

**TUGAS AKHIR**

**PERBAIKAN FASILITAS PUTARAN BALIK DENGAN  
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG  
(STUDI KASUS : SIMPANG UPN DAN JALAN  
PADJAJARAN)  
*UPGRADING OF U-TURN FACILITY WITH  
INCREASING ROAD INTERSECTION PERFORMANCE***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**HERDIAN BUDI PRATAMA  
15 511 156**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2021**

**TUGAS AKHIR**

**PERBAIKAN FASILITAS PUTARAN BALIK DENGAN  
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG  
(STUDI KASUS : SIMPANG UPN DAN JALAN  
PADJAJARAN)  
*UPGRADING OF U-TURN FACILITY WITH  
INCREASING ROAD INTERSECTION PERFORMANCE***

Disusun Oleh

Herdian Budi Pratama  
15511156

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal, 1 November 2021

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.  
NIK: 955110103

Penguji I



Penguji II

Ir. Subarkah., M.T.  
NIK: 865110101

Mengesahkan,



Sri Astuti Yuni Astuti, DR., I.R., M.T.,  
NIK: 885110101



Direktorat Perpustakaan Universitas Islam Indonesia  
Gedung Moh. Hatta  
Jl. Kalurang Km 14,5 Yogyakarta 55584  
T. (0274) 898444 ext.2301  
F. (0274) 898444 psw.2091  
E. perpustakaan@uii.ac.id  
W. library.uii.ac.id

### SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI

Nomor: 1683411211/Perpus./10/Dir.Perpus/X/2021

*Bismillahirrahmaanirrahiim*

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Dengan ini, menerangkan Bahwa:

Nama : HERDIAN BUDI PRATAMA  
Nomor Mahasiswa : 15 511 156  
Pembimbing : Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.  
Fakultas / Prodi : FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN/ PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
Judul Karya Ilmiah : PENGARUH FASILITAS PUTARAN BALIK (U-TURN) TERHADAP KINERJA SIMPANG (STUDI KASUS : SIMPANG UPN DAN JALAN PADJAJARAN)

Karya ilmiah yang bersangkutan di atas telah melalui proses cek plagiasi menggunakan **Turnitin** dengan hasil kemiripan (*similarity*) sebesar **15 (Lima Belas) %**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 25/10/2021  
Direktur



Joko S. Prianto, SIP., M.Hum

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillah* *rabbil'alam*, Puji dan Syukur dihanturkan atas kehadiran Allah SWT karena atas karunia-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Perbaikan Fasilitas Putaran Balik dengan Peningkatan Kinerja Simbang” dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Strata Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini terdapat hambatan yang dihadapi, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, dukungan, dan inspirasi yang diberikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Prima Juanita R., S.T., M.Sc. dan Bapak Ir. Subarkah., M.T. selaku dosen penguji sidang dan pendadaran.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T, selaku Kepala Prodi Studi Teknik Sipil. yang telah membantu untuk kelancaran dalam masalah akademik selama ini.
4. Segenap staf Laboratorium Rekayasa Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Kedua orang tua (Setijo Boedi Herijanto dan Dwi Haryani) serta keluarga besar yang sangat dicintai selalu mendukung setiap kegiatan penulis selama ini.
6. Tim surveyor yang telah membantu tenaga dan waktu yang diluangkan dalam pengambilan data.

7. Teman-teman satu perjuangan Teknik Sipil UII angkatan 2015, Kontrakan OB dan *White House* tercinta yang selalu mendukung.
8. Septia Agriasari W. yang selalu mendukung dan memberi motivasi yang tiada henti.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga penelitian yang telah dilakukan dan disajikan dalam bentuk laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi dunia Teknik Sipil dan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian-penelitian selanjutnya.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Yogyakarta, 1 November 2021

Penulis,



Herdian Budi Pratama

15511156

## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| Halaman Judul   | ii    |
| Halaman Pengesahan  | ii    |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI   | ii    |
| KATA PENGANTAR  | iv    |
| DAFTAR ISI  | vi    |
| DAFTAR TABEL  | xi    |
| DAFTAR GAMBAR   | xiv   |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN   | xvii  |
| DAFTAR LAMPIRAN   | xviii |
| ABSTRAK   | xix   |
| <i>ABSTRACT</i>   | xx    |
| BAB I   | 1     |
| 1.1 Latar Belakang  | 1     |
| 1.2 Rumusan Masalah   | 3     |
| 1.3 Tujuan Penelitian   | 3     |
| 1.4 Manfaat Penelitian  | 3     |
| 1.5 Batasan Penelitian  | 3     |
| BAB II  | 5     |
| 2.1 Analisis Pengaruh Putaran Balik ( <i>U-turn</i> ) Terhadap Kinerja Ruas Jalan | 5     |
| 2.2 Kajian Putar Balik ( <i>U-turn</i> ) Pada Simpang                             | 5     |
| 2.3 Penyediaan Fasilitas Sepeda Motor dan Fasilitas Putar Balik di Simpang        | 6     |
| 2.4 Analisis Dampak Gang pada Putaran Balik Terhadap Kinerja Jalan                | 6     |
| 2.5 Analisis Kinerja Putaran Balik ( <i>U-turn</i> )                              | 7     |
| 2.6 Keaslian Penelitian   | 11    |

|  |    |
|--|----|
| BAB III  | 12 |
| 3.1 Analisis Kinerja Lalu Lintas Simpang Bersinyal                   | 12 |
| 3.1.1 Volume Arus Lalu Lintas Simpang Bersinyal                      | 12 |
| 3.1.2 Arus Jenuh   | 13 |
| 3.1.3 Kapasitas Pendekat Simpang Bersinyal ( $C$ )                   | 18 |
| 3.1.4 Derajat Kejenuhan ( $D_s$ )                                    | 18 |
| 3.1.5 Panjang Antrian ( $QL$ )                                       | 19 |
| 3.1.6 Rasio Kendaraan Henti ( $P_{sv}$ )                             | 20 |
| 3.1.7 Tundaan ( $T$ )  | 21 |
| 3.2 Putaran Balik ( $U$ -Turn)                                       | 22 |
| 3.2.1 Kebutuhan Lebar Median Ideal                                   | 22 |
| 3.2.2 Buka Median  | 23 |
| 3.2.3 Dimensi Kendaraan Rencana                                      | 23 |
| 3.2.4 Radius Putar   | 24 |
| 3.3 Analisa Metode Perencanaan Putaran Balik ( $U$ -Turn) 06/BM/2005 | 25 |
| 3.3.1 Ketentuan Umum   | 25 |
| 3.3.2 Buka Median untuk Putaran Balik                                | 25 |
| 3.3.3 Dampak Putaran Balik ( $U$ -turn)                              | 26 |
| 3.3.4 Putaran Balik di Persimpangan Bersinyal                        | 27 |
| 3.4 Analisis $U$ -Turn   | 28 |
| 3.4.1 Panjang Antrian yang Ditimbulkan                               | 28 |
| 3.4.2 Tundaan Akibat Gerakan Putar Balik                             | 29 |
| 3.5 Software VISSIM  | 29 |
| 3.6 Analisis Kecepatan Dengan <i>Spot Speed Survey</i>               | 31 |
| BAB IV   | 33 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1   | Lokasi dan Waktu Penelitian  | 33 |
| 4.2   | Metode Pengambilan Data  | 34 |
| 4.3   | Teknis Pengambilan Data  | 35 |
| 4.3.1 | Pengumpulan Data   | 35 |
| 4.3.2 | Geometri Ruas Jalan dan Simpang  | 35 |
| 4.3.3 | Survei Volume Lalu Lintas pada Simpang   | 36 |
| 4.3.4 | Survei Volume Lalu Lintas <i>U-turn</i>  | 36 |
| 4.3.5 | Survei Waktu Tunggu Kendaraan <i>U-turn</i>  | 36 |
| 4.3.6 | Survei Panjang Antrian dan Waktu Tundaan   | 37 |
| 4.3.7 | Survei <i>Driving Behavior</i>   | 38 |
| 4.3.8 | Survei <i>Speed Gun</i> / Kecepatan  | 38 |
| 4.4   | Alat yang Digunakan  | 41 |
| 4.5   | Metode Analisis Data   | 41 |
| 4.6   | Tahap Penelitian   | 41 |
| BAB V |  | 45 |
| 5.1   | Data Hasil Penelitian  | 45 |
| 5.1.1 | Data Geometri  | 45 |
| 5.1.2 | Data Arus Lalu Lintas Simpang UPN  | 48 |
| 5.1.3 | Data Kendaraan Putar Balik ( <i>U-turn</i> )   | 50 |
| 5.1.4 | Data Kecepatan Kendaraan   | 53 |
| 5.1.5 | Data <i>Driving Behaviour</i>  | 54 |
| 5.1.6 | Data Sinyal Lalu Lintas Simpang  | 56 |
| 5.1.7 | Data Panjang Antrean Simpang Bersinyal   | 57 |
| 5.2   | Analisis Dampak Putaran Balik dengan Metode Pedoman Perencanaan Putaran Balik ( <i>U-turn</i> ) no. 06/BM/2005 | 58 |
| 5.2.1 | Volume Putaran Balik   | 59 |



|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.3   | Analisis Kinerja Simpang Bersinyal pada Kondisi Eksisting Menggunakan Metode Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997 | 61  |
| 5.3.1 | Formulir SIG-I   | 61  |
| 5.3.2 | Formulir SIG-II  | 62  |
| 5.3.3 | Formulir SIG-III   | 64  |
| 5.3.4 | Formulir SIG-IV  | 65  |
| 5.3.5 | Formulir SIG-V   | 67  |
| 5.4   | Permodelan Kondisi Eksisting dengan Menggunakan <i>Software VISSIM</i>   | 69  |
| 5.4.1 | Hasil Analisis Menggunakan <i>Software VISSIM</i> Kondisi Eksisting  | 83  |
| 5.5   | Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Alternatif 1 dengan Menggunakan Metode Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997    | 85  |
| 5.5.1 | Formulir SIG-I   | 85  |
| 5.5.2 | Formulir SIG-II  | 88  |
| 5.5.3 | Formulir SIG-III   | 89  |
| 5.5.4 | Formulir SIG-IV  | 90  |
| 5.5.5 | Formulir SIG-V   | 94  |
| 5.6   | Analisis Kinerja Simpang Menggunakan <i>Software VISSIM</i> pada Alternatif 1                                    | 97  |
| 5.6.1 | Hasil Analisis Menggunakan <i>Software VISSIM</i> Alternatif 1   | 97  |
| 5.7   | Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Alternatif 2 dengan Menggunakan Metode Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997    | 99  |
| 5.7.1 | Hasil Analisis Perhitungan Kondisi Alternatif 2 dengan Menggunakan Metode Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997    | 101 |
| 5.7.2 | Hasil Analisis Menggunakan <i>Software VISSIM</i> Alternatif 2   | 102 |
| 5.8   | Pembahasan   | 105 |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
| 5.8.1          | Kinerja Sempang UPN pada Kondisi Eksisting                      | 105 |
| 5.8.2          | Kinerja Sempang UPN pada Kondisi Alternatif 1 dan Alternatif 2. | 108 |
| BAB VI         |   | 116 |
| 6.1            | Kesimpulan  | 116 |
| 6.2            | Saran   | 120 |
| DAFTAR PUSTAKA |   | 122 |
| LAMPIRAN 1     |   | 124 |
| LAMPIRAN 2     |   | 129 |
| LAMPIRAN 3     |   | 136 |
| LAMPIRAN 4     |   | 143 |
| LAMPIRAN 5     |   | 150 |
| LAMPIRAN 6     |   | 156 |
| LAMPIRAN 7     |   | 161 |
| LAMPIRAN 8     |   | 166 |
| LAMPIRAN 9     |   | 171 |

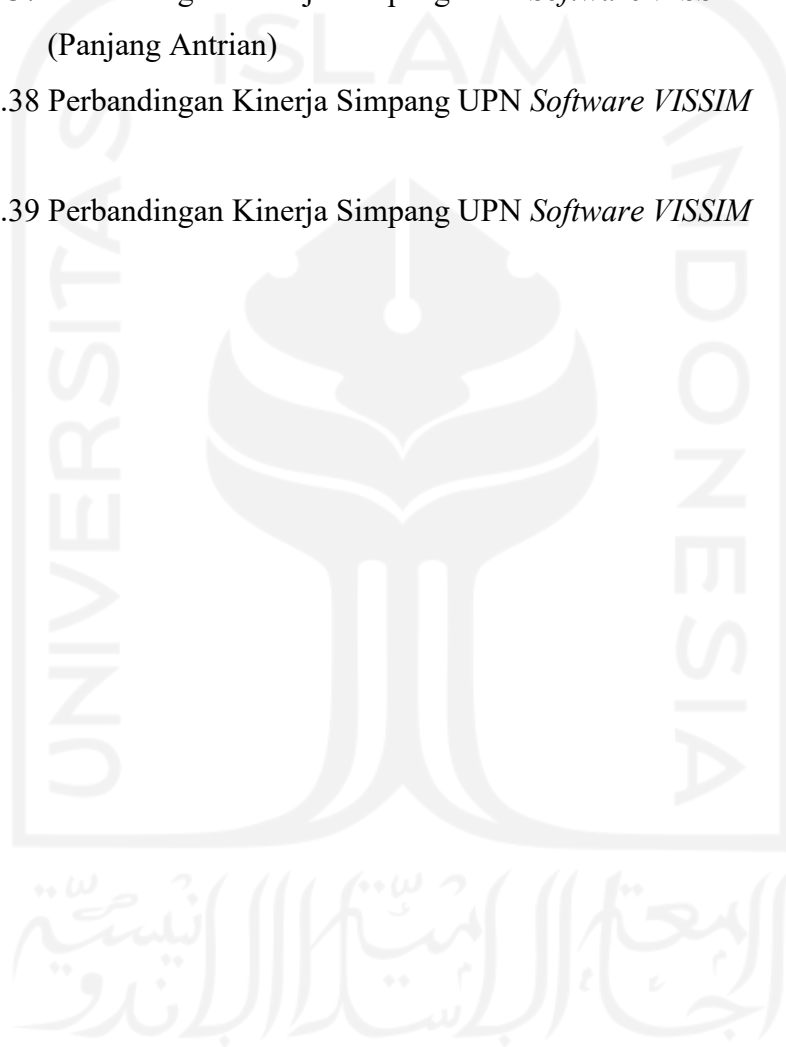


## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Penulis dengan Penelitian Terdahulu                                  | 9  |
| Tabel 3.1 Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang Simpang Bersinyal  | 12 |
| Tabel 3.2 Faktor Penyesuaian S0 Terkait Ukuran Kota (FSF)  | 14 |
| Tabel 3.3 Faktor Penyesuaian S0 Akibat Hambatan Samping (FCS)  | 14 |
| Tabel 3.4 Persyaratan Buka-an Median   | 23 |
| Tabel 3.5 Dimensi Kendaraan Rencana untuk Jalan Perkotaan  | 24 |
| Tabel 3.6 Jarak Waktu Minimum dan Arus Lalu Lintas Maksimum Untuk Melakukan Gerakan Putaran Balik      | 27 |
| Tabel 3.7 Tundaan yang Diakibatkan oleh Kendaraan  | 29 |
| Tabel 3.8 Standar Perhitungan Persamaan GEH  | 31 |
| Tabel 4.1 Data yang Diperlukan   | 34 |
| Tabel 5.1 Hasil Pengamatan Geometri Simpang UPN  | 45 |
| Tabel 5.2 Hasil Pengamatan Geometri Jalan Padjajaran (Ringroad Utara)                                  | 46 |
| Tabel 5.3 Rekapitulasi Kecepatan pada Masing-masing Lengan Pendekat                                    | 54 |
| Tabel 5.4 Data <i>Driving Behaviour</i>  | 54 |
| Tabel 5.5 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang UPN  | 56 |
| Tabel 5.6 Data Panjang Antrean Simpang Bersinyal   | 57 |
| Tabel 5.7 Volume Lajur Dalam (Volume A1)   | 59 |
| Tabel 5.8 Kondisi Lingkungan Simpang UPN   | 62 |
| Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting dengan metode MKJI 1997 | 69 |
| Tabel 5.10 Input Kecepatan pada <i>Software VISSIM</i>   | 76 |
| Tabel 5.11 Hasil Kalibrasi   | 80 |
| Tabel 5.12 Hasil Validasi pada Kondisi Eksisting   | 83 |
| Tabel 5.13 Hasil Analisis Tundaan yang Didapat pada <i>Software VISSIM</i> Kondisi Eksisting           | 83 |
| Tabel 5.14 Hasil Analisis Panjang Antrian yang Didapat pada <i>Software VISSIM</i> Kondisi Eksisting   | 84 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 5.15 Hasil Kecepatan yang Didapat pada <i>Software VISSIM</i><br>Kondisi Eksisting                       | 84  |
| Tabel 5.16 Kondisi Lingkungan Simpang UPN  | 87  |
| Tabel 5.17 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang UPN Alternatif 1  | 93  |
| Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi<br>Alternatif 1 dengan metode MKJI 1997  | 97  |
| Tabel 5.19 Hasil Validasi pada Alternatif 1  | 98  |
| Tabel 5.20 Hasil Analisis Tundaan yang Didapat pada <i>Software VISSIM</i><br>pada Alternatif 1                | 98  |
| Tabel 5.21 Hasil Analisis Panjang Antrian yang Didapat pada <i>Software</i><br><i>VISSIM</i> pada Alternatif 1 | 99  |
| Tabel 5.22 Hasil Kecepatan yang Didapat pada <i>Software VISSIM</i><br>pada Alternatif 1                       | 99  |
| Tabel 5.23 Rekapitulasi Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi<br>Alternatif 2 dengan metode MKJI 1997  | 101 |
| Tabel 5.24 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang UPN Alternatif 2  | 102 |
| Tabel 5.25 Hasil Validasi pada Alternatif 2  | 103 |
| Tabel 5.28 Hasil Analisis Tundaan yang Didapat pada <i>Software VISSIM</i><br>pada Alternatif 2                | 103 |
| Tabel 5.29 Hasil Analisis Panjang Antrian yang Didapat pada <i>Software</i><br><i>VISSIM</i> pada Alternatif 2 | 104 |
| Tabel 5.30 Hasil Kecepatan yang Didapat pada <i>Software VISSIM</i> pada<br>Alternatif 2                       | 104 |
| Tabel 5.29 Hasil Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting<br>dengan metode MKJI 1997               | 105 |
| Tabel 5.30 Hasil Tundaan dan Panjang Antrian <i>Software VISSIM</i> Kondisi<br>Eksisting                       | 106 |
| Tabel 5.31 Hasil Kecepatan <i>Software VISSIM</i> Kondisi Eksisting  | 106 |
| Tabel 5.32 Hasil Kinerja Putaran Balik   | 108 |
| Tabel 5.33 Perbandingan Kinerja Simpang UPN MKJI 1997 (Kapasitas)  | 109 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabel 5.34 Perbandingan Kinerja Simpang UPN MKJI 1997<br>(Panjang Antrean)              | 109 |
| Tabel 5.35 Perbandingan Kinerja Simpang UPN MKJI 1997<br>(Derajat Kejenuhan)            | 110 |
| Tabel 5.36 Perbandingan Kinerja Simpang UPN MKJI 1997 (Tundaan)                         | 111 |
| Tabel 5.37 Perbandingan Kinerja Simpang UPN <i>Software VISSIM</i><br>(Panjang Antrian) | 113 |
| Tabel 5.38 Perbandingan Kinerja Simpang UPN <i>Software VISSIM</i><br>(Tundaan)         | 114 |
| Tabel 5.39 Perbandingan Kinerja Simpang UPN <i>Software VISSIM</i><br>(Kecepatan)       | 114 |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3.1 Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (FG)                                      | 15 |
| Gambar 3.2 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Parkir (FP)                                 | 16 |
| Gambar 3.3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)  | 17 |
| Gambar 3.4 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)   | 18 |
| Gambar 3.5 Lebar Median Ideal  | 22 |
| Gambar 3.6 Buka Median   | 23 |
| Gambar 3.7 Jari-jari Putaran Kendaraan   | 24 |
| Gambar 3.8 Putaran balik di persimpangan bersinyal pada tipe jalan 4/2D                  | 27 |
| Gambar 3.9 Putaran balik sebelum persimpangan bersinyal                                  | 28 |
| Gambar 3.10 Lokasi Surveyor Kecepatan Kendaraan lengan Barat                             | 32 |
| Gambar 4.1 Lokasi Penelitian   | 33 |
| Gambar 4.2 Sketsa Survei Waktu Tunggu Kendaraan <i>U-turn</i>                            | 37 |
| Gambar 4.3 Sketsa Survei Panjang Antrian dan Waktu Tundaan                               | 38 |
| Gambar 4.4 Sket Lokasi Target Penembakan   | 39 |
| Gambar 4.5 Lokasi Pengamatan Surveyor  | 40 |
| Gambar 4.6 Diagram Alir Penelitian (1 dari 4)  | 42 |
| Gambar 4.7 Diagram Alir Penelitian (2 dari 3)  | 43 |
| Gambar 4.8 Diagram Alir Penelitian (4 dari 3)  | 44 |
| Gambar 5.1 Tampak Atas Simpang UPN dan Ruas Jalan Padjajaran                             | 46 |
| Gambar 5.2 Tampak Atas Ruas Jalan Padjajaran   | 47 |
| Gambar 5.3 Tampak Atas Simpang UPN   | 47 |
| Gambar 5.4 Ruwasja, Rumija dan Rumaja Ruas Jalan Padjajaran                              | 48 |
| Gambar 5.5 Grafik Arus Lalu Lintas Simpang UPN Hari Sabtu                                | 49 |
| Gambar 5.6 Grafik Arus Lalu Lintas Simpang UPN Hari Senin dan Sabtu                      | 50 |
| Gambar 5.7 Volume Kendaraan Perlengan Simpang UPN pada Jam Puncak                        | 50 |
| Gambar 5.8 Grafik Volume Kendaraan Putar Balik ( <i>U-turn</i> )<br>Hari Senin dan Sabtu | 51 |

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 5.9 Grafik Panjang Antrean pada <i>U-turn</i> Hari Senin pada<br>Jam Puncak | 52  |
| Gambar 5.10 Grafik Waktu Tundaan pada <i>U-turn</i> Hari Senin pada<br>Jam Puncak  | 52  |
| Gambar 5.11 Grafik Waktu Tunggu pada <i>U-turn</i> Hari Sabtu                      | 53  |
| Gambar 5.12 Diagram Waktu Siklus Simpang UPN                                       | 56  |
| Gambar 5.13 Fase 1 dan Fase 2 Kondisi Eksisting                                    | 57  |
| Gambar 5.14 Fase 3 dan Fase 4 Kondisi Eksisting                                    | 57  |
| Gambar 5.15 Merubah <i>Vehicle Behaviour</i>                                       | 70  |
| Gambar 5.16 Merubah <i>Units</i>   | 71  |
| Gambar 5.17 Memasukkan <i>Background Image</i>                                     | 72  |
| Gambar 5.18 <i>Set Scale</i> pada <i>Background Image</i>                          | 72  |
| Gambar 5.19 Pembuatan <i>Links</i>   | 73  |
| Gambar 5.20 Pembuatan <i>Connectors</i>  | 74  |
| Gambar 5.21 Memasukan <i>Vehicle Input</i>   | 75  |
| Gambar 5.22 Memasukan <i>Static Vehicle Routing Decisions</i>                      | 75  |
| Gambar 5.23 Pengaturan <i>Vehicle Composition</i>                                  | 77  |
| Gambar 5.24 <i>Conflict Area</i>   | 77  |
| Gambar 5.25 <i>Priority Rules</i>  | 78  |
| Gambar 5.26 <i>Reduced Speed Areas</i>   | 79  |
| Gambar 5.27 Pengaturan <i>Driving Behaviour</i>                                    | 80  |
| Gambar 5.28 Letak <i>Data Collection Point</i>                                     | 81  |
| Gambar 5.29 Pengaturan <i>Random Seed</i>  | 82  |
| Gambar 5.30 Geometri Simpang Alternatif 1  | 86  |
| Gambar 5.31 Fase 1 dan Fase 2 pada Kondisi Alternatif 1                            | 86  |
| Gambar 5.32 Fase 3 dan Fase 4 pada Kondisi Alternatif 1                            | 87  |
| Gambar 5.33 Diagram Waktu Siklus Simpang UPN Alternatif 1                          | 93  |
| Gambar 5.34 Geometri Simpang Alternatif 2  | 100 |
| Gambar 5.35 Fase 1 dan Fase 2 Kondisi Alternatif 2                                 | 101 |
| Gambar 5.37 Diagram Waktu Siklus Simpang UPN Alternatif 2                          | 102 |

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 5.38 Kondisi Eksisting Simpang UPN ( <i>VISSIM</i> ) pada<br>Menit 21.05                    | 107 |
| Gambar 5.39 Kondisi Simpang UPN Alternatif 1 Permodelan<br><i>Software VISSIM</i> pada Menit 21.05 | 112 |
| Gambar 5.40 Kondisi Simpang Alternatif 2 Permodelan<br><i>Software VISSIM</i> pada Menit 21.05     | 112 |





## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

|               |   |
|---------------|---|
| <i>BRT</i>    | : <i>Bus Rapid Transit</i>                              |
| Cm            | : Centimeter  |
| FG            | : Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian                   |
| FLT           | : Faktor Penyesuaian Belok Kiri                         |
| FP            | : Penyesuaian untuk Pengaruh Parkir                     |
| FRT           | : Faktor Penyesuaian Belok Kanan                        |
| <i>HV</i>     | : <i>Heavy Vehicle</i>                                  |
| Km            | : Kilometer   |
| <i>LRT</i>    | : <i>Light Rapid Transit</i>                            |
| <i>LV</i>     | : <i>Light Vehicle</i>                                  |
| M             | : Meter   |
| <i>MC</i>     | : <i>Motorcycle</i>                                     |
| <i>MRT</i>    | : <i>Mass Rapid Transit</i>                             |
| <i>PTV</i>    | : <i>Planung Transport Verkehr AG</i>                   |
| Permenhub     | : Peraturan Menteri Perhubungan                         |
| UPN           | : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta |
| <i>VISSIM</i> | : <i>Verkehr in Stadten Simulation Model</i>            |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Time Schedule* dan Jari - jari Manuver Kendaraan
- Lampiran 2 Survei *Speed Gun* / Kecepatan Arah Barat
- Lampiran 3 Survei *Speed Gun* / Kecepatan Arah Utara
- Lampiran 4 Survei *Speed Gun* / Kecepatan Arah Selatan
- Lampiran 5 Survei *Speed Gun* / Kecepatan Arah Timur
- Lampiran 6 Tabel Formulir SIG MKJI 1997 Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting
- Lampiran 7 Tabel Formulir SIG MKJI 1997 Simpang Bersinyal Alternatif 1
- Lampiran 8 Tabel Formulir SIG MKJI 1997 Simpang Bersinyal Alternatif 2
- Lampiran 9 Arus Lalu Lintas Simpang, Arus Lalu Lintas Jalan Padjajaran, Data Kendaraan Putar Balik (*U-turn*)

## ABSTRAK

Jalan Padjajaran Yogyakarta merupakan salah satu jalan arteri di Yogyakarta yang berdampak besar terhadap pergerakan perekonomian dan pariwisata. Pada jalan tersebut terdapat *u-turn* di lengan simpang UPN yang jarang digunakan oleh pengguna jalan, mengurangi kecepatan kendaraan, dan memperpanjang antrian simpang. *U-turn* tersebut kurang dimanfaatkan karena adanya *u-turn* lain yang lebih strategis yaitu terletak di 1,3 KM sebelum simpang UPN.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai panjang antrian dan tundaan pada *u-turn* serta mengetahui kinerja simpang UPN. Perhitungan menggunakan Bina Marga (BM/06/2005) dan MKJI 1997. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software VISSIM*.

Hasil analisis usulan terbaik terdapat pada alternatif II, yaitu dengan memindahkan putaran balik di simpang bersinyal pada lengan Timur dan merubah geometri simpang pada lengan Timur. Perbedaan pada alternatif 2 adalah geometri simpang lengan Timur dimana sebelumnya lajur 1 dan lajur 2 memiliki lebar 3,5 meter dan 4,5 meter berubah menjadi 3,0 meter pada lajur 1 dan 5,3 meter untuk lajur 2. Pada alternatif 2 ini perubahan geometri lajur 1 lebih kecil dan lajur 2 lebih besar dibanding alternatif 1. Kemudian untuk lajur 3 mengalami perubahan geometri juga yang semula 5,3 meter menjadi 4,70 meter. Hasil alternatif 2 menunjukkan penurunan (MKJI 1997) panjang antrian, delay pada *u-turn* (*software VISSIM*) dan delay pada lengan timur (MKJI 1997) sebesar -2,02%, -77,87% dan -2,29% tetapi meningkatkan derajat kejenuhan dan delay sebesar 0,56% dan 2,01% (MKJI 1997).

**Kata kunci :** Kinerja simpang, *U-turn*, *VISSIM*

## ***ABSTRACT***

*Padjajaran Street Yogyakarta was one of the arterial road in Yogyakarta which has massive impact on the movement of the economy and tourism. There was a u-turn on east arm of the UPN junction that rarely used by road users, reduces vehicle speed, extends the intersection queue because there are other more strategic median openings for turning which are located at 1.3 KM before the u-turn.*

*This research was conducted to determine the value of queue length and u-turn delay then find out the performance of the UPN intersection. The calculation was using Bina Marga (BM /06/2005) and MKJI 1997. Data analysis was performed using VISSIM software. The best results of the analysis is alternative II. The alternative II is move the median opening facility in to the conjunction on ast arm by changing the geometry of the intersection where previously lane 1 and lane 2 had a width of 3,5 meters and 4,5 meters changed to 3 meters in lane 1 and 5,3 meters for lane 2. In alternative 2 this change in geometry for lane 1 is more small and lane 2 is bigger than alternative 1. Then for lane 3 the geometry also changes from 5,3 meters to 4,70 meters showed decrease the (MKJI 1997)the queue length, delay on the u-turn (VISSIM software) and delay on the east arm (MKJI 1997) of -2,02%, -77,87% and -2,29% but increase the degree of saturation and delay of 0,56% and 2,01% (MKJI 1997).*

**Keywords :** *Intersection performance, U-turn, VISSIM,*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Yogyakarta merupakan provinsi dengan perkembangan pembangunan yang tinggi memberikan dampak yang sangat besar terhadap pergerakan ekonomi dan pariwisata. Faktor tersebut mempengaruhi pola pergerakan kendaraan yang semakin hari bertambah yang ditandai dengan meningkatnya volume kendaraan yang melintas sehingga sering menyebabkan kemacetan. Untuk menghindari kemacetan tersebut terutama pada ruas jalan dalam kota, kendaraan yang akan melintas dapat melewati jalan lingkar Yogyakarta (*Ringroad*). Fungsi dari *Ringroad* tersebut yaitu untuk mengalihkan kendaraan yang menuju dalam kota supaya tidak mengakibatkan penumpukan dan mengurangi kemacetan kendaraan yang menuju Kota Jogjakarta. *Ringroad* atau jalan lingkar merupakan jalan yang melingkari atau mengelilingi suatu kawasan atau kota yang digunakan sebagai akses untuk menghindari pusat kota yang bertujuan untuk mengurangi kemacetan lalu lintas (Widiyanto, 2015).

Jalan lingkar Yogyakarta memiliki arus lalu lintas yang cukup tinggi sehingga menyebabkan masalah terhadap pergerakan kendaraan. Usaha untuk mengurangi permasalahan akibat pergerakan kendaraan di suatu jalur jalan dapat dikurangi dengan solusi menambahkan median jalan. Median berfungsi untuk pemisah arus lalu lintas yang berlawanan arah yang terdapat di tengah pada bagian-bagian jalan. Manfaat utama dari median jalan yaitu menghilangkan konflik lalu lintas dari arah berlawanan sehingga meningkatkan keselamatan berkendara. Widiyanto (2015) menyatakan dalam penelitiannya bahwa pada jalan kota dengan median, dibutuhkan fasilitas *u-turn* agar kendaraan dapat melakukan putaran balik arah pada bukaan median sebagai kebutuhan khusus.

Pada Jalan *Ringroad* Utara (Jl. Padjajaran – dari arah Timur-Barat) terdapat beberapa fasilitas putaran balik (*u-turn*). *U-turn* atau putaran balik adalah salah satu cara pemecahan dalam manajemen lalu lintas jalan. Putaran balik adalah

suatu putaran di dalam sarana (angkut/kendaraan) yang dilakukan dengan cara menggerakkan kendaraan setengah lingkaran yang bertujuan untuk melakukan gerakan balik arah (Romadhona dan Fauzi, 2018). Fasilitas *u-turn* dapat ditemukan di jalan-jalan utama Provinsi Yogyakarta dengan median termasuk *u-turn* sepanjang jalan Lingkar Utara. Jalan Lingkar Utara Yogyakarta juga menghubungkan antar wilayah Yogyakarta sendiri antara lain akses menuju pusat keramaian dan pendidikan seperti Jalan Seturan, Jalan Affandi, Jalan Kaliurang, Jalan Magelang, kompleks stadion Maguwoharjo, Universitas Pembangunan Nasional, Universitas Islam Indonesia dan Institut Pertanian Yogyakarta.

Pada perencanaan *u-turn* harus didasarkan pada karakteristik arus lalu lintas yang ada serta melihat geometri jalan yang tersedia. Jika keberadaan *u-turn* tidak sesuai justru akan mengakibatkan terganggunya arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut dengan ditandai dengan melambatnya laju kendaraan yang melintas, panjang antrian maupun lamanya tundaan pada kendaraan yang melakukan putaran balik, atau bahkan tidak berfungsinya *u-turn* dengan kata lain tidak digunakan oleh pengguna jalan yang berarti penambahan putaran balik tersebut kurang efektif. Bukaan median (*u-turn*) yang akan diteliti pada Jl. Padjajaran yaitu tepatnya pada 154 M sebelum simpang UPN pada ruas lengan Timur. Menurut peneliti *u-turn* tersebut kurang efektif karena mengurangi kecepatan kendaraan, memperpanjang antrian simpang dan jarang di manfaatkan oleh pengguna jalan sebab terdapat bukaan median lain yang lebih strategis untuk berputar balik yang terdapat pada 1,3 KM sebelum *u-turn* yang akan diteliti. Terdapat penelitian *u-turn* pada ruas lengan Barat yang sudah diteliti (Ridhwan, 2016). Pada penelitian tersebut penulis memberikan solusi dengan alternatif fasilitas putaran balik (*u-turn*) menggunakan bundaran, baik pada ruas lengan Barat maupun Timur. Oleh karena itu penulis merasa perlu untuk menganalisis kembali apakah kinerja dari *u-turn* pada ruas lengan timur Jl.Padjajaran tersebut dapat berfungsi secara optimal atau memerlukan alternatif fasilitas lainnya serta pengaruhnya terhadap kinerja simpang UPN.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah dari latar belakang di atas:

1. bagaimana kinerja simpang dan *u-turn* pada kondisi eksisting ?,
2. bagaimana kinerja simpang dengan berbagai usulan alternatif pengaturan atau modifikasi letak *u-turn* pada lengan Timur?, dan
3. bagaimana perbandingan kinerja simpang UPN pada saat kondisi eksisting dengan alternatif pengaturan atau modifikasi letak *u-turn* pada lengan Timur?.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. mengetahui kinerja simpang dan *u-turn* pada kondisi eksisting,
2. mengetahui kinerja simpang dengan berbagai usulan alternatif pengaturan atau modifikasi letak *u-turn* pada lengan Timur, dan
3. mengetahui perbandingan kinerja simpang UPN pada saat kondisi eksisting dengan alternatif pengaturan atau modifikasi letak *u-turn* pada lengan Timur.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari Penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk memberikan pengetahuan tentang pengaruh putaran balik (*u-turn*) pada kinerja simpang dan alternatif pemecahan masalah lainnya serta menjadi bahan evaluasi bagi pihak/instansi terkait untuk meningkatkan kinerja simpang yang dilengkapi fasilitas putaran balik (*u-turn*).

## 1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian. Agar pembahasan tidak meluas maka di berikan batasan masalah sebagai berikut ini.

1. Lokasi penelitian dibatasi pada simpang UPN dan alternatif usulan perbaikan *u-turn* pada lengan Timur tepatnya di Jl. Padjajaran.

2. Data yang diambil mencakup geometri jalan, volume kendaraan pada ruas jalur Timur simpang UPN, volume kendaraan pada simpang UPN, lama waktu lampu lalu lintas, panjang antrian kendaraan, waktu tundaan dan volume lalu lintas.
3. Pengambilan data geometrik jalan dilakukan dengan pengukuran manual langsung dan dibantu dengan aplikasi Strava di lapangan.
4. Wilayah penelitian dilakukan pada simpang UPN dan Jalan Padjajaran.
5. Skenario/simulasi pemodelan menggunakan *software VISSIM*.
6. Metode yang digunakan untuk menganalisis kinerja simpang dan ruas jalan berdasarkan MKJI serta Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) nomor PM 96 tahun 2015.
7. Pedoman modifikasi *u-turn* yang digunakan adalah Bina Marga 2005 dan Perencanaan Putaran Balik (*U-Turn*) 06/BM/2005.
8. Pengambilan data dilakukan waktu-waktu berikut.
  - a. Pagi : 07.00-09.00 WIB
  - b. Siang : 12.00-14.00 WIB
  - c. Sore : 16.00-18.00 WIB
9. Pengambilan data dilakukan selama 2 hari, 1 hari *weekday* (Senin) dan 1 hari *weekend* (Sabtu).
10. Koreksi nilai konstanta arus lalu lintas jenuh dasar ( $S_0$ ) semula 600 pada perhitungan menjadi 600-2200 yang disesuaikan dengan panjang antrian di lapangan berdasarkan jurnal penelitian Munawar (2009) tentang Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Analisis Pengaruh Putaran Balik (*U-turn*) Terhadap Kinerja Ruas**

##### **Jalan**

Bura (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh putaran balik pada jalan arteri dengan tipe dua arah dan terbagi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh fasilitas *u-turn* yang berada di depan Hotel Sri Wedari pada ruas Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta. Metode yang digunakan dalam studi adalah Pedoman Perencanaan Putar Balik Tahun 2005 dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Tahun 1997. Hasil dari penelitian ini adalah ruas setelah fasilitas bukaan median mengalami peningkatan derajat kejenuhan dan perubahan arus kendaraan dari arah Timur ke Barat sementara dari arah barat ke Timur mengalami penurunan. Kecepatan kendaraan berkurang dari segala arah yang sebelumnya 41-42 km/jam menjadi 21-22 km/jam disebabkan oleh panjang antrian, waktu tundaan yang terjadi pada segmen jalan yang diamati, radius putar kendaraan dan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk memutar.

#### **2.2 Kajian Putar Balik (*U-turn*) Pada Simpang**

Gumelar (2019) melakukan penelitian tentang pengaruh putaran balik/bukaan median (*u-turn*) yang dilakukan pemindahan pada simpang Janti di Jalan Adisucipto Yogyakarta. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kinerja ruas jalan Laksada Adisucipto, simpang Janti sebelum dan sesudah dilakukan pemindahan *u-turn* pada simpang bersinyal. Metode yang digunakan dalam studi berupa analisis lalu lintas menggunakan Perencanaan Putaran Balik 06/BM/2005, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, dan *Software VISSIM*. Dari hasil penelitian memperoleh analisis PKJI 2014 ruas jalan Laksada Adisucipto memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,88 sehingga termasuk dalam kategori tingkat pelayanan E. Kecepatan rata-rata yang didapatkan dari hasil survei untuk

ruas jalan Laksada Adisucipto arah Barat-Timur adalah 35,6 km/jam. Sedangkan kecepatan rata-rata yang didapat dari hasil *software VISSIM* adalah 34,7 km//jam. Kecepatan rata-rata kendaraan pada pendekat barat ruas jalan Laksada Adisucipto mengalami peningkatan dari semula 34,7 km/jam menjadi 39,8 km/jam. Pada ruas jalan Raya Kledokan mengalami peningkatan dari semula 33,96 km/jam menjadi 34,4 km/jam. Derajat kejenuhan simpang besinyal untuk pendekat Barat mengalami penurunan yakni 0,817 menjadi 0,809. Nilai derajat kejenuhan pendekat Timur mengalami penurunan dari semula 0,695 menjadi 0,677. Pada pendekat Selatan nilai derajat kejenuhan mengalami kenaikan dari semula 0,237 menjadi 0,290.

### **2.3 Penyediaan Fasilitas Sepeda Motor dan Fasilitas Putar Balik di Simpang**

Ridhwan (2016) melakukan penelitian mengenai penyediaan fasilitas sepeda motor dan fasilitas putaran balik pada simpang UPN tepatnya di Jalan Padjajaran Lingkar Utara Yogyakarta. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang serta hubungan antara konsumsi bahan bakar dengan tundaan dan panjang antrian, fasilitas-fasilitas bagi sepeda motor, dan fasilitas putar balik pada simpang UPN serta memberikan alternatif solusi pada permasalahan yang ada. Metode yang di gunakan dalam studi berupa analisis lalu lintas menggunakan metode MKJI 1997. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa tundaan dan panjang antrian kendaraan setiap lengan berpengaruh terhadap kerugian bahan bakar pada jam puncak dengan 2 hari pengamatan di simpang UPN yaitu sebesar 444,653 liter dengan total kerugian mencapai Rp.3.173.725, patokan harga pada tahun 2016. Perubahan yang perlu diadakan untuk memperbaiki kualitas kinerja simpang dan untuk meminimalisir kerugian konsumsi bahan bakar minyak (BBM) pada simpang UPN ini yaitu dengan merubah geometrik simpang yang semula sebidang menjadi simpang tidak sebidang.

### **2.4 Analisis Dampak Gang pada Putaran Balik Terhadap Kinerja Jalan**

Romadhona dan Fauzi (2018) melakukan penelitian mengenai dampak keberadaan putaran balik yang terdapat di depan gang akses masuk di Jalan Affandi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai panjang antrian, tundaan, dan kecepatan di Jl. Affandi Yogyakarta. Perhitungan perencanaan bukaan median fasilitas putar balik menggunakan Bina Marga (BM/06/2005). Permodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak VISSIM. Hasil analisis kondisi eksisting menunjukkan nilai panjang antrian dan tundaan masing-masing sebesar 67,03 m dan 22,61 detik, sedangkan untuk kecepatan arah Utara-Selatan sebesar 23,04 km/jam dan untuk Selatan-Utara sebesar 26,69 km/jam.

## **2.5 Analisis Kinerja Putaran Balik (*U-turn*)**

Widiyanto (2015) melakukan penelitian mengenai keberadaan putaran balik pada Jalan Lingkar Utara Yogyakarta. Tujuan penelitian adalah menganalisis karakteristik *u-turn* dan kinerja ruas Jalan Lingkar Utara Yogyakarta sebagai faktor yang berpengaruh terhadap kinerja *u-turn*. Metode yang di gunakan dalam studi berupa analisis kinerja ruas jalan menggunakan ketentuan-ketentuan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 tentang Jalan Perkotaan dan Pedoman Perencanaan Putaran Balik No.6 Tahun 2005 dari Dirjen Bina Marga. Hasil penelitian menunjukkan volume lalu lintas tertinggi pada Ruas Jalan Lingkar Utara Yogyakarta terjadi pada hari Rabu, 22 Januari 2014 pada pukul 16.00-17.00 dengan nilai 1177 smp/jam untuk arah Barat dan 1689 smp/jam untuk arah Timur. Analisis berdasarkan MKJI Tahun 1997 memberikan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,26 untuk arah barat dan 0,38 untuk arah Timur dengan kapasitas ruas jalan adalah sebesar 4467 smp/jam untuk tiap arah. MKJI 1997 juga memberikan nilai kecepatan tempuh teoritis untuk arah Barat sebesar 55 km/jam dan arah Timur sebesar 51 km/jam. Waktu tempuh teoritis yang diperlukan untuk menempuh jarak 150 meter yaitu 9,82 detik untuk arah Barat dan 10,58 detik untuk arah Timur. Nilai derajat kejenuhan  $\leq 0,75$  menunjukkan bahwa ruas Jalan Lingkar Utara Yogyakarta yang ditinjau masih sangat mampu untuk melayani volume lalu lintas maksimum yang terjadi. Berdasarkan beberapa faktor tersebut, maka tingkat pelayanan untuk ruas Jalan Lingkar Utara berada dalam kategori C.



**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Penulis dengan Penelitian Terdahulu**

| No | Aspek                   | Penelitian   |  |   |   |  |   |
|----|-------------------------|--|--|---|---|--|---|
|    |                         | Bura (2016)  | Gumelar (2019)   | Ridhwan (2016)  | Romadhona dan Fauzi (2018)  | Widiyanto (2015)   | peneliti  |
| 1  | Judul                   | Analisis Pengaruh Fasilitas <i>U-turn</i> Terhadap Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus <i>U-turn</i> Jl. Laksda Adisucipto – Depan Hotel Sri Wedari) | Pengaruh Buka-an Median ( <i>U-turn</i> ) Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus: Jalan Laksda Adisucipto Arah Barat-Timur) | Penyediaan Fasilitas Sepeda Motor dan Fasilitas Putar Balik di Simpang UPN Yogyakarta | Dampak Gang pada Putaran Balik terhadap Kinerja Ruas Jalan Perkotaan di Jalan Affandi, Yogyakarta | Analisis Kinerja Putaran Balik ( <i>U-TURN</i> ) (Studi Kasus: <i>U-Turn</i> Jalan Lingkar Utara Yogyakarta) | Pengaruh Fasilitas Putaran Balik ( <i>U-turn</i> ) Terhadap Kinerja Ruas Jalan (Kinerja Ruas Lengan Timur Terhadap Simpang UPN Ringroad Utara Yogyakarta) |
| 2  | Tipe Jalan              | 4/2 D  | 4/2 D  | 4/2 D   | 4/2 D   | 4/2 D  | 6/2 D   |
| 3  | <i>U-turn</i> Ditinjau  | 1  | 1  | 1   | 4   | 1  | 1   |
| 4  | Metode Pengumpulan Data | Pengamatan dan survei lapangan   | Pengamatan dan survei lapangan   | Survei lapangan   | Pengamatan dan survei lapangan  | Survei lapangan  | Pengamatan dan survei lapangan  |
| 5  | Data yang Dikumpulkan   | panjang antrean, waktu tundaan, dan waktu memutar  | Volume kend., kecepatan kend., <i>driving behaviour</i> dan panjang antrean  | Waktu antrean, arus lalu lintas, dan alternatif fasilitas <i>u-turn</i>               | Panjang antrean dan tundaan   | panjang antrean, waktu tundaan, dan waktu memutar  | Kinerja simpang, Panjang antrean dan tundaan  |

Sumber : Bura (2016), Gumelar (2019), Ridhwan (2016), Romadhona dan Fauzi (2018), Widiyanto (2015)

| No | Aspek                                  | Penelitian   |   |                                      |  |   |   |
|----|--|--|---|--------------------------------------|--|---|---|
|    |  | Bura (2016)  | Gumelar (2019)  | Ridhwan (2016)                       | Romadhona dan Fauzi (2018)   | Widiyanto (2015)  | peneliti  |
| 6  | Metode Analisis Ruas Jalan dan Simpang | MKJI 1997  | PKJI 2014   | MKJI 1997                            | Software <i>VISSIM</i> mengacu pada Permenhub nomor PM 96 tahun 2005 | MKJI 1997   | MKJI 1997   |
| 7  | Metode Analisis <i>U-turn</i>          | Pedoman Perencanaan Putar Balik nomor 6 Tahun 2005 | <i>Software VISSIM</i> dan Perencanaan Putaran Balik 06/BM/2005 | Perencanaan Putaran Balik 06/BM/2005 | Software <i>VISSIM</i> dan Perencanaan Putaran Balik 06/BM/2005      | Perencanaan Putaran Balik 06/BM/2005, dan teori Hashem Al Mashiei | Software <i>VISSIM</i> dan Perencanaan Putaran Balik 06/BM/2005 |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Penulis dengan Penelitian Terdahulu**

Sumber : Bura (2016), Gumelar (2019), Ridhwan (2016), Romadhona dan Fauzi (2018), Widiyanto (2015)

## 2.6 Keaslian Penelitian

Berdasarkan tabel perbandingan yang disajikan pada Tabel 2.1, yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah studi kasus yang peneliti angkat yaitu berlokasi di Jl. Padjajaran tepatnya pada ruas lengan Timur simpang UPN, Yogyakarta (*Ringroad Utara*), tipe jalan dan metode analisis yang digunakan yaitu MKJI 1997 dan Perencanaan Putaran Balik (*U-Turn*) 03/BM/2005 serta pemodelan data memakai *software VISSIM*.



## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Analisis Kinerja Lalu Lintas Simpang Bersinyal

##### 3.1.1 Volume Arus Lalu Lintas Simpang Bersinyal

Volume arus lalu lintas simpang bersinyal didapatkan dengan cara survei di lapangan yang diambil untuk mendapatkan volume jam puncak. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), nilai arus lalu lintas diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan cara mengkali volume kendaraan dengan ekivalensi mobil penumpang (emp). Nilai ekivalensi mobil penumpang tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1 Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang Simpang Bersinyal**

| Jenis Kendaraan                | Emp untuk Tipe Pendekat |          |
|--------------------------------|-------------------------|----------|
|                                | Terlindung              | Terlawan |
| Kendaraan Ringan ( <i>LV</i> ) | 1                       | 1        |
| Kendaraan Berat ( <i>HV</i> )  | 1,3                     | 1,3      |
| Sepeda Motor ( <i>MC</i> )     | 0,2                     | 0,4      |

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

Tipe kendaraan dalam volume lalu lintas ruas jalan dibagi menjadi sepeda motor (*MC*) kendaraan ringan (*LV*), dan kendaraan berat (*HV*) dengan rincian kendaraan sebagai berikut.

1. Sepeda Motor (*MC*)
2. Kendaraan ringan (*LV*) yaitu mobil penumpang, *jeep*, sedan, bus mini, *pick up*, dll.
3. Kendaraan berat (*HV*) yaitu bus dan truk.

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), perhitungan arus kendaraan bermotor dapat menggunakan Persamaan 3.1 berikut:

$$Q = Q_{LV} + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} \times emp_{MC}) \quad (3.1)$$



Keterangan :

- $Q$  = jumlah arus kendaraan (smp)  
 $emp$  = ekivalen kendaraan penumpang  
 $QLV$  = jumlah kendaraan ringan  
 $QHV$  = jumlah kendaraan berat  
 $QMC$  = jumlah sepeda motor

### 3.1.2 Arus Jenuh

Arus jenuh adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar ( $S_0$ ) dengan faktor penyesuaian. Arus jenuh dasar ( $S_0$ ) adalah arus jenuh ( $S$ ) pada keadaan lalu lintas dan geometri yang ideal, sehingga faktor penyesuaian untuk  $S_0$  adalah satu. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), arus jenuh dirumuskan pada persamaan 3.1 berikut.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \quad (3.2)$$

Keterangan :

- $S_0$  = arus jenuh dasar  
 $F_{CS}$  = faktor penyesuaian  $S_0$  akibat hambatan samping  
 $F_{SF}$  = faktor penyesuaian  $S_0$  terkait ukuran kota  
 $F_G$  = faktor penyesuaian  $S_0$  akibat kelandaian memanjang jalan  
 $F_P$  = faktor penyesuaian  $S_0$  akibat adanya garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama  
 $F_{LT}$  = faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas yang belok kiri  
 $F_{RT}$  = faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas yang belok kanan

#### 1. Arus Jenuh Dasar ( $S_0$ )

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), arus jenuh dasar didapat dari persamaan berikut.

$$S_0 = 600 \times We \quad (3.3)$$

Keterangan :

$W_e$  = Lebar efektif pendekat

2. Faktor penyesuaian  $S_0$  terkait ukuran kota ( $FSF$ )

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), nilai dari faktor penyesuaian  $S_0$  terkait ukuran kota ( $FSF$ ) terdapat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

**Tabel 3.2 Faktor Penyesuaian  $S_0$  Terkait Ukuran Kota ( $FSF$ )**

| Jumlah Penduduk Kota (Juta Jiwa) | Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $FSF$ ) |
|----------------------------------|--|
| <0,1                             | 0,82                                     |
| 0,1-0,5                          | 0,83                                     |
| 0,5-1,0                          | 0,94                                     |
| 1,0-3,0                          | 1,00                                     |
| >3,0                             | 1,05                                     |

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

3. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat hambatan samping lingkungan jalan ( $FCS$ )

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), nilai faktor penyesuaian  $S_0$  akibat hambatan samping lingkungan jalan ( $FCS$ ) dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.3 Faktor Penyesuaian  $S_0$  Akibat Hambatan Samping ( $FCS$ )**

| Lingkungan Jalan | Hambatan Samping | Tipe Fase  | Rasio Kendaraan Tak Bermotor |      |      |      |      |             |
|------------------|------------------|------------|------------------------------|------|------|------|------|-------------|
|                  |                  |            | 0,00                         | 0,05 | 0,1  | 0,15 | 0,2  | $\geq 0,25$ |
| Komersial (KOM)  | Tinggi           | Terlawan   | 0,93                         | 0,88 | 0,94 | 0,79 | 0,74 | 0,7         |
|                  |                  | Terlindung | 0,93                         | 0,91 | 0,88 | 0,87 | 0,85 | 0,81        |
|                  | Sedang           | Terlawan   | 0,94                         | 0,89 | 0,85 | 0,8  | 0,75 | 0,71        |
|                  |                  | Terlindung | 0,94                         | 0,92 | 0,89 | 0,88 | 0,86 | 0,82        |
|                  | Rendah           | Terlawan   | 0,95                         | 0,9  | 0,86 | 0,81 | 0,76 | 0,72        |
|                  |                  | Terlindung | 0,95                         | 0,93 | 0,9  | 0,89 | 0,87 | 0,83        |
| Pemukiman (KIM)  | Tinggi           | Terlawan   | 0,96                         | 0,91 | 0,86 | 0,81 | 0,78 | 0,72        |
|                  |                  | Terlindung | 0,96                         | 0,94 | 0,92 | 0,99 | 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 | 0,9  | 0,87 | 0,85        |
|                  | Rendah           | Terlawan   | 0,98                         | 0,93 | 0,88 | 0,83 | 0,8  | 0,74        |
|                  |                  | Terlindung | 0,98                         | 0,96 | 0,94 | 0,91 | 0,88 | 0,86        |

(Sumber: : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

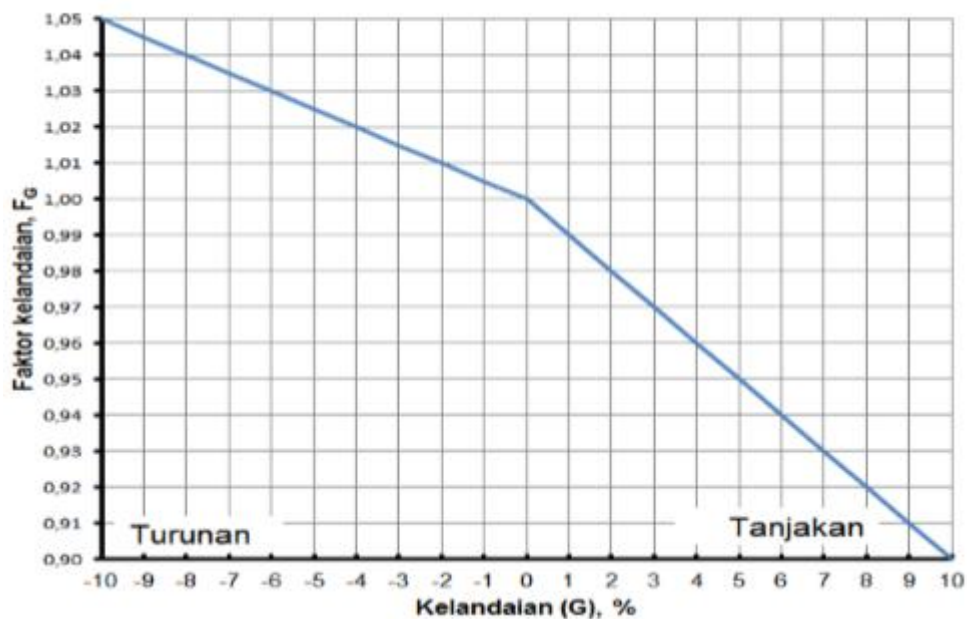
| Lingkungan Jalan | Hambatan Samping             | Tipe Fase  | Rasio Kendaraan Tak Bermotor |      |      |      |      |       |
|------------------|------------------------------|------------|------------------------------|------|------|------|------|-------|
|                  |                              |            | 0,00                         | 0,05 | 0,1  | 0,15 | 0,2  | ≥0,25 |
| Akses Terbatas   | Tinggi/<br>Sedang/<br>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 3.3 Lanjutan Faktor Penyesuaian  $S_0$  Akibat Hambatan Samping ( $F_{CS}$ )**

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

4. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat kelandaian memanjang jalan ( $F_G$ )

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), nilai faktor penyesuaian  $S_0$  akibat kelandaian memanjang jalan dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



**Gambar 3.1 Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian ( $F_G$ )**

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

5. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat adanya garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama ( $F_P$ )

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), faktor penyesuaian  $S_0$  akibat adanya garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama dapat dilihat pada Persamaan 3.4 dan Gambar 3.2 sebagai berikut.

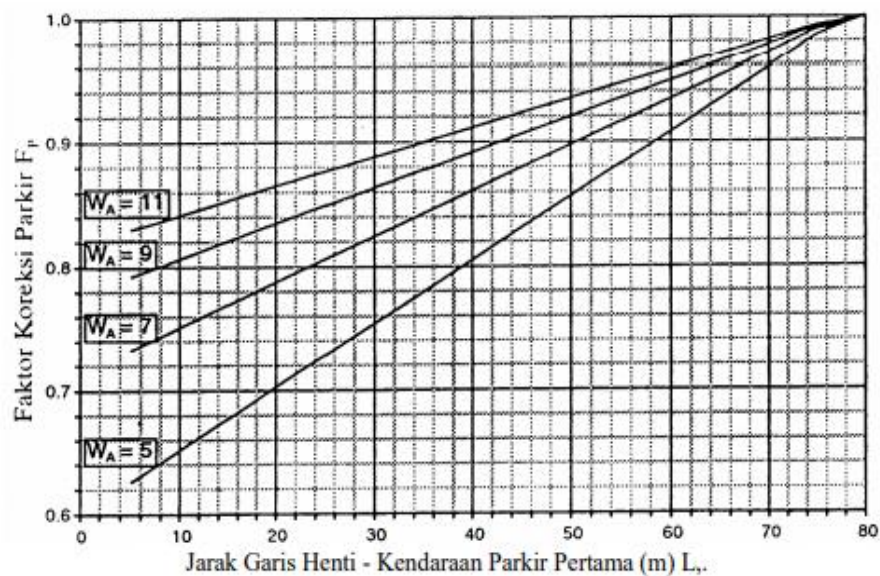
$$F_p = \frac{\frac{L_p}{3} \frac{(W_A - 2) \times \frac{L_p}{3} - g}{L}}{G} \quad (3.4)$$

Keterangan :

$L_P$  = jarak antara garis henti kendaraan yang parkir pertama pada lajur belok kiri  
atau panjang dari lajur kiri yang pendek (m)

$W_A$  = lebar pendekat (m)

$G$  = waktu hijau pada pendekat yang ditinjau



**Gambar 3.2 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Parkir (FP)**

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

6. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas belok kanan ( $F_{RT}$ )

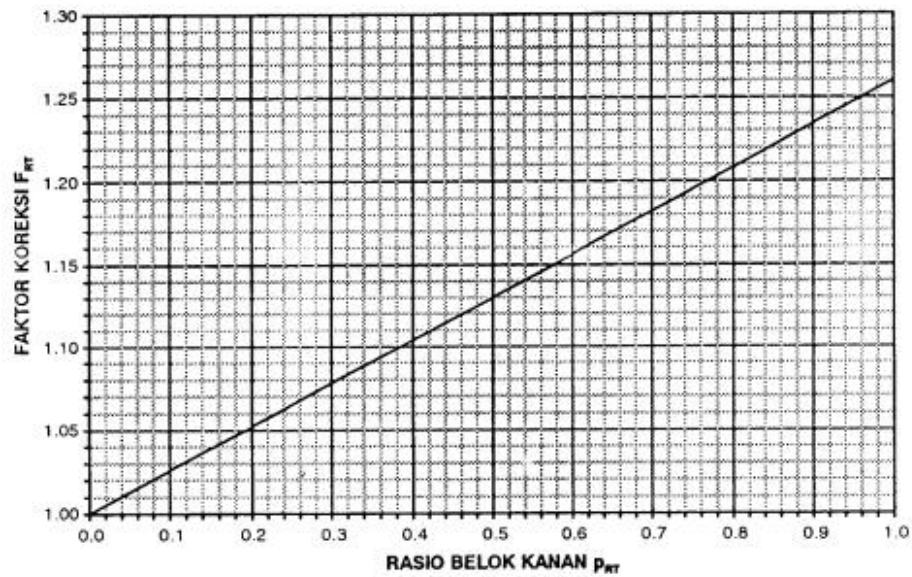
Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas belok kanan dapat dilihat pada Persamaan 3.5 dan Gambar 3.3 berikut.

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \quad (3.5)$$

Keterangan :

$F_{RT}$  = faktor penyesuaian belok kanan

$P_{RT}$  = rasio kendaraan belok kanan



**Gambar 3.3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $F_{RT}$ )**

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

7. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas belok kiri ( $F_{LT}$ )

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas belok kiri dapat dilihat pada Persamaan 3.6 dan Gambar 3.3 berikut.

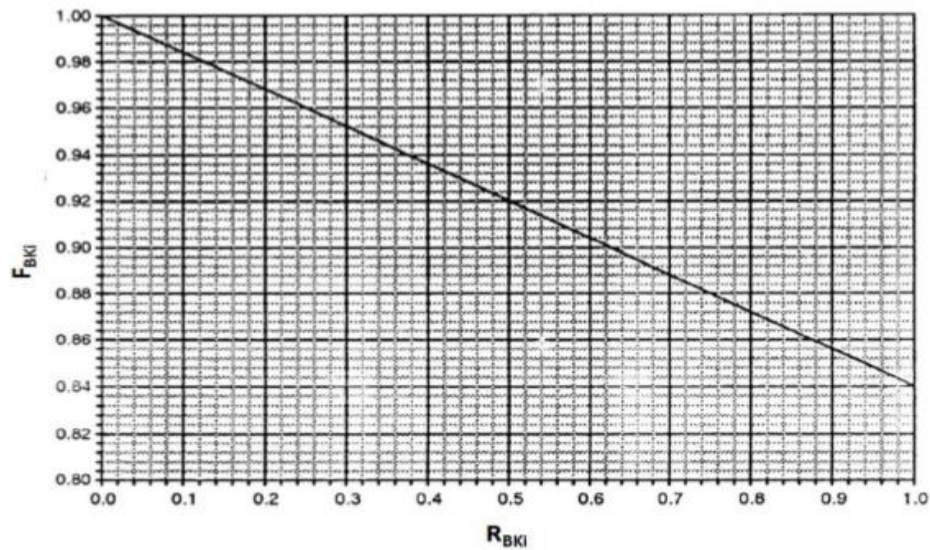
$$F_{LT} = 1 - P_{LT} \times 0,16 \quad (3.6)$$

Keterangan :

$F_{LT}$  = faktor penyesuaian belok kiri

$P_{LT}$  = rasio kendaraan belok kiri

Jika terdapat LTOR (belok kiri langsung) maka  $F_{LT} = 1$ . Rumus diatas berlaku pada pendekat tipe terlindung.



**Gambar 3.4 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)**

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

### 3.1.3 Kapasitas Pendekat Simpang Bersinyal (C)

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), kapasitas simpang bersinyal dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.7 berikut.

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (3.7)$$

Keterangan :

C = kapasitas simpang (smp/jam)

S = arus Jenuh (smp/jam)

g = total waktu hijau dalam satu siklus (detik)

c = waktu siklus (detik), yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama)

### 3.1.4 Derajat Kejenuhan (D<sub>s</sub>)

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.8 berikut.

$$D_s = \frac{Q}{c} \quad (3.8)$$

Keterangan :

D<sub>s</sub> = derajat kejenuhan (smp/jam),

$Q$  = arus lalu lintas (smp/jam)

$C$  = kapasitas simpang (smp/jam)

### 3.1.5 Panjang Antrian ( $QL$ )

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau ( $NQ$ ) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ) ditambah jumlah kendaraan yang datang dan berhenti dalam antrian selama fase merah ( $NQ_2$ ), sehingga persamaan perhitungannya menjadi seperti berikut.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (3.9)$$

Jika  $DS > 0,5$  maka :

$$NQ_1 = 0,25 \times c \times \left[ DS - 1 + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \quad (3.10)$$

Jika rasio hijau ( $GR$ )  $\leq 0,5$  maka  $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (3.11)$$

Keterangan :

$NQ$  = jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau (smp)

$NQ_1$  = jumlah rata-rata antrian terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

$NQ_2$  = jumlah kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (smp)

$c$  = waktu siklus (detik)

$DS$  = derajat kejenuhan

$GR$  = perbandingan waktu hijau terhadap waktu fase pada pendekatan yang ditinjau

Setelah melakukan perhitungan  $NQ$  menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), panjang antrian ( $QL$ ) dapat dihitung dengan Persamaan 3.12 berikut.

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{W_{masuk}} \quad (3.12)$$

Keterangan :

$QL$  = panjang Antrian (m)

$NQ_{MAX}$  = jumlah rata-rata maximum antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau (smp)

$W_{masuk}$  = lebar masuk (m)

### 3.1.6 Rasio Kendaraan Henti ( $P_{SV}$ )

Rasio kendaraan henti adalah yaitu rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), rasio kendaraan henti ( $P_{SV}$ ) dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.13 berikut.

$$P_{SV} = \min (NS, 1) \quad (3.13)$$

dengan NS adalah angka henti dan suatu pendekat. Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung dengan Persamaan 3.14 sebagai berikut.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (3.14)$$

Keterangan :

NS = angka henti

$NQ$  = jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau (smp)

$Q$  = arus lalu lintas (smp/jam)

$c$  = waktu siklus (detik)

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti ( $NH$ ) adalah jumlah berhenti rata-rata per kendaraan sebelum melewati simpang (termasuk berhenti teulang dalam antrian). Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), nilai  $NH$  dapat dicari menggunakan Persamaan 3.15 berikut.

$$Nsv = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \quad (3.15)$$



Keterangan :

$N_{sv}$  = jumlah rata-rata kendaraan berhenti (smp),

$Q$  = arus lalu lintas (smp/jam),

$N_s$  = rasio kendaraan henti.

### 3.1.7 Tundaan (T)

Tundaan dapat disebabkan oleh dua hal yaitu tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), tundaan lalu lintas dan tundaan geometri dapat dicari menggunakan Persamaan 3.16 dan Persamaan 3.17 berikut.

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \quad (3.16)$$

$$DG = (1 - P_{sv}) \times P_T \times 6 + (P_{sv} \times 4) \quad (3.17)$$

Keterangan :

$DT$  = tundaan lalu lintas (detik)

$c$  = waktu siklus (detik)

$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)}{(1 - GR \times DS)}$$

$GR$  = rasio hijau (g/c)

$NQ_1$  = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

$C$  = kapasitas (smp/jam)

$P_{sv}$  = rasio kendaraan henti

$P_T$  = porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat

$DG_j$  = tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), tundaan rata-rata suatu pendekat dapat dicari menggunakan persamaan berikut.

$$D = DT + DG \quad (3.18)$$

Keterangan :

$D$  = tundaan rata-rata (detik/smp)

DT = tundaan lalu lintas (detik/smp)

DG = tundaan Geometri (detik/smp)

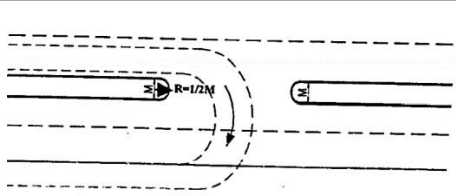
### 3.2 Putaran Balik (*U-Turn*)

Putaran balik adalah gerak lalu lintas kendaraan untuk berputar kembali atau berbelok  $180^\circ$  (Pedoman Perencanaan Putaran Balik (*u-turn*) 06/BM/2005). Menurut Mardinata (2015), gerakan putar balik arah melibatkan beberapa tahap kejadian yang mempengaruhi kondisi arus lalu lintas. Gerakan putar balik ini tahap pertama adalah yang searah dengan arus kendaraan yang akan melakukan *u-turn*, sebelum arus kendaraan tersebut menyatu dengan arus yang berlawanan. Sementara itu tahap kedua adalah saat kendaraan melakukan gerakan berputar balik pada fasilitas yang tersedia. Selanjutnya pada tahap ketiga, kendaraan yang berputar arah akan menyatu dengan arus kendaraan pada arus lalu lintas yang berlawanan.

#### 3.2.1 Kebutuhan Lebar Median Ideal

Lebar median ideal adalah lebar yang diperlukan oleh kendaraan dalam melakukan gerakan putaran balik dari lajur yang paling dalam menuju lajur yang paling dalam pada lajur lawan arah. Lebar median dapat dilihat pada Tabel 3.5

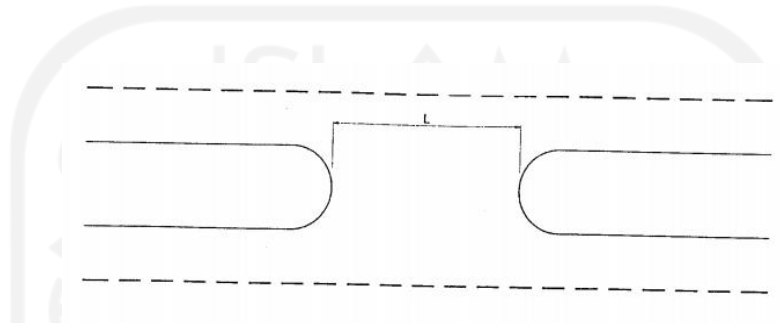
**Gambar 3.5 Lebar Median Ideal**

| Jenis Putaran   | Lebar Lajur (m) | Kendaraan Kecil           | Kendaraan Sedang | Kendaraan Besar |
|---|-----------------|---------------------------|------------------|-----------------|
|   |                 | Panjang Kendaraan Rencana |                  |                 |
|   |                 | 5,8 m                     | 12,1 m           | 21 m            |
|   |                 | Lebar Median Ideal (m)    |                  |                 |
|  | 3,5             | 0,5                       | 11,0             | 12,0            |
|   | 3               | 1,5                       | 12,5             | 14,0            |
|   | 2,75            | 2,0                       | 13,0             | 15,0            |

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

### 3.2.2 Bukaannya Median

Bukaan median direncanakan untuk mengakomodasi kendaraan agar dapat melakukan gerakan putaran balik (*u-turn*) pada tipe jalan terbagi serta dapat mengakomodasi gerakan memotong dan belok kanan. Bukaan median jalan dapat dilihat pada Gambar 3.6



**Gambar 3.6 Bukaan Median**

(Sumber Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

Bukaan median memiliki beberapa persyaratan yang bisa dilihat pada Tabel 3.4, persyaratan ini mencakup kendaraan kecil, kendaraan sedang, dan kendaraan berat dengan ketentuan lebar masing-masing kendaraan.

**Tabel 3.4 Persyaratan Bukaan Median**

| Kendaraan Rencana                        | L (m) |
|--|-------|
| Kendaraan Kecil                          | 4,5   |
| Kendaraan Sedang (untuk jalan perkotaan) | 5,5   |
| Kendaraan Berat                          | 12    |

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

### 3.2.3 Dimensi Kendaraan Rencana

Persyaratan bukaan median disesuaikan dengan dimensi kendaraan yang direncanakan akan melalui fasilitas tersebut. Dimensi kendaraan rencana dapat dilihat pada Tabel 3.5

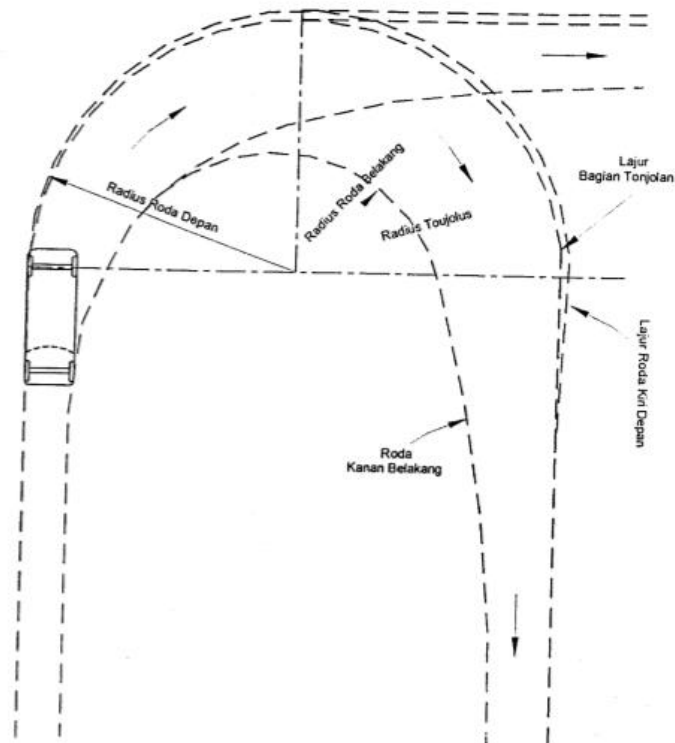
**Tabel 3.5 Dimensi Kendaraan Rencana untuk Jalan Perkotaan**

| Kendaraan rencana | Dimensi Kendaraan (m) |       |         | Radius Putar (m) |      | Radius Tonjolan (m) |
|-------------------|-----------------------|-------|---------|------------------|------|---------------------|
|                   | Tinggi                | Lebar | Panjang | Min              | Maks |                     |
| Kendaraan Kecil   | 1,3                   | 2,1   | 5,8     | 4,2              | 7,3  | 7,8                 |
| Kendaraan Sedang  | 4,1                   | 2,6   | 12,1    | 7,4              | 12,8 | 14,1                |
| Kendaraan Berat   | 4,1                   | 2,6   | 21,0    | 2,9              | 14,0 | 13,7                |

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

### 3.2.4 Radius Putar

Radius putaran kendaraan dibutuhkan untuk menentukan lebar jalur yang dibutuhkan kendaraan saat melakukan putaran. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga 2005 tentang perencanaan putaran balik, radius putaran minimum kendaraan adalah jari-jari jejak yang dibuat roda/ban depan bagian luar apabila kendaraan membuat perputaran yang paling tajam yang mungkin dilakukan pada kecepatan kurang dari 15km/jam.



**Gambar 3.7 Jari-jari Putaran Kendaraan**

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

Dengan adanya perbedaan dimensi kendaraan maka radius putaran setiap jenis kendaraan akan berbeda pula. Semakin besar kendaraannya maka semakin besar radius putarannya. Radius putaran kendaraan kecil, sedang, dan besar dapat dilihat pada Lampiran 2, Lampiran 3, dan ampiran 4 yang bersumber dari Direktorat Jenderal Bina Marga, 2005.

### **3.3 Analisa Metode Perencanaan Putaran Balik (*U-Turn*) 06/BM/2005**

#### **3.3.1 Ketentuan Umum**

Perencanaan lokasi putaran balik harus memperhatikan aspek-aspek perencanaan geometri jalan dan lalu lintas, yaitu:

1. fungsi jalan,
2. klasifikasi jalan,
3. lebar median,
4. lebar lajur lalu lintas,
5. lebar bahu jalan,
6. volume lalu lintas per lajur, dan
7. jumlah kendaraan berputar balik per-menit.

Putaran balik diijinkan pada lokasi yang memiliki lebar jalan yang cukup untuk kendaraan melakukan putaran tanpa adanya pelanggaran/kerusakan pada bagian luar perkerasan. Putaran balik seharusnya tidak diijinkan pada lalu lintas menerus karena dapat menimbulkan dampak pada operasi lalu lintas, antara lain berkurangnya kecepatan dan kemungkinan kecelakaan. Perencanaan putaran balik dapat dilaksanakan apabila memenuhi persyaratan-persyaratan teknis berikut. Perencanaan putaran balik pada lokasi yang tidak memenuhi persyaratan harus dilengkapi dengan studi khusus yang mengantisipasi kemungkinan dampak lalu lintas yang akan timbul.

#### **3.3.2 Buka Median untuk Putaran Balik**

Bukaan median direncanakan untuk mengakomodasi kendaraan supaya dapat melakukan gerakan putaran balik pada tipe jalan terbagi serta dapat mengakomodasi gerakan memotong dan belok kanan. Buka median untuk putaran balik dapat dilakukan pada lokasi-lokasi berikut.

1. Lokasi di antara persimpangan untuk mengakomodasi gerakan putaran balik yang tidak disediakan di persimpangan.
2. Lokasi di dekat persimpangan untuk mengakomodasi gerakan putaran balik yang akan mempengaruhi gerakan menerus dan gerakan membelok di persimpangan. Putaran balik dapat direncanakan pada lokasi dengan median yang cukup lebar pada pendekatan jalan yang memiliki sedikit bukaan.
3. Lokasi dimana terdapat ruang aktifitas umum penting seperti rumah sakit atau aktifitas lain yang berkaitan dengan kegiatan jalan. Bukaan untuk tujuan ini diperlukan pada jalan dengan kontrol akses dan/atau pada jalan terbagi dengan volume lalu lintas rendah.
4. Lokasi pada jalan tanpa kontrol, merupakan akses dimana bukaan median pada jarak yang optimum disediakan untuk melayani pengembangan daerah tepinya (*frontage*) dan meminimumkan tekanan untuk bukaan median di depannya. Jarak antar bukaan sebesar 400 sampai 800 meter dianggap cukup untuk beberapa kasus. Dalam hal ini tidak dibuat standar baku karena sangat kasuistis.

Pada penelitian kali ini dilakukan perencanaan putaran balik pada simpang sehingga dapat dilakukan karena memenuhi persyaratan pada nomor 1.

### 3.3.3 Dampak Putaran Balik (*U-turn*)

Gerakan putaran balik dapat menimbulkan dampak tundaan dan antrian bagi kendaraan yang bergerak searah dengan arah kendaraan sebelum melakukan putaran balik. Hal itu dapat di atasi jika terdapat jarak waktu antara kendaraan yang akan berputar balik dengan kendaraan terdepan pada jalur lawan yang cukup. Jarak waktu minimum dan arus lalu lintas maksimum yang diijinkan agar tidak terjadi dampak tundaan dan antrian disajikan pada Tabel 3.6

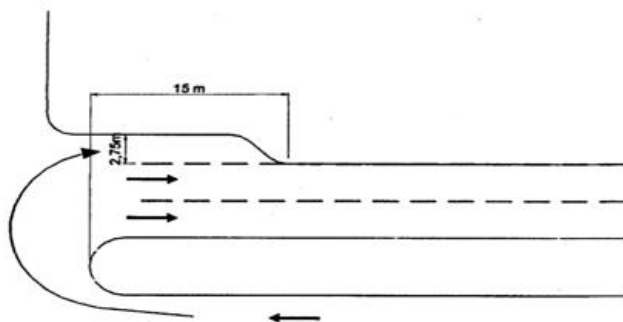
**Tabel 3.6 Jarak Waktu Minimum dan Arus Lalu Lintas Maksimum Untuk Melakukan Gerakan Putaran Balik**

| <b>Tipe Jalan</b> | <b>Jarak Waktu Minimum Antara Kendaraan Pada Lajur Lawan (detik)</b> | <b>Arus Lalu Lintas Maksimum Pada Lajur Lawan (kendaraan/jam)</b> |
|-------------------|--|---|
| 4/2 D             | 14   | 500   |
| 6/2 D             | 12   | 900   |

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

#### 3.3.4 Putaran Balik di Persimpangan Bersinyal

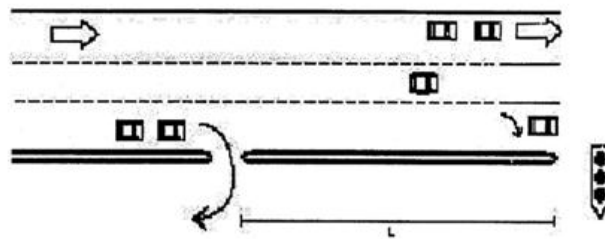
Kendaraan rencana putaran balik di persimpangan bersinyal adalah kendaraan kecil. Kendaraan sedang dan kendaraan besar tidak diijinkan melakukan gerakan putaran balik di persimpangan bersinyal. Putaran balik persimpangan bersinyal dapat direncanakan pada jalan 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D) dengan fase khusus untuk gerakan putaran balik. Sedangkan pada persimpangan bersinyal pada jalan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D) harus dilakukan penambahan lajur seperti disyaratkan pada Gambar 3.8 berikut.



**Gambar 3.8 Putaran balik di persimpangan bersinyal pada tipe jalan 4/2D**

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

Putaran balik yang terdapat di Jalan Laksada Adisucipto termasuk putaran balik sebelum persimpangan. Pada Bina Marga 2005 tentang perencanaan putaran balik, putaran balik sebelum persimpangan harus mengacu pada studi persimpangan bersinyal guna mendapatkan panjang antrian rata-rata per siklus ( $L$ ) seperti disyaratkan pada Gambar 3.9 berikut.



**Gambar 3.9 Putaran balik sebelum persimpangan bersinyal**

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

### 3.4 Analisis *U-Turn*

Jalan arteri dan jalan kolektor yang mempunyai banyak lajur dengan dua arah pada umumnya menggunakan median jalan untuk meningkatkan factor keselamatan dan waktu tempuh pengguna jalan. Median jalan secara umum juga dilengkapi dengan fasilitas *u-turn* yang selalu dapat dipergunakan untuk melakukan putaran arah kendaraan

#### 3.4.1 Panjang Antrian yang Ditimbulkan

Panjang antrian pada tepi lajur kendaraan sebelum melakukan gerakan putaran balik dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.23 dan Persamaan 3.24 berikut.

1. Untuk 4 Lajur 2 Arah Terbagi (4/2D)

$$\text{Panjang Antrean} = -1,29706 + 0,0977 \cdot \text{waktu tunggu} + 0,00214 \cdot \text{vol.a1} \quad (3.23)$$

2. Untuk 6 Lajur 2 Arah Terbagi (6/2D)



$$\text{Panjang Antrean} = -1,50958 + 0,069203 \cdot \text{median} + 0,008853 \cdot \text{waktu tunggu} + 0,001913 \cdot \text{vol.a1} \quad (3.24)$$

Keterangan :

median = (m)

waktu tunggu = (detik)

volume al = (smp/jam)

### 3.4.2 Tundaan Akibat Gerakan Putar Balik

Tundaan yang ditimbulkan oleh kendaraan yang melakukan putaran balik pada lajur yang searah dengan arah kendaraan sebelum melakukan putaran balik (*u-turn*) dapat dilihat pada Tabel 3.7

**Tabel 3.7 Tundaan yang Diakibatkan oleh Kendaraan**

| Volume rata-rata lalu lintas tiap lajur pada jalur lawan (kendaraan/jam) | Tundaan karena 1 kendaraan berputar |       |
|--|-------------------------------------|-------|
|  | 4/2D                                | 6/2D  |
| 600  | 7,32                                | 6,19  |
| 1000   | 9,36                                | 8,95  |
| 1400   | 12,04                               | 13,63 |
| 1600   | 13,62                               | 16,69 |

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

### 3.5 Software VISSIM

Menurut PTV-AG (2011), *VISSIM* adalah perangkat lunak multi-moda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain-lain, sehingga *VISSIM* menjadi perangkat yang berguna untuk evaluasi berbagai langkah alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas. *VISSIM* dikembangkan oleh PTV (*Planung Transport Verkehr AG*) di Karlsruhe, Jerman. Nama ini berasal dari "*Verkehr Stadten – Simulationsmodell*" (Bahasa Jerman untuk "lalu lintas di kota –

model simulasi”). *VISSIM* dimulai pada tahun 1992 dan saat ini pemimpin pasar global. *VISSIM* model simulasi telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi jalan.

*VISSIM (Verkehr in Städten Simulation Model)* adalah *software* yang bisa melakukan model simulasi untuk lalu lintas mikroskopik, transportasi umum dan pedestrian (pejalan kaki). *VISSIM* dapat mensimulasikan aliran-aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, *bus*, *heavy rail*, *tram*, LRT, sepeda motor, sepeda hingga pejalan kaki. Penggunaan *software* ini dapat memodelkan segala jenis konfigurasi geometrik ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi. *VISSIM* digunakan untuk kebutuhan simulasi lalu lintas dan transportasi umum, seperti skema perlambatan lalu lintas, studi tentang *Light Rail/Bus Rapid Transit*, perkiraan penggunaan *intelligent transport system* yang sesuai, simpang bersinyal dan tidak bersinyal yang kompleks dan sebagainya.

Beberapa kegunaan *VISSIM* dalam pemodelan adalah sebagai berikut.

1. Arteri Simulasi.
  - a. Model jaringan jalan.
  - b. Simulasi persimpangan terhadap semua mode kendaraan.
  - c. Analisa karakteristik antrean.
  - d. Desain waktu sinyal.
2. Simulasi Transportasi Publik.
  - a. Semua rincian model untuk *bus*, BRT, *trem*, LRT dan MRT.
  - b. Analisis peningkatan operasi publik transportasi tertentu.
  - c. Menguji dan mengoptimalkan secara standar waktu bersinyal transportasi publik menurut prioritas perencanaan.
3. Simulasi Pejalan Kaki.
  - a. Model pejalan kaki di lingkungan multimodal.
  - b. Perencanaan evakuasi dari bangunan dan acara khusus.
4. *Motorway* Simulasi.
  - a. Simulasi manajemen lalu lintas aktif dan sistem transportasi cerdas.
  - b. Uji dan menganalisis strategi zona kerja.

Dalam melakukan validasi menggunakan jumlah volume arus lalu lintas menurut Gustavsson (2007), metode terbaik untuk membandingkan data input dan output simulasi adalah dengan menggunakan rumus statistik GEH. GEH adalah

singkatan dari *Geoffrey E. Havers* yaitu nama dari penemu rumus tersebut. GEH merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus GEH berikut ini memiliki ketentuan khusus dari nilai error yang dihasilkan seperti pada Tabel 3.7 dan persamaan dari GEH pada Persamaan 3.25

**Tabel 3.8 Standar Perhitungan Persamaan GEH**

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| GEH < 5,0                       | Diterima   |
| $5,0 \leq \text{GEH} \leq 10,0$ | peringatan: kemungkinan model eror atau data buruk |
| GEH > 10,0                      | Ditolak  |
|                                 |  |

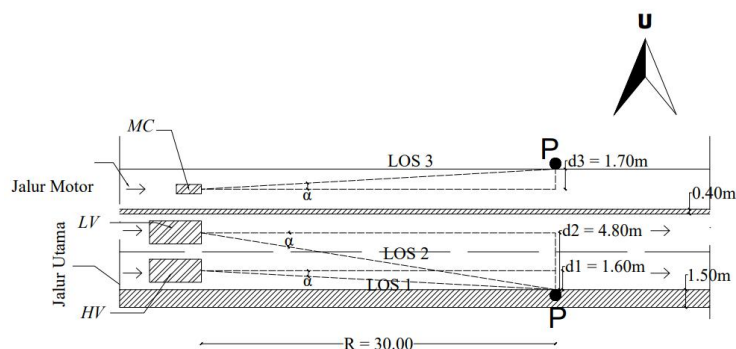
$$GEH = \frac{\sqrt{(Q_{\text{simulated}} - Q_{\text{observed}})^2}}{0,5 \times (Q_{\text{simulated}} + Q_{\text{observed}})} \quad (3.25)$$

Keterangan :

Q = data volume arus lalu lintas (kendaraan/jam)

### 3.6 Analisis Kecepatan Dengan *Spot Speed Survey*

Data kecepatan kendaraan didapatkan oleh surveyor dengan bantuan alat *busnell speed radar gun* untuk mengukur kecepatan kendaraan yang melintasi jalan. Data ini dipakai untuk simulasi pada *software VISSIM* dan menilai kinerja ruas jalan berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Data kecepatan kendaraan diambil selama 1 jam pada Senin , 8 Maret 2020 pukul 07.00-08.00. Berikut analisis kecepatan dengan *spot speed survey* dan lokasi surveyor yang terdapat pada Gambar 3.10.



### Gambar 3.10 Lokasi Surveyor Kecepatan Kendaraan Iangan Barat

Keterangan;

P : pengamat

Target : MC, LV dan HV

d1, d2 dan d3 : simpangan penembakan

LOS 1, 2 dan 3 : garis bidik

R : jarak penembakan atau *range* (30 m)

$\alpha$  : sudut penembakan, disebut juga sebagai sudut efek kosinus.

Fenomena efek kosinus ini memiliki rumus yang ditunjukkan pada Persamaan 3.25 dan Persamaan 3.26 sebagai berikut.

$$\cos \alpha = \frac{R}{\text{LOS}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + d^2}} \quad (3.25)$$

Bila kecepatan hasil alat bacaan pada alat =  $U_0$ , maka kecepatan terkoreksi:

$$U_k = \frac{U_0}{\cos \alpha} \quad (3.26)$$

Keterangan: R = jarak tembak (m);

d = simpangan tembak (m);

LOS = garis pandangan (m);

$\alpha$  = sudut pengamatan/ sudut efek kosinus ( $^{\circ}$ );

$U_0$  = kecepatan hasil pengamatan/*measured speed* (kph);

$U_k$  = kecepatan terkoreksi atau *corrected speed* atau kecepatan

Sebenarnya target atau *true speed* (kph).

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada simpang UPN *Ringroad* Utara Yogyakarta, ruas jalan Padjajaran, ruas jalan Prawirokuat dan ruas jalan Seturan Raya serta median yang terdapat pada lengan Timur simpang UPN.

##### 1. Lokasi Penelitian

Berikut Gambar 4.1 adalah lokasi penelitian di dapat dari tangkapan satelit *software* *Google Earth*.



**Gambar 4.1 Lokasi Penelitian**

(Sumber: *Google Earth*, 2020)

##### 2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama dua hari, yaitu pada hari kerja (*weekday*)/ Senin dan pada akhir pekan (*weekend*)/ Sabtu . Perincian waktu adalah sebagai berikut:

- a. Pagi: 07.00-09.00 WIB
- b. Siang: 12.00-14.00 WIB

c. Sore: 16.00-18.00 WIB

Penetapan waktu berdasarkan pertimbangan bahwa survei dapat mewakili hari kerja dan hari libur.

#### 4.2 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data primer dilakukan selama pengamatan dan survei lapangan dilakukan. Untuk data sekunder didapat dari hasil studi literatur. Berikut data-data yang diperlukan pada penelitian ini.

| Data Primer   | Data Sekunder  |
|---|--|
| a. lebar jalur  | a. jumlah penduduk   |
| b. Geometri simpang, lebar median dan lebar bukaan median | b. peta lokasi penelitian  |
| c. volume lalu lintas dan simpang                         | c. buku Manual Kinerja Jalan Indonesia (1997)                                    |
| d. waktu tempuh kendaraan                                 | d. buku Pedoman Perencanaan Putaran Balik ( <i>U-turn</i> ) (2005)               |
| e. panjang antrean  | e. buku Manajemen Lalulintas Perkotaan, Munawar (2014)                           |
| f. tundaan kendaraan akibat putaran balik                 | f. buku Modul Praktikum Rekayasa Lalu Lintas ( <i>Spot speed survey</i> ) (2015) |
| g. kecepatan kendaraan                                    |  |

**Tabel 4.1 Data yang Diperlukan**

Dari kedua jenis data di atas, maka data yang diambil pada saat survei hingga analisis adalah sebagai berikut.

##### 1. Data Primer

- a. volume kendaraan pada ruas jalan dan lalu lintas pada simpang
- b. volume kendaraan yang melakukan putaran balik
- c. waktu tunggu kendaraan *u-turn*
- d. panjang antrean kendaraan akibat *u-turn*

- e. tundaan kendaraan akibat *u-turn*
  - f. kecepatan kendaraan.
  - g. lebar lajur
  - h. lebar bukaan median
  - i. lebar median jalan
  - j. lebar simpang
2. Data Sekunder
- a. jumlah penduduk
  - b. peta simpang UPN
  - c. analisis kinerja lalu lintas simpang bersinyal
  - d. syarat dan analisis metode perencanaan putaran balik (*u-turn*)
  - e. analisis kinerja ruas jalan dan tingkat pelayanan jalan
  - f. kriteria penilaian kelompok jalan berdasarkan pelayanan jalan
  - g. analisis kecepatan pada *spot speed survey*

### 4.3 Teknis Pengambilan Data

Berikut adalah langkah-langkah dalam pengambilan data di lapangan.

#### 4.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan survei lapangan. Survei dilakukan dengan pengamatan langsung di lokasi penelitian, observasi, pengukuran dan perhitungan untuk memperoleh data asli pada lapangan.

Survei dilakukan dengan 2 tahap yang pertama yaitu persiapan survei yang meliputi persiapan teknis, peralatan dan mobilisasi tenaga. Kemudian yang kedua yaitu pelaksanaan survei yang dilakukan setelah kegiatan persiapan dan perencanaan survei dilakukan dengan matang.

#### 4.3.2 Geometri Ruas Jalan dan Simpang

Data geometri ruas jalan didapatkan dengan cara pengukuran manual kondisi eksisting yaitu geometri simpang, lebar tiap ruas jalan pada simpang di segala arah, dan lebar bukaan median. Data hasil pengukuran yang didapat lalu digambar secara kasar terlebih dahulu di lapangan. Kemudian gambaran kasar geometri ruas jalan yg

didapat lalu diolah menggunakan aplikasi *AutoCAD* sehingga menghasilkan gambaran teknis.

#### 4.3.3 Survei Volume Lalu Lintas pada Simpang

Nilai volume lalu lintas pada simpang diperoleh dengan cara melakukan pengamatan dan perhitungan jumlah kendaraan yang melewati titik yang telah ditentukan pada setiap arah dan ruas jalan. Survei dilakukan oleh 12 orang yang dibagi menjadi empat. Setiap 1 orang menghitung 1 jenis kendaraan yang telah dibagi pada setiap ruas jalan. Penghitungan dilakukan pada kendaraan bermotor, *low vehicle* dan *heavy vehicle*. Hasil survei dicatat setiap 15 menit selama waktu pengambilan data.

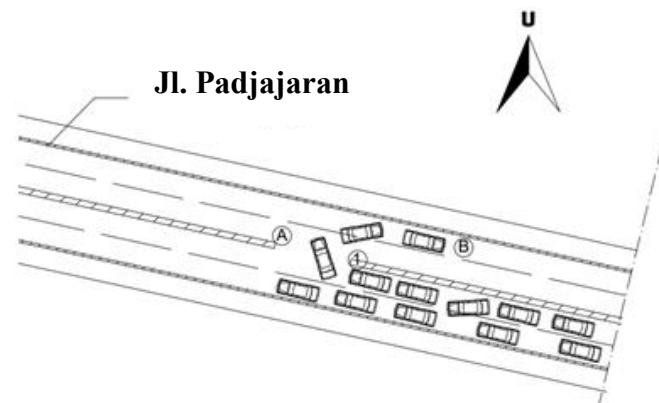
#### 4.3.4 Survei Volume Lalu Lintas *U-turn*

Volume kendaraan yang melakukan putaran arah pada bukaan median (*u-turn*) dilakukan dengan cara menghitung jumlah kendaraan yang melakukan gerakan putaran balik tiap menitnya. Survei dilakukan oleh 1 orang surveyor untuk menghitung volume lalu lintas *u-turn*. Hasil survei dicatat setiap 15 menit selama waktu pengambilan data.

#### 4.3.5 Survei Waktu Tunggu Kendaraan *U-turn*

Waktu tunggu kendaraan melakukan *u-turn* didapatkan dengan cara menghitung lamanya kendaraan berhenti ketika melakukan gerak putar balik dan menunggu kendaraan dari arah lawan melintas menggunakan *stopwatch* yang dilakukan oleh 1 orang surveyor. Surveyor berada pada satu titik bukaan median (1) atau tempat yang nyaman untuk mengamati objek kendaraan yang melakukan gerakan memutar. Pada saat kendaraan berhenti dan menunggu di titik (A), *stopwatch* mulai dihidupkan sampai kendaraan yang diamati berjalan kembali di arah berlawanan. Ketika kendaraan sudah berada di posisi (B) *stopwatch* dimatikan. Pada survei waktu tunggu kendaraan dilakukan bersamaan dengan survei volume lalu lintas *u-turn*. Hasil survei dicatat setiap terjadi kendaraan melakukan putaran balik selama waktu pengambilan data.

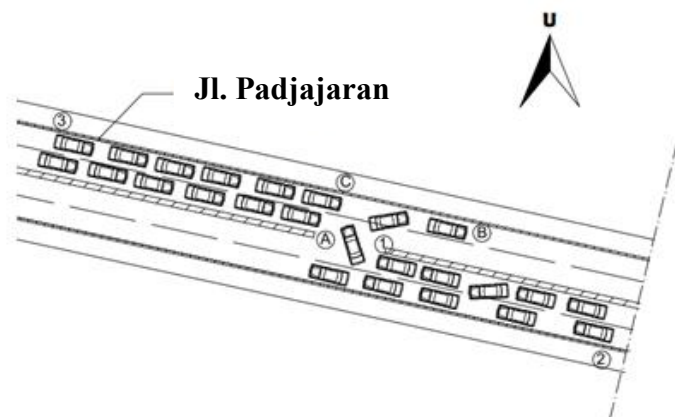




**Gambar 4.2 Sketsa Survei Waktu Tunggu Kendaraan *U-turn***

#### 4.3.6 Survei Panjang Antrian dan Waktu Tundaan

Panjang antrian yang terjadi pada fasilitas *u-turn* adalah panjang kendaraan yang mengantri untuk melakukan putaran balik. Waktu tundaan diperoleh ketika terjadi waktu untuk menunggu kendaraan yang melakukan putar balik. Survei ini dilakukan oleh 2 orang surveyor yang mengukur panjang antrian dan menghitung waktu tundaan kendaraan pada *u-turn*. Untuk memudahkan surveyor dalam mengukur panjang antrian maka dibuat penanda dengan cat semprot atau selotip tiap 5 meter. Hasil survei dicatat setiap terjadi kendaraan melakukan putaran balik selama waktu pengambilan data.



### Gambar 4.3 Sketsa Survei Panjang Antrian dan Waktu Tundaan

Pengamatan panjang antrian dilakukan di belakang kendaraan yang melakukan gerakan *u-turn* posisi (A) berhenti hingga membentuk antrian kendaraan sampai kendaraan terakhir berhenti. Maka surveyor (2) mengukur panjang antrian dan menghitung waktu lamanya antrian yang terjadi. Pada arah berlawanan yang terkena dampak gerakan *u-turn* menyebabkan terjadi antrian juga. Ketika kendaraan dari arah berlawanan berhenti pada posisi (C) dan mengakibatkan antrian kendaraan di belakang sampai kendaraan terakhir berhenti maka surveyor (3) mulai mengukur panjang antrian dan menghitung lama antrian tersebut.

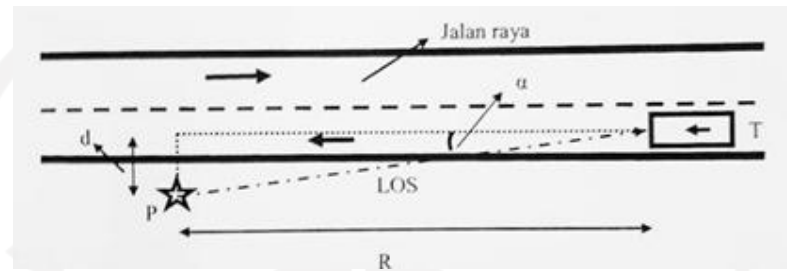
#### 4.3.7 Survei *Driving Behavior*

*Driving behaviour* merupakan parameter dari *VISSIM* yang memengaruhi kondisi perilaku antar kendaraan. *Driving behaviour* berfungsi untuk proses kalibrasi dan diperoleh langsung di lapangan dengan mengamati jarak antar kendaraan. Survei dilakukan oleh 2 orang surveyor yang mengamati perilaku pengendara pada saat kendaraan berjalan dan berhenti. Surveyor mengamati jarak kendaraan di saat mendahului/menyalip, jarak antar kendaraan baik jarak depan-belakang dan jarak samping kanan-kiri pada kondisi berjalan maupun berhenti. Untuk memudahkan surveyor dalam mengukur panjang antrian maka dibuat penanda dengan cat semprot atau selotip tiap 50 cm pada panjang jalan tertentu (diambil 20 m). Diperlukan 80 sampel pengamatan yang terdiri dari 20 sampel jarak kendaraan depan-belakang dalam keadaan berhenti, 20 sampel jarak kendaraan kanan-kiri dalam keadaan berhenti, 20 sampel jarak kendaraan depan-belakang dalam keadaan berjalan dan 20 sampel jarak kendaraan kanan-kiri dalam keadaan berjalan.

#### 4.3.8 Survei *Speed Gun* / Kecepatan

Survei kecepatan bertujuan untuk mendapatkan data kecepatan kendaraan untuk di analisis dengan menggunakan alat bantu yaitu *busnell speed radar gun*. Survei kecepatan didapat dengan menembakan alat *busnell speed radar gun*. Survei dilakukan oleh 2 orang surveyor (Q dan R) yang ditempatkan pada ruas jalan pada titik tertentu yang akan menembakan alat dan mencatat kecepatan kendaraan. Pengambilan data di ambil dengan sampel maksimal 10 data per menit selama satu jam. Lokasi target penembakan adalah tempat ketika target (kendaraan) melintas dan

ditembak oleh pengamat menggunakan alat tersebut. Dari lokasi penembakan, ditentukan lokasi pengamat (P) dan jarak penembakan (R) yaitu  $\pm 30$  M serta mengukur simpangan penembakan (d) atau jarak pengamat dengan as jalan tempat target melintas. Set lokasi target penembakan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Sket Lokasi Target Penembakan**

(Sumber: Laboratorium Rekayasa Transportasi FTSP UII , 2015)

Keterangan ;

P : pengamat

T : target

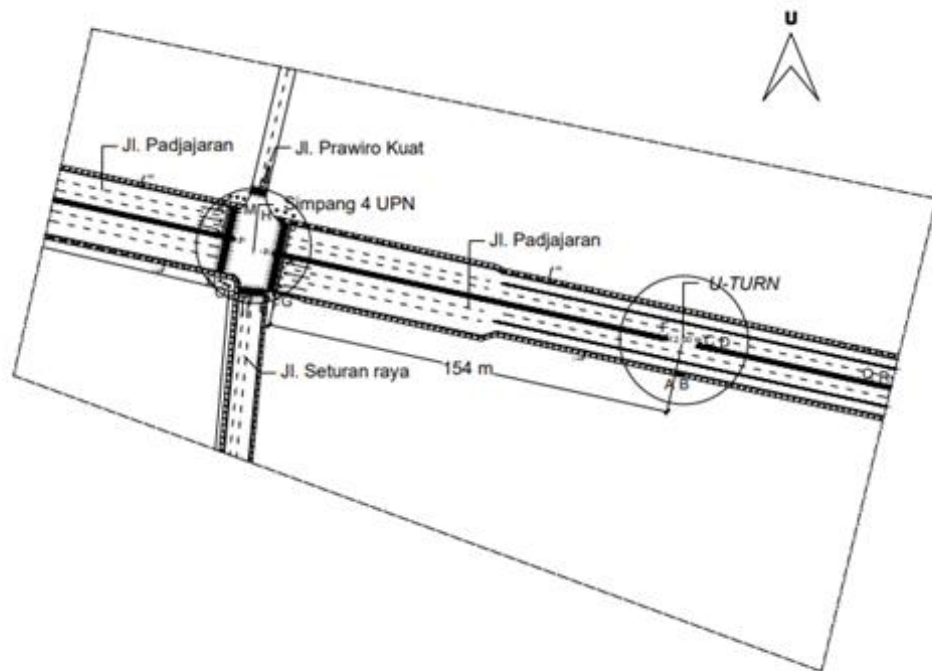
d : simpangan penembakan

LOS : garis bidik

$\alpha$  : sudut penembakan

R : jarak penembakan atau *range* (m)

Pada penelitian kali ini batasan pengamatan dan penempatan surveyor dapat dilihat pada Gambar 4.5



**Gambar 4.5 Lokasi Pengamatan Surveyor**

Keterangan:

Untuk survei volume ruas, surveyor berada pada titik A dan B. Pada *u-turn* terdapat survei tundaan dan panjang antrean terdapat 2 surveyor yaitu pada titik C dan D. Pada survei tundaan, surveyor C juga mengamati perilaku antar kendaraan atau *driving behaviour*. waktu tunggu pada *u-turn* dan volume kendaraan yang melakukan gerakan memutar dilakukan oleh 1 orang pada titik F. Pada survei volume lalu lintas pada simpang terdapat 12 surveyor yang terbagi 4 titik pada setiap ruas jalan di segala arah. Surveyor berada pada titik E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, dan P Sehingga keseluruhan surveyor yang dibutuhkan sebanyak 12 orang surveyor dengan *jobdesc* yang telah ditentukan

#### 4.4 Alat yang Digunakan

Berikut adalah beberapa alat yang digunakan untuk membantu pelaksanaan penelitian di lapangan.

1. formulir survei
2. alat Tulis
3. alat ukur berupa meteran (*walking measure*)
4. *bussnell speed radar gun*
5. *stopwatch*
6. *counter*
7. kamera
8. kapur/cat semprot

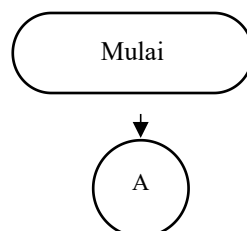
#### 4.5 Metode Analisis Data

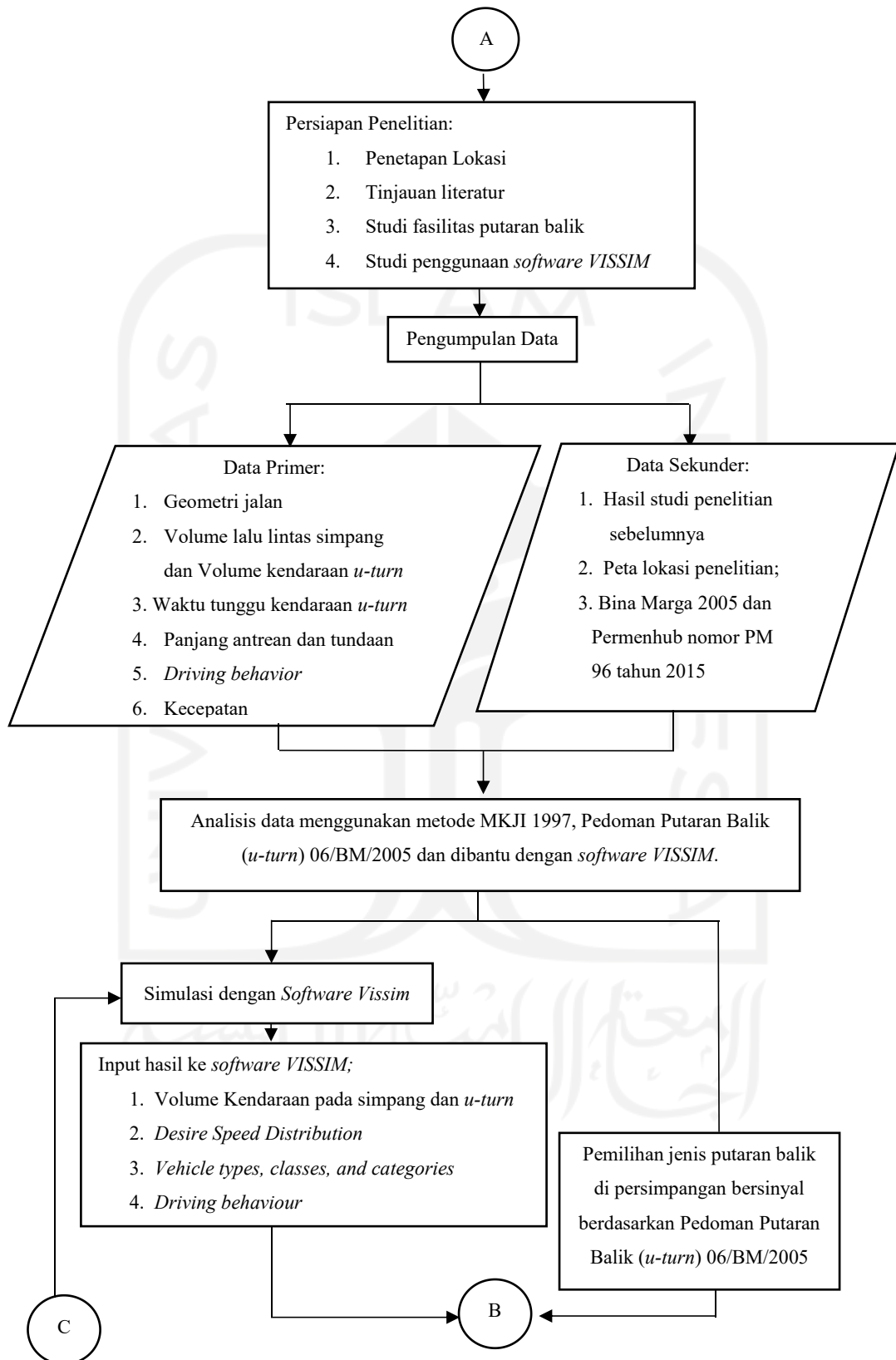
Analisis yang dilakukan adalah dengan menghitung antrean dan tundaan pada ruas jalan yang diakibatkan oleh keberadaan fasilitas bukaan median untuk gerakan memutar balik (*u-turn*). Analisa hasil dari data yang digunakan menggunakan *software VISSIM* lalu dibandingkan dengan Pedoman Putaran Balik (*u-turn*) dari Direktorat Jendral Bina Marga dan MKJI 1997.

Setelah mendapatkan hasil evaluasi data kemudian diolah dengan *software VISSIM* dengan catatan *u-turn* telah dimodifikasi letaknya. Kemudian hasil analisa dapat diketahui masalah dan solusi untuk merencanakan situasi eksisting sehingga didapati kondisi yang paling optimum.

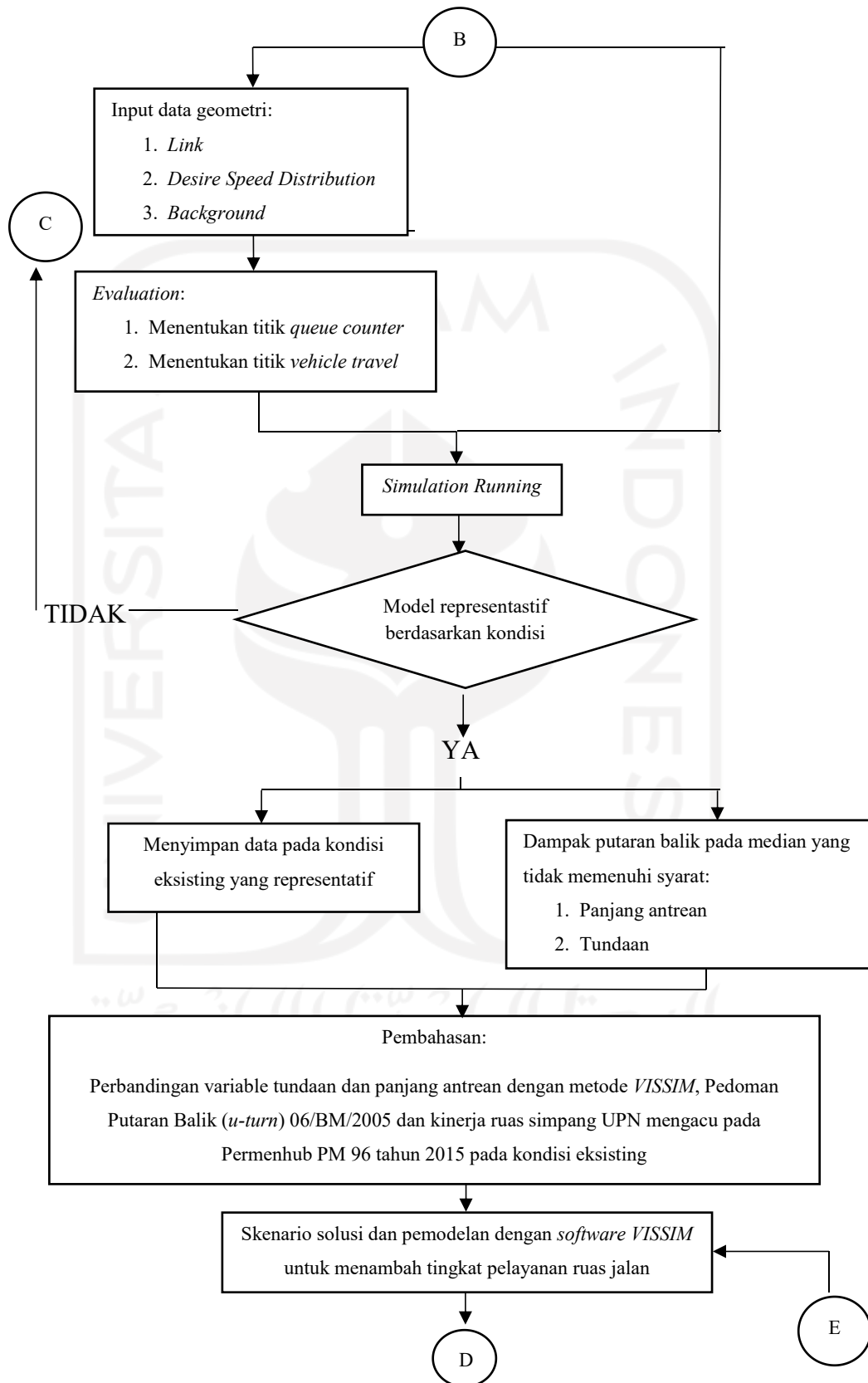
#### 4.6 Tahap Penelitian

Diagram alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini

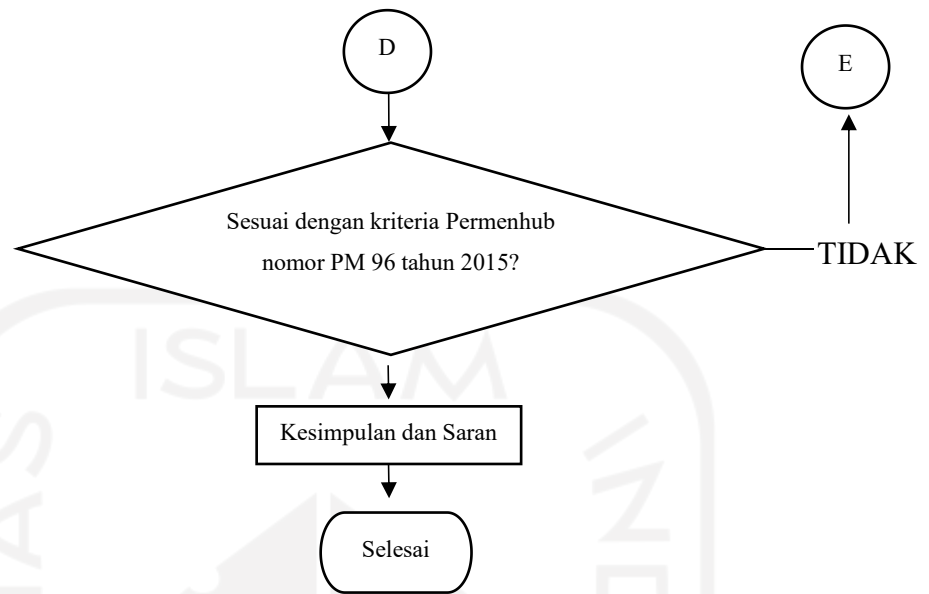




**Gambar 4.6 Diagram Alir Penelitian (1 dari 4)**



**Gambar 4.7 Diagram Alir Penelitian (2 dari 3)**



**Gambar 4.8 Diagram Alir Penelitian (4 dari 3)**



## BAB V

### DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Data Hasil Penelitian

Data yang didapat adalah geometri jalan, volume lalu lintas pada simpang, volume kendaraan *u-turn*, waktu tunggu kendaraan, panjang antrian dan waktu tundaan, kecepatan kendaraan, *driving behavior*. Jenis data tersebut adalah data primer yang diperoleh langsung di lapangan dengan cara survei dengan bantuan alat berupa counter, *measuring wheel*, *busnell speed radar gun* dan *stopwatch* yang dilakukan oleh surveyor.

##### 5.1.1 Data Geometri

Data geometri berisi kondisi fisik/eksisting dari simpang UPN dan jalan Padjajaran (*Ringroad* Utara) yang sedang di teliti yang terdiri dari dimensi lebar ruas jalan serta simpang, lebar median jalan, lebar lajur dalam, lajur luar jalan, lajur kendaraan bermotor dan lebar bukaan median jalan (*u-turn*). Data diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan menggunakan bantuan alat *measuring wheel*.

##### 1. Data Geometri Simpang

Berikut ini hasil pengamatan geometri simpang yang terdapat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Hasil Pengamatan Geometri Simpang UPN**

| Pendekat                  | Utara         | Timur      | Barat      | Selatan       |
|---------------------------|---------------|------------|------------|---------------|
| Tipe lingkungan jalan     | Komersial     | Komersial  | Komersial  | Komersial     |
| Hambatan samping          | <i>Medium</i> | <i>Low</i> | <i>Low</i> | <i>Medium</i> |
| Median                    | Tidak         | Terdapat   | Terdapat   | Tidak         |
| Belok kiri jalan terus    | Tidak         | Terdapat   | Tidak      | Terdapat      |
| Lebar pendekat (m)        | 3,00          | 13,00      | 10,80      | 9,40          |
| Lebar pendekat masuk (m)  | 3,00          | 7,70       | 10,80      | 2,70          |
| Lebar pendekat LTOR (m)   | -             | 5,30       | -          | 2,10          |
| Lebar pendekat keluar (m) | 4,60          | 12,60      | 10,70      | 3,00          |
| Pulau lalulintas          | Tidak         | Tidak      | Tidak      | Tidak         |

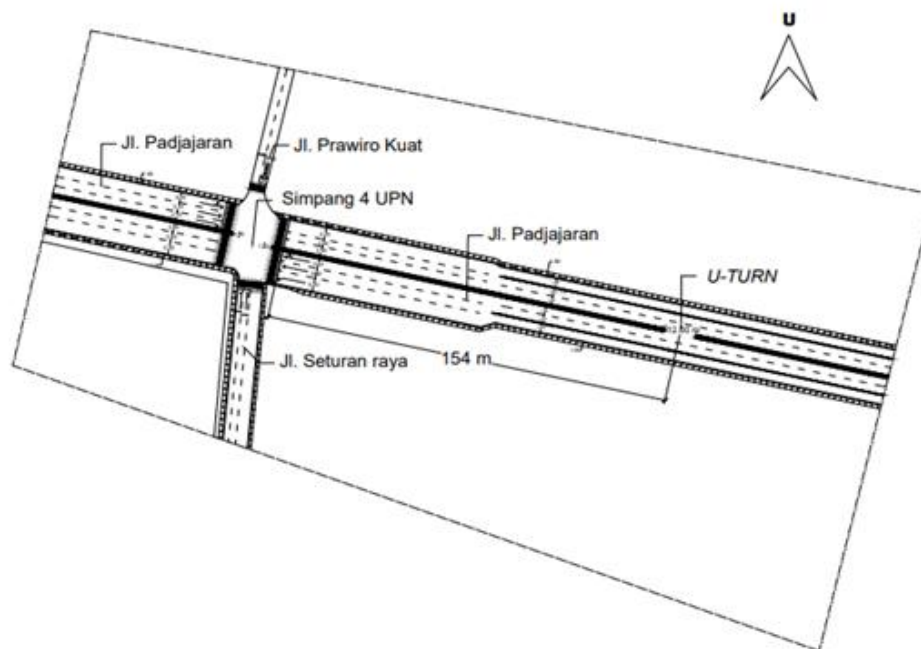
## 2. Data Geometri Jalan

Berikut ini hasil pengamatan ruas jalan dan *u-turn* yang terdapat pada tabel 5.2.

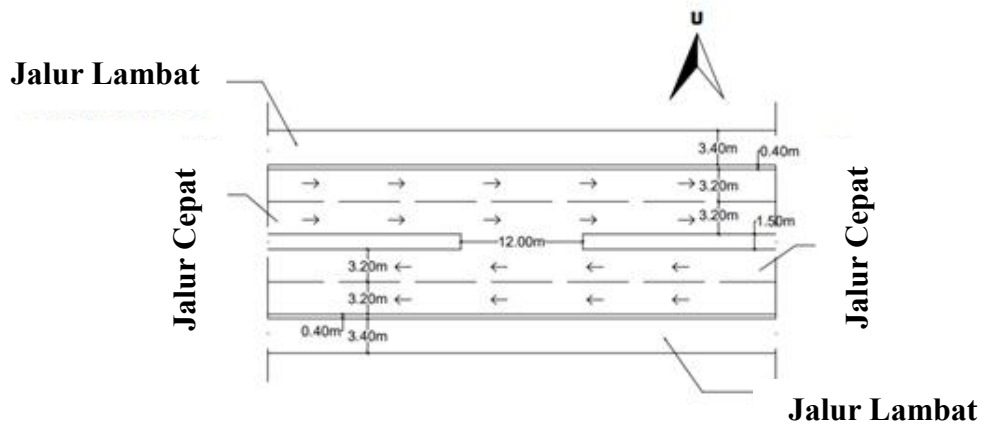
**Tabel 5.2 Hasil Pengamatan Geometri Jalan Padjajaran (Ringroad Utara)**

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Tipe jalan                       | 6/2D            |
| Fungsi jalan                     | Arteri          |
| Kelas jalan                      | I               |
| Lebar jalan                      | 21,90 m         |
| Lebar lajur dalam                | 3,20 m          |
| Lebar lajur luar                 | 3,20 m          |
| Lebar lajur motor                | 3,40 m          |
| Lebar median                     | 0,4 m dan 1,5 m |
| Lebar <i>u-turn</i>              | 12 m            |
| Jarak <i>u-turn</i> dari simpang | 154 m           |

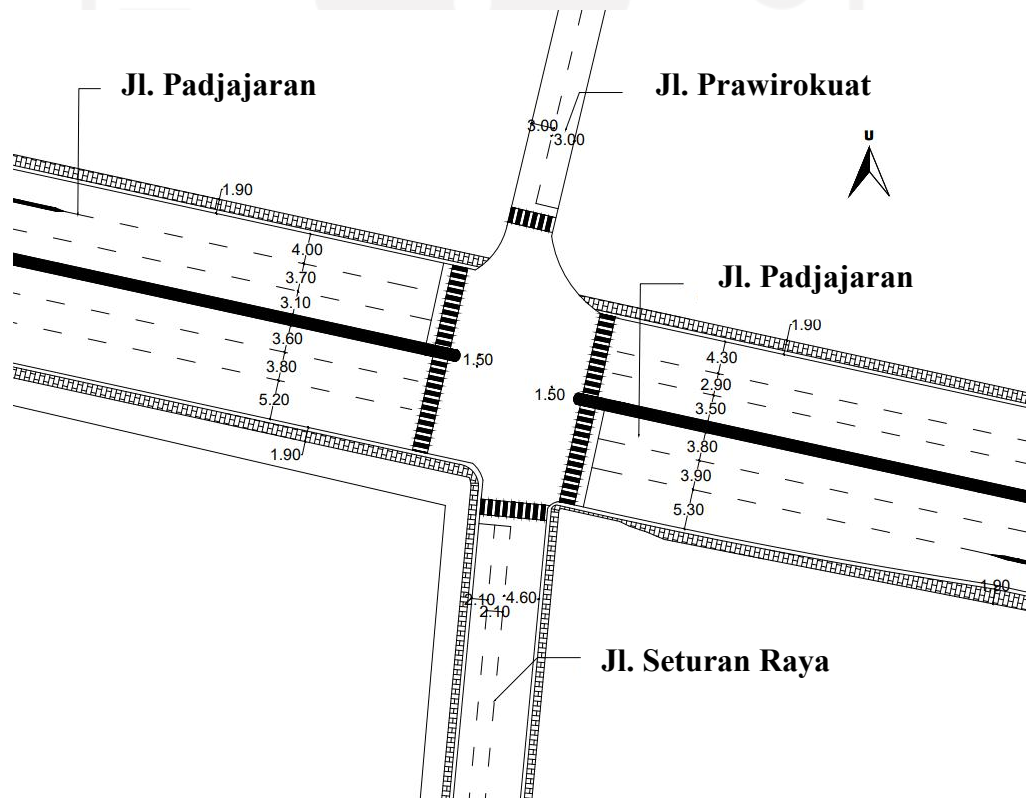
Data geometri simpang, ruas jalan dan *u-turn* yang telah ditinjau dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.4



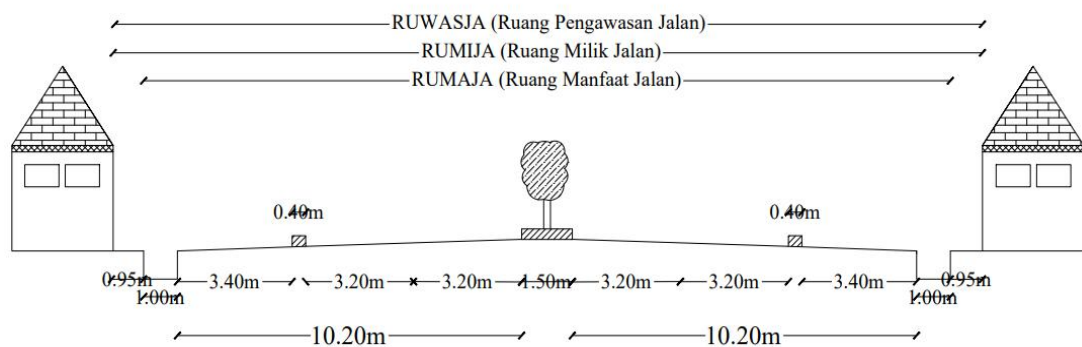
**Gambar 5.1 Tampak Atas Simpang UPN dan Ruas Jalan Padjajaran**



Gambar 5.2 Tampak Atas Ruas Jalan Padjajaran



Gambar 5.3 Tampak Atas Simpang UPN



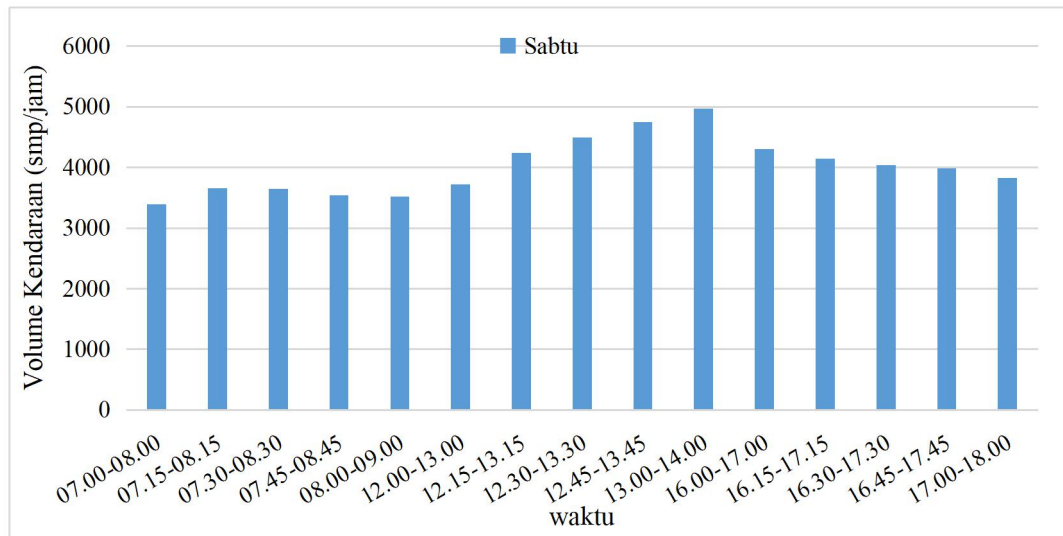
**Gambar 5.4 Ruwasja, Rumija dan Rumaja Ruas Jalan Padjajaran**

### 5.1.2 Data Arus Lalu Lintas Simpang UPN

Data arus lalu lintas pada simpang UPN didapat dari hasil survey *counting* selama 2 hari yaitu 1 hari *weekend* (Sabtu) 6 Maret 2020 dan 1 hari *weekday* (Senin) 8 Maret 2020 pada jam 07.00-09.00, 12.00-14.00, dan 16.00-18.00. Berikut adalah hasil dari survei yang sudah diolah dan disajikan ke dalam Tabel 5.3, Tabel 5.4, Tabel 5.5, Tabel 5.6, Gambar 5.5, dan Gambar 5.6. Data lalu lintas selanjutnya untuk di analisis kinerja simpang dan ruas jalan berdasarkan MKJI dan Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) nomor PM 96 tahun 2015. Untuk analisis menggunakan *software VISSIM*, data lalu lintas yang digunakan dalam permodelan adalah dalam satuan kendaraan pada jam puncak.

#### 1. Data Arus Lalu Lintas Simpang UPN Hari Sabtu 6 Maret 2020

Berikut ini adalah grafik hasil survei dari data arus lalu lintas simpang UPN hari Sabtu yang terdapat pada Gambar 5.5.

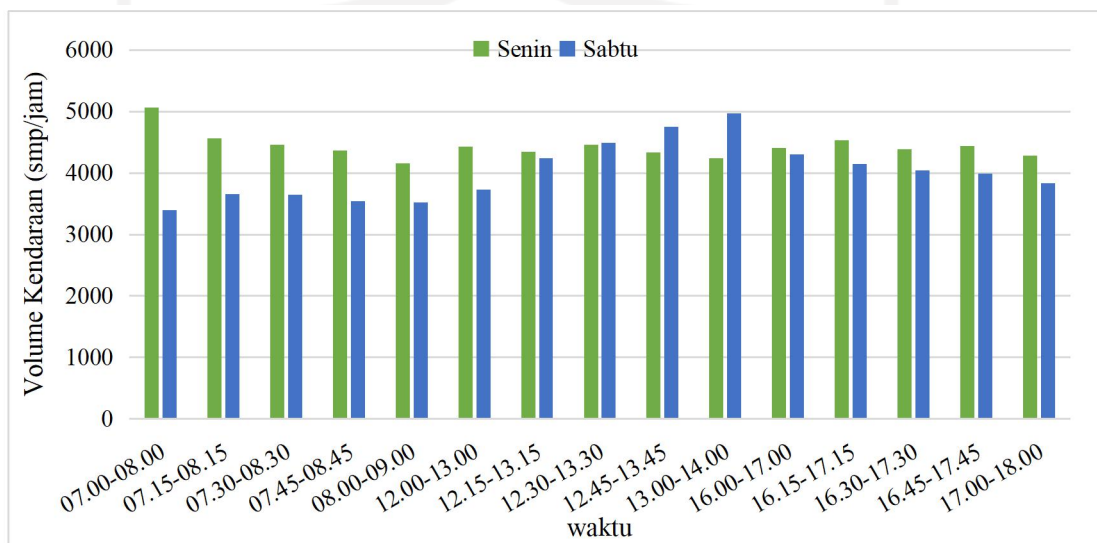


**Gambar 5.5 Grafik Arus Lalu Lintas Simpang UPN Hari Sabtu**

Dari data lalu lintas yang didapatkan dari hasil survei pada hari Sabtu 6 Maret 2020, diperoleh jam puncak pada pukul 13.00-14.00 dengan total kendaraan 4968,6 smp/jam. Berikut grafik arus lalu lintas simpang UPN pada hari Sabtu 6 Maret 2020.

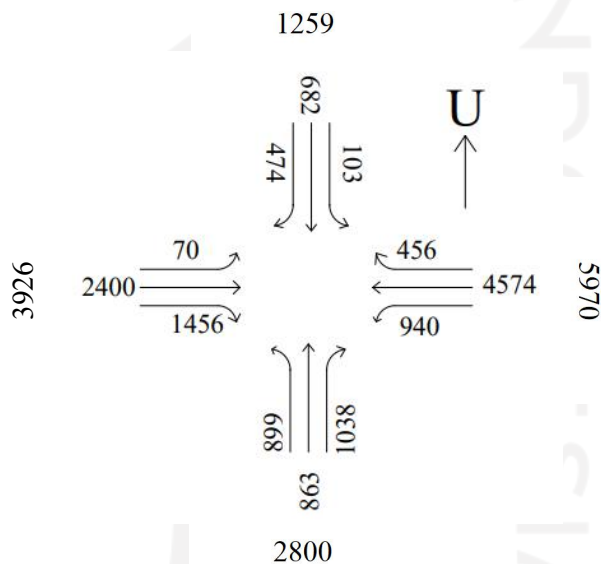
## 2. Data Arus Lalu Lintas Simpang UPN Hari Senin 8 Maret 2020

Berikut ini adalah grafik hasil survei dari data arus lalu lintas simpang UPN hari Senin yang terdapat pada Gambar 5.6.



### Gambar 5.6 Grafik Arus Lalu Lintas Simpang UPN Hari Senin dan Sabtu

Dari data lalu lintas yang didapatkan dari hasil survei pada hari Senin 8 Maret 2020, diperoleh jam puncak pada pukul 07.00-08.00 dengan total kendaraan 5058,6 smp/jam. Jam puncak diambil pada hari Senin 8 Maret 2020 pukul 07.00-08.00 dengan total kendaraan 5058,6 smp/jam karena lebih besar dibandingkan pada hari Sabtu 6 Maret 2020 pukul 13.00-14.00 yaitu 4968,6 smp/jam. Berikut ini adalah detail dari volume kendaraan perlengan pada jam puncak yang terdapat pada Gambar 5.7



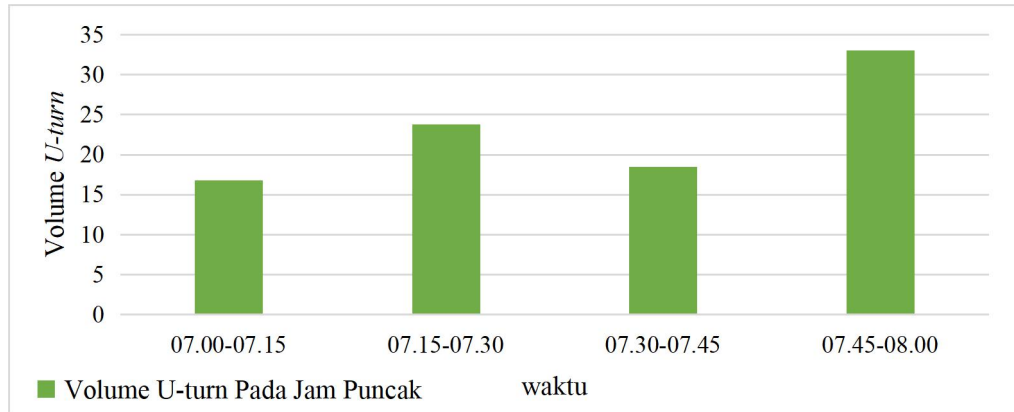
Gambar 5.7 Volume Kendaraan Perlengan Simpang UPN pada Jam Puncak

#### 5.1.3 Data Kendaraan Putar Balik (*U-turn*)

##### 1. Volume Kendaraan Putar Balik (*U-turn*)

Volume kendaraan putar balik (*u-turn*) didefinisikan sebagai banyaknya kendaraan yang melakukan gerakan putaran balik pada bukaan median jalan. Sama dengan volume kendaraan lalu lintas pada simpang UPN, data volume kendaraan putar balik dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Untuk analisis menggunakan *software VISSIM*, data lalu lintas yang digunakan dalam permodelan adalah dalam satuan kendaraan pada jam puncak. Data volume kendaraan yang melakukan putar balik terdapat pada Lampiran 9. Berikut adalah

volume kendaraan yang melakukan gerakan putaran balik pada jam puncak yang didapat dilihat pada Gambar 5.8.

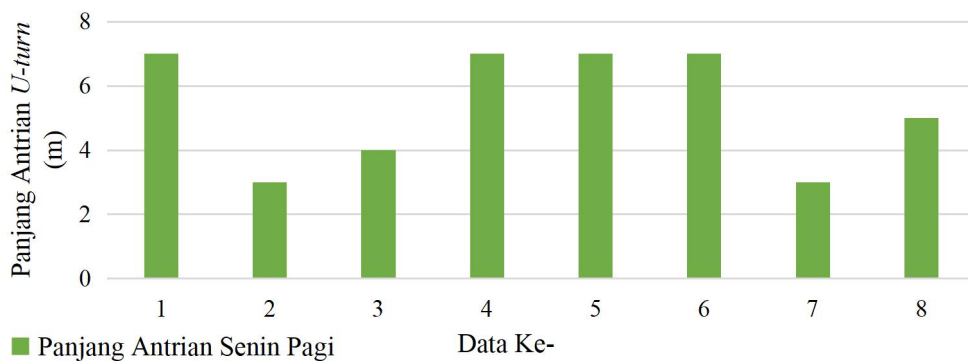


**Gambar 5.8 Grafik Volume Kendaraan Putar Balik (*U-turn*) Hari Senin dan Sabtu**

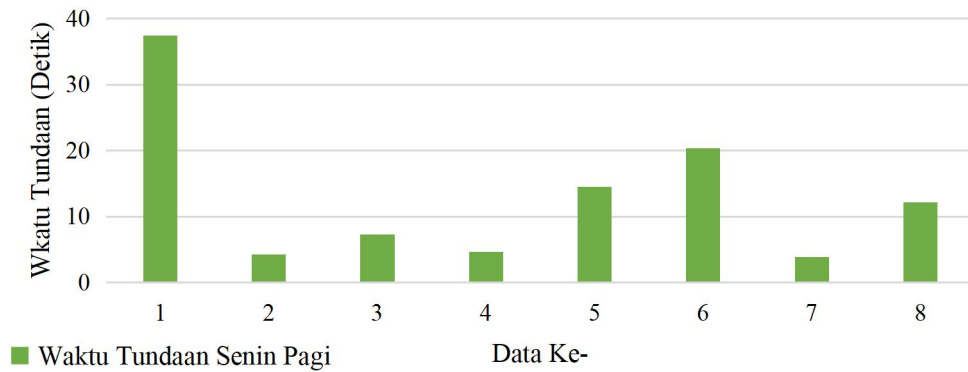
data yang digunakan adalah pada jam puncak (Senin , 8 Maret 2020 pukul 07.00-08.00). Sehingga untuk jumlah kendaraan yang melakukan gerakan memutar dari arah Timur ke Timur berjumlah 92,1 smp/jam.

## 2. Data Panjang Antrean dan Tundaan

Data panjang antrean dan tundaan diambil oleh surveyor ketika terjadi antrean di fasilitas putar balik pada bukaan median jalan. Kedua data dipakai untuk membandingkan hasil analisis permodelan pada *software VISSIM* dan metode 06/BM/2005 tentang Perencanaan Putaran Balik. Data panjang antrean dan tundaan terdapat pada Lampiran 9. Berikut data panjang antrean dan tundaan pada jam puncak dapat dilihat pada Gambar 5.9 – Gambar 5.10 dalam bentuk grafik.



**Gambar 5.9 Grafik Panjang Antrean pada *U-turn* Hari Senin pada Jam Puncak**



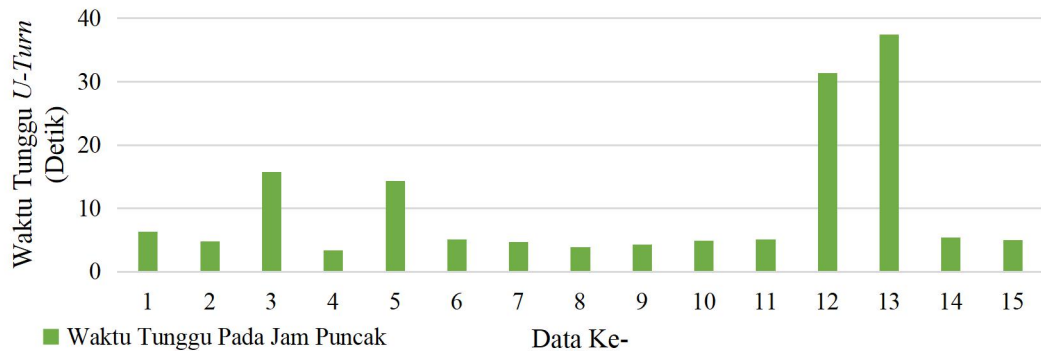
**Gambar 5.10 Grafik Waktu Tundaan pada *U-turn* Hari Senin pada Jam Puncak**

Dari data yang didapat, pada jam puncak (Senin , 8 Maret 2020 pukul 07.00-08.00) kendaraan yang melakukan gerakan putar balik dari arah barat memiliki nilai panjang antrean rata-rata sebesar 5,375 m dan nilai tundaan rata-rata sebesar 13,07 detik.

### 3. Data Waktu Tunggu Kendaraan *U-Turn*

Waktu tunggu kendaraan *u-turn* adalah waktu yang digunakan saat kendaraan berhenti untuk menyelesaikan gerakan putaran balik. Data diambil oleh surveyor pada hari Sabtu, 6 Maret 2020 dan Senin 8 Maret 2020. Data ini dipakai dalam analisis perhitungan metode 06/BM/2005 tentang Perencanaan Putaran Balik (*U-Turn*). Hasil data lapangan yang didapat termuat pada Lampiran 9. Data waktu tunggu kendaraan *u-turn* pada jam puncak disajikan dalam bentuk grafik yang terdapat pada Gambar 5.11





**Gambar 5.11 Grafik Waktu Tunggu pada *U-turn* Hari Sabtu**

Dari data waktu tunggu yang didapat, pada jam puncak (Senin , 8 Maret 2020 pukul 07.00-08.00) kendaraan yang melakukan gerakan putar balik dari arah Timur memiliki rata-rata sebesar 10,114 detik.

#### 5.1.4 Data Kecepatan Kendaraan

Berikut contoh hasil dari analisis *Spot Speed Survey* kendaraan pada lengan Barat. Untuk selanjutnya lengan Barat, lengan Utara, Selatan dan Timur dapat dilihat pada Lampiran 2, Lampiran 3, Lampiran 4 dan Lampiran 5.

Contoh perhitungan:

1.  $U_0 = 66$  kph, lajur ke 1 dengan  $d1 = 1,60$  m, dan  $R = 30$  m

$$\cos \alpha = \frac{R}{LOS} = \frac{30}{\sqrt{30^2 + 1,6^2}} = 0,9986$$

$$U_k = \frac{U_0}{\cos \alpha} = \frac{66}{0,9986} = 66,094 \text{ kph}$$

Jadi kecepatan koreksi yang didapat atau kecepatan sebenarnya target sebesar 66,094 kph.

2.  $U_0 = 56$  kph, lajur ke 2 dengan  $d2 = 4,80$  m, dan  $R = 30$  m

$$\cos \alpha = \frac{R}{LOS} = \frac{30}{\sqrt{30^2 + 4,8^2}} = 0,9874$$

$$U_k = \frac{U_0}{\cos \alpha} = \frac{56}{0,9874} = 56,712 \text{ kph}$$

Jadi kecepatan koreksi yang didapat atau kecepatan sebenarnya target sebesar 56,712 kph.

3.  $U_0 = 40$  kph, lajur ke 3 (lajur motor) dengan  $d_3 = 1,70$  m, dan  $R = 30$  m

$$\cos \alpha = \frac{R}{LOS} = \frac{30}{\sqrt{30^2 + 1,70^2}} = 0,9984$$

$$U_k = \frac{U_0}{\cos \alpha} = \frac{40}{0,9984} = 40,064 \text{ kph}$$

Jadi kecepatan koreksi yang didapat atau kecepatan sebenarnya target sebesar 40,064 kph.

Hasil rekapitulasi kecepatan minimum dan maksimum yang telah didapat saat survey di masing-masing arah pendekat lengan terdapat di Tabel 5.3 berikut.

**Tabel 5.3 Rekapitulasi Kecepatan pada Masing-masing Lengan Pendekat**

| Jalan                      | Tipe Kendaraan | Kecepatan Minimum (km/jam) | Kecepatan Maksimum (km/jam) |
|----------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|
| Jl. Prawiro Kuat           | LV             | 24,03                      | 43,054                      |
|                            | HV             | 25,03                      | 40,5                        |
|                            | MC             | 24,03                      | 44,055                      |
| Jl. Padjajaran Timur-Barat | LV             | 22,2798                    | 88,1251                     |
|                            | HV             | 29,3689                    | 62,7886                     |
|                            | MC             | 20,032                     | 80,1283                     |
| Jl. Padjajaran Barat-Timur | LV             | 22,2798                    | 87,12365                    |
|                            | HV             | 29,36885                   | 64,09096                    |
|                            | MC             | 20,032                     | 80,1283                     |
| Jl. Seturan Raya           | LV             | 24,03                      | 43,0537                     |
|                            | HV             | 25,0312                    | 40,5                        |
|                            | MC             | 24,03                      | 44,055                      |

#### 5.1.5 Data *Driving Behaviour*

Data *driving behaviour* merupakan data yang didapatkan dari gaya mengemudi pengguna jalan pada saat melakukan suvey di lapangan. Data *driving behaviour* berupa jarak depan-belakang, kanan-kiri kendaraan saat berhenti dan bergerak. Data ini dibutuhkan untuk pengaturan *driving behaviour* pada *software VISSIM*. Data *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5.4 Data *Driving Behaviour***

| Kendaraan Berjalan |                           | Kendaraan Berhenti |                           |
|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| Jarak Samping (cm) | Jarak Depan Belakang (cm) | Jarak Samping (cm) | Jarak Depan Belakang (cm) |
| 100                | 500                       | 100                | 100                       |
| 50                 | 200                       | 100                | 50                        |
| 100                | 250                       | 150                | 200                       |
| 50                 | 200                       | 150                | 100                       |
| 50                 | 200                       | 50                 | 50                        |
| 70                 | 300                       | 50                 | 100                       |
| 100                | 500                       | 50                 | 100                       |
| 100                | 350                       | 100                | 50                        |
| 50                 | 300                       | 100                | 100                       |
| 50                 | 200                       | 150                | 100                       |

**Tabel 5.4 Lanjutan Data *Driving Behaviour***

| Kendaraan Berjalan |                           | Kendaraan Berhenti |                           |
|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| Jarak Samping (cm) | Jarak Depan Belakang (cm) | Jarak Samping (cm) | Jarak Depan Belakang (cm) |
| 150                | 500                       | 150                | 50                        |
| 100                | 500                       | 150                | 50                        |
| 100                | 300                       | 100                | 200                       |
| 50                 | 700                       | 100                | 200                       |
| 50                 | 500                       | 50                 | 100                       |
| 100                | 200                       | 150                | 200                       |
| 150                | 500                       | 50                 | 100                       |
| 50                 | 200                       | 50                 | 150                       |
| 100                | 300                       | 100                | 150                       |
| 200                | 500                       | 100                | 200                       |
| 150                | 600                       | 50                 | 100                       |
| 100                | 200                       | 50                 | 100                       |
| 100                | 400                       | 100                | 50                        |
| 150                | 700                       | 100                | 100                       |
| 200                | 400                       | 150                | 100                       |
| 100                | 500                       | 150                | 50                        |
| 150                | 600                       | 150                | 50                        |
| 100                | 900                       | 100                | 200                       |
| 100                | 300                       | 100                | 200                       |
| 200                | 1200                      | 150                | 100                       |
| 100                | 300                       | 150                | 50                        |
| 250                | 500                       | 150                | 50                        |
| 500                | 200                       | 100                | 300                       |
| 200                | 700                       | 50                 | 700                       |
| 250                | 400                       | 50                 | 500                       |
| 200                | 400                       | 100                | 200                       |
| 200                | 700                       | 150                | 500                       |
| 200                | 600                       | 50                 | 200                       |
| 200                | 300                       | 100                | 300                       |

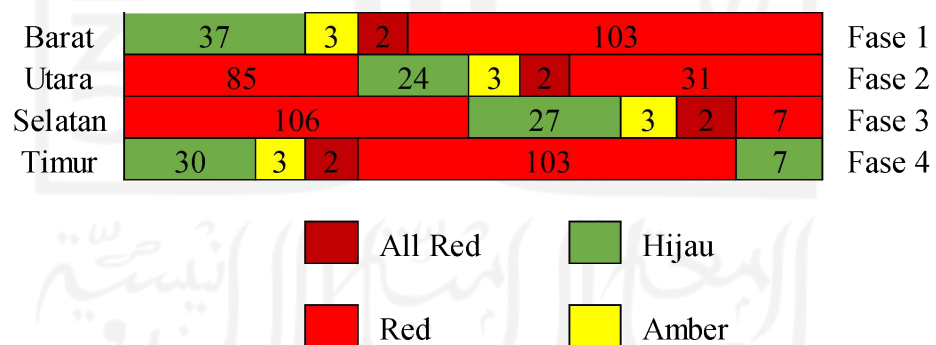
|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 100 | 500 | 100 | 100 |
|-----|-----|-----|-----|

### 5.1.6 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang

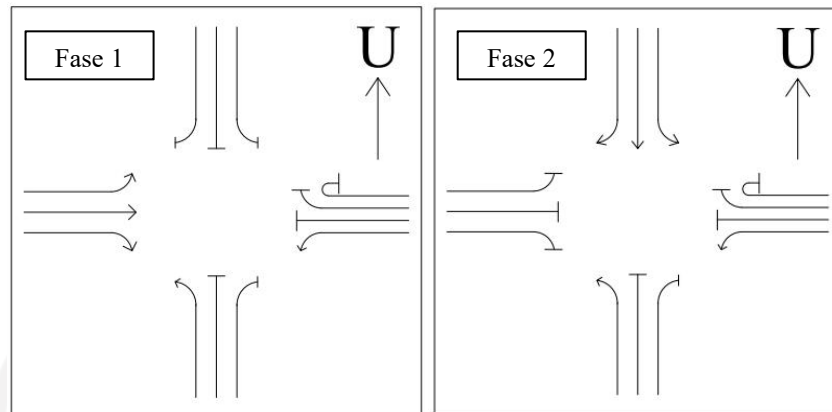
Data sinyal lalu lintas simpang UPN dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan diagram waktu siklus pada Gambar 5.12. sedangkan fase sinyal dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14 berikut.

**Tabel 5.5 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang UPN**

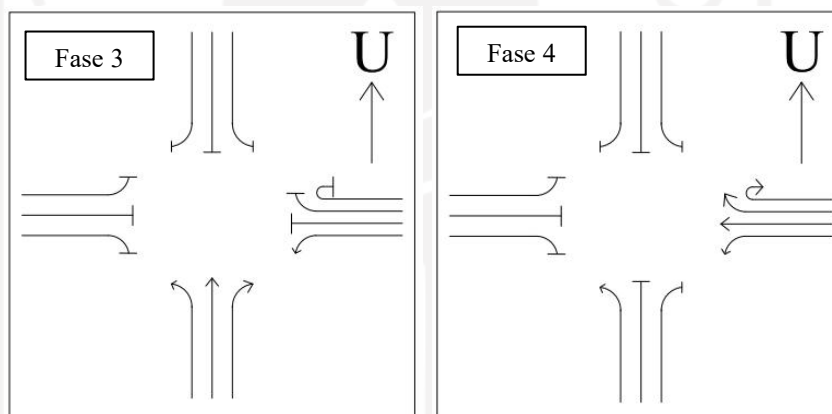
| Pendekat | Waktu Nyala (detik) |        |       |             | Waktu Siklus (detik) |
|----------|---------------------|--------|-------|-------------|----------------------|
|          | Hijau               | Kuning | Merah | Semua Merah |                      |
| Barat    | 37                  | 3      | 103   | 2           | 145                  |
| Utara    | 24                  | 3      | 116   | 2           | 145                  |
| Selatan  | 27                  | 3      | 113   | 2           | 145                  |
| Timur    | 37                  | 3      | 103   | 2           | 145                  |



**Gambar 5.12 Diagram Waktu Siklus Simpang UPN**



**Gambar 5.13 Fase 1 dan Fase 2 Kondisi Eksisting**



**Gambar 5.14 Fase 3 dan Fase 4 Kondisi Eksisting**

#### 5.1.7 Data Panjang Antrean Simpang Bersinyal

Panjang antrean simpang bersinyal didapatkan dari masing-masing lengan simpang pada saat mengalami fase sinyal merah. Data ini digunakan sebagai perbandingan antara kondisi eksisting di lapangan dengan metode MKJI 1997 dan *software VISSIM*. Panjang antrean simpang didapat pada saat volume jam puncak pukul 07.00-08.00, Senin 8 Maret 2020. Data panjang antrean simpang dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

**Tabel 5.6 Data Panjang Antrean Simpang Bersinyal**

| No. | Panjang Antrean (m) |
|-----|---------------------|
|     | Pendekat            |

|    | Utara | Timur | Barat | Selatan |
|----|-------|-------|-------|---------|
| 1  | 83    | 150   | 109   | 150     |
| 2  | 80    | 147   | 111   | 146     |
| 3  | 89    | 147   | 116   | 149     |
| 4  | 79    | 150   | 110   | 147     |
| 5  | 86    | 156   | 109   | 147     |
| 6  | 77    | 149   | 102   | 139     |
| 7  | 84    | 146   | 96    | 147     |
| 8  | 81    | 140   | 112   | 143     |
| 9  | 86    | 138   | 94    | 145     |
| 10 | 80    | 151   | 98    | 146     |
| 11 | 84    | 145   | 108   | 149     |
| 12 | 79    | 138   | 92    | 145     |
| 13 | 83    | 136   | 99    | 134     |
| 14 | 80    | 146   | 109   | 138     |

**Lanjutan Tabel 5.6 Data Panjang Antrean Simpang Bersinyal**

| No. | Panjang Antrean (m) |       |       |         |
|-----|---------------------|-------|-------|---------|
|     | Pendekat            |       |       |         |
|     | Utara               | Timur | Barat | Selatan |
| 15  | 92                  | 156   | 114   | 146     |
| 16  | 86                  | 149   | 105   | 142     |
| 17  | 91                  | 153   | 100   | 139     |
| 18  | 84                  | 148   | 96    | 137     |
| 19  | 80                  | 150   | 109   | 147     |
| 20  | 78                  | 148   | 110   | 152     |
| 21  | 76                  | 151   | 97    | 145     |
| 22  | 69                  | 155   | 105   | 147     |
| 23  | 70                  | 154   | 100   | 148     |
| 24  | 81                  | 153   | 97    | 149     |
| 25  | 73                  | 142   | 114   | 152     |

## **5.2 Analisis Dampak Putaran Balik dengan Metode Pedoman Perencanaan Putaran Balik (*U-turn*) no. 06/BM/2005**

Dalam pedoman perencanaan putaran balik oleh Bina Marga, kendaraan yang melakukan putaran balik dapat mengakibatkan antrean dan tundaan. Panjang antrean dan tundaan disebabkan oleh kendaraan yang melakukan putaran balik pada jalur searah dengan arah kendaraan yang akan melakukan gerakan putaran balik (*u-turn*).

### 5.2.1 Volume Putaran Balik

Terdapat dua jenis volume yang digunakan dalam menganalisis yaitu volume  $a_1$  dan volume rata-rata lalu lintas tiap lajur pada lajur lawan. Volume  $a_1$  adalah volume yang terdapat di lajur dalam pada jalur searah dengan kendaraan yang akan melakukan putaran balik (*u-turn*) untuk perhitungan panjang antrean dan tundaan dengan menggunakan satuan smp/jam. sedangkan volume rata-rata lalu lintas yaitu tiap lajur lawan menggunakan satuan kendaraan/jam. Data yang digunakan dalam analisis ini adalah data jam puncak yaitu Senin, 8 Maret 2020. Berikut adalah volume  $a_1$  yang terdapat pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7 Volume Lajur Dalam (Volume A1)**

| Timur - Barat Dalam |              |         |              |     |              |      |              |             |
|---------------------|--------------|---------|--------------|-----|--------------|------|--------------|-------------|
| Waktu               | MC           |         | LV           |     | HV           |      | Total        |             |
|                     | Kend/<br>Jam | emp     | Kend/<br>Jam | emp | Kend/<br>Jam | emp  | Kend/<br>Jam | smp/<br>Jam |
|                     |              | 0,25    |              | 1   |              | 1,2  |              |             |
|                     |              | smp/jam |              |     | smp/jam      |      |              |             |
| 07.00-07.15         | 19           | 4,75    | 206          | 206 | 9            | 10,8 | 234          | 221,55      |
| 07.15-07.30         | 39           | 9,75    | 126          | 126 | 5            | 6    | 170          | 141,75      |
| 07.30-07.45         | 31           | 7,75    | 128          | 128 | 5            | 6    | 164          | 141,75      |
| 07.45-08.00         | 50           | 12,5    | 174          | 174 | 7            | 8,4  | 231          | 194,9       |
| Total               |              |         |              |     |              |      | 799          | 699,95      |

1. Mengubah satuan volume kendaraan/jam menjadi smp/jam (Jl. Padjajaran arah timur-Barat).

a. Volume  $MC$  ( $QMC$ ) =  $19 + 39 + 31 + 50 = 139$  kendaraan/jam

Emp  $MC$  =  $0,25$

Volume  $a_1$  =  $139 \times 0,25$

=  $34,75$  smp/jam

b. Volume  $LV$  ( $QLV$ ) =  $206 + 126 + 128 + 174 = 643$  kendaraan/jam

Emp  $LV$  =  $1,00$

Volume  $a_1$  =  $643 \times 1,00$

=  $643$  smp/jam

$$\begin{aligned}
 \text{c. Volume } HV (QHV) &= 9 + 5 + 5 + 7 = 26 \text{ kendaraan/jam} \\
 \text{Emp } HV &= 1,2 \\
 \text{Volume al} &= 26 \times 1,2 \\
 &= 31,2 \text{ smp/jam} \\
 \\
 \text{d. Total Volume al} &= QMC + QLV + QHV \\
 &= 34,75 + 643 + 31,2 \\
 &= 699,95 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

## 2. Volume Rata-rata Lalu Lintas Tiap Lajur Pada Lajur Lawan

Volume rata-rata lalu lintas tiap lajur pada lajur lawan didapatkan langsung dari survei di lapangan. Nilai volume rata-rata lalu lintas tiap lajur pada lajur lawan Jl.Padjajaran adalah 440,5 kendaraan/jam.

## 3. Waktu Tunggu Kendaraan

Waktu tunggu diperoleh dari survei di lapangan dan digunakan dalam perhitungan panjang antrean. Perhitungan menggunakan rata-rata waktu tunggu kendaraan pada jam puncak yang di peroleh dari survei. Nilai waktu yang diperoleh adalah sebesar 10,114 detik.

## 4. Panjang Antrean

Kondisi eksisting pada putaran balik adalah 6 Lajur 2 Arah Terbagi (6/2D) tetapi karena ada pemisah median pada jalur khusus motor 4 Lajur 2 Arah Terbagi (4/2D).

$$\begin{aligned}
 \text{Volume al} &= 699,95 \text{ smp/jam} \\
 \text{Waktu tunggu kendaraan} &= 10,114 \text{ detik} \\
 \text{Median} &= 1,5 \text{ meter} \\
 \text{Panjang Antrean} &= -1,29706 + 0,0977 \cdot \text{waktu tunggu} + 0,00214 \cdot \text{vol.al} \\
 &\quad (\text{rumus panjang antrean persamaan 3.23}). \\
 &= -1,29706 + 0,0977 \cdot (10,114) + 0,00214 \cdot (699,95) \\
 &= 1,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## 5. Tundaan



Jalan Padjajaran termasuk jalan 6 jalur 2 arah terbagi (6/2D) dengan volume rata-rata lalu lintas tiap lajur pada lajur lawan sebesar 437,5 kend/jam. Maka nilai tundaan dapat ditentukan berdasarkan Tabel 3.7 dengan perhitungan interpolasi sehingga didapatkan hasil tundaan sebesar 5,06875 detik.

### **5.3 Analisis Kinerja Simpang Bersinyal pada Kondisi Eksisting Menggunakan Metode Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997**

Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) dilakukan dengan formulir-formulir berikut.

1. Formulir SIG-I : geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan
2. Formulir SIG-II : arus lalu lintas
3. Formulir SIG-III : waktu antar hijau dan waktu hilang
4. Formulir SIG-IV : penentuan waktu isyarat dan kapasitas
5. Formulir SIG-V : tundaan, panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti

#### **5.3.1 Formulir SIG-I**

Formulir SIG-I merupakan formulir yang berisi data geometri, pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan pada simpang UPN.

##### **1. Geometri**

Data geometri didapatkan langsung dengan cara melakukan pengukuran di lapangan. Gambar detail geometri simpang UPN dapat dilihat pada Gambar 5.3 di geometri jalan.

##### **2. Pengaturan Simpang**

Simpang UPN mempunyai empat fase dengan waktu siklus 145 detik. Waktu sinyal simpang Janti dapat dilihat pada Tabel 5.5. Sedangkan untuk diagram waktu sinyal lalu lintas dan fase simpang UPN dapat dilihat pada Gambar 5.18, Gambar 5.19, dan Gambar 5.20.

##### **3. Kondisi lingkungan**

Berdasarkan pengamatan pada kondisi eksisting, disekitar simpang UPN terdapat bangunan pendidikan, pertokoan dan perkantoran. Menurut Pedoman Direktorat Jendral Bina Marga (1997) tipe tersebut masuk kedalam tipe komersial. Untuk

lebih jelasnya kondisi geometri dan lingkungan pada simpang Janti dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

**Tabel 5.8 Kondisi Lingkungan Simpang UPN**

| <b>Kode Pendekat</b>     | <b>B</b>  | <b>U</b>  | <b>S</b>  | <b>T</b>  |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tipe Lingkungan Jalan    | KOMERSIAL | KOMERSIAL | KOMERSIAL | KOMERSIAL |
| Kondisi Hambatan Samping | Rendah    | Sedang    | Sedang    | Rendah    |
| Median                   | Ada       | Tidak     | Tidak     | Ada       |
| Kelandaian +/- (%)       | 0         | 3,333     | 0         | 0         |

**Tabel 5.8 Lanjutan Kondisi Lingkungan Simpang UPN**

| <b>Kode Pendekat</b>      | <b>B</b>           |       | <b>U</b> | <b>S</b> | <b>T</b> |
|---------------------------|--------------------|-------|----------|----------|----------|
| Belok Kiri Jalan Terus    | Tidak              |       | Tidak    | Ada      | Ada      |
| Jarak ke Kendaraan Parkir | 200                |       | 110      | 180      | 105      |
| Lebar Pendekat (m)        | W                  | 10,80 | 3,00     | 9,40     | 13,00    |
|                           | W <sub>MASUK</sub> | 10,80 | 3,00     | 2,70     | 7,70     |
|                           | W <sub>LTOR</sub>  | -     | -        | 2,10     | 5,30     |
|                           | W <sub>K</sub>     | 10,70 | 4,60     | 3,00     | 12,60    |

### 5.3.2 Formulir SIG-II

Formulir SIG-II berisi data arus lalu lintas dan rasio kendaraan belok kiri ( $P_{LT}$ ) serta belok kanan ( $P_{RT}$ ) pada simpang UPN. Berikut adalah contoh perhitungan untuk lengan barat.

#### 1. Volume Sepeda Motor ( $MC$ )

Diketahui ekivalensi mobil penumpang ( $emp$ ) sepeda motor adalah 0,20. Maka volume sepeda motor diubah menjadi satuan mobil satuan ( $smp$ ).

a. Lurus  $= 1717 \times 0,20$

$$= 343 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Belok Kanan} &= 1257 \times 0,20 \\ &= 251 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Belok Kiri} &= 59 \times 0,20 \\ &= 12 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Total (QMC)} &= 343 + 251 + 12 \\ &= 607 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

## 2. Volume Kendaraan Ringan (*LV*)

Diketahui ekivalensi mobil penumpang (emp) sepeda motor adalah 1,00. Maka volume sepeda motor diubah menjadi satuan mobil satuan (smp).

$$\begin{aligned} \text{a. Lurus} &= 659 \times 1,00 \\ &= 659 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Belok Kanan} &= 190 \times 1,00 \\ &= 190 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Belok Kiri} &= 11 \times 1,00 \\ &= 11 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Total (QLV)} &= 659 + 190 + 11 \\ &= 860 \text{ smp/jam.} \end{aligned}$$

## 3. Volume Kendaraan Berat (*HV*)

Diketahui ekivalensi mobil penumpang (emp) sepeda motor adalah 1,00. Maka volume sepeda motor diubah menjadi satuan mobil satuan (smp).

$$\begin{aligned} \text{a. Lurus} &= 24 \times 1,30 \\ &= 31 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Belok Kanan} &= 9 \times 1,30 \\ &= 12 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Belok Kiri} &= 0 \times 1,30 \\ &= 0 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Total (QHV)} &= 31 + 12 + 0 \\ &= 43 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

## 4. Volume Total Kendaraan Bermotor (Qbarat)

$$\text{QBarat} = \text{QMC} + \text{QLV} + \text{QHV}$$

$$= 607 + 860 + 43 = 1510 \text{ smp/jam.}$$

#### 5. Rasio Belok Kanan ( $Q_{RT}$ )

$$\begin{aligned} Q_{RT} \text{ total} &= Q_{RT_{MC}} + Q_{RT_{LV}} + Q_{RT_{HV}} \\ &= 251 + 190 + 12 \\ &= 453 \text{ smp/jam.} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Barat}} = 1510 \text{ smp/jam.}$$

$$\begin{aligned} Q_{RT} &= \frac{Q_{RT} \text{ total}}{Q_{\text{Barat}}} \\ &= \frac{453}{1510} \\ &= 0,300165618. \end{aligned}$$

#### 6. Rasio Belok Kiri ( $Q_{LT}$ )

$$\begin{aligned} Q_{LT} \text{ total} &= Q_{LT_{MC}} + Q_{LT_{LV}} + Q_{LT_{HV}} \\ &= 11 + 0 + 12 \\ &= 23 \text{ smp/jam.} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Barat}} = 1510 \text{ smp/jam.}$$

$$\begin{aligned} Q_{LT} &= \frac{Q_{LT} \text{ total}}{Q_{\text{Barat}}} \\ &= \frac{23}{1510} \\ &= 0,015104339 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel SIS-II di lampiran.

#### 5.3.3 Formulir SIG-III

Formulir SIG-III merupakan formulir yang berisi penentuan waktu yaitu waktu antar hijau dan waktu hilang pada simpang bersinyal.

##### 1. Penentuan Fase Sinyal

- a. Fase 1 pendekat Barat arah lurus, belok kanan dan belok kiri
- b. Fase 2 pendekat Utara arah lurus, belok kanan dan belok kiri
- c. Fase 3 pendekat Selatan arah lurus dan belok kanan
- d. Fase 4 pendekat Timur arah lurus dan belok kanan

2. Berdasarkan pengamatan, waktu kuning (amber) 3 detik dan waktu merah semua (all red) 2 detik untuk setiap fase.

3. Waktu hilang total (LTI) didapat dari penjumlahan waktu kuning (amber) dan waktu merah semua (*all red*) sehingga diperoleh waktu hilang total (LTI) sebesar 20 detik.

#### 5.3.4 Formulir SIG-IV

Formulir ini merupakan formulir yang berisi penentuan kapasitas simpang dan waktu isyarat simpang bersinyal. Contoh perhitungan formulir SIG-IV pada lengan barat dapat dilihat sebagai berikut:

##### 1. Arus Jenuh ( $S_0$ )

a. Tipe pendekat : terlindung (P)

Lebar Efektif Pendekat : 10,8 meter.

Arus Jenuh Dasar,  $S_0$  :  $600 \times W_e$

:  $600 \times 10,8$

: 6480 smp/jam

b. Faktor penyesuaian  $S_0$  terkait ukuran kota ( $F_{SF}$ )

Diambil data dari Badan Pusat Statistik (BPS) update terbaru jumlah penduduk Kabupaten Sleman yaitu pada tahun 2018 berjumlah 1.206.714 jiwa. Sehingga berdasarkan Tabel 3.2 nilai faktor penyesuaian kapasitas ukuran kota ( $F_{SF}$ ) sebesar 1.

c. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat hambatan samping ( $F_{CS}$ )

Lingkungan jalan : komersial (KOM);

Kelas hambatan samping : Rendah;

Tipe fase : Terlindung;

Rasio kendaraan tak bermotor : 0,0017.

Berdasarkan Tabel 3.3 nilai faktor penyesuaian  $S_0$  akibat hambatan samping ( $F_{CS}$ ) sebesar 0,95.

d. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat kelandaian memanjang jalan ( $F_G$ )

Kelandaian jalan pada masing-masing pendekat simpang UPN termasuk dalam kategori landai atau 0% kecuali pada pendekat Utara menanjak sebesar 3.333% Berdasarkan Gambar 3.1 nilai penyesuaian akibat kelandaian memanjang jalan ( $F_G$ ) pada pendekat Barat, Selatan dan Timur adalah sebesar 1, sementara pada pendekat utara dengan dicari dengan interpolasi didapat sebesar 0,96667.

- e. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat adanya arus henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama ( $F_P$ )

Dari hasil pengamatan di lapangan, jarak kendaraan parkir dari simpang UPN yaitu lebih dari 80 meter. Sehingga menurut Gambar 3.2 nilai faktor penyesuaian parkir ( $F_P$ ) sebesar 1.

- f. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas belok kanan ( $F_{RT}$ )

Rasio kendaraan belok kanan pada pendekat barat adalah 0,300165618. Berdasarkan persyaratan MKJI 1997 untuk  $F_{RT}$  pada Gambar 3.3, nilai  $F_{RT}$  lengan barat dicari dengan Persamaan 3.5 dan didapat nilai sebesar 1,07804.

- g. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas belok kiri ( $F_{LT}$ )

Rasio kendaraan belok kiri pada pendekat barat adalah 0,015104. Berdasarkan persyaratan MKJI 1997 untuk  $F_{LT}$  pada Gambar 3.4. Nilai  $F_{LT}$  lengan Barat dicari dengan Persamaan 3.6 dan didapat nilai sebesar 0,99758.

- h. Arus jenuh disesuaikan ( $S$ )

Berdasarkan persamaan 3.2 nilai arus jenuh dapat diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S &= S_0 \times F_{CS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \\ &= 6480 \times 1 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1,07804 \times 0,99758 \\ &= 6620,394851 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

## 2. Arus Lalu Lintas ( $Q$ )

Arus lalu lintas diperoleh volume jam puncak nya, sehingga untuk arus lalu lintas pendekat lengan Barat diperoleh 1510 smp/jam.

## 3. Kapasitas ( $C$ )

Dari hasil pengamatan pada kondisi eksisting simpang diperoleh nilai waktu hijau untuk lengan Barat adalah 37 detik serta waktu siklus simpang UPN selama 145 detik. Sehingga nilai kapasitas dapat dicari menggunakan Persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} C &= S \times \frac{g}{c} \\ &= 6480 \times \frac{37}{145} \\ &= 1690 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

## 4. Derajat Kejenuhan ( $D_s$ )

Derajat kejenuhan dapat dicari dengan menggunakan persamaan 3.8

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{c} \\ &= \frac{1510}{1690} \\ &= 0,893 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk pendekat lengan Utara, Timur dan Selatan dapat dilihat pada Tabel SIS-IV di lampiran.

### 5.3.5 Formulir SIG-V

Formulir SIG-V dapat digunakan untuk menentukan tundaan, panjang antrian, dan jumlah kendaraan terhenti pada simpang bersinyal. Contoh perhitungan formulir SIS-V untuk lengan Barat dapat dilihat sebagai berikut.

#### 1. Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $N_{Q1}$ )

Dari perhitungan derajat kejenuhan pendekat lengan Barat sebelumnya, diperoleh nilai derajat kejenuhan sebesar 0,893. Karena nilai  $DS$  lebih besar dari 0,5, maka  $N_{Q1}$  dapat dicari menggunakan Persamaan 3.10 berikut ini.

$$\begin{aligned} N_{Q1} &= 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \\ &= 0,25 \times 1690 \times \left[ (0,893 - 1) + \sqrt{(0,893 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,893 - 0,5)}{1690}} \right] \\ &= 3,54 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

#### 2. Jumlah kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah ( $N_{Q2}$ )

Dengan memperoleh nilai rasio hijau pada pendekat lengan Barat sebesar 0,255. Karena nilai  $GD$  lebih kecil dari 0,5 maka nilai  $N_{Q2}$  dapat dicari menggunakan Persamaan 3.11 berikut ini.

$$\begin{aligned} N_{Q2} &= c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\ &= 145 \times \frac{1 - 0,255}{1 - 0,255 \times 0,893} \times \frac{1510}{3600} \\ &= 58,65 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

#### 3. Jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau ( $N_Q$ )

Dari hasil perhitungan  $N_{Q1}$  dan  $N_{Q2}$  diatas, maka dapat dicari nilai  $N_Q$ . Sehingga dapat dicari dengan Persamaan 3.9 berikut ini.

$$\begin{aligned}
 NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
 &= 3,54 + 58,65 \\
 &= 62,19 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

#### 4. Panjang Antrian (QL)

Diketahui besarnya lebar masuk ( $W_{\text{masuk}}$ ) untuk pendekat lengan barat sebesar 10,8 meter. Dari nilai lebar masuk tersebut maka panjang natrian pada pendekat barat dapat dicari dengan Persamaan 3.12 berikut ini.

$$\begin{aligned}
 QL &= NQ_{\text{MAX}} \times \frac{20}{W_{\text{masuk}}} \\
 &= 43,75644 \times \frac{20}{10,8} \\
 &= 81,03 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

#### 5. Rasio Kendaraan Henti (NS)

Nilai rasio kendaraan henti dapat dicari menggunakan Persamaan 3.14. berikut ini.

$$\begin{aligned}
 NS &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{62,19}{1510 \times 145} \times 3600 \\
 &= 0,921
 \end{aligned}$$

#### 6. Jumlah rata-rata kendaraan henti (Nsv)

Jumlah rata-rata kendaraan henti dapat dicari dengan Persamaan 3.15. berikut ini.

$$\begin{aligned}
 Nsv &= Q \times NS \text{ (smp/jam)} \\
 &= 1510 \times 0,921 \\
 &= 1390 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

#### 7. Tundaan Lalu Lintas (DT)

Nilai tundaan lalu lintas (DT) dapat dicari dengan Persamaan 3.16 berikut ini.

$$\begin{aligned}
 DT &= c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\
 &= c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\
 &= 145 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,255)}{(1 - 0,255 \times 0,893)} + \frac{3,54 \times 3600}{1690} \\
 &= 59,64 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

#### 8. Tundaan Geometri (DG)



Nilai tundaan geometri (TG) dapat dicari menggunakan Persamaan 3.17 berikut ini.

$$\begin{aligned} DG &= (1-P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \\ &= (1-0,921) \times 0,315269957 \times 6 + (0,921 \times 4) \\ &= 3,83 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

#### 9. Tundaan Rata-rata (D)

Nilai tundaan rata-rata (D) dapat dicari menggunakan Persamaan 3.18 berikut ini.

$$\begin{aligned} D &= DT + DG \\ &= 59,64 + 3,83 \\ &= 63,47 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan pendekat lengan Barat, Utara, Timur dan Selatan dapat dilihat pada rekapitulasi Tabel 5.9 berikut ini.

**Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting dengan metode MKJI 1997**

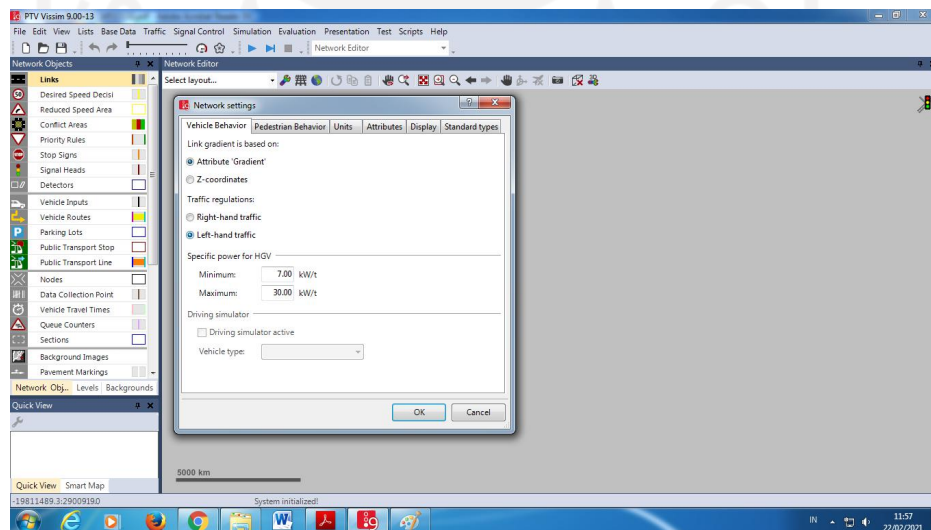
| Kode Pendekat | Kapasitas (C) smp/jam | Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam | Derajat Kejenuhan (Ds) | Panjang Antrian (QL) Meter | Tundaan (D) det/smp |
|---------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|
| Barat         | 1690                  | 1510                         | 0,893                  | 81,03                      | 63,47               |
| Utara         | 450                   | 385                          | 0,856                  | 81,25                      | 81,37               |
| Selatan       | 632                   | 574                          | 0,909                  | 145,26                     | 84,25               |
| Timur         | 2195                  | 1942                         | 0,885                  | 147,90                     | 61,12               |

#### 5.4 Permodelan Kondisi Eksisting dengan Menggunakan *Software VISSIM*

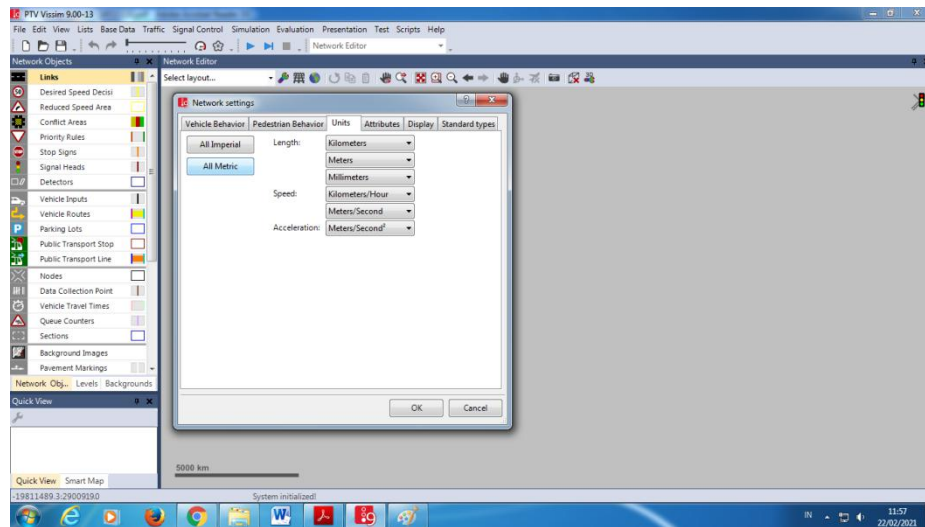
Permodelan kondisi eksisting disimulasikan menggunakan *software VISSIM*. Tahapan-tahapan penggunaan *software VISSIM* dapat dilihat secara ringkas sebagai berikut:

##### 1. *Network setting*

*VISSIM* merupakan *software* buatan Jerman sehingga perilaku lalu lintas secara default otomatis menyesuaikan dengan negara tersebut. Contohnya seperti jalur pengemudi yang digunakan untuk berkendara di Jerman adalah sisi kanan. Sedangkan di Indonesia pengemudi menggunakan jalur pada sisi kiri, sehingga perlu dilakukan perubahan atau kalibrasi ulang perilaku kendaraan. Selain itu, perubahan satuan juga disesuaikan dengan standar di Indonesia. Perubahan perilaku kendaraan dan satuan dapat dilakukan di bagian *Menu Bar* yaitu *Base Data*, *Network Setting*, pada *Vehicle Behaviour* diubah menjadi *Left Traffic* dan pada *Units* diubah ke *All Metrics*. Berikut merupakan langkah-langkah merubah *Vehicle Behaviour* dan *Units* yang dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16.



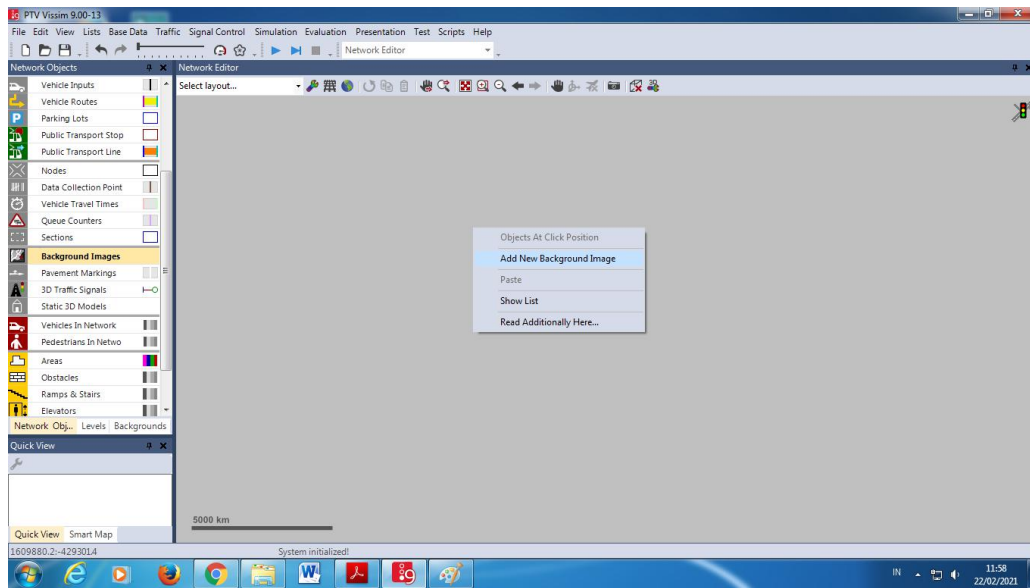
**Gambar 5.15 Merubah *Vehicle Behaviour***



**Gambar 5.16 Merubah *Units***

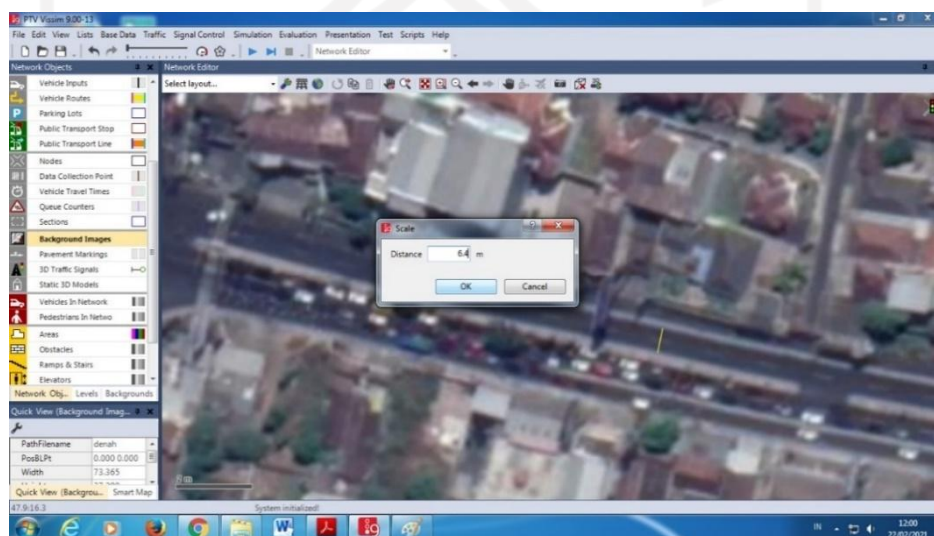
## 2. *Background Image*

Permodelan *VISSIM* membutuhkan gambar peta dari lokasi eksisting penelitian. Gambar peta tersebut dapat dimasukkan ke *VISSIM* dengan cara *Input Background Image*. Cara memasukkannya dengan pilih menu *Background Image* pada *Network Editor*, kemudian klik kanan pada jendela *Network Editor*, pilih menu *Add New Background Image*. Selain itu *Input background Image* juga dapat dilakukan dengan cara pilih menu *Background Image* Pada *Network Object*, tekan dan tahan *Ctrl* lalu klik kanan. *Input Background Image* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut.



**Gambar 5.17 Memasukkan *Background Image***

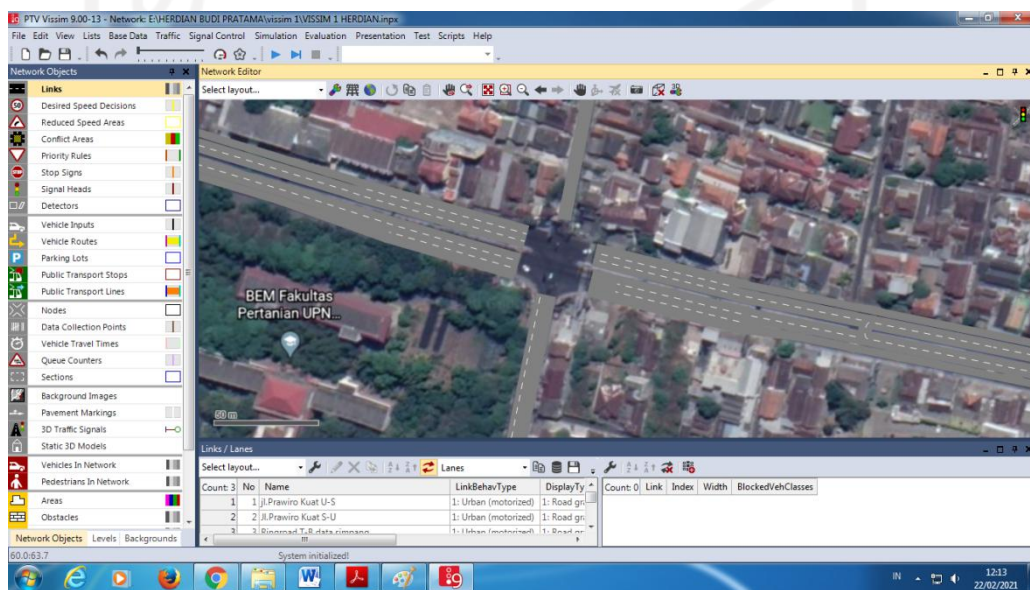
Setelah memasukkan *Background Image* kemudian mengatur skala sebagai perbandingan antara gambar peta dan lebar jalan pada kondisi eksisting. Pengaturan skala dapat dilakukan dengan cara klik kanan pada gambar peta kemudian *Set Scale*. Tarik garis yang menjadi acuan kemudian masukan ukuran asli yang didapat di lapangan. Pengaturan skala dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.



**Gambar 5.18 *Set Scale* pada *Background Image***

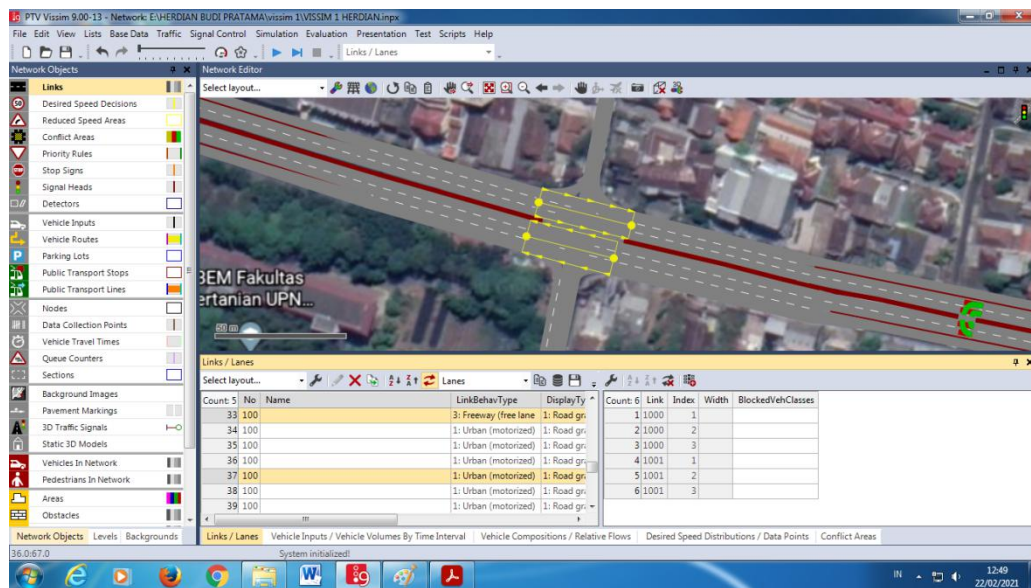
### 3. *Links* dan *Connectors*

*Links* diperlukan untuk membuat jalan di permodelan *VISSIM*. Langkah pembuatan *links* dilakukan dengan cara memilih menu *Links* pada *Network Object*, tekan dan tahan tombol *Ctrl* dan klik kanan pada *mouse*. Lebar *Links* disesuaikan dengan lebar lajur simpang dan jalan kondisi eksisting seperti Gambar 5.1 . Pengaturan *Link* dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut.



**Gambar 5.19 Pembuatan *Links***

Setelah pembuatan *links* selesai, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan *connectors*. *Connectors* digunakan sebagai penghubung *links*. Cara pembuatan *connectors* yaitu dengan klik kanan dan tahan pada *links* asal dan arahkan pada *links* tujuan. Pengaturan *connectors* dapat dilihat pada Gambar 5.20 berikut.

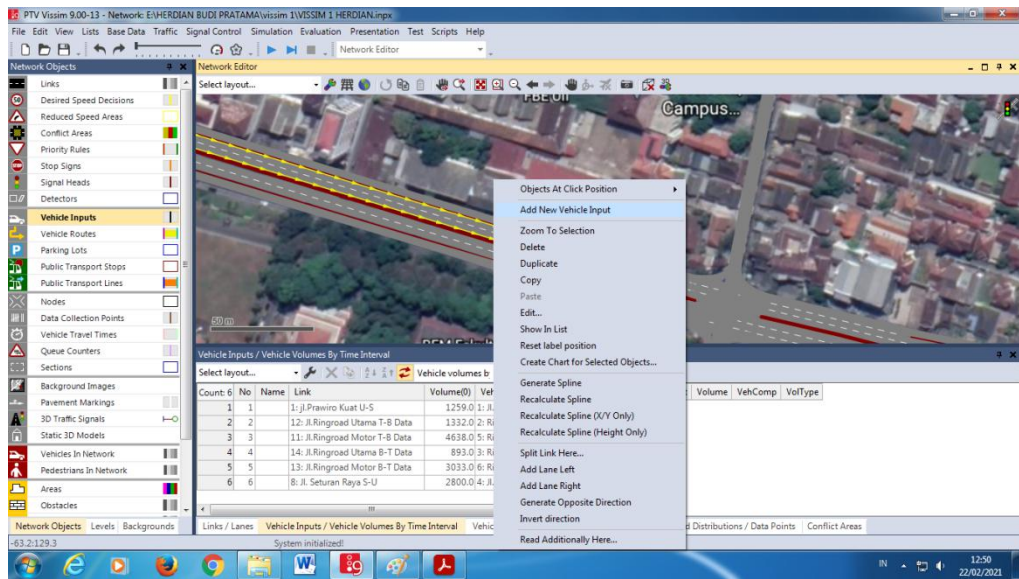


**Gambar 5.20 Pembuatan Connectors**

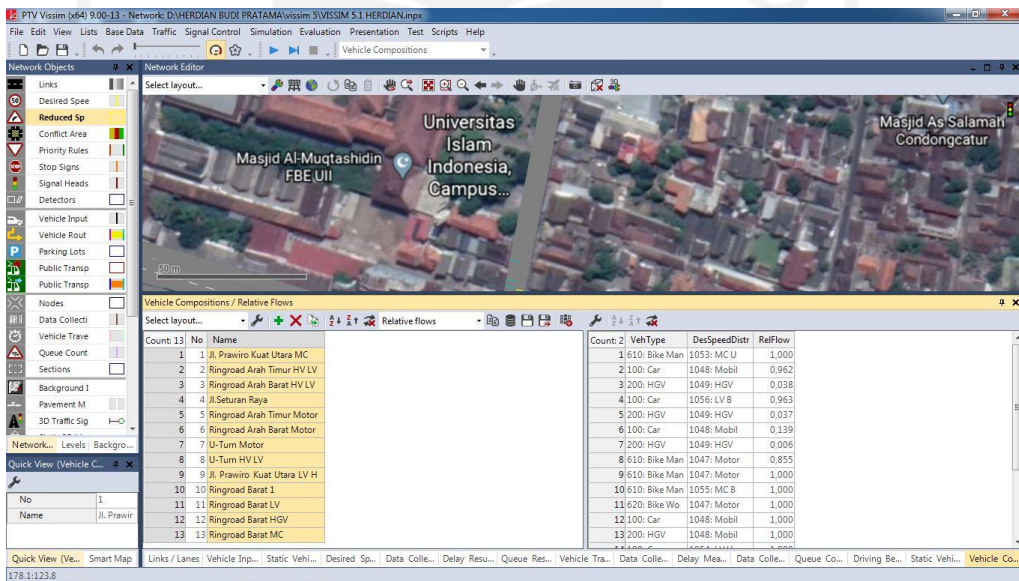
#### 4. *Vehicle Input dan Static Vehicle Routing Decisions*

*Vehicle Input* merupakan input data jumlah kendaraan yang melintas pada jalur di lokasi penelitian pada jam puncak. Volume kendaraan dibedakan menjadi 3 tipe yaitu Kendaraan Ringan (LV), Kendaraan Berat (HV) dan Sepeda Motor (MC). Langkah mengaplikasikannya adalah memilih menu *Vehicle Input* pada *Network Objects*. Kemudian klik kanan pada setiap *links* arah kendaraan datang dan pilih *Add New Vehicle Input*. Kemudian masukan jumlah kendaraan pada setiap jalur. Pengaturan *Vehicle Input* dapat dilihat pada Gambar 5.21.

Setelah pengaturan *Vehicle Input* selesai, dilakukan pengaturan *vehicle routing*. *Static Vehicle Routing Decisions* berfungsi untuk membuat pergerakan arah kendaraan yang telah diinput pada *VISSIM*. Pilih *Static Vehicle Routing Decisions* pada *Network Objects*, kemudian klik pada lajur yang telah di input volume kendaraan dan diarahkan ke link arah rute pergerakan kendaraan sesuai kondisi eksisting. Setelah selesai, terdapat tabel untuk mengisi volume kendaraan sesuai arah pergerakan (*Rel Flow*). Pengaturan *Static Vehicle Routing Decisions* dapat dilihat pada Gambar 5.22.



Gambar 5.21 Memasukan *Vehicle Input*



Gambar 5.22 Memasukan *Static Vehicle Routing Decisions*

## 5. Pengaturan *Vehicle Composition*

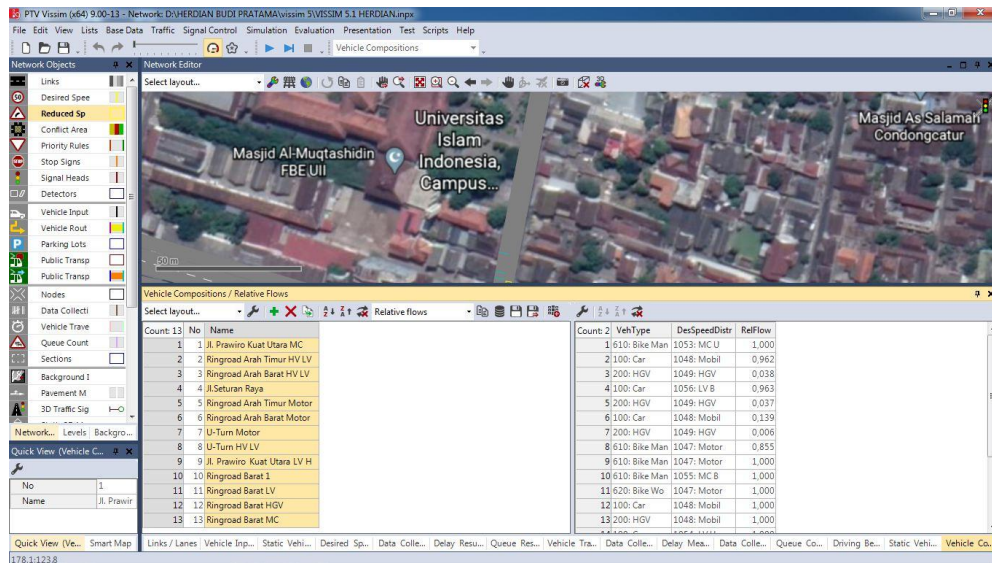
*Vehicle Composition* berfungsi untuk mengatur komposisi dari setiap tipe kendaraan beserta kecepatannya pada saat jam puncak. *Vehicle composition* diatur berdasarkan komposisi kendaraan per jalur. Proses pembuatan *vehicle composition*

dilakukan dengan memilih *Menu Bar, Traffic* kemudian pilih *Vehicle Composition* dan tambahkan persentase komposisi kendaraan perjalur. Kecepatan pada setiap tipe kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.10. Input kecepatan diatur dengan memasukkan kecepatan minimum dan maksimum pada setiap jenis kendaraan sesuai dengan kecepatan kondisi eksisting yang didapat dari survei lapangan dengan satuan km/jam. Pengaturan *vehicle composition* dapat dilihat pada Gambar 5.23.

**Tabel 5.10 Input Kecepatan pada *Software VISSIM***

| Jalan                      | Tipe Kendaraan | Kecepatan Minimum (km/jam) | Kecepatan Maksimum (km/jam) |
|----------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|
| Jl. Prawiro Kuat           | LV             | 24,03                      | 43,054                      |
|                            | HV             | 25,03                      | 40,5                        |
|                            | MC             | 24,03                      | 44,055                      |
| Jl. Padjajaran Timur-Barat | LV             | 22,2798                    | 88,1251                     |
|                            | HV             | 29,3689                    | 62,7886                     |
|                            | MC             | 20,032                     | 80,1283                     |
| Jl. Padjajaran Barat-Timur | LV             | 22,2798                    | 87,12365                    |
|                            | HV             | 29,36885                   | 64,09096                    |
|                            | MC             | 20,032                     | 80,1283                     |
| Jl. Seturan Raya           | LV             | 24,03                      | 43,0537                     |
|                            | HV             | 25,0312                    | 40,5                        |
|                            | MC             | 24,03                      | 44,055                      |

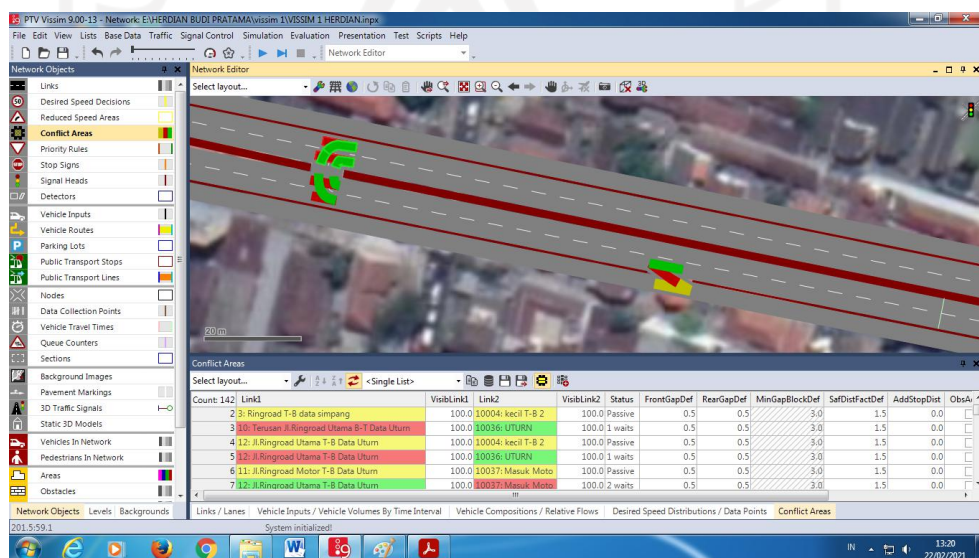




Gambar 5.23 Pengaturan *Vehicle Composition*

## 6. Conflict Area

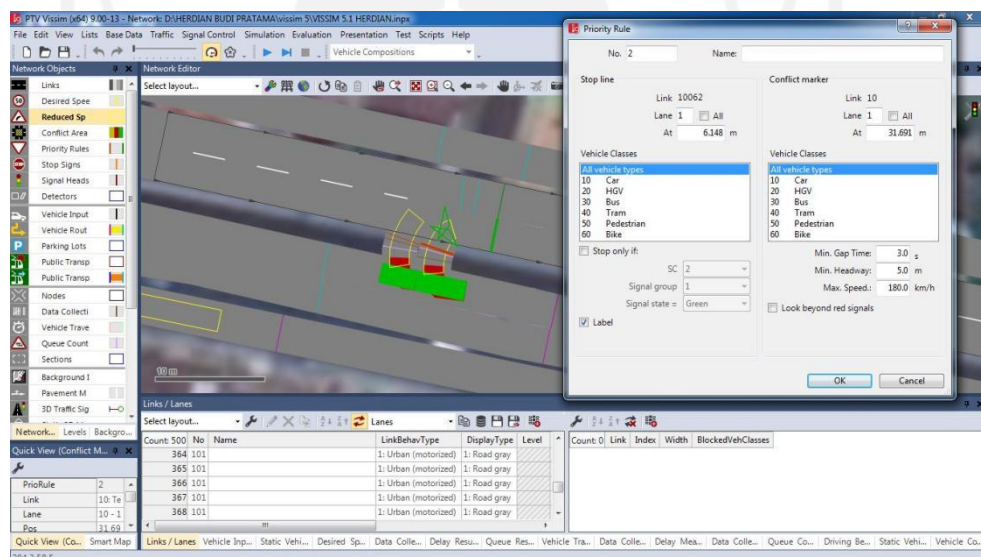
*Conflict Area* merupakan wilayah pertemuan kendaraan pada suatu ruas jalan. Area berwarna kuning merupakan area konflik yang secara default dianalisis oleh *software VISSIM*. Untuk mengatur *conflict area*, ruas jalan yang menjadi prioritas diubah menjadi hijau dan ruas jalan yang bukan prioritas diubah menjadi warna merah. Pengaturan *conflict area* dapat dilihat pada Gambar 5.24 berikut.



Gambar 5.24 *Conflict Area*

## 7. Priority Rules

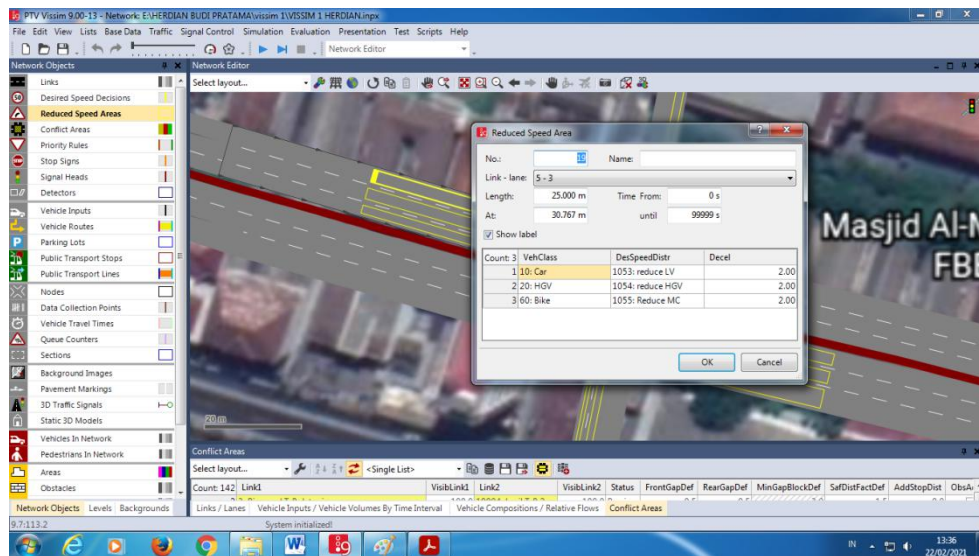
*Priority rules* pada *VISSIM* adalah pengaturan kendaraan ketika melakukan putaran balik atau keluar gang tidak harus menunggu arus utama habis terlebih dahulu, sehingga ketika ada celah kosong kendaraan dapat lolos. Pengaturan *priority rules* dilakukan dengan memilih menu *Priority Rules* pada *Network Objects*. Tanda garis merah merupakan lokasi dimana kendaraan pada gang atau putaran balik menunggu kendaraan arus utama untuk melewati garis hijau, sehingga ketika kendaraan arus utama telah melewati garis hijau kendaraan yang menunggu dapat lewat. Pengaturan penggunaan *priority rules* dapat dilihat pada Gambar 5.25 berikut.



**Gambar 5.25 Priority Rules**

## 8. Reduced Speed Areas

*Reduced speed areas* digunakan untuk membuat wilayah dimana kendaraan mengurangi kecepatannya. *Reduce speed areas* biasa diletakan pada pendekat simpang, tikungan, dan tempat lain yang memungkinkan kendaraan untuk mengurangi kecepatannya. Pengaturan *reduce speed areas* dapat melalui *Network Object*, kemudian pilih *Reduce Speed Areas*. Kecepatan dan tipe kendaraan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pengaturan *Reduce Speed Areas* dapat dilihat pada Gambar 5.26 berikut.



**Gambar 5.26 Reduced Speed Areas**

## 9. Driving Behaviour

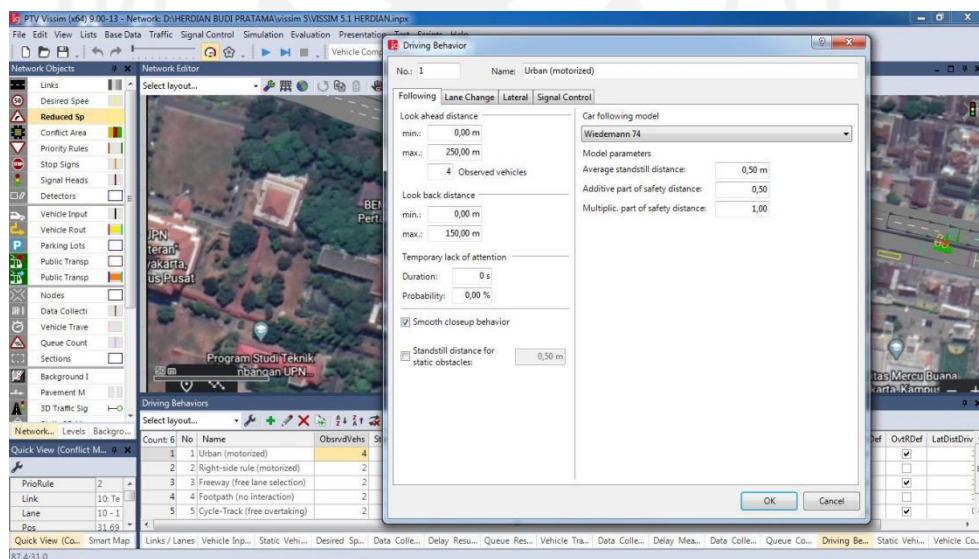
*Driving behaviour* merupakan proses kalibrasi yang digunakan untuk memberikan gambaran kondisi kendaraan di lapangan. Karena *VISSIM* adalah *software* yang dibuat di Jerman secara *default* kondisi pengemudi seperti di Eropa. Maka perlu dilakukan perubahan kondisi pengemudi seperti di Indonesia. Pengaturan *Driving Behaviour* dapat dilakukan dengan cara memilih menu *Base Data*, *Driving Behaviour*, kemudian *edit* bagian *Urban (motorized)*. Kemudian muncul beberapa parameter yang dapat diubah, seperti sebagai berikut.

- Desire position at free flow*, yang memiliki arti posisi kendaraan pada lajur
- Overtake on same lane*, yaitu perilaku menyalip
- Distance standing*, yaitu jarak antar pengemudi ketika kendaraan dalam kondisi berhenti
- Distance driving*, yaitu jarak antar pengemudi ketika kendaraan dalam kondisi bergerak
- Average standstill distance*, yaitu rata rata jarak henti kendaraan
- Additive part of safety distance*, yaitu parameter penentu jarak aman
- Multiplicative part of safety distance*, yaitu parameter penentu jarak aman.

Pengaturan *driving behaviour* pada *software VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Gambar 5.27.

**Tabel 5.11 Hasil Kalibrasi**

| Parameter yang diubah                                   | Nilai                 |            |
|---|-----------------------|------------|
|   | Sebelum               | Sesudah    |
| 1. <i>Desired position at free flow</i>                 | <i>Middle of lane</i> | <i>Any</i> |
| 2. <i>Overtake on same lane: on left &amp; on right</i> | <i>Off</i>            | <i>On</i>  |
| 1. <i>Minimum distance standing (0 km/h)(m)</i>         | 1                     | 0,3        |
| 2. <i>Minimum distance driving (50 km/h)(m)</i>         | 1                     | 0,80       |
| 1. <i>Average standstill distance (m)</i>               | 2                     | 0,5        |
| 2. <i>Additive part of safety distance (m)</i>          | 2                     | 0,5        |
| 3. <i>Multiplicative part of safety distance (m)</i>    | 3                     | 1,00       |

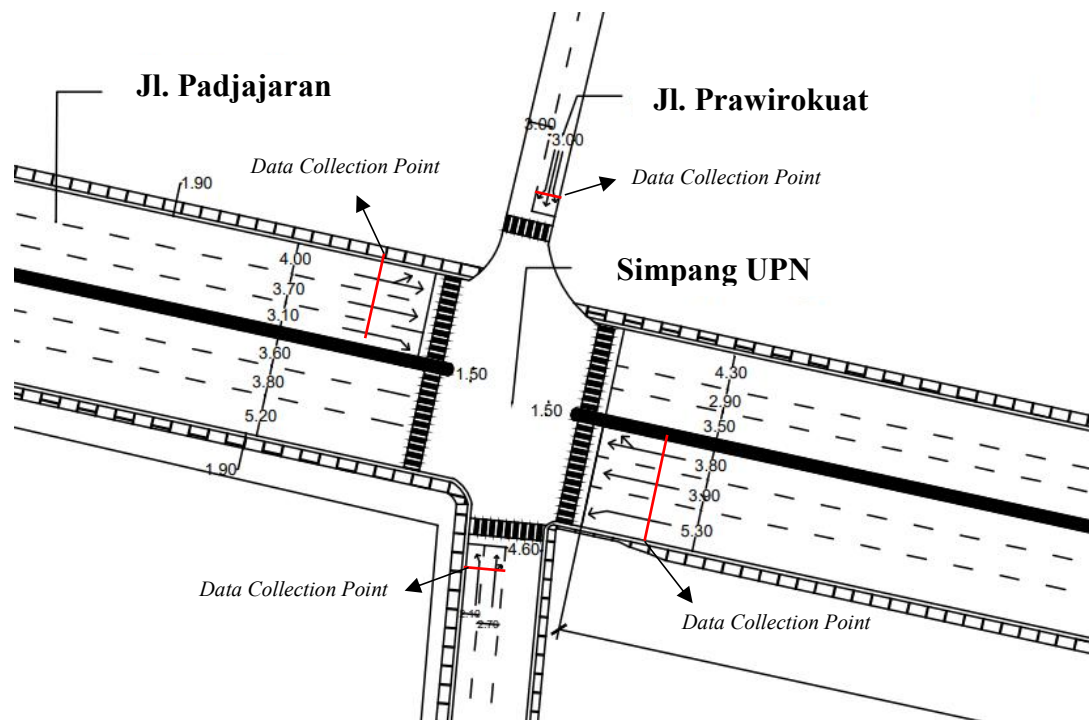


**Gambar 5.27 Pengaturan *Driving Behaviour***

## 10. Validasi

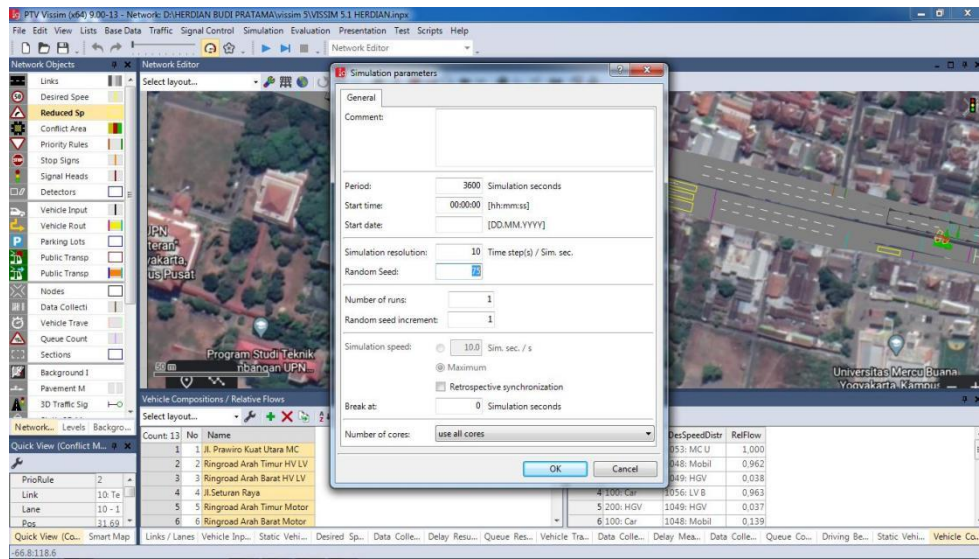
Validasi dilakukan untuk mengetahui kebenaran kalibrasi yang dilakukan berdasarkan volume yang keluar dengan volume kendaraan yang diinput ke dalam *software VISSIM*. *Tools* yang digunakan untuk melakukan validasi dalam *software VISSIM* adalah *Data Collection Point*. *Data Collection Point* berfungsi untuk menghitung kendaraan yang melewati suatu titik atau segmen tertentu. Pada

Penelitian ini *Data Collection Point* diletakan pada lengan pendekat simpang. Contoh perletakan *Data Collection Point* permodelan ini dapat dilihat pada Gambar 5.28 berikut.



**Gambar 5.28 Letak *Data Collection Point***

Pengujian validasi dilakukan dengan cara melakukan *running* permodelan *VISSIM* sebanyak 5 kali dengan nilai *random seed*. Kemudian setiap volume kendaraan diambil untuk dibandingkan dengan volume kendaraan di lapangan. Agar validasi berhasil, nilai validasi harus dibawah 5%. Berikut cara merubah *random seed* yang terdapat pada Gambar 5.29.



**Gambar 5.29 Pengaturan *Random Seed***

Pada proses validasi menggunakan metode GEH dengan Persamaan 3.25. Berikut adalah contoh perhitungan pada validasi *VISSIM* kondisi eksisting pada lengan Barat.

$$GEH = \sqrt{\frac{(Q_{simulated} - Q_{observed})^2}{0,5 \times (Q_{simulated} + Q_{observed})}}$$

$$GEH = \sqrt{\frac{(3716,6 - 3926)^2}{0,5 \times (3716,6 + 3926)}}$$

$$GEH = \frac{43848,36}{3821,30}$$

$$GEH = 3,4\%$$

Hasil validasi permodelan pada kondisi eksisting terdapat pada Tabel 5.12 berikut.

**Tabel 5.12 Hasil Validasi pada Kondisi Eksisting**

| Lengan                          | R10             | R70  | R86  | R90  | R95  | Rata-rata | Volume Lapangan | Validasi (%) |
|---------------------------------|-----------------|------|------|------|------|-----------|-----------------|--------------|
|                                 | (Kendaraan/jam) |      |      |      |      |           |                 |              |
| Barat                           | 3776            | 3695 | 3658 | 3743 | 3711 | 3716,6    | 3926            | 3,4%         |
| Utara                           | 1231            | 1211 | 1223 | 1134 | 1161 | 1192      | 1259            | 1,9%         |
| Selatan                         | 2779            | 2749 | 2782 | 2785 | 2736 | 2766,2    | 2800            | 0,6%         |
| Timur                           | 5682            | 5769 | 5613 | 5778 | 5798 | 5728      | 5970            | 3,2%         |
| Bukaan Median ( <i>U-turn</i> ) | 203             | 225  | 198  | 200  | 198  | 204,8     | 203             | 0,1%         |

Dari hasil validasi diatas didapatkan nilai kurang dari 5% maka permodelan pada kondisi eksisting memenuhi syarat.

#### 5.4.1 Hasil Analisis Menggunakan *Software VISSIM* Kondisi Eksisting

Setelah melakukan validasi dan memenuhi syarat , maka didapat hasil analisis dari *software VISSIM* tersebut. Berikut dibawah ini adalah hasil dari analisis tersebut.

##### 1. Tundaan

Nilai tundaan pada permodelan *VISSIM* didapatkan dengan meletakkan *Vehicle Travel Time* di lengan simpang dan *u-turn*. Hasil nilai tundaan pada *software VISSIM* kondisi eksisting dapat dilihat di Tabel 5.13 berikut.

**Tabel 5.13 Hasil Analisis Tundaan yang Didapat pada *Software VISSIM* Kondisi Eksisting**

|                                 | Tundaan (detik) |       |       |       |       |           |
|---------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|                                 | R10             | R70   | R86   | R90   | R95   | Rata-rata |
| Lengan Barat                    | 37,83           | 47,28 | 41,28 | 37,00 | 44,20 | 41,52     |
| Lengan Utara                    | 50,62           | 51,77 | 48,74 | 59,78 | 52,09 | 52,60     |
| Lengan Selatan                  | 35,02           | 38,60 | 36,84 | 36,78 | 32,23 | 35,89     |
| Lengan Timur                    | 37,60           | 36,36 | 48,74 | 32,88 | 32,18 | 34,47     |
| Bukaan Median ( <i>U-turn</i> ) | 6,44            | 7,20  | 7,74  | 8,08  | 6,69  | 7,23      |

## 2. Panjang Antrian

Panjang antrian diperoleh dengan meletakkan *Queue Counters*. Peletakan *Queue Counters* diaplikasikan pada tempat yang memungkinkan terjadi panjang antrian. Pada penelitian ini *Queue Counters* diletakan di dekat *traffic light* tiap lengan simpang dan di *u-turn*. Hasil dari panjang antrian pada *software VISSIM* kondisi eksisting dapat dilihat di Tabel 5.14 berikut.

**Tabel 5.14 Hasil Analisis Panjang Antrian yang Didapat pada *Software VISSIM* Kondisi Eksisting**

|                                 | Panjang Antrian (m) |            |            |            |            |                  |
|---------------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------------|
|                                 | <b>R10</b>          | <b>R70</b> | <b>R86</b> | <b>R90</b> | <b>R95</b> | <b>Rata-rata</b> |
| Lengan Barat                    | 95,17               | 127,45     | 99,47      | 90,80      | 135,45     | 109,67           |
| Lengan Utara                    | 99,24               | 52,99      | 97,59      | 80,38      | 56,29      | 77,30            |
| Lengan Selatan                  | 104,19              | 148,92     | 171,18     | 177,02     | 120,33     | 144,33           |
| Lengan Timur                    | 138,69              | 144,29     | 146,17     | 159,05     | 164,70     | 150,58           |
| Bukaan Median ( <i>U-turn</i> ) | 4,13                | 3,96       | 4,28       | 4,41       | 3,97       | 4,15             |

## 3. Kecepatan

Kecepatan kendaraan pada permodelan *VISSIM* diperoleh dengan meletakkan *Vehicle Travel Time* di tiap lengan pendekat simpang. Hasil dari kecepatan *software VISSIM* pada kondisi eksisting dapat dilihat di Tabel 5.15 berikut.

**Tabel 5.15 Hasil Kecepatan yang Didapat pada *Software VISSIM* Kondisi Eksisting**

|                | Kecepatan (km/jam) |            |            |            |            |                  |
|----------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------------|
|                | <b>R10</b>         | <b>R70</b> | <b>R86</b> | <b>R90</b> | <b>R95</b> | <b>Rata-rata</b> |
| Lengan Barat   | 47,37              | 46,39      | 46,63      | 47,37      | 47,12      | 46,98            |
| Lengan Utara   | 33,04              | 33,11      | 33,18      | 32,95      | 33,43      | 33,14            |
| Lengan Selatan | 44,55              | 36,59      | 31,69      | 20,00      | 43,06      | 35,18            |
| Lengan Timur   | 45,91              | 45,92      | 45,69      | 45,23      | 45,92      | 45,73            |



## 5.5 Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Alternatif 1 dengan Menggunakan Metode Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997

Alternatif 1 pada penelitian ini adalah pemindahan putaran balik di simpang bersinyal pada lengan Timur dengan merubah geometri simpang. Perubahan geometri lengan Timur tersebut yaitu dengan melebarkan lajur 1 dan lajur 2 yang semula memiliki lebar 3,8 meter dan 3,9 meter berubah menjadi 3,5 meter pada lajur 1 dan 4,5 meter untuk lajur 2. Kemudian untuk lajur 3 mengalami perubahan geometri juga yang semula 5,3 meter menjadi 5,00 meter. Pada alternatif 1 ditambahkan rambu arah pada marka jalan pada lengan Barat, lengan Selatan dan lengan Timur supaya tidak menghambat kendaraan ketika mengambil keputusan untuk melakukan perubahan arah yang ditempatkan pada jarak tertentu. Berikut analisis simpang bersinyal dengan menggunakan MKJI 1997 sebagai berikut:

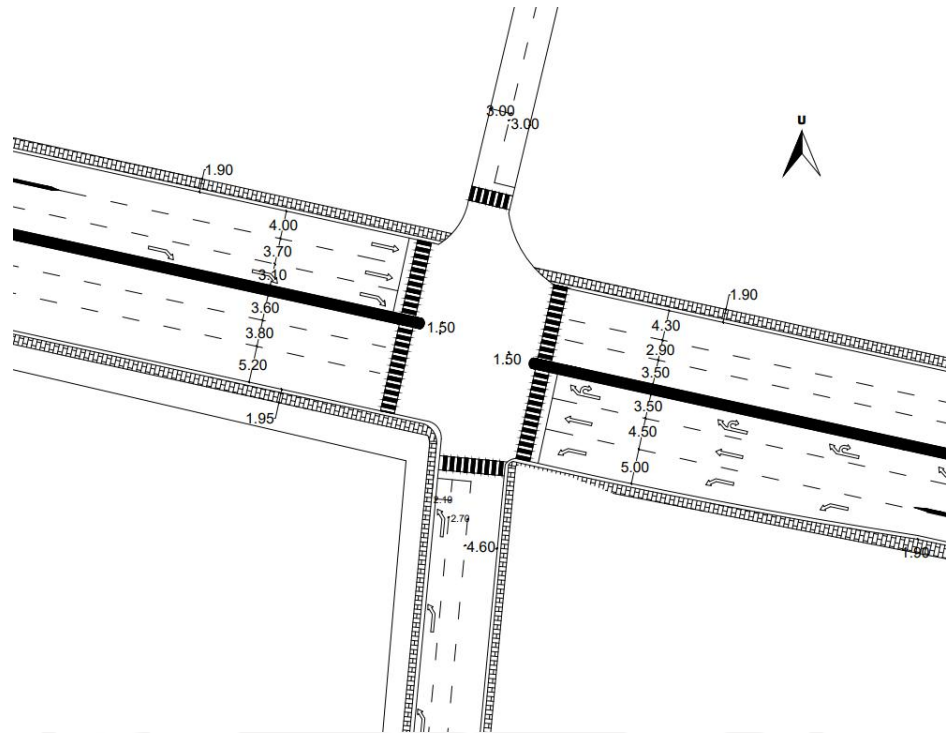
1. Formulir SIG-I : geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan;
2. Formulir SIG-II : arus lalu lintas;
3. Formulir SIG-III : waktu antar hijau dan waktu hilang;
4. Formulir SIG-IV : penentuan waktu isyarat dan kapasitas;
5. Formulir SIG-V : tundaan, panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti.

### 5.5.1 Formulir SIG-I

Formulir SIS-I merupakan formulir yang berisi data geometri, pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan pada simpang UPN.

#### 1. Geometri

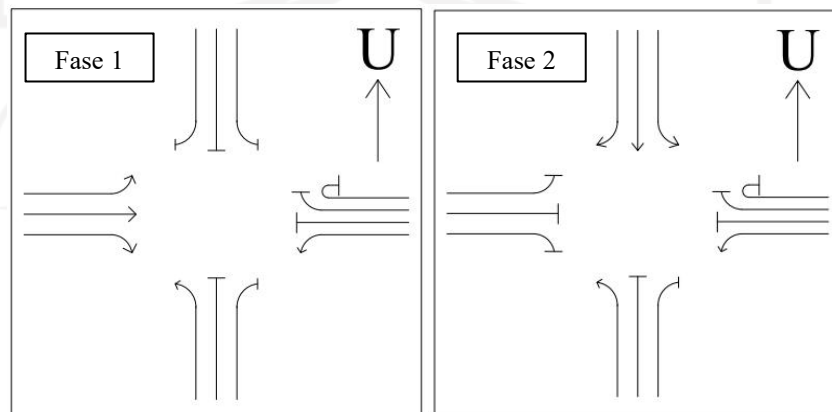
Syarat geometri simpang untuk putaran balik diatur dalam pedoman Bina Marga 2005 tentang Perencanaan Putaran Balik dimana perlu dilakukan penambahan ruas lajur selebar 2,75 m pada ruas berlawanan *u-turn* pada simpang pendekat. Tetapi pada kondisi eksisting ruas berlawanan pada pendekat Timur sudah tersedia lajur 3 (terluar) dengan lebar 4,30 m sehingga tidak diperlukan penambahan geometri simpang UPN. Berikut ini adalah gambaran geometri pada simpang UPN alternatif 1 yang terdapat pada Gambar 5.30.



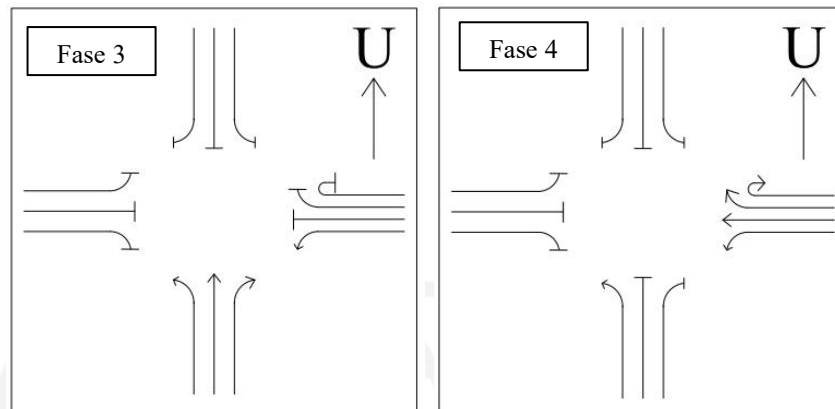
**Gambar 5.30 Geometri Simping Alternatif 1**

## 2. Pengaturan Lalu Lintas Simping Alternatif 1

Pada pengaturan lalu lintas simping alternatif 1 terjadi penambahan fase pada simping UPN. Berikut adalah penambahan fase pada lalu lintas simping alternatif 1 yang di ilustrasikan Gambar 5.31 dan Gambar 5.32.



**Gambar 5.31 Fase 1 dan Fase 2 pada Kondisi Alternatif 1**



**Gambar 5.32 Fase 3 dan Fase 4 pada Kondisi Alternatif 1**

### 3. Kondisi lingkungan

Berdasarkan pengamatan pada kondisi eksisting, disekitar simpang UPN terdapat bangunan pendidikan, pertokoan dan perkantoran. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997) tipe tersebut masuk kedalam tipe komersial. Untuk lebih jelasnya kondisi geometri dan lingkungan pada simpang Janti dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

**Tabel 5.16 Kondisi Lingkungan Simpang UPN**

| <b>Kode Pendekat</b>      | <b>B</b>           | <b>U</b> | <b>S</b> | <b>T</b> |       |
|---------------------------|--------------------|----------|----------|----------|-------|
| Tipe Lingkungan Jalan     | KOM                | KOM      | KOM      | KOM      |       |
| Kondisi Hambatan Samping  | Rendah             | Sedang   | Sedang   | Rendah   |       |
| Median                    | Ada                | Tidak    | Tidak    | Ada      |       |
| Kelandaian +/- (%)        | 0                  | 3,333    | 0        | 0        |       |
| Belok Kiri Jalan Terus    | Tidak              | Tidak    | Ada      | Ada      |       |
| Jarak ke Kendaraan Parkir | 200                | 110      | 180      | 105      |       |
| Lebar Pendekat (m)        | W                  | 10,80    | 3,00     | 9,40     | 13,00 |
|                           | W <sub>MASUK</sub> | 10,80    | 3,00     | 2,70     | 8,00  |
|                           | W <sub>LTOR</sub>  | -        | -        | 2,10     | 5,00  |
|                           | W <sub>K</sub>     | 10,70    | 4,60     | 3,00     | 12,60 |

### 5.5.2 Formulir SIG-II

Formulir SIG-II berisi data arus lalu lintas dan rasio kendaraan belok kiri ( $P_{LT}$ ) serta belok kanan ( $P_{RT}$ ) pada simpang UPN. Berikut adalah contoh perhitungan untuk lengan barat.

#### 1. Volume Sepeda Motor ( $MC$ ),

Diketahui ekivalensi mobil penumpang (emp) sepeda motor adalah 0,20. Maka volume sepeda motor diubah menjadi satuan mobil satuan (smp).

- a. Lurus  $= 1717 \times 0,20$   
 $= 343$  smp/jam;
- b. Belok Kanan  $= 1257 \times 0,20$   
 $= 251$  smp/jam ;
- c. Belok Kiri  $= 59 \times 0,20$   
 $= 12$  smp/jam ;
- d. Total ( $QMC$ )  $= 343 + 251 + 12$   
 $= 607$  smp/jam.

#### 2. Volume Kendaraan Ringan ( $LV$ ),

Diketahui ekivalensi mobil penumpang (emp) sepeda motor adalah 1,00. Maka volume sepeda motor diubah menjadi satuan mobil satuan (smp).

- a. Lurus  $= 659 \times 1,00$   
 $= 659$  smp/jam;
- b. Belok Kanan  $= 190 \times 1,00$   
 $= 190$  smp/jam;
- c. Belok Kiri  $= 11 \times 1,00$   
 $= 11$  smp/jam;
- d. Total ( $QLV$ )  $= 659 + 190 + 11$   
 $= 860$  smp/jam.

#### 3. Volume Kendaraan Berat ( $HV$ ),

Diketahui ekivalensi mobil penumpang (emp) sepeda motor adalah 1,00. Maka volume sepeda motor diubah menjadi satuan mobil satuan (smp).

- a. Lurus  $= 24 \times 1,30$   
 $= 31$  smp/jam;

$$\begin{aligned} \text{b. Belok Kanan} &= 9 \times 1,30 \\ &= 12 \text{ smp/jam;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Belok Kiri} &= 0 \times 1,30 \\ &= 0 \text{ smp/jam;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Total (QHV)} &= 31 + 12 + 0 \\ &= 43 \text{ smp/jam.} \end{aligned}$$

4. Volume Total Kendaraan Bermotor (QBarat),

$$\begin{aligned} \text{QBarat} &= \text{QMC} + \text{QLV} + \text{QHV} \\ &= 607 + 860 + 43 = 1510 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5. Rasio Belok Kanan (QRT),

$$\begin{aligned} \text{QRT total} &= \text{QRT}_{MC} + \text{QRT}_{LV} + \text{QRT}_{HV} \\ &= 251 + 190 + 12 \\ &= 453 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\text{QBarat} = 1510 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{QRT} &= \frac{\text{QRT total}}{\text{QBarat}} \\ &= \frac{453}{1510} \\ &= 0,300165618 \end{aligned}$$

6. Rasio Belok Kiri (QLT).

$$\begin{aligned} \text{QLT total} &= \text{QLT}_{MC} + \text{QLT}_{LV} + \text{QLT}_{HV} \\ &= 11 + 0 + 12 \\ &= 23 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\text{QBarat} = 1510 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{QLT} &= \frac{\text{QLT total}}{\text{QBarat}} \\ &= \frac{23}{1510} \\ &= 0,015104339 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel SIS-II di lampiran.

### 5.5.3 Formulir SIG-III

Formulir SIG-III merupakan formulir yang berisi penentuan waktu yaitu waktu antar hijau dan waktu hilang pada simpang bersinyal.

1. Penentuan Fase Sinyal,
  - a. Fase 1 pendekat Barat arah lurus, belok kanan dan belok kiri;
  - b. Fase 2 pendekat Utara arah lurus, belok kanan dan belok kiri;
  - c. Fase 3 pendekat Selatan arah lurus dan belok kanan;
  - d. Fase 4 pendekat Timur arah lurus, belok kanan dan *u-turn*.
2. Alternatif 1 simpang UPN untuk waktu kuning (amber) 3 detik dan waktu merah semua (*all red*) 2 detik pada setiap fase sehingga diperoleh waktu hilang total (LTI) sebesar 20 detik.

#### 5.5.4 Formulir SIG-IV

Formulir ini merupakan formulir yang berisi penentuan kapasitas simpang dan waktu isyarat simpang bersinyal. Contoh perhitungan formulir SIG-IV pada lengan barat dapat dilihat sebagai berikut:

##### 1. Arus Jenuh ( $S_0$ )

a. Tipe pendekat : terlindung (P)

Lebar Efektif Pendekat : 10,8 meter

Arus Jenuh Dasar,  $S_0$  :  $600 \times W_e$

:  $600 \times 10,8$

: 6480 smp/jam

b. Faktor penyesuaian  $S_0$  terkait ukuran kota ( $F_{SF}$ )

Diambil data dari Badan Pusat Statistik (BPS) update terbaru jumlah penduduk Kabupaten Sleman yaitu pada tahun 2018 berjumlah 1.206.714 jiwa. Sehingga berdasarkan Tabel 3.2 nilai faktor penyesuaian kapasitas ukuran kota ( $F_{SF}$ ) sebesar 1.

c. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat hambatan samping ( $F_{CS}$ )

Lingkungan jalan : komersial (KOM)

Kelas hambatan samping : Rendah

Tipe fase : Terlindung

Rasio kendaraan tak bermotor : 0,002

Berdasarkan Tabel 3.3 nilai faktor penyesuaian  $S_0$  akibat hambatan samping ( $F_{CS}$ ) sebesar 0,95.

d. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat kelandaian memanjang jalan ( $F_G$ )

Kelandaian jalan pada masing-masing pendekat simpang UPN termasuk dalam kategori landai atau 0% kecuali pada pendekat utara menanjak sebesar 3.333%. Berdasarkan Gambar 3.1 nilai penyesuaian akibat kelandaian memanjang jalan ( $F_G$ ) pada pendekat Barat, Selatan dan Timur adalah sebesar 1, sementara pada pendekat utara dengan dicari dengan interpolasi didapat sebesar 0,96667.

- e. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat adanya garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama ( $F_P$ )

Dari hasil pengamatan di lapangan, jarak kendaraan parkir dari simpang UPN yaitu lebih dari 80 meter. Sehingga menurut Gambar 3.2 nilai faktor penyesuaian parkir ( $F_P$ ) sebesar 1.

- f. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas belok kanan ( $F_{RT}$ )

Rasio kendaraan belok kanan pada pendekat barat adalah 0,300165618. Berdasarkan persyaratan MKJI 1997 untuk  $F_{RT}$  pada Gambar 3.3, nilai  $F_{RT}$  lengan barat dicari dengan rumus 3.5 dan didapat nilai sebesar 1,07804.

- g. Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas belok kiri ( $F_{LT}$ )

Rasio kendaraan belok kiri pada pendekat barat adalah 0,015104. Berdasarkan persyaratan MKJI 1997 untuk  $F_{LT}$  pada Gambar 3.4, nilai  $F_{LT}$  lengan Barat dicari dengan rumus 3.6 dan didapat nilai sebesar 0,99758

- h. Arus jenuh disesuaikan ( $S$ )

Berdasarkan persamaan 3.2 nilai arus jenuh dapat diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S &= S_0 \times F_{CS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \\ &= 6480 \times 1 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1,078 \times 0,998 \\ &= 6620,395 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

## 2. Rasio Arus (FR)

Menurut MKJI 1997, rasio arus (FR) merupakan perbandingan antara volume arus lalu lintas ( $Q$ ) dengan arus jenuh disesuaikan ( $S$ ). Persamaan untuk mendapatkan nilai rasio arus pada lengan pendekat barat adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} FR &= \frac{\text{Volume Arus Lalu Lintas (Q)}}{\text{Arus Jenuh Disesuaikan (S)}} \\ &= \frac{6620,395}{1510} \\ &= 0,228 \end{aligned}$$

### 3. Rasio Arus Simpang (IFR)

Rasio Arus Simpang adalah penjumlahan rasio arus kritis pada setiap fase pendekat simpang. Berikut adalah persamaan dari rasio arus simpang (IFR) menurut MKJI 1997.

$$\begin{aligned} IFR &= \sum(FR_{CRIT}) \\ &= FR \text{ Barat} + FR \text{ Utara} + FR \text{ Selatan} + FR \text{ Timur} \\ &= 0,228 + 0,142 + 0,169 + 0,228 \\ &= 0,767 \end{aligned}$$

### 4. Rasio Fase (PR)

Rasio fase merupakan perbandingan antara rasio arus dengan rasio arus simpang. Berikut adalah persamaan rasio fase menurut MKJI 1997.

$$\begin{aligned} PR &= \frac{\text{Rasio Arus (FR)}}{\text{Rasio Arus Simpang (IFR)}} \\ &= \frac{0,228}{0,767} \\ &= 0,297 \end{aligned}$$

### 5. Waktu Siklus (c)

Diketahui LTI atau waktu hilang total memiliki nilai 20 detik dimana waktu kuning (*amber*) 3 detik dan waktu *all red* 2 detik. Berikut ini adalah persamaan untuk mendapatkan nilai waktu siklus menurut MKJI 1997.

$$\begin{aligned} c &= \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{1 - IFR} \\ &= \frac{(1,5 \times 20 + 5)}{1 - 0,767} \\ &= 151 \text{ Detik} \end{aligned}$$

### 6. Waktu Hijau (g)

Diketahui siklus sebesar 151 detik, waktu hilang total (LTI) 20 detik, rasio arus ( $FR_{CRIT}$ ) Barat 0,228 dan rasio arus simpang (IFR) 0,767. Maka untuk mencari waktu hijau pada pendekat barat digunakan persamaan berikut menurut MKJI 1997.

$$g = (c - LTI) \times \left( \frac{FR_{CRIT}}{IFR} \right)$$



$$= (151 - 20) \times \left( \frac{0,228}{0,767} \right)$$

$$= 38,95 \text{ detik}$$

Waktu hijau yang digunakan adalah 39 detik.

#### 7. Waktu Siklus Disesuaikan pada Alternatif 1.

Waktu siklus yang disesuaikan dapat di koreksi setelah waktu hijau setiap lengan sudah diketahui. Berikut adalah persamaannya menurut MKJI 1997.

$$c = \sum g + LTI$$

$$= (39+24+29+39) + 20$$

$$c = 151$$

151 = 151 , sesuai.

Diagram sinyal dan data waktu simpang bersinyal pada Alternatif 1 simpang UPN dapat dilihat di Tabel 5.17 dan Gambar 5.33 berikut.

**Tabel 5.17 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang UPN Alternatif 1**

| Pendekat | Waktu Nyala (detik) |        |       |             | Waktu Siklus (detik) |
|----------|---------------------|--------|-------|-------------|----------------------|
|          | Hijau               | Kuning | Merah | Semua Merah |                      |
| Barat    | 39                  | 3      | 107   | 2           | 151                  |
| Utara    | 24                  | 3      | 122   | 2           | 151                  |
| Selatan  | 29                  | 3      | 117   | 2           | 151                  |
| Timur    | 39                  | 3      | 107   | 2           | 151                  |



**Gambar 5.33 Diagram Waktu Siklus Simpang UPN Alternatif 1**

#### 8. Arus Lalu Lintas (Q)

Arus lalu pendekat lengan barat diperoleh 1510 smp/jam.

#### 9. Kapasitas (C)

Dari hasil pengamatan pada kondisi eksisting simpang diperoleh nilai waktu hijau untuk lengan Barat adalah 39 detik serta waktu siklus simpang UPN selama 151 detik. Sehingga nilai kapasitas dapat dicari menggunakan persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} C &= S \times \frac{g}{c} \\ &= 6620,395 \times \frac{39}{151} \\ &= 1710 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

#### 10. Derajat Kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan dapat dicari dengan menggunakan persamaan 3.8

$$\begin{aligned} Ds &= \frac{Q}{c} \\ &= \frac{1510}{1710} \\ &= 0,883 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk pendekat lengan Utara, Timur dan Selatan dapat dilihat pada Tabel SIS-IV di lampiran.

#### 5.5.5 Formulir SIG-V

Formulir SIG-V dapat digunakan untuk menentukan tundaan, panjang antrian, dan jumlah kendaraan terhenti pada simpang bersinyal. Contoh perhitungan formulir SIG-V pada lengan barat dapat dilihat sebagai berikut:

##### 1. Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $N_{Q1}$ )

Dari perhitungan derajat kejenuhan pendekat lengan Barat sebelumnya, diperoleh nilai derajat kejenuhan sebesar 0,895. Karena nilai Ds lebih besar dari 0,5, maka  $N_{Q1}$  dapat dicari menggunakan persamaan 3.10 berikut ini.

$$\begin{aligned} N_{Q1} &= 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \\ &= 0,25 \times 1710 \times \left[ (0,883 - 1) + \sqrt{(0,883 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,883 - 0,5)}{1710}} \right] \\ &= 3,16 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Jumlah kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah ( $N_{Q2}$ )  
 Dengan memperoleh nilai rasio hijau pada pendekat lengan Barat sebesar 0,229.  
 Karena nilai GD lebih kecil dari 0,5 maka nilai  $N_{Q2}$  dapat dicari menggunakan persamaan 3.11 berikut ini.

$$\begin{aligned} N_{Q2} &= c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\ &= 157 \times \frac{1-0,258}{1-0,258 \times 0,883} \times \frac{1510}{3600} \\ &= 60,83 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3. Jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau ( $N_Q$ )  
 Dari hasil perhitungan  $N_{Q1}$  dan  $N_{Q2}$  diatas, maka dapat dicari nilai  $N_Q$ . Sehingga dapat dicari dengan persamaan 3.9 berikut ini.

$$\begin{aligned} N_Q &= N_{Q1} + N_{Q2} \\ &= 3,16 + 60,83 \\ &= 63,70 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4. Panjang Antrian ( $Q_L$ )

Diketahui besarnya lebar masuk ( $W_{masuk}$ ) untuk pendekat lengan Barat sebesar 10,8 meter. Dari nilai lebar masuk tersebut maka panjang natrian pada pendekat barat dapat dicari menggunakan persamaan 3.12 berikut ini.

$$\begin{aligned} Q_L &= N_{Q_{MAX}} \times \frac{20}{W_{masuk}} \\ &= 45,19674 \times \frac{20}{10,8} \\ &= 83,70 \text{ meter} \end{aligned}$$

5. Rasio Kendaraan Henti ( $NS$ )

Nilai rasio kendaraan henti dapat dicari menggunakan persamaan 3.14. berikut ini.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600 \\ &= 0,9 \times \frac{63,70}{1510 \times 151} \times 3600 \\ &= 0,910 \end{aligned}$$

6. Jumlah rata-rata kendaraan henti ( $N_{sv}$ )

Jumlah rata-rata kendaraan henti dapat dicari menggunakan persamaan 3.15. berikut ini.

$$\begin{aligned} N_{sv} &= Q \times NS \text{ (smp/jam)} \\ &= 1510 \times 0,910 \\ &= 1374 \text{ smp} \end{aligned}$$

#### 7. Tundaan Lalu Lintas (DT)

Nilai tundaan lalu lintas (DT) dapat dicari dengan persamaan 3.16 berikut ini.

$$\begin{aligned} DT &= c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \\ &= c \times \frac{0,5 \times (1-GR)}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \\ &= 157 \times \frac{0,5 \times (1-0,258)}{(1-0,258 \times 0,883)} + \frac{3,16 \times 3600}{1710} \\ &= 60,47 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

#### 8. Tundaan Geometri (DG)

Nilai tundaan geometri (TG) dapat dicari menggunakan persamaan 3.17 berikut ini.

$$\begin{aligned} DG &= (1-P_{sv}) \times P_T \times 6 + (P_{sv} \times 4) \\ &= (1-0,910) \times 0,315269957 \times 6 + (0,910 \times 4) \\ &= 3,81 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

#### 9. Tundaan Rata-rata (D)

Nilai tundaan rata-rata (D) dapat dicari menggunakan persamaan 3.18 berikut ini.

$$\begin{aligned} D &= DT + DG \\ &= 60,47 + 3,81 \\ &= 64,27 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan pendekatan lengan barat, utara, timur dan selatan dapat dilihat pada rekapitulasi Tabel 5.18 berikut ini.

**Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi Alternatif 1 dengan metode MKJI 1997**

| Kode Pendekat | Kapasitas (C) smp/jam | Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam | Derajat Kejenuhan (Ds) | Panjang Antrian (QL) Meter | Tundaan (D) det/smp |
|---------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|
| Barat         | 1710                  | 1510                         | 0,883                  | 83,70                      | 64,27               |
| Utara         | 432                   | 385                          | 0,892                  | 88,85                      | 92,53               |
| Selatan       | 652                   | 574                          | 0,881                  | 144,22                     | 79,66               |
| Timur         | 2307                  | 2034                         | 0,882                  | 153,90                     | 62,53               |

### 5.6 Analisis Kinerja Simpang Menggunakan *Software VISSIM* pada Alternatif 1

Pada kinerja simpang kondisi alternatif 1 hanya dilakukan perubahan pada fase sementara geometri simpang tidak berubah. Untuk langkah analisis menggunakan *software VISSIM* sama pada saat menganalisis kinerja simpang pada kondisi eksisting. Berikut adalah analisis kinerja simpang pada alternatif 1.

#### 5.6.1 Hasil Analisis Menggunakan *Software VISSIM* Alternatif 1

Berikut hasil dari analisis menggunakan *software VISSIM* alternatif 1.

##### 1. Validasi,

Validasi diperlukan sebelum mengambil data analisis pada permodelan *VISSIM*. Hal tersebut untuk untuk menentukan apakah analisis yang dilakukan sudah benar atau tidak. Pada proses validasi menggunakan metode GEH dengan Persamaan 3.25. Berikut adalah contoh perhitungan pada validasi *VISSIM* pada alternatif 1 pada lengan Barat.

$$GEH = \sqrt{\frac{(Q_{simulated} - Q_{observed})^2}{0,5 \times (Q_{simulated} + Q_{observed})}}$$

$$GEH = \sqrt{\frac{(3760,4 - 3926)^2}{0,5 \times (3760,4 + 3926)}}$$

$$GEH = \frac{27423,36}{3843,20}$$

$$GEH = 2,7\%$$

Hasil validasi alternatif 1 pada permodelan *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut ini.

**Tabel 5.19 Hasil Validasi pada Alternatif 1**

| Lengan  | R12             | R52  | R55  | R67  | R70  | Rata-rata | Volume Lapangan | Validasi (%) |
|---------|-----------------|------|------|------|------|-----------|-----------------|--------------|
|         | (Kendaraan/jam) |      |      |      |      |           |                 |              |
| Barat   | 3791            | 3807 | 3678 | 3841 | 3685 | 3760,4    | 3926            | 2,7%         |
| Utara   | 1194            | 1198 | 1189 | 1195 | 1174 | 1190      | 1259            | 2,0%         |
| Selatan | 2804            | 2699 | 2716 | 2750 | 2746 | 2743      | 2800            | 1,1%         |
| Timur   | 5956            | 5743 | 5931 | 5917 | 6001 | 5909,6    | 6173            | 3,4%         |

## 2. Tundaan,

Hasil nilai tundaan pada *software VISSIM* kondisi Alternatif 1 dapat dilihat di Tabel 5.20 berikut.

**Tabel 5.20 Hasil Analisis Tundaan yang Didapat pada *Software VISSIM* pada Alternatif 1**

|                                 | Tundaan (detik) |       |       |       |       |           |
|---------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|                                 | R12             | R52   | R55   | R67   | R70   | Rata-rata |
| Lengan Barat                    | 34,57           | 40,14 | 41,56 | 39,03 | 44,44 | 39,95     |
| Lengan Utara                    | 54,18           | 54,22 | 52,72 | 56,15 | 60,59 | 55,57     |
| Lengan Selatan                  | 33,93           | 36,04 | 32,75 | 34,41 | 35,60 | 34,54     |
| Lengan Timur                    | 36,30           | 37,03 | 38,56 | 45,75 | 36,41 | 38,81     |
| Bukaan Median ( <i>U-turn</i> ) | 3,11            | 1,85  | 2,00  | 2,28  | 2,17  | 2,28      |

### 3. Panjang Antrian,

Hasil dari panjang antrian pada *software VISSIM* kondisi Alternatif 1 dapat dilihat di Tabel 5.21 berikut.

**Tabel 5.21 Hasil Analisis Panjang Antrian yang Didapat pada *Software VISSIM* pada Alternatif 1**

|                | Panjang Antrian (m) |         |        |        |        |           |
|----------------|---------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|
|                | R12                 | R52     | R55    | R67    | R70    | Rata-rata |
| Lengan Barat   | 119,25              | 110,049 | 107,64 | 109,68 | 103,75 | 110,16    |
| Lengan Utara   | 121,30              | 78,85   | 89,22  | 83,65  | 89,22  | 92,45     |
| Lengan Selatan | 152,82              | 186,32  | 173,66 | 152,10 | 162,30 | 165,44    |
| Lengan Timur   | 142,59              | 139,40  | 131,69 | 232,33 | 160,01 | 161,21    |

### 4. Kecepatan.

Hasil dari kecepatan *software VISSIM* pada kondisi Alternatif 1 dapat dilihat di Tabel 5.22 berikut.

**Tabel 5.22 Hasil Kecepatan yang Didapat pada *Software VISSIM* pada Alternatif 1**

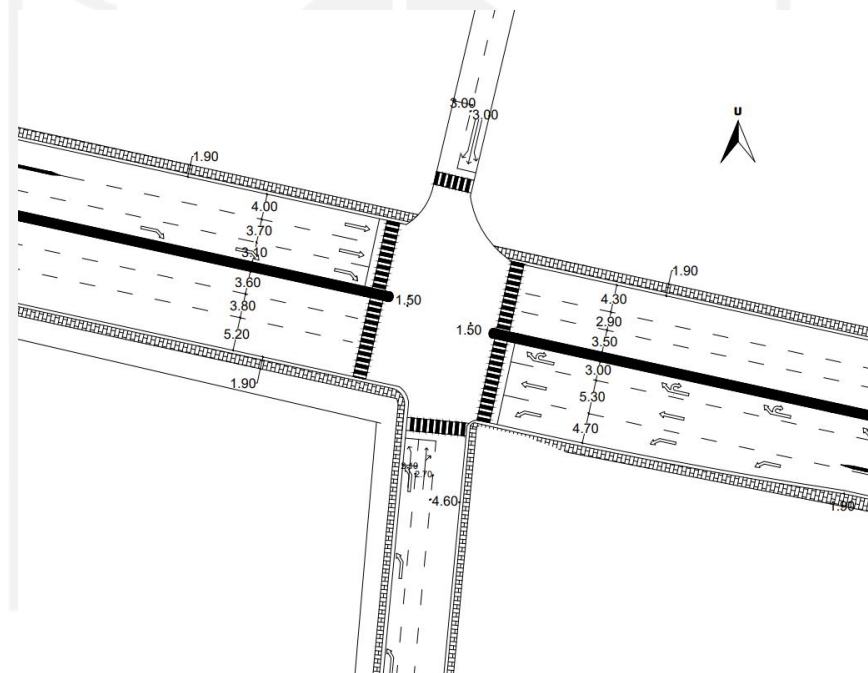
|                | Kecepatan (km/jam) |       |       |       |       |           |
|----------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|                | R12                | R52   | R55   | R67   | R70   | Rata-rata |
| Lengan Barat   | 41,59              | 43,52 | 41,61 | 42,29 | 41,96 | 42,19     |
| Lengan Utara   | 32,84              | 33,04 | 32,89 | 33,25 | 32,9  | 32,98     |
| Lengan Selatan | 37,40              | 28,55 | 35,06 | 44,93 | 35,8  | 36,35     |
| Lengan Timur   | 44,54              | 44,85 | 44,75 | 44,53 | 44,65 | 44,66     |

5.7 A  
n  
a  
l  
i

### **sis Kinerja Simpang Bersinyal Alternatif 2 dengan Menggunakan Metode Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997**

Alternatif 2 pada penelitian ini sama dengan alternatif 1 yaitu dengan memindahkan putaran balik di simpang bersinyal pada lengan Timur dan merubah geometri simpang pada lengan Timur. Perbedaan pada alternatif 2 adalah geometri

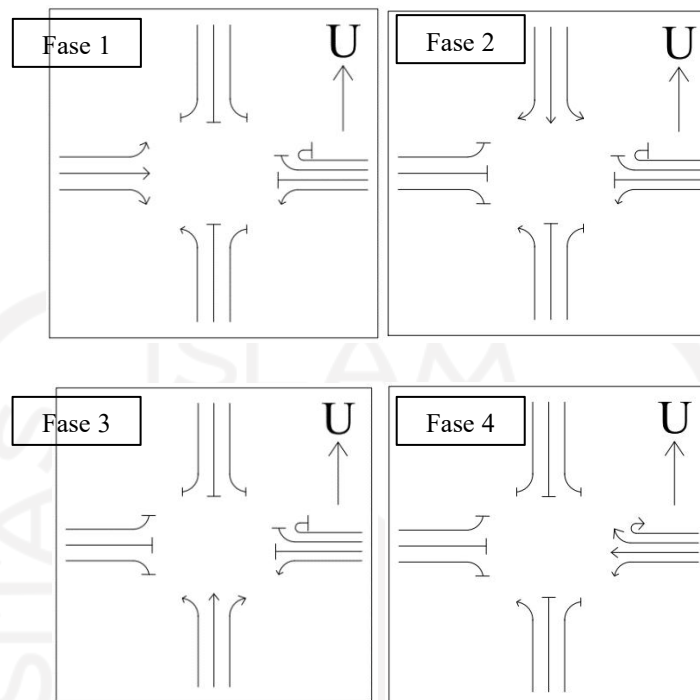
simpang lengan Timur dimana sebelumnya lajur 1 dan lajur 2 memiliki lebar 3,5 meter dan 4,5 meter berubah menjadi 3,0 meter pada lajur 1 dan 5,3 meter untuk lajur 2. Pada alternatif 2 ini perubahan geomteri lajur 1 lebih kecil dan lajur 2 lebih besar dibanding alternatif 1. Kemudian untuk lajur 3 mengalami perubahan geometri juga yang semula 5,3 meter menjadi 4,70 meter. Pada alternatif 2 ditambahkan rambu arah pada marka jalan pada lengan Barat, lengan Selatan dan lengan Timur supaya tidak menghambat kendaraan ketika mengambil keputusan untuk melakukan perubahan arah yang ditempatkan pada jarak tertentu. Berikut ini adalah gambaran geometri pada simpang UPN alternatif 2 yang terdapat pada Gambar 5.34.



**Gambar 5.34 Geometri Simpang Alternatif 2**

Pada pengaturan lalu lintas simpang alternatif 2 terjadi penambahan fase pada simpang UPN sama dengan fase di alternatif 1. Berikut adalah penambahan fase pada lalu lintas simpang alternatif 2 yang di ilustrasikan Gambar 5.35.





**Gambar 5.35 Fase 1 dan Fase 2 Kondisi Alternatif 2**

#### 5.7.1 Hasil Analisis Perhitungan Kondisi Alternatif 2 dengan Menggunakan Metode Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997

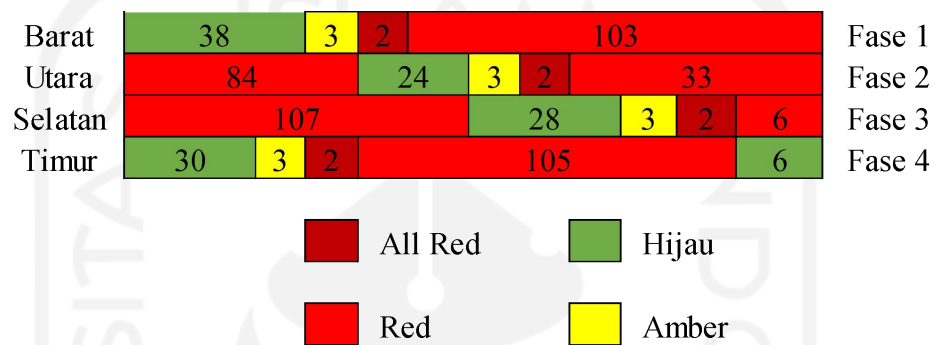
Perhitungan analisis kondisi alternatif 2 sama dengan alternatif 1 Berikut adalah hasil perhitungan, data waktu simpang bersinyal dan diagram sinyal alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.23, Tabel 5.24 dan Gambar 5.37.

**Tabel 5.23 Rekapitulasi Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi Alternatif 2 dengan metode MKJI 1997**

| Kode Pendekat | Kapasitas (C) smp/jam | Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam | Derajat Kejenuhan (Ds) | Panjang Antrian (QL) Meter | Tundaan (D) det/smp |
|---------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|
| Barat         | 1724                  | 1510                         | 0,876                  | 80,13                      | 61,67               |
| Utara         | 447                   | 385                          | 0,862                  | 82,38                      | 83,02               |
| Selatan       | 651                   | 574                          | 0,882                  | 140,44                     | 77,99               |
| Timur         | 2286                  | 2034                         | 0,890                  | 144,91                     | 62,35               |

**Tabel 5.24 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang UPN Alternatif 2**

| Pendekat | Waktu Nyala (detik) |        |       |             | Waktu Siklus (detik) |
|----------|---------------------|--------|-------|-------------|----------------------|
|          | Hijau               | Kuning | Merah | Semua Merah |                      |
| Barat    | 38                  | 3      | 103   | 2           | 146                  |
| Utara    | 24                  | 3      | 117   | 2           | 146                  |
| Selatan  | 28                  | 3      | 113   | 2           | 146                  |
| Timur    | 36                  | 3      | 105   | 2           | 146                  |

**Gambar 5.37 Diagram Waktu Siklus Simpang UPN Alternatif 2**

### 5.7.2 Hasil Analisis Menggunakan *Software VISSIM* Alternatif 2

Berikut hasil dari analisis menggunakan *software VISSIM* alternatif 2.

#### 1. Validasi

Pada proses validasi menggunakan metode GEH dengan Persamaan 3.25. Berikut adalah contoh perhitungan pada validasi *VISSIM* pada alternatif 2 pada lengan Barat.

$$GEH = \sqrt{\frac{(Q_{simulated} - Q_{observed})^2}{0,5 \times (Q_{simulated} + Q_{observed})}}$$

$$GEH = \sqrt{\frac{(3752,8 - 3926)^2}{0,5 \times (3752,8 + 3926)}}$$

$$GEH = \frac{29998,24}{3839,40}$$

$$GEH = 2,8\%$$

Hasil validasi alternatif 2 pada permodelan *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut ini.

**Tabel 5.25 Hasil Validasi pada Alternatif 2**

| Lengan | R10             | R15  | R31  | R45  | R48  | Rata-rata | Volume Lapangan | Validasi (%) |
|--------|-----------------|------|------|------|------|-----------|-----------------|--------------|
|        | (Kendaraan/jam) |      |      |      |      |           |                 |              |
| Barat  | 3779            | 3921 | 3599 | 3884 | 3581 | 3752,8    | 3926            | 2,8%         |

**Tabel 5.25 Lanjutan Hasil Validasi pada Alternatif 2**

| Lengan  | R10             | R15  | R31  | R45  | R48  | Rata-rata | Volume Lapangan | Validasi (%) |
|---------|-----------------|------|------|------|------|-----------|-----------------|--------------|
|         | (Kendaraan/jam) |      |      |      |      |           |                 |              |
| Utara   | 1181            | 1223 | 1200 | 1184 | 1212 | 1199,2    | 1259            | 1,7%         |
| Selatan | 2780            | 2701 | 2705 | 2735 | 2780 | 2740,2    | 2800            | 1,1%         |
| Timur   | 5837            | 5956 | 5861 | 5853 | 5856 | 5872,6    | 6173            | 3,9%         |

## 2. Tundaan

Nilai tundaan pada permodelan *VISSIM* didapatkan dengan meletakkan *Vehicle Travel Time* di lengan simpang dan *u-turn*. Hasil nilai tundaan pada *software VISSIM* kondisi eksisting dapat dilihat di Tabel 5.28 berikut.

**Tabel 5.28 Hasil Analisis Tundaan yang Didapat pada *Software VISSIM* pada Alternatif 2**

|                                 | Tundaan (detik) |       |       |       |       |           |
|---------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|                                 | R10             | R15   | R31   | R45   | R48   | Rata-rata |
| Lengan Barat                    | 38,45           | 37,62 | 37,95 | 40,28 | 52,60 | 41,38     |
| Lengan Utara                    | 52,69           | 56,15 | 56,83 | 60,46 | 52,44 | 55,71     |
| Lengan Selatan                  | 30,39           | 31,53 | 33,67 | 32,48 | 35,01 | 32,62     |
| Lengan Timur                    | 22,80           | 22,26 | 25,43 | 23,41 | 24,52 | 23,68     |
| Bukaan Median ( <i>U-turn</i> ) | 1,48            | 1,67  | 1,08  | 2,43  | 1,34  | 1,60      |

### 3. Panjang Antrian

Panjang antrian diperoleh dengan meletakkan *Queue Counters*. Peletakan *Queue Counters* diaplikasikan pada tempat yang memungkinkan terjadi panjang antrian. Pada penelitian ini *Queue Counters* diletakan di dekat *traffic light* tiap lengan simpang dan di *u-turn*. Hasil dari panjang antrian pada *software VISSIM* kondisi eksisting dapat dilihat di Tabel 5.29 berikut.

**Tabel 5.29 Hasil Analisis Panjang Antrian yang Didapat pada *Software VISSIM* pada Alternatif 2**

|                | Panjang Antrian (m) |        |        |        |        |           |
|----------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|
|                | R10                 | R15    | R31    | R45    | R48    | Rata-rata |
| Lengan Barat   | 115,34              | 100,50 | 101,18 | 93,20  | 134,95 | 109,03    |
| Lengan Utara   | 121,71              | 108,31 | 104,99 | 134,65 | 78,03  | 109,54    |
| Lengan Selatan | 118,36              | 151,39 | 167,82 | 148,37 | 128,06 | 142,80    |
| Lengan Timur   | 89,24               | 176,32 | 209,47 | 214,53 | 139,10 | 165,73    |

### 4. Kecepatan

Kecepatan kendaraan pada permodelan *VISSIM* diperoleh dengan meletakkan *Vehicle Travel Time* di tiap lengan pendekat simpang. Hasil dari kecepatan *software VISSIM* pada kondisi eksisting dapat dilihat di Tabel 5.30 berikut.

**Tabel 5.30 Hasil Kecepatan yang Didapat pada *Software VISSIM* pada Alternatif 2**

|                | Kecepatan (km/jam) |       |       |       |       |           |
|----------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|                | R10                | R15   | R31   | R34   | R45   | Rata-rata |
| Lengan Barat   | 42,17              | 42,02 | 40,56 | 41,67 | 43,09 | 41,90     |
| Lengan Utara   | 31,53              | 32,55 | 32,45 | 31,90 | 32,63 | 32,22     |
| Lengan Selatan | 41,95              | 45,98 | 42,94 | 31,02 | 31,20 | 38,62     |
| Lengan Timur   | 44,92              | 27,99 | 23,85 | 26,12 | 33,19 | 31,21     |

## 5.8 Pembahasan

Berikut ini adalah pembahasan analisis kinerja simpang dan *u-turn* pada kondisi eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2.

### 5.8.1 Kinerja Simpang UPN pada Kondisi Eksisting

Pada kondisi eksisting simpang UPN dan putaran balik diketahui nilai yang telah didapatkan melalui analisis metode MKJI 1997, metode pedoman perencanaan putaran balik (*u-turn*) no. 06/BM/2005 dan pemodelan *software VISSIM*. Permasalahan yang terjadi pada kondisi eksisting baik pada simpang UPN dan putaran balik yang telah diketahui oleh hasil analisis adalah sebagai berikut:

#### 1. Kinerja Simpang

Pada analisis menggunakan metode MKJI 1997, kinerja simpang UPN menunjukkan jika derajat kejenuhannya tinggi dan panjang antrian kendaraan pada lengan selatan memiliki panjang antrian yang sangat panjang dari simpang UPN. Pada lengan selatan panjang antrian yang sangat panjang mengakibatkan berbagai hambatan terutama lengan tersebut merupakan pusat ekonomi yang sangat ramai dan berhimpitan. Berikut ini Tabel 5.29 menunjukkan hasil dari analisis kinerja simpang UPN menggunakan metode MKJI 1997.

**Tabel 5.29 Hasil Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting dengan metode MKJI 1997**

| Kode Pendekat | Kapasitas (C)<br>smp/jam | Arus Lalu Lintas (Q)<br>smp/jam | Derajat Kejenuhan (Ds) | Panjang Antrian (QL)<br>Meter | Tundaan (D)<br>det/smp |
|---------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Barat         | 1690                     | 1510                            | 0,893                  | 81,03                         | 63,47                  |
| Utara         | 450                      | 385                             | 0,856                  | 81,25                         | 81,37                  |
| Selatan       | 632                      | 574                             | 0,909                  | 145,26                        | 84,25                  |
| Timur         | 2195                     | 1942                            | 0,885                  | 147,90                        | 61,12                  |

Kinerja simpang UPN dengan pemodelan *software VISSIM* juga menunjukkan hasil dari tundaan, panjang antrian serta kecepatan kendaraan. Berikut ini adalah hasil dari pemodelan *software VISSIM* pada simpang UPN dan hubungan antara kecepatan dengan tingkat pelayanan jalan yang menunjukkan bahwa dibawah minimum acuan yang ditetapkan dalam Permenhub KM 14 tahun 2006. Berikut ini Tabel 5.30 dan Tabel 5.31 menunjukkan hasil tundaan, panjang antrian, kecepatan kendaraan pada pemodelan *software VISSIM*.

**Tabel 5.30 Hasil Tundaan dan Panjang Antrian *Software VISSIM* Kondisi Eksisting**

| Arah Ruas                       | Tundaan (detik) | Panjang Antrian (m) |
|---------------------------------|-----------------|---------------------|
| Lengan Barat                    | 41,52           | 109,67              |
| Lengan Utara                    | 52,60           | 77,30               |
| Lengan Selatan                  | 35,89           | 144,33              |
| Lengan Timur                    | 34,47           | 150,58              |
| Bukaan Median ( <i>U-turn</i> ) | 7,23            | 4,15                |

**Tabel 5.31 Hasil Kecepatan *Software VISSIM* Kondisi Eksisting**

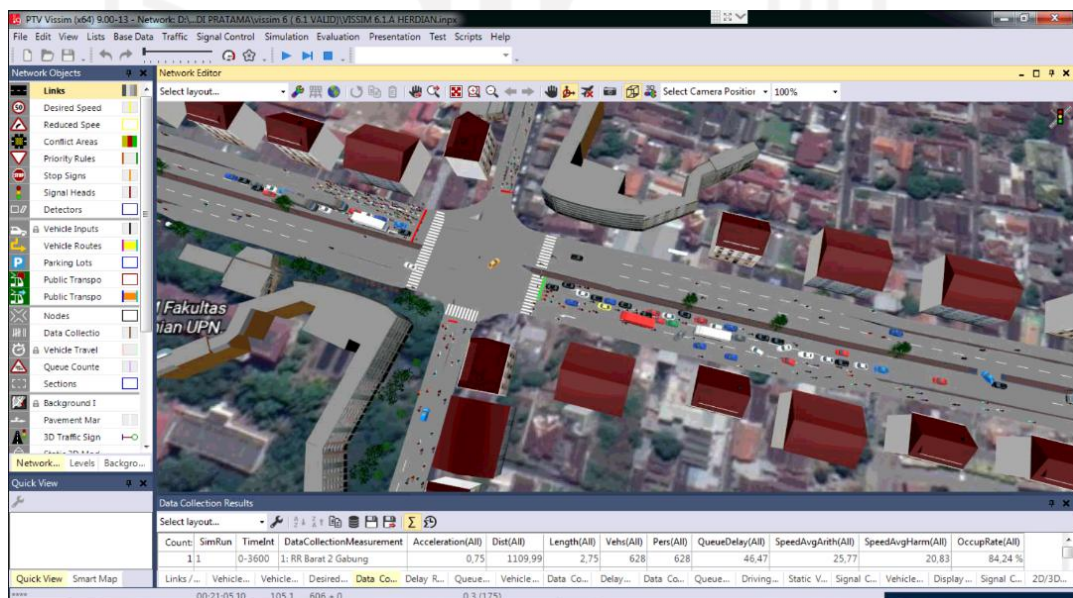
| Arah Lengan    | Rata-rata Kecepatan (km/jam) |
|----------------|------------------------------|
| Lengan Utara   | 33,14                        |
| Lengan Selatan | 35,18                        |
| Lengan Barat   | 46,98                        |
| Lengan Timur   | 45,73                        |

R  
idhwa  
n  
(2016)  
melak  
ukan  
penelit

ian mengenai kinerja simpang UPN dan mendapatkan hasil bahwa pada saat jam puncak menunjukkan bahwa kapasitas simpang pada kondisi jenuh dalam

menampung arus lalu lintas yang ada. Hal ini dapat diketahui dari nilai derajat kejenuhan yang didapat lebih besar dari 0,85 dan nilai tundaan rata-rata setiap lengan >60 det/smp. Didapat nilai tingkat pelayanannya F (buruk sekali) >60 det/smp, karena kondisi simpang bersinyal UPN ini sudah *over saturated* (lewat jenuh). Pada analisis yang sudah dilakukan juga menunjukkan hasil dari derajat kejenuhan juga didapat lebih besar dari 0,85 serta tundaan pada seluruh lengan simpang UPN melebihi 60 det/smp. Hal itu menunjukkan jika kinerja simpang UPN pada penelitian Ridhwan (2016) sama dengan kondisi saat ini.

Solusi yang dapat diberikan untuk memperbaiki kinerja simpang UPN yaitu dengan mengubah geometri pada simpang jika memungkinkan serta memindahkan putaran balik pada lengan Timur di simpang atau di tempat lain dan mengubah siklus waktu simpang. Sehingga efek dari perubahan tersebut dapat memperbaiki nilai dari derajat kejenuhan, panjang antrian kendaraan dan kecepatan kendaraan. Berikut ini adalah contoh pemodelan *software VISSIM* simpang UPN pada kondisi eksisting di jam puncak yang terdapat pada Gambar 5.38.



**Gambar 5.38 Kondisi Eksisting Simpang UPN (*VISSIM*) pada Menit 21.05**

## 2. Kinerja Putaran Balik (*U-turn*)

Berikut ini adalah kinerja putaran balik yang di analisis menggunakan metode MKJI 1997 dan *software VISSIM* terdapat pada Tabel 5.32.

**Tabel 5.32 Hasil Kinerja Putaran Balik**

| Analisis   | Analisis Putaran Balik (MKJI 1997) | <i>Software VISSIM</i> |
|--|------------------------------------|------------------------|
| Total Volume   | 699,95 smp/jam                     | 205 kendaraan/jam      |
| Volume Rata-rata Lalu Lintas Tiap Lajur Pada Lajur Lawan | 440,50 kendaraan/jam               | -                      |
| Panjang Antrean  | 1,13 meter                         | 4,15 meter             |
| Tundaan  | 5,07 detik                         | 7,23 detik             |

Pada analisis yang telah dilakukan baik MKJI 1997 dan *Software VISSIM* menunjukkan sesuai pengamatan bahwa dampak dari putaran balik yang berada pada sisi lengan Timur simpang UPN kurang efektif karena jarang di dimanfaatkan oleh pengguna jalan sebab terdapat bukaan median lain yang lebih strategis untuk berputar balik yang terdapat pada 1,3 KM sebelum *u-turn* yang akan diteliti, mengurangi kecepatan kendaraan dan memperpanjang antrian simpang.

#### 5.8.2 Kinerja Simpang UPN pada Kondisi Alternatif 1 dan Alternatif 2.

Pada kondisi eksisting simpang UPN dapat diketahui beberapa hal yang dapat diperbaiki untuk meningkatkan kinerja simpang yaitu dengan memindahkan putaran balik (*u-turn*), mengubah geometri simpang dan waktu siklus. Oleh sebab itu pada alternatif 1 dan alternatif 2 dilakukan simulasi/*trial* untuk memperbaiki kinerja dari simpang pada kondisi eksisting. Gagasan perubahan geometri yang dilakukan pada alternatif 1 dan alternatif 2 berkaca pada penelitian Gumelar (2019) yang merubah letak putaran balik, siklus waktu sinyal, serta geometri simpang Janti yang bertujuan untuk menurunkan derajat kejenuhan, panjang antrian serta tundaan dan memperbaiki kecepatan pada ruas Jl. Adisucipto Yogyakarta. Pada penelitian Gumelar (2019) hasil yang didapat dengan merubah letak putaran balik, siklus waktu sinyal, serta geometri simpang Janti tersebut mengakibatkan penurunan derajat



kejenuhan pada lengan Barat dan lengan Timur tetapi mengalami kenaikan pada lengan Selatan. Berikut adalah hasil dari alternatif-alternatif tersebut. Analisis kinerja pada kondisi simpang alternatif 1 didapatkan melalui perhitungan dengan metode MKJI 1997 dan pemodelan *software VISSIM*.

#### 1. Analisis Metode MKJI 1997

Pada analisis menggunakan metode MKJI 1997, kinerja simpang UPN dinilai dari kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan. Berikut ini adalah tabel dari hasil kinerja simpang UPN yang terdapat pada Tabel 5.33, Tabel 5.34, Tabel 5.35 dan Tabel 5.36.

**Tabel 5.33 Perbandingan Kinerja Simpang UPN MKJI 1997 (Kapasitas)**

| Kode Pendekat | Kapasitas (C) smp/jam |              |              |
|---------------|-----------------------|--------------|--------------|
|               | Kondisi Eksisting     | Alternatif 1 | Alternatif 2 |
| Barat         | 1690                  | 1710         | 1724         |
| Utara         | 450                   | 432          | 447          |
| Selatan       | 632                   | 652          | 651          |
| Timur         | 2195                  | 2307         | 2286         |

Kapasitas pada Alternatif 1 dan Alternatif 2 terjadi peningkatan dan penurunan seiring dengan perubahan geometri pada lengan Timur simpang UPN dan waktu siklus. Peningkatan kapasitas terjadi pada lengan Barat, lengan Selatan dan lengan Timur yang disebabkan oleh waktu hijau dan waktu siklus yang lebih panjang dari kondisi eksisting. Penurunan terjadi pada lengan Utara yang disebabkan oleh waktu hijau yang sama tetapi waktu siklus yang lebih panjang dari kondisi eksisting sehingga mengakibatkan kapasitas pada lengan tersebut turun.

**Tabel 5.34 Perbandingan Kinerja Simpang UPN MKJI 1997 (Panjang Antrean)**

| Kode Pendekat | Panjang Antrean (QL) Meter |              |              |
|---------------|----------------------------|--------------|--------------|
| Kondisi       | Eksisting                  | Alternatif 1 | Alternatif 2 |
| Barat         | 81,03                      | 83,70        | 80,13        |
| Utara         | 81,25                      | 88,85        | 82,38        |
| Selatan       | 145,26                     | 144,22       | 140,44       |
| Timur         | 147,9                      | 153,90       | 144,91       |

Pada panjang antrian alternatif 1 terjadi kenaikan pada lengan Barat, lengan Utara dan lengan Timur, lengan Selatan menunjukkan penurunan walaupun tidak banyak. Kenaikan panjang antrian terjadi karena penambahan waktu siklus yang lebih panjang dari kondisi eksisting. Panjang antrian lengan Selatan alternatif 2 ini lebih baik jika dibandingkan dengan alternatif 1 pada semua lengan simpang. Tetapi pada setiap lengan simpang alternatif 2 menunjukkan kenaikan jika dibandingkan pada kondisi eksisting karena penambahan volume kendaraan lengan timur dan waktu siklus yang berubah.

**Tabel 5.35 Perbandingan Kinerja Simpang UPN MKJI 1997 (Derajat Kejenuhan)**

| Kode Pendekat | Derajat Kejenuhan (Ds) |              |              |
|---------------|------------------------|--------------|--------------|
| Kondisi       | Eksisting              | Alternatif 1 | Alternatif 2 |
| Barat         | 0,893                  | 0,883        | 0,876        |
| Utara         | 0,856                  | 0,892        | 0,862        |
| Selatan       | 0,909                  | 0,881        | 0,882        |
| Timur         | 0,885                  | 0,882        | 0,890        |

Alternatif 1 menunjukkan jika derajat kejenuhannya dapat diperbaiki dengan meningkatkan kapasitas simpang yaitu dengan mengubah geometri simpang pada lengan Timur dan menghitung ulang waktu siklus supaya lebih panjang sehingga dapat menampung lebih banyak kendaraan. Alternatif 2 menunjukkan jika derajat kejenuhannya dapat diperbaiki dan jauh lebih baik dibandingkan kondisi eksisting. Hal ini disebabkan karena perubahan geometri simpang pada lengan Timur lebih

besar dari pada kondisis eksisting sehingga kapasitas simpang bertambah lebih besar serta pengaturan kembali waktu siklus pada alternatif 2 menjadi lebih panjang karena perubahan geometri tersebut.

**Tabel 5.36 Perbandingan Kinerja Simpang UPN MKJI 1997 (Tundaan)**

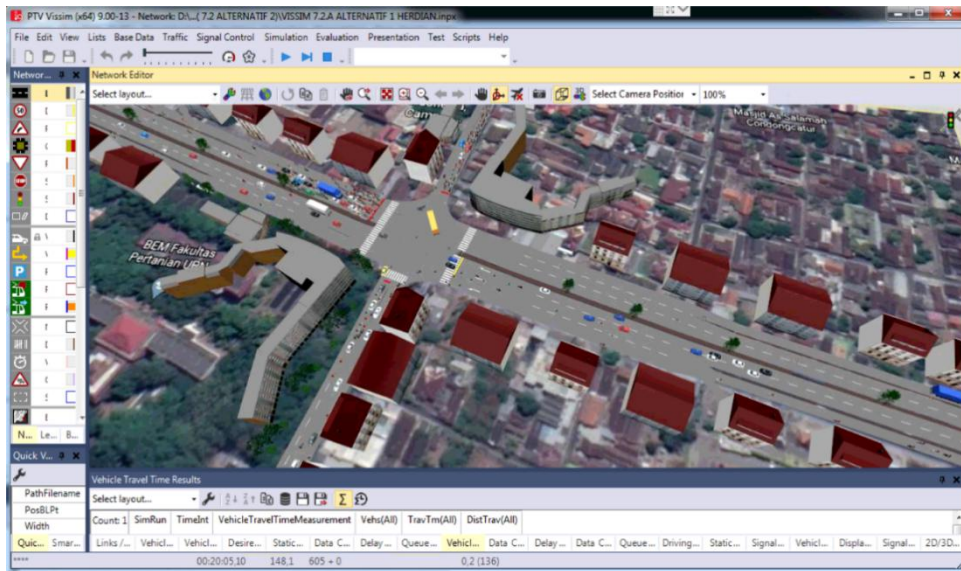
| Kode Pendekat | Tundaan ( <i>D</i> ) det/smp |              |              |
|---------------|------------------------------|--------------|--------------|
|               | Kondisi Eksisting            | Alternatif 1 | Alternatif 2 |
| Barat         | 63,47                        | 64,27        | 61,67        |
| Utara         | 81,37                        | 92,53        | 83,02        |
| Selatan       | 84,25                        | 79,66        | 77,99        |
| Timur         | 61,12                        | 62,53        | 62,35        |

Pada tundaan alternatif 1 terjadi kenaikan pada lengan Barat, lengan Utara dan lengan Timur, sementara lengan Selatan mengalami penurunan. Kenaikan tundaan terjadi pada setiap lengan kecuali pada lengan Selatan yang berarti kinerja simpang UPN. Pada alternatif 2 ini mengalami penurunan tundaan pada lengan Barat dan lengan Selatan. Kenaikan tundaan terjadi pada lengan Utara dan lengan Timur. Penelitian yang dilakukan oleh Ridhwan (2016) menyatakan bahwa tundaan yang tinggi mengakibatkan tidak efisien nya penggunaan BBM, jika di korelasikan dengan dua usulan alternatif tersebut maka alternatif 1 ini kurang efisien dari segi konsumsi BBM dan alternatif 2 ini lebih efisien dari segi konsumsi BBM dibandingkan alternatif 1.

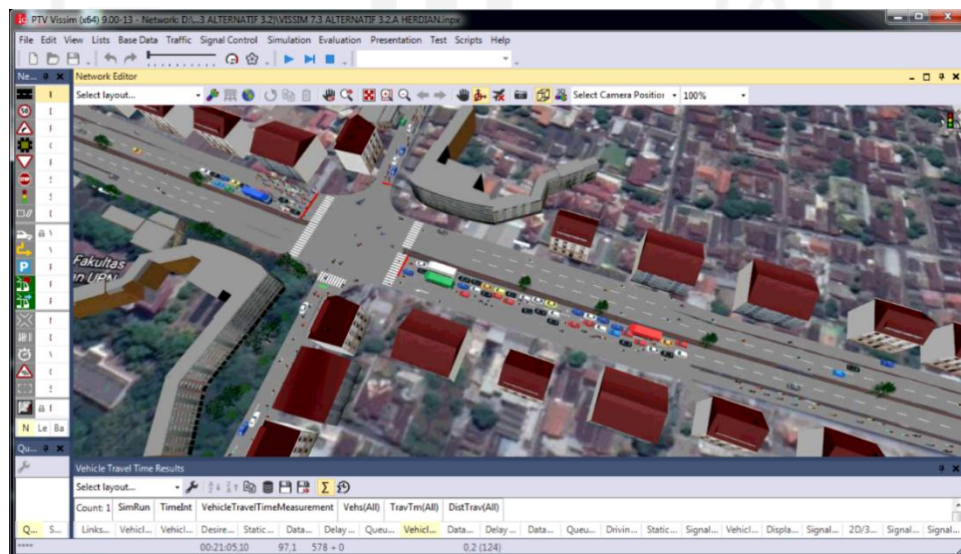
Perubahan geometri simpang UPN dan waktu siklus yang dilakukan pada kedua alternatif tersebut dalam analisis memakai metode MKJI 1997 berdampak positif dan negatif terhadap simpang UPN. Walaupun dalam perencanaannya sama-sama bertujuan untuk meningkatkan kinerja dari simpang UPN tersebut, dalam hasil yang didapat alternatif 2 menunjukkan hasil lebih baik dari pada alternatif 1.

## 2. Analisis Pemodelan *Software VISSIM* pada Kondisi Alternatif 1 dan Alternatif 2.

Berikut adalah keadaan dari kinerja simpang UPN pada alternatif 1 dan alternatif 2 yang terdapat pada Gambar 5.39 dan Gambar 5.40.



**Gambar 5.39 Kondisi Simpang UPN Alternatif 1 Permodelan *Software VISSIM* pada Menit 21.05**



**Gambar 5.40 Kondisi Simpang Alternatif 2 Permodelan *Software VISSIM* pada Menit 21.05**

Hasil dari analisis pemodelan menggunakan *software VISSIM* menunjukkan beberapa parameter kinerja simpang yaitu panjang antrian, tundaan dan kecepatan pada lengan. Berikut ini adalah tabel dari hasil kinerja simpang UPN menggunakan *software VISSIM* yang terdapat pada Tabel 5.37, Tabel 5.38, dan Tabel 5.39.

**Tabel 5.37 Perbandingan Kinerja Simpang UPN *Software VISSIM* (Panjang Antrian)**

| Kondisi                | Panjang Antrian |          |        |         |        |
|------------------------|-----------------|----------|--------|---------|--------|
|                        | <i>U-turn</i>   | Pendekat |        |         |        |
|                        |                 | Barat    | Utara  | Selatan | Timur  |
| <i>Eksisting</i>       |                 |          |        |         |        |
| Eksisting              | 5,38            | 104,48   | 74,84  | 139,64  | 146,12 |
| <i>Software VISSIM</i> |                 |          |        |         |        |
| Eksisting              | 7,23            | 109,67   | 77,30  | 144,33  | 150,58 |
| Alternatif 1           |                 | 110,16   | 92,45  | 165,44  | 161,21 |
| Alternatif 2           |                 | 109,03   | 109,54 | 142,80  | 165,73 |

Panjang antrian pada alternatif 1 dan alternatif 2 mengalami kenaikan pada setiap lengan karena penambahan kapasitas simpang yang dilakukan dengan mengubah geometri simpang dan mengubah waktu siklus simpang sehingga berakibat panjang antrian kendaraan semakin panjang. Panjang antrian pada alternatif 2 mengalami kenaikan yang signifikan karena perubahan arah kendaraan yang melakukan perpindahan dari lengan Timur ke lengan Utara dan berputar balik ditempatkan pada satu lajur tersendiri yaitu pada lajur 1 lengan Timur sehingga terjadi penumpukan antrian kendaraan. Pada alternatif 1 dan alternatif 2 panjang antrian *u-turn* tidak diperhitungkan karena posisi telah bergeser pada simpang dan menjadi satu dengan lengan Timur.

**Tabel 5.38 Perbandingan Kinerja Simpang UPN *Software VISSIM* (Tundaan)**

| Kondisi                | Tundaan  |       |         |       |               |
|------------------------|----------|-------|---------|-------|---------------|
|                        | Pendekat |       |         |       |               |
|                        | Barat    | Utara | Selatan | Timur | <i>U-turn</i> |
| <i>Software VISSIM</i> |          |       |         |       |               |
| Eksisting              | 41,52    | 52,60 | 35,89   | 34,47 | 7,23          |
| Alternatif 1           | 39,95    | 55,57 | 34,54   | 38,81 | 2,28          |
| Alternatif 2           | 41,38    | 55,71 | 32,62   | 33,68 | 1,60          |

Pada alternatif 1 tundaan memiliki perbaikan nilai lebih baik pada lengan Barat dan lengan Selatan sebesar 39,95 detik dan 34,54 detik. Sementara alternatif 2 pada lengan Barat, lengan Selatan dan lengan Timur sebesar 41,38 detik, 32,62 detik dan 23,68 detik. Kenaikan tundaan yang terjadi pada alternatif 1 terjadi pada lengan Utara dan lengan Timur sebesar 55,57 detik dan 38,81 detik. Sementara kenaikan tundaan pada alternatif 2 juga terjadi pada lengan Utara saja sebesar 55,71 detik. Tundaan pada *u-turn* yang dipindahkan pada simpang UPN mengalami penurunan dari pada kondisi eksisting. Hal ini menandakan bahwa kendaraan yang melakukan putaran balik pada alternatif 1 dan alternatif 2 akan merasa nyaman karena tundaan yang kecil. Tundaan pada *u-turn* yang paling kecil yaitu pada alternatif 2. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ridhwan (2016), Pada alternatif 2 yang menggunakan analisis pemodelan dengan *software VISSIM* ini lebih efisien dari segi konsumsi BBM dibandingkan alternatif 1.

**Tabel 5.39 Perbandingan Kinerja Simpang UPN *Software VISSIM* (Kecepatan)**

| Kecepatan Rata-rata Kendaraan pada Lengan Simpang UPN (Km/Jam) |              |                                     |                      |                      |                          |                          |
|--|--------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Lengan Simpang   | Hasil Survei | Kondisi Eksisting ( <i>VISSIM</i> ) | Kondisi Alternatif 1 | Kondisi Alternatif 2 | Prosentase Kenaikan pada | Prosentase Kenaikan pada |
|  |              |                                     |                      |                      |                          |                          |

|       |       |       |          |          |                         |                         |
|-------|-------|-------|----------|----------|-------------------------|-------------------------|
|       |       |       | (VISSIM) | (VISSIM) | VISSIM Alternatif 1 (%) | VISSIM Alternatif 2 (%) |
| Barat | 50,55 | 46,98 | 42,19    | 41,90    | -10,20%                 | -10,81%                 |

**Tabel 5.39 Lanjutan Perbandingan Kinerja Simpang UPN Software VISSIM (Kecepatan)**

| Kecepatan Rata-rata Kendaraan pada Lengan Simpang UPN (Km/Jam) |              |                            |                               |                               |  |  |
|--|--------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|--|
| Lengan Simpang   | Hasil Survei | Kondisi Eksisting (VISSIM) | Kondisi Alternatif 1 (VISSIM) | Kondisi Alternatif 2 (VISSIM) | Prosentase Kenaikan pada VISSIM Alternatif 1 (%) | Prosentase Kenaikan pada VISSIM Alternatif 2 (%) |
| Utara  | 33,49        | 33,14                      | 32,98                         | 32,22                         | -0,48%   | -2,78%   |
| Selatan  | 33,49        | 35,18                      | 36,35                         | 38,62                         | 3,33%  | 9,78%  |
| Timur  | 50,49        | 45,73                      | 44,65                         | 31,21                         | -2,36%   | -31,75%  |

Kecepatan kendaraan pada alternatif 1 dan alternatif 2 mengalami kenaikan dan penurunan. Pada alternatif 1 kenaikan kecepatan kendaraan terjadi pada lengan Selatan sebesar 36,35 km/jam. Sementara pada alternatif 2 kenaikan kecepatan kendaraan terjadi sama pada lengan Selatan juga yaitu sebesar 38,62 km/jam. Penurunan kecepatan kendaraan pada lengan Barat, lengan Utara dan lengan Selatan terjadi baik pada alternatif 1 dan alternatif 2. Pada alternatif 1 nilai dari lengan barat, lengan utara dan lengan selatan yaitu 42,19 km/jam, 32,98 km/jam dan 44,66 km/jam. Pada alternatif 2 nilai dari lengan Barat, lengan Utara dan lengan Selatan yaitu 41,9 km/jam, 32,22 km/jam dan 31,21 km/jam.

Pada penelitian Gumelar (2019) perubahan yang dilakukan terhadap simpang Janti berdampak signifikan karena rata-rata hasil yang di dapat menunjukkan perbaikan. Sementara pada simpang UPN yang memperbaiki kinerja simpang dengan alternatif-alternatif yang sama dengan merubah geometri simpang, memindahkan putaran balik dan mengubah waktu siklus kurang memberikan dampak yang signifikan walaupun terdapat beberapa parameter yang memiliki perbaikan dari segi tundaan, panjang antrian dan kecepatan kendaraan.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil survei dilapangan dan analisis dengan menggunakan metode Pedoman Perencanaan Putaran Balik 06/BM/2005, MKJI 1997, dan *software VISSIM* didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Berikut ini adalah hasil dari kinerja simpang UPN pada kondisi eksisting.
  - a. Hasil analisis menggunakan MKJI 1997 kinerja simpang UPN pada kondisi eksisting memiliki arus lalu lintas pada lengan Barat sebesar 1510 smp/jam, lengan Utara sebesar 385 smp/jam, lengan Selatan sebesar 574 smp/jam dan lengan Timur sebesar 1942 smp/jam. Kapasitas pada setiap lengan diketahui pada lengan Barat sebesar 1690 smp/jam, lengan Utara sebesar 450 smp/jam, lengan Selatan sebesar 632 smp/jam dan lengan Timur sebesar 2195 smp/jam. Derajat kejenuhan simpang UPN kondisi eksisting diketahui pada lengan Barat sebesar 0,893, lengan Utara sebesar 0,856, lengan Selatan sebesar 0,909 dan lengan Timur sebesar 0,885. Pada hasil survei kecepatan rata-rata setiap lengan pada simpang UPN didapat lengan Barat sebesar 50,55 km/jam, lengan Utara sebesar 33,49 km/jam, lengan Selatan sebesar 33,49 km/jam dan lengan Timur sebesar 50,49 km/jam. Panjang antrian lengan Barat sebesar 81,03 meter, lengan Utara sebesar 81,25 meter, lengan Selatan sebesar 145,26 meter dan lengan Timur sebesar 147,9 meter. Tundaan pada lengan Barat sebesar 63,47 det/smp, lengan Utara sebesar 81,37 det/smp, lengan Selatan sebesar 84,25 det/smp dan lengan Timur sebesar 61,12 det/smp. Kinerja *u-turn* pada kondisi eksisting memiliki volume kendaraan 699,95 smp/jam, volume rata-rata lalu lintas tiap lajur pada lajur lawan 440,50 kendaraan/jam, panjang antrian 1,13 meter dan tundaan 5,07 detik.



- b. Hasil analisis menggunakan *software VISSIM*, panjang antrian pada kondisi eksisting yaitu lengan Barat sebesar 109,67 meter, lengan Utara sebesar 77,3 meter, lengan Selatan sebesar 144,33 meter dan lengan Timur sebesar 150,58 meter. Tundaan pada kondisi eksisting *u-turn* sebesar 7,23 detik, lengan Barat sebesar 41,52 detik, lengan Utara sebesar 52,60 detik, lengan Selatan sebesar 35,89 detik dan lengan Timur sebesar 34,47 detik. Kecepatan pada kondisi eksisting lengan Barat sebesar 46,98 km/jam, lengan Utara sebesar 33,14 km/jam, lengan Selatan sebesar 35,18 km/jam dan lengan Timur sebesar 45,73 km/jam. Kinerja *u-turn* pada kondisi eksisting memiliki volume kendaraan 205 kendaraan/jam, panjang antrian 4,15 meter dan tundaan 7,23 detik.
2. Berikut ini adalah hasil dari kinerja simpang UPN pada alternatif 1 dan alternatif 2.
- a. Hasil kinerja simpang UPN alternatif 1.
- 1.) Hasil analisis menggunakan MKJI 1997 kinerja simpang UPN pada alternatif 1 memiliki arus lalu lintas pada lengan Barat sebesar 1510 smp/jam, lengan Utara sebesar 385 smp/jam, lengan Selatan sebesar 574 smp/jam dan lengan Timur sebesar 1942 smp/jam. Kapasitas pada setiap lengan diketahui pada lengan Barat sebesar 1690 smp/jam, lengan Utara sebesar 450 smp/jam, lengan Selatan sebesar 632 smp/jam dan lengan Timur sebesar 2195 smp/jam. Derajat kejenuhan simpang UPN kondisi eksisting diketahui pada lengan Barat sebesar 0,883, lengan Utara sebesar 0,892, lengan Selatan sebesar 0,881 dan lengan Timur sebesar 0,882. Panjang antrian pada lengan Barat sebesar 83,70 meter, lengan Utara sebesar 88,85 meter, lengan Selatan sebesar 142,22 meter dan lengan Timur sebesar 153,9 meter. Tundaan pada lengan Barat sebesar 64,27 det/smp, lengan Utara sebesar 92,53 det/smp, lengan Selatan sebesar 79,66 det/smp dan lengan Timur sebesar 62,53 det/smp.
- 2.) Hasil analisis menggunakan *software VISSIM*, panjang antrian pada alternatif 1 yaitu lengan Barat sebesar 110,16 meter, lengan Utara sebesar 92,45 meter, lengan Selatan sebesar 165,44 meter dan lengan Timur sebesar 161,21 meter. Tundaan pada kondisi eksisting *u-turn* sebesar 2,28 detik, lengan Barat sebesar 39,95 detik, lengan Utara sebesar 55,57 detik, lengan Selatan sebesar 34,54 detik dan lengan Timur sebesar 38,81 detik.

Kecepatan pada kondisi eksisting lengan Barat sebesar 42,19 km/jam, lengan Utara sebesar 32,98 km/jam, lengan Selatan sebesar 36,35 km/jam dan lengan Timur sebesar 44,66 km/jam. Kinerja *u-turn* pada kondisi eksisting memiliki volume kendaraan 205 kendaraan/jam dan tundaan 2,28 detik.

b. Hasil kinerja simpang UPN alternatif 2.

- 1.) Hasil analisis menggunakan MKJI 1997 kinerja simpang UPN pada alternatif 2 memiliki arus lalu lintas pada lengan Barat sebesar 1510 smp/jam, lengan Utara sebesar 385 smp/jam, lengan Selatan sebesar 574 smp/jam dan lengan Timur sebesar 2034 smp/jam. Kapasitas pada setiap lengan diketahui pada lengan Barat sebesar 1724 smp/jam, lengan Utara sebesar 447 smp/jam, lengan Selatan sebesar 651 smp/jam dan lengan Timur sebesar 2286 smp/jam. Derajat kejenuhan simpang UPN kondisi eksisting diketahui pada lengan Barat sebesar 0,876, lengan Utara sebesar 0,862, lengan Selatan sebesar 0,882 dan lengan Timur sebesar 0,890. Panjang antrian pada lengan Barat sebesar 80,13 meter, lengan Utara sebesar 82,38 meter, lengan Selatan sebesar 140,44 meter dan lengan Timur sebesar 144,91 meter. Tundaan pada lengan Barat sebesar 61,67 det/smp, lengan Utara sebesar 83,38 det/smp, lengan Selatan sebesar 77,99 det/smp dan lengan Timur sebesar 62,35 det/smp.
- 2.) Hasil analisis menggunakan *software VISSIM*, panjang antrian pada alternatif 2 yaitu lengan Barat sebesar 109,03 meter, lengan Utara sebesar 109,54 meter, lengan Selatan sebesar 142,80 meter dan lengan Timur sebesar 165,73 meter. Tundaan pada kondisi eksisting *u-turn* sebesar 1,60 detik, lengan Barat sebesar 41,38 detik, lengan Utara sebesar 55,71 detik, lengan Selatan sebesar 32,62 detik dan lengan Timur sebesar 23,68 detik. Kecepatan pada kondisi eksisting lengan Barat sebesar 41,90 km/jam, lengan Utara sebesar 32,22 km/jam, lengan Selatan sebesar 38,62 km/jam dan lengan Timur sebesar 31,21 km/jam. Kinerja *u-turn* pada kondisi eksisting memiliki volume kendaraan 205 kendaraan/jam dan tundaan 1,60 detik.

3. Perbandingan hasil kinerja simpang UPN setelah dilakukan rekayasa lalu lintas dengan menggunakan alternatif 1 dan alternatif 2 sebagai berikut.

a. Perbandingan hasil kinerja simpang UPN kondisi eksisting dengan alternatif 1.

1.) Alternatif 1 berdasarkan analisis dengan menggunakan metode MKJI 1997, terjadi penurunan dan kenaikan nilai derajat kejenuhan. Pada lengan Barat semula 0,893 menjadi 0,883. Lengan Utara semula 0,856 menjadi 0,892. Lengan Selatan semula 0,909 menjadi 0,881 dan lengan Timur semula 0,885 menjadi 0,882. Panjang antrian lengan Barat naik semula 81,03 meter menjadi 83,7 meter. Lengan Utara naik semula 81,25 meter menjadi 88,85 meter. Lengan Selatan turun dari 145,26 meter menjadi 144,22 meter dan lengan Timur naik semula 147,9 meter menjadi 153,9 meter. Nilai tundaan lengan Barat semula 63,47 detik menjadi 64,27 detik. Lengan Utara semula 81,37 detik menjadi 92,53 detik. Lengan Selatan semula 84,25 detik menjadi 79,66 detik dan lengan Timur semula 61,12 detik menjadi 62,53 detik.

2.) Alternatif 1 dengan analisis menggunakan *software VISSIM* memiliki kecepatan rata-rata pada lengan Barat turun -10,20% dari 46,98 km/jam menjadi 42,19 km/jam. Lengan Utara turun -0,48% dari 33,14 km/jam menjadi 32,98 km/jam. Lengan Selatan naik 3,33% dari 35,18 km/jam menjadi 36,35 km/jam. Lengan Timur turun -2,34% dari 42,49 km/jam menjadi 44,66 km/jam. Panjang antrian lengan Barat naik semula 109,67 meter menjadi 110,16 meter. Lengan Utara naik semula 77,3 meter menjadi 92,45 meter. Lengan Selatan naik semula 144,33 meter menjadi 165,44 meter. Lengan Timur naik semula 150,58 meter menjadi 161,21 meter. Nilai tundaan lengan Barat turun dari 41,52 detik menjadi 39,95 detik. Lengan Utara naik dari 52,60 detik menjadi 55,57 detik. Lengan Selatan turun dari 35,89 detik menjadi 34,54 detik. Lengan Timur naik dari 34,47 detik menjadi 38,81 detik. Kinerja *u-turn* pada kondisi eksisting memiliki volume kendaraan 205 kendaraan/jam dan tundaan semula 7,23 detik pada alternatif 1 menjadi 2,28 detik.

b. Perbandingan hasil kinerja simpang UPN kondisi eksisting dengan alternatif 2.

- 1.) Alternatif 2 berdasarkan analisis dengan menggunakan metode MKJI 1997, terjadi penurunan dan kenaikan nilai derajat kejenuhan. Pada lengan Barat semula 0,893 menjadi 0,876. Lengan Utara semula 0,856 menjadi 0,862. Lengan Selatan semula 0,909 menjadi 0,882 dan lengan Timur semula 0,885 menjadi 0,89. Panjang antrian lengan Barat turun semula 81,03 meter menjadi 80,13 meter. Lengan Utara naik semula 81,25 meter menjadi 82,38 meter. Lengan Selatan turun dari 145,26 meter menjadi 140,44 meter dan lengan Timur turun semula 147,9 meter menjadi 144,91 meter. Nilai tundaan lengan Barat semula 63,47 detik menjadi 61,67 detik. Lengan Utara semula 81,37 detik menjadi 83,02 detik. Lengan Selatan semula 84,25 detik menjadi 77,99 detik dan lengan Timur semula 61,12 detik menjadi 62,35 detik.
- 2.) Alternatif 2 dengan analisis menggunakan *software VISSIM* memiliki kecepatan rata-rata pada lengan Barat turun -10,81% dari 46,98 km/jam menjadi 41,19 km/jam. Lengan Utara turun -2,78% dari 33,14 km/jam menjadi 32,22 km/jam. Lengan Selatan naik 9,78% dari 35,18 km/jam menjadi 38,62 km/jam. Lengan Timur turun -31,75% dari 42,49 km/jam menjadi 31,21 km/jam. Panjang antrian lengan Barat turun semula 109,67 meter menjadi 109,03 meter. Lengan Utara naik semula 77,3 meter menjadi 109,54 meter. Lengan Selatan turun semula 144,33 meter menjadi 142,80 meter. Lengan Timur naik semula 150,58 meter menjadi 165,73 meter. Nilai tundaan lengan Barat turun dari 41,52 detik menjadi 39,95 detik. Lengan Utara naik dari 52,60 detik menjadi 55,57 detik. Lengan Selatan turun dari 35,89 detik menjadi 34,54 detik. Lengan Timur naik dari 34,47 detik menjadi 38,81 detik. Kinerja *u-turn* pada kondisi eksisting memiliki volume kendaraan 205 kendaraan/jam, dan tundaan semula 7,23 detik pada alternatif 2 menjadi 1,60 detik.

## 6.2 Saran

Setelah dilakukannya rekayasa lalu lintas berupa pemindahan fasilitas putaran balik (*u-turn*) pada simpang bersinyal dan dianalisis menggunakan metode MKJI

1997, Pedoman Perencanaan Putaran Balik 06/BM/2005, dan *software VISSIM*, berikut adalah saran untuk penelitian selanjutnya.

1. Membuat kajian ulang simpang UPN dari simpang sebidang menjadi simpang tidak sebidang dan mengenai letak fasilitas u-turn yang terdapat sepanjang ruas Jl. Padjajaran karena menyebabkan terjadinya konflik laulintas berupa terganggunya kecepatan rencana.
2. Pemindahan putaran balik (*u-turn*) pada simpang berdampak positif karena menurunkan tundaan. Hal ini dapat menjadi opsi untuk penempatan putaran balik (*u-turn*) pada Jl.Padjajaran (*Ring Road* Utara) atau jalan arteri lainnya.
3. Mengefektifkan penerapan sadar berkendara dengan patuh mengikuti instruksi arah kendaraan melalui rambu-rambu penunjuk arah untuk melakukan perpindahan lajur dan lengan pada simpang UPN.Penerapan tersebut dibantu dengan CCTV yang terintegrasi dengan e-tilang dari pihak kepolisian sehingga pengendara patuh pada petunjuk rambu untuk melakukan perpindahan lajur dan lengan simpang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bura, Y. P. (2016). *Analisis Pengaruh Fasilitas U-Turn Terhadap Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus U-Turn Jl. Laksda Adisucipto - Depan Hotel Sri Wedari)*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2005). *Perencanaan Putaran Balik (U-Turn)*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Fhadil, M. (2019). *Analisis Simpang Bersinyal dan Hubungan Panjang Antrian dan Waktu Tundaan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak ( Signalized Intersection Analysis and Relationship of Queue Length and Time Delay to Fuel Oil Consumption)*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Gumelar, A. (2019). *Pengaruh Bukaan Median (U-turn) Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus: Jalan Laksda Adisucipto Arah Barat-Timur)*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Gustavsson, F. (2007). *New Transportation Research*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Laboratorium Rekayasa Transportasi FTSP UII. (2015). *Materi/Modul Praktikum Mata Kuliah Rekayasa Lalu Lintas (+Praktikum) 3 SKS Kode Mata Kuliah 511 01 931*. Yogyakarta: Univesitas Islam Indonesia.
- Laboratorium Rekayasa Transportasi FTSP UII. (2018). *Modul PTV VISSIM, Modeling Basic Using Microscopic Traffic Flow Simulation*. Yogyakarta: Univesitas Islam Indonesia.
- Mardinata, L. A. (2015). *Pengaruh U-Turn (Putar Balik Arah) Terhadap Kinerja Arus Lalu Lintas Ruas Jalan Raden Eddy Martadinata*. Samarinda: Universitas 17 Agustus 1945.

- Munawar, A. (2009). Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalana Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 99-108.
- Munawar, A. (2014). *Manajemen Lalulintas Perkotaan*. Jogjakarta: Beta Offset.
- Ridhwan, C. M. (2016, Februari 3). *Penyediaan Fasilitas Sepeda Motor dan Fasilitas Putar Balik di Simpang UPN Yogyakarta*. Diambil kembali dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/102715>
- Romadhona, P. J. (2018). Analisis Dampak Gang pada Putaran Balik Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Affandi Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Rekayasa (JTERA)*, 29-38.
- Widiyanto, D. R. (2015). *Analisis Kinerja Putaran Balik (U-TURN) (Studi Kasus: U-Turn Jalan Lingkar Utara Yogyakarta)*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

The background features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized green and white floral or leaf-like design in the center. The word "ISLAM" is written in a serif font above the emblem, and "INDONESIA" is written vertically on both the left and right sides of the shield. Below the shield, the university's name is written in Arabic calligraphy: "الجامعة الإسلامية الأندونيسية".

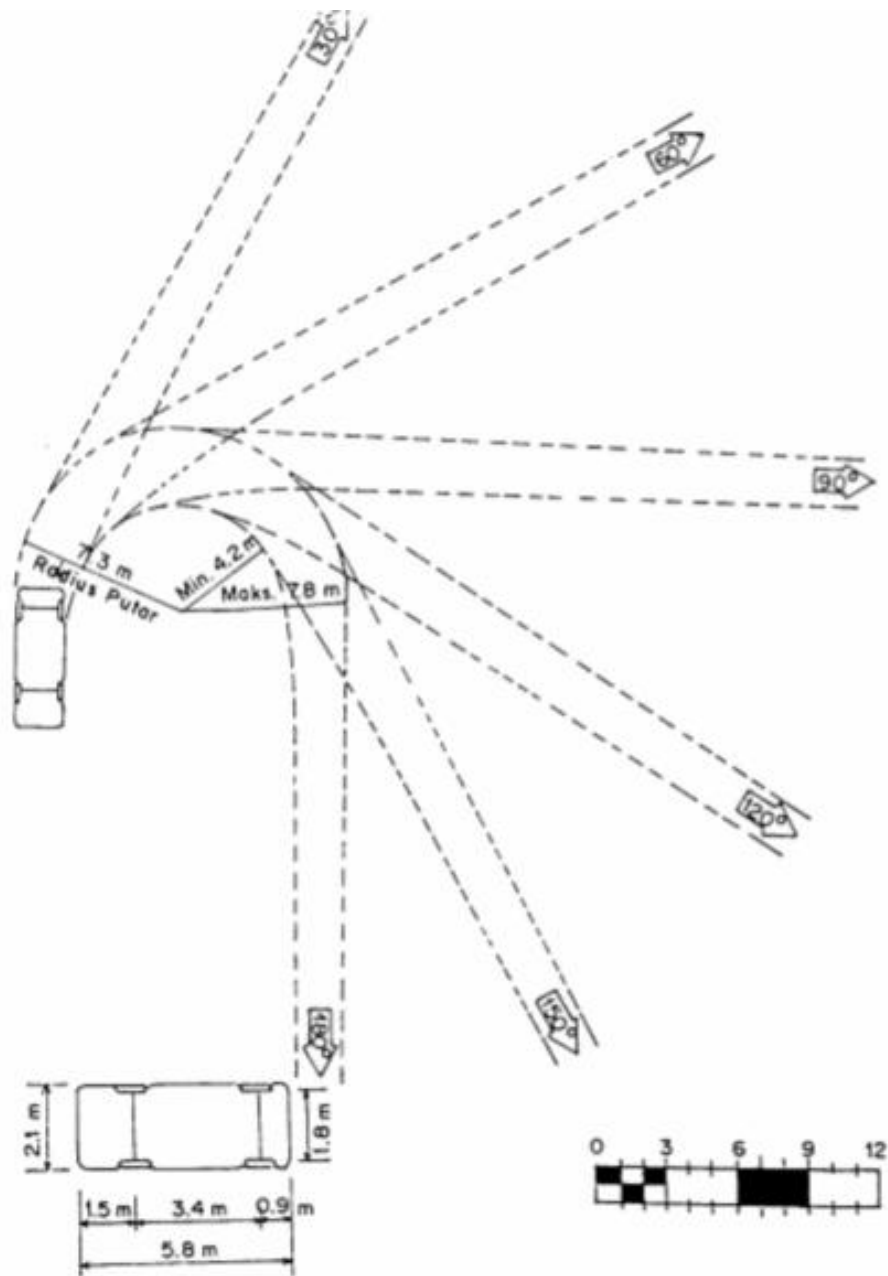
# LAMPIRAN 1

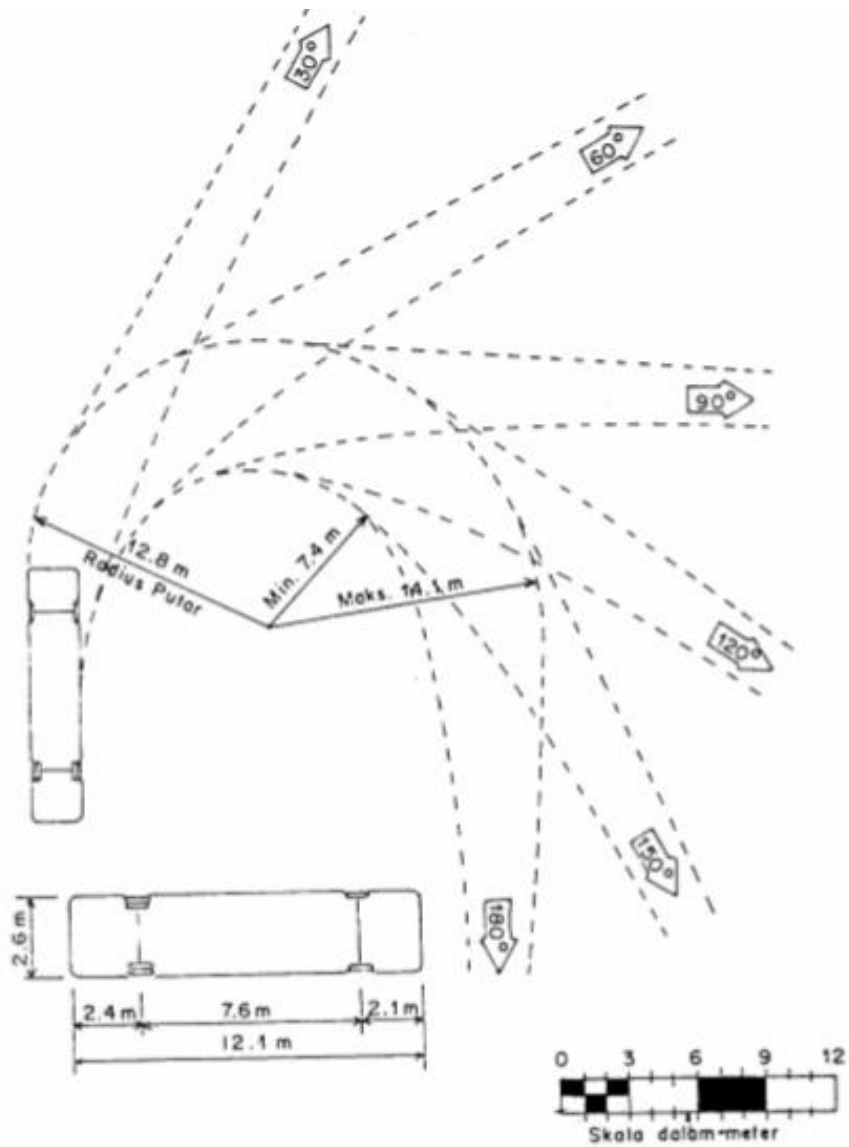
*Time Schedule dan Jari - jari Manuver Kendaraan*

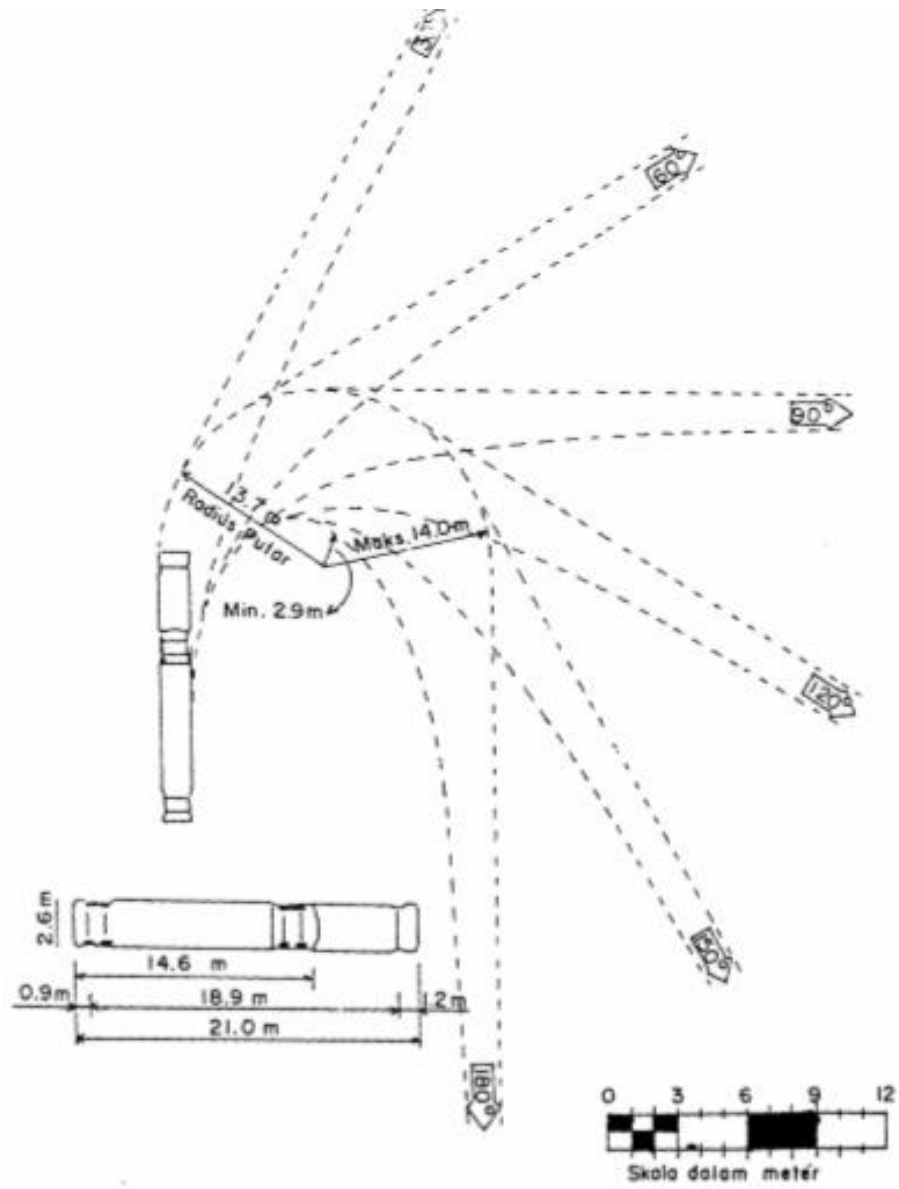


## Time Schedule

|                                |  | Bulan                            |           | Februari |   | Maret |    |    |    | April |    |    |    | Mei |    |     |     | Juni |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|----------------------------------|-----------|----------|---|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-----|----|-----|-----|------|-----|-----|-----|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                |  | Minggu Ke                        |           | 3        | 4 | 1     | 2  | 3  | 4  | 1     | 2  | 3  | 4  | 1   | 2  | 3   | 4   | 1    | 2   | 3   | 4   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| NO                             | Kegiatan   | Jam Kerja                        | Bobot (%) |          |   |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                              | <b>PERSIAPAN</b>                                     |                                  |           |          |   |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Persiapan survei                                     | 4                                | 2,94      | 2        | 2 |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Konultasi  | 2                                | 1,47      | 1        | 1 |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                              | <b>PENGAMBILAN DATA PRIMER</b>                       |                                  |           |          |   |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Survei Geometri Jalan                                | 1                                | 0,74      |          |   | 1     |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Survei Volume Lalu Lintas Simpang                    | 12                               | 8,82      |          |   | 6     | 6  |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Survei Volume Kendaraan <i>U-turn</i>                | 12                               | 8,82      |          |   | 6     | 6  |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Survey Waktu Tunggu Kendaraan <i>U-turn</i>          | 6                                | 4,41      |          |   | 3     | 3  |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Survey Panjang Antrean dan Tundaan                   | 6                                | 4,41      |          |   | 3     | 3  |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Survey Driving Behavior                              | 4                                | 2,94      |          |   | 2     | 2  |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Survei <i>Speed Gun</i> /Kecepatan                   | 2                                | 1,47      |          |   | 1     | 1  |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | 3  | <b>PENGAMBILAN DATA SEKUNDER</b> |           |          |   |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Peta Lokasi Penelitian         |  | 1                                | 0,74      |          |   |       |    | 1  |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Literatur Penunjang Penelitian |  | 2                                | 1,47      |          |   |       |    | 2  |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>ANALISIS DATA</b>           |  |                                  |           |          |   |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Analisis Kinerja Eksisting     |  | 18                               | 13,24     |          |   |       |    | 6  | 6  | 6     |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                              | Analisis Alternatif Modifikasi <i>u-turn</i>         | 18                               | 13,24     |          |   |       |    |    |    | 6     | 6  | 6  |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Modifikasi | 18                               | 13,24     |          |   |       |    |    |    |       |    | 6  | 6  | 6   |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | <b>PENYUSUNAN LAPORAN</b>                            |                                  |           |          |   |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    |     |     |      |     |     |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                              | Laporan Akhir  | 30                               | 22,06     |          |   |       |    |    |    |       |    |    |    |     |    | 1   | 1   | 7    | 7   | 7   | 7   | 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                | <b>TOTAL</b>   | 136                              | 100       | 3        | 3 | 22    | 21 | 3  | 6  | 6     | 6  | 6  | 6  | 6   | 6  | 6   | 7   | 7    | 7   | 7   | 7   | 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                |  |                                  |           | 3        | 6 | 28    | 49 | 52 | 58 | 64    | 70 | 76 | 82 | 88  | 94 | 101 | 108 | 115  | 122 | 129 | 136 |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Jari - jari Manuver Kendaraan Kecil (Bina Marga, 1997)**

**Jari - jari Manuver Kendaraan Sedang (Bina Marga, 1997)**

**Jari - jari Manuver Kendaraan Berat (Bina Marga, 1997)**

The background features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with a central minaret-like structure. The word "ISLAM" is written in a serif font at the top of the shield. The words "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" are written vertically on the left and right sides of the shield, respectively. Below the shield, there is Arabic calligraphy in a stylized font.

# LAMPIRAN 2

*Survei Speed Gun / Kecepatan Arah Barat*

### Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Barat *Motorcycle*

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 20       | 3     | 0,9984       | 20,0321 |
| 2   | 23       | 3     | 0,9984       | 23,0369 |
| 3   | 23       | 3     | 0,9984       | 23,0369 |
| 4   | 25       | 3     | 0,9984       | 25,0401 |
| 5   | 25       | 3     | 0,9984       | 25,0401 |
| 6   | 25       | 3     | 0,9984       | 25,0401 |
| 7   | 25       | 3     | 0,9984       | 25,0401 |
| 8   | 27       | 3     | 0,9984       | 27,0433 |
| 9   | 27       | 3     | 0,9984       | 27,0433 |
| 10  | 28       | 3     | 0,9984       | 28,0449 |
| 11  | 28       | 3     | 0,9984       | 28,0449 |
| 12  | 29       | 3     | 0,9984       | 29,0465 |
| 13  | 29       | 3     | 0,9984       | 29,0465 |
| 14  | 29       | 3     | 0,9984       | 29,0465 |
| 15  | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 16  | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 17  | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 18  | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 19  | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 20  | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 21  | 31       | 3     | 0,9984       | 31,0497 |
| 22  | 31       | 3     | 0,9984       | 31,0497 |
| 23  | 31       | 3     | 0,9984       | 31,0497 |
| 24  | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 25  | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 26  | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 27  | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 28  | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 29  | 33       | 3     | 0,9984       | 33,0529 |
| 30  | 33       | 3     | 0,9984       | 33,0529 |
| 31  | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 32  | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 33  | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 34  | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 35  | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 36  | 35       | 3     | 0,9984       | 35,0561 |
| 37  | 35       | 3     | 0,9984       | 35,0561 |
| 38  | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 39  | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 40  | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 41  | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 42  | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 43  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 44  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 45  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 46  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 47  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 48  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 49  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 50  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 51  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 52  | 38       | 3     | 0,9984       | 38,061  |
| 53  | 38       | 3     | 0,9984       | 38,061  |
| 54  | 38       | 3     | 0,9984       | 38,061  |
| 55  | 38       | 3     | 0,9984       | 38,061  |
| 56  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 57  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 58  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 59  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 60  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 61  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 62  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 63  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 64  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 65  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 66  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 67  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 68  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 69  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 70  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 71  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 72  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 73  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 74  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 75  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 76  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 77  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 78  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 79  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 80  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 81  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 82  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 83  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 84  | 44       | 3     | 0,9984       | 44,0706 |
| 85  | 44       | 3     | 0,9984       | 44,0706 |
| 86  | 44       | 3     | 0,9984       | 44,0706 |
| 87  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 88  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 89  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 90  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 91  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 |
| 92  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 |
| 93  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 |
| 94  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 |
| 95  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 |
| 96  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 |
| 97  | 48       | 3     | 0,9984       | 48,077  |
| 98  | 48       | 3     | 0,9984       | 48,077  |
| 99  | 48       | 3     | 0,9984       | 48,077  |
| 100 | 49       | 3     | 0,9984       | 49,0786 |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Barat *Motorcycle***

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 101 | 49       | 3     | 0.9984       | 49.0786 |
| 102 | 50       | 3     | 0.9984       | 50.0802 |
| 103 | 50       | 3     | 0.9984       | 50.0802 |
| 104 | 51       | 3     | 0.9984       | 51.0818 |
| 105 | 51       | 3     | 0.9984       | 51.0818 |
| 106 | 51       | 3     | 0.9984       | 51.0818 |
| 107 | 52       | 3     | 0.9984       | 52.0834 |
| 108 | 52       | 3     | 0.9984       | 52.0834 |
| 109 | 52       | 3     | 0.9984       | 52.0834 |
| 110 | 53       | 3     | 0.9984       | 53.085  |
| 111 | 53       | 3     | 0.9984       | 53.085  |
| 112 | 54       | 3     | 0.9984       | 54.0866 |
| 113 | 55       | 3     | 0.9984       | 55.0882 |
| 114 | 55       | 3     | 0.9984       | 55.0882 |
| 115 | 55       | 3     | 0.9984       | 55.0882 |
| 116 | 57       | 3     | 0.9984       | 57.0914 |
| 117 | 59       | 3     | 0.9984       | 59.0947 |
| 118 | 60       | 3     | 0.9984       | 60.0963 |
| 119 | 61       | 3     | 0.9984       | 61.0979 |
| 120 | 64       | 3     | 0.9984       | 64.1027 |
| 121 | 64       | 3     | 0.9984       | 64.1027 |
| 122 | 67       | 3     | 0.9984       | 67.1075 |
| 123 | 68       | 3     | 0.9984       | 68.1091 |
| 124 | 70       | 3     | 0.9984       | 70.1123 |
| 125 | 80       | 3     | 0.9984       | 80.1283 |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Barat *Light Vehicle***

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 22       | 2     | 0.98744      | 22.2798 | 51  | 44       | 2     | 0.98744      | 44.5596 |
| 2   | 23       | 2     | 0.98744      | 23.2925 | 52  | 44       | 2     | 0.98744      | 44.5596 |
| 3   | 24       | 2     | 0.98744      | 24.3053 | 53  | 44       | 2     | 0.98744      | 44.5596 |
| 4   | 24       | 2     | 0.98744      | 24.3053 | 54  | 45       | 1     | 0.99858      | 45.064  |
| 5   | 25       | 1     | 0.99858      | 25.0355 | 55  | 45       | 2     | 0.98744      | 45.5724 |
| 6   | 26       | 2     | 0.98744      | 26.3307 | 56  | 45       | 2     | 0.98744      | 45.5724 |
| 7   | 26       | 2     | 0.98744      | 26.3307 | 57  | 45       | 2     | 0.98744      | 45.5724 |
| 8   | 26       | 2     | 0.98744      | 26.3307 | 58  | 45       | 2     | 0.98744      | 45.5724 |
| 9   | 26       | 2     | 0.98744      | 26.3307 | 59  | 46       | 1     | 0.99858      | 46.0654 |
| 10  | 30       | 1     | 0.99858      | 30.0426 | 60  | 46       | 1     | 0.99858      | 46.0654 |
| 11  | 30       | 2     | 0.98744      | 30.3816 | 61  | 46       | 1     | 0.99858      | 46.0654 |
| 12  | 31       | 2     | 0.98744      | 31.3943 | 62  | 46       | 2     | 0.98744      | 46.5851 |
| 13  | 32       | 2     | 0.98744      | 32.407  | 63  | 46       | 2     | 0.98744      | 46.5851 |
| 14  | 33       | 2     | 0.98744      | 33.4197 | 64  | 47       | 1     | 0.99858      | 47.0668 |
| 15  | 34       | 1     | 0.99858      | 34.0483 | 65  | 47       | 1     | 0.99858      | 47.0668 |
| 16  | 35       | 2     | 0.98744      | 35.4452 | 66  | 47       | 1     | 0.99858      | 47.0668 |
| 17  | 36       | 1     | 0.99858      | 36.0512 | 67  | 47       | 2     | 0.98744      | 47.5978 |
| 18  | 36       | 2     | 0.98744      | 36.4579 | 68  | 47       | 2     | 0.98744      | 47.5978 |
| 19  | 36       | 2     | 0.98744      | 36.4579 | 69  | 48       | 1     | 0.99858      | 48.0682 |
| 20  | 37       | 1     | 0.99858      | 37.0526 | 70  | 48       | 1     | 0.99858      | 48.0682 |
| 21  | 37       | 2     | 0.98744      | 37.4706 | 71  | 48       | 1     | 0.99858      | 48.0682 |
| 22  | 38       | 1     | 0.99858      | 38.054  | 72  | 48       | 1     | 0.99858      | 48.0682 |
| 23  | 38       | 2     | 0.98744      | 38.4833 | 73  | 48       | 1     | 0.99858      | 48.0682 |
| 24  | 38       | 2     | 0.98744      | 38.4833 | 74  | 48       | 1     | 0.99858      | 48.0682 |
| 25  | 38       | 2     | 0.98744      | 38.4833 | 75  | 48       | 2     | 0.98744      | 48.6105 |
| 26  | 39       | 1     | 0.99858      | 39.0554 | 76  | 48       | 2     | 0.98744      | 48.6105 |
| 27  | 39       | 2     | 0.98744      | 39.496  | 77  | 48       | 2     | 0.98744      | 48.6105 |
| 28  | 39       | 2     | 0.98744      | 39.496  | 78  | 48       | 2     | 0.98744      | 48.6105 |
| 29  | 39       | 2     | 0.98744      | 39.496  | 79  | 49       | 1     | 0.99858      | 49.0696 |
| 30  | 40       | 1     | 0.99858      | 40.0568 | 80  | 49       | 2     | 0.98744      | 49.6232 |
| 31  | 40       | 1     | 0.99858      | 40.0568 | 81  | 49       | 2     | 0.98744      | 49.6232 |
| 32  | 40       | 1     | 0.99858      | 40.0568 | 82  | 50       | 1     | 0.99858      | 50.0711 |
| 33  | 40       | 2     | 0.98744      | 40.5088 | 83  | 50       | 1     | 0.99858      | 50.0711 |
| 34  | 40       | 2     | 0.98744      | 40.5088 | 84  | 50       | 1     | 0.99858      | 50.0711 |
| 35  | 41       | 1     | 0.99858      | 41.0583 | 85  | 50       | 1     | 0.99858      | 50.0711 |
| 36  | 41       | 1     | 0.99858      | 41.0583 | 86  | 50       | 1     | 0.99858      | 50.0711 |
| 37  | 41       | 2     | 0.98744      | 41.5215 | 87  | 50       | 2     | 0.98744      | 50.636  |
| 38  | 41       | 2     | 0.98744      | 41.5215 | 88  | 50       | 2     | 0.98744      | 50.636  |
| 39  | 41       | 2     | 0.98744      | 41.5215 | 89  | 50       | 2     | 0.98744      | 50.636  |
| 40  | 42       | 1     | 0.99858      | 42.0597 | 90  | 51       | 1     | 0.99858      | 51.0725 |
| 41  | 42       | 1     | 0.99858      | 42.0597 | 91  | 51       | 1     | 0.99858      | 51.0725 |
| 42  | 42       | 2     | 0.98744      | 42.5342 | 92  | 51       | 1     | 0.99858      | 51.0725 |
| 43  | 42       | 2     | 0.98744      | 42.5342 | 93  | 51       | 1     | 0.99858      | 51.0725 |
| 44  | 42       | 2     | 0.98744      | 42.5342 | 94  | 51       | 1     | 0.99858      | 51.0725 |
| 45  | 42       | 2     | 0.98744      | 42.5342 | 95  | 51       | 1     | 0.99858      | 51.0725 |
| 46  | 43       | 1     | 0.99858      | 43.0611 | 96  | 51       | 1     | 0.99858      | 51.0725 |
| 47  | 43       | 2     | 0.98744      | 43.5469 | 97  | 51       | 1     | 0.99858      | 51.0725 |
| 48  | 43       | 2     | 0.98744      | 43.5469 | 98  | 51       | 2     | 0.98744      | 51.6487 |
| 49  | 43       | 2     | 0.98744      | 43.5469 | 99  | 51       | 2     | 0.98744      | 51.6487 |
| 50  | 44       | 1     | 0.99858      | 44.0625 | 100 | 51       | 2     | 0.98744      | 51.6487 |



**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Barat *Light Vehicle***

| No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 101 | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 | 151 | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 |
| 102 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 152 | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 |
| 103 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 153 | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 |
| 104 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 154 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 105 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 155 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 106 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 156 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 107 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 157 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 108 | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 158 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 109 | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 159 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 110 | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 160 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 111 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 161 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 112 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 162 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 113 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 163 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 114 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 164 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 115 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 165 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 116 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 166 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 117 | 53       | 2     | 0,98744      | 53,6741 | 167 | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 118 | 53       | 2     | 0,98744      | 53,6741 | 168 | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 119 | 53       | 2     | 0,98744      | 53,6741 | 169 | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 120 | 53       | 2     | 0,98744      | 53,6741 | 170 | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 121 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 | 171 | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 122 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 | 172 | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 123 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 | 173 | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 124 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 | 174 | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 125 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 | 175 | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 126 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 | 176 | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 127 | 54       | 2     | 0,98744      | 54,6868 | 177 | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 128 | 54       | 2     | 0,98744      | 54,6868 | 178 | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 129 | 54       | 2     | 0,98744      | 54,6868 | 179 | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 130 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 180 | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 131 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 181 | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 132 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 182 | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 133 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 183 | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 134 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 184 | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 135 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 185 | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 136 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 186 | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 |
| 137 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 187 | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 |
| 138 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 188 | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 |
| 139 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 189 | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 |
| 140 | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 | 190 | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 |
| 141 | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 | 191 | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 |
| 142 | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 | 192 | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 |
| 143 | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 | 193 | 59       | 2     | 0,98744      | 59,7504 |
| 144 | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 | 194 | 59       | 2     | 0,98744      | 59,7504 |
| 145 | 56       | 1     | 0,99858      | 56,0796 | 195 | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 |
| 146 | 56       | 1     | 0,99858      | 56,0796 | 196 | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 |
| 147 | 56       | 1     | 0,99858      | 56,0796 | 197 | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 |
| 148 | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 | 198 | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 |
| 149 | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 | 199 | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 |
| 150 | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 | 200 | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Barat *Light Vehicle***

| No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 201 | 60       | 2     | 0,98744      | 60,7631 |
| 202 | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 |
| 203 | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 |
| 204 | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 |
| 205 | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 |
| 206 | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 |
| 207 | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 |
| 208 | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 |
| 209 | 61       | 2     | 0,98744      | 61,7759 |
| 210 | 62       | 1     | 0,99858      | 62,0881 |
| 211 | 62       | 1     | 0,99858      | 62,0881 |
| 212 | 62       | 1     | 0,99858      | 62,0881 |
| 213 | 62       | 2     | 0,98744      | 62,7886 |
| 214 | 62       | 2     | 0,98744      | 62,7886 |
| 215 | 63       | 1     | 0,99858      | 63,0895 |
| 216 | 64       | 1     | 0,99858      | 64,091  |
| 217 | 64       | 2     | 0,98744      | 64,814  |
| 218 | 64       | 2     | 0,98744      | 64,814  |
| 219 | 64       | 2     | 0,98744      | 64,814  |
| 220 | 64       | 2     | 0,98744      | 64,814  |
| 221 | 65       | 1     | 0,99858      | 65,0924 |
| 222 | 65       | 1     | 0,99858      | 65,0924 |
| 223 | 65       | 2     | 0,98744      | 65,8267 |
| 224 | 65       | 2     | 0,98744      | 65,8267 |
| 225 | 66       | 1     | 0,99858      | 66,0938 |
| 226 | 66       | 1     | 0,99858      | 66,0938 |
| 227 | 66       | 2     | 0,98744      | 66,8395 |
| 228 | 67       | 1     | 0,99858      | 67,0952 |
| 229 | 67       | 1     | 0,99858      | 67,0952 |
| 230 | 67       | 1     | 0,99858      | 67,0952 |
| 231 | 68       | 1     | 0,99858      | 68,0966 |
| 232 | 68       | 2     | 0,98744      | 68,8649 |
| 233 | 68       | 2     | 0,98744      | 68,8649 |
| 234 | 69       | 1     | 0,99858      | 69,0981 |
| 235 | 69       | 1     | 0,99858      | 69,0981 |
| 236 | 69       | 1     | 0,99858      | 69,0981 |
| 237 | 71       | 1     | 0,99858      | 71,1009 |
| 238 | 72       | 1     | 0,99858      | 72,1023 |
| 239 | 72       | 1     | 0,99858      | 72,1023 |
| 240 | 74       | 1     | 0,99858      | 74,1052 |
| 241 | 74       | 1     | 0,99858      | 74,1052 |
| 242 | 75       | 1     | 0,99858      | 75,1066 |
| 243 | 76       | 1     | 0,99858      | 76,108  |
| 244 | 76       | 1     | 0,99858      | 76,108  |
| 245 | 76       | 1     | 0,99858      | 76,108  |
| 246 | 79       | 1     | 0,99858      | 79,1123 |
| 247 | 79       | 1     | 0,99858      | 79,1123 |
| 248 | 87       | 1     | 0,99858      | 87,1236 |

**Form Survei Speed Gun / Kecepatan Barat Heavy Vehicle**

| No. | HV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | HV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 29       | 2     | 0,98744      | 29,3689 | 31  | 50       | 2     | 0,98744      | 50,636  |
| 2   | 31       | 2     | 0,98744      | 31,3943 | 32  | 50       | 2     | 0,98744      | 50,636  |
| 3   | 34       | 1     | 0,99858      | 34,0483 | 33  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 |
| 4   | 36       | 2     | 0,98744      | 36,4579 | 34  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 |
| 5   | 38       | 1     | 0,99858      | 38,054  | 35  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 |
| 6   | 42       | 1     | 0,99858      | 42,0597 | 36  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 |
| 7   | 42       | 2     | 0,98744      | 42,5342 | 37  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 |
| 8   | 42       | 2     | 0,98744      | 42,5342 | 38  | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 |
| 9   | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 | 39  | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 |
| 10  | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 | 40  | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 |
| 11  | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 | 41  | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 |
| 12  | 43       | 2     | 0,98744      | 43,5469 | 42  | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 |
| 13  | 44       | 1     | 0,99858      | 44,0625 | 43  | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 |
| 14  | 44       | 1     | 0,99858      | 44,0625 | 44  | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 |
| 15  | 45       | 1     | 0,99858      | 45,064  | 45  | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 |
| 16  | 45       | 1     | 0,99858      | 45,064  | 46  | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 |
| 17  | 45       | 1     | 0,99858      | 45,064  | 47  | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 |
| 18  | 45       | 2     | 0,98744      | 45,5724 | 48  | 53       | 2     | 0,98744      | 53,6741 |
| 19  | 45       | 2     | 0,98744      | 45,5724 | 49  | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 |
| 20  | 45       | 2     | 0,98744      | 45,5724 | 50  | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 |
| 21  | 45       |       | 0,98744      | 45,5724 | 51  | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 |
| 22  | 46       | 2     | 0,98744      | 46,5851 | 52  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 23  | 47       | 1     | 0,99858      | 47,0668 | 53  | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 24  | 48       | 1     | 0,99858      | 48,0682 | 54  | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 25  | 48       | 2     | 0,98744      | 48,6105 | 55  | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 26  | 48       | 2     | 0,98744      | 48,6105 | 56  | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 27  | 48       | 2     | 0,98744      | 48,6105 | 57  | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 28  | 49       | 1     | 0,99858      | 49,0696 | 58  | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 |
| 29  | 49       | 1     | 0,99858      | 49,0696 | 59  | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 |
| 30  | 50       | 1     | 0,99858      | 50,0711 | 60  | 61       | 2     | 0,98744      | 61,7759 |
|     |          |       |              |         | 61  | 64       | 1     | 0,99858      | 64,091  |

الجامعة الإسلامية  
الاستاذ الدكتور



# LAMPIRAN 3

*Survei Speed Gun / Kecepatan Arah Utara*

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Utara *Motorcycle***

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 44       | 1     | 0,99875      | 44,055  | 51  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 2   | 43       | 1     | 0,99875      | 43,0537 | 52  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 3   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 53  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 4   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 54  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 5   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 55  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 6   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 56  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 7   | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 57  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 8   | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 58  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 9   | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 59  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 10  | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 60  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 11  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 61  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 12  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 62  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 13  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 63  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 14  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 64  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 15  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 65  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 16  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 66  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 17  | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 67  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 18  | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 68  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 19  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 69  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 20  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 70  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 21  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 71  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 22  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 72  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 23  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 73  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 24  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 74  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 25  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 75  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 26  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 76  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 27  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 77  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 28  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 78  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 29  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 79  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 30  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 80  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 31  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 81  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 32  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 82  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 33  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 83  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 34  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 84  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 35  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 85  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 36  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 86  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 37  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 87  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 38  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 88  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 39  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 89  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 40  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 90  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 41  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 91  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 42  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 92  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 43  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 93  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 44  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 94  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 45  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 95  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 46  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 96  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 47  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 97  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 48  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 98  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 49  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 99  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 50  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 100 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Utara *Motorcycle***

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 101 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 151 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 102 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 152 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 103 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 153 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 104 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 154 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 105 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 155 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 106 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 156 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 107 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 157 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 108 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 158 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 109 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 159 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 110 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 160 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 111 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 161 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 112 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 162 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 113 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 163 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 114 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 164 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 115 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 165 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 116 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 166 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 117 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 167 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 118 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 168 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 119 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 169 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 120 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 170 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 121 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 171 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 122 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 172 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 123 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 173 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 124 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 174 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 125 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 175 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 126 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 176 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 127 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 177 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 128 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 178 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 129 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 179 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 130 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 180 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 131 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 181 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 132 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 182 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 133 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 183 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 134 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 184 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 135 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 185 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 136 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 186 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 137 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 187 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 138 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 188 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 139 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 189 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 140 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 190 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 141 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 191 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 142 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 192 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 143 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 193 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 144 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 194 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 145 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 195 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 146 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |     |          |       |              |         |
| 147 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |     |          |       |              |         |
| 148 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |     |          |       |              |         |
| 149 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |     |          |       |              |         |
| 150 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |     |          |       |              |         |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Utara *Motorcycle***

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 196 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 197 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 198 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 199 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 200 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 201 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 202 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 203 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 204 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 205 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 206 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 207 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 208 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 209 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 210 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 211 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 212 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 213 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 214 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 215 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 216 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 217 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 218 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 219 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 220 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 221 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 222 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 223 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 224 | 25       | 1     | 0,99875      | 25,0312 |
| 225 | 25       | 1     | 0,99875      | 25,0312 |
| 226 | 25       | 1     | 0,99875      | 25,0312 |
| 227 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |
| 228 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |
| 229 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |
| 230 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Utara *Light Vehicle***

| No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 43       | 1     | 0,99875      | 43,0537 | 56  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 2   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 57  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 3   | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 58  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 4   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 59  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 5   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 60  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 6   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 61  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 7   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 62  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 8   | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 63  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 9   | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 64  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 10  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 65  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 11  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 66  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 12  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 67  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 13  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 68  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 14  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 69  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 15  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 70  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 16  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 71  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 17  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 72  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 18  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 73  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 19  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 74  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 20  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 75  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 21  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 76  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 22  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 77  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 23  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 78  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 24  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 79  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 25  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 80  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 26  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 81  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 27  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 82  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 28  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 83  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 29  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 84  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 30  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 85  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 31  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 86  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 32  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 87  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 33  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 88  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 34  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 89  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 35  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 90  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 36  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 91  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 37  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 92  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 38  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 93  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 39  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 94  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 40  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 95  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 41  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 96  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 42  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 97  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 43  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 98  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 44  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 99  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 45  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 100 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 46  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 101 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 47  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 102 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 48  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 103 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 49  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 104 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 50  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 105 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 51  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 106 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 52  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 107 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 53  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 108 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 54  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 109 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 55  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 110 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |



**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Utara *Light Vehicle***

| No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 111 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 112 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 113 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 114 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 115 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 116 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 117 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 118 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 119 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 120 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 121 | 30       | 2     | 0,98744      | 30,3816 |
| 122 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 123 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 124 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 125 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 126 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 127 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 128 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 129 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 130 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 131 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 132 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 133 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 134 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 135 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 136 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 137 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 138 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 139 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 140 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 141 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 142 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 143 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 144 | 29       | 2     | 0,98744      | 29,3689 |
| 145 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 146 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 147 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 148 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 149 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 150 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 151 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 152 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 153 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 154 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 155 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 156 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 157 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 158 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 159 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 160 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 161 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 162 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 163 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 164 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 165 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 166 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 167 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 168 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Utara *Heavy Vehicle***

| No. | HV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   |
| 2   | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 |
| 3   | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 |
| 4   | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 5   | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 6   | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 7   | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 8   | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 9   | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 10  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 11  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 12  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 13  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 14  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 15  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 16  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 17  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 18  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 19  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 20  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 21  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 22  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 23  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 24  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 25  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 26  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 27  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 28  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 29  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 30  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 31  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 32  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 33  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 34  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 35  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 36  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 37  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 38  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 39  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 40  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 41  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 42  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 43  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 44  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 45  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 46  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 47  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 48  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 49  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 50  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 51  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 52  | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 53  | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 54  | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 55  | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 56  | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 57  | 25       | 1     | 0,99875      | 25,0312 |

The background features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with a central minaret-like structure. The word "ISLAM" is written at the top, "UNIVERSITAS" on the left, and "INDONESIA" on the right. Below the shield, there is Arabic calligraphy.

# LAMPIRAN 4

*Survei Speed Gun / Kecepatan Arah Selatan*

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Selatan *Motorcycle***

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 44       | 1     | 0,99875      | 44,055  | 51  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 2   | 43       | 1     | 0,99875      | 43,0537 | 52  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 3   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 53  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 4   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 54  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 5   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 55  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 6   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 56  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 7   | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 57  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 8   | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 58  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 9   | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 59  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 10  | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 60  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 11  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 61  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 12  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 62  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 13  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 63  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  |
| 14  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 64  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 15  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 65  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 16  | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 66  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 17  | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 67  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 18  | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 68  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 19  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 69  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 20  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 70  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 21  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 71  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 22  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 72  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 23  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 73  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 24  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 74  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 25  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 75  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 26  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 76  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 27  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 77  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 28  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 78  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 29  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 79  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 30  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 80  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 31  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 81  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 32  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 82  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 33  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 83  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 34  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 84  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 35  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 85  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 36  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 86  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 37  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 87  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 38  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 88  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 39  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 89  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 40  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 90  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 41  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 91  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 42  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 92  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 43  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 93  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 44  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 94  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 45  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 95  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 46  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 96  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 47  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 97  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 48  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 98  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 49  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 99  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 50  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 100 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |

### Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Selatan *Motorcycle*

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 101 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 151 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 102 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 152 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 103 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 153 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 104 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 154 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 105 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 155 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 106 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 156 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 107 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 157 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 108 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 158 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 109 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 159 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 110 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 160 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 111 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 161 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 112 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 162 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 113 | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 163 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 114 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 164 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 115 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 165 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 116 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 166 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 117 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 167 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 118 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 168 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 119 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 169 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 120 | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 170 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 121 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 171 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 122 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 172 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 123 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 173 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 124 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 174 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 125 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 175 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 126 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 176 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 127 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 177 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 128 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 178 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 129 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 179 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 130 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 180 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 131 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 181 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 132 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 182 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 133 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 183 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 134 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 184 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 135 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 185 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 136 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 186 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 137 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 187 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 138 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 188 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 139 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 189 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 140 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 190 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 141 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 191 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 142 | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 192 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 143 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 193 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 144 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 194 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 145 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 195 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 146 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 196 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 147 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 197 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 148 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 198 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 149 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 199 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 150 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 200 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Selatan *Motorcycle***

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 201 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 202 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 203 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 204 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 205 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 206 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 207 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 208 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 209 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 210 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 211 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 212 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 213 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 214 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 215 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 216 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 217 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 218 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 219 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 220 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 221 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 222 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 223 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 224 | 25       | 1     | 0,99875      | 25,0312 |
| 225 | 25       | 1     | 0,99875      | 25,0312 |
| 226 | 25       | 1     | 0,99875      | 25,0312 |
| 227 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |
| 228 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |
| 229 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |
| 230 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |

### Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Selatan *Light Vehicle*

| No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 43       | 1     | 0,99875      | 43,0537 | 51  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 2   | 42       | 1     | 0,99875      | 42,0525 | 52  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 3   | 41       | 1     | 0,99875      | 41,0512 | 53  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 |
| 4   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 54  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 5   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 55  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 6   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 56  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 7   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 57  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 8   | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 58  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 9   | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 59  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 10  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 60  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 11  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 61  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 12  | 38       | 1     | 0,99875      | 38,0475 | 62  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 13  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 63  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 14  | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 64  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 15  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 65  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 16  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 66  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 17  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 67  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 18  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 68  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 19  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 69  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 20  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 70  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 21  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 71  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 22  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 72  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 23  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 73  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 24  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 74  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 25  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 75  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 26  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 76  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 27  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 77  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 28  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 78  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 |
| 29  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 79  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 30  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 80  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 31  | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 81  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 |
| 32  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 82  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 33  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 83  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 34  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 84  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 35  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 85  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 36  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 86  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 37  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 87  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 38  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 88  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 39  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 89  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 40  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 90  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 41  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 91  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 42  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 92  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 43  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 93  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 44  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 94  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 45  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 95  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 46  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 96  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 47  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 97  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 48  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 98  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 49  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 99  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 50  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 100 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Selatan *Light Vehicle***

| No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 101 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 135 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 102 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 136 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 103 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 137 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 104 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 138 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 105 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 139 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 106 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 140 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 107 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 141 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 108 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 142 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 109 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 143 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 110 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 144 | 29       | 2     | 0,98744      | 29,3689 |
| 111 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 145 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 112 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 146 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 113 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 147 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 114 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 148 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 115 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 149 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 116 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 150 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 117 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 151 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 118 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 152 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 119 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 153 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 120 | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 | 154 | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 121 | 30       | 2     | 0,98744      | 30,3816 | 155 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 122 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 156 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 123 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 157 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 124 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 158 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 125 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 159 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 126 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 160 | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 127 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 161 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 128 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 162 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 129 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 163 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 130 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 164 | 27       | 1     | 0,99875      | 27,0337 |
| 131 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 165 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 132 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 166 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 133 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 167 | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
| 134 | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 | 168 | 24       | 1     | 0,99875      | 24,03   |

الجامعة الإسلامية  
الاستاذ الدكتور



**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Barat *Heavy Vehicle***

| No. | HV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | HV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 40       | 1     | 0,99875      | 40,05   | 29  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   |
| 2   | 39       | 1     | 0,99875      | 39,0487 | 30  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 3   | 37       | 1     | 0,99875      | 37,0462 | 31  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 4   | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 32  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 5   | 36       | 1     | 0,99875      | 36,045  | 33  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 6   | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 34  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 7   | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 35  | 31       | 1     | 0,99875      | 31,0387 |
| 8   | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 36  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 9   | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 37  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 10  | 35       | 1     | 0,99875      | 35,0437 | 38  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 11  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 39  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 12  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 40  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 13  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 41  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 14  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 42  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 15  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 43  | 30       | 1     | 0,99875      | 30,0375 |
| 16  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 44  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 17  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 45  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 18  | 34       | 1     | 0,99875      | 34,0425 | 46  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 19  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 47  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 20  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 48  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 21  | 33       | 1     | 0,99875      | 33,0412 | 49  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 22  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 50  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 23  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 51  | 29       | 1     | 0,99875      | 29,0362 |
| 24  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 52  | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 25  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 53  | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 26  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 54  | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 27  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 55  | 28       | 1     | 0,99875      | 28,035  |
| 28  | 32       | 1     | 0,99875      | 32,04   | 56  | 26       | 1     | 0,99875      | 26,0325 |
|     |          |       |              |         | 57  | 25       | 1     | 0,99875      | 25,0312 |

# LAMPIRAN 5

*Survei Speed Gun / Kecepatan Arah Timur*

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Timur *Motorcycle***

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 80       | 3     | 0,9984       | 80,1283 | 51  | 46       | 3     | 0,9984       | 46,0738 |
| 2   | 70       | 3     | 0,9984       | 70,1123 | 52  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 3   | 68       | 3     | 0,9984       | 68,1091 | 53  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 4   | 63       | 3     | 0,9984       | 63,1011 | 54  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 5   | 61       | 3     | 0,9984       | 61,0979 | 55  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 6   | 61       | 3     | 0,9984       | 61,0979 | 56  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 7   | 61       | 3     | 0,9984       | 61,0979 | 57  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 8   | 60       | 3     | 0,9984       | 60,0963 | 58  | 45       | 3     | 0,9984       | 45,0722 |
| 9   | 60       | 3     | 0,9984       | 60,0963 | 59  | 44       | 3     | 0,9984       | 44,0706 |
| 10  | 59       | 3     | 0,9984       | 59,0947 | 60  | 44       | 3     | 0,9984       | 44,0706 |
| 11  | 58       | 3     | 0,9984       | 58,093  | 61  | 44       | 3     | 0,9984       | 44,0706 |
| 12  | 57       | 3     | 0,9984       | 57,0914 | 62  | 44       | 3     | 0,9984       | 44,0706 |
| 13  | 57       | 3     | 0,9984       | 57,0914 | 63  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 14  | 57       | 3     | 0,9984       | 57,0914 | 64  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 15  | 56       | 3     | 0,9984       | 56,0898 | 65  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 16  | 56       | 3     | 0,9984       | 56,0898 | 66  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 17  | 55       | 3     | 0,9984       | 55,0882 | 67  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 18  | 55       | 3     | 0,9984       | 55,0882 | 68  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 19  | 55       | 3     | 0,9984       | 55,0882 | 69  | 43       | 3     | 0,9984       | 43,069  |
| 20  | 55       | 3     | 0,9984       | 55,0882 | 70  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 21  | 55       | 3     | 0,9984       | 55,0882 | 71  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 22  | 55       | 3     | 0,9984       | 55,0882 | 72  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 23  | 54       | 3     | 0,9984       | 54,0866 | 73  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 24  | 53       | 3     | 0,9984       | 53,085  | 74  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 25  | 53       | 3     | 0,9984       | 53,085  | 75  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 26  | 53       | 3     | 0,9984       | 53,085  | 76  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 27  | 53       | 3     | 0,9984       | 53,085  | 77  | 42       | 3     | 0,9984       | 42,0674 |
| 28  | 53       | 3     | 0,9984       | 53,085  | 78  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 29  | 52       | 3     | 0,9984       | 52,0834 | 79  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 30  | 52       | 3     | 0,9984       | 52,0834 | 80  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 31  | 52       | 3     | 0,9984       | 52,0834 | 81  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 32  | 52       | 3     | 0,9984       | 52,0834 | 82  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 33  | 52       | 3     | 0,9984       | 52,0834 | 83  | 41       | 3     | 0,9984       | 41,0658 |
| 34  | 52       | 3     | 0,9984       | 52,0834 | 84  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 35  | 52       | 3     | 0,9984       | 52,0834 | 85  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 36  | 51       | 3     | 0,9984       | 51,0818 | 86  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 37  | 51       | 3     | 0,9984       | 51,0818 | 87  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 38  | 51       | 3     | 0,9984       | 51,0818 | 88  | 40       | 3     | 0,9984       | 40,0642 |
| 39  | 51       | 3     | 0,9984       | 51,0818 | 89  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 40  | 50       | 3     | 0,9984       | 50,0802 | 90  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 41  | 50       | 3     | 0,9984       | 50,0802 | 91  | 39       | 3     | 0,9984       | 39,0626 |
| 42  | 49       | 3     | 0,9984       | 49,0786 | 92  | 38       | 3     | 0,9984       | 38,061  |
| 43  | 48       | 3     | 0,9984       | 48,077  | 93  | 38       | 3     | 0,9984       | 38,061  |
| 44  | 48       | 3     | 0,9984       | 48,077  | 94  | 38       | 3     | 0,9984       | 38,061  |
| 45  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 | 95  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 46  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 | 96  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 47  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 | 97  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 48  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 | 98  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 49  | 47       | 3     | 0,9984       | 47,0754 | 99  | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |
| 50  | 46       | 3     | 0,9984       | 46,0738 | 100 | 37       | 3     | 0,9984       | 37,0594 |

### Form Survei Speed Gun / Kecepatan Timur Motorcycle

| No. | MC (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 101 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 102 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 103 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 104 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 105 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 106 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 107 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 108 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 109 | 36       | 3     | 0,9984       | 36,0578 |
| 110 | 35       | 3     | 0,9984       | 35,0561 |
| 111 | 35       | 3     | 0,9984       | 35,0561 |
| 112 | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 113 | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 114 | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 115 | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 116 | 34       | 3     | 0,9984       | 34,0545 |
| 117 | 33       | 3     | 0,9984       | 33,0529 |
| 118 | 33       | 3     | 0,9984       | 33,0529 |
| 119 | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 120 | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 121 | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 122 | 32       | 3     | 0,9984       | 32,0513 |
| 123 | 31       | 3     | 0,9984       | 31,0497 |
| 124 | 31       | 3     | 0,9984       | 31,0497 |
| 125 | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 126 | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 127 | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 128 | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 129 | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 130 | 30       | 3     | 0,9984       | 30,0481 |
| 131 | 29       | 3     | 0,9984       | 29,0465 |
| 132 | 29       | 3     | 0,9984       | 29,0465 |
| 133 | 29       | 3     | 0,9984       | 29,0465 |
| 134 | 28       | 3     | 0,9984       | 28,0449 |
| 135 | 28       | 3     | 0,9984       | 28,0449 |
| 136 | 28       | 3     | 0,9984       | 28,0449 |
| 137 | 27       | 3     | 0,9984       | 27,0433 |
| 138 | 25       | 3     | 0,9984       | 25,0401 |
| 139 | 25       | 3     | 0,9984       | 25,0401 |
| 140 | 25       | 3     | 0,9984       | 25,0401 |
| 141 | 25       | 3     | 0,9984       | 25,0401 |
| 142 | 23       | 3     | 0,9984       | 23,0369 |
| 143 | 23       | 3     | 0,9984       | 23,0369 |
| 144 | 21       | 3     | 0,9984       | 21,0337 |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Timur *Light Vehicle***

| No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 88       | 1     | 0,99858      | 88,1251 | 56  | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 |
| 2   | 79       | 1     | 0,99858      | 79,1123 | 57  | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 3   | 79       | 1     | 0,99858      | 79,1123 | 58  | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 4   | 77       | 1     | 0,99858      | 77,1094 | 59  | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 5   | 76       | 1     | 0,99858      | 76,108  | 60  | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 6   | 76       | 1     | 0,99858      | 76,108  | 61  | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 7   | 76       | 1     | 0,99858      | 76,108  | 62  | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 |
| 8   | 76       | 1     | 0,99858      | 76,108  | 63  | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 9   | 74       | 1     | 0,99858      | 74,1052 | 64  | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 10  | 73       | 1     | 0,99858      | 73,1037 | 65  | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 11  | 72       | 2     | 0,98744      | 72,9158 | 66  | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 12  | 71       | 1     | 0,99858      | 71,1009 | 67  | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 13  | 69       | 1     | 0,99858      | 69,0981 | 68  | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 |
| 14  | 69       | 1     | 0,99858      | 69,0981 | 69  | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 15  | 68       | 2     | 0,98744      | 68,8649 | 70  | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 16  | 68       | 1     | 0,99858      | 68,0966 | 71  | 57       | 2     | 0,98744      | 57,725  |
| 17  | 67       | 2     | 0,98744      | 67,8522 | 72  | 57       | 2     | 0,9984       | 57,0914 |
| 18  | 67       | 1     | 0,99858      | 67,0952 | 73  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 19  | 67       | 1     | 0,99858      | 67,0952 | 74  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 20  | 66       | 2     | 0,98744      | 66,8395 | 75  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 21  | 66       | 1     | 0,99858      | 66,0938 | 76  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 22  | 66       | 1     | 0,99858      | 66,0938 | 77  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 23  | 65       | 2     | 0,98744      | 65,8267 | 78  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 24  | 65       | 1     | 0,99858      | 65,0924 | 79  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 25  | 64       | 1     | 0,99858      | 64,091  | 80  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 26  | 64       | 1     | 0,99858      | 64,091  | 81  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 27  | 64       | 1     | 0,99858      | 64,091  | 82  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 28  | 63       | 1     | 0,99858      | 63,0895 | 83  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 29  | 62       | 2     | 0,98744      | 62,7886 | 84  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 30  | 62       | 2     | 0,98744      | 62,7886 | 85  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  |
| 31  | 62       | 2     | 0,98744      | 62,7886 | 86  | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 |
| 32  | 62       | 1     | 0,99858      | 62,0881 | 87  | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 |
| 33  | 62       | 1     | 0,99858      | 62,0881 | 88  | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 |
| 34  | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 | 89  | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 |
| 35  | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 | 90  | 56       | 2     | 0,98744      | 56,7123 |
| 36  | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 | 91  | 56       | 1     | 0,99858      | 56,0796 |
| 37  | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 | 92  | 56       | 1     | 0,99858      | 56,0796 |
| 38  | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 | 93  | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 |
| 39  | 61       | 1     | 0,99858      | 61,0867 | 94  | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 |
| 40  | 60       | 2     | 0,98744      | 60,7631 | 95  | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 |
| 41  | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 | 96  | 55       | 2     | 0,98744      | 55,6996 |
| 42  | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 | 97  | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 |
| 43  | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 | 98  | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 |
| 44  | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 | 99  | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 |
| 45  | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 | 100 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 |
| 46  | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 | 101 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 |
| 47  | 59       | 2     | 0,98744      | 59,7504 | 102 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 |
| 48  | 59       | 2     | 0,98744      | 59,7504 | 103 | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 |
| 49  | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 | 104 | 54       | 2     | 0,98744      | 54,6868 |
| 50  | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 | 105 | 54       | 2     | 0,98744      | 54,6868 |
| 51  | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 | 106 | 54       | 2     | 0,98744      | 54,6868 |
| 52  | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 | 107 | 54       | 2     | 0,98744      | 54,6868 |
| 53  | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 | 108 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 |
| 54  | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 | 109 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 |
| 55  | 59       | 1     | 0,99858      | 59,0839 | 110 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 |

### Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Timur *Light Vehicle*

| No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | LV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 111 | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 | 168 | 45       | 2     | 0,9984       | 45,0722 |
| 112 | 53       | 2     | 0,98744      | 53,6741 | 169 | 45       | 1     | 0,99858      | 45,064  |
| 113 | 53       | 2     | 0,98744      | 53,6741 | 170 | 44       | 2     | 0,98744      | 44,5596 |
| 114 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 171 | 44       | 2     | 0,98744      | 44,5596 |
| 115 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 172 | 44       | 2     | 0,9984       | 44,0706 |
| 116 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 173 | 43       | 2     | 0,98744      | 43,5469 |
| 117 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 174 | 43       | 2     | 0,98744      | 43,5469 |
| 118 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 175 | 43       | 2     | 0,98744      | 43,5469 |
| 119 | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 176 | 43       | 2     | 0,98744      | 43,5469 |
| 120 | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 177 | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 |
| 121 | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 178 | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 |
| 122 | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 179 | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 |
| 123 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 180 | 42       | 2     | 0,98744      | 42,5342 |
| 124 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 181 | 42       | 2     | 0,98744      | 42,5342 |
| 125 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 182 | 42       | 2     | 0,98744      | 42,5342 |
| 126 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 183 | 42       | 2     | 0,98744      | 42,5342 |
| 127 | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 184 | 42       | 1     | 0,99858      | 42,0597 |
| 128 | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 | 185 | 42       | 1     | 0,99858      | 42,0597 |
| 129 | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 | 186 | 42       | 1     | 0,99858      | 42,0597 |
| 130 | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 | 187 | 41       | 2     | 0,98744      | 41,5215 |
| 131 | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 | 188 | 41       | 2     | 0,98744      | 41,5215 |
| 132 | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 189 | 41       | 2     | 0,98744      | 41,5215 |
| 133 | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 190 | 41       | 1     | 0,99858      | 41,0583 |
| 134 | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 191 | 41       | 1     | 0,99858      | 41,0583 |
| 135 | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 192 | 40       | 2     | 0,98744      | 40,5088 |
| 136 | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 193 | 40       | 2     | 0,98744      | 40,5088 |
| 137 | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 194 | 40       | 1     | 0,99858      | 40,0568 |
| 138 | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 195 | 40       | 1     | 0,99858      | 40,0568 |
| 139 | 50       | 2     | 0,98744      | 50,636  | 196 | 40       | 1     | 0,99858      | 40,0568 |
| 140 | 50       | 1     | 0,99858      | 50,0711 | 197 | 40       | 1     | 0,99858      | 40,0568 |
| 141 | 50       | 1     | 0,99858      | 50,0711 | 198 | 39       | 2     | 0,98744      | 39,496  |
| 142 | 50       | 1     | 0,99858      | 50,0711 | 199 | 39       | 1     | 0,99858      | 39,0554 |
| 143 | 50       | 1     | 0,99858      | 50,0711 | 200 | 38       | 2     | 0,98744      | 38,4833 |
| 144 | 50       | 1     | 0,99858      | 50,0711 | 201 | 38       | 2     | 0,98744      | 38,4833 |
| 145 | 49       | 2     | 0,98744      | 49,6232 | 202 | 38       | 2     | 0,9984       | 38,061  |
| 146 | 49       | 2     | 0,98744      | 49,6232 | 203 | 38       | 1     | 0,99858      | 38,054  |
| 147 | 48       | 2     | 0,98744      | 48,6105 | 204 | 37       | 1     | 0,99858      | 37,0526 |
| 148 | 48       | 2     | 0,98744      | 48,6105 | 205 | 36       | 2     | 0,98744      | 36,4579 |
| 149 | 48       | 2     | 0,98744      | 48,6105 | 206 | 36       | 2     | 0,98744      | 36,4579 |
| 150 | 48       | 1     | 0,99858      | 48,0682 | 207 | 35       | 2     | 0,98744      | 35,4452 |
| 151 | 48       | 1     | 0,99858      | 48,0682 | 208 | 35       | 2     | 0,98744      | 35,4452 |
| 152 | 48       | 1     | 0,99858      | 48,0682 | 209 | 34       | 2     | 0,98744      | 34,4324 |
| 153 | 48       | 1     | 0,99858      | 48,0682 | 210 | 34       | 1     | 0,99858      | 34,0483 |
| 154 | 48       | 1     | 0,99858      | 48,0682 | 211 | 34       | 1     | 0,99858      | 34,0483 |
| 155 | 47       | 2     | 0,98744      | 47,5978 | 212 | 33       | 2     | 0,98744      | 33,4197 |
| 156 | 47       | 2     | 0,98744      | 47,5978 | 213 | 33       | 2     | 0,98744      | 33,4197 |
| 157 | 47       | 2     | 0,98744      | 47,5978 | 214 | 30       | 1     | 0,99858      | 30,0426 |
| 158 | 47       | 1     | 0,99858      | 47,0668 | 215 | 30       | 1     | 0,99858      | 30,0426 |
| 159 | 47       | 1     | 0,99858      | 47,0668 | 216 | 26       | 2     | 0,98744      | 26,3307 |
| 160 | 47       | 1     | 0,99858      | 47,0668 | 217 | 26       | 2     | 0,98744      | 26,3307 |
| 161 | 46       | 2     | 0,98744      | 46,5851 | 218 | 26       | 2     | 0,98744      | 26,3307 |
| 162 | 46       | 2     | 0,98744      | 46,5851 | 219 | 25       | 1     | 0,99858      | 25,0355 |
| 163 | 46       | 1     | 0,99858      | 46,0654 | 220 | 24       | 2     | 0,98744      | 24,3053 |
| 164 | 46       | 1     | 0,99858      | 46,0654 | 221 | 24       | 2     | 0,98744      | 24,3053 |
| 165 | 45       | 2     | 0,98744      | 45,5724 | 222 | 23       | 2     | 0,98744      | 23,2925 |
| 166 | 45       | 2     | 0,98744      | 45,5724 | 223 | 22       | 2     | 0,98744      | 22,2798 |
| 167 | 45       | 2     | 0,98744      | 45,5724 |     |          |       |              |         |

**Form Survei *Speed Gun* / Kecepatan Barat *Heavy Vehicle***

| No. | HV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      | No. | HV (kph) | Lajur | Cos $\alpha$ | UK      |
|-----|----------|-------|--------------|---------|-----|----------|-------|--------------|---------|
| 1   | 62       | 2     | 0,98744      | 62,7886 | 36  | 50       | 1     | 0,99858      | 50,0711 |
| 2   | 62       | 1     | 0,99858      | 62,0881 | 37  | 50       | 1     | 0,99858      | 50,0711 |
| 3   | 61       | 2     | 0,98744      | 61,7759 | 38  | 49       | 1     | 0,99858      | 49,0696 |
| 4   | 60       | 1     | 0,99858      | 60,0853 | 39  | 48       | 2     | 0,98744      | 48,6105 |
| 5   | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 | 40  | 48       | 1     | 0,99858      | 48,0682 |
| 6   | 58       | 2     | 0,98744      | 58,7377 | 41  | 46       | 2     | 0,98744      | 46,5851 |
| 7   | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 | 42  | 46       | 1     | 0,99858      | 46,0654 |
| 8   | 58       | 1     | 0,99858      | 58,0824 | 43  | 46       | 1     | 0,99858      | 46,0654 |
| 9   | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  | 44  | 45       | 2     | 0,98744      | 45,5724 |
| 10  | 57       | 1     | 0,99858      | 57,081  | 45  | 45       | 2     | 0,98744      | 45,5724 |
| 11  | 55       | 1     | 0,99858      | 55,0782 | 46  | 45       | 1     | 0,99858      | 45,064  |
| 12  | 54       | 2     | 0,98744      | 54,6868 | 47  | 45       | 1     | 0,99858      | 45,064  |
| 13  | 54       | 1     | 0,99858      | 54,0767 | 48  | 45       | 1     | 0,99858      | 45,064  |
| 14  | 53       | 2     | 0,98744      | 53,6741 | 49  | 44       | 1     | 0,99858      | 44,0625 |
| 15  | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 50  | 44       | 1     | 0,99858      | 44,0625 |
| 16  | 53       | 1     | 0,99858      | 53,0753 | 51  | 43       | 2     | 0,98744      | 43,5469 |
| 17  | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 52  | 43       | 2     | 0,98744      | 43,5469 |
| 18  | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 53  | 43       | 2     | 0,99858      | 43,069  |
| 19  | 52       | 2     | 0,98744      | 52,6614 | 54  | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 |
| 20  | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 55  | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 |
| 21  | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 56  | 43       | 1     | 0,99858      | 43,0611 |
| 22  | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 57  | 42       | 2     | 0,98744      | 42,5342 |
| 23  | 52       | 1     | 0,99858      | 52,0739 | 58  | 42       | 2     | 0,98744      | 42,5342 |
| 24  | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 | 59  | 42       | 2     | 0,99858      | 42,0674 |
| 25  | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 | 60  | 42       | 1     | 0,99858      | 42,0597 |
| 26  | 51       | 2     | 0,98744      | 51,6487 | 61  | 42       | 1     | 0,99858      | 42,0597 |
| 27  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 62  | 42       | 1     | 0,99858      | 42,0597 |
| 28  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 63  | 40       | 2     | 0,98744      | 40,5088 |
| 29  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 64  | 39       | 1     | 0,99858      | 39,0554 |
| 30  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 65  | 38       | 2     | 0,98744      | 38,4833 |
| 31  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 66  | 38       | 1     | 0,99858      | 38,054  |
| 32  | 51       | 1     | 0,99858      | 51,0725 | 67  | 36       | 2     | 0,98744      | 36,4579 |
| 33  | 50       | 2     | 0,98744      | 50,636  | 68  | 34       | 1     | 0,99858      | 34,0483 |
| 34  | 50       | 2     | 0,98744      | 50,636  | 69  | 31       | 2     | 0,98744      | 31,3943 |
| 35  | 50       | 2     | 0,98744      | 50,636  | 70  | 29       | 2     | 0,98744      | 29,3689 |



# LAMPIRAN 6

**Tabel Formulir SIG MKJI 1997 Simpang Bersinyal Kondisi  
Eksisting**





| Formulir SIS-II  |           |                    |               |          |  |            |          |                 |            |                      |                               |            |          |                   |                 |                        |                         |
|------------------|-----------|--------------------|---------------|----------|--|------------|----------|-----------------|------------|----------------------|-------------------------------|------------|----------|-------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|
| SIMPANG APILL    |           |                    | Tanggal :     |          | 08-Mar-20                                |            |          | Ditangani :     |            | Herdian Budi Pratama |                               |            |          |                   |                 |                        |                         |
| ARUS LALU LINTAS |           |                    | Kota :        |          | Sleman                                   |            |          |                 |            |                      |                               |            |          |                   |                 |                        |                         |
|                  |           |                    | Simpang :     |          | Simpang UPN                              |            |          |                 |            |                      |                               |            |          |                   |                 |                        |                         |
|                  |           |                    | Ukuran Kota : |          | 1.206.714 Jiwa                           |            |          |                 |            |                      |                               |            |          |                   |                 |                        |                         |
|                  |           |                    | Perihal :     |          | Penelitian Simpang Bersinyal             |            |          |                 |            |                      |                               |            |          |                   |                 |                        |                         |
|                  |           |                    | Periode :     |          | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00) |            |          |                 |            |                      |                               |            |          |                   |                 |                        |                         |
| Kode Pendekat    | Arah      | KENDARAAN BERMOTOR |               |          |  |            |          |                 |            |                      |                               |            |          | KEND TAK BERMOTOR |                 |                        |                         |
|                  |           | Q <sub>LV</sub>    |               |          | Q <sub>HV</sub>                          |            |          | Q <sub>MC</sub> |            |                      | MV Bermotor                   |            |          | R <sub>LT</sub>   | R <sub>RT</sub> | Arus UM                | Rasio UM/MV             |
|                  |           | emp                | Terlindung    | Terlawan | emp                                      | Terlindung | Terlawan | emp             | Terlindung | Terlawan             | Total arus kendaraan bermotor |            |          |                   |                 |                        |                         |
|                  |           | Kend/Jam           | 1             | 1        | Kend/Jam                                 | 1,3        | 1,3      | Kend/Jam        | 0,2        | 0,4                  | Kend/Jam                      | Terlindung | Terlawan | Terlindung        | Terlawan        | Rasio Belok Kiri (PLT) | Rasio Belok Kanan (PRT) |
| smp/jam          | smp/jam   |                    | smp/jam       | smp/jam  |  | smp/jam    | smp/jam  |                 | smp/jam    | smp/jam              |                               |            |          |                   |                 |                        |                         |
| 1                | 2         | 3                  | 4             | 5        | 6  | 7          | 8        | 9               | 10         | 11                   | 12                            | 13         | 14       | 15                | 16              | 17                     | 18                      |
| B                | LRS       | 659                | 659           | 659      | 24                                       | 31         | 31       | 1717            | 343        | 687                  | 2400                          | 1034       | 1377     |                   |                 | 3                      |                         |
|                  | Bka       | 190                | 190           | 190      | 9  | 12         | 12       | 1257            | 251        | 503                  | 1456                          | 453        | 705      |                   | 0,300165618     | 4                      |                         |
|                  | Bki/BKiJT | 11                 | 11            | 11       | 0  | 0          | 0        | 59              | 12         | 24                   | 70                            | 23         | 35       | 0,015104339       |                 | 1                      | 0,002033554             |
|                  | Total     | 860                | 860           | 860      | 33                                       | 43         | 43       | 2974            | 607        | 1190                 | 3926                          | 1510       | 2116     |                   |                 | 8                      | 0,002033554             |
| U                | LRS       | 64                 | 64            | 64       | 0  | 0          | 0        | 618             | 124        | 247                  | 682                           | 188        | 311      |                   |                 | 2                      |                         |
|                  | Bka       | 86                 | 86            | 86       | 0  | 0          | 0        | 388             | 78         | 155                  | 474                           | 164        | 241      |                   | 0,424494032     | 1                      |                         |
|                  | Bki/BKiJT | 17                 | 17            | 17       | 0  | 0          | 0        | 86              | 17         | 34                   | 103                           | 34         | 51       | 0,088738972       |                 | 1                      | 0,003167063             |
|                  | Total     | 150                | 167           | 150      | 0  | 0          | 0        | 1006            | 218        | 402                  | 1259                          | 385        | 604      |                   |                 | 4                      | 0,003167063             |
| S                | LRS       | 64                 | 64            | 64       | 2  | 3          | 3        | 797             | 159        | 319                  | 863                           | 226        | 385      |                   |                 | 3                      |                         |
|                  | Bka       | 173                | 173           | 173      | 2  | 3          | 3        | 863             | 173        | 345                  | 1038                          | 348        | 521      |                   | 0,391764176     | 1                      |                         |
|                  | Bki/BKiJT | 152                | 152           | 152      | 12                                       | 16         | 16       | 735             | 147        | 294                  | 899                           | 315        | 462      | 0,353960396       |                 | 5                      | 0,003203987             |
|                  | Total     | 237                | 389           | 237      | 4  | 21         | 5        | 1660            | 479        | 664                  | 2800                          | 889        | 906      |                   |                 | 9                      | 0,003203987             |
| T                | LRS       | 1065               | 1065          | 1065     | 50                                       | 65         | 65       | 3459            | 692        | 1384                 | 4574                          | 1822       | 2514     |                   |                 | 6                      |                         |
|                  | Bka       | 36                 | 36            | 36       | 0  | 0          | 0        | 420             | 84         | 168                  | 456                           | 120        | 204      |                   | 0,052749571     | 1                      |                         |
|                  | Bki/BKiJT | 180                | 180           | 180      | 1  | 1          | 1        | 759             | 152        | 304                  | 940                           | 333        | 485      | 0,146424019       |                 | 3                      | 0,001672241             |
|                  | Total     | 1101               | 1281          | 1101     | 50                                       | 66         | 65       | 3879            | 928        | 1552                 | 5970                          | 2275       | 3203     |                   |                 | 10                     | 0,001672241             |

| SIMPANG APILL                         |                      |               | Tanggal :             | 08-Mar-20                                | Ditangani : | Herdian Budi Pratama       |  |                           |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|---------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------|--|-------------|----------------------------|--|---------------------------|--------|--|----------|--------------|-----|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|---------------|---------------|--------------|----------------------|------|-------|
| PENENTUAN WAKTU ISYARAT KAPASITAS     |                      |               | Kota :                | Slleman                                  |             |                            |  |                           |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               | Simpang :             | Simpang UPN                              |             |                            |  |                           |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               | Ukuran Kota :         | 1 206.714 Jwa                            |             |                            |  |                           |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               | Perihal :             | Penelitian Simpang Bersinyal             |             |                            |  |                           |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               | Periode :             | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00) |             |                            |  |                           |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
| Distribusi arus lalu lintas           |                      |               |                       |  |             |                            |  |                           |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               |                       |  |             |                            |  |                           |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
| Distribusi Arus Lalu Lintas           |                      |               | Fase 1                |  | Fase        |                            | Fase 3                                   |                           | Fase 4 |  | Fase ... |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
| Kode Pendekat                         | Hijau dalam fase ke- | Tipe Pendekat | Rasio kendaraan belok |  |             | Arus Belok Kanan           |  | Arus Jenuh, S             |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               | FLOR                  | PLT                                      | PKR         | Dari Arah Ditinjau smp/jam | Dari Arah Berlawanan smp/jam             | Faktor-faktor penyesuaian |        |  |          |              |     | Arus Jenuh Disesuaikan, S smp/jam | Arus Lalu Lintas, Q smp/jam | Rasio Arus FR qs | Rasio Fase PR | Waktu Hijau g | Kapasitas Ci | Derajat Kejenuhan Ds |      |       |
|                                       |                      |               |                       |  |             |                            |  | Semua Tipe Pendekat       |        |  |          | Hanya Tipe P |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               |                       |  |             | Lebar Efektif (m)          | Arus Jenuh Dasar, S <sub>0</sub> smp/jam | Fcs                       | Fsf    | Fc   | Fp       | Fpr          | Flr |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
| 1                                     | 2                    | 3             | 4                     | 5  | 6           | 7                          | 8  | 9                         | 10     | 11   | 12       | 13           | 14  | 15                                | 16                          | 17               | 18            | 19            | 20           | 21                   | 22   | 23    |
| B                                     | 1                    | P             |                       | 0,015104                                 | 0,300166    |                            |  | 10,8                      | 6480   | 1  | 0,95     | 1            | 1   | 1,07804                           | 0,99758                     | 6620,394851      | 1510          | 0,228008      | 0,298027     | 37                   | 1690 | 0,893 |
| U                                     | 2                    | P             |                       | 0,088739                                 | 0,424494    |                            |  | 3                         | 2700   | 1  | 0,95     | 0,96667      | 1   | 1,11037                           | 0,98580                     | 2714,077933      | 385           | 0,142         | 0,185608     | 24                   | 450  | 0,856 |
| S                                     | 3                    | P             | 0,35396               |  | 0,391764    |                            |  | 2,7                       | 3240   | 1  | 0,95     | 1            | 1   | 1,10186                           | 1,00000                     | 3391,521035      | 574           | 0,169305      | 0,221297     | 27                   | 632  | 0,909 |
| T                                     | 4                    | P             | 0,146424              |  | 0,05275     |                            |  | 7,7                       | 8932   | 1  | 0,95     | 1            | 1   | 1,01371                           | 1,00000                     | 8601,776315      | 1942          | 0,225744      | 0,295068     | 37                   | 2195 | 0,885 |
| Waktu hilang total, HH total, detik = |                      |               | 20                    | Waktu siklus pra penyesuaian, C ua (det) |             |                            |  | 145                       |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               |                       | Waktu siklus penyesuaian, C (det)        |             |                            |  | 145                       |        |  |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |
|                                       |                      |               |                       |  |             |                            |  |                           |        | IFR = $\frac{145}{\sum F_{crit}}$ = 0,765057 |          |              |     |                                   |                             |                  |               |               |              |                      |      |       |

Formulir SIS-V

| <p style="text-align: center;"><b>SIMPANG APILL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PANJANG ANTRIAN</b></p> <p style="text-align: center;"><b>JUMLAH KENDARAAN HENTI</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TUNDAAN</b></p> |                  |           |                   |             | Tanggal :              |                 | 08/03/2020                               |                    | Ditangani :     |                          | Herdian Budi Pratama         |                               |                            |                   |               |
|--|------------------|-----------|-------------------|-------------|------------------------|-----------------|--|--------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|
|  |                  |           |                   |             | Kota :                 |                 | Kabupaten Sleman                         |                    | Simpang :       |                          | Simpang UPN                  |                               |                            |                   |               |
|  |                  |           |                   |             | Ukuran Kota :          |                 | 1.206.714 Jiwa                           |                    | Perihal :       |                          | Penelitian simpang bersinyal |                               |                            |                   |               |
|  |                  |           |                   |             | Periode :              |                 | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00) |                    |                 |                          |                              |                               |                            |                   |               |
|  |                  |           |                   |             |                        |                 |  |                    |                 |                          |                              |                               |                            |                   |               |
| Kode Pendekat  | Arus Lahu Lintas | Kapasitas | Derajat Kejenuhan | Rasio Hijau | Jumlah kendaraan antri |                 |  |                    | Panjang Antrian | Rasio Kendaraan Terhenti | Jumlah Kendaraan Terhenti    | Tundaan                       |                            |                   |               |
|  | Q                | C         | D <sub>s</sub>    | GR          | N <sub>Q1</sub>        | N <sub>Q2</sub> | N <sub>Q</sub>                           | N <sub>Q MAX</sub> | QL              | NS                       | N <sub>sv</sub>              | Tundaan Lahu Lintas Rata-rata | Tundaan Geometri Rata-rata | Tundaan Rata-rata | Tundaan Total |
|  | smp/jam          | smp/jam   |                   |             | smp                    | smp             | smp                                      | smp                | m               |                          | smp                          | det/smp                       | det/smp                    | det/smp           | det/smp       |
|  | (1)              | (2)       | (3)               | (4)         | (5)                    | (6)             | (7)                                      | (8)                | (9)             | (10)                     | (11)                         | (12)                          | (14)                       | (15)              | (16)          |
| <b>B</b>   | 1510             | 1690      | 0,893             | 0,255       | 3,54                   | 58,65           | 62,20                                    | 43,75644           | 81,03           | 0,921                    | 1390                         | 59,64                         | 3,83                       | 63,47             | 95811,79      |
| <b>T</b>   | 1942             | 2195      | 0,885             | 0,255       | 3,25                   | 75,24           | 78,49                                    | 56,94236           | 147,90          | 0,903                    | 1754                         | 57,28                         | 3,84                       | 61,12             | 118681,68     |
| <b>S</b>   | 574              | 632       | 0,909             | 0,186       | 3,93                   | 22,65           | 26,59                                    | 19,60990           | 145,26          | 1,035                    | 595                          | 80,19                         | 4,06                       | 84,25             | 48373,97      |
| <b>U</b>   | 385              | 450       | 0,856             | 0,166       | 2,32                   | 15,09           | 17,41                                    | 12,18706           | 81,25           | 1,009                    | 390                          | 77,36                         | 4,01                       | 81,37             | 31359,24      |

# LAMPIRAN 7

**Tabel Formulir SIG MKJI 1997 Simpang Bersinyal Alternatif 1**





Formulir SIS-II

| SIMPANG APILL    |          | Tanggal :          | 08-Mar-20                                |          | Ditangani :     | Herdian Budi Pratama         |          |                 |            |             |                               |            |                   |                 |             |             |                        |                         |
|------------------|----------|--------------------|--|----------|-----------------|------------------------------|----------|-----------------|------------|-------------|-------------------------------|------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|------------------------|-------------------------|
| ARUS LALU LINTAS |          | Kota :             | Sleman                                   |          | Simpang :       | Simpang UPN                  |          |                 |            |             |                               |            |                   |                 |             |             |                        |                         |
|                  |          | Ukuran Kota :      | 1.206.714 Jiwa                           |          | Perihal :       | Penelitian Simpang Bersinyal |          |                 |            |             |                               |            |                   |                 |             |             |                        |                         |
|                  |          | Periode :          | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00) |          |                 |                              |          |                 |            |             |                               |            |                   |                 |             |             |                        |                         |
| Kode Pendekat    | Arah     | KENDARAAN BERMOTOR |  |          |                 |                              |          |                 |            |             |                               |            | KEND TAK BERMOTOR |                 |             |             |                        |                         |
|                  |          | Q <sub>LV</sub>    |  |          | Q <sub>HV</sub> |                              |          | Q <sub>MC</sub> |            | MV Bermotor |                               |            | R <sub>LT</sub>   | R <sub>RT</sub> | Arus UM     | Rasio UM/MV |                        |                         |
|                  |          | emp                | Terlindung                               | Terlawan | emp             | Terlindung                   | Terlawan | emp             | Terlindung | Terlawan    | Total arus kendaraan bermotor |            |                   |                 |             |             |                        |                         |
|                  |          | Kend/Jam           | 1  | 1        | Kend/Jam        | 1,3                          | 1,3      | Kend/Jam        | 0,2        | 0,4         | Kend/Jam                      | Terlindung | Terlawan          | Kend/Jam        | Terlindung  | Terlawan    | Rasio Belok Kiri (PLT) | Rasio Belok Kanan (PRT) |
| smp/jam          | smp/jam  |                    | smp/jam                                  | smp/jam  |                 | smp/jam                      | smp/jam  |                 | smp/jam    | smp/jam     |                               | smp/jam    | smp/jam           |                 |             |             |                        |                         |
| 1                | 2        | 3                  | 4  | 5        | 6               | 7                            | 8        | 9               | 10         | 11          | 12                            | 13         | 14                | 15              | 16          | 17          | 18                     |                         |
| B                | LRS      | 659                | 659                                      | 659      | 24              | 31                           | 31       | 1717            | 343        | 687         | 2400                          | 1034       | 1377              | 0               |             | 3           |                        |                         |
|                  | Bka      | 190                | 190                                      | 190      | 9               | 12                           | 12       | 1257            | 251        | 503         | 1456                          | 453        | 705               |                 | 0,300165618 | 4           |                        |                         |
|                  | Bki/BKjT | 11                 | 11                                       | 11       | 0               | 0                            | 0        | 59              | 12         | 24          | 70                            | 23         | 35                | 0,015104339     |             | 1           | 0,002033554            |                         |
|                  | Total    | 860                | 860                                      | 860      | 33              | 43                           | 43       | 2974            | 607        | 1190        | 3926                          | 1510       | 2116              |                 |             | 8           | 0,002033554            |                         |
| U                | LRS      | 64                 | 64                                       | 64       | 0               | 0                            | 0        | 618             | 124        | 247         | 682                           | 188        | 311               | 0               |             | 2           |                        |                         |
|                  | Bka      | 86                 | 86                                       | 86       | 0               | 0                            | 0        | 388             | 78         | 155         | 474                           | 164        | 241               |                 | 0,424494032 | 1           |                        |                         |
|                  | Bki/BKjT | 17                 | 17                                       | 17       | 0               | 0                            | 0        | 86              | 17         | 34          | 103                           | 34         | 51                | 0,088738972     |             | 1           | 0,003167063            |                         |
|                  | Total    | 150                | 167                                      | 150      | 0               | 0                            | 0        | 1006            | 218        | 402         | 1259                          | 385        | 604               |                 |             | 4           | 0,003167063            |                         |
| S                | LRS      | 64                 | 64                                       | 64       | 2               | 3                            | 3        | 797             | 159        | 319         | 863                           | 226        | 385               | 0               |             | 3           |                        |                         |
|                  | Bka      | 173                | 173                                      | 173      | 2               | 3                            | 3        | 863             | 173        | 345         | 1038                          | 348        | 521               |                 | 0,391764176 | 1           |                        |                         |
|                  | Bki/BKjT | 152                | 152                                      | 152      | 12              | 16                           | 16       | 735             | 147        | 294         | 899                           | 315        | 462               | 0,353960396     |             | 5           | 0,003203987            |                         |
|                  | Total    | 237                | 389                                      | 237      | 4               | 21                           | 5        | 1660            | 479        | 664         | 2800                          | 889        | 906               |                 |             | 9           | 0,003203987            |                         |
| T                | LRS      | 1065               | 1065                                     | 1065     | 50              | 65                           | 65       | 3459            | 692        | 1384        | 4574                          | 1822       | 2514              | 0               |             | 6           |                        |                         |
|                  | Bka      | 36                 | 36                                       | 36       | 0               | 0                            | 0        | 420             | 84         | 168         | 456                           | 120        | 204               |                 | 0,050697085 | 1           |                        |                         |
|                  | Bki/BKjT | 180                | 180                                      | 180      | 1               | 1                            | 1        | 759             | 152        | 304         | 940                           | 333        | 485               | 0,140726658     |             | 3           | 0,001617338            |                         |
|                  | U-Turn   | 63                 | 63                                       | 63       | 1               | 1                            | 1        | 139             | 28         | 56          | 203                           | 92         | 120               |                 |             |             |                        |                         |
|                  | Total    | 1101               | 1281                                     | 1101     | 50              | 66                           | 65       | 3879            | 928        | 1552        | 6173                          | 2367       | 3322              |                 |             | 10          | 0,001617338            |                         |

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

| Formulir SIS-IV                          |                      |               |                       |   |  |                            |                                  |                   |                           |                 |      |         |              |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
|--|----------------------|---------------|-----------------------|---|--|----------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|------|---------|--------------|----------------|---------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------------------------|--|
| <b>SIMPANG APILL</b>                     |                      |               | Tanggal :             |   | 08-Mar-20                                |                            | Ditangani : Herdian Budi Pratama |                   |                           |                 |      |         |              |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
|  |                      |               | Kota :                |   | Slleman                                  |                            |                                  |                   |                           |                 |      |         |              |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
| <b>PENENTUAN WAKTU ISYARAT KAPASITAS</b> |                      |               | Simpang :             |   | Simpang UPN                              |                            |                                  |                   |                           |                 |      |         |              |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
|  |                      |               | Ukuran Kota :         |   | 1 206.714 Jwa                            |                            |                                  |                   |                           |                 |      |         |              |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
|  |                      |               | Perihal :             |   | Penelitian Simpang Bersinyal             |                            |                                  |                   |                           |                 |      |         |              |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
|  |                      |               | Periode :             |   | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00) |                            |                                  |                   |                           |                 |      |         |              |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
| Distribusi arus lalu lintas              |                      |               |                       |   |  |                            |                                  |                   |                           |                 |      |         |              |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
|  |                      |               |                       | Fase 1  |  |                            |                                  | Fase 2            |                           |                 |      | Fase 3  |              |                |         | Fase 4      |                                   |                             |                   | Fase....      |               |                          |                                  |  |
| Kode Pendekat                            | Hijau dalam fase ke- | Tipe Pendekat | Rasio kendaraan belok |   |  | Arus Belok Kanan           |                                  | Lebar Efektif (m) | Arus Jenuh, S             |                 |      |         |              |                |         |             | Arus Jenuh Disesuaikan, S smp/jam | Arus Lalu Lintas, Q smp/jam | Rasio Arus FR Q/s | Rasio Fase PR | Waktu Hijau g | Kapasitas C <sub>i</sub> | Derajat Kejenuhan D <sub>s</sub> |  |
|  |                      |               | FL <sub>OR</sub>      | PL <sub>T</sub>                                     | FR <sub>R</sub>                          | Dari Arah Ditinjau smp/jam | Dari Arah Berlawanan smp/jam     |                   | Faktor-faktor penyesuaian |                 |      |         | Arus Jenuh   |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
|  |                      |               |                       |   |  |                            |                                  |                   | Semua Tipe Pendekat       |                 |      |         | Hanya Tipe P |                |         |             |                                   |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |
|  |                      |               |                       |   |  | F <sub>CS</sub>            |                                  |                   |                           | F <sub>SP</sub> |      |         |              | F <sub>C</sub> |         |             |                                   | F <sub>P</sub>              |                   |               |               |                          |                                  |  |
| 1  | 2                    | 3             | 4                     | 5   | 6  | 7                          | 8                                | 9                 | 10                        | 11              | 12   | 13      | 14           | 15             | 16      | 17          | 18                                | 19                          | 20                | 21            | 22            | 23                       |                                  |  |
| B  | 1                    | P             |                       | 0,015104  | 0,300166                                 |                            |                                  | 10,8              | 6480                      | 1               | 0,95 | 1       | 1            | 1,07804        | 0,99758 | 6620,394851 | 1510                              | 0,228008                    | 0,297265          | 39            | 1710          | 0,883                    |                                  |  |
| U  | 2                    | P             |                       | 0,088739  | 0,424494                                 |                            |                                  | 3                 | 2700                      | 1               | 0,95 | 0,96667 | 1            | 1,11037        | 0,98580 | 2714,077933 | 385                               | 0,142                       | 0,185133          | 24            | 432           | 0,892                    |                                  |  |
| S  | 3                    | P             | 0,35396               |   | 0,391764                                 |                            |                                  | 2,7               | 3240                      | 1               | 0,95 | 1       | 1            | 1,10186        | 1,00000 | 3391,521035 | 574                               | 0,169305                    | 0,220731          | 29            | 652           | 0,881                    |                                  |  |
| T  | 4                    | P             | 0,140727              |   | 0,050697                                 |                            |                                  | 8                 | 9280                      | 1               | 0,95 | 1       | 1            | 1,01318        | 1,00000 | 8932,20583  | 2034                              | 0,227704                    | 0,29687           | 39            | 2307          | 0,882                    |                                  |  |
| Waktu hilang total, HH total, detik =    |                      |               | 20                    | Waktu siklus pra penyesuaian, C <sub>ua</sub> (det) |  |                            |                                  | 151               |                           |                 |      |         |              |                |         |             | IFR=                              | 0,767017                    |                   |               |               |                          |                                  |  |
|  |                      |               |                       | Waktu siklus penyesuaian, C (det)                   |  |                            |                                  | 151               |                           |                 |      |         |              |                |         |             | ΣF <sub>crit</sub>                |                             |                   |               |               |                          |                                  |  |



Formulir SIS-V

| <b>SIMPANG APILL</b><br><br><b>PANJANG ANTRIAN</b><br><b>JUMLAH KENDARAAN HENTI</b><br><b>TUNDAAN</b> |                  |           |                   |             | Tanggal :              |                 | 08/03/2020                               |                   |                 | Ditangani : Herdian Budi Pratama |                           |                               |                            |                   |               |
|---|------------------|-----------|-------------------|-------------|------------------------|-----------------|--|-------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|
|   |                  |           |                   |             | Kota :                 |                 | Kabupaten Sleman                         |                   |                 | Simpang :                        |                           | Simpang UPN                   |                            |                   | Ukuran Kota : |
|   |                  |           |                   |             | Perihal :              |                 | Penelitian simpang bersinyal             |                   |                 | Periode :                        |                           |                               |                            |                   |               |
|   |                  |           |                   |             |                        |                 | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00) |                   |                 |                                  |                           |                               |                            |                   |               |
| Kode Pendekat   | Arus Lalu Lintas | Kapasitas | Derajat Kejenuhan | Rasio Hijau | Jumlah kendaraan antri |                 |  |                   | Panjang Antrian | Rasio Kendaraan Terhenti         | Jumlah Kendaraan Terhenti | Tundaan                       |                            |                   |               |
|   | Q                | C         | D <sub>s</sub>    | GR          | N <sub>Q1</sub>        | N <sub>Q2</sub> | N <sub>Q</sub>                           | N <sub>QMAX</sub> | QL              | NS                               | Nsv                       | Tundaan Lalu Lintas Rata-rata | Tundaan Geometri Rata-rata | Tundaan Rata-rata | Tundaan Total |
|   | smp/jam          | smp/jam   |                   |             | smp                    | smp             | smp                                      | smp               | m               |                                  | smp                       | det/smp                       | det/smp                    | D=DT+DG           | D × Q         |
|   | (1)              | (2)       | (3)               | (4)         | (5)                    | (6)             | (7)                                      | (8)               | (9)             | (10)                             | (11)                      | (12)                          | (14)                       | (15)              | (16)          |
| <b>B</b>  | 1510             | 1710      | 0,883             | 0,258       | 3,164                  | 60,831          | 63,996                                   | 45,19674          | 83,70           | 0,910                            | 1374                      | 60,47                         | 3,81                       | 64,27             | 97022,89      |
| <b>T</b>  | 2034             | 2307      | 0,882             | 0,258       | 3,15                   | 81,93           | 85,08                                    | 61,55910          | 153,90          | 0,898                            | 1826                      | 58,70                         | 3,83                       | 62,53             | 127182,16     |
| <b>S</b>  | 574              | 652       | 0,881             | 0,192       | 2,96                   | 23,42           | 26,38                                    | 19,46918          | 144,22          | 0,986                            | 567                       | 75,69                         | 3,98                       | 79,66             | 45741,83      |
| <b>U</b>  | 385              | 432       | 0,892             | 0,159       | 3,20                   | 15,84           | 19,04                                    | 13,32735          | 88,85           | 1,060                            | 409                       | 88,87                         | 4,06                       | 92,93             | 35813,39      |

The background features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized tree or plant in the center. The word "ISLAM" is written in a serif font at the top of the shield. The words "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" are written vertically on the left and right sides of the shield, respectively. Below the shield, there is Arabic calligraphy in a white, elegant script.

# LAMPIRAN 8

**Tabel Formulir SIG MKJI 1997 Simpang Bersinyal Alternatif 2**



**Formulir SIS-II**

| SIMPANG APILL    |                      | Tanggal :          |                       | 08-Mar-20                                |                 | Ditangani oleh :      |                     | Herdian Budi Pratama         |                       |                     |                               |                       |                     |                              |                               |             |  |
|------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--|-----------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------|--|
| ARUS LALU LINTAS |                      | Kota :             |                       | Sleman                                   |                 | Simpang :             |                     | Simpang UPN                  |                       |                     |                               |                       |                     |                              |                               |             |  |
|                  |                      | Ukuran Kota :      |                       | 1.206.714 Jiwa                           |                 | Perihal :             |                     | Penelitian Simpang Bersinyal |                       |                     |                               |                       |                     |                              |                               |             |  |
|                  |                      | Periode :          |                       | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00) |                 |                       |                     |                              |                       |                     |                               |                       |                     |                              |                               |             |  |
| Kode Pendekat    | Arah                 | KENDARAAN BERMOTOR |                       |  |                 |                       |                     |                              |                       |                     |                               |                       | KEND TAK BERMOTOR   |                              |                               |             |  |
|                  |                      | Q <sub>LV</sub>    |                       |  | Q <sub>HV</sub> |                       |                     | Q <sub>MC</sub>              |                       | MV Bermotor         |                               |                       | R <sub>LT</sub>     | R <sub>RT</sub>              | Arus UM                       | Rasio UM/MV |  |
|                  |                      | emp                | Terlindung<br>1       | Terlawan<br>1                            | emp             | Terlindung<br>1,3     | Terlawan<br>1,3     | emp                          | Terlindung<br>0,2     | Terlawan<br>0,4     | Total arus kendaraan bermotor |                       |                     |                              |                               |             |  |
|                  |                      | Kend/Jam           | Terlindung<br>smp/jam | Terlawan<br>smp/jam                      | Kend/Jam        | Terlindung<br>smp/jam | Terlawan<br>smp/jam | Kend/Jam                     | Terlindung<br>smp/jam | Terlawan<br>smp/jam | Kend/Jam                      | Terlindung<br>smp/jam | Terlawan<br>smp/jam | Rasio Belok<br>Kiri<br>(PLT) | Rasio Belok<br>Kanan<br>(PRT) | Kend/Jam    | Q <sub>MV</sub> /<br>(Q <sub>UM</sub> +Q <sub>MV</sub> ) |
| 1                | 2                    | 3                  | 4                     | 5  | 6               | 7                     | 8                   | 9                            | 10                    | 11                  | 12                            | 13                    | 14                  | 15                           | 16                            | 17          | 18   |
| B                | LRS                  | 659                | 659                   | 1717                                     | 24              | 31                    | 31                  | 1717                         | 343                   | 687                 | 2400                          | 1034                  | 2435                | 0                            |                               | 3           |  |
|                  | Bka                  | 190                | 190                   | 190                                      | 9               | 12                    | 12                  | 1257                         | 251                   | 503                 | 1456                          | 453                   | 705                 |                              | 0,300165618                   | 4           |  |
|                  | Bki/BK <sub>UT</sub> | 11                 | 11                    | 11                                       | 0               | 0                     | 0                   | 59                           | 12                    | 24                  | 70                            | 23                    | 35                  | 0,015104339                  |                               | 1           | 0,002033554  |
|                  | Total                | 849                | 860                   | 1907                                     | 33              | 43                    | 43                  | 2974                         | 607                   | 1190                | 3926                          | 1510                  | 3174                |                              |                               | 8           | 0,002033554  |
| U                | LRS                  | 64                 | 64                    | 64                                       | 0               | 0                     | 0                   | 618                          | 124                   | 247                 | 682                           | 188                   | 311                 | 0                            |                               | 2           |  |
|                  | Bka                  | 86                 | 86                    | 86                                       | 0               | 0                     | 0                   | 388                          | 78                    | 155                 | 474                           | 164                   | 241                 |                              | 0,424494032                   | 1           |  |
|                  | Bki/BK <sub>UT</sub> | 17                 | 17                    | 17                                       | 0               | 0                     | 0                   | 86                           | 17                    | 34                  | 103                           | 34                    | 51                  | 0,088738972                  |                               | 1           | 0,003167063  |
|                  | Total                | 150                | 167                   | 150                                      | 0               | 0                     | 0                   | 1006                         | 218                   | 402                 | 1259                          | 385                   | 604                 |                              |                               | 4           | 0,003167063  |
| S                | LRS                  | 64                 | 64                    | 64                                       | 2               | 3                     | 3                   | 797                          | 159                   | 319                 | 863                           | 226                   | 385                 | 0                            |                               | 3           |  |
|                  | Bka                  | 173                | 173                   | 173                                      | 2               | 3                     | 3                   | 863                          | 173                   | 345                 | 1038                          | 348                   | 521                 |                              | 0,391764176                   | 1           |  |
|                  | Bki/BK <sub>UT</sub> | 152                | 152                   | 152                                      | 12              | 16                    | 16                  | 735                          | 147                   | 294                 | 899                           | 315                   | 462                 | 0,353960396                  |                               | 5           | 0,003203987  |
|                  | Total                | 237                | 389                   | 237                                      | 4               | 21                    | 5                   | 1660                         | 479                   | 664                 | 2800                          | 889                   | 906                 |                              |                               | 9           | 0,003203987  |
| T                | LRS                  | 1065               | 1065                  | 1065                                     | 50              | 65                    | 65                  | 3459                         | 692                   | 1384                | 4574                          | 1822                  | 2514                | 0                            |                               | 6           |  |
|                  | Bka                  | 36                 | 36                    | 36                                       | 0               | 0                     | 0                   | 420                          | 84                    | 168                 | 456                           | 120                   | 204                 |                              | 0,050697085                   | 1           |  |
|                  | Bki/BK <sub>UT</sub> | 180                | 180                   | 180                                      | 1               | 1                     | 1                   | 759                          | 152                   | 304                 | 940                           | 333                   | 485                 | 0,140726658                  |                               | 3           | 0,001617338  |
|                  | U-Turn               | 63                 | 63                    | 63                                       | 1               | 1                     | 1                   | 139                          | 28                    | 56                  | 203                           | 92                    | 120                 |                              |                               |             |  |
|                  | Total                | 1101               | 1281                  | 1101                                     | 50              | 66                    | 65                  | 3879                         | 928                   | 1552                | 6173                          | 2367                  | 3322                |                              |                               | 10          | 0,001617338  |



| SIMPANG APILL                        |                      |               | Tanggal :             | 08-Mar-20   | Ditangani :     | Herdian Budi Pratama       | Formulir SIS-IV              |                   |  |                           |      |         |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
|--------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------|---|-----------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|--|---------------------------|------|---------|----|-----------------------------------|--------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------|---------------------|-----|--|--|--|--|
| PENENTUAN WAKTU ISYARAT KAPASITAS    |                      |               | Kota :                | Sleman  |                 |                            |                              |                   |  |                           |      |         |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
|                                      |                      |               | Simpang :             | Simpang UPN   |                 |                            |                              |                   |  |                           |      |         |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
|                                      |                      |               | Ukuran Kota :         | 1.206.714 Jiwa                                      |                 |                            |                              |                   |  |                           |      |         |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
|                                      |                      |               | Perihal :             | Penelitian Simpang Bersinyal                        |                 |                            |                              |                   |  |                           |      |         |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
|                                      |                      |               | Periode :             | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00)            |                 |                            |                              |                   |  |                           |      |         |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
| Distribusi arus lalu lintas          |                      |               |                       |   |                 |                            |                              |                   |  |                           |      |         |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
|                                      |                      |               |                       |   |                 |                            |                              |                   |  |                           |      |         |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
| Distribusi Arus Lalu Lintas          |                      |               |                       | Fase 1  |                 |                            |                              | Fase 2            |  |                           |      | Fase 3  |    |                                   |              | Fase 4    |                             |                            |                           | Fase....                   |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
| Kode Pendekat                        | Hijau dalam fase ke- | Tipe Pendekat | Rasio kendaraan belok |   |                 |                            | Arus Belok Kanan             |                   | Arus Jenuh, S                            |                           |      |         |    |                                   |              |           | Arus Lalu Lintas, Q smp/jam | Rasio Arus R <sub>QS</sub> | Rasio Fase R <sub>F</sub> | Waktu Hijau H <sub>i</sub> | Kapasitas C <sub>1</sub> | Derajat Kejenuhan D <sub>S</sub> |       |                     |     |  |  |  |  |
|                                      |                      |               | P <sub>LTOR</sub>     | P <sub>LT</sub>                                     | P <sub>KR</sub> | Dari Arah Ditinjau smp/jam | Dari Arah Berlawanan smp/jam | Lebar Efektif (m) | Arus Jenuh Dasar, S <sub>g</sub> smp/jam | Faktor-faktor penyesuaian |      |         |    | Arus Jenuh Disesuaikan, S smp/jam |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
|                                      |                      |               |                       |   |                 |                            |                              |                   |  | Semua Tipe Pendekat       |      |         |    |                                   | Hanya Tipe P |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       |                     |     |  |  |  |  |
| 1                                    | 2                    | 3             | 4                     | 5   | 6               | 8                          | 9                            | 10                | 11                                       | 12                        | 13   | 14      | 15 | 16                                | 17           | 18        | 19                          | 20                         | 21                        | 22                         | 23                       | 24                               |       |                     |     |  |  |  |  |
| B                                    | 1                    | P             |                       | 0,015104  | 0,30016562      |                            |                              | 10,8              | 6480                                     | 1                         | 0,95 |         | 1  | 1,07804                           | 0,99758      | 6620,3949 | 1510                        | 0,228008                   | 0,30049                   | 38                         | 1724                     | 0,876                            |       |                     |     |  |  |  |  |
| U                                    | 2                    | P             |                       | 0,088739  | 0,42449403      |                            |                              | 3                 | 2700                                     | 1                         | 0,95 | 0,96667 |    | 1                                 | 1,11037      | 0,98580   | 2714,0779                   | 385                        | 0,142                     | 0,187141                   | 24                       | 447                              | 0,862 |                     |     |  |  |  |  |
| S                                    | 3                    | P             | 0,35396               |   | 0,39176418      |                            |                              | 2,7               | 3240                                     | 1                         | 0,95 |         | 1  | 1,10186                           | 1,00000      | 3391,521  | 574                         | 0,169305                   | 0,223125                  | 28                         | 651                      | 0,882                            |       |                     |     |  |  |  |  |
| T                                    | 4                    | P             | 0,140727              |   | 0,05069708      |                            |                              | 8,3               | 9628                                     | 1                         | 0,95 |         | 1  | 1,01318                           | 1,00000      | 9267,1635 | 2034                        | 0,219474                   | 0,289243                  | 36                         | 2286                     | 0,890                            |       |                     |     |  |  |  |  |
| Waktu hijau total, HH total, detik = |                      |               | 20                    | Waktu siklus pra penyesuaian, C <sub>ua</sub> (det) |                 |                            |                              |                   |  |                           |      | 146     |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       | IFR =               | 146 |  |  |  |  |
|                                      |                      |               |                       | Waktu siklus penyesuaian, C (det)                   |                 |                            |                              |                   |  |                           |      | 146     |    |                                   |              |           |                             |                            |                           |                            |                          |                                  |       | ΣF <sub>rcrit</sub> |     |  |  |  |  |

Formulir SIS-V

| <p style="text-align: center;"><b>SIMPANG APILL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PANJANG ANTRIAN</b></p> <p style="text-align: center;"><b>JUMLAH KENDARAAN HENTI</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TUNDAAN</b></p> |      |      |       |       | Tanggal :     |                       | 08/03/2020                               |                                      | Ditangani :       |                        | Herdian Budi Pratama         |                |                   |                       |                                |  |                               |                            |                   |               |
|--|------|------|-------|-------|---------------|-----------------------|--|--------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|-------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|
|  |      |      |       |       | Kota :        |                       | Kabupaten Sleman                         |                                      | Simpang :         |                        | Simpang UPN                  |                |                   |                       |                                |  |                               |                            |                   |               |
|  |      |      |       |       | Ukuran Kota : |                       | 1.206.714 Jiwa                           |                                      | Perihal :         |                        | Penelitian simpang bersinyal |                |                   |                       |                                |  |                               |                            |                   |               |
|  |      |      |       |       | Periode :     |                       | Jam puncak pagi hari kerja (07.00-08.00) |                                      | Tundaan           |                        |                              |                |                   |                       |                                |  |                               |                            |                   |               |
|  |      |      |       |       | Kode Pendekat | Arus Lalu Lintas<br>Q | Kapasitas<br>C                           | Derajat Kejentuhan<br>D <sub>s</sub> | Rasio Hijau<br>GR | Jumlah kendaraan antri |                              |                |                   | Panjang Antrian<br>QL | Rasio Kendaraan Terhenti<br>NS | Jumlah Kendaraan Terhenti<br>N <sub>sv</sub> | Tundaan Lahu Lintas Rata-rata | Tundaan Geometri Rata-rata | Tundaan Rata-rata | Tundaan Total |
|  |      |      |       |       |               |                       |  |                                      |                   | N <sub>Q1</sub>        | N <sub>Q2</sub>              | N <sub>Q</sub> | N <sub>QMAX</sub> |                       |                                |  | DT                            | DG                         | D=DT+DG           | D × Q         |
| smp  | smp  | smp  | smp   | m     |               |                       |  |                                      |                   | smp                    | det/smp                      | det/smp        | det/smp           |                       |                                |  | det/smp                       |                            |                   |               |
|  | (1)  | (2)  | (3)   | (4)   | (5)           | (6)                   | (7)                                      | (8)                                  | (9)               | (10)                   | (11)                         | (12)           | (14)              | (15)                  | (16)                           |  |                               |                            |                   |               |
| <b>B</b>   | 1510 | 1724 | 0.876 | 0.260 | 2.938         | 58.651                | 61.589                                   | 43.27134                             | 80,13             | 0.905                  | 1367                         | 57.87          | 3.80              | 61.67                 | 93092.64                       |  |                               |                            |                   |               |
| <b>T</b>   | 2034 | 2286 | 0.890 | 0.247 | 3,44          | 79.61                 | 83.05                                    | 60.13684                             | 144.91            | 0.906                  | 1844                         | 58.50          | 3.85              | 62.35                 | 126807.03                      |  |                               |                            |                   |               |
| <b>S</b>   | 574  | 651  | 0.882 | 0.192 | 3.00          | 22.65                 | 25.66                                    | 18.95937                             | 140.44            | 0.992                  | 570                          | 74.00          | 3.99              | 77.99                 | 44780.71                       |  |                               |                            |                   |               |
| <b>U</b>   | 385  | 447  | 0.862 | 0.164 | 2.44          | 15.22                 | 17.65                                    | 12.35724                             | 82,38             | 1.016                  | 392                          | 79.01          | 4.02              | 83.02                 | 31996.30                       |  |                               |                            |                   |               |



# LAMPIRAN 9

**Arus Lalu Lintas Simpang, Arus Lalu Lintas Jalan Padjajaran,  
Data Kendaraan Putar Balik (*U-turn*).**

**Tabel Arus Lalu Lintas Simpang Hari Sabtu 6 Maret 2020**

| Waktu       | MC       | LV      | HV        | Total    | Total   |
|-------------|----------|---------|-----------|----------|---------|
|             | emp= 0,2 | emp = 1 | emp = 1,3 | kend/jam | smp/jam |
| 07.00-08.00 | 6771     | 1910    | 101       | 8782     | 3395,5  |
| 07.15-08.15 | 7116     | 2086    | 117       | 9319     | 3661,3  |
| 07.30-08.30 | 6787     | 2160    | 98        | 9045     | 3644,8  |
| 07.45-08.45 | 6416     | 2120    | 103       | 8639     | 3537,1  |
| 08.00-09.00 | 6044     | 2148    | 123       | 8315     | 3516,7  |
| 08.15-09.00 | 4373     | 1587    | 88        | 6048     | 2576,0  |
| 08.30-09.00 | 2967     | 1062    | 63        | 4092     | 1737,3  |
| 08.45-09.00 | 1315     | 570     | 34        | 1919     | 877,2   |
| 12.00-13.00 | 6138     | 2336    | 125       | 8599     | 3726,1  |
| 12.15-13.15 | 6602     | 2761    | 123       | 9486     | 4241,3  |
| 12.30-13.30 | 7038     | 2938    | 111       | 10087    | 4489,9  |
| 12.45-13.45 | 7211     | 3191    | 92        | 10494    | 4752,8  |
| 13.00-14.00 | 7603     | 3331    | 90        | 11024    | 4968,6  |
| 13.15-14.00 | 5817     | 2737    | 70        | 8624     | 3991,4  |
| 13.30-14.00 | 3981     | 2208    | 40        | 6229     | 3056,2  |
| 13.45-14.00 | 2204     | 1523    | 23        | 3750     | 1993,7  |
| 16.00-17.00 | 7556     | 2709    | 62        | 10327    | 4300,8  |
| 16.15-17.15 | 7093     | 2628    | 76        | 9797     | 4145,4  |
| 16.30-17.30 | 6589     | 2602    | 94        | 9285     | 4042,0  |
| 16.45-17.45 | 5799     | 2698    | 100       | 8597     | 3987,8  |
| 17.00-18.00 | 5068     | 2711    | 82        | 7861     | 3831,2  |
| 17.15-18.00 | 3502     | 2068    | 62        | 5632     | 2849,0  |
| 17.30-18.00 | 2119     | 1395    | 35        | 3549     | 1864,3  |
| 17.45-18.00 | 992      | 673     | 16        | 1681     | 892,2   |



**Tabel Arus Lalu Lintas Simpang Hari Senin 8 Maret 2020**

| Waktu       | MC       | LV      | HV        | Total    | Total   |
|-------------|----------|---------|-----------|----------|---------|
|             | emp= 0,2 | emp = 1 | emp = 1,3 | kend/jam | smp/jam |
| 07.00-08.00 | 11158    | 2697    | 100       | 13955    | 5058,6  |
| 07.15-08.15 | 10590    | 2461    | 85        | 13136    | 4689,5  |
| 07.30-08.30 | 10173    | 2435    | 87        | 12695    | 4582,7  |
| 07.45-08.45 | 9691     | 2434    | 92        | 12217    | 4491,8  |
| 08.00-09.00 | 9280     | 2322    | 83        | 11685    | 4285,9  |
| 08.15-09.00 | 6734     | 1793    | 64        | 8591     | 3223,0  |
| 08.30-09.00 | 4549     | 1207    | 43        | 5799     | 2172,7  |
| 08.45-09.00 | 2078     | 610     | 19        | 2707     | 1050,3  |
| 12.00-13.00 | 7387     | 2800    | 117       | 10304    | 4429,5  |
| 12.15-13.15 | 6392     | 2924    | 113       | 9429     | 4349,3  |
| 12.30-13.30 | 6174     | 3086    | 106       | 9366     | 4458,6  |
| 12.45-13.45 | 5732     | 3073    | 92        | 8897     | 4339,0  |
| 13.00-14.00 | 6167     | 2906    | 81        | 9154     | 4244,7  |
| 13.15-14.00 | 5007     | 2168    | 55        | 7230     | 3240,9  |
| 13.30-14.00 | 3397     | 1434    | 34        | 4865     | 2157,6  |
| 13.45-14.00 | 1888     | 821     | 16        | 2725     | 1219,4  |
| 16.00-17.00 | 8027     | 2696    | 81        | 10804    | 4406,7  |
| 16.15-17.15 | 8229     | 2794    | 68        | 11091    | 4528,2  |
| 16.30-17.30 | 8253     | 2629    | 81        | 10963    | 4384,9  |
| 16.45-17.45 | 7984     | 2726    | 88        | 10798    | 4437,2  |
| 17.00-18.00 | 7613     | 2651    | 83        | 10347    | 4281,5  |
| 17.15-18.00 | 5795     | 2043    | 69        | 7907     | 3291,7  |
| 17.30-18.00 | 3943     | 1410    | 47        | 5400     | 2259,7  |
| 17.45-18.00 | 2204     | 713     | 27        | 2944     | 1188,9  |

**Tabel Arus Lalu Lintas Jalan Padjajaran Hari Sabtu dan Hari Senin**

| Periode     | Sabtu, 6 Maret 2020        |         |                            |         |
|-------------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|
|             | JL. PADJAJARAN TIMUR-BARAT |         | JL. PADJAJARAN BARAT-TIMUR |         |
|             | kend/jam                   | smp/jam | kend/jam                   | smp/jam |
| 12.00-13.00 | 2509                       | 1228,2  | 2778                       | 1372,3  |
| 07.00-08.00 | 3266                       | 1237,3  | 2827                       | 1209,1  |
| 07.15-08.15 | 3409                       | 1323,3  | 2825                       | 1244,2  |
| 07.30-08.30 | 3096                       | 1262,2  | 2796                       | 1286,4  |
| 07.45-08.45 | 2891                       | 1233,7  | 2634                       | 1235,7  |
| 08.00-09.00 | 2782                       | 1243,3  | 2537                       | 1222,2  |
| 12.15-13.15 | 2886                       | 1420,6  | 2955                       | 1448,7  |
| 12.30-13.30 | 2902                       | 1373,4  | 3146                       | 1478,8  |
| 12.45-13.45 | 2975                       | 1373,9  | 3121                       | 1488,4  |
| 13.00-14.00 | 2946                       | 1341,5  | 3127                       | 1461,5  |
| 16.00-17.00 | 2398                       | 1215    | 3960                       | 1748,7  |
| 16.15-17.15 | 2180                       | 1133,8  | 3808                       | 1688,3  |
| 16.30-17.30 | 2109                       | 1123,8  | 3499                       | 1593,3  |
| 16.45-17.45 | 1829                       | 1029,7  | 3322                       | 1591,6  |
| 17.00-18.00 | 1703                       | 995,9   | 2996                       | 1511,8  |

| Periode     | Senin, 8 Maret 2020        |         |                            |         |
|-------------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|
|             | JL. PADJAJARAN TIMUR-BARAT |         | JL. PADJAJARAN BARAT-TIMUR |         |
|             | kend/jam                   | smp/jam | kend/jam                   | smp/jam |
| 07.00-08.00 | 5970                       | 2274,9  | 3539                       | 1413,4  |
| 07.15-08.15 | 5291                       | 1939,6  | 3834                       | 1484,4  |
| 07.30-08.30 | 4936                       | 1801,4  | 3890                       | 1530,3  |
| 07.45-08.45 | 4847                       | 1772,8  | 3656                       | 1497,6  |
| 08.00-09.00 | 4400                       | 1576,5  | 3668                       | 1519,2  |
| 12.00-13.00 | 3474                       | 1566,3  | 3269                       | 1772    |
| 12.15-13.15 | 3122                       | 1464,2  | 3084                       | 1808,5  |
| 12.30-13.30 | 2986                       | 1414    | 3160                       | 1863,8  |
| 12.45-13.45 | 2653                       | 1326,2  | 3167                       | 1811,3  |
| 13.00-14.00 | 2521                       | 1267,5  | 3420                       | 1740    |
| 16.00-17.00 | 3087                       | 1502    | 4049                       | 1698,7  |
| 16.15-17.15 | 3220                       | 1559,2  | 4165                       | 1739,1  |
| 16.30-17.30 | 3371                       | 1471,4  | 4049                       | 1679,9  |
| 16.45-17.45 | 3689                       | 1632,3  | 3703                       | 1582,2  |
| 17.00-18.00 | 3753                       | 1647,9  | 3299                       | 1435,5  |

**Tabel Volume Putar Balik (*U-turn*)**

| Waktu       | <i>U-Turn</i> Timur-Timur |                 |
|-------------|---------------------------|-----------------|
|             | Sabtu (Smp/Jam)           | Senin (Smp/Jam) |
| 07.00-07.15 | 81,4                      | 16,8            |
| 07.15-07.30 | 90,8                      | 23,8            |
| 07.30-07.45 | 106,5                     | 18,5            |
| 07.45-08.00 | 124,7                     | 33              |
| 08.00-08.15 | 25,4                      | 24              |
| 08.15-08.30 | 46,8                      | 26,6            |
| 08.30-08.45 | 66,2                      | 20,5            |
| 08.45-09.00 | 55,6                      | 20,4            |
| 12.00-12.15 | 16,7                      | 14              |
| 12.15-12.30 | 20                        | 22,8            |
| 12.30-12.45 | 10,2                      | 15,9            |
| 12.45-13.00 | 18,8                      | 19,8            |
| 13.00-13.15 | 17,5                      | 16,7            |
| 13.15-13.30 | 17,4                      | 24              |
| 13.30-13.45 | 13,5                      | 21,4            |
| 13.45-14.00 | 8,8                       | 17,2            |
| 16.00-16.15 | 28,7                      | 18,8            |
| 16.15-16.30 | 13                        | 19              |
| 16.30-16.45 | 21,4                      | 26,4            |
| 16.45-17.00 | 22,6                      | 17,4            |
| 17.00-17.15 | 12,6                      | 48              |
| 17.15-17.30 | 15                        | 24,8            |
| 17.30-17.45 | 11,4                      | 38,2            |
| 17.45-18.00 | 9,8                       | 25              |

**Tabel Panjang Antrean dan Tundaan Sabtu (Pagi, Siang dan Sore)**

|                                   |                              |                                       |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Hari : Sabtu, 6 Maret 2020 (Pagi) |                              | Tempat :                              |                              |
| Surveyor : Roya                   |                              | Cuaca : Cerah                         |                              |
| Arah :                            |                              |                                       |                              |
| <b>U-Turn Arah Timur</b>          |                              | <b>Kendaraan Lawan Arah (Menerus)</b> |                              |
| <b>Panjang Antrean (m)</b>        | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> | <b>Panjang Antrean (m)</b>            | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> |
| 7                                 | 17,56                        |                                       |                              |
| 15                                | 36,2                         |                                       |                              |
| 3                                 | 18,78                        |                                       |                              |
| 10                                | 27,51                        |                                       |                              |
| 3                                 | 11,89                        |                                       |                              |
| 3                                 | 22,46                        |                                       |                              |
| 12                                | 17,22                        |                                       |                              |
| 5                                 | 10,31                        |                                       |                              |

|                                    |                              |                                       |                              |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Hari : Sabtu, 6 Maret 2020 (Siang) |                              | Tempat :                              |                              |
| Surveyor : Fadel                   |                              | Cuaca : Cerah                         |                              |
| Arah :                             |                              |                                       |                              |
| <b>U-Turn Arah Timur</b>           |                              | <b>Kendaraan Lawan Arah (Menerus)</b> |                              |
| <b>Panjang Antrean (m)</b>         | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> | <b>Panjang Antrean (m)</b>            | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> |
| 24                                 | 57,62                        | 53                                    | 12,54                        |
| 5                                  | 22,52                        |                                       |                              |
| 4                                  | 42,61                        |                                       |                              |
| 12                                 | 43,53                        |                                       |                              |
| 17                                 | 39,41                        |                                       |                              |
| 5                                  | 5,95                         |                                       |                              |
| 5                                  | 28                           |                                       |                              |
| 22,5                               | 51,23                        |                                       |                              |

|                                   |                              |                                       |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Hari : Sabtu, 6 Maret 2020 (Sore) |                              | Tempat :                              |                              |
| Surveyor : Fadel                  |                              | Cuaca : Cerah                         |                              |
| Arah :                            |                              |                                       |                              |
| <b>U-Turn Arah Timur</b>          |                              | <b>Kendaraan Lawan Arah (Menerus)</b> |                              |
| <b>Panjang Antrean (m)</b>        | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> | <b>Panjang Antrean (m)</b>            | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> |
| 15                                | 35                           |                                       |                              |
| 25                                | 26,13                        |                                       |                              |
| 6.5                               | 59,32                        |                                       |                              |
| 15                                | 50,32                        |                                       |                              |
| 24                                | 30,08                        |                                       |                              |
| 28                                | 36,68                        |                                       |                              |
| 27                                | 40,07                        |                                       |                              |
| 25                                | 57,78                        |                                       |                              |

**Tabel Panjang Antrean dan Tundaan Senin (Pagi, Siang dan Sore)**

|                                   |                              |                                       |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Hari : Senin, 8 Maret 2020 (Pagi) |                              | Tempat :                              |                              |
| Surveyor : Fadel                  |                              | Cuaca : Cerah                         |                              |
| Arah :                            |                              |                                       |                              |
| <b>U-Turn (I) Arah Timur</b>      |                              | <b>Kendaraan Lawan Arah (Menerus)</b> |                              |
| <b>Panjang Antrean (m)</b>        | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> | <b>Panjang Antrean (m)</b>            | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> |
| 7                                 | 37,47                        |                                       |                              |
| 3                                 | 4,27                         |                                       |                              |
| 4                                 | 7,26                         |                                       |                              |
| 7                                 | 4,67                         |                                       |                              |
| 7                                 | 14,51                        |                                       |                              |
| 7                                 | 20,33                        |                                       |                              |
| 3                                 | 3,89                         |                                       |                              |
| 5                                 | 12,16                        |                                       |                              |

|                                    |                              |                                       |                              |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Hari : Senin, 8 Maret 2020 (Siang) |                              | Tempat :                              |                              |
| Surveyor : Fadel                   |                              | Cuaca : Cerah                         |                              |
| Arah :                             |                              |                                       |                              |
| <b>U-Turn (I) Arah Timur</b>       |                              | <b>Kendaraan Lawan Arah (Menerus)</b> |                              |
| <b>Panjang Antrean (m)</b>         | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> | <b>Panjang Antrean (m)</b>            | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> |
| 17                                 | 48,65                        |                                       |                              |
| 9                                  | 12,27                        |                                       |                              |
| 4                                  | 12,39                        |                                       |                              |
| 9                                  | 10,12                        |                                       |                              |
| 2,5                                | 8,48                         |                                       |                              |
| 6                                  | 24,79                        |                                       |                              |
| 12                                 | 42,81                        |                                       |                              |
| 62                                 | 45,68                        |                                       |                              |

|                                   |                              |                                       |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Hari : Senin, 8 Maret 2020 (Sore) |                              | Tempat :                              |                              |
| Surveyor : Fadel                  |                              | Cuaca : Cerah                         |                              |
| Arah :                            |                              |                                       |                              |
| <b>U-Turn (I) Arah Timur</b>      |                              | <b>Kendaraan Lawan Arah (Menerus)</b> |                              |
| <b>Panjang Antrean (m)</b>        | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> | <b>Panjang Antrean (m)</b>            | <b>Waktu Tundaan (Detik)</b> |
| 14                                | 16,08                        |                                       |                              |
| 2,5                               | 7,12                         |                                       |                              |
| 3                                 | 51,34                        |                                       |                              |
| 8                                 | 13,06                        |                                       |                              |
| 3                                 | 4,46                         |                                       |                              |
| 16                                | 36,84                        |                                       |                              |
| 3,5                               | 4,17                         |                                       |                              |
| 23                                | 36,88                        |                                       |                              |

**Tabel Waktu Tunggu Kendaraan Putar Balik Sabtu (Pagi, Siang dan Sore)**

|   |               |
|---|---------------|
| Hari : Sabtu, 6 Maret 2020 (Pagi)         | Tempat :      |
| Surveyor : Qulla                          | Cuaca : Cerah |
| <b>Waktu Tunggu <i>U-Turn</i> (Detik)</b> |               |
| <b>Kendaraan dari Timur ke Timur</b>      |               |
| 1,51                                      |               |
| 14,73                                     |               |
| 9,42                                      |               |
| 30,2                                      |               |
| 10,06                                     |               |
| 24,47                                     |               |
| 12,3                                      |               |
| 8,17                                      |               |
| 6,89                                      |               |
| 6,32                                      |               |
| 6,71                                      |               |
| 11,91                                     |               |
| 14,66                                     |               |
| 14,67                                     |               |
| 5,5                                       |               |

|   |               |
|---|---------------|
| Hari : Sabtu, 6 Maret 2020 (Siang)        | Tempat :      |
| Surveyor : Edo                            | Cuaca : Cerah |
| <b>Waktu Tunggu <i>U-Turn</i> (Detik)</b> |               |
| <b>Kendaraan dari Timur ke Timur</b>      |               |
| 4,67                                      |               |
| 35,94                                     |               |
| 31,91                                     |               |
| 7,72                                      |               |
| 53,58                                     |               |
| 14,37                                     |               |
| 8,42                                      |               |
| 44,99                                     |               |
| 37,85                                     |               |
| 39,45                                     |               |
| 26,46                                     |               |
| 51,09                                     |               |
| 45,91                                     |               |
| 48,88                                     |               |
| 5,42                                      |               |

|   |               |
|---|---------------|
| Hari : Sabtu, 6 Maret 2020 (Sore)         | Tempat :      |
| Surveyor : Rafi                           | Cuaca : Cerah |
| <b>Waktu Tunggu <i>U-Turn</i> (Detik)</b> |               |
| <b>Kendaraan dari Timur ke Timur</b>      |               |
| 4,72                                      |               |
| 35,85                                     |               |
| 3,27                                      |               |
| 34,02                                     |               |
| 46,18                                     |               |
| 35,08                                     |               |
| 3,82                                      |               |
| 48,65                                     |               |
| 3,47                                      |               |
| 6,8                                       |               |
| 38,58                                     |               |
| 6,07                                      |               |
| 3,72                                      |               |
| 7,46                                      |               |
| 43,63                                     |               |

**Tabel Waktu Tunggu Kendaraan Putar Balik Senin (Pagi, Siang dan Sore)**

|   |               |
|---|---------------|
| Hari : Senin, 8 Maret 2020 (Pagi)         | Tempat :      |
| Surveyor : Dea                            | Cuaca : Cerah |
| <b>Waktu Tunggu <i>U-Turn</i> (Detik)</b> |               |
| <b>Kendaraan dari Timur ke Timur</b>      |               |
| 6,32                                      |               |
| 4,83                                      |               |
| 15,71                                     |               |
| 3,41                                      |               |
| 14,31                                     |               |
| 5,12                                      |               |
| 4,69                                      |               |
| 3,89                                      |               |
| 4,26                                      |               |
| 4,9                                       |               |
| 5,1                                       |               |
| 31,37                                     |               |
| 37,43                                     |               |
| 5,41                                      |               |
| 4,96                                      |               |

|   |               |
|---|---------------|
| Hari : Senin, 8 Maret 2020 (Siang)        | Tempat :      |
| Surveyor : Dea dan Rio                    | Cuaca : Cerah |
| <b>Waktu Tunggu <i>U-Turn</i> (Detik)</b> |               |
| <b>Kendaraan dari Timur ke Timur</b>      |               |
| 38,63                                     |               |
| 4,37                                      |               |
| 6,25                                      |               |
| 13,05                                     |               |
| 32,86                                     |               |
| 3,85                                      |               |
| 14,19                                     |               |
| 4,97                                      |               |
| 6,15                                      |               |
| 4,58                                      |               |
| 9,2                                       |               |
| 48,65                                     |               |
| 56,57                                     |               |
| 3,89                                      |               |
| 41,24                                     |               |



|   |               |
|---|---------------|
| Hari : Senin, 8 Maret 2020 (Sore)         | Tempat :      |
| Surveyor : Irvan                          | Cuaca : Cerah |
| <b>Waktu Tunggu <i>U-Turn</i> (Detik)</b> |               |
| <b>Kendaraan dari Timur ke Timur</b>      |               |
| 21,67                                     |               |
| 4.,12                                     |               |
| 4,81                                      |               |
| 3,54                                      |               |
| 5,91                                      |               |
| 28,36                                     |               |
| 7,17                                      |               |
| 5,02                                      |               |
| 54,19                                     |               |
| 4,96                                      |               |
| 20,96                                     |               |
| 4,63                                      |               |
| 28,58                                     |               |
| 8,81                                      |               |
| 15,73                                     |               |