari gambar 2.4.



Sumber : MKJI, 1997

**Gambar 2. 4 Faktor Penyesuaian Jalan Simpang**

IT	$F_{Mi}$	$P_{Mi}$
422	$1,19 \times p_{Mi}^2 - 1,19 \times p_{Mi} + 1,19$	0,1 - 0,9
424	$16,6 \times p_{Mi}^4 - 33,3 \times p_{Mi}^3 + 25,3 \times p_{Mi}^2 - 8,6 \times p_{Mi} + 1,95$	0,1 - 0,3
444	$1,11 \times p_{Mi}^2 - 1,11 \times p_{Mi} + 1,11$	0,3 - 0,9
322	$1,19 \times p_{Mi}^2 - 1,19 \times p_{Mi} + 1,19$	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
324	$16,6 \times p_{Mi}^4 - 33,3 \times p_{Mi}^3 + 25,3 \times p_{Mi}^2 - 8,6 \times p_{Mi} + 1,95$	0,1 - 0,3
344	$1,11 \times p_{Mi}^2 - 1,11 \times p_{Mi} + 1,11$	0,3 - 0,5
	$-0,555 \times p_{Mi}^2 + 0,555 \times p_{Mi} + 0,69$	0,5 - 0,9

Sumber : MKJI, 1997

**Gambar 2. 5 Faktor Penyesuaian Arus Simpang**

### C. Lebar Pendekat jalan rata-rata, Jumlah lajur dan Tipe Simpang

Lebar pendekat rata-rata untuk jalan simpang dan jalan utama dapat dihitung menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$WAC = (WA + WC)/2 \dots \dots \dots (1)$$

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

Lebar pendekat rata-rata untuk seluruh simpang adalah :

$W1 = (WA + WC + WB + WD) / \text{Jumlah lengan simpang}$  jika  $A = 0$ , maka  $W1 = (WC + WB + WD) / \text{Jumlah lengan simpang}$   
 jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan untuk jalan simpang dan jalan utama sebagai berikut :

**Tabel 2. 11 Lebar Pendekat dan Jumlah Lajur**

Lebar pendekat jalan rata-rata, WAC, WBD (m)	Jumlah lajur (total) untuk kedua arah
$WBD = (b + d/2)/2 < 5,5 \geq 5,5$	2 4
$WAC = (a/2 + c/2)/2 < 5,5 \geq 5,5$	2 4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Tipe simpang ditentukan banyaknya lengan simpang dan banyaknya lajur pada jalan major dan jalan minor di simpang tersebut dengan kode tiga angka seperti terlihat di table 2.3 dibawah ini. Jumlah lengan adalah banyaknya lengan dengan lalu lintas masuk atau keluar atau keduanya.

**Tabel 2. 12 Kode tipe simpang (IT)**

Kode	IT Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan major
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Peralatan Pengendali Lalu Lintas meliputi : rambu, marka, penghalang yang dapat dipindahkan, dan lampu lalu lintas. Seluruh peralatan pengendali lalu lintas pada simpang dapat digunakan secara terpisah atau digabungkan bila perlu. Semua merupakan sarana pengaturan, peringatan, atau pemandu lalu lintas. Fungsi peralatan pengendali lalu lintas adalah untuk menjamin keamanan dan efisien simpang dengan cara memisahkan aliran lalu lintas kendaraan yang saling bersinggungan. Dengan kata lain, hak prioritas untuk memasuki dan memalui suatu simpang selama periode waktu tertentu diberikan satu atau beberapa aliran lalu lintas.

Untuk pengendalian lalu lintas di simpang, terhadap beberapa cara utama yaitu :

- Rambu STOP (berhenti)
- Rambu pengendalian kecepatan
- Kanalisasi di simpang (Channelization)
- Bundaran (Roundabout)
- Lampu pengatur lalu lintas
- Simpang tak bersinyal

#### Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

MKJI (1997) mendefinisikan bahwa kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam. Kapasitas total suatu persimpangan dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ )

dan factor-faktor penyesuaian (F). Rumusan kapasitas simpang menurut MKJI 1997 dituliskan sebagai berikut :

$$C = C_o \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \dots \dots \dots (4)$$

keterangan :

C = Kapasitas actual (sesuai kondisi yang ada)

C<sub>o</sub> = Kapasitas Dasar

FW = Faktor penyesuaian lebar masuk

FM = Faktor penyesuaian median jalan utama

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FRSU = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan

FLT = Faktor penyesuaian rasio belok kiri

FRT = Faktor penyesuaian rasio belok kanan

FMI = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

### 1. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam), dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$DS = Q_{smp} / C \dots \dots \dots (5)$$

keterangan ;

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

Q<sub>smp</sub> = Arus total sesungguhnya(smp/jam), dihitung sebagai berikut :

$$Q_{smp} = Q_{kend.} \times F_{smp}$$

F<sub>smp</sub> = merupakan faktor ekivalen mobil penumpang (emp).

## 2. Tundaan (D)

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu. Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena terjadinya antrian di simpang sampai kendaraan itu keluar dari simpang karena adanya pengaruh kapasitas simpang yang sudah tidak memadai. Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan, semakin tinggi pula waktu tempuh.

## 3. Tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh simpang (DTi)

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

- Untuk  $DS \leq 0,6$  :

$$DTi = 2 + (8.2078 \times DS) - [(1 - DS) \times 2] \dots \dots \dots (6)$$

- Untuk  $DS > 0,6$  :

$$DTi = 1,0504 \div [0,2742 - (0.2042 \times DS)] - [(1 - DS) \times 1,8] \dots \dots \dots (7)$$

## 4. Tundaan lalu lintas rata-rata untuk jalan major (DTMA)

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

- Untuk  $DS \leq 0,6$  :

$$DTMA = 1,8 + (5,8234 \times DS) - [(1 - DS) \times 1,8] \dots \dots \dots (8)$$

- Untuk  $DS > 0,6$  :

$$DTMA = 1,05034 \div [0,346 - (0,246 \times DS)] - [(1 - DS) \times 1,8] \dots\dots\dots(9)$$

5. Tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor ditentukan berdasarkan tundaan lalu lintas rata-rata (DTi) dan tundaan lalu lintas rata-rata jalan major (DTMA).

$$DTMI = [(Q_{smp} \times DTi) - (Q_{MA} \times DTMA)] : QMI \dots\dots\dots(10)$$

keterangan :

$Q_{smp}$  = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

$Q_{MA}$  = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan major (smp/jam)

$QMI$  = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan minor (smp/jam)

6. Tundaan geometrik simpang (DG)

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

- Untuk  $DS < 1,0$  :

$$DG = (1 - DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \dots\dots\dots(11)$$

- Untuk  $DS \geq 1,0$  :

$$DG = 4 \text{ detik/smp} \dots\dots\dots(12)$$

7. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$D = DG + DTi \dots\dots\dots(13)$$

## D. Konflik

Didalam daerah simpang, lintasan kendaraan akan berpotongan pada titik konflik. Konflik akan menghambat pergerakan dan juga merupakan lokasi potensial untuk terjadinya bersentuhan/tabrakan. Arus lalu lintas yang terkena konflik pada suatu simpang mempunyai tingkah laku yang kompleks, setiap gerakan berbelok (kiri/kanan) ataupun lurus.

### 1. Jenis Pertemuan Gerakan

Ada empat jenis pertemuan gerakan :

- a. Gerakan memotong (Crossing)
- b. Gerakan memisah (Diverging)
- c. Gerakan menyatu (Merging / Converging)
- d. Gerakan Jalinan/Anyaman (Weaving)

### 2. Titik Konflik

Didalam daerah simpang lintasan kendaraan akan berpotongan pada titik-titik konflik, konflik ini akan menghambat pergerakan dan juga merupakan lokasi potensial untuk tabrakan. Jumlah titik konflik tergantung pada:

- a. Jumlah kaki simpang
- b. Jumlah pengaturan simpang
- c. Jumlah lajur pada kaki simpang
- d. Jumlah arah pergerakan

### 3. Daerah konflik

Daerah konflik dapat digambarkan sebagai diagram yang memperhatikan suatu aliran kendaraan dan manuver bergabung, menyebar dan persilangan di simpang dan menunjukkan jenis konflik.

## E. Kinerja Lalu Lintas

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) menyatakan ukuran kinerja lalu lintas diantaranya adalah Level of Performance (LoP). LoP merupakan ukuran kuantitatif pada kondisi operasional dari fasilitas lalu lintas.

Berikut adalah ukuran kinerja simpang tak bersinyal yang dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu lintas adalah : Kapasitas (C), Derajat Kejenuhan (DS), Tundaan (D), Peluang antrian (QP %).

#### a. Kapasitas

Didalam MKJI, 1997 kapasitas total seluruh lengan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ ) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu / ideal dan factor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisilapangan terhadap kapasitas. Rumus kapasitas simpang menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia adalah sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times EMI$$

$$C = 135 \times WW^{1,5} \times (1 + WE/WW)^{1,5} \times (1 - PW/3)^{0,5} \times (1 + WW/LW) - 1,8 \times FCS \times FRSU$$

Keterangan :

C = Kapasitas aktual (sesuai kondisi yang ada) (smp/jam)

Co = Kapasitas dasar (smp/jam)

Fw = Faktor penyesuaian lebar masuk

FM = Faktor penyesuaian median jalan utama

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FRSU = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan

FLT = Faktor penyesuaian rasio belok kiri akibat belok kiri

FRT = Faktor penyesuaian rasio belok kanan

FMI = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

b. Derajat Kejenuhan (DS)

Merupakan rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam), rumus derajat kejenuhan adalah sebagai berikut :

$$DS = Q_{smp} : C \dots \dots \dots (14)$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

Q<sub>smp</sub> = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

$$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$$

F<sub>smp</sub> = Faktor smp

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

c. Tundaan

Tundaan dalam MKJI merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang, tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Tundaan lalu lintas (DT) adalah waktu menunggu akibat interaksi lalu lintas dengan lalulintas yang berkonflik dan tundaan geometri (DG) adalah waktu menunggu akibat perlambatan dan percepatan lalu lintas yang terganggu dan yang tidak terganggu (MKJI, 1997). Tundaan yang dihitung dalam simpang tak bersinyal adalah:

1. Tundaan lalu lintas simpang (DT<sub>i</sub>)

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas, rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Tundaan ini ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan lalulintas simpang dan drajat.

- Untuk  $DS \leq 6$  :

$$DT_i = 2 + (8,2078 \times DS) - [(1 - DS) \times 2]$$

- Untuk  $DS > 6$  :

$$DT_i = 1,0504 \div [0,2742 - (0,2042 \times DS)] - [(1 - DS) \times 1,8]$$

2. Tundaan lalu lintas rata-rata untuk jalan major (DTMA)

Merupakan tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk di simpang melalui jalur major.

- Untuk  $DS \leq 6$  :

$$DTMA = 1,8 + (5,8234 \times DS) - [(1 - DS) \times 1,8]$$

- Untuk  $DS > 6$  :

$$DTMA = 1,05034 \div [0,346 - (0,246 \times DS) - [(1 - DS) \times 1,8]$$

### 3. Tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor ditentukan berdasarkan tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor.

$$DTMI = [(Q_{smp} \times DT_i) - (QMA \times DTMA)] \div QMI$$

Keterangan :

$Q_{smp}$  : Arus total sesungguhnya (smp/jam)

$QMA$  : Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan major (smp/jam)

$QMI$  : Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan minor (smp/jam)

### 4. Tundan Geometri (DG)

Akibat perlambatan dan percepatan kendaraan. Rumus tundaan geometri adalah sebagai berikut :

Untuk  $DS < 1$

$$DG = (1 - DS) \times (P_{TX} \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp)}$$

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

Keterangan :

$DG$  = Tundaan Geometri (det/smp)

$DS$  = Derajat Kejenuhan

$P_T$  = Rasio arus belok terhadap arus total

6 = Tundaan normal untuk kendaraan belok yang terganggu  
(det/smp)

4 = Tundaan untuk kendaraan yang terganggu (det/smp).

#### 5. Tundaan simpang

Persmaan tundaan simpang :

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

Keterangan :

DG = tundaan geometri simpang (det/smp)

DT1 = tudaan lalulintas simpang (det/smp)

#### d. Analisis Regresi

Analisis regresi ini digunakan untuk memprediksi jumlah kendaraan di tahun yang akan datang karena diperkirakan kendaraan setiap tahunnya bertambah. Dalam menentukan pertumbuhan kendaraan di ruas jalan jika menggunakan regresi minimal data volum yang harus didapatkan minimal 3 tahun terakhir.

##### 1. Model Analisis Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi-linier adalah metode statistik yang dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki.

Model analisis-linier dapat memodelkan hubungan antara 2 (dua) perubahan atau lebih. Pada model ini terdapat peubah tidak bebas (y) yang mempunyai hubungan fungsional dengan 1 (satu) atau lebih

peubah bebas ( $X_i$ ). Dalam kasus yang paling sederhana, hubungan secara umum dapat dinyatakan permasalahan sebagai berikut.

$$Y' = a + Bx$$

Dimana :

Y = Permasalahan yang dihasilkan (nilai yang diprediksi)

X = Tahun yang dicari

a = Konstanta (nilai Y' apabila X = 0)

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan jika bernilai positif ataupun penurunan jika bernilai negative)

Parameter a dan b dapat diperkirakan dengan menggunakan metode kuadrat kecil yang meminimumkan total kuadrati residual antara hasil model dengan hasil pengamatan. Nilai parameter a dan b bisa didapatkan dari permasalahan sebagai berikut:

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

$$r = \frac{n \cdot \sum xy - (\sum x \cdot \sum y)}{[\sqrt{((n \cdot \sum x^2) - (\sum x)^2) \cdot (n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2)}]}$$

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

Dimana:

a.b = Koefisiem Regresi

n = Jumlah Data Pengamatan

x = Variabel Bebas

y = Variabel Tak Bebas

Nilai  $r$  yang didapatkan nantinya antara  $-1$  hingga  $1$ , apabila didapat nilai  $r = 1$  atau  $r = -1$  maka hubungan antara  $x$  dan  $y$  sangat kuat, atau dapat menggunakan persamaan yang ada diatas. Dan apabila harga  $r = 0$  maka persamaan tersebut tidak layak.

Multiple R ( $R$  majemuk) merupakan suatu ukuran yang mengatur tentang tingkat (keceratan) hubungan linier antar variable terkait dengan seluruh variable bebas secara bersama.

Untuk melihat seberapa kuat hubungan antara kedua variable dan untuk melihat besar variable ( $Y$ ) yang dipengaruhi oleh variable ( $X$ ) dapat dilihat pada table :

**Tabel 2. 13 Korelasi Nilai R**

R	Korelasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 – 0,20	Sangat rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Agak rendah
0,61 – 0,80	Cukup
0,81 – 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

Sumber : Usman dan Purnomo (2008 : 201)

e. Analisis Perencanaan Bundaran

**Tabel 2. 14 Parameter Bagian Jalan**

Langkah B-1	Parameter bagian jalan
Langkah B-2	Kapasitas dasar ( $C_0$ ) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faktor <math>W_w</math></li> <li>- Faktor <math>W_e/W_w</math></li> <li>- Faktor <math>P_w</math></li> <li>- Faktor <math>W_w/L_w</math></li> </ul>
Langkah B-3	Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_c$ )
Langkah B-4	Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor
Langkah B-5	Kapasitas ( $C$ )

Analisis perhitungan menggunakan data volume lalu lintas yang didapat dari skripsi Wahyu Nurokhman “Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Jalan Raya Pasar Patikraja” Berpedoman pada MKJI 1997.

