

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Jalur Bis Kota Yang Diamati

Persimpangan Pingit, Jlagran dan Cokroamonoto merupakan persimpangan yang dilalui oleh jalur bis kota dan beberapa angkutan umum lainnya. Adapun jalur-jalur bis kota yang melewati persimpangan tersebut adalah jalur 12, jalur 17 dan jalur 5. Setelah diamati ternyata hanya jalur 12 saja yang melewati 3 simpang sekaligus (simpang Pingit, Jlagran, Cokroaminoto) sedangkan jalur 5 dan 17 hanya melalui 2 simpang (simpang Pingit dan Jlagran). Berdasarkan pengamatan tersebut maka dipilih jalur 12 sebagai angkutan umum yang akan dikoordinasikan pada ketiga simpang tersebut.

B. Pengamatan Volume Kendaraan Pada Persimpangan

Dalam pengamatan volume dilakukan selama 3 hari yaitu hari Sabtu, Minggu, Senin yang mana setiap hari dibagi menjadi 3 periode. Periode pertama dimulai dari pukul 06.30 sampai 08.30. Periode kedua dimulai dari pukul 11.30 sampai 13.30. Periode ketiga dimulai dari pukul 16.00 sampai 18.00.

Pengamatan ini dilakukan dengan menempatkan surveyor-surveyor pada setiap lengan pada ketiga simpang yang diamati. Para surveyor mencatat jumlah kendaraan maupun pejalan kaki yang melewati ketiga simpang tersebut pada

formulir-formulir pencatat data yang telah disediakan. Hasil pengamatan arus lalu lintas yang digunakan untuk analisis simpang dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. arus lalu lintas yang digunakan untuk analisis simpang

Simpang	Pendekat			
	Utara (smp)	Selatan (smp)	Timur (smp)	Barat (smp)
Pingit	1090.8	1144	827.8	1281.3
Jlagran	762.6	578.6	396.8	801.2
Cokroaminoto	533.6	634.2	487.8	

Sumber : Hasil pengolahan data arus lalu lintas

C. Pengamatan Kecepatan Bis Kota

Pengamatan kecepatan bis kota dilakukan bersamaan dengan pengamatan volume kendaraan pada persimpangan. Seperti pengamatan volume kendaraan pada persimpangan, pengamatan kecepatan juga dilakukan selama tiga hari yaitu hari Sabtu, Minggu dan Senin. Tiap-tiap hari dibagi menjadi 3 periode. Periode pertama dimulai dari pukul 06.30 sampai 08.30. Periode kedua dimulai dari pukul 11.30 sampai 13.30. Periode ketiga dimulai dari pukul 16.00 sampai 18.00.

Pengamatan kecepatan dilakukan dengan menempatkan surveyor-surveyor pada setiap simpang. Para surveyor mencatat jalur dan pukul berapa bis kota melewati titik yang telah ditentukan. Untuk mengetahui kecepatan diperlukan jarak antar simpang, jarak antar simpang Pingit dan Jlagran adalah 840 m sedangkan jarak antara simpang Jlagran dan Cokroaminoto adalah 380 m. Perhitungan kecepatan bis kota dapat dilihat pada lampiran 2. Hasil perhitungan kecepatan dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil perhitungan kecepatan bis kota antar simpang.

Arah perjalanan	Kecepatan (m/detik)
Pingit ke Jlagran ke Cokroaminoto	3.073
Cokroaminoto ke Jlagran ke Pingit	3.269

Sumber : Hasil pengolahan data kecepatan.

D. Analisis Sinyal Persimpangan

Analisis sinyal persimpangan dilakukan dengan metode MKJI (1997) adapun pengamatan dilakukan pada simpang Pingit, Jlagran dan Cokroaminoto.

1. Simpang Pingit

a. Formulir SIG-1

Kota : D.I. Jogjakarta
 Ukuran Kota : 3,2 juta
 Hari, Tanggal : Senin, 11-03-2002
 Jumlah fase lampu lalu-lintas : 4 fase

Tabel 5.3. Data geometrik dan kondisi lingkungan simpang Pingit.

Pendekat	Utara	Selatan	Timur	Barat
Lingkungan jalan	Com	Com	Com	Com
Hambatan Samping	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Median (ya/tidak)	Tidak	Tidak	Tidak	Ya
Belok kiri jalan terus (LTOR)	Ya	Tidak	Ya	Ya
Lebar Pendekat	8	5.5	8	7.3
1. Lebar pendekat masuk (m)	5.5	5	5.5	5.3
2. Lebar pendekat LTOR (m)	2.5		2.5	2
3. Lebar pendekat keluar (m)	5	6.5	7	8

Sumber : Hasil Pengolahan data analisis simpang

b. Formulir SIG-II

Tabel 5.4. Data arus lalu lintas dan rasio belok disimpang Pingit.

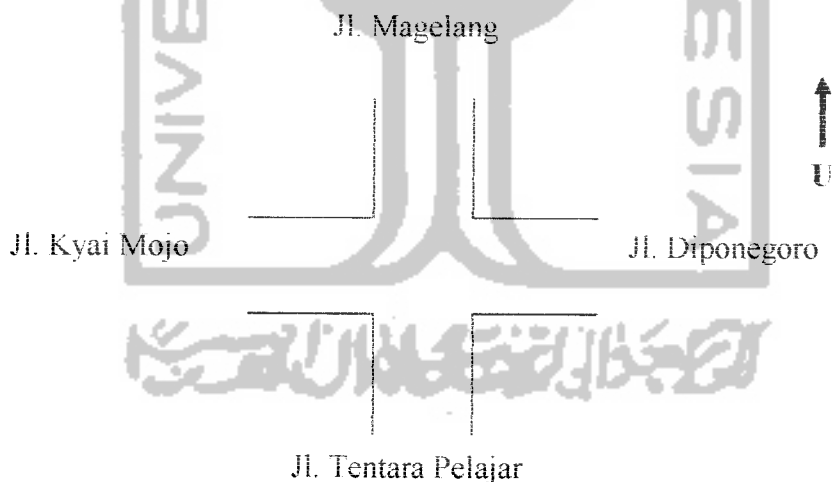
Pendekat	Utara			Selatan			Timur			Barat		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
I.V (smp/j)	150	266	275	9	457	149	150	227	126	363	195	165
HV (smp/j)					3					4		
MC (smp/j)	122	156	121	6	216	305	85	171	69	208	260	87
UM (kend/j)	134	122	73	6	54	176	40	113	47	132	273	47
Rasio belok kiri		0.25			0.01			0.28			0.45	
Rasio belok kanan		0.36			0.40			0.24			0.20	
UM/MV		0.122			0.073			0.09			0.129	

Sumber : Hasil Pengolahan data analisis simpang.

c. Formulir SIG-III

Dari hasil perhitungan dari SIG-III maka waktu hilang total (LTI) adalah 17 detik.

d. Formulir SIG-IV



1) Pendekat Utara

a) Perhitungan arus jenuh

1. Arus jenuh dasar (S_0) dari rumus untuk :

a. Pendekat tipe : terlindung (P)

b. Lebar efektif (W_e) : 5.5 m

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$S_0 = 600 * W_e = 3300 \text{ smp/jam hijau}$$

2. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Jumlah penduduk 3.2 juta jiwa maka $F_{cs} = 1.05$

3. Faktor penyesuaian hambatan samping F_{SF} , dari table untuk :

- a. Lingkungan jalan : komersial
- b. Kelas hambatan samping : rendah
- c. Tipe fase : terlindung
- d. Rasio kendaraan tidak bermotor : 0.122

Dari data-data tersebut didapat $F_{SF} = 0.9$

4. Faktor penyesuaian kelandaian F_G , dari gambar untuk :

Kelandaian = 0 %

Maka didapat $F_G = 1$

5. Faktor penyesuaian parkir F_P

Berdasarkan gambar didapat $F_P = 1$

6. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) untuk :

$P_{RT} = 0.36$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus didapat:

$$F_{RT} = 1.0 + P_{RT} * 0.26 = 1.09$$

7. Faktor Penyesuaian belok kiri untuk (F_{LT}):

Pada pendekatan ini terdapat belok kiri langsung maka $F_{LT} = 1$

8. Nilai arus jenuh yang disesuaikan :

Dengan menggunakan rumus $S = S_0 * F_{cs} * F_{SF} * F_G * F_{RT} * F_{LT}$

Maka didapat $S = 3410$ smp/jam hijau

b) Perhitungan arus lalu lintas

$$W_{L10R} > 2 \text{ m}$$

Maka $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$, lebar efektif yang digunakan :

$$W_e = \min \begin{cases} W_a - W_{L10R} \\ W_{masuk} \end{cases}$$

Jika $W_{keluar} < W_e * (1 + P_{RT})$, Maka $Q = Q_{ST}$

Maka didapat $Q = 818$ smp/jam.

c) Perhitungan rasio arus (FR)

$$\begin{aligned} \text{Rumus : } FR &= Q/S \\ &= 818/3410 \\ &= 0.24 \end{aligned}$$

d) Perhitungan kapasitas (C)

$$\begin{aligned} \text{Rumus : } C &= (S/c) * g \\ g &= \text{waktu hijau} = 34.5 \text{ detik} \\ c &= \text{waktu siklus} = 129 \text{ detik} \\ C &= (4961/135) * 25 = 912.1 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

e) Perhitungan derajat kejenuhan

$$\begin{aligned} \text{Rumus : } DS &= Q/C \\ DS &= 818/912.1 = 0.90 \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan pendekat selatan, timur dan barat langsung dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5. Rekapitulasi Penentuan waktu sinyal dan kapasitas simpang Pingit.

Parameter	PENDEKAT			
	Utara	Selatan	Timur	Barat
1. Arus lalu-lintas (smp/jam)	818	1144	593	707
2. Waktu Hijau (det)	34.5	34.5	21.5	21.5
3. Kapasitas (smp/jam)	912.1	854.3	558.3	526.9
4. Derajat kejenuhan	0.9	1.34	1.06	1.34

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang.

Dari formulir SIG-IV didapat waktu siklus (c) = $\sum g + LTI = 129$ detik

e. Formulir SIG-V

1) Pendekat Utara

- a) Perhitungan rasio hijau (GR)

Dari rumus $GR = g/c$

Didapat $GR = 0.2674$

- b) Perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ)

1. Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ_1)

$$\text{rumus : } NQ_1 = 0.25 * C * \{ (DS-1) + \sqrt{((DS-1)^2 + 8 * (DS-0.5) / C)} \}$$

didapat $NQ_1 = 3.58$

2. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$\text{rumus : } NQ_2 = c * ((1-GR) / (1-GR * DS)) * (Q / 3600)$$

didapat $NQ_2 = 28.25$

3. Jumlah kendaraan antri (NQ)

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 = 31.82$$

4. Jumlah antrian maksimum (NQ_{MAX})

Dari gambar didapat $NQ_{MAX} = 296$

c) Perhitungan panjang antrian (QL)

$$\text{Dari rumus : } QL = NQ_{MAX} * 20 / W_{MASUK}$$

$$\text{Didapat } QL = 1076 \text{ m}$$

d) Perhitungan angka henti (NS)

$$\text{Dari rumus : } NS = 0.9 * NQ * 3600 / (Q * c)$$

$$\text{Didapat } NS = 0.977$$

e) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (N_{sv})

$$\text{Dari rumus } N_{sv} = Q * NS$$

$$\text{Didapat } N_{sv} = 799 \text{ smp/jam}$$

f) Perhitungan tundaan

1. Tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

$$\text{Dari rumus } DT = c * A + (NQ_i * 3600 / C)$$

$$\text{Dengan } A = 0.5 * (1 - GR)^2 / (1 - GR * DS)$$

$$\text{Didapat } DT = 59.65 \text{ detik/smp}$$

2. Tundaan geometric rata-rata (DG)

$$\text{Dari rumus : } (1 - NS) * Pr * 6 + (NS * 4)$$

$$\text{Didapat : } DG = 3.96 \text{ detik/smp}$$

3. Tundaan rata-rata (D)

$$\text{Dari rumus } D = DT + DG$$

$$\text{Didapat } = 63.61 \text{ detik/smp } N_{sv}$$

4. Tundaan Total

$$\text{Dari rumus : tundaan total} = D * Q$$

$$\text{Didapat tundaan total} = 520.30 \text{ smp.det}$$

Hasil perhitungan pendekat selatan, timur, barat dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6. Rekapitulasi pajang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan pada simpang Pingit.

Parameter	PENDEKAT			
	Utara	Selatan	Timur	Barat
1. Panjang antrian (m)	1076	660	247	623
2. Rasio kendaraan henti	0.977	4.261	1.924	4.250
3. Jumlah kendaraan terhenti	799	4875	1141	3005

Sumber : Hasil pengolahan data analisi simpang

Tundaan rata-rata seluruh simpang (D_1) dari rumus : $D_1 = \frac{\sum(Q \cdot D)}{Q_{tot}}$

Didapat $D_1 = 337.23$ det/smp

2. Simpang Jlagran

a. Formulir SIG-1

Kota : D.I Jogjakarta
 Ukuran Kota : 3,2 juta
 Hari, Tanggal : Senin, 11-03-2002
 Jumlah fase lampu lalu-lintas : 4 fase

Tabel 5.7. Data geometrik dan kondisi lingkungan simpang Jlagran

Pendekat	Utara	Selatan	Timur	Barat
Lingkungan jalan	Com	Com	Com	Com
Hambatan Samping	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Median (ya/tidak)	Tidak	Tidak	Ya	Tidak
Belok kiri jalan terus (LTOR)	Ya	Ya	Ya	Ya
Lebar Pendekat	4.8	5.6	5.2	4.3
1. Lebar pendekat masuk (m)	2.6	2.6	2.4	2.15
2. Lebar pendekat LTOR (m)	2.2	3	2.8	2.15
3. Lebar pendekat keluar (m)	6	5	4.3	4.7

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang

b. Lebar efektif (W_e) : 2.6 m

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$S_o = 600 * W_e = 1560 \text{ smp/jam hijau}$$

2. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Jumlah penduduk 3.2 juta jiwa maka $F_{cs} = 1.05$

3. Faktor penyesuaian hambatan samping F_{SP} , dari table untuk :

- a. Lingkungan jalan : komersial
- b. Kelas hambatan samping : rendah
- c. Tipe fase : terlindung
- d. Rasio kendaraan tidak bermotor : 0.033

Dari data-data tersebut didapat $F_{SP} = 0.94$

4. Faktor penyesuaian kelandaian F_G , dari gambar untuk :

Kelandaian = -4.150 %

Maka didapat $F_G = 1.02$

5. Faktor penyesuaian parkir F_p

Berdasarkan gambar didapat $F_p = 1$

6. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) untuk :

$$P_{RT} = 0.38$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus didapat:

$$F_{RT} = 1.0 + P_{RT} * 0.26 = 1.1$$

7. Faktor Penyesuaian belok kiri untuk (F_{LT}):

Pada pendekatan ini terdapat belok kiri langsung maka $F_{LT} = 1$

8. Nilai arus jenuh yang disesuaikan :

Dengan menggunakan rumus $S = S_0 * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_{RT} * F_{LT}$

Maka didapat $S = 1726$ smp/jam hijau

b) Perhitungan arus lalu lintas

$$W_{LTOB} \geq 2 \text{ m}$$

Maka $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$, lebar efektif yang digunakan :

$$W_e = \min \begin{cases} W_a - W_{LTOB} \\ W_{masuk} \end{cases}$$

Jika $W_{keluar} < W_e * (1 + P_{RT})$, Maka $Q = Q_{ST}$

Maka didapat $Q = 544$ smp/jam.

c) Perhitungan rasio arus (FR)

$$\begin{aligned} \text{Rumus : } FR &= Q/S \\ &= 544/1726 \\ &= 0.32 \end{aligned}$$

d) Perhitungan kapasitas (C)

$$\text{Rumus : } C = (S/c) * g$$

$$g = \text{waktu hijau} = 30 \text{ detik}$$

$$c = \text{waktu siklus} = 124 \text{ detik}$$

$$C = (3120/67) * 16 = 420.7 \text{ smp/jam}$$

e) Perhitungan derajat kejenuhan

$$\text{Rumus : } DS = Q/C$$

$$DS = 544/420.7 = 1.29$$

Hasil Perhitungan pendekatan selatan, timur dan barat langsung dapat dilihat pada tabel 5.9.

Tabel 5.9. Rekapitulasi Penentuan waktu sinyal dan kapasitas Simpang Jlagran

Parameter	PENDEKAT			
	Utara	Selatan	Timur	Barat
1. Arus lalu-lintas (smp/jam)	544	470	389	308
2. Waktu Hijau (det)	30	30	23	23
3. Kapasitas (smp/jam)	420.7	384.2	324	238.2
4. Derajat kejenuhan	1.29	1.22	1.20	1.29

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang

Dari formulir SIG-IV didapat waktu siklus (c) = $\sum g + LTI = 124$ detik

e. Formulir SIG-V

2) Pendekat Utara

- a) Perhitungan rasio hijau (GR)

Dari rumus $GR = g/c$

Didapat $GR = 0.24$

- b) Perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ)

1. Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ_1)

rumus : $NQ_1 = 0.25 * C * \{ (DS-1) + \sqrt{((DS-1)^2 + 8 * (DS-0.5) / C)} \}$

didapat $NQ_1 = 64.23$

2. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ_2)

rumus : $NQ_2 = c * ((1-GR) / (1-GR * DS)) * (Q / 3600)$

didapat $NQ_2 = 20.68$

3. Jumlah kendaraan antri (NQ)

$NQ = NQ_1 + NQ_2 = 84.92$

4. Jumlah antrian maksimum (NQ_{MAX})

Dari gambar didapat $NQ_{MAX} = 120$

- c) Perhitungan panjang antrian (QL)

Dari rumus : $QL = NQ_{MAX} * 20 / W_{MASUK}$

Didapat $QL = 923.08 \text{ m}$

d) Perhitungan angka henti (NS)

Dari rumus : $NS = 0.9 * NQ * 3600 / (Q * c)$

Didapat $NS = 4.079$

e) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (N_{SV})

Dari rumus $N_{SV} = Q * NS$

Didapat $N_{SV} = 2219 \text{ smp/jam}$

f) Perhitungan tundaan

1. Tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

Dari rumus $DT = c * A + (NQ_1 * 3600 / C)$

Dengan $A = 0.5 * (1 - GR)^2 / (1 - GR * DS)$

Didapat $DT = 601.44 \text{ detik/smp}$

2. Tundaan geometric rata-rata (DG)

Dari rumus : $(1 - NS) * Pr * 6 + (NS * 4)$

Didapat : $DG = 9.30 \text{ detik/smp}$

3. Tundaan rata-rata (D)

Dari rumus $D = DT + DG$

Didapat = $610.73 \text{ detik/smp } N_{SV}$

4. Tundaan Total

Dari rumus : tundaan total = $D * Q$

Didapat tundaan total = 332238 smp.det

Hasil perhitungan pendekat selatan, timur, barat dapat dilihat pada tabel 5.10.

Tabel 5.10. Rekapitulasi panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan pada Simpang Jlagran

Parameter	PENDEKAT			
	Utara	Selatan	Timur	Barat
1. Panjang antrian (m)	923.08	615.38	641.67	697.67
2. Rasio kendaraan henti	4.079	3.067	3.339	4.139
3. Jumlah kendaraan terhenti (smp)	2219	1380	1299	1275

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang.

Tundaan rata-rata seluruh simpang (D_i) dari rumus : $D_i = \sum(Q \cdot D) / Q_{tot}$

Didapat $D_i = 352.94$ det/smp

3. Simpang Cokroaminoto

a. Formulir SIG-I

Kota : D.I Jogjakarta
 Ukuran Kota : 3,2 juta
 Hari, Tanggal : Senin, 11-03-2002
 Jumlah fase lampu lalu-lintas : 3 fase

Tabel 5.11. Data geometrik dan kondisi lingkungan simpang Cokroaminoto

Pendekat	Utara	Selatan	Timur
Lingkungan jalan	Com	Com	Com
Hambatan Samping	Rendah	Rendah	Rendah
Median (ya/tidak)	Tidak	Tidak	Tidak
Belok kiri jalan terus (LTOR)	Ya	Tidak	Ya
Lebar Pendekat	7	7	4
1. Lebar pendekat masuk (m)	3.5	3.5	2
2. Lebar pendekat LTOR (m)	3.5		2
3. Lebar pendekat keluar (m)	7	7	7

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang

b. Formulir SIG-II

Tabel 5.12. Data arus lalu lintas dan rasio belok disimpang Cokroaminoto

Pendekat	Utara			Selatan			Timur		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Arah arus Lalu lintas									
LV (smp/j)	156	124			120	271	170		84
HV (smp/j)									
MC (smp/j)	174	80			46	197	157		77
UM (kend/j)	71	68			13	84	36		14



lanjutan tabel 5.12

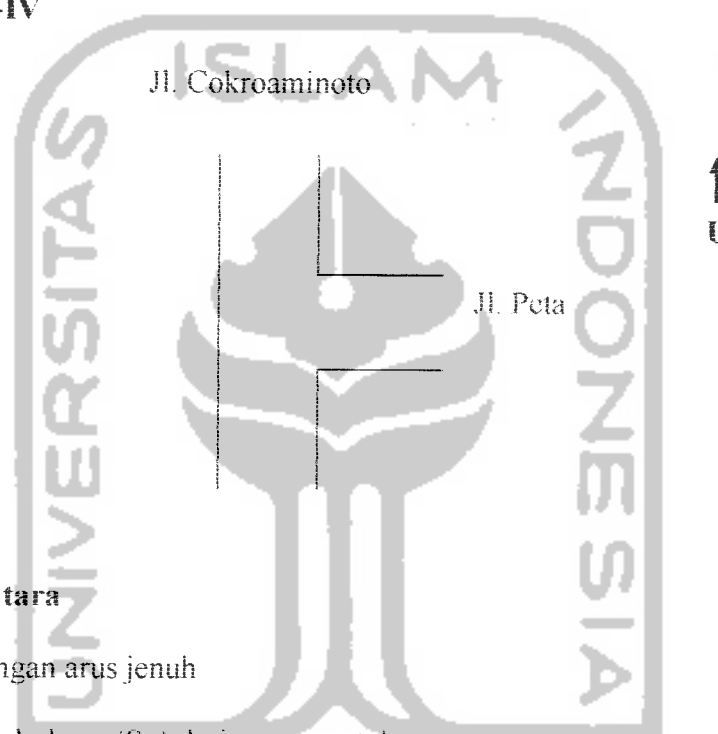
Rasio belok kiri	0.62		0.67
Rasio belok kanan		0.74	0.33
UM/MV	0.09	0.06	0.035

Sumber : hasil pengolahan data analisis simpang

c. Formulir SIG-III

Dari hasil perhitungan dari SIG-III maka waktu hilang total (LTI) adalah 12.5 detik.

d. Formulir SIG-IV



1. Pendekat Utara

a) Perhitungan arus jenuh

1. Arus jenuh dasar (S_0) dari rumus untuk :

a. Pendekat tipe : terlindung (P)

b. Lebar efektif (W_e) : 3.5 m

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$S_0 = 600 * W_e = 2100 \text{ smp/jam hijau}$$

2. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Jumlah penduduk 3.2 juta jiwa maka $F_{cs} = 1.05$

3. Faktor penyesuaian hambatan samping F_{SF} , dari table untuk :

- a. Lingkungan jalan : komersial
- b. Kelas hambatan samping : rendah
- c. Tipe fase : terlindung
- d. Rasio kendaraan tidak bermotor : 0.09

Dari data-data tersebut didapat $F_{SF} = 0.9$

4. Faktor penyesuaian kelandaian F_G , dari gambar untuk :

Kelandaian = 0 %

Maka didapat $F_G = 1$

5. Faktor penyesuaian parkir F_P

Berdasarkan gambar didapat $F_P = 1$

6. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) untuk :

$P_{RT} = 0$ (tidak ada belok kanan)

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus didapat:

$$F_{RT} = 1.0 + P_{RT} * 0.26 = 1$$

7. Faktor Penyesuaian belok kiri untuk (F_{LT}):

Pada pendekatan ini terdapat belok kiri langsung maka $F_{LT} = 1$

8. Nilai arus jenuh yang disesuaikan :

Dengan menggunakan rumus $S = S_0 * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_{RT} * F_{LT}$

Maka didapat $S = 1985$ smp/jam hijau

- b) Perhitungan arus lalu lintas

$$W_{LHOR} \geq 2 \text{ m}$$

Maka $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$, lebar efektif yang digunakan :

$$W_e \text{ Min } \begin{cases} W_a - W_{L10R} \\ W_{\text{masuk}} \end{cases}$$

Jika $W_{\text{keluar}} < W_e \cdot (1 - P_{RT})$, Maka $Q = Q_{ST}$

Maka didapat $Q = 204 \text{ smp/jam}$.

c) Perhitungan rasio arus (FR)

$$\text{Rumus : } FR = Q/S$$

$$= 204/1985$$

$$= 0.1$$

d) Perhitungan kapasitas (C)

$$\text{Rumus : } C = (S/c) \cdot g$$

$$g = \text{waktu hijau} = 7 \text{ detik}$$

$$c = \text{waktu siklus} = 41 \text{ detik}$$

$$C = (1985/41) \cdot 7 = 336.4 \text{ smp/jam}$$

e) Perhitungan derajat kejenuhan

$$\text{Rumus : } DS = Q/C$$

$$DS = 204/336.7 = 0.61$$

Hasil Perhitungan pendekat selatan dan timur dapat dilihat pada tabel 5.13.

Tabel 5.13. Rekapitulasi penentuan waktu sinyal dan kapasitas simpang Cokroaminoto.

Parameter	PENDEKAT		
	Utara	Selatan	Timur
1. Arus lalu-lintas (smp/jam)	204	468	161
2. Waktu Hijau (det)	7	13	9
3. Kapasitas (smp/jam)	336.7	771.8	265.5
4. Derajat kejenuhan	0.61	0.61	0.61

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang.

Dari formulir SIG-IV didapat waktu siklus $(c) = \sum g + LTI = 41 \text{ detik}$

e. Formulir SIG -V

3) Pendekat Utara

- a) Perhitungan rasio hijau (GR)

Dari rumus $GR = g/c$

Didapat $GR = 0.17$

- b) Perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ)

1. Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ_1)

$$\text{rumus : } NQ_1 = 0.25 * C * \{ (DS-1) + \sqrt{((DS-1)^2 + 8 * (DS-0.5) * C)} \}$$

didapat $NQ_1 = 0.27$

2. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$\text{rumus : } NQ_2 = c * ((1-GR)/(1-GR*DS)) * (Q/3600)$$

didapat $NQ_2 = 2.15$

3. Jumlah kendaraan antri (NQ)

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 = 2.42$$

4. Jumlah maksimum jumlah kendaraan henti (NQ_{MAX})

Dari gambar didapat $NQ_{MAX} = 8$

- c) Perhitungan panjang antrian (QL)

$$\text{Dari rumus : } QL = NQ_{MAX} * 20 / W_{MASUK}$$

Didapat $QL = 45.71 \text{ m}$

- d) Perhitungan angka henti (NS)

$$\text{Dari rumus : } NS = 0.9 * NQ * 3600 / (Q * c)$$

Didapat $NS = 0.937$

- e) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (N_{SV})

Dari rumus $N_{sv} = Q \cdot NS$

Didapat $N_{sv} = 191$ smp/jam

f) Perhitungan tundaan

1. Tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

Dari rumus $DT = c \cdot A + (NQ_1 \cdot 3600 / C)$

Dengan $A = 0.5 \cdot (1 - GR)^2 / (1 - GR \cdot DS)$

Didapat $DT = 16.83$ detik/smp

2. Tundaan geometrik rata-rata (DG)

Dari rumus : $(1 - NS) \cdot Pr \cdot 6 + (NS \cdot 4)$

Didapat : $DG = 3.75$ detik/smp

3. Tundaan rata-rata (D)

Dari rumus $D = DT + DG$

Didapat $D = 22.38$ detik/smp N_{sv}

4. Tundaan Total

Dari rumus : tundaan total = $D \cdot Q$

Didapat tundaan total = 4565 smp.det

Hasil perhitungan pendekat selatan dan timur dapat dilihat pada tabel 5.14.

Tabel 5.14. Rekapitulasi jumlah kendaraan terhenti, tundaan, pada simpang Cokroaminoto

Parameter	PENDEKAT		
	Utara	Selatan	Timur
1. Panjang antrian (m)	45.71	97.14	63
2. Rasio kendaraan henti	0.937	1.050	0.947
3. Jumlah kendaraan terhenti	191	666	152

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang

Tundaan rata-rata seluruh simpang (D_t) dari rumus : $D_t = \sum(Q \cdot D) / Q_{tot}$

Didapat $D_t = 16.9$ det/smp

E. KOORDINASI SIMPANG

1. Waktu siklus, periode waktu merah, kuning, hijau

Dalam perencanaan koordinasi simpang diperlukan suatu analisis persimpangan untuk mendapatkan waktu siklus, periode waktu merah, kuning dan hijau. selain itu diperlukan waktu tempuh kendaraan yang akan dikoordinasikan dari suatu simpang kesimpang lain. Waktu siklus untuk simpang Pingit adalah 129 detik, untuk simpang Jlagran 124 detik, untuk simpang Cokroaminoto 41 detik. Periode waktu merah, kuning, hijau dapat dilihat pada tabel 5.15 sampai tabel 5.17.

Tabel 5.15. periode waktu, merah, kuning, hijau untuk simpang Pingit

Pendekat	Periode merah	Periode hijau	Periode kuning
Utara	91.5	34.5	3
Selatan	91.5	34.5	3
Timur	104.5	21.5	3
Barat	104.5	21.5	3

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang

Tabel 5.16. periode waktu, merah, kuning, hijau untuk simpang Jlagran

Pendekat	Periode merah	Periode hijau	Periode kuning
Utara	91	30	3
Selatan	91	30	3
Timur	98	23	3
Barat	98	23	3

Sumber : Sumber pengolahan data analisis simpang.

Tabel 5.17 periode waktu, merah, kuning, hijau untuk simpang Cokroaminoto

Pendekat	Periode merah	Periode hijau	Periode kuning
Utara	31	7	3
Selatan	25	13	3
Timur	29	9	3

Sumber : Sumber pengolahan data analisis simpang.

2. Perhitungan waktu tempuh antar simpang

Perhitungan waktu tempuh antar simpang dengan membagi jarak dengan kecepatan.

Perhitungan waktu tempuh bis kota antar simpang dapat dilihat pada tabel 5.18.

Tabel 5.18. Waktu tempuh bis kota antar simpang

Arah perjalanan	Jarak (m)	Kecepatan (m/d)	Waktu (d)
Pingit ke Jlagran	840	3.017	278.422
Jlagran ke Cokroaminoto	380	3.204	118.6
Cokroaminoto ke Jlagran	380	3.932	96.643
Jlagran ke Pingit	840	3.037	276.589

3. Diagram Koordinasi Simpang

Dalam penggambaran diagram koordinasi simpang diperlukan jarak antar simpang dan waktu tempuh yang diperlukan oleh kendaraan tersebut untuk menuju simpang-simpang yang akan dikoordinasikan.

Pada simpang Pingit mempunyai waktu siklus 129 detik, pada simpang Jlagran mempunyai waktu siklus 124 detik dan pada simpang Cokroaminoto mempunyai waktu siklus 41 detik. Dari simpang Pingit-Jlagran-Cokroaminoto pada simpang Pingit akan menemui lampu hijau pada simpang Jlagran, sedangkan pada simpang Cokroaminoto bis kota tersebut belok kiri langsung sehingga tidak mengalami pemberhentian akibat lampu merah. Pada periode waktu siklus pertama bis kota tersebut masih dapat melewati simpang Jlagran dengan menemui lampu hijau tetapi pada periode waktu siklus berikutnya bis kota tersebut tidak selalu menemui lampu hijau karena waktu siklus simpang Jlagran yang tidak sama atau bukan merupakan kelipatan waktu siklus simpang Pingit. Bis kota tersebut akan menemui lampu hijau pada simpang Jlagran tiap 124 kali waktu hijau pada simpang

Pingit dan 129 kali waktu hijau disimpang Jlagran. Dari simpang Cokroaminoto-Jlagran-Pingit pada simpang Cokroaminoto akan menemui lampu hijau pada simpang pingit, sedangkan pada simpang Jlagran bis kota tersebut belok kiri langsung sehingga tidak mengalami pemberhentian akibat lampu merah. Pada periode waktu siklus pertama bis kota tersebut masih dapat melewati simpang Pingit dengan melewati lampu hijau tetapi pada periode waktu siklus berikutnya bis kota tersebut tidak selalu melewati lampu hijau karena periode waktu siklus yang tidak sama atau bukan kelipatan dari waktu siklus simpang Pingit. Bis kota tersebut akan menemui lampu hijau tiap 129 kali lampu hijau disimpang cokroaminoto dan 41 kali lampu hijau di simpang Pingit.

Dari penjelasan tersebut apabila dibuat koordinasi simpang maka terlalu lama bis kota tersebut dapat melewati simpang dengan tetap melewati lampu hijau maka diperlukan analisis ulang untuk dapat menentukan waktu siklus yang baru agar simpang-simpang tersebut dapat dikoordinasikan.

F. Analisis Ulang Sinyal Persimpangan

Berdasarkan pengamatan maka koordinasi yang digunakan tidak tepat untuk digunakan dalam koordinasi simpang. Maka untuk mengkoordinasikan simpang diperlukan analisis ulang untuk menentukan periode waktu siklus, periode waktu merah, kuning dan hijau yang baru.

Pada analisis ulang, terjadi perubahan periode waktu siklus, periode waktu merah, kuning dan hijau pada simpang Pingit, Jlagran dan Cokroaminoto. Dengan

merubah asumsi lebar efektif yang akan digunakan. Perubahan lebar efektif pada simpang Jlagran dan Cokroaminoto dapat dilihat pada tabel 5.19.

Tabel 5.19. perubahan lebar efektif

Simpang	Sebelum analisis ulang				Setelah analisis ulang			
	Utara	Selatan	Timur	Barat	Utara	Selatan	Timur	Barat
Pingit	5.5	5	5.5	5.3	7	6	6.9	7
Jlagran	2.6	2.6	2.4	2.15	2.8	4	5.1	2.6
Cokroaminoto	3.5	3.5	2		2.6	2.6	2	

Sumber : Pengolahan data analisis simpang

Pengolahan data analisis ulang untuk menentukan periode waktu siklus, periode waktu merah, kuning dan hijau pada simpang Pingit, Jlagran dan Cokroaminoto dapat dilihat pada lampiran 1. Karakteristik simpang Hasil pengolahan data analisis ulang simpang Pingit dapat dilihat pada tabel 5.20, untuk simpang Pingit dapat dilihat pada table 5.21 sedangkan untuk simpang Cokroaminoto dapat dilihat pada tabel 5.22.

Tabel 5.20. Karakteristik simpang Pingit hasil pengolahan data analisis ulang

Parameter	Pendekat			
	Utara	Selatan	Timur	Barat
1. Arus lalu lintas (smp/jam)	818	1144	593	707
2. Kapasitas (smp/jam)	910	1273	659.7	786.5
3. Waktu hijau (detik)	32	50	24	28
4. Waktu merah (detik)	115	97	123	119
5. Waktu kuning (detik)	5	3	3	3
6. Derajat kejenuhan	0.90	0.90	0.90	0.90
7. Panjang antrian untuk beban lebih (m)	123	190	96	109
8. Jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)	796	1061	601	700

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang.

Dari hasil pengolahan data didapatkan waktu siklus 150 detik dan tundaan rata-rata simpang 56.84 det/smp.

Tabel 5.21. Karakteristik simpang Jlagrah hasil pengolahan data analisis ulang

Parameter	Pendekat			
	Utara	Selatan	Timur	Barat
1. Arus lalu lintas (smp/jam)	544	470	397	308
2. Kapasitas (smp/jam)	607	524,4	433	343,7
3. Waktu hijau (detik)	49	32	18	33
4. Waktu merah (detik)	98	115	120	114
5. Waktu kuning (detik)	3	3	3	3
6. Derajat kejenuhan	0,9	0,90	0,90	0,90
7. Panjang antrian untuk beban lebih (m)	214,29	120	90	138
8. Jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)	541	441	424	339

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang

Dari hasil pengolahan data didapatkan waktu siklus 150 detik dan tundaan rata-rata simpang 58.08 det/smp.

Tabel 5.22. Karakteristik simpang Cokroaminoto hasil pengolahan data analisis ulang

Parameter	Pendekat		
	Utara	Selatan	Timur
1. Arus lalu lintas (smp/jam)	204	468	161
2. Kapasitas (smp/jam)	291,8	669,5	230,3
3. Waktu hijau (detik)	10	18	9
4. Waktu merah (detik)	37	29	38
5. Waktu kuning (detik)	3	3	3
6. Derajat kejenuhan	0,70	0,70	0,70
7. Panjang antrian untuk beban lebih	53,85	130,77	60
8. Jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)	213	957	178

Sumber : Hasil pengolahan data analisis simpang

Dari hasil pengolahan data didapatkan waktu siklus 43 detik dan tundaan rata-rata simpang 29.59 det.smp.

Gambar diagram koordinasi simpang setelah analisis ulang dari simpang Pingit-Jlagrah-Cokroaminoto dapat dilihat pada gambar 5.4 sedangkan gambar koordinasi simpang dari simpang Cokroaminoto-Jlagrah-Pingit dapat dilihat pada gambar 5.5.

Pada simpang Pingit mempunyai waktu siklus 150 detik, pada simpang Jlagran mempunyai waktu siklus 150 detik dan pada simpang Cokroaminoto mempunyai waktu siklus 50 detik. Dari gambar 5.1 dapat diketahui bis kota jalur 12 dari simpang Pingit akan selalu menemui lampu hijau pada simpang Jlagran, sedangkan pada simpang Cokroaminoto bis kota tersebut belok kiri langsung sehingga tidak mengalami pemberhentian akibat lampu merah. Dari gambar 5.2 dapat diketahui bis kota jalur 12 dari simpang Cokroaminoto akan menemui lampu hijau pada simpang pingit setiap 3 kali periode waktu hijau di simpang Cokroaminoto, sedangkan pada simpang Jlagran bis kota tersebut belok kiri langsung sehingga tidak mengalami pemberhentian akibat lampu merah.

G. Penentuan Lebar *bandwidth*

Untuk menentukan beda waktu kendaraan terakhir dari kendaraan pertama yang masih dapat melewati simpang dengan tetap menemui lampu hijau, maka waktu yang diperlukan setelah kendaraan pertama melewati persimpangan ditentukan dengan cara berikut.

a) Dari simpang Pingit-Jlagran-Cokroaminoto

Pada simpang Pingit periode lampu hijau = 32 detik.

Pada simpang Jlagran periode lampu hijau = 49 detik.

Pada simpang Cokroaminoto kendaraan jalan terus karena melewati belok kiri langsung.

Dari ketiga simpang tersebut diambil periode lampu hijau yang terkecil maka *bandwidth* yang digunakan adalah 32 detik.

b) Dari simpang Cokroaminoto-Jlagran-Cokroaminoto

Pada simpang Cokroaminoto periode lampu hijau = 18 detik.

Pada simpang Jlagran kendaraan jalan terus karena melewati belok kiri langsung.

Pada simpang Pingit periode lampu hijau adalah 50 detik.

Dari ketiga simpang tersebut diambil periode lampu hijau yang terkecil maka *bandwidth* yang digunakan adalah 18 detik.

II. Pembahasan

Pada pengkoordinasian simpang simpang Pingit, Jlagran dan Cokroaminoto diperlukan analisis persimpangan untuk menentukan periode waktu siklus, merah, kuning dan hijau. Selain data-data tersebut diperlukan data-data lain seperti kecepatan kendaraan bis kota jalur 12 yang akan digunakan untuk menghitung waktu tempuh antar simpang, jarak antar simpang harus didapat untuk penggambaran diagram koordinasi simpang, dari data tersebut maka dibuatlah diagram koordinasi simpang.

Dalam penentuan periode waktu siklus belum tentu dapat digunakan untuk pengkoordinasian suatu simpang. Dari data waktu siklus yang didapat dianalisa untuk menilai apakah waktu siklus tersebut dapat digunakan dalam mengkoordinasi sebuah simpang. Apabila waktu siklus tersebut tidak dapat digunakan maka harus diganti dengan waktu siklus yang baru. Agar simpang-simpang dapat dikoordinasikan waktu siklus setiap simpang harus dibuat sama atau merupakan kelipatan dari waktu siklus simpang yang lainnya agar dapat diketahui setiap berapa

kali lampu hijau kendaraan yang dikoordinasikan dapat melewati persimpangan dengan tetap melewati lampu hijau pada persimpangan berikutnya.

Dalam menganalisa simpang pingit, Jlagran dan Cokroaminoto terjadi perubahan waktu siklus. Waktu siklus pertama sebelum diadakan analisis ulang adalah 129 detik untuk simpang pingit, 124 detik untuk simpang Jlagran dan 41 detik untuk simpang Cokroaminoto. Setelah diadakan analisis ulang maka waktu siklus untuk simpang pingit dan simpang Jlagran adalah 150 detik sedangkan untuk simpang Cokroaminoto 50 detik.

Dalam koordinasi simpang dari arah Pingit-Jlagran-Cokroaminoto bis kota jalur 12 akan selalu melewati simpang Jlagran dan Cokroaminoto tanpa terkena lampu merah dan kuning dengan lebar *bandwidth* adalah 32 detik. Bis kota jalur 12 dapat selalu melewati lampu hijau karena waktu siklus pada simpang Pingit sama dengan waktu siklus pada simpang Jlagran sedangkan pada simpang Cokroaminoto kendaraan tersebut melewati belok kiri langsung. Dari arah Cokroaminoto-Jlagran-Pingit kendaraan tersebut akan melewati lampu hijau pada simpang Pingit pada setiap 3 periode lampu hijau disimpang Cokroaminoto dengan lebar bandwidth 18 detik. Bis kota jalur 12 hanya dapat melalui simpang pingit setiap 3 kali periode lampu hijau pada simpang Cokroaminoto karena waktu siklus pada simpang Pingit 3 kali lebih besar dari simpang Cokroaminoto sedangkan pada simpang Jlagran kendaraan tersebut dapat tetap berjalan karena menemui belok kiri langsung.

Pada analisis ulang terjadi perubahan karakteristik simpang bila dibandingkan dengan sebelum diadakan analisis ulang seperti derajat kejenuhan, tundaan. Pada simpang pingit terjadi perubahan derajat kejenuhan simpang, sebelum analisis ulang

derajat kejenuhan pada pendekat utara, selatan, timur dan barat adalah 0.90, 1.34, 1.06, 1.34 sedangkan setelah analisis ulang derajat kejenuhan untuk setiap pendekat adalah 0.90 maka setelah diadakan analisis ulang terjadi pengurangan kepadatan. Pada simpang Jlagran Derajat kejenuhan terjadi perubahan. sebelum analisis ulang derajat kejenuhan untuk simpang Jlagran pada pendekat utara, selatan, timur dan barat adalah 1.29, 1.22, 1.20, 1.29 sedangkan setelah analisis ulang derajat kejenuhan menjadi 0.90 maka terjadi pengurangan kepadatan setelah analisis ulang. Untuk simpang Cokroaminoto untuk tiap pendekat adalah 0.61. Sesudah analisis ulang derajat kejenuhan untuk simpang Cokroaminoto adalah 0.70 maka terjadi penambahan kepadatan setelah analisis ulang.

Pada simpang Pingit tundaan rata-rata simpang terjadi penurunan setelah diadakan analisis ulang yaitu dari 337.23 detik/smp menjadi 56.84 detik/smp. Pada simpang Jlagran tundaan rata-rata simpang bertambah kecil dari 352.94 det/smp menjadi 58.08 det/smp. Pada simpang Cokroaminoto tundaan rata-rata simpang terjadi penambahan setelah analisis ulang, sebelum analisis ulang adalah 16.90 det/smp sedangkan setelah analisis ulang tundaan rata-rata simpang menjadi 29.59 det/smp. Dari penjelasan tersebut menunjukkan terjadinya pengurangan waktu tempuh kendaraan untuk melalui simpang Pingit dan Jlagran, sedangkan pada simpang Cokroaminoto terjadi penambahan waktu tempuh.

Phase 1 Utara



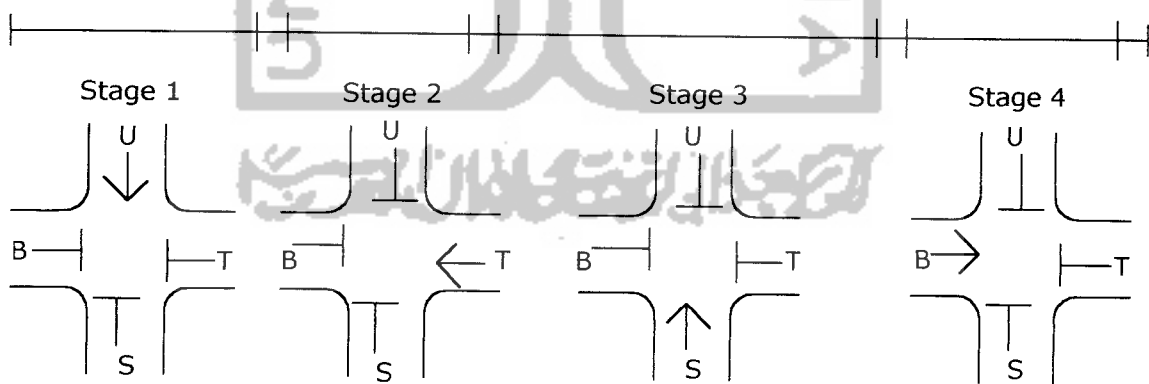
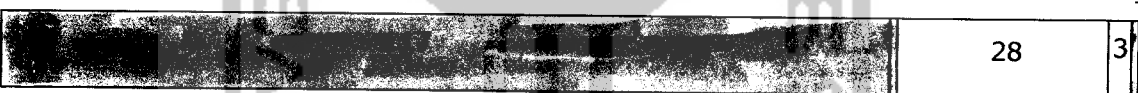
Phase 2 Timur 1



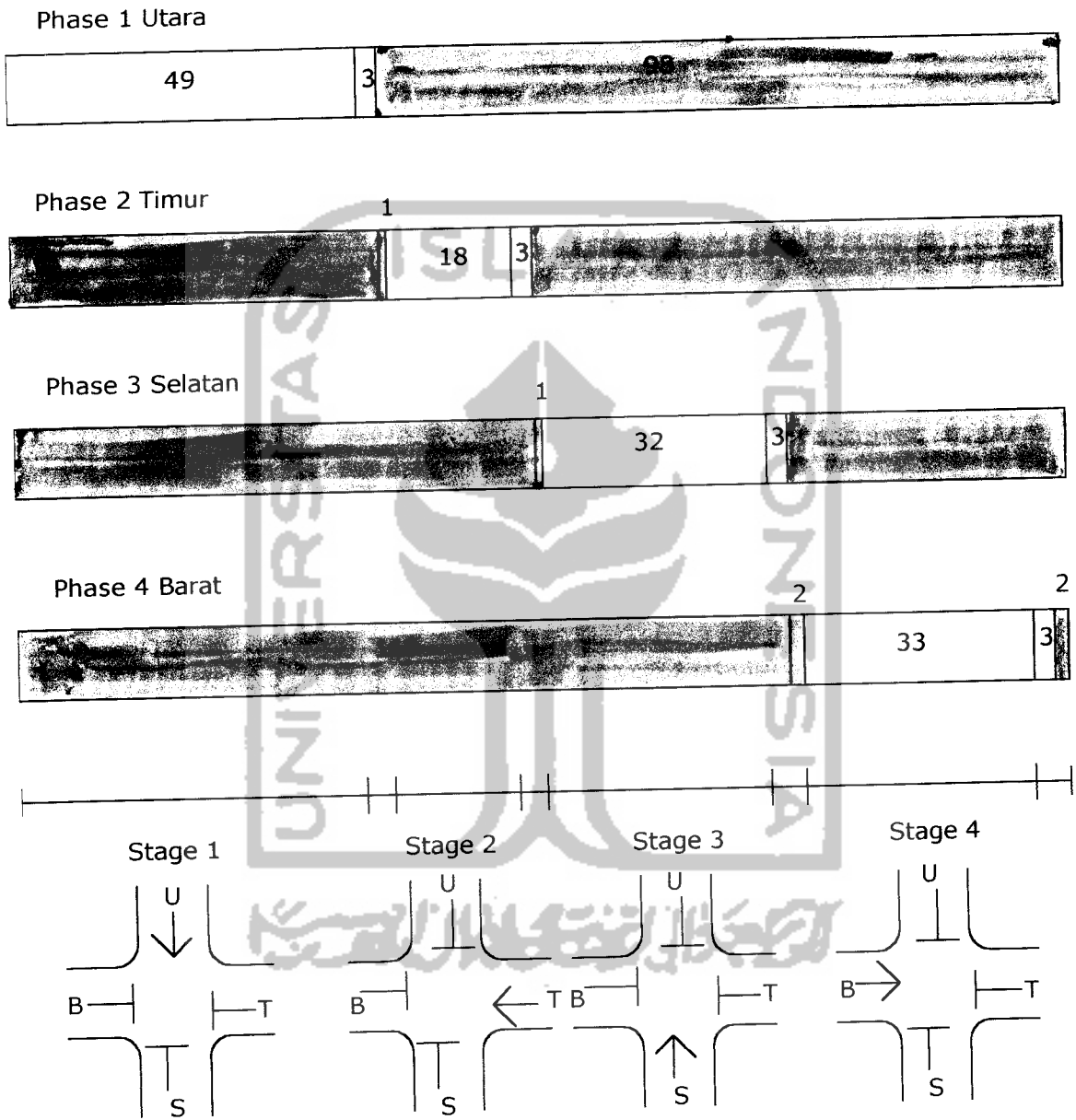
Phase 3 Selatan



Phase 4 Barat



Gambar 5.1 Diagram pengaturan Phase dan Stage Simpang Pingit



Gambar 5.2 Diagram pengaturan Phase dan Stage Simpang Jlagran

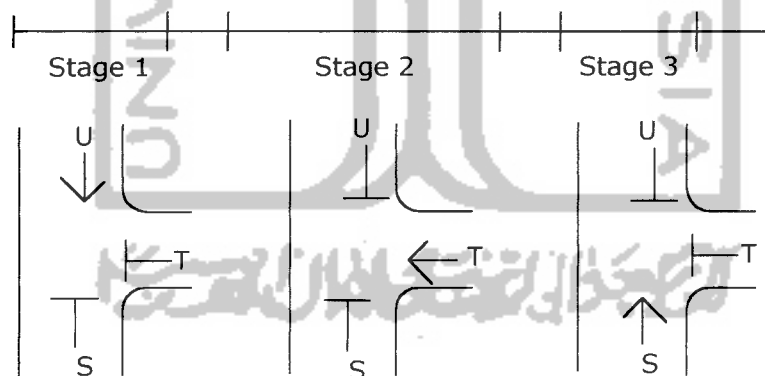
Phase 1 Utara



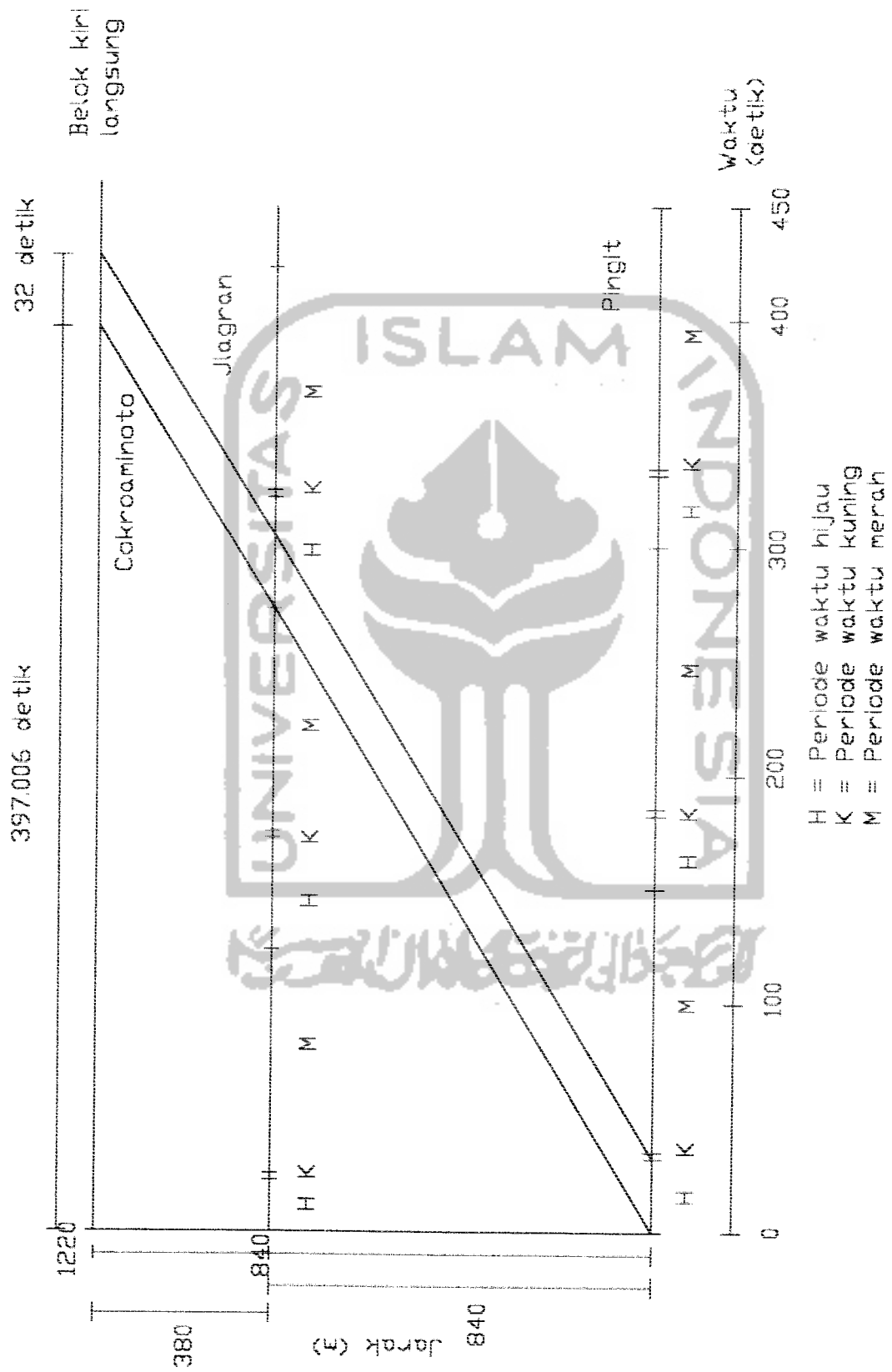
Phase 2 Timur



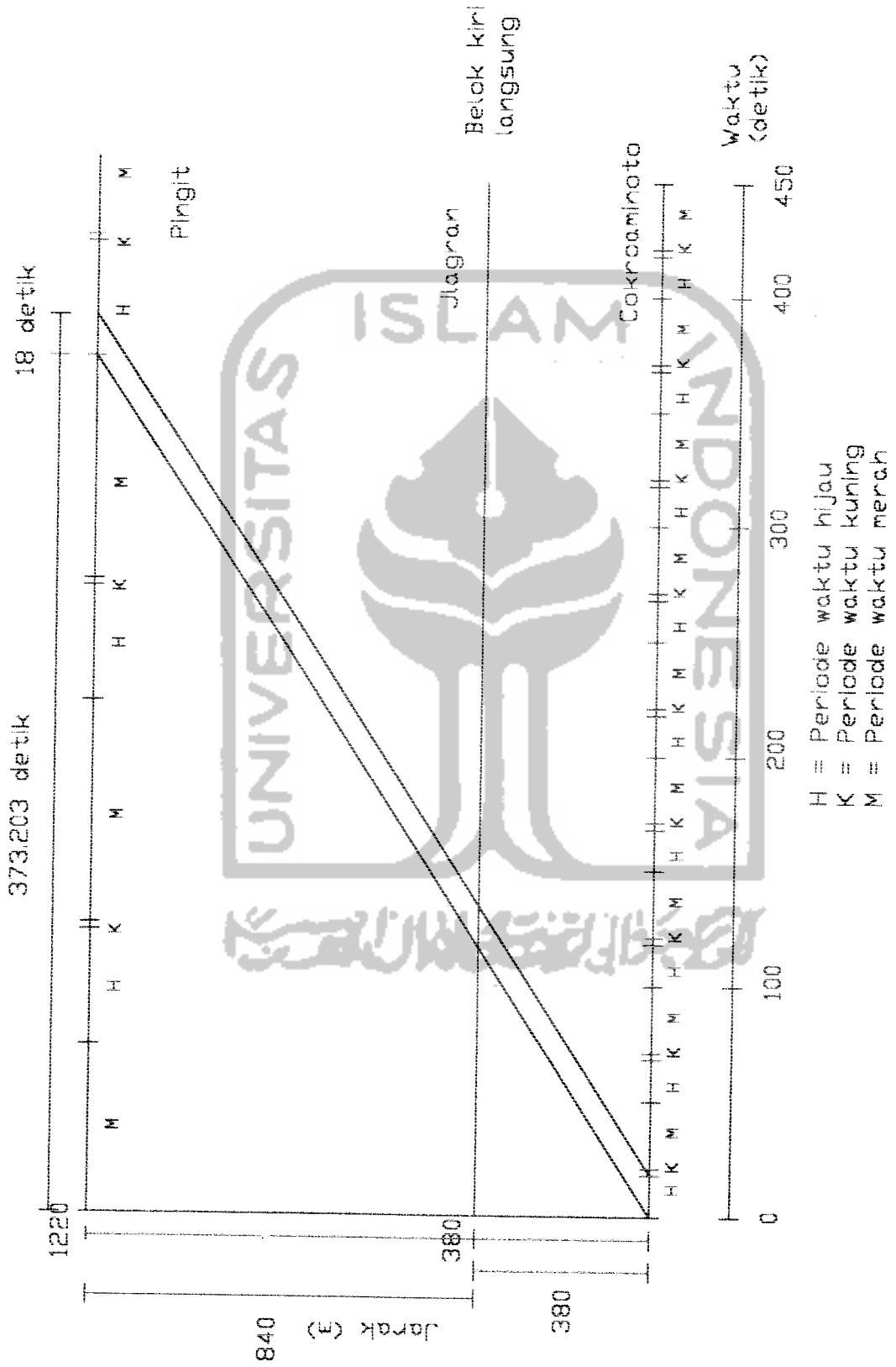
Phase 3 Selatan



Gambar 5.3 Diagram pengaturan Phase dan Stage Simpang Cokroaminoto



Gambar 5.4 Diagram koordinasi simpang dari simpang Pingit - Jiagan - Cakraaminoto



Gambar 5.5 Diagram koordinasi simpang dari simpang Cakraaminoto - Jlagran - Pingit