

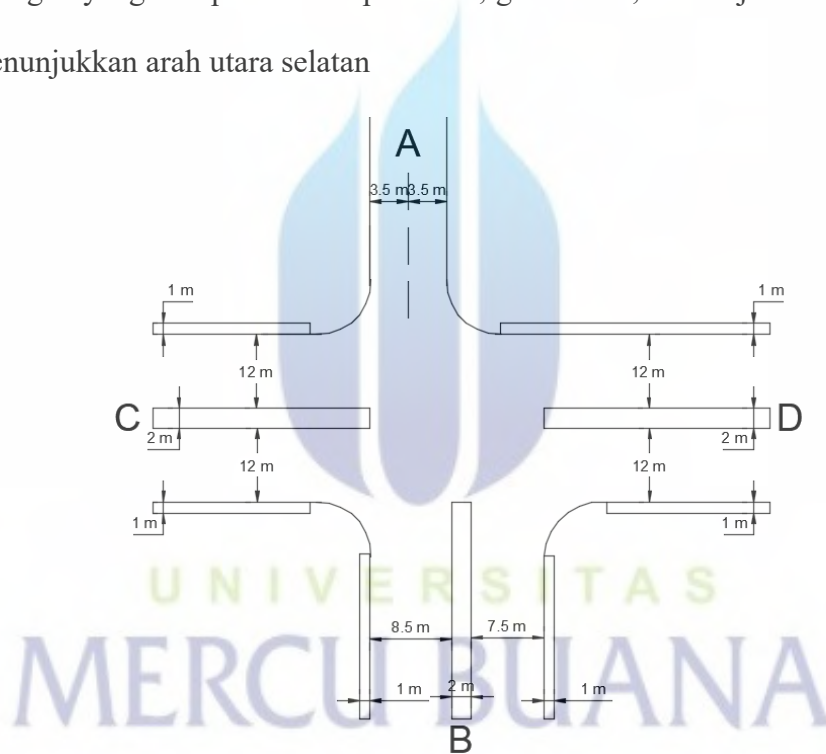
## BAB IV

### HASIL DAN ANALISIS

#### 4.1. Data Eksisting Simpang Bersinyal

##### 4.1.1. Data Geometrik

Data geometrik dan pengendalian lalu lintas yang dibutuhkan untuk menganalisis persimpangan dengan APILL sesuai ketentuan MKJI 1997 adalah gambar tampak atas persimpangan yang meliputi : lebar pendekat, garis henti, marka jalan serta anak panah yang menunjukkan arah utara selatan



**Gambar 4. 1** Geometrik Simpang Kranggan Jl. Alternatif Cibubur, Bekasi  
Sumber : Hasil Survey

Penjelasan gambar geometrik simpang :

1. Pendekat A adalah Jl. Raya Kalimanggis
2. Pendekat B adalah Jl. Raya Kranggan
3. Pendekat C adalah Jl. Alternatif Cibubur arah Jakarta
4. Pendekat D adalah Jl. Alternatif Cibubur arah Cileungsi

**Tabel 4. 1** Lebar Pendekat Eksisting

Kode Pendekat	Lebar Pendekat (m)			
	Pendekat	Masuk	Blk kiri-langsung	Keluar
	WA	Wmasuk	WLTOR	Wkeluar
A	3.5	3.5	0	12
B	8.5	7.5	3.5	12
C	12	12	4	3.5
D	12	12	4	7.5

Sumber : Hasil Survey

#### 4.1.2. Tata Guna Lahan

Survey tata guna lahan dilakukan untuk mengetahui tipe lingkungan jalan dan kondisi hambatan samping pada tiap simpang. Selanjutnya data dipakai sebagai masukan dalam perhitungan MKJI 1997.

**Tabel 4. 2** Tata Guna Lahan

Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok Kiri Langsung
U	COM	Rendah	T	0	T
S	COM	Rendah	Y	0	Y
T	COM	Sedang	Y	0	Y
B	COM	Sedang	Y	0	Y

Sumber : Hasil Survey

#### 4.1.3. Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diambil pada hari Selasa, Kamis, Sabtu. Masing-masing hari selama 2 jam yaitu pagi hari (07.00-09.00), siang hari (12.00-14.00), dan sore hari (18.00-20.00). Jumlah kendaraan kemudian dikonversikan ke dalam satuan satuan mobil penumpang (smp) menurut jenis kendaraan dan koefisien yang ada dalam MKJI. Berikut data lalu lintas simpang Kranggan pada tabel 4.3.

**Tabel 4. 3 Data Volume Lalu Lintas**

Kode Pendekat	Arah	Arus Lalu lintas Kendaraan Bermotor (MV)												Kendaraan Tak Bermotor		
		Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Kendaraan Motor (MC)			Kendaraan Total MV Bermotor		Rasio Berbelok		Arus (UM)	Rasio UM/MV
		emp terlindung	=	1	emp terlindung	=	1.3	emp terlindung	=	0.2						
		emp terlawan	=	1	emp terlawan	=	1.3	emp terlawan	=	0.4						
Kend/jam	smp/jam		Kend/jam	smp/jam		Kend/jam	smp/jam		Kend/jam	smp/jam		PLT	PRT	Kend/jam	Rms	
		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rms	Rms		
Kamis Pagi																
U	LT/LTOR	142	142	0	6	8	0	240	48	0	388	198	0	0.50		0
	ST	53	53	0	13	17	0	551	110.2	0	617	180	0		1	
	RT	5	5	0	0	0	0	81	16.2	0	86	21	0	0.05	0	
	Total	200	200	0	19	24.7	0	872	174.4	0	1091	399.1	0		1	0.003
S	LT/LTOR	163	163	0	13	17	0	188	37.6	0	364	218	0	0.26	1	
	ST	149	149	0	13	17	0	498	99.6	0	660	266	0		1	
	RT	259	259	0	24	31	0	389	77.8	0	672	368	0	0.43	3	
	Total	571	571	0	50	65	0	1075	215	0	1696	851	0		5	0.006
T	LT/LTOR	189	189	0	28	36	0	557	111.4	0	774	337	0	0.15	3	
	ST	1084	1084	0	270	351	0	1229	245.8	0	2583	1681	0		3	
	RT	124	124	0	8	10	0	169	33.8	0	301	168	0	0.08	0	
	Total	1397	1397	0	306	397.8	0	1955	391	0	3658	2185.8	0		6	0.003
B	LT/LTOR	19	19	0	0	0	0	104	20.8	0	123	40	0	0.02	1	
	ST	1268	1268	0	166	216	0	1742	348.4	0	3176	1832	0		3	
	RT	55	55	0	6	8	0	214	42.8	0	275	106	0	0.05	0	
	Total	1342	1342	0	172	223.6	0	2060	412	0	3574	1977.6	0		4	0.002

Sumber : Hasil Survey

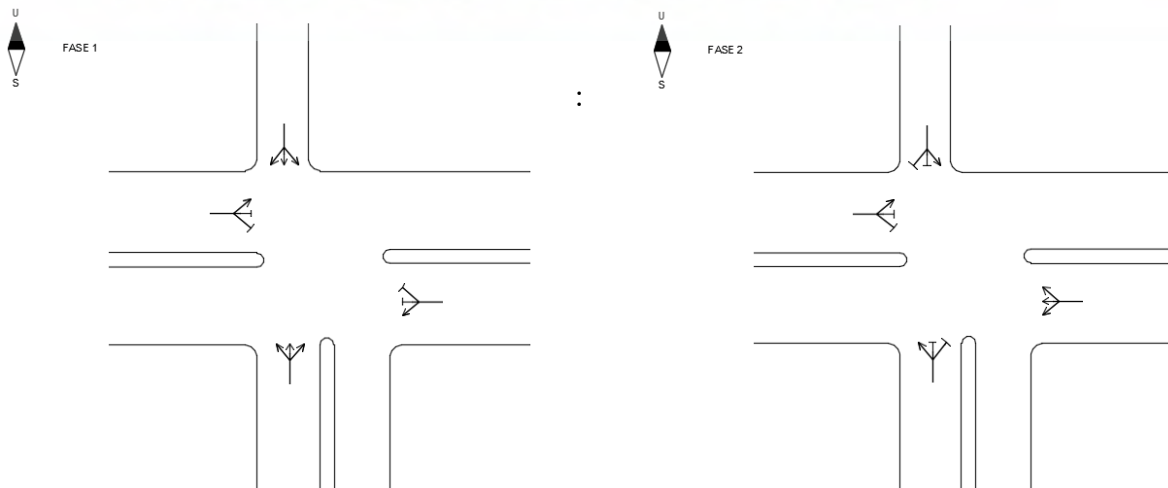
**Tabel 4. 4 Besar Arus Qtotal pada Kamis jam 07.00-09.00 WIB**

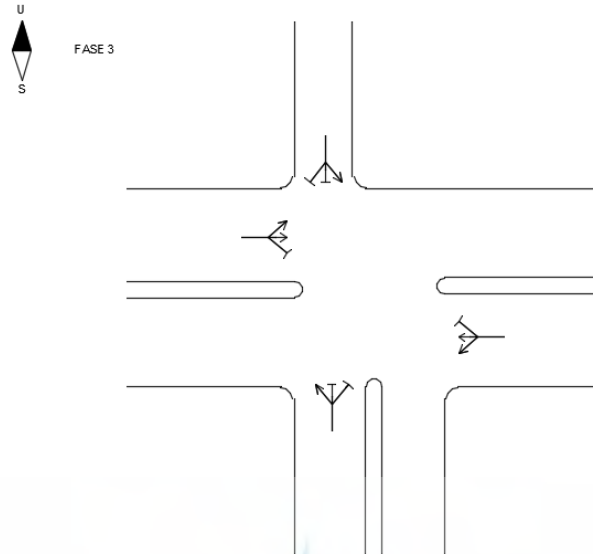
Pendekat	QLT (smp/jam)	QST (smp/jam)	QRT (smp/jam)	Q (smp/jam)
A	198	180	21	399
B	218	266	368	851
C	337	1681	168	2186
D	40	1832	106	1978

**4.1.4. Waktu Sinyal dan Fase Pergerakan**

Pada simpang bersinyal ini dipakai pengaturan 3 fase sebagai analisa sesuai survey lapangan.

**1. Fase Lalu Lintas**





**Gambar 4. 2** Pembagian Fase Lalu – Lintas Eksisting

Sumber : Hasil Survey

2. Diagram Fase

**Tabel 4. 5** Pembagian Fase Eksisting

Fase	Pendekat	Hijau	Merah	Kuning	Merah Semua	Siklus
1	B	56	126	3	1	186
2	C	126	56	3	1	186
3	D	98	84	3	1	186

Sumber : Hasil Survey



Waktu Siklus (c) = 186 detik

**Gambar 4. 3** Diagram Fase Lalu – Lintas Simpang Kranggan, Bekasi

Sumber : Hasil Survey

**4.2. Analisis Kinerja Simpang**

Untuk perhitungan kinerja simpang diambil di hari Kamis pagi dimana arus kendaraan paling padat.

#### 4.2.1. Arus Jenuh Dasar (So)

Perhitungan arus jenuh dasar berdasarkan rumus  $S_o = 600 \times W_e$

I. Jika  $W_{LTOR} \geq 2.0$  m

Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.

$$\begin{aligned} W_e &= \text{Min} (W_A - W_{LTOR}) \\ &= \text{Min} W_{ENTRY} \end{aligned}$$

II. Jika  $W_{LTOR} < 2.0$  m

Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

$$\begin{aligned} W_e &= \text{Min. } W_A \\ &= \text{Min} (W_{ENTRY} + W_{LTOR}) \\ &= \text{Min} (W_a \times (1 + P_{LTOR}) - W_{LTOR}) \end{aligned}$$

Perhitungan :

a. Arus jenuh pendekat A ( $W_{LTOR} < 2.0$  m)

$$W_e = 3,5 \text{ m}$$

$$S_o = 600 \times 3.5 = 2100 \text{ smp/jam}$$

b. Arus jenuh pendekat B ( $W_{LTOR} \geq 2.0$  m)

$$W_e = W_A - W_{LTOR}$$

$$= 8,5 \text{ m} - 3,5 \text{ m}$$

$$= 5 \text{ m}$$

$$S_o = 600 \times 5 = 3000 \text{ smp/jam}$$

c. Arus jenuh pendekat C  $W_{LTOR} \geq 2.0$  m

$$W_e = W_A - W_{LTOR}$$

$$= 12 \text{ m} - 4 \text{ m}$$

$$= 8 \text{ m}$$

$$S_o = 600 \times 8 = 4800 \text{ smp/jam}$$

d. Arus jenuh pendekat D  $W_{LTOR} \geq 2.0 \text{ m}$

$$W_e = W_A - W_{LTOR}$$

$$= 12 \text{ m} - 4 \text{ m}$$

$$= 8 \text{ m}$$

$$S_o = 600 \times 8 = 4800 \text{ smp/jam}$$

**Tabel 4. 6 Arus Jenuh Dasar ( $S_o$ )**

Kode Pendekat	Lebar Pendekat (m)				$W_e$ (m)	$S_o$ (smp/jam)
	Pendekat	Masuk	Blk kiri-langsung	Keluar		
	$W_A$	$W_{masuk}$	$W_{LTOR}$	$W_{keluar}$		
A	3.5	3.5	0	12	3.5	2100
B	8.5	7.5	3.5	12	5	3000
C	12	12	4	3.5	8	4800
D	12	12	4	7.5	8	4800

#### 4.2.2. Arus Jenuh yang Disesuaikan ( $S$ )

Nilai Arus Jenuh yang disesuaikan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

a.  $F_{CS}$  : Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Nilai faktor koreksi ukuran kota menggunakan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Bekasi tahun 2018 bahwa jumlah penduduk Kota Bekasi adalah berjumlah 2,663 juta jiwa. Menurut MKJI 1997 tabel C-4:3, maka faktor penyesuaian kota adalah 1,00.

b.  $F_{SF}$  : Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Untuk mendapatkan nilai faktor koreksi hambatan samping pada suatu simpang dapat menggunakan tabel C-4:4 MKJI 1997. Faktor ini sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, dan rasio kendaraan tak bermotor yang ada. Pada simpang Kranggan untuk

pendekatan A, B, C, dan D adalah tipe lingkungan Komersial dan memiliki hambatan samping sedang.

c.  $F_G$  : Faktor Penyesuaian Kelandaian

Pada simpang Kranggan ini alinyemen vertikalnya datar, maka nilainya adalah nol (0), jika ditarik menggunakan tabel C-4:1 MKJI 1997 maka didapat nilai  $F_G$  adalah 1,0.

d.  $F_P$  : Faktor Penyesuaian Parkir

Faktor penyesuaian parkir dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$F_P = \frac{\left[ \frac{L_p}{3} - (we) \times \left( \frac{L_p}{3} - g \right) \right]}{g}$$

Dimana :

$L_p$  = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m) dibagi panjang lajur yang pendek

$Wa$  = Lebar pendekat (m)

$G$  = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 detik)

Menurut MKJI 1997, faktor penyesuaian ini digunakan untuk lajur belok kiri yang pendek, dan tidak perlu diterapkan jika lebar efektif ( $We$ ) ditentukan oleh lebar keluar, maka nilai  $F_p$  adalah 1,0

e.  $F_{RT}$  : Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan  $P_{RT}$  dan hasilnya dimasukkan ke dalam gambar C-4:3 MKJI 1997 Hal. 2-55

f.  $F_{LT}$  : Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri  $P_{LT}$  dan hasilnya dimasukkan ke dalam gambar C-4:4 MKJI 1997 Hal. 2-56.

**Tabel 4. 7** Perhitungan Arus Jenuh (S)

	A	B	C	D
We	3.5	5	8	8
So	2100	3000	4800	4800
Fcs	1	1	1	1
Fsf	0.94	0.94	0.94	0.94
Fg	1	1	1	1
Fp	1	1	1	1
Frt	1.01	1.11	1.02	1.01
Flt	1.13	1.07	1.04	1
S	2252.93 smp/jam hijau	3349.31 smp/jam hijau	4786.33 smp/jam hijau	4557.12 smp/jam hijau

Sumber : Hasil Analisa

#### 4.2.3. Rasio Arus (FR) : Rasio Arus Simpang (IFR); & Rasio Fase (PR)

Nilai Rasio Arus (FR); Rasio Arus Simpang (IFR); & Rasio Fase (PR) dapat dihitung menggunakan rumus :

a. Rasio Arus

$$FR = \frac{Q}{S}$$

**Tabel 4. 8** Rasio Arus (FR)

Pendekat	Fase	Arus Lalu Lintas (Q)	Arus Disesuaikan (S)	Rasio Arus / FR (Q/S)
A	1	399	2252.93	0.18
B	2	851	3349.31	0.25
C	3	2186	4786.33	0.46
D	4	1978	4557.12	0.43
IFR = $\sum$ FR crit				1.32

b. Rasio Arus Simpang

$$IFR = \sum FR \text{ crit}$$

IFR adalah jumlah dari rasio arus kritis (tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. IFR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$IFR = \sum FR \text{ crit}$$

FR crit = Nilai FR tertinggi pada masing – masing fase

$$IFR = 1.32$$



c. Rasio Fase (PR)

PR adalah rasio untuk kritis dibagi dengan rasio arus simpang. Nilai PR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR}$$

$$PR = \frac{0.4}{1.32}$$

$$PR = 0.35$$

**4.2.4. Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)**

Untuk mendapatkan nilai kapasitas (C) dan derajat kejenuhan (DS) dapat menggunakan persamaan berikut :

a. Kapasitas (C)

Kapasitas (C) adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam hijau.

Persamaan untuk mendapatkan nilai C adalah sebagai berikut :

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Dimana :

C = Kapasitas dari masing – masing pendekat (smp/jam)

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

**Tabel 4. 9 Kapasitas (C)**

Pendekat	S	g	c	C (smp/jam)
A	2252.93	56	186	678.30
B	3349.31	56	186	1008.40
C	4786.33	126	186	3242.35
D	4557.12	98	186	2401.06

b. Derajat Kejenuhan (DS)

DS adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. DS dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DS = Q / C$$

Dimana :

Q = Arus total suatu pendekat

C = Kapasitas dari masing – masing pendekat (smp/jam)

**Tabel 4. 10** Derajat Kejenuhan (DS)

Pendekat	Q	C	DS
A	399	678.30	0.59
B	851	1008.40	0.84
C	2186	3242.35	0.67
D	1978	2401.06	0.82

**4.2.5. Panjang Antrian (NQ)**

Jumlah antrian smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) dan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (NQ2) dapat dihitung menggunakan rumus :

Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya :

Untuk  $DS > 0.5$

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0.5)}{c}} \right]$$

Untuk  $DS \leq 0.5$

$$NQ_1 = 0$$

**Tabel 4. 11** Nilai jumlah antrian yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ1)

Pendekat	C	DS	NQ1
A	678.30	0.59	0.21
B	1008.40	0.84	2.14
C	3242.35	0.67	0.53
D	2401.06	0.82	1.82

Jumlah kendaraan yang datang dan berhenti dalam antrian selama fase merah ( $NQ_2$ ) :

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Mencari nilai rasio hijau (GR) =  $g/c$

Dimana :

$g$  = waktu hijau pendekat

$c$  = waktu siklus

Maka nilai  $NQ_2$  adalah

**Tabel 4. 12** Nilai jumlah antrian yang datang selama fase merah ( $NQ_2$ )

Pendekat	C	DS	$NQ_1$	GR	c	$NQ_2$
A	678.30	0.59	0.21	0.30	186	17.51
B	1008.40	0.84	2.14	0.30	186	41.20
C	3242.35	0.67	0.53	0.68	186	67.05
D	2401.06	0.82	1.82	0.53	186	85.40

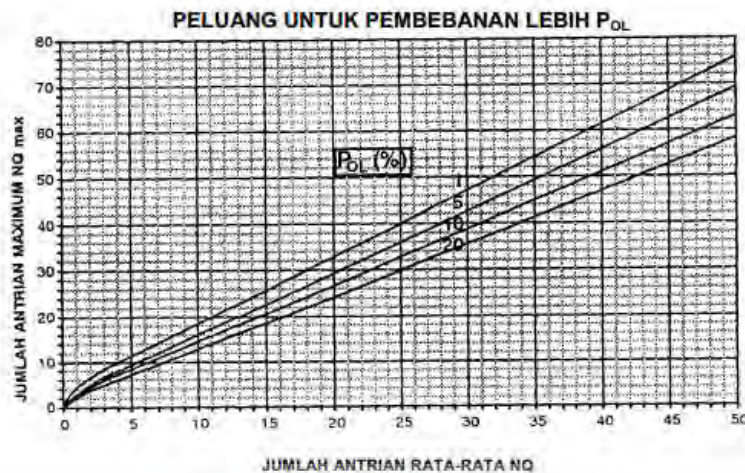
Dan dapat dihitung jumlah kendaraan antri dengan rumus sebagai berikut :

$$NQ_{Total} = NQ_1 + NQ_2$$

**Tabel 4. 13** Nilai kendaraan antri ( $NQ_{Total}$ )

Pendekat	$NQ_1$	$NQ_2$	$NQ_{Total}$ (smp)
A	0.21	17.51	17.73
B	2.14	41.20	43.34
C	0.53	67.05	67.58
D	1.82	85.40	87.22

$Nq_{max}$  didapat dari grafik dan diplot untuk masing – masing panjang antrian tiap pendekat simpang dengan peluang untuk pembebanan lebih  $P_{OL}$  10%



Gambar 4. 4 Grafik NQ<sub>Total</sub> dan NQ<sub>Max</sub> eksisting

- NQ<sub>TOT</sub> = 17.73                      NQ<sub>MAX</sub> = 20
- NQ<sub>TOT</sub> = 43.34                      NQ<sub>MAX</sub> = 48
- NQ<sub>TOT</sub> = 67.58                      NQ<sub>MAX</sub> = 75
- NQ<sub>TOT</sub> = 87.22                      NQ<sub>MAX</sub> = 96

Panjang antrian pada jam puncak Kamis pagi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

Tabel 4. 14 Nilai Panjang Antrian (QL)

Pendekat	NQ <sub>Total</sub>	Pol (%)	NQ <sub>max</sub>	Jarak	W masuk	QL (m)
A	17.73	10	20	20	3.5	115.71
B	43.34	10	48	20	7.5	128.51
C	67.58	10	75	20	12	124.40
D	87.22	10	96	20	12	160.10

#### 4.2.6. Angka Kendaraan Terhenti (Ns)

Angka henti (NS) adalah jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian).

$$NS = 0.9 \times (NQ / Q \times c) \times 3600$$

**Tabel 4. 15** Angka Kendaraan Terhenti (NS)

Pendekat	NS
A	0.88
B	0.99
C	0.59
D	0.85

Sedangkan jmlah kendaraan terhenti ( $N_{sv}$ ) dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$N_{sv} = Q \times NS$$

**Tabel 4. 16** Jumlah Kendaraan Terhenti ( $N_{sv}$ )

Pendekat	$N_{sv}$ (smp/jam)
A	352.74
B	839.48
C	1300.13
D	1673.31

#### 4.2.7. Rasio Kendaraan Terhenti ( $P_{sv}$ )

Rasio kendaraan terhenti ( $P_{sv}$ ) adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah suatu simpang.

$$P_{sv} = \frac{N_{sv}}{Q_{total}} = \sum \frac{NSV}{Q_{total}}$$

$$= 4165.66 / 5414$$

$$= 0.77 \text{ stop/smp}$$

**Tabel 4. 17** Perhitungan untuk semua lengan

Pendekat	$NQ_{total}$	Q	c	Ns	$N_{sv}$
A	17.73	399	186	0.88	353
B	43.34	851	186	0.99	839
C	67.58	2186	186	0.59	1300
D	87.22	1978	186	0.85	1673
QLTOR		792	$\sum NSV$		4166
Qtotal		5414	NSTotal		3.31

#### 4.2.8. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Tundaan pada suatu simpang dipengaruhi oleh 2 (dua) hal, yaitu :

a. Tundaan Lalu Lintas (DT)

$$DT = c \times A + [(NQ \times 3600) / C]$$

Perhitungan menggunakan contoh pendekat A pada jam puncak pagi,

$$\begin{aligned} A &= [0.5 \times (1 - GR)^2] / (1 - GR \times DS) \\ &= [0.5 \times (1 - 0.3)^2] / (1 - 0.3 \times 0.59) \\ &= 0.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DT &= c \times A + [(NQ \times 3600) / C] \\ &= 186 \times 0.3 + [(0.2 \times 3600) / 678.3] \\ &= 56.35 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

b. Tundaan Geometri (DGj)

Tundaan geometrik (DGj) yang terjadi akibat perlambatan atau akibat terhenti karena lampu merah. Tundaan geometrik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DGj = (1 - Psv) \times (Pt \times 6) + (Psv \times 4)$$

Dimana :

DGj = Tundaan geometrik rata – rata untuk pendekat (detik/smp)

Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

Pt = Rasio kendaraan pada pendekat

Sebagai contoh perhitungan untuk pendekat A adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} DGj &= (1 - Psv) \times (Pt \times 6) + (Psv \times 4) \\ &= (1 - 0.77) \times (0.5 \times 6) + (0.77 \times 4) \end{aligned}$$

$$= 3.76 \text{ det/smp}$$

Nilai tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DGj) dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 18** Nilai DT dan DGj

Pendekat	GR	DS	A	c	NQ1	C	DT	PT	DGJ
A	0.30	0.59	0.30	186	0.21	678.30	56.35	0.50	3.97
B	0.30	1.05	0.36	186	29.68	806.72	199.03	0.26	3.92
C	0.68	0.77	0.11	186	1.17	2837.06	21.73	0.15	3.90
D	0.53	0.94	0.22	186	6.77	2100.93	52.91	0.02	3.88

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai tundaan (D) simpang adalah sebagai berikut :

$$D = DT + DGj$$

Berikut contoh perhitungan untuk pendekat A :

$$\begin{aligned} D &= DT + DGj \\ &= 56.35 + 3.76 \\ &= 60.11 \end{aligned}$$

c. Tundaan total menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tundaan total} &= D \times Q \\ &= 60.11 \times 399 \\ &= 23990.61 \text{ detik (pendekat A)} \end{aligned}$$

Nilai tundaan total untuk semua pendekat adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 19** Nilai tundaan total untuk semua pendekat

Pendekat	Q	DT	Dgj	D	D x Q
A	399	56.35	3.76	60.11	23991
B	851	68.56	3.43	71.99	61267
C	2186	18.40	3.29	21.70	47422
D	1978	39.50	3.11	42.61	84267
QLTOR	792			$\sum D \times Q$	216946
QTOT	5414				

## d. Tundaan Rata – rata (DI)

Tundaan rata – rata untuk seluruh pendekat pada periode pagi (DI) dengan membagi jumlah tundaan total dengan arus total (Qtot) seperti persamaan berikut ini :

$$DI = \sum (Q \times Dj) / Q_{tot}$$

Dimana :

DI = Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (det/smp)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Dj = Tundaan rata-rata (det/smp)

Qtot = Arus lalu lintas total (smp/jam)

$$DI = \sum (Q \times Dj) / Q_{tot}$$

$$= 216946 / 5414$$

$$= 40 \text{ det/smp}$$

**Tabel 4. 20** Data Lengkap Kinerja Eksisting Simpang Kranggan Pagi

Pendekat		A	B	C	D
Waktu hijau (det)	<b>g</b>	56	56	126	98
Arus Lalu Lintas (smp/jam)	<b>Q</b>	399	851	2186	1978
Kapasitas (smp/jam)	<b>C</b>	678.30	1008.40	3242.35	2401.06
Derajat Kejenuhan	<b>DS</b>	0.59	0.84	0.67	0.82
Rasio Hijau	<b>GR</b>	0.30	0.30	0.68	0.53
Kendaraan Henti	<b>NQ</b>	20	48	75	96
Panjang antrian (m)	<b>QL</b>	115.71	128.51	124.40	160.10
Angka Henti (stop/smp)	<b>NS</b>	0.88	0.99	0.59	0.85
Jumlah Kend. Henti (smp/jam)	<b>NSV</b>	352.74	839.48	1300.13	1673.31
Tundaan rata-rata (det/smp)	<b>D</b>	60.11	71.99	21.70	42.61
Tundaan total (det)	<b>(DxQ)</b>	23991	61267	47422	84267
Tundaan simpang rata-rata (det)	<b>DI</b>	40			
Tingkat Pelayanan	<b>LOS</b>	D			



#### 4.2.9. Tingkat Pelayanan Simpang (LOS)

**Tabel 4. 21** Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan	Tundaan per Kendaraan (D)	Jam Sibuk Pagi
A	$\leq 5.0$	40
B	5.1 – 15.0	
C	15.1 – 25.0	
D	25.1 – 40.0	
E	40.1 – 60.0	
F	$\geq 60.0$	

#### 4.3. Alternatif Solusi

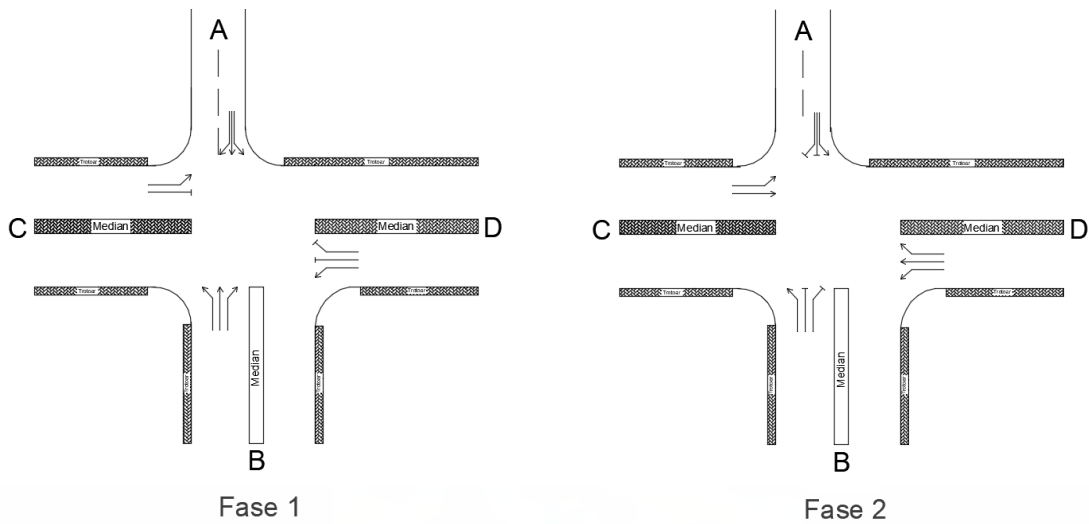
Berdasarkan hasil analisis di atas, untuk menyelesaikan permasalahan pada simpang Kranggan dapat dilakukan dengan cara :

1. Alternatif yang dipilih sebagai solusi pemecahan masalah adalah mengubah fase dari 3 fase menjadi 2 fase
2. Perbaikan menggunakan pagar pengaman di tengah median jalan Alternatif Cibubur agar kendaraan – kendaraan yang datang dari arah Cileungsi tidak berbelok ke arah Jl. Raya Kranggan karena meskipun sudah dipasang rambu lalu lintas dilarang berbelok ke kanan tidak diindahkan oleh pengendara. Hal ini dapat mengurangi jumlah konflik yang terjadi pada simpang dan akan mengurangi tundaan yang terjadi pada simpang.
3. Merubah hambatan samping menjadi tidak ada

#### 4.4. Perhitungan Alternatif 1

##### 4.4.1. Fase Lalu Lintas Alternatif

Fase lalu lintas alternatif yang dijadikan sebagai solusi alternatif adalah 3 fase. Berikut adalah fase alternatif Simpang Kranggan, Bekasi :



**Gambar 4. 5** Fase Alternatif 1 Simpang Kranggan, Bekasi

Pembagian fase alternatif dan penyesuaian waktu siklus alternatif pada simpang Kranggan, Bekasi yaitu :

Fase 1 : A – B

Fase 2 : C – D

**Tabel 4. 22** Pembagian Fase Alternatif 1 dan Penyesuaian Waktu Siklus

Fase	Pendekat	Hijau	Merah	Kuning	Merah Semua	Siklus
1	A-B	56	126	3	1	186
2	C-D	126	56	3	1	186

Sumber : Hasil Survey

Fase 1 (U-S)	56	3	1	126
Fase 2 (B-T)	60			126

Waktu Siklus (c) = 186 detik

**Gambar 4. 6** Diagram Fase Alternatif 1 Lalu – Lintas Simpang Kranggan, Bekasi

Sumber : Hasil Analisis Perhitungan

#### 4.4.2. Arus Jenuh Dasar (So)

Perhitungan arus jenuh dasar berdasarkan rumus  $S_o = 600 \times W_e$

I. Jika  $W_{LTOR} \geq 2.0 \text{ m}$

Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.

$$\begin{aligned} W_e &= \text{Min} (W_A - W_{LTOR}) \\ &= \text{Min} W_{ENTRY} \end{aligned}$$

II. Jika  $W_{LTOR} < 2.0$  m

Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

$$\begin{aligned} W_e &= \text{Min. } W_A \\ &= \text{Min} (W_{ENTRY} + W_{LTOR}) \\ &= \text{Min} (W_a \times (1+P_{LTOR}) - W_{LTOR}) \end{aligned}$$

Perhitungan :

a. Arus jenuh pendekat A ( $W_{LTOR} < 2.0$  m)

$$W_e = 3,5 \text{ m}$$

$$S_o = 600 \times 3.5 = 2100 \text{ smp/jam}$$

b. Arus jenuh pendekat B ( $W_{LTOR} \geq 2.0$  m)

$$\begin{aligned} W_e &= W_A - W_{LTOR} \\ &= 8,5 \text{ m} - 3,5 \text{ m} \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S_o = 600 \times 5 = 3000 \text{ smp/jam}$$

c. Arus jenuh pendekat C  $W_{LTOR} \geq 2.0$  m

$$\begin{aligned} W_e &= W_A - W_{LTOR} \\ &= 12 \text{ m} - 4 \text{ m} \\ &= 8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S_o = 600 \times 8 = 4800 \text{ smp/jam}$$

d. Arus jenuh pendekat D  $WLTOR \geq 2.0$  m

$$W_e = W_A - WLTOR$$

$$= 12 \text{ m} - 4 \text{ m}$$

$$= 8 \text{ m}$$

$$S_o = 600 \times 8 = 4800 \text{ smp/jam}$$

**Tabel 4. 23** Arus Jenuh Dasar (So) Alternatif 1

Kode Pendekat	Lebar Pendekat (m)				We (m)	So (smp/jam)
	Pendekat	Masuk	Blk kiri-langsung	Keluar		
	WA	Wmasuk	WLTOR	Wkeluar		
A	3.5	3.5	0	12	3.5	2100
B	8.5	7.5	3.5	12	5	3000
C	12	12	4	3.5	8	4800
D	12	12	4	7.5	8	4800

#### 4.4.3. Arus Jenuh yang Disesuaikan (S)

Nilai Arus Jenuh yang disesuaikan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

a.  $F_{CS}$  : Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Nilai faktor koreksi ukuran kota menggunakan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Bekasi tahun 2018 bahwa jumlah penduduk Kota Bekasi adalah berjumlah 2,663 juta jiwa. Menurut MKJI 1997 tabel C-4:3, maka faktor penyesuaian kota adalah 1,00.

b.  $F_{SF}$  : Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Untuk mendapatkan nilai faktor koreksi hambatan samping pada suatu simpang dapat menggunakan tabel C-4:4 MKJI 1997. Faktor ini sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, dan rasio kendaraan tak bermotor yang ada. Pada simpang Kranggan untuk pendekatan Utara, Selatan, Timur, dan Barat adalah tipe lingkungan Komersial dan memiliki hambatan samping sedang.

c.  $F_G$  : Faktor Penyesuaian Kelandaian

Pada simpang Kranggan ini alinyemen vertikalnya datar, maka nilainya adalah nol (0), jika ditarik menggunakan tabel C-4:1 MKJI 1997 maka didapat nilai  $F_G$  adalah 1,0.

d.  $F_P$  : Faktor Penyesuaian Parkir

Faktor penyesuaian parkir dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$F_P = \frac{\left[ \frac{L_p}{3} - (we) \times \frac{\left( \frac{L_p}{3} - g \right)}{We} \right]}{g}$$

Dimana :

$L_p$  = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m) dibagi panjang lajur yang pendek

$Wa$  = Lebar pendekat (m)

$G$  = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 detik)

Menurut MKJI 1997, faktor penyesuaian ini digunakan untuk lajur belok kiri yang pendek, dan tidak perlu diterapkan jika lebar efektif ( $We$ ) ditentukan oleh lebar keluar, maka nilai  $F_p$  adalah 1,0

e.  $F_{RT}$  : Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan  $P_{RT}$  dan hasilnya dimasukkan ke dalam gambar C-4:3 MKJI 1997 Hal. 2-55

f.  $F_{LT}$  : Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri  $P_{LT}$  dan hasilnya dimasukkan ke dalam gambar C-4:4 MKJI 1997 Hal. 2-56.

**Tabel 4. 24** Perhitungan Arus Jenuh (S) Alternatif 1

	A	B	C	D
We	3.5	5	8	8
So	2100	3000	4800	4800
Fcs	1	1	1	1
Fsf	0.94	0.94	0.94	0.94
Fg	1	1	1	1
Fp	1	1	1	1

Fr <sub>t</sub>	1.01	1.11	1.02	1.01
Fl <sub>t</sub>	1.13	1.07	1.04	1
S	2252.93	3349.31	4786.33	4557.12

Sumber : Hasil Analisa

#### 4.4.4. Rasio Arus (FR) : Rasio Arus Simpang (IFR); & Rasio Fase (PR)

Nilai Rasio Arus (FR); Rasio Arus Simpang (IFR); & Rasio Fase (PR) dapat dihitung menggunakan rumus :

a. Rasio Arus

$$FR = \frac{Q}{S}$$

**Tabel 4. 25** Rasio Arus (FR) Alternatif 1

Pendekat	Fase	Arus Lalu Lintas (Q)	Arus Disesuaikan (S)	Rasio Arus / FR (Q/S)
A	1	399	2252.93	0.18
B	2	851	3349.31	0.25
C	3	2186	4786.33	0.46
D	4	1978	4557.12	0.43
IFR = $\sum$ FR crit				1.32

b. Rasio Arus Simpang

$$IFR = \sum FR \text{ crit}$$

IFR adalah jumlah dari rasio arus kritis (tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. IFR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$IFR = \sum FR \text{ crit}$$

FR crit = Nilai FR tertinggi pada masing – masing fase

$$IFR = 1.32$$

c. Rasio Fase (PR)

PR adalah rasio untuk kritis dibagi dengan rasio arus simpang. Nilai PR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR}$$

$$PR = \frac{0.4}{1.32}$$

$$PR = 0.35$$

#### 4.4.5. Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Untuk mendapatkan nilai kapasitas (C) dan derajat kejenuhan (DS) dapat menggunakan persamaan berikut :

##### a. Kapasitas (C)

Kapasitas (C) adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam hijau.

Persamaan untuk mendapatkan nilai C adalah sebagai berikut :

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Dimana :

C = Kapasitas dari masing – masing pendekat (smp/jam)

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

**Tabel 4. 26** Kapasitas (C) Alternatif 1

Pendekat	S	g	c	C (smp/jam)
A	2252.93	56	186	678.30
B	3349.31	56	186	1008.40
C	4786.33	126	186	3242.35
D	4557.12	126	186	3087.08

##### b. Derajat Kejenuhan (DS)

DS adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. DS dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DS = Q / C$$

Dimana :

Q = Arus total suatu pendekat

C = Kapasitas dari masing – masing pendekat (smp/jam)

**Tabel 4. 27** Derajat Kejenuhan (DS) Alternatif 1

Pendekat	Q	C	DS
A	399	678.30	0.59
B	851	1008.40	0.84
C	2186	3242.35	0.67
D	1978	3087.08	0.64

#### 4.4.6. Panjang Antrian (NQ)

Jumlah antrian smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) dan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (NQ2) dapat dihitung menggunakan rumus :

Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya :

Untuk  $DS > 0.5$

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0.5)}{c}} \right]$$

Untuk  $DS \leq 0.5$

$$NQ_1 = 0$$

**Tabel 4. 28** Nilai jumlah antrian yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ1) Alternatif 1

Pendekat	C	DS	NQ1
A	678.30	0.59	0.21
B	1008.40	0.84	2.14
C	3242.35	0.67	0.53
D	3087.08	0.64	0.39

Jumlah kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (NQ2) :

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Mencari nilai rasio hijau (GR) =  $g/c$

Dimana :







#### 4.4.8. Rasio Kendaraan Terhenti ( $P_{SV}$ ) = $NS_{Total}$

Rasio kendaraan terhenti ( $P_{SV}$ ) adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah suatu simpang.

$$\begin{aligned} P_{SV} &= NS_{Total} = \sum NSV / QT_{total} \\ &= 3622.14 / 5414 \\ &= 0.67 \text{ stop/smp} \end{aligned}$$

**Tabel 4. 34** Perhitungan untuk semua lengan Alternatif 1

Pendekat	NQTotal	Q	c	Ns	Nsv
A	17.73	399	186	0.88	353
B	43.34	851	186	0.99	839
C	67.58	2186	186	0.59	1300
D	58.62	1978	186	0.57	1130
QLTOR		792		$\sum NSV$	3622
Qtotal		5414		$NS_{Total}$	0.67

#### 4.4.9. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Tundaan pada suatu simpang dipengaruhi oleh 2 (dua) hal, yaitu :

b. Tundaan Lalu Lintas (DT)

$$DT = c \times A + [(NQ \times 3600) / C]$$

Perhitungan menggunakan contoh pendekat A pada jam puncak pagi,

$$\begin{aligned} A &= [0.5 \times (1 - GR)^2] / (1 - GR \times DS) \\ &= [0.5 \times (1 - 0.3)^2] / (1 - 0.3 \times 0.59) \\ &= 0.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DT &= c \times A + [(NQ \times 3600) / C] \\ &= 186 \times 0.3 + [(0.21 \times 3600) / 678.3] \\ &= 56.35 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

b. Tundaan Geometri (DGj)

Tundaan geometrik (DGj) yang terjadi akibat perlambatan atau akibat terhenti karena lampu merah. Tundaan geometrik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DGj = (1 - Psv) \times (Pt \times 6) + (Psv \times 4)$$

Dimana :

DGj = Tundaan geometrik rata – rata untuk pendekat (detik/smp)

Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

Pt = Rasio kendaraan pada pendekat

Sebagai contoh perhitungan untuk pendekat A adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} DGj &= (1 - Psv) \times (Pt \times 6) + (Psv \times 4) \\ &= (1 - 0.67) \times (0.5 \times 6) + (0.67 \times 4) \\ &= 3.66 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Nilai tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DGj) dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 35** Nilai DT dan DGj Alternatif 1

Pendekat	GR	DS	A	c	NQ1	C	DT	PT	DGJ
A	0.30	0.59	0.30	186	0.21	678.30	56.35	0.50	3.66
B	0.30	0.84	0.33	186	2.14	1008.40	68.56	0.26	3.18
C	0.68	0.67	0.10	186	0.53	3242.35	18.40	0.15	2.98
D	0.68	0.64	0.09	186	0.39	3087.08	17.55	0.02	2.72

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai tundaan (D) simpang adalah sebagai berikut :

$$D = DT + DGj$$

Berikut contoh perhitungan untuk pendekat A :

$$\begin{aligned} D &= DT + DGj \\ &= 56.35 + 3.66 \end{aligned}$$

$$= 60.01$$

c. Tundaan total menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Tundaan total} = D \times Q$$

$$= 60.01 \times 399$$

$$= 23949.49 \text{ detik (pendekat A)}$$

Nilai tundaan total untuk semua pendekat adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 36** Nilai tundaan total untuk semua pendekat Alternatif 1

Pendekat	Q	DT	Dgj	D	D x Q
U	399	56.35	3.66	60.01	23949
S	851	68.56	3.18	71.75	61056
T	2186	18.40	2.98	21.39	46747
B	1978	17.55	2.72	20.27	40084
QLTOR	792			$\Sigma D \times Q$	171836
QTOT	5414				

d. Tundaan Rata – rata (DI)

Tundaan rata – rata untuk seluruh pendekat pada periode pagi (DI) dengan membagi jumlah tundaan total dengan arus total (Qtot) seperti persamaan berikut ini :

$$DI = \sum (Q \times Dj) / Q_{tot}$$

Dimana :

$$DI = \text{Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (det/smp)}$$

$$Q = \text{Arus lalu lintas (smp/jam)}$$

$$Dj = \text{Tundaan rata-rata (det/smp)}$$

$$Q_{tot} = \text{Arus lalu lintas total (smp/jam)}$$

$$DI = \sum (Q \times Dj) / Q_{tot}$$

$$= 298570 / 5414$$

$$= 32 \text{ det/smp}$$

**Tabel 4. 37** Kinerja Simpang Kranggan Pagi dengan Alternatif 1

Pendekat		A	B	C	D
Waktu hijau (det)	<b>g</b>	56	56	126	126
Arus Lalu Lintas (smp/jam)	<b>Q</b>	399	851	2186	1978
Kapasitas (smp/jam)	<b>C</b>	678.30	1008.40	3242.35	3087.08
Derajat Kejenuhan	<b>DS</b>	0.59	0.84	0.67	0.64
Rasio Hijau	<b>GR</b>	0.30	0.30	0.68	0.68
Kendaraan Henti	<b>NQ</b>	20	48	75	65
Panjang antrian (m)	<b>QL</b>	115.71	128.51	124.40	108.10
Angka Henti (stop/smp)	<b>NS</b>	0.88	0.99	0.59	0.57
Jumlah Kend. Henti (smp/jam)	<b>NSV</b>	352.74	839.48	1300.13	1129.79
Tundaan rata-rata (det/smp)	<b>D</b>	60.01	71.75	21.39	20.27
Tundaan total (det)	<b>(DxQ)</b>	23949	61056	46747	40084
Tundaan simpang rata-rata (det)	<b>DI</b>	32			
Tingkat Pelayanan	<b>LOS</b>	D			

4.4.10. Tingkat Pelayanan Simpang (LOS)

Tabel 4. 38 Tingkat Pelayanan Simpang dengan Alternatif 1

Tingkat Pelayanan	Tundaan per Kendaraan (D)	Jam Sibuk Pagi
A	≤5.0	32
B	5.1 – 15.0	
C	15.1 – 25.0	
D	25.1 – 40.0	
E	40.1 – 60.0	
F	≥60.0	

4.5. Perhitungan Alternatif 2

Dengan menerapkan solusi tersebut, diharapkan konflik berkurang sehingga tundaan yang terjadi akan menurun. Berikut adalah gambaran jika upaya menggunakan pagar pembatas yang dilakukan pada simpang.

Tabel 4. 39 Data Volume Lalu Lintas Alternatif 2

Kode Pendekat	Arah	Arus Lalu lintas Kendaraan Bermotor (MV)												Kendaraan Tak Bermotor				
		Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Kendaraan Motor (MC)			Kendaraan Total MV Bermotor		Rasio Berbelok		Arus (UM)	Rasio UM/MV		
		emp terlindung	=	1	emp terlindung	=	1.3	emp terlindung	=	0.2								
		emp terlawan	=	1	emp terlawan	=	1.3	emp terlawan	=	0.4								
Kend/jam		smp/jam		Kend/jam		smp/jam		Kend/jam		smp/jam		Kend/jam	Terlindung	Terlawan	Rms	Rms	Kend/jam	Rms
Kamis Pagi																		
A	LT/LTOR	142	142	0	6	8	0	240	48	0	388	198	0	0.50			0	
	ST	53	53	0	13	17	0	551	110.2	0	617	180	0				1	
	RT	5	5	0	0	0	0	81	16.2	0	86	21	0				0.05	0
	Total	200	200	0	19	24.7	0	872	174.4	0	1091	399.1	0				1	0.003
B	LT/LTOR	163	163	0	13	17	0	188	37.6	0	364	218	0	0.26			1	
	ST	149	149	0	13	17	0	498	99.6	0	660	266	0				1	
	RT	259	259	0	24	31	0	389	77.8	0	672	368	0				0.43	3
	Total	571	571	0	50	65	0	1075	215	0	1696	851	0				5	0.006
C	LT/LTOR	189	189	0	28	36	0	557	111.4	0	774	337	0	0.15			3	
	ST	1084	1084	0	270	351	0	1229	245.8	0	2583	1681	0				3	
	RT	124	124	0	8	10	0	169	33.8	0	301	168	0				0.08	0
	Total	1397	1397	0	306	397.8	0	1955	391	0	3658	2185.8	0				6	0.003
D	LT/LTOR	19	19	0	0	0	0	104	20.8	0	123	40	0	0.02			1	
	ST	1268	1268	0	166	216	0	1742	348.4	0	3176	1832	0				3	
	RT	55	0	0	6	0	0	214	0	0	275	0	0				0.00	0
	Total	1342	1287	0	172	215.8	0	2060	369.2	0	3574	1872	0				4	0.002

Sumber : Hasil Survey

4.5.1. Rasio Arus (FR) : Rasio Arus Simpang (IFR); & Rasio Fase (PR)

Nilai Rasio Arus (FR); Rasio Arus Simpang (IFR); & Rasio Fase (PR) dapat dihitung menggunakan rumus :

a. Rasio Arus

$$FR = \frac{Q}{S}$$

**Tabel 4. 40** Rasio Arus (FR) Alternatif 2

Pendekat	Fase	Arus Lalu Lintas (Q)	Arus Disesuaikan (S)	Rasio Arus / FR (Q/S)
A	1	399	2252.93	0.18
B	2	851	3349.31	0.25
C	3	2186	4786.33	0.46
D	4	1872	4557.12	0.41
IFR = $\sum$ FR crit				1.30

## b. Rasio Arus Simpang

$$\text{IFR} = \sum \text{FR crit}$$

IFR adalah jumlah dari rasio arus kritis (tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. IFR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{IFR} = \sum \text{FR crit}$$

$$\text{FR crit} = \text{Nilai FR tertinggi pada masing – masing fase}$$

$$\text{IFR} = 1.30$$

## c. Rasio Fase (PR)

PR adalah rasio untuk kritis dibagi dengan rasio arus simpang. Nilai PR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{PR} = \frac{\text{FRcrit}}{\text{IFR}}$$

$$\text{PR} = \frac{0.46}{1.30}$$

$$\text{PR} = 0.35$$

**4.5.2. Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)**

Untuk mendapatkan nilai kapasitas (C) dan derajat kejenuhan (DS) dapat menggunakan persamaan berikut :

## a. Kapasitas (C)



Kapasitas (C) adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam hijau.

Persamaan untuk mendapatkan nilai C adalah sebagai berikut :

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Dimana :

C = Kapasitas dari masing – masing pendekat (smp/jam)

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

**Tabel 4. 41** Kapasitas (C) Alternatif 2

Pendekat	S	g	c	C (smp/jam)
A	2252.93	56	186	678.30
B	3349.31	56	186	1008.40
C	4786.33	126	186	3242.35
D	4557.12	98	186	2401.06

b. Derajat Kejenuhan (DS)

DS adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. DS dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DS = Q / C$$

Dimana :

Q = Arus total suatu pendekat

C = Kapasitas dari masing – masing pendekat (smp/jam)

**Tabel 4. 42** Derajat Kejenuhan (DS) Alternatif 2

Pendekat	Q	C	DS
A	399	678.30	0.59
B	851	1008.40	0.84
C	2186	3242.35	0.67
D	1872	2401.06	0.78

**4.5.3. Panjang Antrian (NQ)**

Jumlah antrian smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ<sub>1</sub>) dan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (NQ<sub>2</sub>) dapat dihitung menggunakan rumus :

Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya :

Untuk DS > 0.5

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0.5)}{c}} \right]$$

Untuk DS ≤ 0.5

$$NQ_1 = 0$$

**Tabel 4. 43** Nilai jumlah antrian yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ<sub>1</sub>) Alternatif 2

Pendekat	C	DS	NQ1
A	678.30	0.59	0.21
B	1008.40	0.84	2.14
C	3242.35	0.67	0.53
D	2401.06	0.78	1.26

Jumlah kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (NQ<sub>2</sub>) :

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Mencari nilai rasio hijau (GR) = g/c

Dimana :

g = waktu hijau pendekat

c = waktu siklus

Maka nilai NQ<sub>2</sub> adalah

**Tabel 4. 44** Nilai jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ<sub>2</sub>) Alternatif 2

Pendekat	C	DS	NQ1	GR	c	NQ2
A	678.30	0.59	0.21	0.30	186	17.51
B	1008.40	0.84	2.14	0.30	186	41.20
C	3242.35	0.67	0.53	0.68	186	67.05
D	2401.06	0.78	1.26	0.53	186	77.66

Dan dapat dihitung jumlah kendaraan antri dengan rumus sebagai berikut :

$$NQ_{Total} = NQ_1 + NQ_2$$

**Tabel 4. 45** Nilai kendaraan antri ( $NQ_{Total}$ ) Alternatif 2

Pendekat	$NQ_1$	$NQ_2$	$NQ_{Total}$ (smp)
A	0.21	17.51	17.73
B	2.14	41.20	43.34
C	0.53	67.05	67.58
D	1.26	77.66	78.93

$Nq_{max}$  didapat dari grafik dan diplot untuk masing – masing panjang antrian tiap pendekat simpang dengan peluang untuk pembebanan lebih  $P_{OL}$  10%



**Gambar 4. 8** Grafik  $NQ_{Total}$  dan  $NQ_{Max}$  eksisting

- $NQ_{TOT} = 17.73$                        $NQ_{MAX} = 20$
- $NQ_{TOT} = 43.34$                        $NQ_{MAX} = 63$
- $NQ_{TOT} = 67.58$                        $NQ_{MAX} = 80$
- $NQ_{TOT} = 78.93$                        $NQ_{MAX} = 93$

Panjang antrian pada jam puncak Kamis pagi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

**Tabel 4. 46** Nilai Panjang Antrian (QL) Alternatif 2

Pendekat	QTotal	Pol (%)	NQmax	Jarak	W masuk	QL
A	17.73	10	20	20	3.5	115.71
B	43.34	10	48	20	7.5	128.51
C	67.58	10	75	20	12	124.40
D	78.93	10	87	20	12	145.02

**4.5.4. Angka Kendaraan Terhenti (Ns)**

Angka henti (NS) adalah jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian).

$$NS = 0.9 \times (NQ / Q \times c) \times 3600$$

**Tabel 4. 47** Angka Kendaraan Terhenti (NS) Alternatif 2

Pendekat	NS
A	0.88
B	0.99
C	0.59
D	0.81

Sedangkan jumlah kendaraan terhenti ( $N_{sv}$ ) dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$N_{sv} = Q \times NS$$

**Tabel 4. 48** Jumlah Kendaraan Terhenti ( $N_{sv}$ ) Alternatif 2

Pendekat	$N_{sv}$ (smp/jam)
A	352.74
B	839.48
C	1300.13
D	1515.66

**4.5.5. Rasio Kendaraan Terhenti ( $P_{sv}$ ) =  $NS_{Total}$** 

Rasio kendaraan terhenti ( $P_{sv}$ ) adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah suatu simpang.

$$P_{sv} = NS_{Total} = \sum NSV / Q_{Total}$$

$$= 4008.01 / 5308$$

$$= 0.76 \text{ stop/smp}$$

**Tabel 4. 49** Perhitungan Untuk Semua Lengan Alternatif 2

Pendekat	NQTotal	Q	c	Ns	Nsv
A	17.73	399	186	0.88	353
B	43.34	851	186	0.99	839
C	67.58	2186	186	0.59	1300
D	78.93	1872	186	0.81	1516
QLTOR		792	Σ NSV		4008
Qtotal		5308	NSTotal		3.27

#### 4.5.6. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Tundaan pada suatu simpang dipengaruhi oleh 2 (dua) hal, yaitu :

a. Tundaan Lalu Lintas (DT)

$$DT = c \times A + [(NQ \times 3600) / C]$$

Perhitungan menggunakan contoh pendekat A pada jam puncak pagi,

$$\begin{aligned} A &= [0.5 \times (1 - GR)^2] / (1 - GR \times DS) \\ &= [0.5 \times (1 - 0.3)^2] / (1 - 0.3 \times 0.59) \\ &= 0.30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DT &= c \times A + [(NQ \times 3600) / C] \\ &= 186 \times 0.3 + [(0.21 \times 3600) / 678.3] \\ &= 56.35 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

b. Tundaan Geometri (DGj)

Tundaan geometrik (DGj) yang terjadi akibat perlambatan atau akibat terhenti karena lampu merah. Tundaan geometrik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DGj = (1 - Psv) \times (P \times 6) + (Psv \times 4)$$

Dimana :

DGj = Tundaan geometrik rata – rata untuk pendekat (detik/smp)

Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

Pt = Rasio kendaraan pada pendekat

Sebagai contoh perhitungan untuk pendekat A adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 DGj &= (1 - Psv) \times (Pt \times 6) + (Psv \times 4) \\
 &= (1 - 0.76) \times (0.5 \times 6) + (0.76 \times 4) \\
 &= 3.75 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

Nilai tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DGj) dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 50** Nilai DT dan DGj Alternatif 2

Pendekat	GR	DS	A	c	NQ1	C	DT	PT	DGJ
A	0.30	0.59	0.30	186	0.21	678.30	56.35	0.50	3.75
B	0.30	0.84	0.33	186	2.14	1008.40	68.56	0.26	3.40
C	0.68	0.67	0.10	186	0.53	3242.35	18.40	0.15	3.25
D	0.53	0.78	0.19	186	1.26	2401.06	37.22	0.02	3.05

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai tundaan (D) simpang adalah sebagai berikut :

$$D = DT + DGj$$

Berikut contoh perhitungan untuk pendekat A :

$$\begin{aligned}
 D &= DT + DGj \\
 &= 56.35 + 3.75 \\
 &= 60.10
 \end{aligned}$$

c. Tundaan total menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Tundaan total} &= D \times Q \\
 &= 60.10 \times 399 \\
 &= 23985 \text{ detik (pendekat A)}
 \end{aligned}$$

Nilai tundaan total untuk semua pendekat adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 51** Nilai Tundaan Total Untuk Semua Pendekat Alternatif 2

Pendekat	Q	DT	Dgj	D	D x Q
A	399	56.35	3.75	60.10	23985
B	851	68.56	3.40	71.96	61237
C	2186	18.40	3.25	21.65	47325
D	1872	37.22	3.05	40.28	75397
QLTOR	792			$\Sigma D \times Q$	207943
QTOT	5308				

d. Tundaan Rata – rata (DI)

Tundaan rata – rata untuk seluruh pendekat pada periode pagi (DI) dengan membagi jumlah tundaan total dengan arus total (Qtot) seperti persamaan berikut ini :

$$DI = \sum (Q \times D_j) / Q_{tot}$$

Dimana :

DI = Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (det/smp)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Dj = Tundaan rata-rata (det/smp)

Qtot = Arus lalu lintas total (smp/jam)

$$DI = \sum (Q \times D) / Q_{tot}$$

$$= 207943 / 5308$$

$$= 39 \text{ det/smp}$$

**Tabel 4. 52** Kinerja Simpang Kranggan Pagi dengan Alternatif 2

Pendekat		A	B	C	D
Waktu hijau (det)	<b>g</b>	56	56	126	98
Arus Lalu Lintas (smp/jam)	<b>Q</b>	399	851	2186	1872
Kapasitas (smp/jam)	<b>C</b>	678.30	1008.40	3242.35	2401.06
Derajat Kejenuhan	<b>DS</b>	0.59	0.84	0.67	0.78
Rasio Hijau	<b>GR</b>	0.30	0.30	0.68	0.53
Kendaraan Henti	<b>NQ</b>	20	48	75	87
Panjang antrian (m)	<b>QL</b>	115.71	128.51	124.40	145.02
Angka Henti (stop/smp)	<b>NS</b>	0.88	0.99	0.59	0.81

Jumlah Kend. Henti (smp/jam)	NSV	352.74	839.48	1300.13	1515.66
Tundaan rata-rata (det/smp)	D	60.10	71.96	21.65	40.28
Tundaan total (det)	(DxQ)	23985	61237	47325	75397
Tundaan simpang rata-rata (det)	DI	39			
Tingkat Pelayanan	LOS	D			

#### 4.5.7. Tingkat Pelayanan Simpang (LOS)

**Tabel 4. 53** Tingkat Pelayanan Simpang (LOS) dengan Alternatif 2

Tingkat Pelayanan	Tundaan per Kendaraan (D)	Jam Sibuk Pagi
A	$\leq 5.0$	39
B	5.1 – 15.0	
C	15.1 – 25.0	
D	25.1 – 40.0	
E	40.1 – 60.0	
F	$\geq 60.0$	

#### 4.6. Perhitungan Alternatif 3

Mengubah hambatan samping menjadi tidak ada

##### 4.6.1. Arus Jenuh yang Disesuaikan (S)

Berdasarkan tabel di bawah ini, besarnya arus jenuh berubah dikarenakan nilai hambatan samping yang berubah menjadi bernilai 1. Maka didapatkan nilai S sebagai berikut :

**Tabel 4. 54** Perhitungan Arus Jenuh (S) dengan Alternatif 3

	A	B	C	D
We	3.5	5	8	8
So	2100	3000	4800	4800
Fcs	1	1	1	1
Fsf	1	1	1	1
Fg	1	1	1	1
Fp	1	1	1	1
Frt	1.01	1.11	1.02	1.01
Flt	1.13	1.07	1.04	1
S	2396.73 smp/jam hijau	3563.10 smp/jam hijau	5091.84 smp/jam hijau	4848.00 smp/jam hijau



#### 4.6.2. Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Untuk mendapatkan nilai kapasitas (C) dan derajat kejenuhan (DS) dapat menggunakan persamaan berikut :

##### a. Kapasitas (C)

Kapasitas (C) adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam hijau.

Persamaan untuk mendapatkan nilai C adalah sebagai berikut :

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Dimana :

C = Kapasitas dari masing – masing pendekat (smp/jam)

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

**Tabel 4. 55** Kapasitas (C) Alternatif 3

Pendekat	S	g	c	C (smp/jam)
A	2396.73	56	186	721.60
B	3563.10	56	186	1072.76
C	5091.84	126	186	3449.31
D	4848.00	98	186	2554.32

##### b. Derajat Kejenuhan (DS)

DS adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. DS dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DS = Q / C$$

Dimana :

Q = Arus total suatu pendekat

C = Kapasitas dari masing – masing pendekat (smp/jam)

**Tabel 4. 56** Derajat Kejenuhan (DS) Alternatif 3

Pendekat	Q	C	DS
A	399	721.60	0.55
B	851	858.21	0.99
C	2186	3449.31	0.63
D	1978	2554.32	0.77

#### 4.6.3. Panjang Antrian (NQ)

Jumlah antrian smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ) dan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah ( $NQ_2$ ) dapat dihitung menggunakan rumus :

Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya :

Untuk  $DS > 0.5$

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0.5)}{c}} \right]$$

Untuk  $DS \leq 0.5$

$$NQ_1 = 0$$

**Tabel 4. 57** Nilai jumlah antrian yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ) Alternatif 3

Pendekat	C	DS	NQ1
A	721.60	0.55	0.12
B	858.21	0.99	12.83
C	3449.31	0.63	0.36
D	2554.32	0.77	1.21

Jumlah kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah ( $NQ_2$ ) :

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Mencari nilai rasio hijau (GR) =  $g/c$

Dimana :

$g$  = waktu hijau pendekat

$c$  = waktu siklus





**4.6.5. Rasio Kendaraan Terhenti (P<sub>SV</sub>) = NS<sub>Total</sub>**

Rasio kendaraan terhenti (P<sub>SV</sub>) adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah suatu simpang.

$$\begin{aligned}
 P_{SV} &= \frac{NS_{Total}}{Q_{Total}} = \sum NSV / Q_{Total} \\
 &= 3982.43 / 5414 \\
 &= 0.74 \text{ stop/smp}
 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 63** Perhitungan Untuk Semua Lengan Alternatif 3

Pendekat	NQ <sub>Total</sub>	Q	c	N <sub>s</sub>	N <sub>sv</sub>
A	17.41	399	186	0.87	347
B	41.77	851	186	0.95	810
C	64.20	2186	186	0.57	1236
D	82.86	1978	186	0.80	1590
QLTOR		792		∑ NSV	3982
Q <sub>total</sub>		5414		NS <sub>Total</sub>	0.74

**4.6.6. Tundaan**

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Tundaan pada suatu simpang dipengaruhi oleh 2 (dua) hal, yaitu :

c. Tundaan Lalu Lintas (DT)

$$DT = c \times A + [(NQ \times 3600) / C]$$

Perhitungan menggunakan contoh pendekat A pada jam puncak pagi,

$$\begin{aligned}
 A &= [0.5 \times (1 - GR)^2] / (1 - GR \times DS) \\
 &= [0.5 \times (1 - 0.3)^2] / (1 - 0.3 \times 0.55) \\
 &= 0.29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DT &= c \times A + [(NQ \times 3600) / C] \\
 &= 186 \times 0.29 + [(0.12 \times 3600) / 721.6] \\
 &= 55.10 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

b. Tundaan Geometri (DGj)

Tundaan geometrik (DGj) yang terjadi akibat perlambatan atau akibat terhenti karena lampu merah. Tundaan geometrik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DGj = (1 - Psv) \times (Pt \times 6) + (Psv \times 4)$$

Dimana :

DGj = Tundaan geometrik rata – rata untuk pendekat (detik/smp)

Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

Pt = Rasio kendaraan pada pendekat

Sebagai contoh perhitungan untuk pendekat A adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} DGj &= (1 - Psv) \times (Pt \times 6) + (Psv \times 4) \\ &= (1 - 0.74) \times (0.5 \times 6) + (0.74 \times 4) \\ &= 3.73 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Nilai tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DGj) dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 64** Nilai DT dan DGj Alternatif 3

Pendekat	GR	DS	A	c	NQ1	C	DT	PT	DGJ
A	0.30	0.55	0.29	186	0.12	721.60	55.10	0.50	3.73
B	0.30	0.79	0.32	186	1.40	1072.76	64.39	0.26	3.35
C	0.68	0.63	0.09	186	0.36	3449.31	17.34	0.15	3.19
D	0.53	0.77	0.19	186	1.21	2554.32	36.86	0.02	2.97

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai tundaan (D) simpang adalah sebagai berikut :

$$D = DT + DGj$$

Berikut contoh perhitungan untuk pendekat A :

$$\begin{aligned} D &= DT + DGj \\ &= 55.10 + 3.73 \end{aligned}$$

$$= 58.83$$

c. Tundaan total menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Tundaan total} = D \times Q$$

$$= 58.83 \times 399$$

$$= 23478 \text{ detik (pendekat A)}$$

Nilai tundaan total untuk semua pendekat adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 65** Nilai Tundaan Total Untuk Semua Pendekat Alternatif 3

Pendekat	Q	DT	Dgj	D	D x Q
A	399	55.10	3.73	58.83	23478
B	851	64.39	3.35	67.73	57642
C	2186	17.34	3.19	20.52	44861
D	1978	36.86	2.97	39.84	78785
QLTOR	792			$\sum D \times Q$	204766
QTOT	5414				

d. Tundaan Rata – rata (DI)

Tundaan rata – rata untuk seluruh pendekat pada periode pagi (DI) dengan membagi jumlah tundaan total dengan arus total (Qtot) seperti persamaan berikut ini :

$$DI = \sum (Q \times Dj) / Qtot$$

Dimana :

$$DI = \text{Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (det/smp)}$$

$$Q = \text{Arus lalu lintas (smp/jam)}$$

$$Dj = \text{Tundaan rata-rata (det/smp)}$$

$$Qtot = \text{Arus lalu lintas total (smp/jam)}$$

$$DI = \sum (Q \times D) / Qtot$$

$$= 204766 / 5414$$

$$= 38 \text{ det/smp}$$

**Tabel 4. 66** Kinerja Simpang Kranggan Pagi dengan Alternatif 3

Pendekat		A	B	C	D
Waktu hijau (det)	56	56	126	98	98
Arus Lalu Lintas (smp/jam)	399	851	2186	1978	1978
Kapasitas (smp/jam)	721.60	1072.76	3449.31	2554.32	2554.32
Derajat Kejenuhan	0.55	0.79	0.63	0.77	0.77
Rasio Hijau	0.30	0.30	0.68	0.53	0.53
Kendaraan Henti	20	46	71	91	91
Panjang antrian (m)	113.72	206.58	118.23	152.16	152.16
Angka Henti (stop/smp)	0.87	0.95	0.57	0.80	0.80
Jumlah Kend. Henti (smp/jam)	346.68	809.67	1235.75	1590.35	1590.35
Tundaan rata-rata (det/smp)	58.83	67.73	20.52	39.84	40.04
Tundaan total (det)	23478	57642	44861	78785	79185
Tundaan simpang rata-rata (det)	<b>DI</b>	38			
Tingkat Pelayanan	<b>LOS</b>	D			

#### 4.6.7. Tingkat Pelayanan Simpang (LOS)

**Tabel 4. 67** Tingkat Pelayanan Simpang (LOS) dengan Alternatif 3

Tingkat Pelayanan	Tundaan per Kendaraan (D)	Jam Sibuk Pagi
A	≤5.0	38
B	5.1 – 15.0	
C	15.1 – 25.0	
D	25.1 – 40.0	
E	40.1 – 60.0	
F	≥60.0	

#### 4.7. Analisa Ruas Jalan

Untuk pengamatan dilakukan di ruas jalan Alternatif Cibubur tepatnya 500 m dari simpang Kranggan. Untuk tempat pengamatannya ada 2 pos yaitu POS 1 ada di 200 m dari simpang Kranggan yang ke arah Jakarta, kemudian Pos 2 ada di 200 m dari simpang Kranggan ke arah Cileungsi.

Untuk waktu pengamatan survey dilakukan 3 hari yaitu (Selasa, Kamis, dan Sabtu) diambil pada jam :

- Pagi : 07.00 – 09.00
- Siang : 12.00 – 14.00



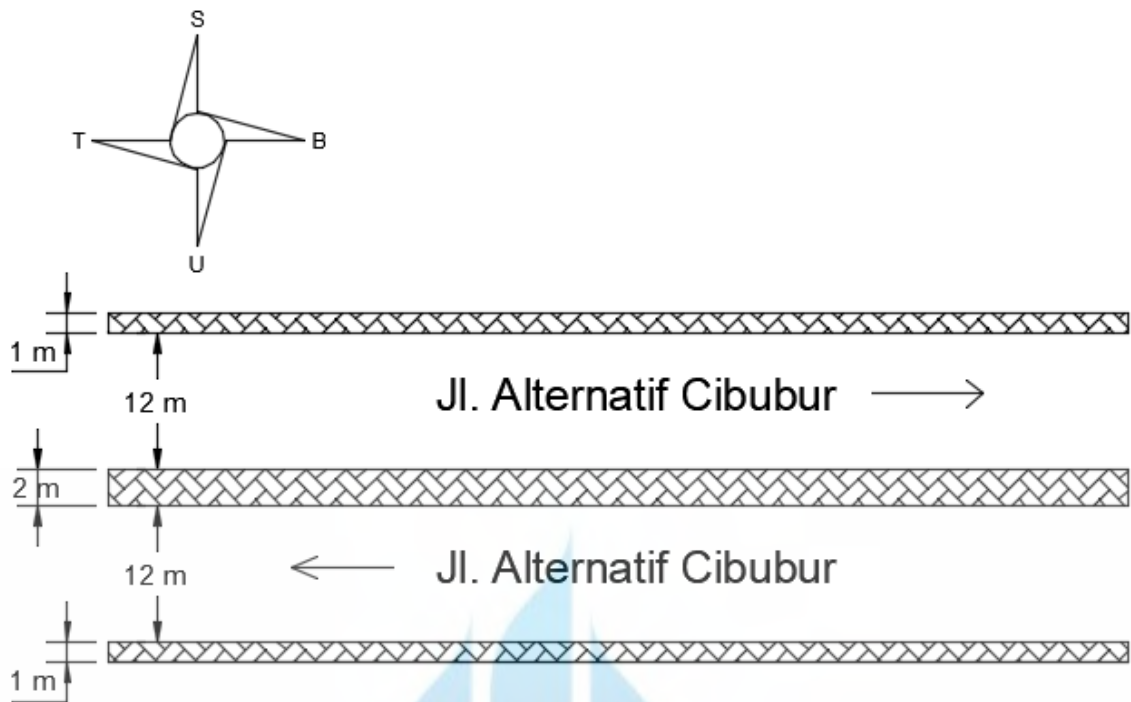
- Sore : 18.00 – 20.00

Namun sebagai contoh perhitungan diambil hasil yang lalu lintas paling padat yaitu Pos 2 Kamis pagi.

#### 4.7.1. Kondisi Geometrik Jalan

Kondisi geometrik dan fasilitas jalan untuk pos II Kamis pagi adalah

- Lebar jalur sisi A = 12 m
- Lebar jalur sisi B = 12 m
- Bahu Jalan = Tidak Ada
- Lebar pemisah arah/median = 2 m
- Tipe Jalan = 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D)
- Trotoar = Ada
- Drainase = Ada (Tertutup)
- Marka Jalan = Ada
- Rambu Lalu – Lintas = Ada
- Ukuran Kota = > 3 juta penduduk
- Tipe Daerah = Daerah permukiman dan komersil



**Gambar 4. 10** Geometri Ruas Jalan Alternatif Cibubur  
(Sumber : Peneliti 2018)

**4.7.2. Perhitungan Volume Lalu Lintas**

Sebagai contoh perhitungan volume lalu lintas dipilih data yang menggambarkan kondisi lalu lintas maksimal, sesuai dengan kondisi tersebut pada pos II (ruas jalan Alternatif Cibubur, Bekasi) yaitu hari Kamis pada pukul 07.00-09.00 WIB. Hasil data pengamatan volume lalu lintas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4. 68** Data Volume Lalu Lintas pos 2 Jl. Alternatif Cibubur (B-T)

Pagi Jam	Kendaraan			Total Kend/jam	Smp			Total smp/jam
	LV	HV	MC		LV	HV	MC	
07.00 - 07.15	396	30	563	989	396	36	140.75	572.75
07.15 - 07.30	310	25	455	790	310	30	113.75	453.75
07.30 - 07.45	337	25	449	811	337	30	112.25	479.25
07.45 - 08.00	301	39	313	653	301	46.8	78.25	426.05
08.00 - 08.15	291	43	457	791	291	51.6	114.25	456.85
08.15 - 08.30	297	60	513	870	297	72	128.25	497.25
08.30 - 08.45	281	57	389	727	281	68.4	97.25	446.65
08.45 - 09.00	322	53	345	720	322	63.6	86.25	471.85

**Tabel 4. 69** Data Volume Lalu Lintas pos 2 Jl. Alternatif Cibubur (T-B)

Pagi Jam	Kendaraan			Total Kend/jam	Smp			Total smp/jam
	LV	HV	MC		LV 1	HV 1.2	MC 0.25	
07.00 - 07.15	355	63	517	935	355	75.6	129.25	559.85
07.15 - 07.30	290	38	365	693	290	45.6	91.25	426.85
07.30 - 07.45	327	92	449	868	327	110.4	112.25	549.65
07.45 - 08.00	246	73	290	609	246	87.6	72.5	406.1
08.00 - 08.15	291	89	283	663	291	106.8	70.75	468.55
08.15 - 08.30	291	74	249	614	291	88.8	62.25	442.05
08.30 - 08.45	179	57	138	374	179	68.4	34.5	281.9
08.45 - 09.00	198	53	167	418	198	63.6	41.75	303.35

#### 4.7.3. Data Hambatan Samping

**Tabel 4. 70** Hambatan Samping Periode Pagi, 07.00-09.00 WIB, Per 200 m arah Timur

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian		Frekuensi Berbobot
Pejalan kaki	PED	0.5	79	/jam, 200 m	39.5
Parkir, Kendaraan Berhenti	PSV	1	63	/jam, 200 m	63
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0.7	104	/jam, 200 m	72.8
Kendaraan lambat	SMV	0.4	54	/jam, 200 m	21.6
Total			300		196.9

**Tabel 4. 71** Hambatan Samping Periode Pagi, 07.00-09.00 WIB, Per 200 m arah Barat

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian		Frekuensi Berbobot
Pejalan kaki	PED	0.5	29	/jam, 200 m	14.5
Parkir, Kendaraan Berhenti	PSV	1	43	/jam, 200 m	43
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0.7	64	/jam, 200 m	44.8
Kendaraan lambat	SMV	0.4	23	/jam, 200 m	9.2
Total			159		111.5

Berdasarkan hasil survey pada hari Kamis 8 Maret 2018 dan mengacu pada tabel A-4:1 MKJI 1997, maka kelas hambatan samping untuk Jl. Alternatif Cibubur ini adalah L untuk arah Barat dan Timur

#### 4.7.4. Perhitungan Kecepatan Arus Bebas (Fv)

Kecepatan Arus Bebas kendaraan menurut MKJI 1997 dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut ini :

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Dimana :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV<sub>O</sub> = Kecepatan Arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)

FV<sub>W</sub> = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam) (penjumlahan)

FFV<sub>SF</sub> = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping (perkalian)

FFV<sub>CS</sub> = Faktor penyesuaian ukuran kota (perkalian)

Untuk memperoleh besaran nilai faktor – faktor penyesuaian tersebut adalah sebagai berikut :

a. Kecepatan Arus Bebas Dasar (FVo)

Berdasarkan data dari lapangan tipe jalan Alternatif Cibubur termasuk dalam jenis enam lajur dua arah terbagi (6/2 D)

Dari Tabel B-1:1 MKJI 1997 Kecepatan Arus Bebas Dasar diperoleh :

Kendaraan Ringan (LV) = 61 km/jam

Kendaraan Berat (HV) = 52 km/jam

Sepeda Motor (MC) = 48 km/jam

Semua Kendaraan (rata-rata) = 57 km/jam

b. Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (FV<sub>W</sub>)

Untuk jalan dua arah faktor penyesuaian diambil dari tabel B-2:1 MKJI 1997, maka untuk lebar jalur Jalan Alternatif Cibubur adalah 3.75 m, masing-masing dibulatkan, diperoleh:

Faktor penyesuaian lebar per lajur lalu lintas = 2 km/jam

c. Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping ( $FFV_{SF}$ )

Berdasarkan tipe jalan, jalan enam lajur dua arah terbagi dengan kereb  $\leq 1,5$  m, untuk ruas jalan barat dan timur merupakan kelas hambatan samping dengan frekuensi rendah, maka dari Tabel B-3:2 MKJI 1997 diperoleh faktor penyesuaian arus bebas untuk hambatan samping sebagai berikut :

Faktor penyesuaian untuk hambatan samping arah barat dan timur = 0,98

d. Faktor penyesuaian ukuran kota ( $FFV_{CS}$ )

Jalan Alternatif Cibubur termasuk dalam wilayah kota Bekasi dengan jumlah penduduk lebih dari > 3 juta jiwa, maka diperoleh :

Faktor penyesuaian sebesar = 1,03

Setelah memperoleh nilai faktor-faktor tersebut, masing-masing faktor dimasukkan kedalam persamaan perhitungan Kecepatan Arus Bebas, sehingga diperoleh :

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Maka kecepatan Arus Bebas untuk arah barat dan timur adalah sebagai berikut :

- Untuk Kendaraan Ringan (LV)

$$FV = (61 + (2)) \times 0,98 \times 1,03 = 63.59 \text{ km/jam}$$

- Untuk Kendaraan Berat (HV)

$$FV = (52 + (2)) \times 0,98 \times 1,03 = 54.51 \text{ km/jam}$$

- Untuk Sepeda Motor (MC)

$$FV = (48 + (2)) \times 0,98 \times 1,03 = 50.47 \text{ km/jam}$$

- Untuk semua kendaraan (rata-rata)

$$FV = (57 + (2)) \times 0,98 \times 1,03 = 59.55 \text{ km/jam}$$

#### 4.7.5. Perhitungan Kapasitas Jalan Perkotaan

$$C = C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Dimana :

$C_O$  = kapasitas dasar (smp/jam)

$FC_{SP}$  = faktor penyesuaian pemisah arah

$FC_W$  = faktor penyesuaian lebar jalur

$FC_{SF}$  = faktor penyesuaian hambatan samping

$FC_{CS}$  = faktor penyesuaian ukuran kota

a. Kapasitas Dasar ( $C_O$ )

Kapasitas dasar ditentukan berdasarkan jenis jalan, untuk jenis jalan enam lajur dua arah terbagi, kapasitas dasar = 1650 smp/jam (Tabel C-1:1 MKJI 1997).

b. Faktor koreksi kapasitas akibat lebar jalan ( $FC_W$ )

Untuk jalan enam lajur dua arah terbagi dengan lebar jalur 3.75 m, maka dari tabel C-2:1 MKJI 1997 diperoleh, faktor koreksi kapasitas akibat lebar jalur  $FC_W = 1.04$ .

c. Faktor koreksi kapasitas akibat pembagian arah ( $FC_{SP}$ )

Jalan Alternatif Cibubur dengan enam lajur dua arah terbagi, berdasarkan hasil survei didapat persentase pemisah arah 50 – 50. Maka faktor koreksi kapasitas untuk pemisah arah dari Tabel C-3:1 MKJI 1997 adalah :  $FC_{SP} = 1,00$

d. Faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping ( $FC_{SF}$ )

Jalan Alternatif Cibubur dengan enam lajur dua arah terbagi dan dengan hambatan samping rendah untuk arah barat dan timur, dan kereb  $\leq 1,5$  m maka dari tabel C-4:1 MKJI 1997 diperoleh Faktor koreksi sebesar = 0,96 (untuk barat dan timur),

e. Faktor koreksi penyesuaian kapasitas ukuran kota ( $FC_{CS}$ )

Kota Bekasi dengan ukuran penduduk lebih dari > 3 juta jiwa, maka diperoleh faktor

koreksi sebesar = 1,04. Setelah memperoleh nilai faktor-faktor tersebut, masing-masing faktor tersebut dimasukan kedalam persamaan Perhitungan Kapasitas Ruas Jalan (C), sehingga dapat diperoleh :

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots \text{smp/jam}$$

$$C = 4950 \times 1.04 \times 1 \times 0,96 \times 1,04 = 5139.76$$

Maka Total Kapasitas Ruas Jalan : C = 5139.76

Demikian uraian perhitungan Kapasitas Ruas Jalan yang selanjutnya dipakai untuk menentukan Derajat Kejenuhan dan mengetahui Tingkat Pelayanan ruas jalan.

Selanjutnya perhitungan Kapasitas Ruas Jalan dengan memakai Formulir Perhitungan MKJI 1977 yaitu Tabel Formulir UR-2 dan Tabel Formulir UR-3 , dengan memasukan data hasil survey serta nilai faktor-faktor yang sudah diperoleh.

**Tabel 4. 72** Data Arus Kendaraan/Jam

Baris	Tipe Kend.	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Arus Total Q			
		LV :		HV :		MC :					
1,1	emp arah 1	LV :	1	HV :	1.2	MC :	0.35				
1,2	emp arah 2	LV :	1	HV :	1.2	MC :	0.35				
2	Arah (1)	Kend/jam (2)	smp/jam (3)	Kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	Kend/jam (9)	smp/jam (10)	
3	B-T	1344	1344	119	142.8	1780	623	50	3243	2109.8	
4	T-B	1509	1509	355	426	1904	666.4	50	3768	2601.4	
5	1+2	2853	2853	474	568.8	3684	1289.4		7011	4711.2	
6							Pemisah Arah, SP = Q1 / (Q1+2)		50%		
7							Faktor-smp FSMP			0.67	

**Tabel 4. 73** Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Arah Timur dan Barat

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar	Faktor Penyesuaian untuk lebar jalur	FV0 + FVw	Faktor Penyesuaian	Kecepatan arus bebas
------------	----------------------------	--------------------------------------	-----------	--------------------	----------------------

	FV0	FVw		Hambatan samping	Ukuran kota	FV
	Tabel B-1:1	Tabel B-2:1	(2)+(3)	FFVsf	FFVc	(4)x(5)x(6)
	(km/jam)	(km/jam)	(km/jam)	Tabel B-3:1 atau 2	Tabel B-4:1	(km/jam)
1+2	61	2	63	0.98	1.03	63.59

Sumber : MKJI 1997

**Tabel 4. 74** Kapasitas Arah Timur dan Barat

Soal/Arah	Kapasitas Dasar Co Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor Penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FCw Tabel C-2:1	Pemisahan arah FCsp Tabel C-3:1	Hambatan samping FCsf Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FCcs Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13))	(14)	(15)	(16)
	4950	1.04	1	0.96	1.04	5139.76

Sumber : MKJI 1997

**Tabel 4. 75** Kecepatan Kendaraan Ringan Arah Timur

Soal/Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan VLV Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
20	21	22	23	24	25
1+2	2109.8	0.41	60		

Sumber : MKJI 1997

**Tabel 4. 76** Kecepatan Kendaraan Ringan Arah Barat

Soal/Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan VLV Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
20	21	22	23	24	25
1+2	2601.4	0.51	57		

Sumber : MKJI 1997



#### 4.7.6. Derajat Kejenuhan (DS)

Menurut MKJI 1997, derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan dasar untuk menentukan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} = \frac{2109.8}{5139.76} = 0.41 \text{ (Timur)}$$

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} = \frac{2601.4}{5139.76} = 0.51 \text{ (Barat)}$$

#### 4.7.7. Tingkat Pelayanan (LOS)

Berdasarkan data survey yang telah dianalisis dengan metode MKJI 1997, maka bisa didapatkan tingkat pelayanan dari ruas jalan Alternatif Cibubur, Bekasi yang memiliki derajat kejenuhan sebesar  $DS = 0.41$  untuk arah timur, dan  $DS = 0.51$  (Barat) dengan tingkat kejenuhan berdasarkan *United States-Highway Capacity Manual Project (US-HCM) 1994*, maka tingkat Pelayanan ruas Jalan Alternatif Cibubur, Bekasi berada pada tingkat pelayanan B untuk Timur dan C untuk arah Barat sesuai Tabel 2.11.