

**OPTIMASI PENGATURAN LAMPU LALULINTAS PADA
SEBUAH PEREMPATAN DENGAN SIMULASI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Bidang Studi Teknik Informatika**



Oleh:

Nama : Kurniawan Arsita

No. Mahasiswa : 01523119

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2007

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Kurniawan Arsita

No. Mahasiswa : 01 523 119

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**“Optimasi Pengaturan Lampu Lalulintas
Pada Sebuah Perempatan Dengan Simulasi”**

Yang diajukan untuk diuji pada tanggal 5 Februari 2007 adalah hasil karya saya. Dengan ini saya menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi didalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan saya ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 5 Februari 2007

(Kurniawan Arsita)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

OPTIMASI PENGATURAN LAMPU LALULINTAS PADA SEBUAH PEREMPATAN DENGAN SIMULASI

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : KURNIAWAN ARSITA
No. Mahasiswa : 01 523 119

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

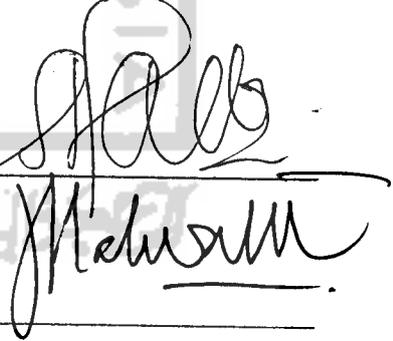
Yogyakarta, 5 Februari 2007

Tim Penguji,

Taufiq Hidayat S.T., M.CS.
Ketua

Sri Kusumadewi, Ssi., MT.
Anggota I

Affan Mahtarmi, S.Kom.
Anggota II



Mengetahui,
Rektor Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia


(Yudi Prayudi, S. Si., M. Kom)

Maturnuwun sanget dumateng :

⊖ Pak Taufik Hidayat, ST., M.CS, Sebagai dosen pembimbing Bapak telah banyak membantu, banyak ilmu pengetahuan yang saya dapatkan untuk bekal saya dikelak kemudian hari... makasih ya Pak...atas segala bimbingan, kemudahan dan kesabaran yang luar biasa yang diberikan.

⊖ Windy Hervita, S.Psi wanita yang pada saat ini selalu ada sisampingku memberikanku cinta, semangat, dan menuntunku disaat aku letih..

Sahabat-sahabatku yang tak pernah bosan menemani dan membantuku maupun mengganggu dari sebelum sampai awal hingga akhir penyusunan tugas akhir ini :

- ❖ Fitriyan "Black bin blegak" Zamzami Number 7 at biner futsal squad, Mitra KP ku dulu, Mitra menjadi GSS (Green Street Slemania) meskipun dalam hatinya adalah pendukung PERSITAM (Persatuan Sepak Bola Hitam-hitam di Batam..hehe) ga dink dia adalah PERSIPURA mania. Ayo blek dikit lagi tu dah tinggal lempar jumroh kok...maturnuwun.
- ❖ Diyah Ayu Ratnaningsih Bude semakin tinggi pohon makin kencang pula angin yang menyimpannya hanya akar dan batang yang kuat yang menjadikan pohon itu dapat berdiri dengan kokoh dan tidak tumbang. yang tabah ya dhe..maturnuwun.
- ❖ M. Wisnu "cino bin kowol bin regal" Nu buka matamu lebar-lebar (padahal cen angel yo..) hilangkan penyakit malesmu kae, kamu akan berhasil jika kamu bisa berubah..maturnuwun
- ❖ Isnaendra "oro-oro ombo" Yusminanda, Udah deket kok tu dibalik bukit itu.. kata-kata indah yang menyejukkan hati padahal. kamu dah bukan mahasiswa lagi is jadi saatnya merubah penampilan.. rapi.rapi dan mandi..hehe...maturnuwun
- ❖ R. Rindang Rahdityo Memang susah ya mencari pekerjaan sekarang ini apalagi kalau susah bangun pagi, berusaha datang on time ya.. ingat didunia

kerja ga ada istilah nitip absn lho..Buktikan No 10 itu layak anda sandang.Btw dah dihidupin belum tu lampu rumahnya mas...maturnurwun

- ❖ *R. Kurnia "Dongkrak" Iriawan "ozama" Pengagum wanita..Pencari cinta wanita tapi sampai saat ini belum bisa menjadi Penemu cinta wanita.. oia maap bila gelar tidak dicantumkan itu semata-mata karena penulisnya sentiment..hehe..maturnurwun.*
- ❖ *Ryan "gondrong" Akbar Kamu harus bisa mengharumkan warga gumilir indah dengan meneruskan tahta memegang jalan kaliurang khususnya disekitar kampus VII lalu meneruskan imperium bisnis keluarga di bidang pervoucheran..hehe..maturnurwun.*
- ❖ *Wildan Ammar Temen seperjuanganku tapi kadang semangatnya tinggi tapi banyak menurunnya sili.. Udah jangan macem-macem dulu konsen ke TA dulu baru boleh banyak macem...hehe.. maturnurwun*
- ❖ *Syamsul, Mending kamu KP lagi wae sul, kan masa-masa indahmu ada disaat itu..hehe..Wis ayo berpacu dengan rival sekostmu itu..united..united.. maturnurwun*
- ❖ *Hengki "cino" Ferdian.. akhirnya aku bias lulus jg heng..level kita sama..haha*
- ❖ *Ariefyan 'Buffon' Wahyutrianto ... kamu mbok agak item, dikit tok pasti tambah ganteng deh..hehe..maturnurwun*
- ❖ *Bp. Yusuf ' Uchup' Herbiono sekeuarga, Ayo cup jalan masih panjang kamu pasti bisa jangan sampai ke balap sama itza lho..hehe..maturnurwun.*
- ❖ *Moh. Firnas Nganti lafi nek, aku isih ndurwe konco kowe nas..nas..maturnurwun*
- ❖ *Rendi "jolong-jolong" Ardian Mendahulukan kepentingan orang banyak itu bagus tapi kalau sampai mendahului aku wisuda hati-hati bisa tinggi mendadak lho..makasih*
- ❖ *Noman "jerapah" Herudo Awas man jangan tinggi-tinggi ntar nyangkut di pohon kamu..Thanks yo man..*

- ❖ Uchie Makasih ya dah copiin bahan-bahan buat Taku, cepet TA sana trus nyari cowok, buat para cowok pahamiilah kalau dia ini orangnya cerewet banyak omongnya yaa.. kayak radio berjalan lah bisa diem cuma kalau sakit gigi aj.. hehe becanda bali cie..
- ❖ X-GER (dono, acunak, cat, bin-bin, rio, skunyo, kpdok, udin, blekok, bogel, untung, adek, bin-bin, risdi, yayan, purwanto) Pada kemana kalian kok dah pada ngilang..
- ❖ Maknyak Kost (Iih, Dian Hakiin, Downy, Bendot, Biop, gilang, Mbak surip)
- ❖ Sahabat-sahabat BINER Informatika 01, Biner Futsal United, Freedom Community, Banyak banget kenangan yang ada & sangat sulit untuk diungkapkan.. makasih banget atas semangatnya dan hangatnya kebersamaan kita. I Love You all.
- ❖ Sahabat-sahabat KKN SL-15 Angkatan 30 (Fadil, warih, Fanny, eko, iko, Yudi, Nina, No'e, I cham, Try) Biar pun Cuma sebentar tetapi kalian telah mengisi kehidupanku... makasih
- ❖ Motor "AD 4754 TL" where are you?? Tak ada yang bisa melupakan suara merdumu..
- ❖ Motor "AD 5788 CV" Pengganti yang baik, bisa menjalankan tugas & fungsi sebagaimana pendahulumu..
- ❖ Bagian Pengajaran FTI VII, Perpustakaan fakultas FTI VII, Jurusan FTI VII ... terimakasih banyak bapak-bapak & ibu-ibu atas kerjasamanya.
- ❖ Semua komunitas INFORMATIKA FTI VII semua angkatan dan FTI VII ... tempat yang nyaman dan membanggakan ...
- ❖ Jogjakarta ... Kota yang Indah dan menyenangkan, disini aku mengenal semuanya, Bagian penting dalam hidupku .Suasana jogjaaa....
- ❖ Dan semua orang yang telah banyak berperan dalam hidupku. Semoga persahabatan kita tidak akan pernah berakhir walau apapun masalahnya. Mengenal kalian membuatku mengerti arti sebuah persahabatan sejati. Sahabat sejati selalu bersama dalam suka dan duka.

MOTTO

"Allah mengangkat orang-orang yang beriman dari golonganmu dan juga orang-orang yang dikaruniai ilmu pengetahuan hingga beberapa derajat".

(QS Al Mujaadilah : 11)

" Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai mengerjakan suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu-lah hendaknya kamu berharap "

(QS. Alam Nasyrah : 6-8)

Kita tidak bisa menjadi bijaksana dengan kebijaksanaan orang lain, tapi kita bisa berpengetahuan dengan pengetahuan orang lain. - *Michel De Montaigne*

Hari ini Anda adalah orang yang sama dengan Anda di lima tahun mendatang, kecuali dua hal : orang-orang di sekeliling Anda dan buku-buku yang Anda baca.
- *Charles "tremendeous" Jones*

Kepuasan terletak pada usaha, bukan pada hasil. Berusaha dengan keras adalah kemenangan yang hakiki. - *Mahatma Gandhi*

Jadilah diri anda sendiri. Siapa lagi yang bisa melakukannya lebih baik ketimbang diri anda sendiri? - *Frank Giblin, II*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan hidayah, taufiq serta 'inayah-Nya, sehingga laporan tugas akhir dengan judul "Optimasi Pengaturan Lampu Lalulintas Pada Sebuah Perempatan Dengan Simulasi" ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah atas Nabi Muhammad SAW, para kerabat, serta pengikutnya hingga hari kiamat nanti. Amiin.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika pada Universitas Islam Indonesia dan atas apa yang telah diajarkan selama perkuliahan baik teori maupun praktek, di samping laporan sendiri yang merupakan rangkaian kegiatan yang harus dilakukan setelah tugas akhir ini selesai.

Pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang mempunyai andil besar dalam pelaksanaan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini, antara lain :

1. Bapak Fathul Wahid S.T., M.Sc sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yudi Prayudi, S.Si, M.Kom selaku Ketua Jurusan Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Taufiq Hidayat, ST. MCS selaku Pembimbing Tugas Akhir. Terima kasih atas segala kesabarannya, bantuan, dukungan, pengetahuan dan semua kemudahan yang selalu diberikan.
4. Bapak, Ibu dosen teknik Informatika dan dosen-dosen Universitas Islam Indonesia. Terimakasih atas semua ilmu yang diberikan.
5. Buat Bapak, Ibu, Lailia Nugraheni ST serta keluarga tercinta yang telah memberikan banyak semangat dan dorongan.
6. *Freedom Community, Binner Community 01', Biner Futsal United* yang memberikan semangat, dorongan, bantuan, maupun gangguannya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
7. Semua pihak yang tidak bisa disebut satu persatu yang telah membantu sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Di tengah keterbatasan penyusun dalam laporan tugas akhir ini, penyusun berharap kiranya laporan ini bermanfaat bagi pembaca. Semoga Allah SWT membimbing dan menyertai setiap langkah kita. Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 5 Februari 2007

Penyusun

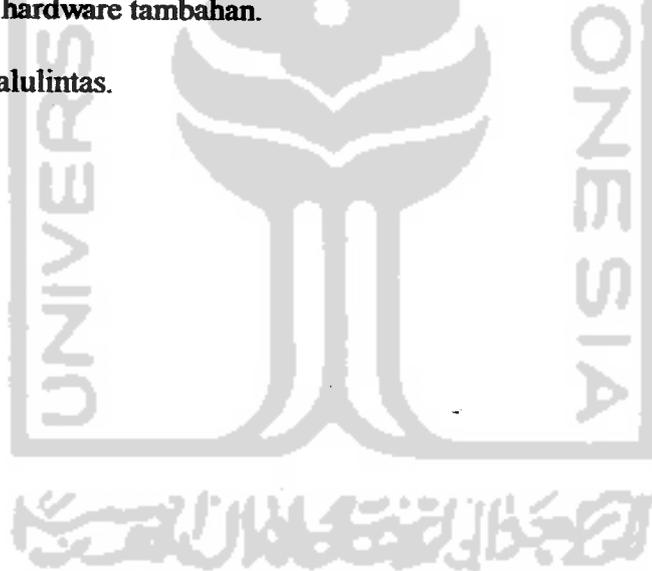
ABSTRAKSI

Masalah lalulintas merupakan masalah yang sudah ada sejak dulu, bahkan sebelum ditemukannya kendaraan bermotor. Salah satu permasalahan yang belakangan ini semakin serius adalah kemacetan lalulintas. Untuk menghindari kemacetan lalulintas maka dipasang rambu-rambu lalulintas yang salah satunya adalah lampu lalulintas / APILL (Alat Pemberi Isyarat Lampu Lalulintas). Lampu lalulintas itu biasanya dipasang pada pertemuan suatu jalan, hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kemacetan, memaksimalkan arus, menghindari kecelakaan.

Saat ini pengaturan lalulintas pada umumnya masih dirasa kurang optimal, terkadang pada suatu ruas jalan terjadi antrian kendaraan yang panjang sementara pada ruas jalan lainnya antriannya sedikit yang dikarenakan pengesettan lampu lalulintasnya yang kurang tepat.

Dengan didasari hal tersebut diatas maka perlunya suatu perangkat lunak untuk mensimulasikan suatu sistem pengaturan lalulintas di perempatan yang memiliki APILL . Simulasi yang dihasilkan diharapkan dapat mengetahui setting lampu hijau pada sebuah perempatan yang optimum sesuai dengan kebutuhan. Software ini dimaksudkan untuk membantu pihak yang kompeten dalam hal pengaturan Impu lalulintas dalam mengambil keputusan. Perangkat lunak ini dibangun dengan menggunakan Borland Delphi 7.0 dan tanpa hardware tambahan.

Key word: APILL, Lalulintas.



TAKARIR

<i>Simulation</i>	Proses Merancang <i>model</i> dari sistem yang nyata
<i>Visualitation</i>	Menampilkan
<i>Model</i>	Abstraksi dari sesuatu dengan kata lain adalah sebuah representasi dalam bahasa tertentu yang (disepakati) dari suatu sistem nyata
<i>Coding</i>	Penulisan Program
<i>Heuristic</i>	Mendekati nilai sebenarnya
<i>Skill</i>	Keahlian
<i>Input</i>	Masukan
<i>Display</i>	Tampilan
<i>Flow Chart</i>	Diagram Alir untuk menggambarkan arus data sistem.
<i>Sistem</i>	Sistem sebagai suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan untuk menyelesaikan suatu sasaran tertentu. Pendekatan sistem yang lebih menekankan pada elemen atau

komponennya mendefinisikan sistem adalah
suatu kumpulan dari elemen-elemen yang
berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu

Software

Perangkat lunak

User

Pengguna



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAKSI	xi
TAKARIR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metodologi Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	9
BAB II LANDASAN TEORI.....	11
2.1 Simulasi.....	11
2.2 Klasifikasi simulasi dalam tiga dimensi	12
2.2.1 Model Simulasi Statik vs Dinamik	12
2.2.2 Model Simulasi Deterministik vs Stokastik	12
2.2.3 Model Simulasi Kontinu vs Diskrit	12
2.3 Pembangkit <i>Random Number Generator</i>	12
2.4 Teori Antrian	14
2.4.1 Tujuan Antrian.....	15
2.4.2 Elemen-elemen Antrian	15
2.4.3 Struktur Antrian	18
2.5 LaluLintas	22
2.5.1 Lalulintas belok kiri.....	23

BAB III ANALISIS KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK	25
3.1 Metode Analisis	25
3.2 Spesifikasi Sistem	25
3.3 Hasil Analisis	26
3.3.1 Analisis kebutuhan Masukan	26
3.3.2 Analisis kebutuhan Keluaran	27
3.3.3 Analisis kebutuhan Fungsi	27
3.3.4 Analisis kebutuhan Proses	28
3.3.5 Analisis kebutuhan Antarmuka	28
3.3.6 Analisis kebutuhan Perangkat Lunak	29
3.3.7 Analisis kebutuhan Perangkat Keras	29
 BAB IV PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK	 30
4.1 Metode Perancangan.....	30
4.2 Hasil Perancangan.....	30
4.2.1 Rancangan Umum Perangkat Lunak	30
4.2.2 Perancangan Antarmuka	36
4.2.2.1 Rancangan Antarmuka Menu Utama	37
4.2.2.2 Rancangan Antarmuka Masukan	37
4.2.2.3 Rancangan Antarmuka Keluaran	39
4.2.2.4 Rancangan Antarmuka Laporan	40
 BAB V IMPLEMENTASI	 41
5.1 Batasan Implementasi	41
5.1.1 Lingkungan Pengembangan.....	41
5.1.2 Perangkat Lunak Yang Dibutuhkan.....	42
5.2 Implementasi Sistem.....	43
5.3 Implementasi Antarmuka.....	43
5.3.1 Antarmuka Menu Utama.....	43
5.3.2 Antarmuka Form Data Baru.....	44
5.3.3 Antarmuka Form Data Buka.....	45
5.3.4 Antarmuka Menu Simulasi	46
5.4 Implementasi Prosedural.....	48
 BAB VI ANALISIS KINERJA PERANGKAT LUNAK	 49
6.1 Pengujian Data	49
6.2 Pengujian dan Analisis Program.....	49
6.3 Analisis Visualisasi.....	52
 BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	 55

7.1	Kesimpulan	55
7.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Model <i>Single Channel</i>	19
Gambar 2.2. Model <i>Single Channel-Multiphase</i>	20
Gambar 2.3. Model <i>Multichannel-Single Phase</i>	21
Gambar 2.4. Model <i>Multichannel-Multiphase</i>	21
Gambar 2.5. Model Perempatan ber-APILL pada umumnya.....	24
Gambar 4.1. Simbol <i>Flowchart</i>	31
Gambar 4.2. <i>Flowchart</i> Umum Simulasi.....	32
Gambar 4.3. <i>Flowchart</i> Rutin Simulasi.....	33
Gambar 4.4. <i>Flowchart</i> Jalannya Simulasi.....	35
Gambar 4.5. <i>Form</i> Menu Utama.....	37
Gambar 4.6. <i>Form</i> Masukan Data.....	38
Gambar 4.7. <i>Form</i> Keluaran.....	39
Gambar 4.8. <i>Form</i> Laporan	40
Gambar 5.1. Antarmuka Menu Utama.....	44
Gambar 5.2. Antarmuka <i>Form</i> Data Baru	45
Gambar 5.3. Antarmuka <i>Form</i> Data Buka.....	46
Gambar 5.4. Antarmuka Menu Simulasi	47
Gambar 6.1. Tampilan Proses Jalannya Simulasi.....	53
Gambar 6.2. Tampilan Simulasi Selesai.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 6.1 Setting lampu hijau	50
Tabel 6.2. Perbandingan hasil dari rata-rata waktu tunggu untuk semua arah	51
Tabel 6.3. Perbandingan hasil dari rata-rata waktu tunggu untuk tiap arah.....	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berlalu lintas adalah kegiatan harian yang tidak bisa dihindari. Pergi dari satu tempat ke tempat lain adalah menu wajib manusia normal dalam keseharian berkehidupan. Transportasi yang paling banyak adalah dengan menggunakan jalan raya sebagai prasarannya. Di jalan raya seluruh moda transportasi darat bercampur, dari mulai mobil pribadi, sepeda motor, bus, truk, sepeda hingga becak. Percampuran berbagai model dengan berbagai karakteristik yang berbeda inilah yang menyebabkan adanya aturan lalu lintas (*traffic rules*), seperti aturan arah arus lalu lintas, rambu, marka, hingga parkir. Aturan menjadi agak lebih rumit ketika satu ruas jalan bertemu dengan ruas jalan lain, yang disebut persimpangan.

Keberadaan lampu merah (selanjutnya disebut lampu lalu lintas) di persimpangan telah menjadi bagian hidup sehari-hari, seberapa banyak kita melintas di simpang dengan lampu lalu lintas dalam sehari? Atau, berapa detik nyala waktu hijau, waktu merah, waktu kuning pada suatu simpang? Hal tersebut sering tidak disadari. Yang sering terdengar adalah gerutu apabila nyala merah terlalu lama, atau nyala hijau yang terlalu singkat.

Secara umum, simpang terdiri atas simpang bersinyal, yakni simpang yang dilengkapi dengan lampu lalu lintas atau Alat Pemberi Isyarat Lampu Lalu lintas (disingkat APILL), dan simpang tak bersinyal, yakni simpang tanpa APILL, dan biasanya diatur dengan rambu.

Saat ini pengaturan lalu lintas pada umumnya dan di perempatan pada khususnya masih dirasa kurang optimal. Hal ini dikarenakan penambahan penduduk yang begitu pesat dan sedikit banyaknya mempengaruhi penambahan jumlah kendaraan yang menggunakan fasilitas jalan raya. Meningkatnya jumlah kendaraan akan mempengaruhi tingkat kepadatan di jalan raya pada umumnya dan di perempatan pada khususnya. Oleh karena itu perlu dibangun sebuah sistem yang membantu pengaturan lalu lintas di persimpangan.

Masalah lalu lintas merupakan problema yang sudah ada sebelum ditemukannya kendaraan. Hal mendasar yang sering menjadi masalah di jalan-jalan umum adalah kesemrawutan, kemacetan & kecelakaan lalu lintas. Kemajuan dalam perakitan kendaraan bermotor telah menciptakan pengaruh baru, yaitu semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Hal ini pula yang menimbulkan fenomena baru yang dampaknya sulit untuk dihindarkan lagi mengingat perlunya juga alat transportasi dalam menunjang aktifitas sehari-hari. Oleh karena itu salah satu akibat yang ditimbulkan yang dapat langsung dirasakan adalah padatnya arus lalu lintas terutama di kawasan kota-kota besar. Bayangkan

Kesulitan akan dialami oleh pengendara kendaraan bermotor apabila di suatu perempatan tidak terdapat lampu pengatur lalu lintas tentunya pada ruas jalan tersebut akan semrawut dan terjadi kemacetan yang luar biasa. Sebagai bentuk upaya untuk mencari solusi mengatasi masalah kepadatan arus lalu lintas, salah satunya adalah pengaturan lalu lintas di perempatan jalan maka di perlukannya lampu lalu lintas guna memberikan kenyamanan dan keamanan dalam berlalu lintas. Adapun masalah lalu lintas yang dapat dimasukkan dalam analisis ilmiah misalnya adalah pemasangan lampu lalu lintas, berapa lama waktu putaran lampu lalu lintas, berapa banyak kepadatan kendaraan atau bagaimana membangun sistem lalu lintas yang maju.

Berdasarkan uraian di atas maka diharapkan dengan pembuatan program Simulasi untuk *traffic light* ini dapat membantu dan merepresentasikan pengaturan *traffic light* pada berbagai model perempatan dengan simulasi.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana optimasi pengaturan lampu lalu lintas pada perempatan dengan berbagai model perempatan yang ada sehingga dapat mengoptimalkan waktu tunggu kendaraan, mengurangi kepadatan, dan kemacetan lalu lintas.

1.3 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian diberikan pembatasan masalah agar penelitian lebih terfokus. Batasannya adalah:

1. Pengaturan lampu lalu lintas hanya pada perempatan /simpang 4 saja.
2. Model-model perempatan yang diimplementasikan adalah model perempatan yang terdapat di Kota DI Yogyakarta.
3. Simulasi hanya berlaku untuk lalu lintas dalam keadaan normal (berjalan sebagaimana mestinya), yang dimaksud lalu lintas dalam keadaan normal adalah Pengaturan lampu lalu lintas berjalan normal sebagaimana mestinya, jalannya kendaraan juga normal dengan asumsi semua pengendara mentaati rambu-rambu lalu lintas, tidak ada kejadian-kejadian khusus misalnya pada suatu saat harus mendahulukan kendaraan dari arah tertentu.
4. Tidak menggunakan data real time.
5. Kendaraan yang disimulasikan diasumsikan sebagai kendaraan roda empat.
6. Diasumsikan lebar, panjang, kecepatan kendaraan sama.
7. Program ini hanya merupakan simulasi dan tidak menggunakan hardware tambahan.

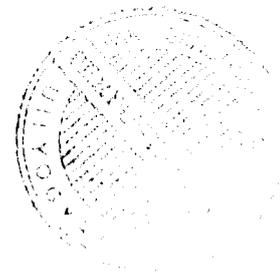
1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk membangun sebuah perangkat lunak yang dapat membantu pengaturan *traffic light* agar antrian kendaraan dapat dioptimalkan dengan menggunakan simulasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam pembuatan aplikasi ini sebagai berikut :

1. Membantu pengambilan keputusan untuk menentukan model-model perempatan berikut lampu pengatur lalu lintasnya.
2. Mengetahui kepadatan lalu lintas sehingga durasi perputaran lampu lalu lintas dapat diatur agar tidak terdapat antrian kendaraan yang panjang pada suatu ruas jalan yang dikarenakan pembagian waktu perputaran lampu lalu lintas tidak tepat.
3. Memperoleh pengetahuan bagaimana sistem aplikasi yang baik
4. Menciptakan sistem pelayanan lalu lintas terhadap pengguna jalan di simpang empat yang diharapkan dapat memperlancar aktivitas sehari-hari.



1.6 Metodologi Penelitian

1.6.1 Metode Pengumpulan Data

1.6.1.1 Data Primer

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Metode Observasi

Metode Pengamatan (observasi), pengumpulan data yang dilakukan dengan mengadakan pengamatan secara langsung di lapangan.

b. Metode Wawancara

Metode wawancara atau tanya jawab langsung dengan pihak-pihak yang terkait untuk memperoleh data yang tepat sehingga perancangan aplikasi tidak menyimpang dari tujuan semula.

c. Metode *Library Research*

Metode kepustakaan (*Library Research*), mengumpulkan data yang dilakukan dengan mengumpulkan data dari buku-buku referensi, jurnal-jurnal yang didapat di internet, dan literatur-literatur tugas akhir yang *relevan* dengan permasalahan.

1.6.1.2 Data Sekunder

Data sekunder sebagai penunjang penyusunan tugas akhir ini didapat dengan cara pengumpulan data dengan metode :

a. **Literatur**

Mempelajari ketersediaan data yang diperoleh di lapangan.

b. **Telaah Dokumen**

Mempelajari dokumen artikel dan catatan lain yang berkaitan dengan permasalahan.

1.6.2 Metode Pengembangan Sistem

1.6.2.1 Analisis Kebutuhan

Perlunya pengadaan sistem pelayanan lalu lintas berupa pengaturan *traffic light* di simpang empat agar aktivitas pengguna jalan tidak terhambat oleh kepadatan lalu lintas yang semakin tinggi.

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode sekuensial linier yang sering disebut dengan Waterfall Model. Metode ini mempunyai pendekatan sekuensial yang sistematis, yang meliputi :

a. **Tahap Analisis Perangkat Lunak**

Pada tahap ini, pengumpulan kebutuhan diintensifkan dan difokuskan pada sistem yang akan dibangun meliputi identifikasi domain informasi, tingkah laku sistem, unjuk kerja dan antar muka sistem. Kebutuhan untuk sistem didokumentasikan dan dikonsultasikan lagi oleh pengguna.

b. Tahap Desain

Pada tahap ini difokuskan pada proses desain struktur data, arsitektur sistem, representasi interface dan algoritma program.

c. Tahap Penulisan Program (*coding*)

Setelah tahap desain selesai maka hasilnya harus diterjemahkan ke dalam bentuk program komputer yang kemudian menghasilkan suatu sistem.

d. Tahap Pengujian

Dilakukan untuk menemukan kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi pada proses pengkodean dan memastikan bahwa input yang dibatasi memberikan hasil yang sesuai dengan kebutuhan.

1.6.2.2 Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahap selanjutnya dari proses sehingga menjadi suatu aplikasi yang terdiri dari sejumlah menu, proses, input serta output yang mewakili dari pengolahan data dari pembahasan sebelumnya yang siap diterapkan untuk dilihat efisiensi dan efektifitasnya sehingga dapat ditentukan sesuai atau tidaknya aplikasi tersebut untuk diterapkan.

1.6.2.3 Analisis Kinerja Perangkat Lunak

Analisis kinerja perangkat lunak diperoleh dari hasil analisa penulis terhadap sistem yang dibangun dan diuji dengan kebutuhan perangkat lunak yang sebenarnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan dalam laporan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Menjelaskan secara tentang latar belakang, materi, batasan, tujuan, manfaat, metodologi penelitian serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II Landasan Teori

Menjelaskan dasar-dasar simulasi, teori antrian, pembangkit bilangan random, Alat Pemberi Isyarat Lampu Lalulintas.

BAB III Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Menganalisis kebutuhan perangkat lunak (kebutuhan *input*, *output*, antarmuka, proses)

BAB IV Perancangan Perangkat Lunak

Menjelaskan perancangan sistem yang digunakan dalam pengembangan aplikasi yang meliputi: rancangan umum perangkat lunak, perancangan antarmuka

BAB V Implementasi Perangkat Lunak

Menjelaskan tentang batasan implementasi, implementasi sistem, implementasi antarmuka, implementasi prosedural.

BAB VI Analisis Kinerja Perangkat Lunak

Menganalisis kinerja perangkat lunak dengan melakukan pengujian sehingga tingkat kesalahan yang mungkin terjadi dapat diminimalisasi.

BAB VII Penutup

Memuat kesimpulan dan saran.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Simulasi

Simulasi adalah meniru proses *riil* yang disebut dengan sebuah model untuk memahami bagaimana sistem tersebut bekerja. Seringkali di dalam model simulasi sudah dimasukkan unsur ketidakpastian [DAN05].

Di dalam menyusun model tersebut di atas, kemungkinan ada beberapa hal atau variabel yang sebenarnya masih perlu diikutsertakan. Dengan kata lain, kemungkinan setelah berhasil disusun suatu model simulasi untuk masalah yang dihadapi, tetapi ternyata setelah dilaksanakan, dan akan digunakan untuk memecahkan masalah yang semacam untuk tahun berikutnya atau untuk obyek yang lain, ternyata hal-hal atau variabel-variabel lain yang mestinya disertakan baru diketahui. Sehingga pada aplikasi berikutnya model simulasi yang disusun akan lebih sempurna. Oleh karena itu, meskipun model simulasi ini bisa membantu memecahkan suatu masalah secara jauh lebih ekonomis daripada tanpa model ini, tetapi tidak menjamin bahwa model yang disusun sudah merupakan model yang paling tepat. Pada waktu-waktu berikutnya model ini akan selalu diperbaiki, sehingga akan menjadi lebih sempurna.

2.2. Klasifikasi simulasi dalam tiga dimensi:

2.2.1 Model Simulasi Statik vs Dinamik

Model statik adalah representasi sistem pada waktu tertentu. Waktu tidak berperan di sini, contohnya : Model *monte carlo*.

Model dinamik adalah merepresentasikan sistem dalam perubahannya terhadap waktu, contohnya: Sistem conveyor di pabrik.

2.2.2 Model Simulasi Deterministik vs Stokastik

Model deterministik tidak memiliki komponen probabilistik (*random*) sedangkan Model stokastik memiliki komponen probabilistik (*random*).

2.2.3 Model Simulasi Kontinu vs Diskrit

Untuk model kontinu status berubah secara kontinu terhadap waktu, contohnya gerakan pesawat terbang.

Untuk model diskrit status berubah secara instan pada titik-titik waktu yang terpisah, contohnya jumlah customer di bank.

2.3. Pembangkit *Random Number Generator*

Random Number Generator adalah suatu algoritma yang digunakan untuk menghasilkan urutan-urutan atau *sequence* dari angka-angka sebagai hasil dari perhitungan dengan komputer yang diketahui distribusinya sehingga angka-angka tersebut muncul secara *random* dan digunakan terus-menerus.

Dari definisi tersebut dapat ditarik tiga pokok pengertian, yaitu sebagai berikut:

1. *Sequence* atau Urutan

Yang dimaksudkan dengan *sequence* di sini adalah bahwa *random number* tersebut harus dapat dihasilkan secara urut dalam jumlah yang mengikuti algoritma tertentu dan sesuai dengan distribusi yang akan terjadi atau yang dikehendaki.

2. *Distribution* atau Distribusi

Pengertian distribusi berhubungan dengan distribusi probabilitas yang dipergunakan untuk meninjau atau terlibat langsung dalam penarikan *random number* tersebut. Pada umumnya distribusi probabilitas untuk *random number* ini adalah *Uniform Variate* yang dikenal dengan *Distribusi Uniform*.

Seperti pada *random sequence* X_1, X_2, \dots, X_n dan pada setiap *random sequence* ini masing-masing mempunyai X_1, X_2, \dots yang merupakan *subsequence* yang berhubungan tetapi terpisah satu dengan yang lainnya, yang dikenal dengan *Jointly Independent*, dan masing-masing juga mempunyai probabilitas *distribusi uniform* antara 0 dan n . (0,n). Bila *sequence* ini terputus maka akan merusak atau mengurangi arti dari kegiatan simulasi yang berjalan.

3. Muncul Angka-angka Secara Random

Pengertian *random* di sini menunjukkan bahwa algoritma tersebut akan menghasilkan suatu angka yang akan berperan dalam permunculan angka yang akan keluar dalam proses di komputer. Dengan kata lain suatu angka yang

di peroleh merupakan angka penentu bagi angka *random* berikutnya, demikian seterusnya.

Walaupun *random number* ini saling berkaitan namun angka-angka yang muncul dapat berlain-lainan.

2.4. Teori antrian

Teori antrian merupakan teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Formasi baris-baris penungguan ini tentu saja merupakan suatu fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu. Keputusan-keputusan yang berkenaan dengan jumlah kapasitas ini harus ditentukan, walaupun sebenarnya tidak mungkin dapat dibuat suatu prediksi yang tepat mengenai kapan unit-unit yang membutuhkan pelayanan itu akan datang ke fasilitas pelayanan yang bersangkutan.

Dalam kehidupan sehari-hari kata antrian (*queuing*) atau *waiting line* sangat sering kita jumpai. Istilah antrian digunakan untuk menggambarkan sejumlah kelas gejala (*fenomena*) yang memuat kedatangan, penantian/menunggu, layanan, dan keberangkatan.

Teori antrian ini pada awalnya diciptakan pada tahun 1909 oleh ahli matematika dan insinyur berkebangsaan denmark yang bernama A.K.Erlang. dia mengembangkan model antrian untuk menentukan jumlah yang optimal dari fasilitas



telephone switching yang digunakan untuk melayani permintaan yang ada. Penggunaan model ini semakin meluas tepatnya mulai akhir Perang Dunia ke-II.

Pelayanan dalam sebuah antrian tidak selalu dalam bentuk fisik orang-orang yang berdiri di depan pelayan atau fasilitas pelayanan. Garis tunggu ini dapat berupa orang, komponen, barang-barang atau kertas-kertas kerja yang harus menunggu untuk mendapatkan jasa pelayanan. [PAN95].

Formasi baris penungguan ini tentu saja merupakan suatu fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang akan tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan tersebut. Untuk itu diperlukan suatu alat analisa yang disebut dengan analisa baris tunggu atau analisa teori antrian.

2.4.1. Tujuan Antrian

Tujuan sebenarnya dari teori antrian adalah meneliti kegiatan dari fasilitas pelayanan dalam rangkaian kondisi random dari suatu sistem antrian yang terjadi [KAK04].

2.4.2. Elemen-elemen Antrian

Sistem antrian yang terjadi dapat sederhana atau sangat kompleks. Sistem yang sederhana dapat dirumuskan dengan menggunakan teknik-teknik dalam analisa antrian. Dan untuk sistem yang sangat kompleks, terdiri dari input, proses dan output ini membutuhkan analisa yang menggunakan simulasi.

Ada beberapa elemen-elemen pokok antrian [PAN95]:

a. Sumber Masukan (*input*)

Sumber masukan (*input*) dari suatu sistem antrian dapat terdiri dari suatu populasi orang, barang, atau komponen lainnya yang datang pada sistem untuk dilayani. Bila populasi relatif besar sering dianggap bahwa hal itu merupakan besaran yang tak terbatas. Suatu populasi dinyatakan besar bila populasi tersebut lebih besar dibanding dengan kapasitas sistem pelayanan.

b. Pola Kedatangan

Cara pelanggan (*individu-individu*) dari suatu populasi memasuki sistem disebut pola kedatangan (*arrival pattern*). *Individu* mungkin datang dengan tingkat kedatangan (*arrival rate*) yaitu berapa banyak *individu-individu* per periode waktu, yang konstan ataupun acak (*random*).

Distribusi probabilitas poisson adalah salah satu dari pola-pola kedatangan yang paling sering (umum), bila kedatangan-kedatangan didistribusikan secara *random*. Hal ini terjadi karena distribusi poisson menggambarkan jumlah kedatangan per unit waktu bila sejumlah besar variabel-variabel random mempengaruhi tingkat kedatangan. Bila tingkat kedatangan individu-individu mengikuti suatu *distribusi poisson*, maka waktu antar kedatangan atau interarrival time, yaitu waktu antara kedatangan setiap individu adalah random dan mengikuti suatu distribusi eksponensial (*eksponensial distribution*). Bila individu-individu memasuki suatu sistem yang terlalu panjang, individu akan meninggalkan sistem. Perilaku seperti ini disebut penolakan (*balking*).

i. Distribusi Pelayanan

Disiplin pelayanan (*service discipline*) menunjukkan pedoman keputusan yang digunakan untuk menyeleksi individu-individu yang memasuki antrian untuk dilayani terlebih dahulu (*prioritas*). Disiplin pelayanan yang paling umum digunakan adalah FCFS (*first come first served/* datang pertama dilayani pertama). Selain itu dikenal model lain antara lain LCFS (*last come first served/* datang terakhir dilayani pertama), dan SIRO (*service in random order/* pelayanan dalam urutan acak) juga dapat ditimbulkan dalam situasi praktis.

ii. Panjang Antrian.

Banyak sistem antrian dapat menampung jumlah individu-individu yang relatif besar, tetapi ada beberapa sistem yang mempunyai kapasitas terbatas. Bila kapasitas antrian menjadi faktor pembatas besarnya jumlah individu yang dapat dilayani dalam sistem yang nyata, berarti sistem mempunyai panjang antrian yang terbatas (*finite*), dan model antrian terbatas harus digunakan untuk menganalisa sistem tersebut. Secara umum model antrian terbatas lebih kompleks daripada sistem antrian tak terbatas (*infinite*).

iii. Tingkat pelayanan

Waktu yang digunakan untuk melayani individu-individu dalam suatu sistem disebut waktu pelayanan (*service time*). Waktu ini mungkin konstan, tetapi juga sering acak (*random*). Bila waktu pelayanan mengikuti distribusi

eksponensial atau distribusi acak, waktu pelayanan (unit/jam) akan mengikuti suatu distribusi poisson.

iv. Keluar (*exit*)

Sesudah seseorang (individu) telah selesai dilayani, dia keluar dari sistem. Sesudah keluar, dia mungkin bergabung pada satu diantara kategori populasi. Dia mungkin bergabung dengan populasi asal dan mempunyai probabilitas yang sama untuk memasuki sistem kembali, atau dia mungkin bergabung dengan populasi lain yang mempunyai probabilitas lebih kecil dalam hal kebutuhan pelayanan tersebut kembali.

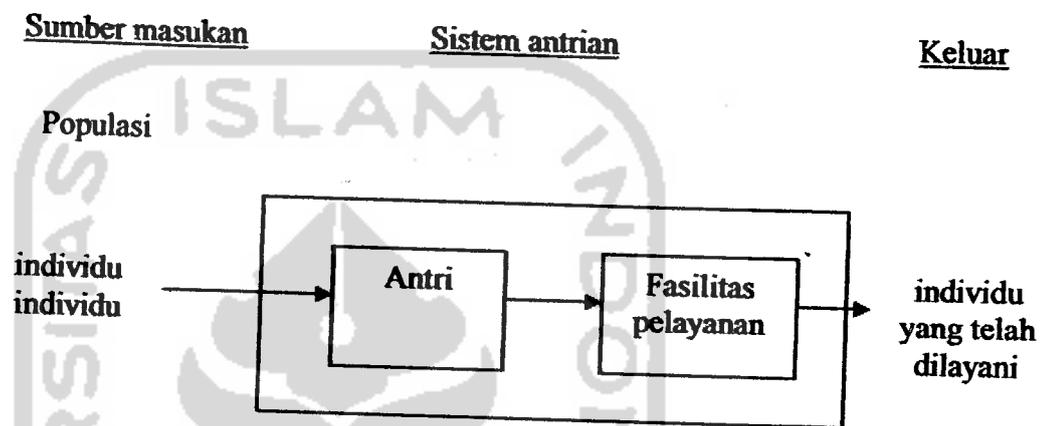
2.4.3. Struktur Antrian

Atas dasar sifat proses pelayanannya, dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan saluran atau channel (single atau multiple) dan phase (single atau multiple) yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah *saluran* atau *channel* menunjukkan jumlah jalur (tempat) untuk memasuki system pelayanan, yang juga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan. Istilah *phase* berarti jumlah station-station pelayanan, di mana para pelanggan harus melaluinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap.

Ada empat model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian[PAN95] :

1. Single channel-single phase

Hanya ada satu fasilitas pelayanan dengan satu stasiun pelayanan, setelah selesai menerima pelayanan maka individu-individu keluar dari sistem, misalnya : tukang cukur. Seperti terlihat pada gambar 2.1 berikut :

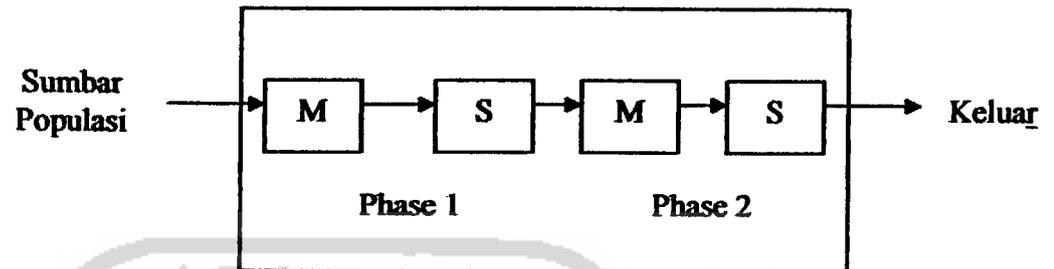


Gambar 2.1. Model Single Channel

2. Single channel-multiphase

Terdapat dua atau lebih stasiun pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phase-phase) namun hanya memiliki satu jalur untuk memasuki system tersebut, contohnya adalah: pencucian mobil. Seperti terlihat pada gambar 2.2 berikut :

Sistem antrian



Keterangan:

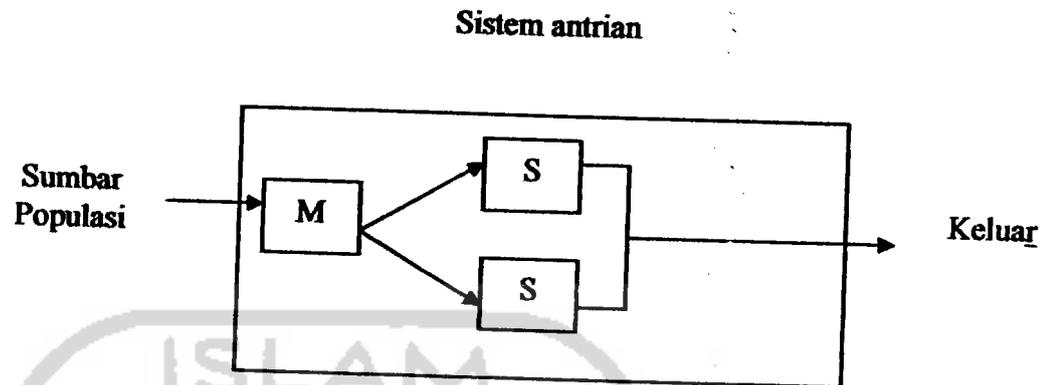
M = antrian

S = fasilitas pelayanan (server)

Gambar 2.2. Model Single Channel-Multiphase

3. Multichannel-single phase

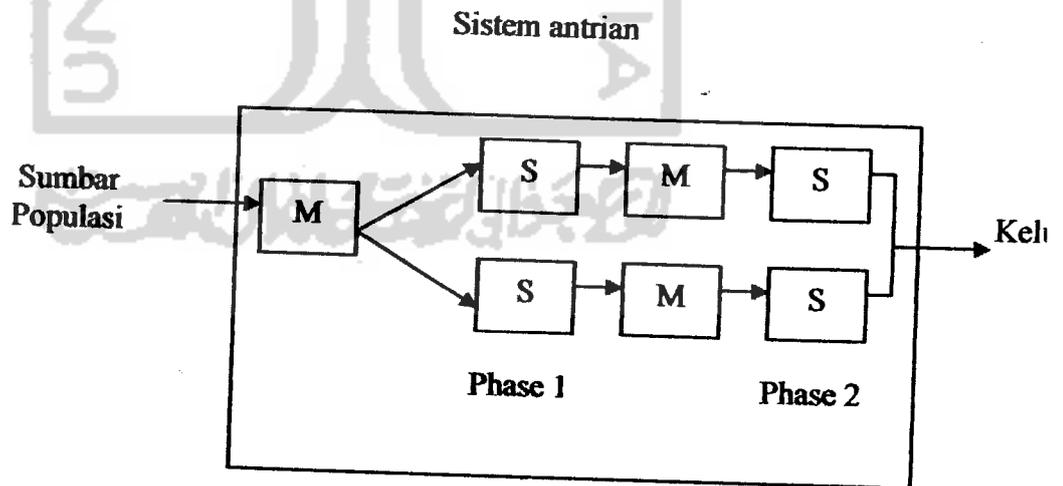
Terdapat dua atau lebih fasilitas pelayanan yang dapat melakukan pelayanan secara bersama pada saat yang sama dengan satu stasiun pelayanan, misalkan : pembelian tiket yang dilayani oleh beberapa loket. Seperti terlihat pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3. Model Multichannel-Single Phase

4. **Multichannel-multiphase**

Struktur ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, dengan beberapa stasiun pelayanan, misalnya : registrasi mahasiswa. Seperti terlihat pada gambar 2.4 berikut :



Gambar 2.4. Model Multichannel-Multiphase

2.5. Lalulintas

Dari kacamata sejarah, sebelum adanya APILL, yang berperan sebagai pengatur arus lalulintas adalah petugas polisi lalulintas. Eksistensi lampu lalulintas muncul pertama kali di Westminster Inggris pada tahun 1868 dengan menggunakan gas. Kemudian pada tahun 1918 di New York, dengan formasi merah-kuning-hijau yang dioperasikan secara manual. Pada 1926 telah dilakukan pengoperasian lampu secara semi otomatis di Wolverhampton Inggris. Secara teknis, pengaturan lampu memang berkembang pesat dari pengoperasian secara manual oleh manusia, semi-otomatis, otomatis, hingga sistem kamera dan ATCS (*Automatic Traffic Control System*) yang juga sudah dioperasikan di Jakarta. Lampu isyarat lalulintas ini merupakan standar internasional, seperti juga rambu lalulintas yang ada di tepi jalan. Merah, kuning dan hijau adalah warna yang sudah paten di negeri manapun, meskipun dalam pengaturannya terdapat beberapa perbedaan. Misalnya secara umum aturan nyala adalah hijau – kuning – merah, namun ada pula dengan aturan hijau – kuning – merah – kuning. Warna kuning setelah merah dimaksudkan agar kendaraan dapat bersiap-siap untuk bergerak.

Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun tidak sebidang. Persimpangan berdiri sendiri adalah persimpangan yang diatur dengan APILL yang pengoperasiannya dianggap berdiri sendiri. Untuk

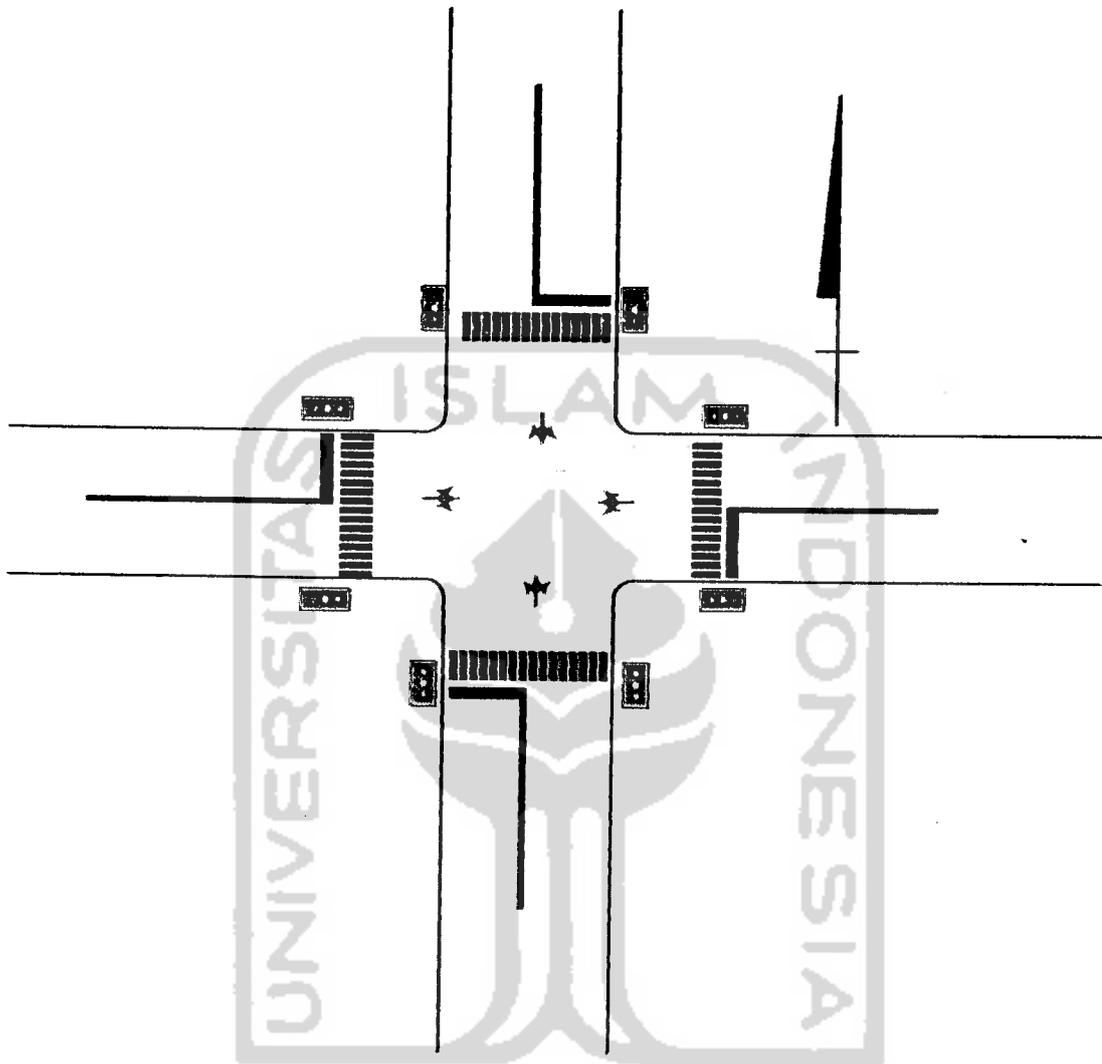
persimpangan yang mempunyai pertemuan atau percabangan jalan sebanyak empat dalam hal ini sering dinamai sebagai perempatan. Sedangkan yang dimaksudkan dengan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) adalah perangkat peralatan teknis yang menggunakan isyarat lampu untuk mengatur lalu lintas orang dan/atau kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan. Tujuan pemasangan APILL pada suatu persimpangan adalah untuk mengatur lalu lintas, persimpangan dengan APILL merupakan peningkatan dari persimpangan biasa (tanpa APILL) dimana berlaku suatu aturan prioritas tertentu yaitu mendahulukan lalu lintas dari arah lain.

Adapun Fungsi APILL tersebut:

1. Mengatur pemakaian ruang persimpangan.
2. Meningkatkan keteraturan lalu lintas.
3. Meningkatkan kapasitas dari persimpangan.
4. Mengurangi kecelakaan dalam arah tegak lurus.

2.5.1. Lalulintas belok kiri

Persimpangan, baik yang menggunakan APILL maupun tidak pada prinsipnya mengizinkan lalu lintas untuk belok kiri secara langsung. Bila lalu lintas belok kiri menimbulkan gangguan pada lalu lintas menerus maka dapat dipasang lampu filter atau lampu perintah Belok Kiri Ikuti Isyarat Lampu.



Gambar 2.5 Model perempatan ber-APILL pada umumnya

BAB III

ANALISIS KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK

3.1 Metode Analisis

Metode analisis merupakan langkah penting dalam perancangan perangkat lunak. Langkah ini sangat mempengaruhi perancangan yang dibuat beserta implementasinya.

Metode analisis yang digunakan adalah metode analisis dengan pendekatan terstruktur dengan yang dibutuhkan dalam sistem, sehingga hasil analisis dari sistem yang dikembangkan menghasilkan sistem yang strukturnya dapat didefinisikan dengan baik dan jelas.

Bagian sistem pendukung keputusan dikembangkan dengan alat berupa *flowchart*.

3.2 Spesifikasi Sistem

Pada sebuah perempatan yang memiliki APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) terdapat proses pengaturan lalulintas dalam hal ini menggunakan isyarat dari

lampu lalu lintas. Isyarat dari lampu lalu lintas berupa nyala lampu yang dibedakan menjadi 3, yaitu:

1. Warna merah menandakan kendaraan harus berhenti.
2. Warna kuning menandakan pengemudi kendaraan harus hati-hati dikarenakan akan terjadinya perpindahan nyala lampu dari warna hijau ke warna merah atau dari kendaraan diperbolehkan jalan sampai kendaraan harus berhenti lagi.
3. Warna hijau menandakan kendaraan boleh berjalan.

Permasalahan yang biasanya terjadi pada sebuah perempatan yang ber-APILL misalnya:

- a. Waktu tunggu yaitu lamanya sebuah kendaraan tiba di perempatan sampai kendaraan tersebut meninggalkan perempatan.
- b. Banyaknya kedatangan kendaraan dari setiap arah.

Untuk memperoleh perhitungan yang sesuai maka parameter-parameter tersebut dilakukan optimasi.

3.3 Hasil Analisis

3.3.1 Analisis Kebutuhan Masukan

Kebutuhan *input* (masukan) terdiri dari :

- a. Setting lampu menyala hijau, ada 2 kemungkinan setting:
 - i. Bersifat Fix / statis dimana untuk semua ruas jalan dimana dianggap sama.
 - ii. Berbeda untuk setiap jalurnya.

b. **Pola kedatangan kendaraan**

Kedatangan kendaraan bersifat acak.

c. **Model Perempatan**

Memuat aturan-aturan yang dipergunakan dalam perempatan tersebut.

3.3.2 Analisis Kebutuhan Keluaran

Kebutuhan *Output* (keluaran) yaitu:

- a. Prosentase kedatangan kendaraan dari setiap arah.
- b. Waktu tunggu rata-rata.

3.3.3 Analisis Kebutuhan Fungsi

Kebutuhan fungsi berisi tentang fungsi yang digunakan oleh sistem.

Fungsi yang akan digunakan untuk:

- a. Untuk menentukan kedatangan mobil maka diperlukan fungsi bilangan random.
- b. Untuk menghitung rata-rata waktu tunggu kendaraan, kedatangan kendaraan tiap arah maka diperlukan fungsi perhitungan secara statistik.

3.3.4 Analisis Kebutuhan Proses

Di dalam sistem ini, dibutuhkan proses-proses antara lain :

- a. Proses kedatangan kendaraan
- b. Proses pengaturan penyalaaan lampu
- c. Proses perhitungan keluaran dan pembuatan laporan
- d. Proses visualisasi terhadap jalannya APILL.

3.3.5 Analisis Kebutuhan Antarmuka

Antarmuka sistem adalah apa yang dibutuhkan sistem agar pengguna dapat menggunakan dan mengerti sistem. Sebaliknya pengguna menampilkan sistem secara maksimal.

- a. Berbasis Windows
Sistem ini berbasis widows karena windows berikut sistem operasi yang digunakan sudah sangat *familiar* sehingga mudah dimengerti.
- b. Sistem berbasis menu
Menggunakan dialog untuk input, berbasis grafis untuk outputnya.
- c. Bentuk dialog dengan menggunakan keyboard dan mouse untuk memasukkan data, menggunakan monitor untuk menampilkan sistem (*display*).

3.3.6 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mengembangkan serta implementasi perangkat lunak ini adalah:

- a. Sistem operasi menggunakan windows 98/XP
- b. Borland delphi 7.0
- c. Microsoft visio 2003
- d. Adobe Photoshop 8.0

3.3.7 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Agar sistem dapat bekerja dengan kinerja yang baik, perangkat keras yang dibutuhkan antara lain:

- a. Processor AMD Athlon XP 1,6 Ghz
- b. Memory 256 MB
- c. Kartu Grafik 128 MB
- d. Hardisk 20 Gb
- e. Keyboard, mouse & monitor

BAB IV

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

4.1 Metode Perancangan

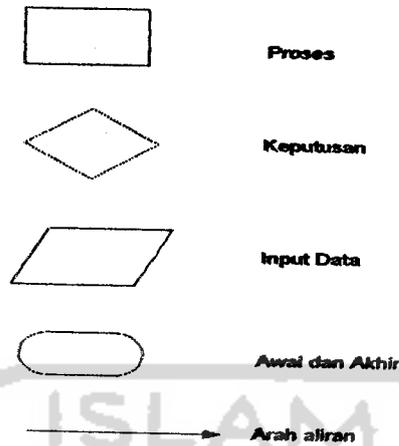
Metode Perancangan sistem yang digunakan dalam mengembangkan aplikasi simulasi ini adalah metode perancangan berarah aliran data dengan memakai alat – alat pengembangan sistem berupa *Flowchart*. *Flowchart* pada dasarnya merupakan konsep perancangan yang mudah pada sistem pemrograman terstruktur.

4.2 Hasil Perancangan

4.2.1 Rancangan Umum Perangkat Lunak

Rancangan umum perangkat lunak akan berisi informasi global tentang perangkat lunak untuk memberikan gambaran awal proses perjalanan simulasi lampu lalu lintas.

Rancangan umum berupa flowchart yang menjelaskan secara logis proses yang terjadi pada perangkat lunak ini. Flowchart juga akan disertai dengan keterangan-keterangan untuk memberikan penjelasan yang lebih baik. Berikut adalah simbol-simbol yang dipergunakan dalam pembuatan flowchart



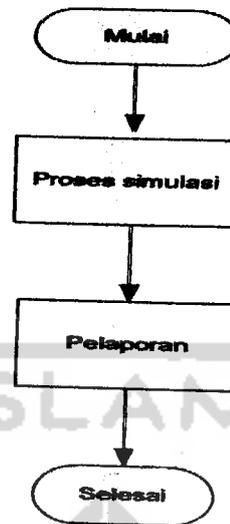
Gambar 4.1 Simbol Flowchart

a. *Flowchart* Umum Proses Umum

Flowchart ini menggambarkan proses simulasi secara keseluruhan yang terdiri dari input yang meliputi ; data perempatan, waktu nyala lampu hijau, jumlah awal kendaraan dan output yang meliputi ; rata-rata antrian kendaraan, rata-rata waktu tunggu kendaraan, seperti terlihat pada gambar 4.2.

Proses ke dua adalah simulasi, dalam bagian inilah inti pemrosesan simulasi dijalankan. Bagian-bagian yang dijalankan dalam proses simulasi dapat dilihat pada gambar 4.3

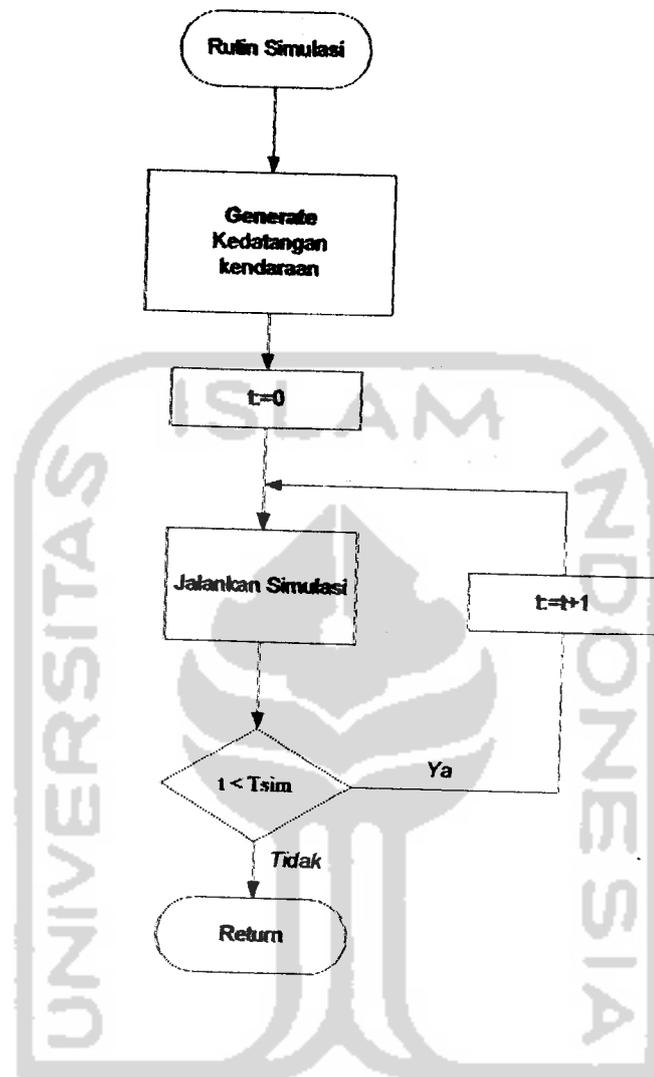
Proses ketiga adalah pelaporan yang berisi laporan hasil perhitungan dari nilai rata-rata di atas.



Gambar 4.2. *Flowchart* Umum Simulasi

b. *Flowchart* Proses Simulasi

Flowchart ini menjelaskan jalannya proses utama yang meliputi *generate* waktu kedatangan kendaraan. Siklus lampu lalu lintas, yang meliputi: lamanya lampu meyalah hijau.

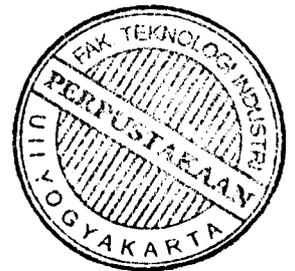


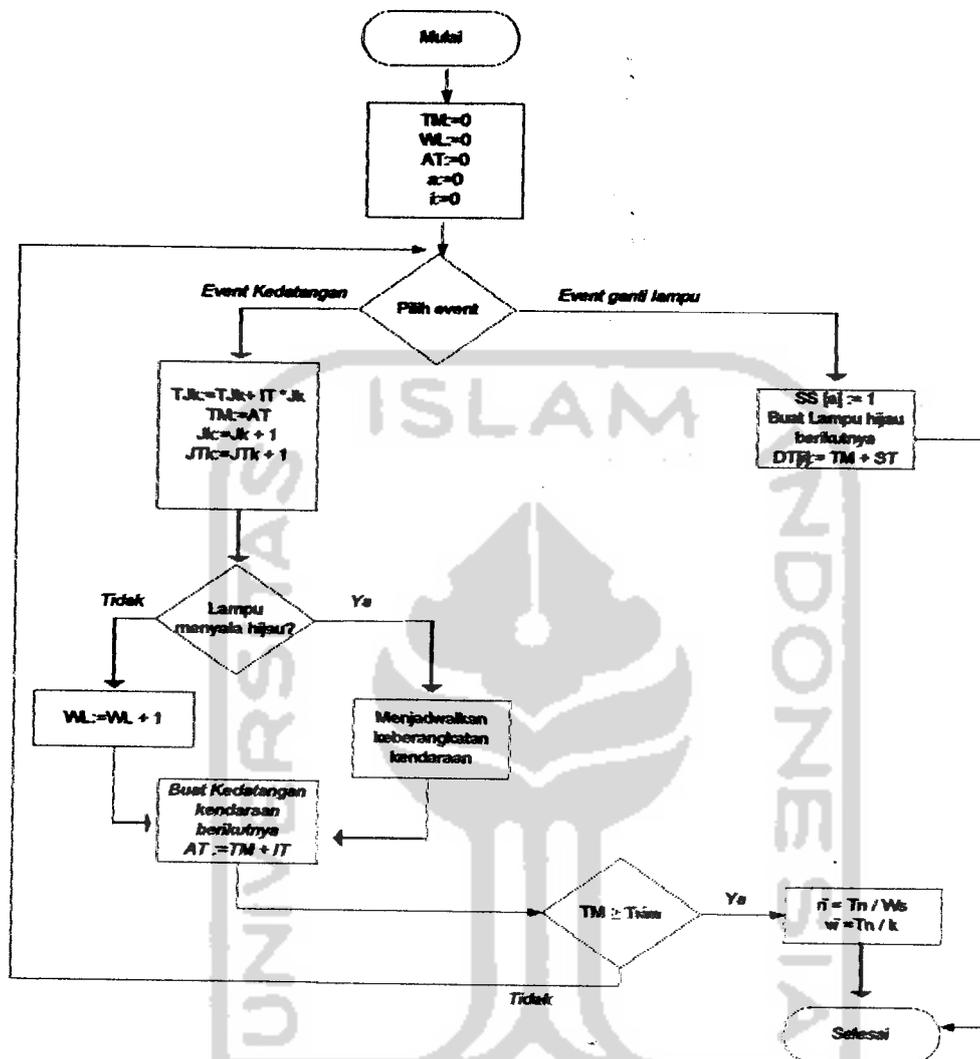
Gambar 4.3 Flowchart Rutin Simulasi

Pada proses jalankan Simulasi merupakan inti dari simulasi ini sendiri. Disinilah event-event seperti kedatangan kendaraan, pergantian lampu dijalankan. Event-event ini dijalankan sesuai dengan waktu minimum setiap event.

Pada gambar 4.3 yang menggambarkan rutin simulasi merupakan sebuah loop yang dibatasi oleh banyaknya policy yang dibuat oleh pengguna. Apabila policy yang dibuat telah habis maka loop juga akan selesai dan diteruskan ke proses pelaporan.

Proses simulasi yang menjelaskan proses kedatangan kendaraan pada suatu perempatan sampai kendaraan tersebut meninggalkan perempatan tersebut terdapat pada gambar 4.4 berikut:





Gambar 4.4 Flowchart Jalannya Simulasi

Dimana:

- TM : Waktu (sekarang) simulasi berjalan
- WL : Banyaknya kendaraan yang antri
- Tsim : Lamanya waktu simulasi berjalan (dieksekusi)
- DT : Waktu keberangkatan kendaraan dari sistem.
- AT : Waktu kedatangan dari kendaraan berikutnya.
- k : Jumlah total kendaraan yang datang selama simulasi
- Ss : Status dari Lampu (1= hijau, 0=merah)
- \bar{n} : Rata-rata jumlah kendaraan dalam system.
- \bar{w} : Rata-rata tiap kendaraan dalam system.
- a : indeks lampu hijau.
- i : indeks keberangkatan kendaraan.
- TJk : integral waktu dr N
- Jk : jumlah kendaraan yang berada dalam sstem.
- ST : service time (lama lampu hijau).
- IT : interarrival time.

4.2.2 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka dibagi menjadi beberapa kelompok antarmuka yaitu Rancangan Antarmuka Menu Utama Aplikasi Simulasi, Rancangan Antarmuka Masukan Data, yaitu suatu form yang berfungsi untuk memasukkan data ke sistem dan rancangan Antarmuka Keluaran Data, yaitu

suatu form yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan data dari sistem ke pengguna sistem. Adapun perinciannya sebagai berikut :

4.2.2.1 Rancangan Antarmuka Menu Utama

Ketika aplikasi dijalankan untuk pertama kali akan menampilkan menu utama dari sistem secara keseluruhan. Antarmuka dari menu utama tersebut adalah sebagai berikut :

Simulasi Lampu Lalulintas	
Menu	Data
Simulasi Informasi Tutup	Buka Baru simpan

Gambar 4.5. Form Menu Utama

4.2.2.2 Rancangan Antarmuka Masukan

Antarmuka untuk masukan data adalah data perempatan, nyala lampu merah, delay antar lampu, jumlah awal kendaraan, nama perempatan. Form untuk memasukkan data tersebut adalah sebagai berikut :

Komponen	Timur	Selatan	Barat	Utara
Dari?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Boleh ke kiri?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Boleh ke kanan?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Boleh ke lurus?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya

| | Kr | Lr | Kn |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Aturan I | <input type="checkbox"/> |
| Aturan II | <input type="checkbox"/> |
| Aturan III | <input type="checkbox"/> |
| Aturan IV | <input type="checkbox"/> |

Nama Perempatan:

Searah jarum jam

Waktu

Generate

Data Mobil

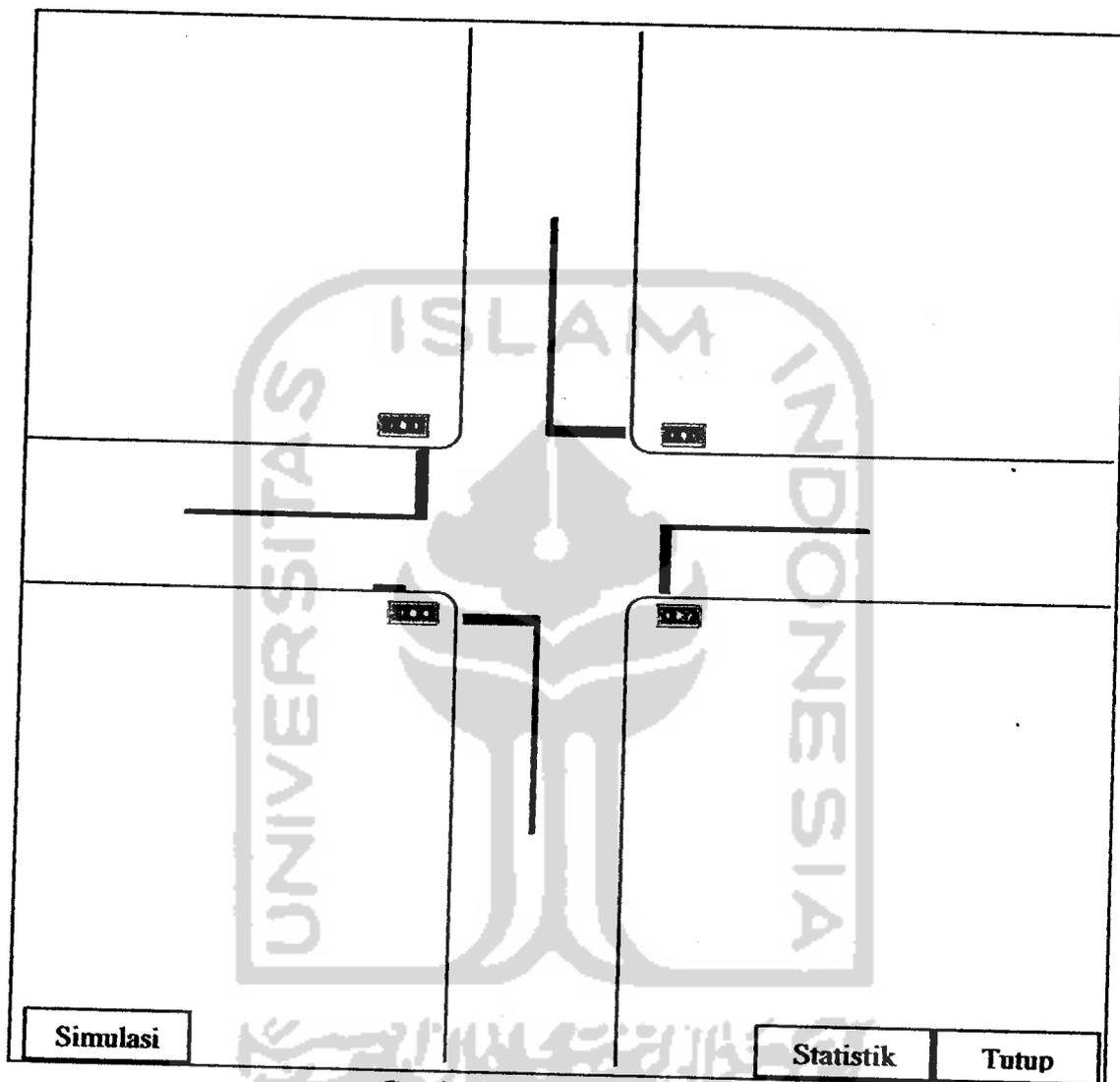
Simpan

Tutup

Gambar 4.6. Form Masukan Data



4.2.2.3 Rancangan Antarmuka Keluaran



Gambar 4.7. Form Keluaran

4.2.2.4 Rancangan Antarmuka Laporan

No	Dari	Ke	W.Masuk	W.Keluar	W.Tunggu	W.Simulasi
Rata-rata waktu tunggu semua arah						

Utara		
Prosentase	Rata-rata w.tunggu	
KeKiri	Lurus	KeKanan

Timur		
Prosentase	Rata-rata w.tunggu	
KeKiri	Lurus	KeKanan

Barat		
Prosentase	Rata-rata w.tunggu	
KeKiri	Lurus	KeKanan

Selatan		
Prosentase	Rata-rata w.tunggu	
KeKiri	Lurus	KeKanan

Tutup

Gambar 4.8. Form Laporan

BAB V

IMPLEMENTASI

5.1 Batasan Implementasi

Batasan implementasi hasil perancangan perangkat lunak dan perancangan antarmuka dibagi menjadi dua, yaitu dari sisi perangkat lunak (*software*) dan sisi perangkat keras (*hardware*). Batasan implementasi perangkat lunak, antara lain: bahasa pemrograman serta alasan pemilihannya, lingkungan pengembangan, asumsi-asumsi yang ditemui dan dibuat selama pengembangan perangkat lunak dan batasan-batasan lain yang juga ditemui selama pengembangan.

5.1.1 Lingkungan Pengembangan

Untuk dapat melakukan pengembangan perangkat lunak dengan nyaman dan memadai, spesifikasi perangkat keras komputer juga harus diperhatikan.

Berikut spesifikasi yang direkomendasikan:

- a. Processor Pentium 4 1.4 GHz
- b. RAM 512 MB
- c. Free Hard Disk memory 300 MB
- d. CD-ROM 52X
- e. VGA 128 MB
- f. Monitor SVGA

- g. Keyboard
- h. Mouse
- i. Speaker

5.1.2 Perangkat Lunak yang Dibutuhkan

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem adalah :

- a. Sistem Operasi : Microsoft Windows XP SP1

Sistem operasi Windows merupakan sistem operasi yang *user friendly*, serta mendukung bahasa pemrograman yang akan digunakan dalam membangun sistem.

- b. Bahasa Pemrograman : Borland Delphi 6.0

Bahasa yang digunakan adalah bahasa pascal untuk pemrograman di lingkungan Borland Delphi (bukan bahasa pascal murni), yaitu bahasa yang umumnya digunakan untuk menyelesaikan permasalahan matematis, numeris dan pemrograman basis data. Sedangkan *compiler* yang dipilih adalah Borland Delphi 6.0, karena memiliki kelebihan dalam kemampuannya membantu programmer mengimplementasikan sistem yaitu pendekatan pemrograman yang bersifat visual serta keandalannya ketika dioperasikan.

5.2 Implementasi Sistem

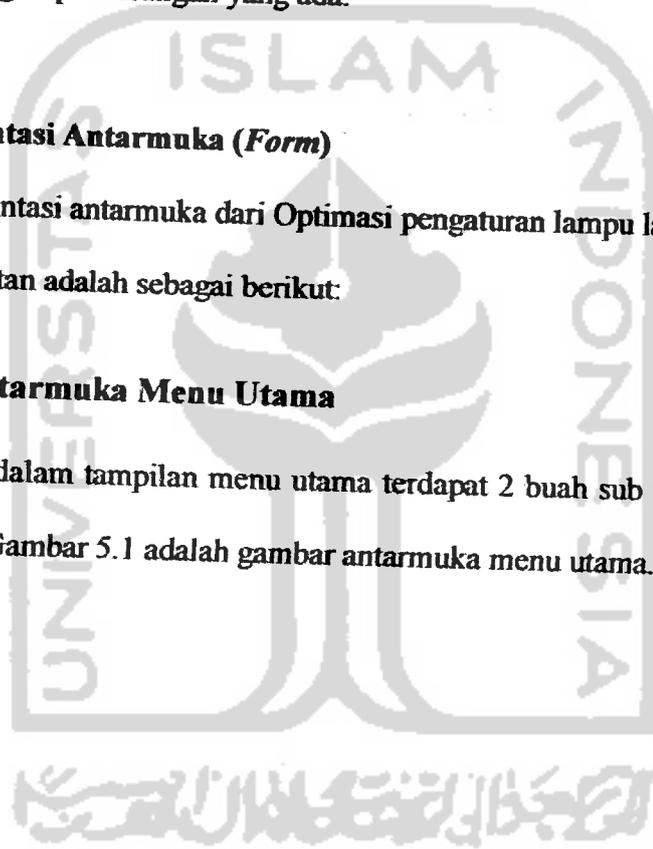
Implementasi sistem merupakan tahap dimana sistem mampu diaplikasikan dalam keadaan yang sesungguhnya. Dari implementasi ini akan diketahui apakah sistem yang dibuat dapat berjalan dengan baik atau tidak dan menghasilkan output yang sesuai dengan perancangan yang ada.

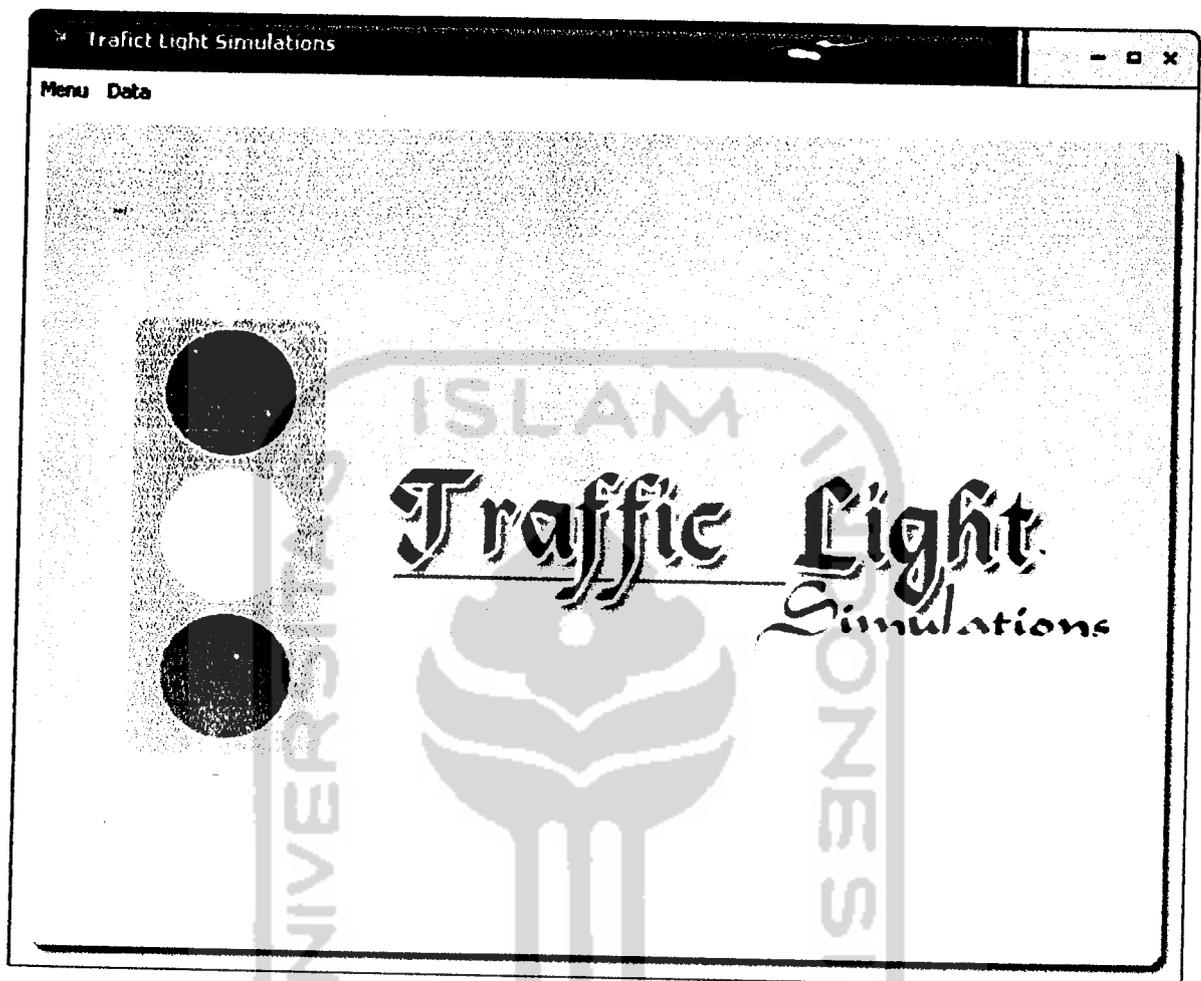
5.3 Implementasi Antarmuka (*Form*)

Implementasi antarmuka dari Optimasi pengaturan lampu lalu lintas pada sebuah perempatan adalah sebagai berikut:

5.3.1 Antarmuka Menu Utama

Di dalam tampilan menu utama terdapat 2 buah sub menu yaitu: Menu dan Data. Gambar 5.1 adalah gambar antarmuka menu utama.





Gambar 5.1 Antarmuka Menu Utama

5.3.2 Antarmuka Form Data Baru

Di dalam tampilan form data baru terdapat masukan atau *input* mengenai kondisi perempatan yang akan disimulasikan untuk kemudian dapat disimpan.

Adapun komponen inputnya adalah:

- a. Data perempatan dari masing-masing arah

- b. Setting lamanya lampu hijau menyala.
- c. Aturan perempatan dari setiap arah pada saat lampu lalu lintas menyala.
- d. Generate selang kedatangan kendaraan/mobil.
- e. Nama perempatan yang akan disimpan.
- f. Arah putaran dari lampu lalu lintas.

Data Perempatan

Komponen	Timur	Selatan	Barat	Utara
Dari ?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Boleh ke kiri?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Boleh ke kanan?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Boleh lurus?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Kekiri jalan terus?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya

	Kr	Lr	Ke	Kk	Lr	Ka	Kr	Lr	Ke	Kk	Lr	Ka
Aturan I	<input type="checkbox"/> Ya											
Aturan II	<input type="checkbox"/> Ya											
Aturan III	<input type="checkbox"/> Ya											
Aturan IV	<input type="checkbox"/> Ya											

Nama Perempatan:

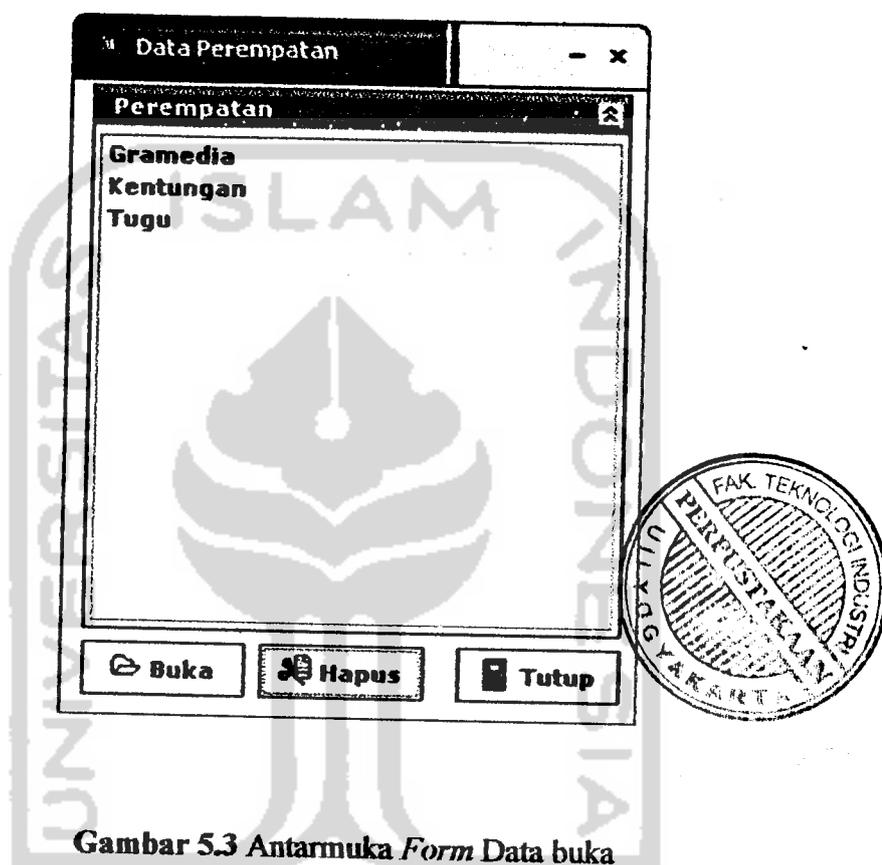
Cari dengan Jarum Jam Waktu:

Gambar 5.2 Antarmuka Form Data Baru

5.3.3 Antarmuka Form Data Buka

Di dalam tampilan form data buka berisi mengenai data perempatan yang telah disimpan sebelumnya, dimana data tersebut dapat dilihat lagi ataupun

dapat dihapus apabila sudah tidak diperlukan lagi. Gambar 5.3 adalah gambar antarmuka form data buka

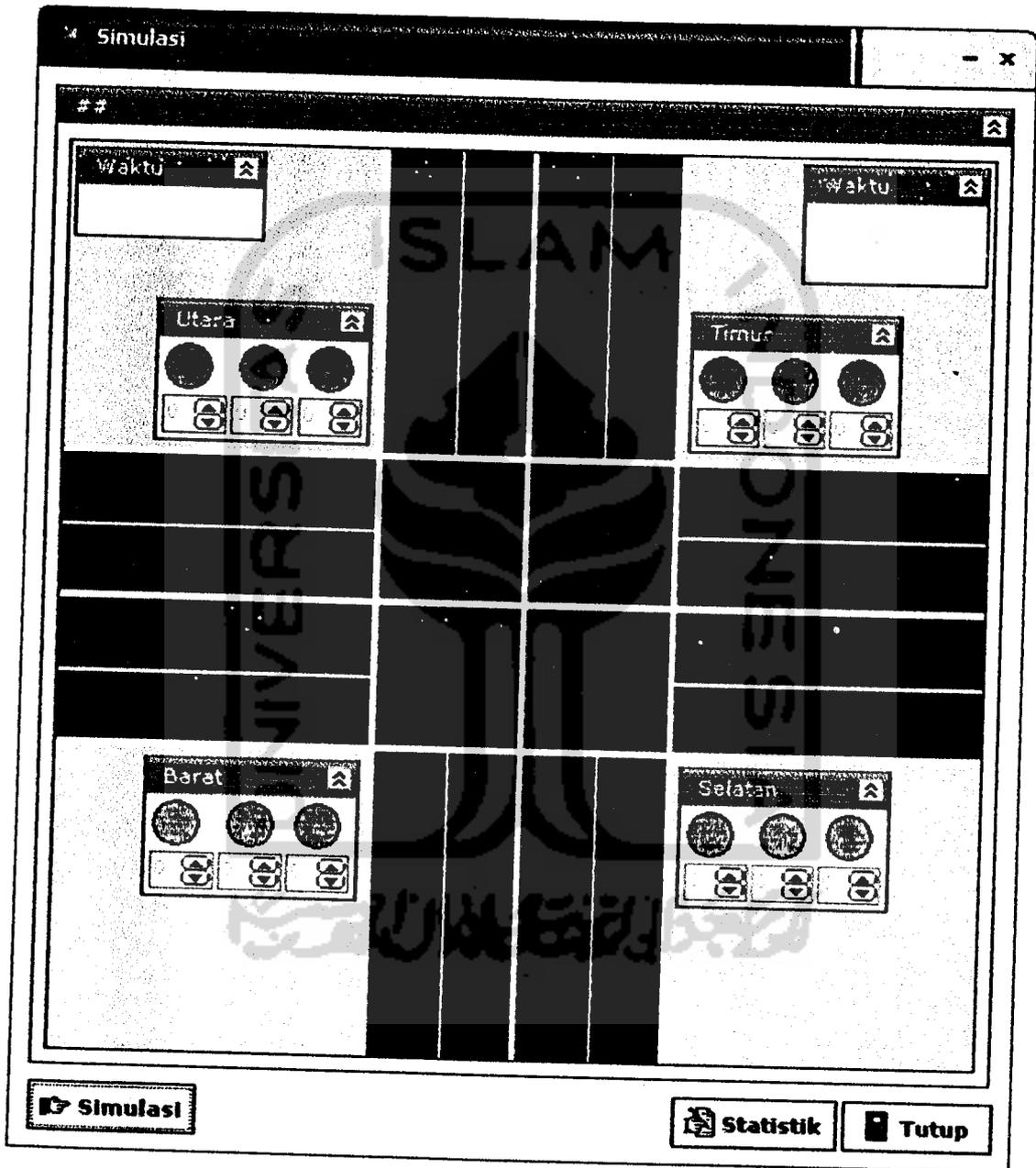


Gambar 5.3 Antarmuka Form Data buka

5.3.4 Antarmuka Menu Simulasi

Di dalam tampilan Antarmuka Menu Simulasi merupakan tampilan jalannya simulasi dan visualisasi berdasarkan masukan data dari form data.

Gambar 5.4 adalah gambar antarmuka Menu Simulasi.



Gambar 5.4 Antarmuka Menu Simulasi

5.4 Implementasi Prosedural

Dalam melakukan implementasi aplikasi, penulis membuat banyak prosedur dan fungsi untuk membantu memudahkan pengimplementasian aplikasi. Dari prosedur dan fungsi yang ada dan pengimplementasian aplikasi ini tidak semuanya akan dijelaskan. Hanya beberapa prosedur dan fungsi yang dianggap penting saja yang akan dijelaskan oleh penulis.

Prosedur-prosedur dan fungsi-fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Fungsi “Boleh”
Digunakan untuk melakukan pengecekan dari kendaraan/mobil yang datang apakah terdapat mobil di depannya atau tidak.
- b. Fungsi “Next Aturan”
Digunakan untuk melakukan pengecekan aturan perputaran lampu lalu lintas yang berlaku pada perempatan yang akan disimulasikan
- c. Fungsi “Apakah hijau”
Digunakan untuk pengecekan lampu hijau.

BAB VI

ANALISIS KINERJA PERANGKAT LUNAK

6.1 Pengujian Data

Untuk memastikan bahwa sistem yang dibuat sudah sesuai dengan apa yang telah direncanakan, maka perlu dilakukan pengujian kinerja perangkat lunak. Pengujian dilakukan untuk menemukan kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi baik itu dikarenakan kesalahan sintaks, fungsi maupun implementasi lainnya, sehingga dapat sedini mungkin diantisipasi dengan melakukan perbaikan-perbaikan dan kesalahan-kesalahan yang terjadi menjadi minimal. Data yang ada dalam program ini yaitu :

1. Data Perempatan
2. Aturan-aturan yang berlaku pada perempatan tersebut.
3. Arah perputaran lampu lalu lintas.
4. Setting lampu hijau.

6.2 Pengujian dan Analisis Program

Pengujian dan Analisis Program adalah sesuatu yang harus dilakukan guna melihat kinerja yang dihasilkan dengan kesesuaian kebutuhan yang diharapkan, dengan demikian dapat diketahui kinerja dari aplikasi.

Pengujian ini dilakukan dengan asumsi masukan data sudah dilakukan sesuai dengan aturan. Kemudian dilakukan 3 kali pengujian pada setiap model perempatan dengan setting lampu hijau yang berbeda-beda (untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada halaman lampiran). Hasil dari setiap setting hijau tersebut dapat diperoleh:

1. Rata-rata waktu tunggu semua arah
2. Rata-rata waktu tunggu dari setiap arah.

Berikut ini pengujian untuk model perempatan kentungan (adapun untuk hasil pengujian dari model perempatan tugu dan galeria dapat dilihat pada halaman lampiran) dengan setting lampu hijau seperti pada tabel 6.1 :

Tabel 6.1 setting lampu hijau:

Arah	Setting lampu hijau (dalam satuan waktu)		
	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
Utara	15	20	25
Timur	10	20	30
Selatan	15	20	25
Barat	10	20	30

Dari hasil pengujian diperoleh perbedaan rata-rata waktu tunggu (dalam satuan waktu) meskipun input datanya sama dan menggunakan model perempatan yang sama, ini bisa terjadi karena setting lampu hijaunya yang berbeda.

Tabel 6.2 Perbandingan hasil dari rata-rata waktu tunggu untuk semua arah

Pengujian	Rata-rata waktu tunggu keseluruhan
Pengujian 1	00:00:36
Pengujian 2	00:00:40
Pengujian 3	00:00:35

Tabel 6.3 Perbandingan hasil dari rata-rata waktu tunggu untuk setiap arah

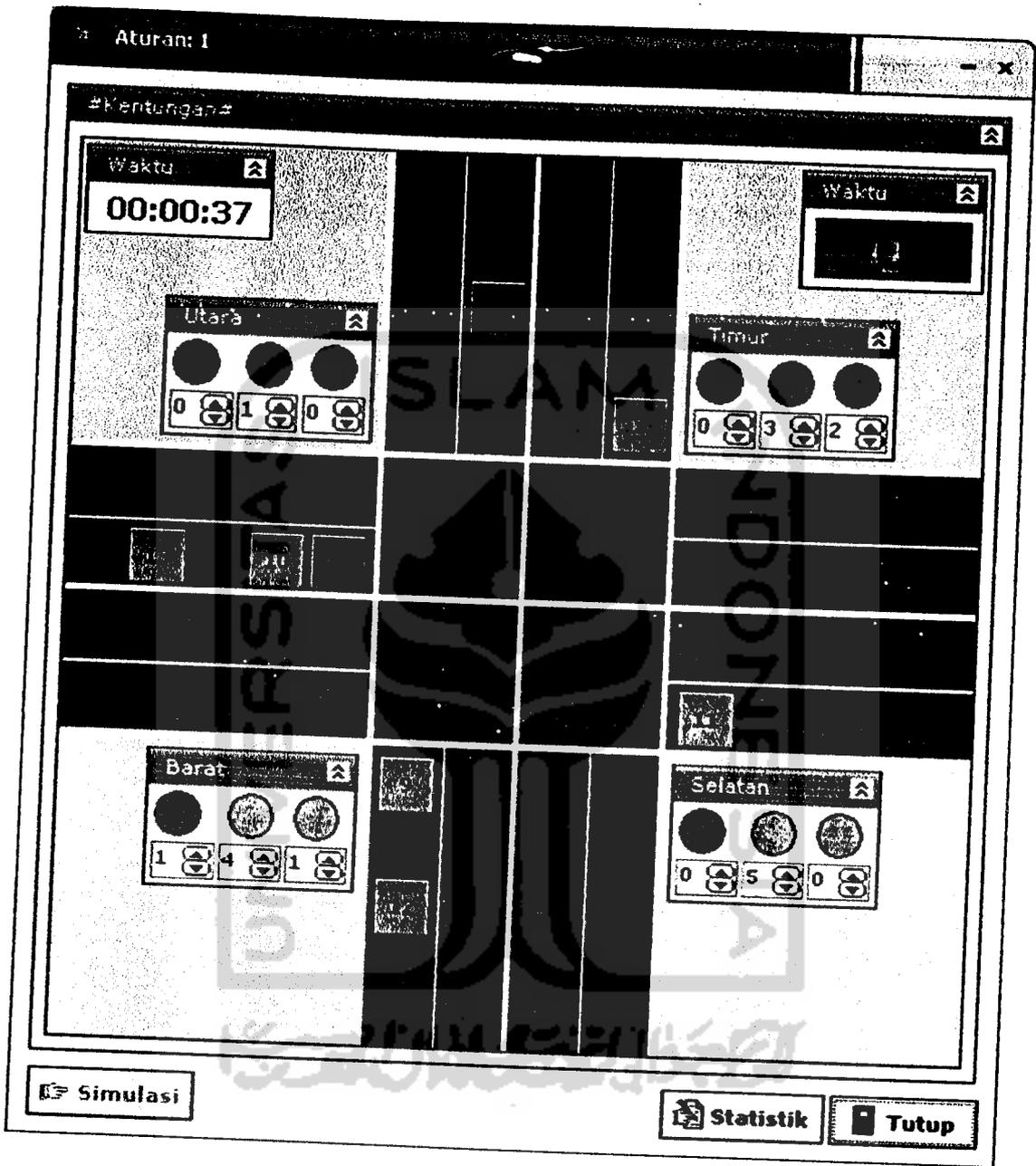
Pengujian	Rata-rata waktu tunggu dari utara	Rata-rata waktu tunggu dari timur	Rata-rata waktu tunggu dari selatan	Rata-rata waktu tunggu dari barat
Pengujian 1	00:00:39	00:00:39	00:00:47	00:00:21
Pengujian 2	00:01:04	00:00:50	00:00:20	00:00:39
Pengujian 3	00:01:29	00:00:44	00:00:08	00:00:32

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan rata-rata waktu tunggu pada setiap pengujian, hal ini dikarenakan setting lampu hijau pada setiap pengujian dibuat berbeda sehingga dapat diperoleh hasil yang sesuai.

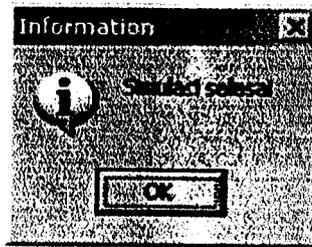
Analisis dari hasil percobaan tersebut menjelaskan rata-rata waktu tunggu kendaraan yang berbeda-beda meskipun input datanya sama dan dengan model perempatan yang sama, hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pada pengesetan lampu hijau tidak sama untuk setiap pengujian diatas dan dikarenakan selang kedatangan kendaraan, arah kedatangan serta arah tujuan kendaraan menggunakan metode acak maka didapati kepadatan kendaraan yang berbeda-beda untuk setiap ruas jalan.

6.3 Analisis Visualisasi

Analisis Visualisasi menjelaskan jalannya proses simulasi dari kedatangan kendaraan pada suatu perempatan, kemudian berdasarkan nyala lampu lalu lintas dapat diketahui apakah kendaraan tersebut harus berhenti menunggu perputaran lampu lalu lintas ataupun jalan terus sesuai dengan arah tujuannya. Dalam hal ini kedatangan kendaraan dan tujuan kendaraan ditentukan oleh pembangkit bilangan random. Waktu akan mencatat masuknya kendaraan dari datang sampai meninggalkan perempatan. Proses simulasi akan berhenti jika semua kendaraan sudah disimulasikan berdasarkan masukan data. Untuk itu masukan data harus diisi agar proses simulasi dapat berjalan. Gambar berikut tampilan proses jalannya simulasi :



Gambar 6.1 Tampilan Proses Jalannya Simulasi



Gambar 6.2 Tampilan Simulasi Selesai



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan serangkaian pengujian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Software* Optimasi Pengaturan Lampu Lalulintas Pada Sebuah Perempatan Dengan Simulasi dapat dijalankan pada beberapa model perempatan.
2. Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui setting lampu hijau pada sebuah perempatan yang optimum berdasarkan kebutuhan yang diperlukan.

7.2 Saran

Beberapa saran untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Pada pengembangan lebih lanjut dari sistem yang sudah dibuat, diharapkan bukan hanya berlaku untuk perempatan saja tetapi berlaku juga untuk semua jenis persimpangan.
2. Memberikan tampilan yang lebih menarik untuk bentuk mobil, bentuk lampu lalulintas.
3. Pada pengembangan lebih lanjut diharapkan simulasi berlaku untuk semua jenis kendaraan.

4. Pada *software* ini perandoman dianggap sama untuk semua arah namun pada kenyataannya diharapkan berbeda untuk setiap arah.



DAFTAR PUSTAKA

- [AVE91] Averill, M. Law., dan Kelton, W. D. *Second Edition Simulation Modeling & Analysis*, McGraw-Hill International Editions, 1991.
- [PAN95] Subagyo, P., Asri, M., dan Handoko, H. *Dasar-Dasar Operations Research*. Yogyakarta: BPFE, 1995.
- [PRES02] Pressman, Roger S. *Rekayasa perangkat lunak*. Yogyakarta: Andi, 2004.
- [ANT02] Pranata, A. *Pemrograman Borland Delphi 6 Edisi 4*. Yogyakarta: Andi, 2002.
- [KAK04] Kakiay, T.J. *Pengantar Sistem Simulasi*. Yogyakarta: Andi, 2004.
- [KAK04] Kakiay, T.J. *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: Andi, 2004.
- [DAN05] Danardono. *Simulasi*. Diktat kuliah: Jurusan Matematika Fakultas MIPA UGM, 2005.

Lampiran

1. Pengujian I

a. Data dan aturan untuk pengujian pada perempatan kentungan

Data Perempatan

Komponen	Timur			Selatan			Barat			Utara		
	Kr	Lr	Kn	Kr	Lr	Kn	Kr	Lr	Kn	Kr	Lr	Kn
Dan ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Boleh ke kiri?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Boleh ke kanan?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Boleh lurus?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kekiri jalan terus?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan I	20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan II	20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan III	20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan IV	20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nama Perempatan	Kentungan											
	<input checked="" type="checkbox"/> Searah Dengan Jarum Jam											
	Waktu: 60											
	<input type="button" value="Generate"/> <input type="button" value="Data Mobil"/>											
<input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Tutup"/>												

Keterangan:

Tanda cek (\checkmark) pada komponen arah di atas berarti bahwa aturan yang akan dijalankan waktu simulasi.

Tanda cek (\checkmark) pada komponen aturan untuk setting lampu hijau.

b. Cara pembacaan aturan adalah:

Aturan I dilakukan pengesettan lampu hijau, tanda cek (\checkmark) menandakan lampu hijau menyala untuk arah timur dan dari arah lain yang diperbolehkan (biasanya dari arah lain untuk ke kiri jalan terus kecuali pada perempatan tertentu)

Aturan II dilakukan pengesectan lampu hijau, tanda cek (✓) menandakan lampu hijau menyala untuk arah selatan dan dari arah lain yang diperbolehkan.

Aturan III dilakukan pengesectan lampu hijau, tanda cek (✓) menandakan lampu hijau menyala untuk arah barat dan dari arah lain yang diperbolehkan.

Aturan IV dilakukan pengesectan lampu hijau, tanda cek (✓) menandakan lampu hijau menyala untuk arah utara dan dari arah lain yang diperbolehkan.

c. Pengujian untuk perempatan kentungan

Setting lampu hijau

Arah	Setting lampu hijau (dalam satuan waktu)		
	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
Utara	15	20	25
Timur	10	20	30
Selatan	15	20	25
Barat	10	20	30

Dari setting lampu hijau diatas maka dari hasil simulasinya didapati:

Pengujian	Rata-rata waktu tunggu keseluruhan
Pengujian 1	00:00:36
Pengujian 2	00:00:40
Pengujian 3	00:00:35

Hasil untuk setiap arah:

Pengujian	Rata-rata waktu tunggu dari utara	Rata-rata waktu tunggu dari timur	Rata-rata waktu tunggu dari selatan	Rata-rata waktu tunggu dari barat
Pengujian 1	00:00:39	00:00:39	00:00:47	00:00:21
Pengujian 2	00:01:04	00:00:50	00:00:20	00:00:39
Pengujian 3	00:01:29	00:00:44	00:00:08	00:00:32



2. Pengujian II

a. Data dan aturan untuk pengujian pada perempatan tugu

Komponen	Timur	Selatan	Barat	Utara
Dan ?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya
Boleh ke kiri?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya
Boleh ke kanan?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya
Boleh lurus?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya
Kekini jalan terus?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya

Aturan	Waktu	Ya	Lr	Kr	Kt	Lr	Kb	Kr	Lr	Kn	Kr	Lr	Kn
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan I	10	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan II	5	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya			
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan III	15	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya
<input type="checkbox"/> Aturan IV		<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya

Nama Perempatan: Searah Dengan Jarum Jam

Waktu:

Keterangan:

Tanda cek (\checkmark) pada komponen arah di atas berarti bahwa aturan yang akan dijalankan waktu simulasi.

Tanda cek (\checkmark) pada komponen aturan untuk setting lampu hijau.

b. Cara pembacaan aturan adalah:

Aturan I dilakukan pengesettan lampu hijau, tanda cek (\checkmark) menandakan lampu hijau menyala untuk arah timur dan dari arah lain yang diperbolehkan (biasanya dari arah lain untuk ke kiri jalan terus kecuali pada perempatan tertentu)

Aturan II dilakukan pengeseetan lampu hijau, tanda cek (\checkmark) menandakan lampu hijau menyala untuk arah barat dan dari arah lain yang diperbolehkan.

Aturan III dilakukan pengeseetan lampu hijau, tanda cek (\checkmark) menandakan lampu hijau menyala untuk arah utara dan dari arah lain yang diperbolehkan.

Terdapat tiga aturan karena untuk arah selatan dipakai untuk satu jalur kendaraan (kendaraan hanya dapat masuk ke arah selatan saja)

c. Pengujian untuk perempatan tugu

Setting lampu hijau

Arah	Setting lampu hijau (dalam satuan waktu)		
	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
Utara	15	20	25
Timur	10	20	30
Barat	5	20	40

Dari setting lampu hijau diatas maka dari hasil simulasinya didapati:

Pengujian	Rata-rata waktu tunggu keseluruhan
Pengujian 1	00:00:15
Pengujian 2	00:00:24
Pengujian 3	00:00:34

Hasil untuk setiap arah:

Pengujian	Rata-rata waktu tunggu dari utara	Rata-rata waktu tunggu dari timur	Rata-rata waktu tunggu dari barat
Pengujian 1	00:00:12	00:00:20	00:00:14
Pengujian 2	00:00:22	00:00:24	00:00:38
Pengujian 3	00:00:39	00:00:20	00:00:30

Pengujian III

- a. Data dan aturan untuk pengujian pada perempatan gramedia.

Data Perempatan

Komponen	Timur	Selatan	Barat	Utara
Dari ?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya
Boleh ke kiri?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Boleh ke kanan?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
Boleh lurus?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya
Kekiri jalan terus?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya
	Kr Lr Kn	Kr Lr Kn	Kr Lr Kn	Kr Lr Kn
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan I	10 <input checked="" type="checkbox"/> Ya <input checked="" type="checkbox"/> Ya <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan II	15 <input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya <input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya
<input checked="" type="checkbox"/> Aturan III	10 <input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya
<input type="checkbox"/> Aturan IV	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya

Nama Perempatan: Search Dengan Jarum Jam

Waktu:

Keterangan:

Tanda cek (√) pada komponen arah di atas berarti bahwa aturan yang akan dijalankan waktu simulasi.

Tanda cek (√) pada komponen aturan untuk setting lampu hijau.

b. Cara pembacaan aturan adalah:

Aturan I dilakukan pengesetan lampu hijau, tanda cek (√) menandakan lampu hijau menyala untuk arah timur dan dari arah lain yang diperbolehkan (biasanya dari arah lain untuk ke kiri jalan terus kecuali pada perempatan tertentu)

Aturan II dilakukan pengesetan lampu hijau, tanda cek (√) menandakan lampu hijau menyala untuk arah selatan dan utara karena nyalanya bersamaan serta dari arah lain yang diperbolehkan.

Aturan III dilakukan pengesetan lampu hijau, tanda cek (√) menandakan lampu hijau menyala untuk arah barat dan dari arah lain yang diperbolehkan.

Terdapat tiga aturan karena untuk arah selatan dan utara waktu hijaunya bersamaan.

c. Pengujian untuk perempatan gramedia**Setting lampu hijau**

Arah	Setting lampu hijau (dalam satuan waktu)		
	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
Utara	15	20	25
Timur	10	20	30
Selatan	15	20	30
Barat	10	20	30

Dari setting lampu hijau diatas maka dari hasil simulasinya didapati:

Pengujian	Rata-rata waktu tunggu keseluruhan
Pengujian 1	00:00:14
Pengujian 2	00:00:13
Pengujian 3	00:00:13

Hasil untuk setiap arah:

Pengujian	Rata-rata waktu tunggu dari utara	Rata-rata waktu tunggu dari timur	Rata-rata waktu tunggu dari selatan	Rata-rata waktu tunggu dari barat
Pengujian 1	00:00:40	00:00:08	00:00:18	00:00:14
Pengujian 2	00:00:07	00:00:10	00:00:13	00:00:24
Pengujian 3	00:00:07	00:00:11	00:00:06	00:00:34