

---

---

---

---

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dimulai dengan mengidentifikasi jenis data yang dibutuhkan serta kemungkinan sumber-sumber untuk mendapatkannya, kemudian disusun rencana survei.

Secara umum survei dan pengumpulan data yang dilakukan adalah survei dan pengumpulan data ke instansi-instansi terkait serta survei lapangan. Dengan demikian data yang terkumpul dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu data primer dan data sekunder.

##### **3.1.1 Primer**

Pengumpulan data secara primer yaitu data yang didapat langsung terhadap permasalahan yang terjadi di lokasi observasi atau pengamatan berupa :

1. Data geometri : lebar masuk kaki simpang, lebar jalan.
2. Data lalu lintas : volume lalu lintas, waktu tempuh.
3. Data kontrol : marka, rambu dan sinyal

##### **3.1.2 Sekunder**

Pengumpulan data secara sekunder yaitu data yang didapat dengan menginventarisasi data yang merujuk pada data dari instansi terkait, seperti :

---

---

DLLAJR, dan Biro Pusat Statistik, Daerah Istimewa Yogyakarta.

---

### 3.2 Lokasi Observasi

Lokasi observasi penelitian ini yaitu persimpangan Sekip, persimpangan Terban, persimpangan SMU 6 serta ruas Jalan C. Simanjuntak menghubungkan ketiga persimpangan tersebut, yang terletak di wilayah Yogyakarta. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam gambar lokasi pengamatan (Gambar 3.2).

Secara umum kondisi geometrik jalan pada kedua persimpangan tersebut adalah relatif baik, yaitu terletak pada jalan yang datar dan lurus, tidak terdapat tanjakan, dan sedikit berbelok namun tidak berbahaya. Kondisi lingkungan di sekitar persimpangan merupakan pusat perkantoran, pertokoan dan menghubungkan daerah perdagangan.

Karena letaknya pada jaringan jalan perkotaan, maka arus lalu lintas yang melewati kedua persimpangan tersebut adalah arus lalu lintas dari dalam perkotaan. Ciri arus lalu lintas dalam perkotaan sebagian besar terdiri dari becak, sepeda, sepeda motor, mobil penumpang, minibus, bus dan truk.

### 3.3 Tahapan Evaluasi

Evaluasi ini dilakukan dalam beberapa tahapan kerja, yang terdiri dari persiapan, pelaksanaan observasi, pengolahan data, analisis dan pembahasan serta kesimpulan. Selanjutnya tahapan kerja tersebut dapat dilihat pada *Flow Chart* Metode Evaluasi Tugas Akhir (Gambar 3.4).

### **3.4 Pelaksanaan Observasi pada Persimpangan**

#### **3.4.1 Instrumen Observasi**

Dalam observasi ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan observasi di lapangan sebagai berikut :

1. Formulir observasi untuk pencacahan arus lalu lintas
2. Alat tulis
3. Arloji untuk mengetahui dimulai dan diakhirinya waktu pencacahan arus lalu lintas
4. Stop watch untuk mencatat waktu nyala lampu lalu lintas setiap fase pada setiap kaki persimpangan
5. Pita ukur (meteran) untuk mengukur data geometrik jalan dan persimpangan
6. Counter untuk menghitung jumlah kendaraan yang lewat.

#### **3.4.2 Pengukuran Geometrik Jalan dan Persimpangan**

Pelaksanaan pengukuran geometrik persimpangan jalan dilakukan pada waktu malam hari agar tidak mengganggu arus lalu lintas yang melewati persimpangan. Pengukuran data geometrik ini meliputi :

1. Pengukuran lebar masuk kaki simpang
2. Pengukuran lebar trotoar
3. Pengukuran lebar jalan.

### 3.4.3 Pencacahan Arus Lalulintas

Pencacahan arus lalulintas dilakukan untuk mencatat semua jenis kendaraan yang melewati persimpangan Sekip, persimpangan Terban, persimpangan SMU 6 serta ruas Jalan C Simanjuntak. Sasaran pencacahan arus lalulintas ini meliputi semua jenis kendaraan yang lewat dari semua arah gerakan (belok kiri, belok kanan, dan lurus). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Pencacahan kendaraan dilakukan selama 3 hari, setiap harinya dilakukan pada jam-jam sibuk yang diperkirakan volume arus lalulintasnya cukup besar dan didapatkan volume arus rata-rata per jamnya cukup besar pula, sehingga data arus lalulintasnya dianggap dapat mewakili arus lalulintas sehari penuh.

1. Pencacahan arus dilakukan pada :
  - a. Senin, 29 November 1999
  - b. Rabu, 1 Desember 1999
  - c. Sabtu, 4 Desember 1999
2. Jam-jam sibuk yang digunakan adalah sebagai berikut :
  - a. Pagi : Jam 07.00 – 09.00 WIB,
  - b. Siang : Jam 12.00 – 14.00 WIB,
  - c. Sore : Jam 15.00 – 17.00 WIB.

Dari data hasil pencacahan masing-masing persimpangan diambil jumlah arus lalulintas yang terpadat.

Jenis kendaraan yang dicatat dalam pencacahan arus lalulintas adalah sebagai berikut :

Dalam pengukuran lama fase lampu isyarat lalulintas ini digunakan peralatan sebagai berikut :

1. Kertas dan alat tulis yang digunakan untuk mencatat hasil pengukuran lama fase
2. Stop watch yang digunakan untuk mengukur lama fase.

### **3.5 Pelaksanaan Observasi pada Ruas Jalan**

#### **3.5.1 Instrumen Observasi**

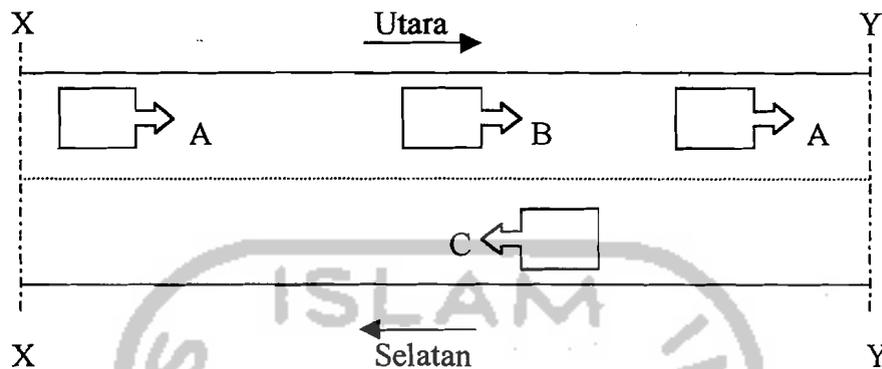
Dalam observasi ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan observasi di lapangan sebagai berikut :

1. Formulir observasi untuk pencacahan arus lalulintas
2. Alat tulis
3. Arloji untuk mengetahui dimulai dan diakhirinya waktu pencacahan arus lalulintas
4. Stop watch untuk mencatat waktu nyala lampu lalulintas setiap fase pada setiap kaki persimpangan
5. Mobil observer (sedan).

#### **3.5.2 Pencacahan Arus dan Waktu Tempuh dengan *Moving Car Observer***

Cara ini dilakukan dengan melakukan perjalanan pada panjang jalan pengamatan secara berputar pada suatu seksi yang dites .

Pada Gambar 3.1 dibawah ini menunjukkan suatu seksi jalan jurusan Utara - Selatan sebagai lokasi pengamatan. Pengamatan dimulai dengan mengumpulkan data yang relevan pada seksi X-X ( ke Selatan) ke arah seksi Y-Y (ke Utara ) , kemudian berputar kembali ke seksi X-X.



Gambar 3.1. Lokasi Tes Metode *Moving Car Observer*

Keterangan Gambar :

- X - X = potongan melintang arah Selatan
- Y - Y = potongan melintang arah Utara
- A = kendaraan yang menyiap (*overtake*)
- B = kendaraan yang disiap (*passing*) / kendaraan observer
- C = kendaraan yang berlawanan (*opposing*)

### 3.6 Reduksi Data

Reduksi data adalah menghilangkan data-data dari hasil observasi yang tidak diperlukan dalam analisis disebabkan oleh :

1. Kerusakan sinyal,
2. Cuaca (hujan),
3. Karnaval, dan
4. Tamu kenegaraan.

### 3.7 Analisis

Perhitungan kapasitas dan tingkat pelayanan persimpangan bersinyal diselesaikan dengan metode HCM 1994 dan MKJI 1997 yaitu dengan memasukkan data-data hasil survei ke dalam lembar kerja dari HCM 1994 dan MKJI 1997, yang terdapat pada lampiran 1-4. Untuk persimpangan tak bersinyal diselesaikan dengan metode MKJI 1997 yaitu dengan memasukkan data-data survei ke dalam lembar kerja yang terdapat pada lampiran 5, sedangkan untuk ruas jalan diselesaikan dengan metode HCM yaitu dengan memasukkan data-data hasil survei ke dalam lembar kerja dari HCM 1994, seperti yang terdapat pada lampiran 6. Untuk analisis biaya operasi kendaraan (BOK) diselesaikan dengan metode TRRL.

#### 3.7.1 Analisis Tingkat Pelayanan pada Persimpangan Bersinyal

##### 3.7.1.1 Langkah-langkah Analisis HCM

###### 1. Modul masukan

Semua data masukan untuk modul ini berdasarkan Tabel 4.2 sampai Tabel 4.9 dan urutan pemasukan data-data ke dalam lembar kerja modul masukan adalah sebagai berikut ini.

1. Persentase kemiringan jalan diisikan sesuai Tabel 4.7
2. Persentase kendaraan berat diisikan sesuai Tabel 4.3
3. Lajur khusus parkir pada persimpangan tidak ada, diisikan N
4. PHF (*Peak Hour Factor*) diisikan sesuai Tabel 4.2
5. Jumlah penyeberang jalan di persimpangan yang diisikan sesuai Tabel 4.4

6. Tidak ada tombol penyeberang jalan, sehingga diisikan N dan waktu

hijau minimum untuk penyeberang jalan (GP) dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.1, yaitu :  $Gp = 7 + (w/4) - y$  , sebagai berikut :

a. Persimpangan Sekip

1. Untuk Jalan Kaliurang, yaitu :

$$Gp (NB) = 7 + (w/4) - y$$

2. Untuk Jalan Terban, yaitu :

$$Gp (EB) = 7 + (w/4) - y$$

3. Untuk Jalan C. Simanjuntak, yaitu :

$$Gp (SB) = 7 + (w/4) - y$$

4. Untuk Jalan Prof. DR. Sardjito, yaitu :

$$Gp (WB) = 7 + (w/4) - y$$

b. Persimpangan Terban

1. Untuk Jalan C. Simanjuntak, yaitu :

$$Gp (NB) = 7 + (w/4) - y$$

2. Untuk Jalan Jend. Sudirman Timur, yaitu :

$$Gp (EB) = 7 + (w/4) - y$$

3. Untuk Jalan Jend. Sudirman Barat, Yaitu :

$$Gp (WB) = 7 + (w/4) - y$$

7. Tipe kedatangan untuk persimpangan ini dihitung sesuai dengan

persamaan 2.2, yaitu  $Rp = P (C/g)$ , dengan :

$P$  = perbandingan kendaraan dari seluruh volume kelompok  
lajur dalam gerakan kedatangan saat fase hijau (%)

$C$  = panjang siklus (det) =  $G + R + Y$

$g$  = waktu hijau efektif untuk gerakan (det) =  $G + Y - t_L$

$G$  = waktu hijau (det)

$R$  = waktu merah (det)

$Y$  = waktu kuning (det)

$t_L$  = total *lost time* tiap gerakan (det)

a. Persimpangan Sekip

1. Untuk Jalan Kaliurang, yaitu :

$$R_p(NB) = P(C/g)$$

2. Untuk Jalan Terban, yaitu :

$$R_p(EB) = P(C/g)$$

3. Untuk Jalan C. Simanjuntak, yaitu :

$$R_p(SB) = P(C/g)$$

4. Untuk Jalan Prof. DR. Sardjito, yaitu :

$$R_p(WB) = P(C/g)$$

b. Persimpangan Terban

1. Untuk Jalan C. Simanjuntak, yaitu :

$$R_p(NB) = P(C/g)$$

2. Untuk Jalan Jend. Sudirman Timur, yaitu :

$$R_p(EB) = P(C/g)$$

3. Untuk Jalan Jend. Sudirman Barat, yaitu :

$$R_p(WB) = P(C/g)$$

## 2. Modul Penyesuaian Volume

Perhitungan pada modul penyesuaian volume ini adalah sebagai berikut :

1. Volume lalu lintas perjam pada jam puncak, berdasarkan arah geraknya dimasukkan dalam kolom 3. Adapun datanya diambil dari Tabel 4.1.
2. Nilai PHF pada Tabel 4.2 dimasukkan ke dalam kolom 4
3. Volume arus sibuk ( $V_p$ ) tiap gerakan, didapat dengan cara membagi kolom 3 ( $V$  = volume kendaraan perjam pada jam puncak) dengan kolom 4 (nilai PHF), dan dimasukkan ke dalam kolom 5
4. Pengelompokan lajur dimasukkan ke dalam kolom 6. Misalnya untuk simpang Sekip, pendekat WB dan SB terdapat sebuah lajur eksklusif (*exclusive lane*) dengan gerakan belok kiri jalan terus (*permitted phasing*). Lajur belok kiri ini terpisah dengan arah gerakan lurus dan belok kanan, oleh karena itu peninjauan harus dipisahkan. Sedangkan pada pendekat NB semua gerakan adalah *protected* (boleh berjalan bila hijau saja dan bersifat *shared lane* karena lajur yang ada berbagi dengan semua arah gerakan (belok kiri, lurus, dan belok kanan)
5. Kolom 7 adalah menunjukkan besar arus kendaraan per jam untuk setiap kelompok lajur ( $V_g$ ). Merupakan penjumlahan dari kolom 5 ( $LT + TH + RT$ ).
6. Kolom 8 adalah jumlah lajur terpakai. Misalnya untuk simpang Sekip, pada pendekat NB terdapat dua buah lajur untuk gerakan belok kiri, lurus, dan belok kanan, sehingga pada kolom 8 baris TH diisikan  $N = 2$ .

Sedangkan untuk pendekat WB dan SB terdapat satu buah lajur untuk belok kiri (lajur eksklusif atau belok kiri jalan terus), sehingga pada kolom 8 baris LT diisikan  $N = 1$  dan mempunyai satu buah lajur untuk lurus dan belok kanan, sehingga pada kolom 8 baris TH diisikan  $N = 1$

7. Kolom 9 adalah faktor penggunaan lajur ( $U$ ) yang diperoleh dari Tabel 2.7 untuk jumlah lajur menerus grup = 1 diperoleh faktor penggunaan lajur ( $U = 1,00$ ) dan untuk dua lajur ( $U = 1,05$ ) sedangkan untuk persimpangan Terban jumlah lajur menerus grup = 2 diperoleh faktor penggunaan lajur ( $U = 1,05$ )
8. Kolom 10 adalah hitungan penyesuaian gerakan volume per jam ( $v$ ), yang didapat dengan cara mengalikan kolom 7 dengan kolom 9.
9. Kolom 11 adalah proporsi kendaraan belok kiri dan belok kanan dalam kelompok lajur, yang diperoleh dengan membagi kolom 5 (besar arus masing-masing arah) dengan kolom 7, yaitu  $LT/Vg$  atau  $Rt/Vg$ .

### 3. Modul Standar Arus Jenuh

Cara perhitungan pada modul standar kejenuhan arus (*saturation flow*) adalah sebagai berikut ini.

1. Kolom 2 adalah pengelompokan lajur, seperti pada modul penyesuaian volume kolom 6.
2. Kolom 3 adalah standar kejenuhan arus yang ideal, yaitu sebesar 1900 smp/jam/lajur pada saat lampu hijau

3. Kolom 4 adalah jumlah lajur yang dipakai, seperti modul penyesuaian volume kolom 8

4. Kolom 5 adalah faktor penyesuaian lebar lajur (fw) yang diambil dari Tabel 2.8, berdasarkan lebar satu lajur yaitu dengan interpolasi

1. Untuk Persimpangan Sekip

- a. Pada pendekat NB (Jalan C. Simanjuntak) berdasarkan Tabel 4.6.a lebar satu lajur 14,27 *feet* dan dari Tabel 2.8, didapat nilai fw
- b. Pada pendekat WB (Jalan Terban) berdasarkan Tabel 4.6.a lebar satu lajur 9,515 *feet* dari Tabel 2.8, didapat nilai fw
- c. Pada pendekat SB (Jalan Kaliurang) berdasarkan Tabel 4.6.a lebar satu lajur 9,515 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw
- d. Pada pendekat EB ( Jalan Prof. Dr. Sardjito) berdasarkan Tabel 4.6.a lebar satu lajur 13,94 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw

2. Untuk Persimpangan Terban

- a. Pada pendekat SB (Jalan C. Simanjuntak) berdasarkan Tabel 4.6.b lebar satu lajur 8,12 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw
- b. Pada pendekat WB (Jalan Jend. Sudirman Timur) berdasarkan Tabel 4.6.b lebar satu lajur 10,335 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw
- c. Pada pendekat EB (Jalan Jend. Sudirman Barat) berdasarkan Tabel 4.6.b satu lajur 10,66 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw

5. Kolom 6 adalah faktor kendaraan berat ( $f_{HV}$ ) untuk setiap lajur yang diambil dari Tabel 2.9. Misalnya untuk lajur belok kiri pendekat SB simpang Sekip (Jalan Kaliurang) dengan prosentase kendaraan berat 0% (Tabel 4.3a) maka berdasarkan Tabel 2.9 didapatkan nilai  $f_{HV}$
6. Kolom 7 adalah faktor kemiringan vertikal ( $f_g$ ) yang diambil dari Tabel 2.10. Misalnya untuk pendekat SB simpang Sekip (Jalan Kaliurang) mempunyai kemiringan 0 % maka berdasarkan Tabel 2.10 didapat  $f_g$
7. Kolom 8 adalah faktor penyesuaian kendaraan parkir untuk setiap jamnya ( $f_p$ ) yang diambil dari Tabel 2.11, misalnya untuk pendekat SB simpang Sekip tidak mempunyai lajur parkir khusus maka berdasarkan Tabel 2.11 didapat  $f_p$
8. Kolom 9 adalah faktor blokade bis ( $f_{bb}$ ) yang diambil dari Tabel 2.12, misalnya pada pendekat SB simpang Sekip tidak ada blokade bis, maka berdasarkan Tabel 2.12 didapat  $f_{bb}$
9. Kolom 10 adalah faktor penyesuaian tipe daerah ( $f_a$ ) yang diambil dari Tabel 2.13. persimpangan terletak pada CBD (*Central Bussines District*) yaitu daerah pusat perdagangan, sehingga dari Tabel 2.13 didapat  $f_a$
10. Kolom 11 adalah faktor penyesuaian belok kanan ( $f_{RT}$ ) yang diperoleh dari Tabel 2.14. Gerakan belok kanan dari pendekat EB, WB, NB dan SB simpang Sekip adalah *shared RT* dan *permitted phasing* (Tabel 2.14 pada baris ke-5), artinya untuk gerakan belok kanan tidak disediakan lajur khusus dan diijinkan berjalan hanya pada saat tertentu (lampu

hijau) serta terjadi konflik dengan penyeberang atau kendaraan berlawanan arah saat terjadi gerakan belok. Sehingga nilai ( $P_{RT}$ ) dari kolom 11 modul penyesuaian volume, kemudian dengan interpolasi dari Tabel 2.14 akan didapat  $f_{RT}$ .

11. Kolom 12 adalah faktor penyesuaian belok kiri ( $f_{LT}$ ) yang diperoleh dari Tabel 2.15. Pada pendekatan WB dan SB simpang Sekip adalah *exclusive LT* dan *protected plus permitted phasing* artinya untuk gerakan belok kiri disediakan lajur khusus dan waktu gerakannya tidak terbatas (sepanjang fase lampu). Sehingga nilai  $P_{LT}$  yang didapat dari kolom 11 modul penyesuaian volume, kemudian dengan cara interpolasi dari Tabel 2.15 akan didapat  $f_{LT}$ .
12. Kolom 13 adalah hitungan penyesuaian arus ( $s$ ) yang merupakan hasil perkalian antara nilai arus jenuh ideal sebesar 1900 (kolom 3 modul standar kejenuhan arus) dengan semua faktor yang ada. Sesuai dengan persamaan 2.6 yaitu :

$$s = 1900 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT}$$

#### 4. Modul Analisis Kapasitas

Pada modul ini dianalisis kapasitas persimpangan. Adapun cara perhitungannya adalah sebagai berikut ini.

1. Kolom 1 adalah pengelompokan lajur seperti pada kolom 6 modul penyesuaian volume.
2. Kolom 2 adalah tipe fase.

3. Kolom 3 adalah penyesuaian besar arus per jam ( $v$ ) seperti pada kolom modul penyesuaian volume.
4. Kolom 4 adalah penyesuaian arus jenuh ( $s$ ) yang didapat dari kolom 13 modul standar kejenuhan arus.
5. Kolom 5 adalah perbandingan arus ( $v/s$ ) yang didapat dengan membagi kolom 3 dengan kolom 4.
6. Kolom 6 adalah perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran ( $g/C$ ).
7. Kolom 7 adalah kapasitas kelompok lajur ( $c$ ) yang didapat dengan mengalikan kolom 4 dengan kolom 6.
8. Kolom 8 adalah perbandingan volume dengan kapasitas ( $X$ ) yang didapat dengan membagi kolom 3 dengan kolom 7.
9. Kolom 9 adalah tanda untuk kelompok lajur kritis kelompok lajur dengan rasio arus ( $v/s$ ) tertinggi pada tiap fase atau kumpulan fase.
10. Jumlah dari nilai  $X_{ct}$  untuk kelompok lajur kritis adalah  $Y = \sum (v/s)_{ct}$
11. Perbandingan volume dengan kapasitas kritis persimpangan ( $X_c$ ) adalah sesuai dengan persamaan 2.8 yaitu :

$$X_c = \sum (v/s)_{ct} \cdot C / (C-L) = Y \cdot C / (C_c - L)$$

## 5. Modul Analisis Tingkat Pelayanan

Modul analisis tingkat pelayanan ini dihitung dengan cara sebagai berikut ini.

1. Kolom 1 adalah pengelompokan lajur seperti pada kolom 6 modul penyesuaian volume.
2. Kolom 2 adalah perbandingan volume dengan kapasitas (X) yang didapat dari kolom 8 modul analisis kapasitas.
3. Kolom 3 adalah perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran (g/C) yang didapat dari kolom 6 modul analisis kapasitas.
4. Kolom 4 adalah penundaan pertama ( $d_1$ ) yang didapat dari perhitungan dengan persamaan 2.10, yaitu :
 
$$d_1 = 0,38.C.[1-(g/C)]^2/[1-(g/C).(X)]$$
5. Kolom 5 adalah faktor penyesuaian *delay* (DF) yang diambil dari Tabel 2.17.
6. Kolom 6 adalah kapasitas kelompok lajur ( c ) yang didapat dari kolom 7 modul analisis kapasitas.
7. Kolom 7 adalah faktor kalibrasi penambahan *delay* (m) yang diperoleh dari Tabel 2.17.
8. Kolom 8 adalah *delay* tambahan / penundaan kedua ( $d_2$ ) yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.11 yaitu :
 
$$d_2 = 173 \times X^2[(X-1)+[(X-1)^2+(MX/C)]^{0,5}]$$
9. Kolom 9 adalah perhitungan penundaan kelompok lajur yang didapat dengan mengalikan kolom 4 dengan kolom 5 dan ditambahkan dengan kolom 8

10. Kolom 10 adalah tingkat pelayanan kelompok lajur yang didapat dari hasil hitungan penundaan kelompok lajur dibandingkan dengan kriteria yang ada (Tabel 2.1)
11. Kolom 11 adalah penundaan pada pendekat yang didapat dari persamaan 2.12 yaitu  $d = \sum d_i \cdot v_i / \sum v_i$
12. Kolom 12 adalah tingkat pelayanan pada pendekat yang didapat dari hasil perhitungan penundaan pada pendekat dibandingkan dengan kriteria yang ada (Tabel 2.1)
13. Penundaan pada persimpangan didapat dengan menggunakan persamaan 2.13, yaitu :
- $$d = \sum d_A \cdot v_A / \sum v_A$$

### 3.7.1.2 Langkah-langkah Menurut MKJI 1997

#### 1. LANGKAH A : DATA MASUKAN

- a. LANGKAH A-1 : GEOMETRIK, PENGATURAN LALULINTAS DAN KONDISI LINGKUNGAN (Form SIG-I)

Langkah ini menggambarkan kondisi geometrik, pengaturan lalulintas dan kondisi arus lalulintas, dengan memasukkan data-data hasil survei ke dalam Formulir SIG-I, urutan memasukkan data-data tersebut adalah sebagai berikut :

- 1). Informasi untuk diisi pada bagian atas Form SIG-I, yaitu :

- a). Umum

Isilah tanggal, dikerjakan oleh, kota, simpang dan waktu pada judul formulir.

b). Ukuran kota

Masukkan jumlah penduduk perkotaan.

c). Fase dan waktu sinyal

Gunakan kotak-kotak di bawah judul Formulir SIG-I untuk menggambar diagram-diagram fase yang ada (jika ada). Masukkan waktu hijau (g) dan waktu antar hijau (IG) yang ada pada setiap kotak, dan masukkan waktu siklus dan waktu hilang total ( $LTI = \sum IG$ ) untuk kasus yang ditinjau (jika ada).

d). Belok kiri langsung

Tunjukkan dalam diagram-diagram fase dalam pendekatan-pendekat mana gerakan belok kiri langsung diijinkan (gerakan membelok tersebut dapat dilakukan dalam semua fase tanpa memperhatikan sinyal).

2). Informasi untuk diisi pada bagian bawah Form SIG-I adalah sebagai berikut :

a). Kode pendekat (kolom 1)

Gunakan Utara, Selatan, Timur, Barat atau tanda lainnya yang jelas untuk menamakan pendekat-pendekat tersebut.

b). Tipe lingkungan jalan (kolom 2)

Masukkan tipe lingkungan jalan (COM = komersial; RES = pemukiman; RA = akses terbatas) untuk setiap pendekat.

c). Tingkat hambatan samping (kolom 3)

Masukkan tingkat hambatan samping tinggi atau rendah.

d). Median (kolom 4)

Masukkan jika terdapat median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekat (ya atau tidak).

e). Kelandaian (kolom 5)

Masukkan kelandaian dalam % (naik = + % ; turun = - %).

f). Belok kiri langsung (kolom 6)

Masukkan jika belok kiri langsung (LTOR) diijinkan (ya atau tidak).

g). Jarak ke kendaraan parkir (kolom 7)

Masukkan jarak normal antara garis henti dan kendaraan pertama yang diparkir di sebelah hulu pendekat, untuk kondisi yang dipelajari.

h). Lebar pendekat (kolom 8 -11)

Masukkan, dari sketsa, lebar bagian yang diperkeras dari masing-masing pendekat (hulu dari titik belok untuk LTOR), belok kiri langsung, tempat masuk dan tempat keluar.

b. LANGKAH A-2 : KONDISI ARUS LALULINTAS (Formulir SIG-II)

- 1). Jika data lalulintas rinci dengan distribusi jenis kendaraan untuk masing-masing gerakan beloknya tersedia, maka Formulir SIG-II dapat digunakan. Masukkan data arus lalulintas untuk masing-masing jenis kendaraan bermotor dalam kend/jam pada kolom 3,6,9 dan arus kendaraan tak bermotor pada kolom 17. Semua gerakan lalulintas di dalam simpang harus dicatat pada Formulir SIG-II, juga untuk belok kiri langsung (LTOR). Tetapi gerakan LTOR tidak dimasukkan dalam perhitungan waktu sinyal seperti diuraikan dalam langkah C, (tetapi

sudah diperhitungkan dalam perhitungan perilaku lalu lintas dalam langkah E).

- 2). Arus lalu lintas dihitung dalam smp/jam bagi masing-masing jenis kendaraan untuk kondisi terlindung atau terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan dengan menggunakan emp berikut ini.

Tipe Kendaraan	Emp	
	Pendekat terlindung	Pendekat terlawan
Kendaraan ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda motor (MC)	0,2	0,4

Hasilnya dimasukkan pada kolom 4, 5, 7, 8, 10 dan 11.

- 3). Arus lalu lintas total  $Q_{MV}$  dihitung dalam kend/jam pada masing-masing pendekat untuk kondisi-kondisi arus berangkat terlindung atau terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan). Dan hasilnya dimasukkan dalam kolom 12 dan 14.
- 4). Untuk masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri  $P_{LT}$  dan rasio belok kanan  $P_{RT}$  dihitung dan hasilnya dimasukkan pada kolom 15 dan 16 pada baris yang sesuai untuk arus LT dan RT :
- $$P_{LT} = LT \text{ (smp/jam)} / \text{Total (smp/jam)}$$
- $$P_{RT} = RT \text{ (smp/jam)} / \text{Total (smp/jam)}$$
- 5). Rasio kendaraan tak bermotor dihitung dengan membagi arus kendaraan tak bermotor  $Q_{UM}$  kend/jam pada kolom 17 dengan arus kendaraan bermotor  $Q_{MV}$  kend/jam pada kolom 12 dan diisikan pada kolom 18.

$$P_{UM} = Q_{UM} / Q_{MV}$$

## 2. LANGKAH B : PENGGUNAAN SINYAL

### a. LANGKAH B-1 : PENENTUAN FASE SINYAL (Formulir SIG-IV)

Dalam penentuan fase sinyal ada dua langkah sebagai berikut :

#### 1). Pilih fase sinyal

Biasanya pengaturan dua fase dicoba sebagai kejadian dasar karena biasanya menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada tipe fase sinyal lain dengan pengatur fase yang biasa dengan pengatur fase yang konvensional.

#### 2). Fase sinyal yang dipilih digambar dalam kotak yang disediakan pada Formulir SIG-IV.

### b. LANGKAH B-2 : WAKTU ANTAR HIJAU DAN WAKTU HILANG

Dalam penentuan waktu antar hijau dan waktu antar hilang ada dua langkah, yaitu :

#### 1). Menentukan waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada setiap akhir fase dan waktu antar hijau (IG) per fase.

#### 2). Menentukan waktu hilang (LTI) sebagai jumlah dari waktu antar hijau per siklus, dan hasilnya dimasukkan ke dalam bagian bawah pada kolom 4 pada Formulir SIG-IV.

## 3. LANGKAH C : PENENTUAN WAKTU SINYAL

Langkah C meliputi penentuan faktor-faktor berikut :

### C-1 : Tipe pendekat

C-2 : Lebar pendekat efektif

C-3 : Arus jenuh dasar

C-4 : Faktor penyesuaian

C-5 : Rasio arus / arus jenuh

C-6 : Waktu siklus dan waktu hijau

Perhitungan-perhitungan dimasukkan ke dalam Formulir SIG-IV.

Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas

a. LANGKAH C-1 : TIPE PENDEKAT

- 1). Identifikasi dari setiap pendekat dimasukkan ke dalam baris pada Formulir SIG-IV kolom 1.
- 2). Nomor dari fase masing-masing pendekat/gerakannya mempunyai nyala hijau dimasukkan pada kolom 2.
- 3). Menentukan tipe dari setiap terlindung (P) atau terlawan (O) dengan bantuan Gambar C-1:1 (terlampir), dan hasilnya dimasukkan pada kolom 3.
- 4). Sketsa yang menunjukkan arus-arus dengan arahnya dibuat pada Formulir SIG-II kolom 13-14 dalam smp/jam pada kotak sudut kiri atas Formulir SIG-IV (pilih hasil yang sesuai untuk kondisi terlindung (Tipe P) atau terlawan (Tipe O) sebagaimana tercatat pada kolom 3).
- 5). Rasio kendaraan berbelok ( $P_{LOR}$  atau  $P_{LT}$ ,  $P_{RT}$ ) untuk setiap pendekat (dari Formulir SIG-II kolom 15-16) dimasukkan pada kolom 4-6.
- 6). Dari sketsa arus kendaraan belok kanan dalam smp/jam, dalam arahnya sendiri ( $Q_{RT}$ ) dimasukkan pada kolom 7 untuk masing-masing pendekat

(dari Formulir SIG-II kolom 14). Dimasukkan juga untuk pendekat Tipe O arus kendaraan belok kanan, dalam arah yang berlawanan ( $Q_{RTO}$ ) pada kolom 8 (dari Formulir SIG-II kolom 14).

b. LANGKAH C-2 : LEBAR PENDEKAT EFEKTIF

- 1). Menentukan lebar efektif ( $W_e$ ) dari setiap pendekat berdasarkan informasi tentang lebar pendekat ( $W_A$ ), lebar masuk ( $W_{MASUK}$ ) dan lebar keluar ( $W_{KELUAR}$ ) dari Formulir SIG-I sketsa dari kolom 8- 11) dan rasio lalulintas berbelok dari formulir SIG-IV kolom 4-6 sebagai berikut, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 9 pada Formulir SIG-IV.

a). PROSEDUR UNTUK PENDEKAT TANPA BELOK KIRI LANGSUNG (LTOR)

Lebar keluar diperiksa (hanya untuk pendekat Tipe P).

Jika  $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{LTOR})$ ,  $W_e$  sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan  $W_{KELUAR}$ , dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini hanya dilakukan untuk bagian lalulintas lurus saja (yaitu  $Q = Q_{ST}$ ) pada Formulir SIG-IV kolom 18).

b). PROSEDUR UNTUK PENDEKAT DENGAN BELOK KIRI LANGSUNG (LTOR)

Lebar efektif ( $W_e$ ) dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalulintas, penentuan lebar masuk ( $W_{MASUK}$ ) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar C-2:1 (terlampir), atau untuk pendekat tanpa pulau lalulintas yang ditunjukkan pada bagian kanan dari gambar. Persamaan di bawah dapat digunakan untuk kedua keadaan tersebut.

A. Jika  $W_{LTOR} \leq 2 m$  : Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah A:1 : Lalulintas belok kiri langsung  $Q_{LTOR}$  dikeluarkan dari perhitungan selanjutnya pada Formulir SIG-IV (yaitu  $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$ ). Menentukan lebar pendekat dengan persamaan berikut ini.

$$W_e = \min \frac{W_A - W_{LTOR}}{W_{MASUK}}$$

Langkah A:2 : lebar keluar diperiksa, (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika  $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - P_{RT})$ ,  $W_e$  sebaiknya diberi nilai baru sama dengan  $W_{KELUAR}$ , dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja (yaitu  $Q = Q_{ST}$  pada Formulir SIG-IV kolom 18).

B. Jika  $W_{LTOR} < 2 m$  : dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah B:1 : Sertakan  $Q_{LTOR}$  pada perhitungan selanjutnya.

$$\begin{aligned} W_e &= \min W_A \\ &= W_{MASUK} + W_{LTOR} \\ &= W_A \times (1 + P_{LTOR}) = W_{LTOR} \end{aligned}$$

Langkah B:2 : Lebar keluar diperiksa ( hanya untuk pendekat Tipe P)

Jika  $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{LOR})$ .  $W_e$  sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan  $W_{KELUAR}$ , dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja (yaitu  $Q = Q_{ST}$  pada Formulir SIG-IV kolom 18).

c. LANGKAH C-3 : ARUS JENUH DASAR

1). Arus jenuh dasar ( $S_o$ ) untuk setiap pendekat ditentukan seperti diuraikan di bawah, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 10.

a). Untuk pendekat Tipe P (arus terlindung)

$S_o = 600 \times W_e$  smp/jam hijau, atau lihat Gambar C-3 : 1 (terlampir).

b). Untuk pendekat Tipe O (arus berangkat terlawan)

$S_o$  ditentukan dari Gambar C-3:2 (untuk pendekat tanpa lajur belok kanan terpisah) dan Gambar C-3:3 (untuk pendekat dengan lajur belok kanan terpisah) sebagai fungsi dari  $W_e$ ,  $Q_{RT}$  dan  $Q_{RTO}$ .

Gambar-gambar tersebut (terlampir) digunakan untuk mendapatkan nilai arus jenuh pada keadaan dimana lebar pendekat lebih besar dan lebih kecil daripada  $W_e$  sesungguhnya dan hasilnya dihitung dengan interpolasi.

d. LANGKAH C-4 : FAKTOR PENYESUAIAN

1). Menentukan faktor penyesuaian berikut untuk nilai arus jenuh dasar untuk kedua tipe pendekat P dan O sebagai berikut :

a). Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel C-4:3 (terlampir) sebagai fungsi dari ukuran kota yang tercatat pada Formulir SIG-I. Hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 11.

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{CS}$ )
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Tabel C-4:3 Faktor penyesuaian ukuran kota

- b). Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari Tabel C-4:4 sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping (tercatat dalam Formulir SIG-I), dan rasio kendaraan tak bermotor (dari Formulir SIG – I kolom 18). Hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 12. Jika hambatan samping tidak diketahui, dapat dianggap sebagai tinggi agar tidak menilai kapasitas terlalu besar.

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	>0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Tabel C-4:4. Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, Hambatan samping dan kendaraan tak bermotor ( $F_{SF}$ )

- c). Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan dari Gambar C-4:1 (terlampir) sebagai fungsi dari kelandaian (Grad) yang tercatat pada

Formulir SIG-1, dan hasilnya dimasukkan kedalam kolom 13 pada

Formulir SIG-IV.

- d). Faktor penyesuaian parkir ditentukan dari Gambar C-4:2 (terlampir) sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama (kolom 7 pada Formulir SIG-IV). hasilnya dimasukkan kedalam kolom 14. Faktor ini dapat juga diterapkan untuk kasus-kasus dengan panjang lajur belok kiri terbatas. ini tidak perlu diterapkan jika lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar.
- $F_p$  dapat juga dihitung dari persamaan 2.15, yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau.
- 2). Menentukan faktor untuk nilai arus jenuh dasar hanya pada pendekat tipe P sebagai berikut :
- a). Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ ) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan  $P_{RT}$  (dari kolom 6) menggunakan persamaan 2.16, dan hasilnya dimasukkan kedalam kolom 15.
- b). Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ ) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri  $P_{LT}$  tercatat pada kolom 5 pada formulir SIG-IV, menggunakan persamaan 2.17 dan hasilnya dimasukkan kedalam kolom 16.
- 2). Nilai arus jenuh disesuaikan
- Nilai arus jenuh disesuaikan dihitung dengan persamaan 2.18, hasilnya dimasukkan pada kolom 17

c. LANGKAH C-5 : RASIO ARUS/RASIO ARUS JENUH

- 1). Arus lalu lintas masing-masing pendekat ( $Q$ ) dari formulir SIG-II kolom 13 (terlindung) atau kolom 14 (terlawan) dimasukkan ke dalam kolom 18 formulir SIG-IV.
- 2). Rasio arus ( $FR$ ) masing-masing pendekat dihitung dengan persamaan 26, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 19
- 3). Beri tanda rasio arus kritis ( $FR_{CRIT}$ ) pada masing-masing fase dengan melingkarinya pada kolom 19
- 4). Rasio arus simpang ( $IFR$ ) dihitung dengan persamaan 27 sebagai jumlah dari nilai-nilai  $FR$  yang dilingkari pada kolom 19, dan hasilnya dimasukkan kedalam kotak pada bagian terbawah kolom 19
- 5). Rasio fase ( $PR$ ) pada masing-masing fase sebagai rasio antara  $FR_{CRIT}$  dan  $IFR$ , dihitung dengan persamaan 28 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 20.

d. LANGKAH C-6: WAKTU SIKLUS DAN WAKTU HIJAU

- 1). Waktu siklus sebelum penyesuaian  
Waktu siklus sebelum penyesuaian ( $C_{ua}$ ) dihitung untuk pengendalian waktu tetap, dengan menggunakan persamaan 2.19 dan hasilnya dimasukkan kedalam kotak dengan tanda waktu siklus pada bagian terbawah kolom 11 pada formulir SIG-IV.
- 2). Waktu hijau  
Waktu hijau (untuk masing-masing fase dihitung dengan persamaan 2.20)

### 3). Waktu siklus yang disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dihitung menggunakan persamaan 31 dan hasilnya dimasukkan ke bagian terbawah kolom 11 dalam kotak dengan tanda waktu siklus yang disesuaikan.

## 4. LANGKAH D : KAPASITAS

Langkah D meliputi penentuan kapasitas masing – masing pendekatan, dan pembahasan mengenai perubahan- perubahan yang harus dilakukan jika kapasitas tidak mencukupi.

Perhitungan- perhitungan dimasukkan ke dalam formulir SIG-IV

### a. Langkah D-1: Kapasitas

- 1). Kapasitas masing-masing pendekatan dihitung dengan persamaan 2.21 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 22. Nilai S didapat dari kolom 17, g dan c dari kolom 11 (bagian terbawah)
- 2). Derajat kejenuhan masing – masing pendekatan dihitung dengan persamaan 2.22 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 23.

Jika penentuan waktu sinyal sudah dikerjakan secara benar, derajat kejenuhan akan hampir sama dalam semua pendekatan-pendekatan kritis.

### b. LANGKAH D-2 : KEPERLUAN UNTUK PERUBAHAN

Jika waktu siklus yang dihitung pada langkah C-6 lebih besar dari batas atas yang disarankan pada bagian yang sama, derajat kejenuhan (DS) umumnya juga lebih tinggi dari 0,85. Ini berarti bahwa simpang tersebut

mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalulintas puncak. Kemungkinan untuk menambah kapasitas simpang melalui

salah satu tindakan berikut, oleh karenanya harus dipertimbangkan :

1). Penambahan lebar pendekat

Jika mungkin untuk menambah lebar pendekat, pengaruh terbaik dari tindakan seperti ini akan diperoleh jika pelebaran dilakukan pada pendekat – pendekat dengan nilai FR kritis tertinggi (kolom 19)

2). Perubahan fasenya

Jika pendekat dengan berangkat terlawan (tipe O) dan rasio belok kanan ( $P_{RT}$ ) tinggi menunjukkan nilai FR kritis yang tinggi ( $FR > 0,8$ ), suatu rencana alternatif dengan fase terpisah untuk lalulintas belok kanan mungkin akan sesuai jika simpang dioperasikan dengan empat fase dengan arus berangkat terpisah dari masing-masing pendekat, karena rencana fase yang hanya dengan dua fase mungkin memberikan kapasitas lebih tinggi, asalkan gerakan-gerakan belok kanan tidak terlalu tinggi (<200 smp/jam).

3). Pelarangan gerakan-gerakan belok kanan

Pelarangan bagi satu atau lebih gerakan belok kanan biasanya menaikkan kapasitas, terutama jika hal ini menyebabkan pengurangan jumlah fase yang diperlukan. Walaupun demikian perancangan manajemen yang tetap, perlu untuk memastikan agar perjalanan oleh gerakan belok kanan yang akan dilarang tersebut dapat diselesaikan tanpa jalan pengalih yang terlalu panjang dan mengganggu simpang yang berdekatan.

## 5. LANGKAH E : PERILAKU LALULINTAS

Langkah E meliputi penentuan perilaku lalulintas pada simpang bersinyal berupa panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tertunda. perhitungan-perhitungan dikerjakan dengan menggunakan formulir SIG-V

### a. LANGKAH E-1 : PERSIAPAN

- 1). Informasi-informasi yang diperlukan diisikan kedalam judul dari formulir SIG-V.
- 2). Kode pendekat dimasukkan pada kolom 1 (sama seperti kolom 1 pada formulir SIG-IV). untuk pendekat dengan keberangkatan lebih dari satu fase hanya satu baris untuk gabungan fase yang dimasukkan.
- 3). Arus lalulintas (Q) masing-masing pendekat dimasukkan pada kolom 2 (dari formulir SIG-IV) kolom 18).
- 4). Kapasitas (C) masing – masing pendekat dimasukkan pada kolom 3 ( dari kolom 22 pada formulir SIG-IV).
- 5). Derajat kejenuhan (DS) masing-masing pendekat dimasukkan pada kolom 4 (dari formulir SIG -IV kolom 25)
- 6). Rasio hijau ( $GR = g/c$ ) masing-masing pendekat dari hasil penyesuaian pada formulir SIG-IV (kolom 11 terbawah dan kolom 21), dihitung dan hasilnya dimasukkan pada kolom 5.
- 7). Arus total dari seluruh gerakan LTOR dalam smp/jam yang diperoleh sebagai jumlah dari seluruh gerakan LTOR dimasukkan pada formulir SIG-II, kolom 13 (terlindung), dan hasilnya dimasukkan pada kolom 2 pada baris untuk gerakan LTOR pada formulir SIG-V.

---

---

8). Dalam kotak dibawah kolom 2, dimasukkan pendekatan yang keluarinya telah menentukan lebar efektif pendekatan

---

b. LANGKAH E-2: PANJANG ANTRIAN

- 1). Hasil perhitungan derajat kejenuhan (kolom 5) digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp ( $NQ_1$ ) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, dengan persamaan 2.23 dan 2.24, masukkan hasilnya pada kolom 6.
- 2). Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah ( $NQ_2$ ), dihitung menggunakan persamaan 2.25 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 7.
- 3). Jumlah kendaraan antri didapat dari persamaan dibawah ini dan hasilnya dimasukkan pada kolom 8 :  $NQ = NQ_1 + NQ_2$
- 4). Untuk menyesuaikan  $NQ$  dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih  $P_{OL}$  (%) digunakan Gambar E-2:2 dan hasil nilai  $NQ_{MAX}$  dimasukkan pada kolom 9. Untuk perancangan dan perencanaan disarankan  $P_{OL} \leq 5 \%$ , untuk operasi suatu nilai 5 – 10 % mungkin dapat diterima.
- 5). Panjang antrian ( $QL$ ) dihitung dengan mengalikan  $NQ_{MAX}$  dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( $20 \text{ m}^2$ ) kemudian bagilah dengan lebar masuknya sesuai persamaan 2.25, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 10.

c. LANGKAH E-3 : KENDARAAN TERHENTI

- 1). Angka henti ( $NS$ ) masing-masing pendekatan yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam

antrian) dihitung dengan persamaan 2.26 atau pada gambar E-3:1. NS adalah fungsi dari NQ (kolom 8) dibagi dengan waktu siklus (dari formulir SIG-IV). Hasilnya dimasukkan pada kolom 11.

- 2). Jumlah kendaraan terhenti ( $N_{sv}$ ) masing-masing pendekat dihitung dengan persamaan 2.27 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 12.
- 3). Angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend/jam, dan hasilnya dimasukkan pada bagian terbawah kolom (12)

c. LANGKAH E-4 : TUNDAAN

- 1). Tundaan lalulintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang sebagai berikut (berdasarkan pada Akceklik 1988), dihitung menggunakan persamaan 2.28 atau dengan Gambar E-4:1 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 13
- 2). Ditentukan tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang atau ketika dihentikan oleh lampu merah dengan persamaan 2.29. Hasil tundaan geometri rata-rata dimasukkan pada kolom 14
- 3). Ditentukan tundaan geometrik gerakan lalulintas dengan belok kiri langsung (LTOR) sebagai berikut :
  - a). Arus total dari gerakan LTOR dalam smp/jam dimasukkan pada kolom 2 (dari Form SIG-II, gerakan terlindung) pada baris khusus untuk keperluan ini
  - b). Tundaan rata-rata = 6 detik dimasukkan pada kolom 15

4). Tundaan rata-rata ( $d_{t/smp}$ ) sebagai jumlah dari kolom 13 dan 14 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 15

5). Tundaan total dalam detik dengan mengalikan tundaan rata-rata (kolom 15) dengan arus lalu lintas (kolom 2), dan hasilnya dimasukkan pada kolom 16.

6). Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang ( $D_1$ ) dihitung dengan membagi jumlah nilai tundaan pada kolom 16 dengan arus total ( $Q_{TOT}$ ) dalam smp/jam yang dicatat dibagian bawah kolom 2 pada Form SIG-V sesuai persamaan 2.30.

Nilai tersebut dimasukkan kedalam kotak paling bawah pada kolom 16.

### 3.7.2 Analisis Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal

Pada formulir USIG-II (lebar pendekat dan tipe simpang, kapasitas, perilaku lalu lintas) memuat analisis sebagai usaha untuk mencari penyelesaian masalah terhadap simpang tiga Jalan C. Simanjuntak Utara - Jalan Prof. Kahar Muzakir – Jalan C. Simanjuntak Selatan.

Modul yang disiapkan untuk analisis adalah sebagai berikut ini.

#### 1. Modul lebar pendekat dan tipe simpang

Pada modul ini memuat data dari kondisi awal jalan serta data baru sebagai alternatif usaha penyelesaian masalah yang masih berkaitan dengan modul berikut pada formulir USIG-II ini. Adapun data yang dimasukkan dalam lembar kerja tersebut adalah sebagai berikut ini.

- a. Urutan alternatif ditempatkan pada kolom paling kiri
- b. Jumlah lengan yang terdapat pada simpang diisikan pada kolom 1
- c. Lebar pendekat baik pada jalan minor maupun pada jalan mayor ( utama ) diisikan pada kolom 2,3,5,6.
- d. Lebar rata-rata pendekat jalan minor diisikan pada kolom 4
- e. Lebar rata-rata pendekat jalan mayor diisikan pada kolom 7
- f. Lebar pendekat rata-rata (  $W_I$  ) dari jalan minor maupun jalan mayor diisikan pada kolom 8
- g. Jumlah lajur pada jalan minor dan mayor diisikan pada kolom 8 dan 9
- h. Tipe simpang yang disesuaikan dengan Tabel 2.24 diisikan pada kolom 11

## 2. Modul kapasitas

Pengisian lembar kerja pada modul kapasitas ini adalah sebagai berikut ini

- a. Alternatif pilihan yang disesuaikan dengan alternatif pada modul pertama pada USIG-II , ditempatkan pada kolom paling kiri.
- b. Besarnya kapasitas (  $C_O$  ) dalam smp/jam yang disesuaikan dengan Tabel 2.25, diisikan pada kolom 20.
- c. Faktor penyesuaian untuk lebar pendekat rata-rata (  $F_w$  ) yang disesuaikan dengan rumus yang ada pada Tabel 2.26, diisikan pada kolom 21.
- d. Faktor penyesuaian median jalan utama (  $F_M$  ) yang disesuaikan dengan Tabel 2.27, diisikan pada kolom 22
- e. Faktor penyesuaian ukuran kota (  $F_{cs}$  ) yang disesuaikan dengan Tabel 2.28 diisikan pada kolom 23

1. Becak,
2. Sepeda,
3. Sepeda motor,
4. Mobil penumpang,
5. Minibus,
6. Bus,
7. Truk.

Dari pencacahan arus lalulintas ini diperoleh jumlah dari setiap jenis kendaraan pada masing-masing kaki persimpangan sesuai dengan arah gerakannya. Penjumlahan setiap jenis kendaraan dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Nilai faktor satuan mobil penumpang diambil dari hasil penelitian nilai smp untuk persimpangan yang berlampu lalulintas di Yogyakarta, 1987 oleh Sukarno dkk.

#### **3.4.4 Pencatatan Lama Fase Lampu Isyarat Lalulintas**

Pengukuran lama fase lampu pengatur lalulintas termasuk pengukuran waktu nyala hijau dilakukan sebanyak 10 kali untuk masing-masing lampu pada setiap pendekatan, kemudian diambil rata-rata dari semua pengukuran tersebut. Dengan cara tersebut diharapkan akan didapat hasil pengukuran yang lebih teliti.

Di lokasi observasi, tipe pengoperasian lampu isyarat lalulintas adalah secara *Pretime Operation*, yaitu pengaturan lampu isyarat dengan waktu putaran yang konstan, panjang waktu putarnya selalu tetap.

~~f. Faktor penyesuaian hambatan samping (  $F_{RSU}$  ), yang disesuaikan dengan~~

~~Tabel 2.30, diisikan pada kolom 24~~

- g. Faktor belok kiri (  $F_{LT}$  ) yang disesuaikan dengan rumus 2.41, diisikan pada kolom 25
- h. Faktor belok kanan (  $F_{RT}$  ) yang disesuaikan dengan ketentuan untuk simpang jalan tiga lengan yaitu 1 , diisikan pada kolom 26
- i. Faktor rasio minor/total ( minor + mayor ) yang disesuaikan dengan Tabel 2.31, diisikan pada kolom 27
- j. Kapasitas (  $C$  ) dalam smp/jam yang merupakan hasil perkalian antara kapasitas dasar (  $C_0$  ) dengan faktor penyesuaian kapasitas (  $F$  ), diisikan pada kolom 28

### 3. Modul Perilaku Lalulintas

Pada modul ini memuat perhitungan akhir yang mana dapat diketahui apakah faktor serta data pendukung baik awal maupun data baru dapat memenuhi sasaran yang diinginkan. Adapun urutan analisisnya adalah sebagai berikut ini.

- a. Alternatif pilihan yang masih disesuaikan dengan modul sebelumnya pada USIG-II ditempatkan pada kolom paling kiri.
- b. Arus lalulintas (  $Q$  ) dalam smp/jam yang didapatkan dari formulir USIG-I baris ke kolom 10. Besarnya arus ini diisikan pada kolom 30
- c. Derajat kejenuhan (  $DS$  ) merupakan hasil dari pembagian arus lalulintas (kolom 30) dengan kapasitas (kolom 28), diisikan pada kolom 31.
- d. Tundaan lalulintas simpang (  $DT_1$  ) yang disesuaikan dengan rumus 2.44 dan 2.45, diisikan pada kolom 32.

- ~~c. Tundaan lalu lintas simpang jalan mayor ( $DT_{MA}$ ) yang disesuaikan dengan rumus 2.46 dan 2.47, diisikan pada kolom 33.~~
- f. Tundaan lalu lintas simpang jalan minor ( $DT_{MI}$ ) yang disesuaikan dengan rumus 2.48, diisikan pada kolom 34.
- g. Tundaan geometrik simpang ( $DG$ ) yang disesuaikan dengan rumus 2.49, diisikan pada kolom 35.
- h. Tundaan simpang ( $D$ ) yang disesuaikan dengan rumus 2.50, diisikan pada kolom 36.
- i. Panjang antrian ( $QP$  %) yang disesuaikan dengan rumus 2.51 dan 2.52, diisikan pada kolom 37.

### 3.7.3 Analisis Tingkat Pelayanan Ruas Jalan

Adapun Langkah – langkah analisis dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Menetapkan lokasi ruas jalan yang akan dianalisis serta segmennya
2. Menentukan panjang ruas jalan yang diamati, yang didapat dari hasil survei di lokasi dan diisikan pada kolom 2
3. Menentukan kelas jalan dari ruas jalan yang ditinjau, yang didapat dari survei di instansi terkait, diisikan pada kolom 3
4. Menghitung *running time* yang didapat dari hasil observasi dengan metode *moving car*, kemudian di hitung dengan menggunakan persamaan 2.53 - 2.54, diisikan pada kolom 6
5. Menentukan tundaan simpang rata-rata, yang didapat dari hasil analisis simpang bersinyal sebelumnya dan diisikan pada kolom 7

6. Menentukan jumlah waktu total (*sum of time*) dengan menjumlahkan hasil dari kolom 7 dan kolom 9
7. Menentukan jumlah panjang ruas jalan total, yang didapat dari hasil survei dan diisikan pada kolom 10
8. Menghitung kecepatan kendaraan pada ruas jalan dengan menggunakan persamaan 2.56 dan diisikan pada kolom 10
9. Menentukan tingkat pelayanan ruas jalan tersebut berdasarkan kecepatan yang didapat dari kolom 10 dan diisikan pada kolom 11.

#### 3.7.4 Analisis BOK dengan Metode TRRL

Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan ini untuk kelas mobil penumpang dengan jenis mobil sedan (diambil sedan Honda City) dan rute Jalan C. Simanjuntak dengan panjang 0,6 km.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah

1. Tanjakan (RS) : 0
2. Turunan (F) : 0
3. Harga kendaraan (VP) : lihat Tabel 2.39
4. Harga ban kendaraan : lihat Tabel 2.39
5. Harga minyak pelumas : lihat Tabel 2.39
6. Harga bahan bakar : lihat Tabel 2.39
7. Garansi : lihat Tabel 2.39
8. Kekasaran (mm/km) : 1800
9. Berat bruto/rasio berat kendaraan (ton)/(BHP/ton) : lihat Tabel 2.33
10. Nilai KA (km/th) : lihat Tabel 2.38

Langkah-langkah perhitungan Biaya Operasi Kendaraan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kecepatan kendaraan berdasarkan hasil analisis *running time*
2. Menghitung komponen konsumsi bahan bakar dengan melihat kecepatan dan geometrik jalan, dengan menggunakan persamaan 2.66

$$FL = (53,4 + 499/V + 0,0058 V^2 + 1,594 RS - 0,854 F) \times 1,08$$

3. Menentukan penggunaan komponen konsumsi bahan pelumas, yaitu berdasarkan Tabel 2.35 dilihat dari faktor perkerasan maka konsumsi oli adalah  $FO = 1,2 \text{ liter/1000 km}$ .

4. Menghitung komponen perawatan kendaraan, dibagi dalam :

- a. Pemakaian suku cadang, dengan melihat faktor jarak tempuh kendaraan yaitu bila  $KA > 10.000$  (lihat Tabel 2.38,  $KA=20.000$ ), dihitung dengan menggunakan persamaan 2.70

$$PC = (-2,03 + 0,0018 R) \times KA \times 10^{-11} \times VP$$

- b. Biaya tenaga kerja perawatan/mekanik diperhitungkan dari rasio  $PC/VP$  dan faktor  $R$ . (diketahui  $R = 1800$ ), dihitung dengan menggunakan persamaan 2.76

$$LH = (851 - 0,0788R) \times PC/VP$$

5. Menghitung komponen pemakaian ban kendaraan dengan melihat faktor  $R$  dan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.82

$$TC = (-83 + 0,058 R) \times 10^{-6}$$

6. Menghitung depresiasi kendaraan dengan melihat harga kendaraan dan jarak tempuh kendaraan, serta tahun pemakaiannya. Besarnya jarak tempuh kendaraan dan tahun pemakaiannya diperhitungkan dari garansi yang

~~diberikan oleh dealer. Pemberian garansi perawatan dan penggantian suku~~

cadang biasanya diambil maksimal selama 2 tahun pemakaian, sehingga

dalam 2 tahun tersebut konsumsi perawatan suku cadang masih dibebankan pada dealer, dan mengakibatkan depresiasi tidak berpengaruh banyak. Dan umur kendaraan pada depresiasi ini diperhitungkan dari nilai minimal beban biaya yang ditanggung pemilik yaitu 2 tahun, dihitung dengan menggunakan persamaan 2.87

$$DP = (0,14 \times VP) / KA$$

7. Jam kerja awak dengan mengambil nilai rata-rata jam kerja pada Tabel 2.38

$$LH = 0 \text{ (untuk mobil penumpang)}$$

8. Menghitung Biaya Operasi Kendaraan berdasarkan komponen-komponennya

(hasil hitungan dari point 2 sampai dengan point 7)

a. Konsumsi Bahan Bakar =  $FL \times \text{Jarak} \times \text{Harga Bahan Bakar} / 1000$

b. Konsumsi Minyak Pelumas =  $FO \times \text{Jarak} \times \text{Harga Minyak Pelumas} / 1000$

c. Pemakaian Suku Cadang =  $PC \times \text{Jarak} \times \text{Harga Depresiasi per jam} / 1000$

d. Pemakaian Tenaga Kerja:

- 1) Berdasarkan pemakaian suku cadang

$$= LH \times \text{Jarak} \times \text{Upah Tenaga Kerja per jam} / 1000$$

- 2) Berdasarkan pemakaian tenaga kerja

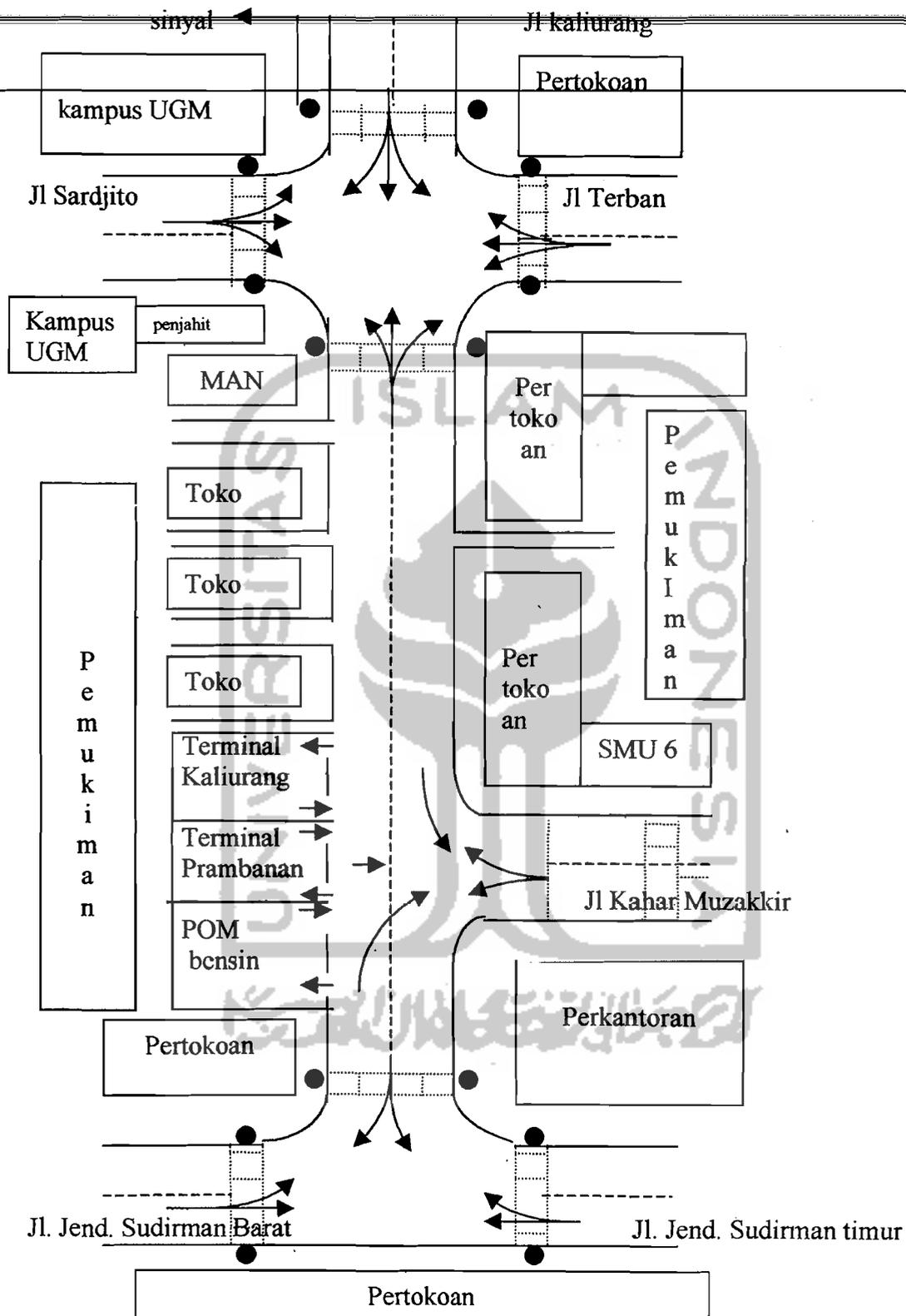
$$= (TK / 8640) \times \text{Harga ban kendaraan} / 1000$$

c. Konsumsi Ban =  $TC \times \text{Jarak} \times \text{Harga ban kendaraan} / 1000$

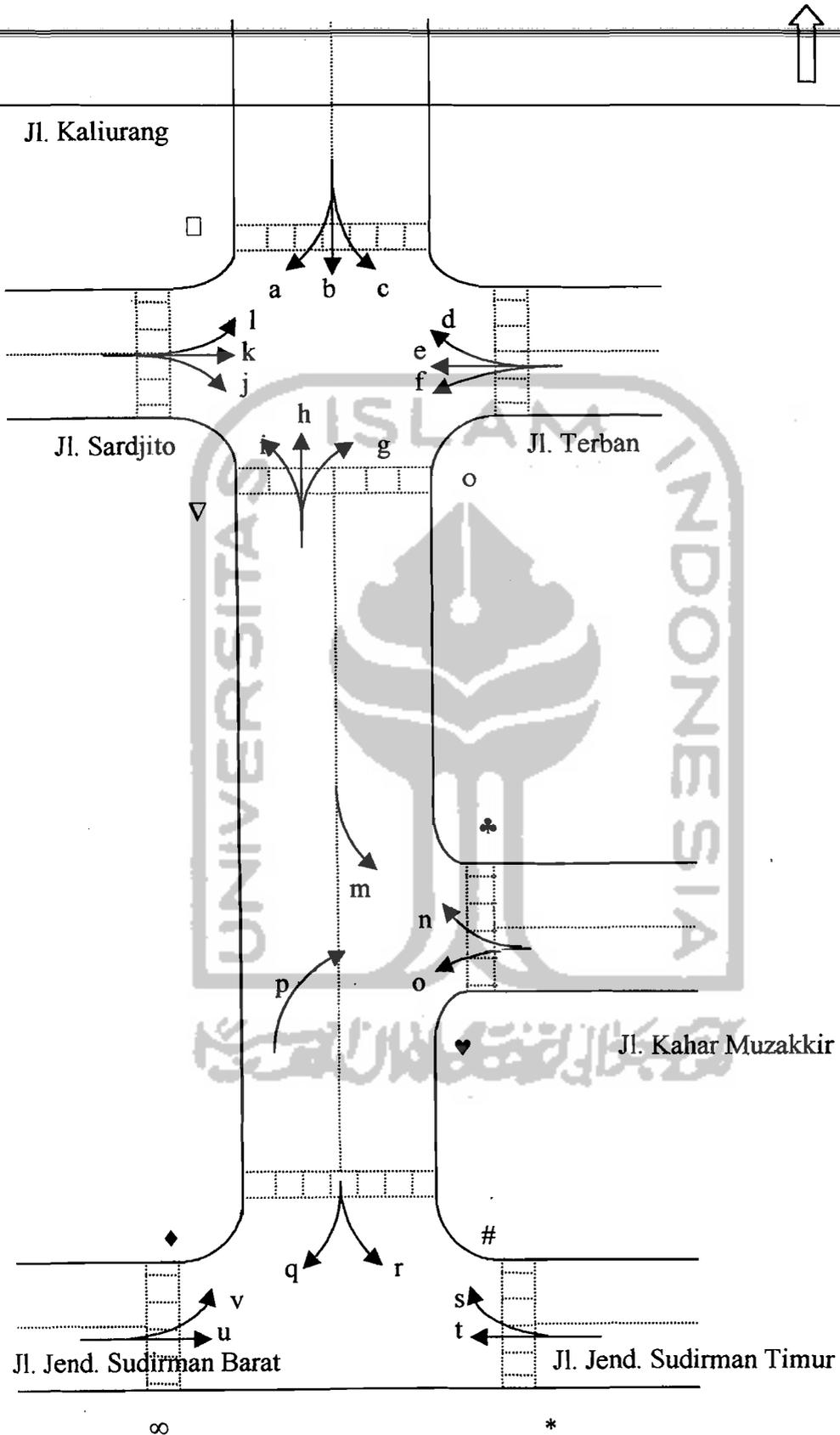
d. Depresiasi =  $(D \times \text{Jarak}) / 1000$

9. Menghitung total biaya operasi kendaraan untuk mobil penumpang adalah dengan menjumlahkan hasil komponen-komponen dari biaya operasi kendaraan (point 8) dan didapat hasilnya dalam rupiah.





Gambar 3.2. Lokasi Pengamatan

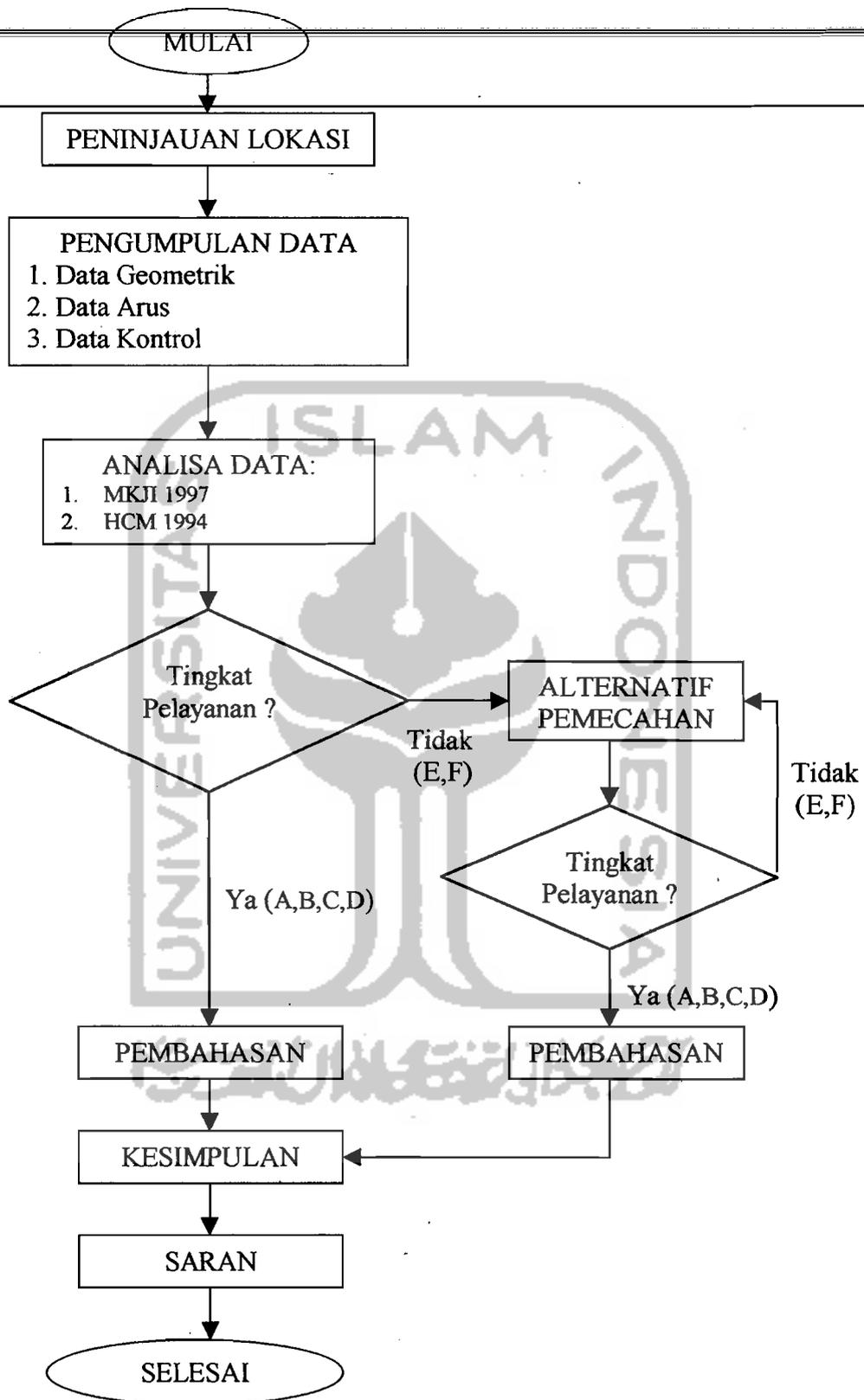


Gambar 3.3 Posisi Pengamat Saat Observasi

## Keterangan Gambar :

Arus	Lokasi pengamat	Jumlah pengamat	Obyek yang diamati
a,e	□	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
b,j	∇	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
c	o	!	semua jenis kendaraan
d,h	□	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
f	o	1	semua jenis kendaraan
g,k	o	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
i	∇	1	semua jenis kendaraan
l	□	1	semua jenis kendaraan
m	♣	1	semua jenis kendaraan
n	♣	1	semua jenis kendaraan
o	♥	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
p	♥	1	semua jenis kendaraan
u	∞	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
v	♦	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
q,s	♦	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
r	#	1	semua jenis kendaraan
t	*	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
Jl.Kaliurang	□	1	Penyeberang jalan
Jl.Terban	o	1	Penyeberang jalan
Jl.Simanjuntak Utara	∇	1	Penyeberang jalan
Jl.Sarjito	□	1	Penyeberang jalan
Jl.Simanjuntak Selatan	♦	1	Penyeberang jalan
Jl. J. Sudirman Timur	*	1	Penyeberang jalan
Jl. J. Sudirman Barat	∞	1	Penyeberang jalan

38 orang .



Gambar 3.4. Flow Chart Metode Evaluasi Tugas Akhir