

**PENERAPAN APLIKASI SCATS (*SYDNEY COORDINATED ADAPTIVE
TRAFFIC SYSTEM*) DALAM PENGATURAN WAKTU SIKLUS SIMPANG
BERSINYAL DI SIMPANG SENAYAN DKI JAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk
memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro



Oleh :

Andharesta Nur Giovannie S

E.5051.1808094

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2022**

PENERAPAN APLIKASI SCATS (*SYDNEY COORDINATED ADAPTIVE TRAFFIC SYSTEM*) DALAM PENGATURAN WAKTU SIKLUS SIMPANG BERSINYAL DI SIMPANG SENAYAN DKI JAKARTA

Oleh

Andharesta Nur Giovannie S

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Andharesta Nur Giovannie S

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

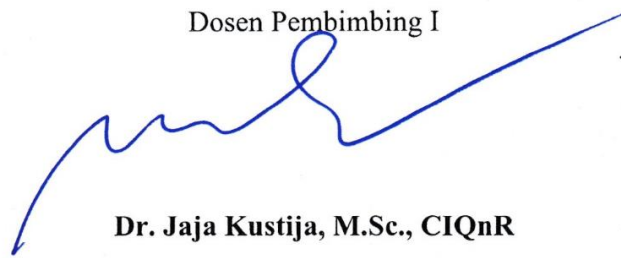
ANDHARESTA NUR GIOVANNIE S

E.5051.1808094

PENERAPAN APLIKASI SCATS (*SYDNEY COORDINATED ADAPTIVE TRAFFIC SYSTEM*) DALAM PENGATURAN WAKTU SIKLUS SIMPANG BERSINYAL DI SIMPANG SENAYAN DKI JAKARTA

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I



Dr. Jaja Kustija, M.Sc., CIQnR

NIP. 19591231 198503 1 022

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.

NIP. 19610604 198603 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

*Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Penerapan Aplikasi SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System) dalam Pengaturan Waktu Siklus Simpang Bersinyal di Simpang Senayan DKI Jakarta**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Juli 2022

Yang Menyatakan,

Andharesta Nur Giovannie S

NIM. 1808094

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT., atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Aplikasi SCATS (*Sydney Coordinated Adaptive Traffic System*) dalam Pengaturan Waktu Siklus Simpang Bersinyal di Simpang Senayan DKI Jakarta” dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun merupakan bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak yang sudah memberikan pengarahan, dukungan dan bantuan baik moril maupun materil. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT., karena dengan rahmat dan kasih sayang-Nya, penulis diberikan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan laporan ini dengan tepat waktu.
2. Ibu Christine Victoria Hutabarat, S.E., selaku orang tua tunggal dari penulis yang selalu memenuhi kewajibannya sebagai orang tua dan selalu mendo’akan dalam setiap keberhasilan yang dicapai.
3. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T., selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
4. Bapak Iwan Kustiawan, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Dr. Jaja Kustija, M.Sc.,CIQnR., selaku dosen pembimbing I selama penyusunan tugas akhir telah banyak memberikan keleluasaan waktu, ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.
6. Bapak Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T., selaku dosen pembimbing II selama penyusunan tugas akhir telah banyak memberikan keleluasaan waktu,

ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.

7. Seluruh dosen dan staf Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
8. Seluruh staf Unit Pengelola Sistem Pengendalian Lalu Lintas (UP SPL) Dinas Perhubungan DKI Jakarta yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.
9. Wayan Bayu Ari Saputra selaku teman penulis yang memberikan semangat dan motivasi kepada penulis serta selalu ada di masa-masa sulit penulis dalam penelitian ini.
10. Rekan-rekan seperjuangan dari Teknik Elektro 2018 yang memberikan semangat dan motivasi.
11. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis juga bagi para pembaca. Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam tugas akhir ini, oleh karenanya dengan segala kerendahan hati kritik dan saran sangat penulis harapkan sebagai penyempurnaan dari tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, Juli 2022

Penulis

ABSTRAK

Permasalahan Transportasi akan selalu berkembang mengikuti perkembangan dari suatu wilayah perkotaan yang menyebabkan terjadinya kemacetan pada jalan-jalan utama. Untuk mengatasi kemacetan tersebut, Dinas perhubungan DKI Jakarta telah menerapkan sistem persimpangan terkoordinasi menggunakan aplikasi SCATS (*Sydney Coordinated Adaptive Traffic System*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik lalulintas dan tingkat pelayanan persimpangan dalam penerapan aplikasi SCATS di simpang Senayan DKI Jakarta. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa aplikasi SCATS beroperasi dengan mode *flexilink* dalam 3 fase dengan siklus pagi 203 detik dan sore 223 detik, arus lalulintas puncak terjadi pada hari senin, dengan volume lalulintas 16.856 kendaraan/jam pada pagi hari dan 16.357 kendaraan/jam pada sore hari. Kinerja simpang dapat dilihat dari nilai tundaan rata rata 8,38 detik dengan indeks pelayanan B untuk pagi dan 4,19 detik dengan indeks pelayanan A untuk sore. Berdasarkan analisis terdapat panjang antrian pada jalan pendekat utara yaitu daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum kendaraan melewati garis henti di sisi utara (MKJI, 1997) pada pagi hari 35,6 smp (satuan mobil penumpang) sepanjang 142,2 m dan 20,75 smp sepanjang 83 m pada sore hari. Untuk mengatasi hal ini peneliti merekomendasikan instansi terkait untuk penerapan aplikasi SCATS dapat berjalan lebih optimal di DKI Jakarta dengan memanfaatkan penggunaan detektor sebagai alat untuk mendata volume arus lalulintas secara adaptif dengan kondisi yang sedang berlangsung.

Kata Kunci : *Intelligent Traffic System (ITS), SCATS, kinerja simpang bersinyal*

ABSTRACT

Transportation problems will always develop following the development of an urban area which causes congestion on main roads. To overcome this congestion, the DKI Jakarta Transportation Agency has implemented a coordinated intersection system using the SCATS (Sydney Coordination Adaptive Traffic System) application. This study aims to determine how the traffic characteristics and the level of service at the intersection in the application of the SCATS application at the Senayan intersection, DKI Jakarta. The method used in this study is a quantitative method with the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI). Based on observations, it is known that the SCATS application operates with flexilink mode in 3 phases with a morning cycle of 203 seconds and an afternoon of 223 seconds, peak traffic flow occurs on Monday, with a traffic volume of 16,856 vehicles/hour in the morning and 16,357 vehicles/hour in the afternoon. The performance of the intersection can be seen from the average delay value of 8.38 seconds with service index B for morning and 4.19 seconds with service index A for afternoon. Based on the analysis, there is a queue length on the northern approach road, namely the area from the arm of the crossroads for vehicles queuing before the vehicle passes the stop line on the north side (MKJI, 1997) in the morning 35.6 pcu along 142.2 m and 20.75 pcu along 83 m in the afternoon. To overcome this, the researcher recommends the relevant agencies for the implementation of the SCATS application to run more optimally in DKI Jakarta by utilizing the use of detectors as a tool to record traffic volume adaptively with ongoing conditions.

Keywords: *Intelligent Traffic System (ITS), SCATS, signalized intersection performance.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Struktur Penulisan Skripsi.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Intelligent Transportation System (ITS)</i>	5
2.1.1 Penerapan ITS di DKI Jakarta	8
2.1.2 Prinsip Kerja ITS di DKI Jakarta	10
2.1.3 Skema Penggunaan ITS di DKI Jakarta	11
2.2 <i>Area Traffic Control System (ATCS)</i>	12
2.2.1 Penerapan ATCS di DKI Jakarta.....	12
2.2.2 Prinsip Kerja <i>Area Traffic Control System (ATCS)</i>	13

2.3	<i>Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS)</i>	14
2.3.1	Fasilitas Pemantauan dan Pengendalian	16
2.3.1.1	Antarmuka untuk Pemakai	16
2.3.1.2	Tampilan Grafis	16
2.3.1.3	<i>Route Pre-emption</i>	17
2.3.1.4	Pengendalian Secara Online.....	17
2.3.1.5	Kondisi Alarm.....	17
2.3.2	Pendeteksian/ Detektor	17
2.3.2.1	Detektor Strategis	17
2.3.2.2	Detektor Taktis	17
2.3.3	Monitoring Aplikasi SCATS	18
2.3.3.1	Tampilan Panel Utama dan Panel Monitor	18
2.3.3.2	Tampilan Mode Operasi	19
2.3.3.3	Tampilan Data pada Mode Pengaturan	21
2.3.3.4	Tampilan Data Hasil Detektor	25
2.3.4	Kontrol Manual Aplikasi SCATS	26
2.4	Komponen <i>Hardware</i> SCATS.....	31
2.4.1	<i>Traffic Controller</i>	32
2.4.2	Transduser dan Sensor	40
2.4.3	Lampu LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	40
2.4.4	Kabel	41
2.5	Pengertian Simpang	42
2.5.1	Jenis-jenis Persimpangan	42
2.5.1.1	Simpang Sebidang	42
2.5.1.2	Simpang Tidak Sebidang.....	43

2.5.2	Karakteristik Lalulintas	45
2.5.2.1	Arus Lalulintas Jalan.....	45
2.5.2.2	Volume Lalulintas	46
2.6	Kapasitas Jalan Lalulintas (<i>Capacity</i>).....	47
2.7	Kinerja Simpang Bersinyal	47
2.7.1	Lampu Lalulintas.....	47
2.7.2	Geometrik Simpang Lalulintas	49
2.7.3	Keadaan Volume Lalulintas.....	50
2.7.4	Pergerakan Lalulintas dan Karakteristik Sinyal	51
2.7.4.1	Pengaturan Sinyal.....	51
2.7.4.1.1	Fase Sinyal	51
2.7.4.1.2	<i>Intergreen (IG)</i>	51
2.7.4.1.3	<i>All Red</i>	52
2.7.4.1.4	<i>Amber Time</i> (Waktu Kuning)	53
2.7.4.1.5	Waktu Hilang (<i>Lost time</i>)	53
2.7.4.2	Pendekat Efektif (W_e)	53
2.7.4.3	Arus Jenuh	55
2.7.4.4	Rasio Arus Jenuh.....	56
2.8	Faktor Penyesuaian	57
2.8.1	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})	57
2.8.2	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF}).....	57
2.8.3	Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G).....	58
2.8.4	Faktor Penyesuaian Parkir (F_P).....	59
2.8.5	Faktor Penyesuaian Berbelok ke Kanan (F_{RT})	59
2.8.6	Faktor Penyesuaian Berbelok ke Kiri (F_T)	59
2.9	Waktu Siklus dan Waktu Hijau	61

2.9.1	Waktu Siklus Tanpa Pengaturan	61
2.9.2	Waktu Hijau	61
2.9.3	Waktu Siklus yang Disesuaikan	62
2.10	Jumlah Antrian Simpang	62
2.11	Kendaraan Terhenti dan Tundaan	64
BAB III	67
METODE PENELITIAN	67
3.1	Rancangan Penelitian.....	67
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	68
3.2.1	Tempat Penelitian.....	68
3.2.2	Waktu Penelitian.....	70
3.3	Pengumpulan Data	70
3.3.1	Data Sekunder.....	70
3.2.1.1	Banyak Penduduk di Titik Lokasi Survei	71
3.2.1.2	Wilayah Lokasi Survei	71
3.3.2	Data Primer	71
3.3.2.1	Data Geometrik	71
3.3.2.2	Data Arus Lalulintas	71
3.3.2.3	Siklus Sinyal	74
3.4	Alat Pengamatan	76
3.5	Analisis Data	76
BAB IV	78
TEMUAN DAN PEMBAHASAN	78
4.1	Temuan Penelitian.....	78
4.1.1	Data Geometrik.....	78
4.1.2	Keadaan Arus Lalu Lintas.....	78

4.1.3	Arus Lalulintas (Q).....	80
4.1.4	Siklus Sinyal.....	81
4.2	Pembahasan Penelitian	82
4.2.1	Perhitungan Kinerja Simpang SCATS dengan MKJI 1997	82
4.2.2	Arus Jenuh (S)	82
4.2.3	Kapasitas dan Derajat Kejenuhan	83
4.2.4	Panjang Antrian Kendaraan (QL)	85
4.2.5	Jumlah Kendaraan Terhenti	86
4.2.6	Tundaan Rata-rata	87
	4.2.6.1 Tundaan Lalulintas (DT)	87
	4.2.6.2 Tundaan Geometrik (DG)	87
4.2.7	Tingkat Pelayanan Simpang.....	88
BAB V		90
SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI.....		90
5.1	Simpulan.....	90
5.2	Implikasi	91
5.3	Rekomendasi	91
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....		94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan komponen kunci lalu lintas dalam teknologi ITS	6
Gambar 2.2. Pendeteksi kondisi lalu lintas	7
Gambar 2.3. Pendeteksi kecelakaan	7
Gambar 2.4. Pendeteksi <i>Illegal Parking</i>	7
Gambar 2.5. Pendeteksi kecepatan.....	6
Gambar 2.6. Pendeteksi plat kendaraan	7
Gambar 2.7. Aplikasi sistem GPS pada Bus Trans Jakarta	9
Gambar 2.8. Sistem TIS DKI Jakarta	10
Gambar 2.9. ITS di DKI Jakarta	11
Gambar 2.10. Skema penerapan ITS di DKI Jakarta	11
Gambar 2.11. Cara kerja <i>Area Traffic Control System</i>	13
Gambar 2.12. Ruang kendali ATCS DKI Jakarta	14
Gambar 2.13. Arsitektur ATCS DKI Jakarta	14
Gambar 2.14. Tampilan grafis persimpangan pada SCATS	17
Gambar 2.15. Bagian panel utama/ panel <i>Central Manager</i>	18
Gambar 2.16. Panel kontrol	18
Gambar 2.17. Panel monitor yang masih kosong	18
Gambar 2.18. Daftar simpang setelah menekan “ <i>search</i> ”	19
Gambar 2.19. Contoh tampilan mode <i>flexilink</i>	20
Gambar 2.20. Contoh tampilan mode <i>isolated</i>	20
Gambar 2.21. Contoh tampilan mode <i>masterlink</i>	20
Gambar 2.22. Cara melihat data flexilink	21
Gambar 2.23. Tampilan data <i>schedule</i> pada <i>flexilink</i>	21
Gambar 2.24. Tampilan data <i>plan</i> pada <i>flexilink</i>	21
Gambar 2.25. Langkah untuk melihat kerja <i>flexilink</i>	22

Gambar 2.26. Tampilan kerja <i>flexilink</i>	22
Gambar 2.27. Tampilan data <i>plan</i> pada <i>time setting</i>	23
Gambar 2.28. Tampilan data waktu fase pada <i>timesetting</i>	23
Gambar 2.29. Tampilan untuk melihat data <i>split plan</i>	24
Gambar 2.30. Tampilan data <i>active split plan</i>	24
Gambar 2.31. Data detektor	26
Gambar 2.32. Tampilan <i>Log-in</i>	26
Gambar 2.33. Tampilan <i>link mode/ mode operasi</i>	27
Gambar 2.34. Membuka menu lampu	28
Gambar 2.35. Menu untuk mengendalikan lampu	28
Gambar 2.36. Tampilan untuk membuka menu <i>dwell</i>	29
Gambar 2.37. Tampilan menu <i>dwell</i>	30
Gambar 2.38. Tampilan cara mengubah <i>cycle time</i>	30
Gambar 2.39. Tampilan menu <i>cycle time</i>	31
Gambar 2.40. <i>Wiring back</i> SCATS	32
Gambar 2.41. Komponen <i>rack processor</i> SCATS	32
Gambar 2.42. <i>Rack Processor</i>	33
Gambar 2.43. Modul <i>Output</i> SCATS	35
Gambar 2.44. Modul Sensor	36
Gambar 2.45. Urutan konektor <i>output</i> SCATS	36
Gambar 2.46. MCB masing-masing komponen modul dan MCB utama SCATS	37
Gambar 2.47. Kontaktor pada SCATS	37
Gambar 2.48. Trafo pada SCATS	38
Gambar 2.49. Komponen filter pada SCATS	38
Gambar 2.50. Ethernet untuk komunikasi LAN SCATS	39
Gambar 2.51. Modem ADSL SCATS	39
Gambar 2.52. Router pada SCATS	40
Gambar 2.53. Sensor loop	40

Gambar 2.54. <i>Traffic light LED</i>	41
Gambar 2.55. Kabel NYFGbY	41
Gambar 2.56. Berbagai jenis persimpangan jalan sebidang	43
Gambar 2.57. Simpang tidak sebidang bebas hambatan	43
Gambar 2.58. Contoh dari arus <i>diverging</i>	44
Gambar 2.59. Contoh arus bergabung	44
Gambar 2.60. Contoh arus <i>Weaving</i>	45
Gambar 2.61. Contoh arus <i>Crossing</i>	45
Gambar 2.62. Kondisi persimpangan bersinyal	49
Gambar 2.63. Besar jalan efektif	50
Gambar 2.64. Jarak dan titik konflik untuk keberangkatan dan kedatangan kendaraan	52
Gambar 2.65. Pendekat tidak atau dengan pulau pada jalan	54
Gambar 2.66. Arus jenuh dasar	55
Gambar 2.67. Faktor penyesuaian kelandaian (F_G)	58
Gambar 2.68. Faktor pengaruh lajur parkir	59
Gambar 2.69. Faktor penyesuaian dalam pengaruh belok kanan	60
Gambar 2.70. Faktor penyesuaian untuk berbelok kiri	60
Gambar 2.71. Pengaturan waktu siklus berdasarkan rasio arus simpang	61
Gambar 2.72. Grafik derajat kejenuhan terhadap NQ_1	63
Gambar 2.73. Antrian rata-rata per smp	64
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian	67
Gambar 3.2. Lokasi Gedung Dinas Teknis DKI Jakarta.....	68
Gambar 3.3. Denah Lokasi Penelitian Simpang Senayan Pintu Satu	69
Gambar 4.1. Perbandingan Volume lalu lintas Puncak Pagi dan Sore	81
Gambar 4.2. Waktu Siklus Simpang <i>PLAN</i> 1	82
Gambar 4.3. Waktu Siklus Simpang <i>PLAN</i> 3.....	82
Gambar 4.4. Perbandingan Derajat Kejenuhan jam puncak pagi dan sore	84
Gambar 4.5. Perbandingan panjang antrian jam puncak pagi dan sore.	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penerapan <i>Intelligent Transportation System</i>	5
Tabel 2.2. Sub Sistem penerapan ITS di DKI Jakarta	9
Tabel 2.3. Instalasi sistem ATCS di Provinsi DKI Jakarta	13
Tabel 2.4. Berbagai kendaraan menurut direktorat Jenderal Bina Marga	46
Tabel 2.5. Ekvivalen mobil penumpang berdasarkan jenis kendaraan dan pendekat	50
Tabel 2.6. Nilai waktu hijau berdasarkan lebar jalan rata-rata.....	52
Tabel 2.7. Nilai Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})	57
Tabel 2.8. Nilai hambatan samping berdasarkan jenis lingkungan.....	57
Tabel 2.9. Nilai ITP pada simpang lalu lintas	66
Tabel 3.1. Data Hasil Survei volume lalu lintas maksimal	72
Tabel 3.2. Data Plan Waktu Sinyal tiap pendekat di Lokasi survei.....	75
Tabel 4.1. Data pengamatan geometrik simpang	78
Tabel 4.2. Data Arus lalu lintas hari senin pukul 07:00-09:00 WIB	79
Tabel 4.3. Data Arus lalu lintas hari senin pukul 16:00-18:00 WIB	79
Tabel 4.4. Arus lalu lintas pada tiap pendekat dan jam puncak	80
Tabel 4.5. Data waktu sinyal PLAN 1 pagi hari pukul 07:00-09:00	81
Tabel 4.6. Data waktu sinyal PLAN 3 sore hari pukul 16:00-18:00.	81
Tabel 4.7. Perhitungan arus jenuh jam puncak terlindung pada tiap pendekat	83
Tabel 4.8. Perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan pada jam puncak	84
Tabel 4.9. Panjang antrian kendaraan pada jam puncak	85
Tabel 4.10. Hasil perhitungan angka henti dan jumlah kendaraan terhenti	86
Tabel 4.11. Hasil perhitungan tundaan rata-rata untuk tiap pendekat simpang	88
Tabel 4.12. Indeks Tingkat Pelayanan masing-masing pendekat menurut MKJI 1997..	88
Tabel 4.13. Indeks Tingkat Pelayanan seluruh pendekat menurut MKJI 1997.....	89

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. A. (2005). *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang : UMM Press.
- Badaruddin, Firdianto. (2016). Analisa Minyak Transformator Tiga Fasa di PT X. *Jurnal Teknologi Elektro*, Vol. 7 NO.2., ISSN: 2086-9479.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Jakarta.
- Dia, Hussein. (2000). *Introduction of ITS, Proceedings of Short on Intelligent Transportation System. The University of Queensland, Brisbane, Australia*.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (1999). *Pedoman Pengumpulan Data Lalu lintas*, Jakarta.
- DISHUB. (2010). *Evaluasi Penerapan Area Traffic Control System (ATCS) di DKI Jakarta, Bandung dan Surabaya*.
- Hardianto, Wawan. (2016). *Alat Uji Monitoring Tester MCB 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA8535.*, Skripsi, Universitas Jember.
- Haryono, T. (2014). Karakteristik Berbagai Jenis Bahan Isolasi Kabel Instalasi Tegangan Rendah., *Jurnal Penelitian Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, Vol. 1 No.3
- Joko, Handoyo. (2011). Kajian Penggunaan Mikrotik Router OStm Sebagai Router Pada Jaringan Komputer., *Jurnal Transformatika*, Vol. 9 No.1.
- Khisty, C. Jotin., & Lall B, Kent. (2003). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid – I*, Erlangga, Jakarta.
- Kusnandar, E. (2011). *ITS Untuk Indonesia*. Bandung: Kementrian Pekerjaan Umum.
- Kustija, Jaja. (2012). *Modul Sensor dan Transduser.*, Dosen dan Peneliti Bidang Elektro: Jakarta.
- Mitra, P. T., Jaya, P., & Pengantar, K. (2020). *Intelligent Transportation System (ITS) di Provinsi DKI Jakarta*.
- Morlok, E. K. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi.*, Terjemahan Johan K. Hainim. Erlangga, Jakarta.
- Musyarofah, H. I., Widodo, W., & Agustiano, H. (2012). *Evaluasi Kinerja Detektor Adaptif pada Sistem ATCS (Area Traffic Control System) (Studi Kasus: Simpang Gamping, Yogyakarta) Mengkaji dan Mengidentifikasi Kinerja Detektor Adaptif*

pada Sistem ATCS (Area Traffic Control System) Merupakan Langkah Awal 1-10.

- Ogden, K. W., & Taylor, S. Y. (1999). *Traffic Engineering and Management, Institute of Transport Studies, Monash University, Australia.*
- Prasetyo, Wahyu Eko. (2014). *Optimasi Kinerja Simpang Bersinyal Berhimpit (Studi Kasus: Simpang Dr. Radjiman Laweyan, Surakarta).* Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sutandi, A. Caroline. (2006). *Performance Evaluation of Advanced Traffic Control System in A Developing Country. PhD Disertation, The University of Queensland, Brisbane, Australia.*
- Sutrisno, T. B. Utomo. (2015). *Membangun Akses Ethernet pada Jaringan Infrastruktur Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Standar ITU G.707, ISBN: 978-979-3541-50-1.*
- Yolla, Syafutri. (2018). *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal di Simpang Jalan Pattimura – Simpang Jalan Sudirman Kota Medan.* Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Zunman, Anthony. (2011). *Penggunaan Kontaktor Sebagai Sistem Pengaman Motor Induksi 3-Fasa Terhadap Kehilangan 1-Fasa Sistem Tenaga. Jurnal Momentum, Vol. 11 No. 2. ISSN: 1693 – 752X.*