



# KILAT

JURNAL KAJIAN ILMU DAN TEKNOLOGI

Dian Hartanti ;  
Wisnu Hendro Martono

Dine Tiara Kusuma;  
Iriansyah BM Sangadji

Faisal

Grace Gata;  
Lilis Kurniawati

Indah Handayasari;  
Agnes Paradiana Putri

Irma Wirantina Kustanrika

Adi Wibowo;  
Sinka Wilyanti;  
Mauludi Manfaluthy

Meilan Agustin

Roni Kartika Pramuyanti

Diana Permatasari;  
Safitri Juanita

Yessy Asri;  
Alvin Kurnia Niwes

Rahma Farah Ningrum;  
Puji Catur Siswipraptini;  
Dian Hartanti

PENETAPAN TITIK PENDETEKSI ANTRIAN KENDARAAN PADA PEREMPATAN LAMPU LALU LINTAS

SEGMENTASI PENILAIAN KOMPETENSI ALUMNI STT-PLN MENGGUNAKAN MODEL KLASTER *FUZZY CLUSTERING MEANS* (FCM)

EFEKTIFITAS PENERAPAN *MULTI-CRITERIA DECISION MAKING* (MCDM) DALAM PEMILIHAN PERANGKAT LUNAK LAYANAN PENGOLAH PEMUNGUTAN SUARA ELEKTRONIK DENGAN MENGGUNAKAN *EXPERT CHOICE*

DESAIN APLIKASI ADMINISTRASI UNTUK MENGONTROL PEMESANAN BARANG PADA PERCETAKAN

PERENCANAAN ULANG PERKERASAN LENTUR *UNTREAD BASE* PADA JALAN SUMBER CANGKRING – WONOJOYO KECAMATAN GURAH KABUPATEN KEDIRI

ANALISA KUAT TARIK BATANG ROTAN SEBAGAI PENGGANTI TULANGAN BETON

STUDI IMPLEMENTASI *ADAPTIVE CODING AND MODULATION* PADA SATELIT PALAPA C

RANCANGAN PENERAPAN *LEAN SERVICE* DI DEPARTEMEN *SERVICE CONTROL* GUNA MENINGKATKAN PELAYANAN TERHADAP PELANGGAN INTERNAL DI GEDUNG KANTOR PUSAT PT XYZ TBK

NANTENA ALUMINIUM GUNA OPTIMASI TRANSMISI GELOMBANG RADIO

APLIKASI KRIPTOGRAFI MENGGUNAKAN ALGORITMA AES-128 (*ADVANCED ENCRYPTION STANDARD -128*) BERBASIS WEB PADA LABORATORIUM ICT TERPADU UNIVERSITAS BUDI LUHUR

MODUL PEMBELAJARAN PLTA BERBASIS *AUGMENTED REALITY*

ANALISIS FAKTUAL KETERBATASAN PEMANFAATAN SARANA DAN PRASARANA PENUNJANG PROSES BELAJAR MENGAJAR DI LINGKUNGAN STT- PLN

ISSN 2089-1245



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

KILAT	VOL.5	NO.2	HAL. 79 - 163	OKTOBER 2016	ISSN 2089 - 1245
-------	-------	------	---------------	--------------	------------------

# PENETAPAN TITIK PENDETEKSI ANTRIAN KENDARAAN PADA PEREMPATAN LAMPU LALU LINTAS

Dian Hartanti <sup>1</sup>, Wisnu Hendro Martono <sup>2</sup>  
Jurusan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknik PLN  
Email : [dhianiez.smart9@gmail.com](mailto:dhianiez.smart9@gmail.com) ., [wisnusttpln@gmail.com](mailto:wisnusttpln@gmail.com)

## Abstract

*More dense motor vehicle on the highway will cause a jam. situation where there is accumulation of a motor vehicle was at the time in traffic lights or also called traffic light. Intersection have time to switch the traffic lights that remain in each lane felt less effective because each lane has a different traffic density. Determination of the working area at the intersection of Matraman the survey results for a number of locations in Central Jakarta around each intersection. With data collection for some time with the details of the current condition of the morning, afternoon and evening in every weekday obtained a detailed picture of differences in real conditions. Furthermore, by applying the ISO 7391 (2008) on the specification of street lighting in Urban Area and the rule of PU on the highway, the traffic volume average daily DGH DGH, as well as the use of algorithms Greedy acquired unit quantities dead time live traffic light then can determine the distance sensor placement. From the amount of time living and dead traffic lights can then be developed algorithms and data structures that will be used in the design of software programs intelligent traffic lights*

**Keyword :** *queue, traffict light, algorithm*

## Abstrak

*Semakin padatnya kendaraan bermotor di jalan raya akan menyebabkan suatu kemacetan. keadaan dimana terjadi penumpukan kendaraan bermotor adalah pada saat berada di lampu lalu lintas atau disebut juga traffic light. Perempatan jalan yang memiliki waktu menyala lampu lalu lintas yang tetap di setiap lajur dirasakan kurang efektif karena setiap lajur memiliki kepadatan lalu lintas yang berbeda. Penetapan daerah kerja pada perempatan Matraman merupakan hasil survey di beberapa lokasi perempatan disepular Jakarta Pusat. Dengan dilakukan pendataan selama beberapa waktu dengan rincian saat kondisi pagi hari, siang hari dan sore hari di setiap hari kerja diperoleh gambaran detail perbedaan kondisi nyata. Selanjutnya dengan menerapkan SNI 7391 (2008) tentang Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan serta peraturan PU tentang Jalan Raya, Volume lalu lintas harian rata-rata Ditjen Bina Marga Ditjen Bina Marga, serta penggunaan algoritma Greedy diperoleh satuan besaran waktu mati hidup lampu lalu lintas yang kemudian dapat menentukan jarak penempatan sensor. Dari besaran waktu hidup dan mati lampu lalu lintas kemudian dapat dikembangkan algoritma dan struktur data yang akan digunakan dalam perancangan program perangkat lampu lalu lintas pintar.*

**Kata kunci :** *antrian, lampu lalu lintas, algoritma*

## A. PENDAHULUAN

### A.1 Latar Belakang

Semakin bertambahnya tahun, semakin meningkatnya pula jumlah kendaraan bermotor yang ada di jalan raya. Namun pertambahan jumlah kendaraan bermotor yang semakin besar ini, tidak seimbang dengan ukuran jalan raya yang tetap. Oleh karena itu semakin padatnya kendaraan bermotor di jalan raya akan menyebabkan suatu kemacetan. Salah satu keadaan dimana terjadi penumpukan kendaraan bermotor adalah pada saat berada di lampu lalu lintas atau disebut juga *traffic light*.

Salah satu penumpukan kendaraan bermotor yang menyebabkan kemacetan ini, dikarenakan antrian kendaraan bermotor pada saat lampu lalu lintas berwarna merah. Untuk mengurangi panjang antrian yang terjadi ialah member kesempatan pada jalur yang memiliki antrian lebih panjang untuk jalan lebih lama dari pada jalur lain yang memiliki panjang antrian yang lebih pendek. Namun, pada system lalu lintas yang digunakan saat ini ialah system penghitungan lama waktu lampu lalu lintas yang

bersifat statis, yang artinya pengaturan waktu pergantian lampu ini diatur secara manual dan dengan asumsi pada jalur yang biasanya memiliki kepadatan antrian yang panjang diberikan waktu jalan yang lebih lama. Padahal panjang antrian pada lampu lalu lintas ini bersifat tidakpasti, dimana jalur yang diberi asumsi memiliki antrian paling panjang tidaklah selalu dalam keadaan tersebut. Tidak menutup kemungkinan bahwa jalur lain suatu saat memiliki panjang antrian yang lebih panjang.

Sebagai contoh pada kasus perempatan jalan Matraman Jakarta Timur, merupakan salah satu perempatan di DKI Jakarta yang mempunyai tingkat kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi. Pada *survey* yang telah dilakukan oleh peneliti, bahwa pada waktu pagi hari, siang hari, dan sore hari memiliki panjang antrian kendaraan bermotor yang berbeda. Kepadatan antrian kendaraan bermotor pada siang hari tidaklah sepadat pada waktu pagi hari dan malam hari, namun penghitungan waktu lampu lalu lintas bersifat statis, yang berarti bahwa lama lampu lalu lintas pada siang hari sama dengan lama lampu lalu lintas pada pagi hari dan malam hari. Hal ini

tentu sangatlah tidak efisien terhadap waktu, dimana lebih baiknya pada waktu antrian kendaraan bermotor tidak begitu padat, maka lama waktu lampu lalu lintas untuk memberi kesempatan kendaraan bermotor berjalan lebih pendek dari pada lama lampu lalu lintas yang memiliki antrian kendaraan bermotor yang lebih padat. Walaupun pada saat saat tertentu petugas yang berjaga bisa memonitor melalui layar TV yang terhubung dengan perangkat camera yang terpasang pada tiang lampu penerangan jalan dimana layar monitor tersebut telah dipasangkan garis pembatas yang dapat memperkirakan antrian kendaraan sudah sampai sejauh mana. Pada saat antrian dianggap sudah menutupi seluruh layar maka petugas keluar dari ruang monitor dan mengubah waktu mati hidup lampu lalu lintas sesuai kebiasaannya.

Menurut Bustanul arifin (2011) menyatakan dalam jurnalnya yang berjudul Aplikasi Sensor *Passive Infrared* (PIR) Untuk Pendeteksian Makhluk Hidup Dalam Ruang, mengkonsepkan sensor infra merah digunakan untuk mendeteksi gelombang inframerah yang ditimbulkan oleh makhluk hidup yang berada dalam jangkauannya dan akan mengeluarkan suatu output yang dapat dimanfaatkan. Selanjutnya dinyatakan pula hasil penelitiannya tentang cakupan pendeteksian sensor, posisi sensor yang dapat menjangkau cakupan terluas, dan lebih jauh tentang makhluk hidup atau benda apa saja yang bisa di deteksi oleh sensor ini. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan 4 buah sensor PIR KC7783R didapatkan hasil bahwa sensor dapat menjangkau cakupan terluas ketika diletakkan ditinggikan 200 cm dari lantai dengan sudut kemiringan 75°. Jarak 500 cm merupakan titik terjauh untuk mendeteksi manusia, sedangkan untuk mendeteksi tikus maksimal 180 cm, kucing 230 cm dan nyala api lilin 210 cm. Perubahan suhu udara di laboratorium senilai 22°C sampai dengan 31°C tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pendeteksian sensor.

Berikutnya menurut Zulfikar Tarmizi, dan Agus Adria (2011), dalam jurnalnya berjudul: Perancangan Pengontrolan *Traffic Light* Otomatis mengemukakan tentang suatu system lampu lalu lintas otomatis, dimana terdapat sensor-sensor inframerah untuk mendeteksi tingkat kemacetan yang telah ditentukan di setiap simpang pada perempatan sederhana. Kemudian sensor-sensor tersebut menentukan lama lampu lalu lintas.

Sedangkan menurut Rocky Hartono, DevisWawanSaputra, Joel THP Hutasoit, menjelaskan tentang hasil Penerapan Algoritma *Greedy* pada Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Sederhana yaitu menerapkan algoritma *greedy* untuk menentukan lama waktu yang tepat pada lampu lalu lintas yang berwarna hijau. Peneliti mengkategorikan setiap lama waktu hijau kebeberapa tingkatan, kemudian melalui sensor-sensor inframerah yang telah dirancang, digunakan untuk membaca panjang antrian kendaraan, kemudian dari pembacaan sensor tersebut menghasilkan lama waktu lampu hijau yang diolah dengan algoritma *greedy*. Penelitian yang sama juga telah kami lakukan bersama mahasiswa STT-

PLN Liga Aurora, Rini WL, Mauizatul F dan Rinnu PS (2013).

Dari hasil kajian yang telah dilakukan seperti penelitian penelitian sebelumnya maka diambil kesimpulan bahwa untuk memecahkan kasus pada perempatan jalan Matraman Jakarta Timur, dimana setiap arah mempunyai jalur kebutuhan yang berbeda seperti untuk jalur Bus way, jalur cepat, jalur berputar arah, jalur lambat untuk berbagai jenis kendaraan roda 4 roda 3 dan roda 2 serta angkutan umum lainnya. Metode yang akan digunakan oleh peneliti adalah penggunaan Algoritma *Greedy* pada cara pembacaan luaran sensor infra merah yang berfungsi untuk membaca panjang antrian kendaraan bermotor serta menentukan lama waktu lampu hijau hidup dan mati sehingga waktu operasi nyala lampu tidak statis namun berdasarkan panjang antrian kendaraan bermotor.

Oleh karena itu, untuk mengurangi kepadatan antrian kendaraan bermotor pada lampu lalu lintas, diperlukan suatu teknologi dimana dapat mendeteksi secara *real-time* panjang antrian kendaraan bermotor di setiap jalur, agar dapat memberikan kesempatan jalan lebih lama terhadap jalur yang memiliki antrian kendaraan bermotor yang lebih panjang. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dilakukan penelitian dengan tema **“PENETAPAN TITIK PENDETEKSI ANTRIAN KENDARAAN PADA PEREMPATAN LAMPU LALU LINTAS”**.

## A.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang penempatan sensor infra merah agar dapat mendeteksi panjang antrian kendaraan bermotor sesuai peraturan per undang2 an yang berlaku.
2. Bagaimana sistem penempatan sensor infra merah dapat menentukan kondisi tingkat kemacetan berdasarkan panjang antrian kendaraan bermotor yang telah ditentukan.
3. Bagaimana cara untuk mengatur waktu hidup mati lampu lain berdasarkan algoritma *Greedy*.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

Bustanul Arifin (2011) dalam jurnal yang berjudul “aplikasi sensor passive infrared (pir) untuk pendeteksian makhluk hidup dalam ruang” menyebutkan: penggunaan Sensor Pada Ruang dan menggunakan 4 buah sensor PIR yang diletakkan di sisi kanan sebanyak 2 buah dan di sisi kiri juga sebanyak 2 buah. Variasi yang dilakukan adalah dengan perubahan sudut sensor terhadap lantai yang terbagi dalam 252 cluster. Karena ada beberapa tempat yang tidak mungkin untuk dilakukan pendeteksian seperti di atas lemari, di atas meja computer, maka ditetapkan ada 56 kluster yang bebas sehingga total keseluruhan kluster yang diteliti adalah 196 titik. dengan ketinggian 200 cm di atas lantai yang mendapatkan nilai tertinggi untuk daerah cakupannya dibandingkan dengan sudut-sudut lain. Dari total keseluruhan kluster hanya ada 24 titik yang tidak terdeteksi oleh sensor. Hal ini menunjukkan bahwa dengan posisi sudut tersebut maka penerapan sensor di laboratorium ini mencapai angka maksimal dalam pendeteksian obyek. Dalam

persentase menunjukkan angka 89,5 % cakupan sensor. Berbeda dengan posisi sudut 00 pada ketinggian 200 cm di atas lantai didapatkan nilai yang sangat rendah yaitu hanya 49 kluster yang terdeteksi. Sehingga ada 147 titik yang tidak terjangkau oleh sensor atau dalam persentase adalah 25% pendeteksiaannya. Penelitian juga dilakukan untuk peletakan sensor pada langit-langit laboratorium. Sebanyak 140 titik terdeteksi oleh jangkauan sensor dan ini berarti ada 71,4% kluster dari total keseluruhan kluster yang mampu dideteksi sensor. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa sensor PIR yang digunakan mempunyai daerah jangkauan pendeteksian yang tidak simetris. Ini dapat terjadi karena desain fabrikasi lensa yang digunakan. Dengan adanya keterbatasan ini maka diperlukan pengaturan sudut yang tepat agar pendeteksian sensor berada pada nilai yang maksimal.

Menurut Rocky Hartono<sup>1</sup>, Devis Wawan Saputra<sup>2</sup>, Joel THP Hutasoit dalam jurnalnya yang berjudul "Penerapan Algoritma Greedy pada Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Sederhana" menekankan bahwa: Salah satu cara untuk meningkatkan sistem pengaturan lampu lalu lintas adalah dengan mengoptimalkan waktu siklus (merah – kuning - hijau) lampu lalu lintas dan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan optimisasi pengaturan siklus waktu lampu lalu lintas ini adalah dengan algoritma greedy. adalah lampu lalu lintas tidak akan menyesuaikan lamanya delay dengan kepadatan kendaraan yang berubah-ubah sepanjang hari. Sehingga sekalipun arus lalu lintas pada suatu lajur jalan sedang sepi (kepadatan rendah) lamanya delay waktu siklus tidak berbeda dengan lama delay disaat keadaan arus lalu lintas pada lajur jalan tersebut sedang ramai (kepadatan tinggi). Padahal idealnya, pada lajur jalan yang kepadatan arus kendaraannya tinggi warna hijau harusnya memiliki delay yang lebih lama dibandingkan dengan lajur yang kepadatan kendaraannya rendah. Tentu saja hal ini sangat berguna untuk memberikan kesempatan lebih banyak kepada kendaraan-kendaraan yang melewati lampu lalu lintas pada lajur yang lebih sibuk (kepadatan kendaraan lebih tinggi) tersebut. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan di jalan maka adanya suatu sistem pengaturan siklus waktu lampu. Masalah kelancaran lalu lintas pada daerah persimpangan yang memakai layanan lampu pengatur lalu lintas (traffic lights) sudah merupakan masalah yang umum dijumpai pada arus lalu lintas di jalan raya. Dengan mengintegrasikan suatu sistem otomasi yang implementasinya menggunakan algoritma greedy, maka akan ditemukan solusi delay lampu yang optimal untuk setiap lampu lalu lintas dari suatu lalu lintas seperti yang dimodelkan pada makalah ini. Dengan demikian, maka optimasi kelancaran arus lalu lintas pada persimpangan jalan dapat lebih optimal dari yang biasanya. Sehingga para pengguna jalan raya pada umumnya dan pengguna layanan lampu lalu lintas (traffic lights) pada khususnya akan memperoleh keadilan dalam hal waktu tunggu (waktu berhenti selama lampu merah). Algoritma greedy tidak selalu menghasilkan solusi yang paling optimal. Dan untuk melakukan implementasi model ini pada

lalu lintas yang sebenarnya masih banyak faktor-faktor yang harus diperhatikan seperti sistem lalu lintas yang dipakai, jumlah jalur yang ada, kapasitas jalan dan faktor-faktor lainnya. Untuk itu, pengembangan yang lebih lanjut dari algoritma ini masih harus dilakukan dan jika ada suatu algoritma yang lebih optimal dan lebih sesuai daripada algoritma greedy di dalam menyelesaikan permasalahan ini, maka penggantian algoritma yang diimplementasikan merupakan suatu langkah yang bijak.

Menurut Zulfikar, Tarmizi dan Agus Adria dalam jurnalnya yang berjudul "Perancangan Pengontrolan Traffic Light Otomatis Untuk mendeteksi seberapa banyak kendaraan yang mengantri, digunakan beberapa sensor yang dapat mendeteksi kendaraan yang mengantri disetiap jalurnya. Hasil pendeteksian dengan sensor-sensor ini akan dijadikan masukan ke sistem untuk mengatur traffic light. Jalur yang volume kendaraannya lebih padat akan didahulukan, sehingga akan terhindar terjadinya kemacetan. Selanjutnya sistem juga dilengkapi dengan sensor pendeteksi kemacetan, hal ini untuk menghindari kemacetan total setelah padamnya listrik seperti yang disebutkan sebelumnya. Maka diperoleh kesimpulan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Diperlukan suatu asumsi-asumsi tertentu untuk mewakili kondisi sebenarnya di lapangan. 2. Untuk sistem normal dengan asumsi seperti pada perancangan diatas, maka waktu tunggu adalah 54 detik dikurangi dengan lamanya lampu hijau pada jalur tersebut (10 detik). 3. Untuk sistem kemacetan tingkat satu, dua dan tiga, maka lamanya waktu tunggu lebih lama 5 detik jika hanya satu buah sensor 1 yang aktif. Dan ini akan lebih lama jika sensor-sensor lain juga ikut aktif. 4. Sistem kontrol yang dirancang sangat baik jika diterapkan di lapangan. Jumlah jalur yang dipasang sensor seharusnya 4 (semua jalur) supaya betul-betul mencerminkan kondisi sebenarnya. 5. Jenis dan letak sensor untuk mendeteksi kemacetan dan kepadatan lalu lintas tidak sesuai jika dipasang di lapangan. Harus dicari suatu jenis sensor yang lebih akurat dan ditempatkan sedemikian sehingga tidak terhalang oleh benda-benda lain selain kendaraan yang melintas.

### B.1 Kajian Teoritis

Menurut Sukirman (1999), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Volume lalu lintas harian rata-rata (VLHR) yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp/hari) merupakan salah satu volume lalu lintas yang umum dipergunakan untuk menentukan jumlah dan lebar jalur. Berikut ini merupakan penentuan lebar jalur dan bahu jalan berdasarkan VLHR (Ditjen Bina Marga, 1997).

Tabel 1 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR Smp /hari	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu
<3000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3000-10000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10001-25000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	Mengacu Pada Persyaratan Lokal		Tidak ditentukan			
>25000	2n x 3,5	2,5	2n x 7,0	2,0	2n x 3,5	2,5						

Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997

Persyaratan dan Perencanaan Penerangan Jalan, Penerangan jalan harus memenuhi persyaratan dan perencanaan sebagai berikut : Tabel 3.4 Persyaratan Perencanaan dan Penempatan Fasilitas Penerangan Jalan, Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota (1991). Serta Kriteria Penempatan lampu jalan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan pemerataan cahaya yang baik, keselamatan dan keamanan bagi pengguna jalan. Sistem penempatan lampu penerangan jalan yang disarankan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan

URAIAN		BESARAN – BESARAN
1.	Tinggi Tiang Lampu ( H )	10 – 15 M
	- Lampu Standar	
	Tinggi Tiang rata-rata digunakan	
	- Lampu Menara	
2.	Tinggi Tiang rata-rata digunakan	13 M
	- Lampu Menara	20 - 50 M
	Tinggi Tiang rata-rata digunakan	30 M
	- minimum jarak interval tiang	30 m
3.	Jarak Interval hang Lampu (e)	minimum 0,7 m
	- Jalan Arteri	
	- Jalan Kolektor	
	- Jalan Lokal	
4.	- minimum jarak interval tiang	30 m
	Jarak dari Tepi Perkerasan ke Titik Penerangan Terjauh (s2)	minimum L / 2
5.	Sudut Inklinsi ( i )	20° – 30°

## C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

### C.1. Tujuan Penelitian

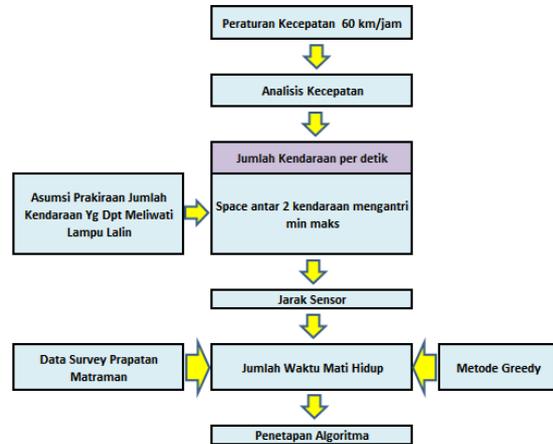
- Menentukan kondisi tingkat kemacetan berdasarkan panjang antrian kendaraan bermotor roda empat.
- Menetapkan penempatan sensor infra merah agar dapat mendeteksi panjang antrian kendaraan bermotor sekaligus menentukan mati hidup lampu lalu lintas menggunakan algoritma *greedy*.
- Mengetahui bentuk dari data luaran yang dihasilkan untuk merancang algoritma yang diperlukan dalam merancang perangkat yg digunakan.

### C.2. Manfaat Penelitian

- Hasil penelitian ini akan dijadikan bahan masukan bagi pemangku pengatur lalu lintas dan akan disebar luaskan sebagai bahan acuan siapa saja yang berkompetent dengan tugas pokoknya.

- Menjadikan bahan kajian di institusi pendidikan yang berhubungan dengan pembangunan dan pengembangan tata kota

## D. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Alur Metodologi Penelitian Pengendali Lampu Lalin Pintar

### D.1 Analisis Jumlah Kendaraan

Dari hasil survey lokasi kecepatan kendaraan yang dapat melintas lampu lalu lintas didapati

Kecepatan maksimal pada 15 km/jam sampai dengan 2 km/jam dan untuk analisis akan diambil sebagai perhitungan rata rata ditentukan kecepatan maksimal pada 10 km/jam dan minimal 5 km/jam. Dengan perkiraan hasil pantauan dengan 2 besaran jarak/spasi antar 2 kendaraan beriringan/ antrian diperoleh untuk panjang rata rata kendaraan 5 meter dan rata rata spasi antrian pertama 1 meter dan kedua 2,5 meter dan dapat dinyatakan sebagai maksimal spasi (panjang kendaraan ditambah jarak dg kendaraan lain dibelakangnya) sejauh 7,5 meter dan minimal spasi sejauh 6 meter.

Dari data survey tersebut kemudian dicoba untuk di analisis dengan berawal menggunakan asumsi jumlah kendaraan yang harus dapat melintas lampu lalin secara bervariasi sebanyak 20 kendaraan per lajur yang ada, kemudian 30 kendaraan serta 40 kendaraan. Kemudian dilakukan analisis/ perhitungan menggunakan 2 parameter spasi antar kendaraan dan dengan kecepatan kendaraan maksimal 10km/jam dan minimal 5 km/jam akan diperoleh untuk lama waktu lampu lalin hijau 14 det maka diperoleh maksimal 5,2 kendaraan dan minimal 2,6 kendaraan sedangkan untuk lama waktu lampu lalin hijau 80 detik( besaran ini diperoleh dari hasil pantauan kondisi padat yang diatur oleh petugas) diperoleh maksimal 29,6 atau 30 kendaraan dan minimal 15 kendaraan.

Tabel 3. Lama Waktu Hijau Menyala.

Kecepatan Kendaraan 10 km/jam	Kecepatan Kendaraan 5 km/jam	Banyak Kendaraan yg dpt Melintas Maks	Banyak Kendaraan yg dpt Melintas Min	Lama Waktu Lampu Hijau (detik)
0,37	0,185	5,18	2,59	14
		30	15	80

KETERANGAN KONDISI :  
 N = NORMAL  
 CL = CUKUP LANCAR  
 P = PADAT  
 SP = SANGAT PADAT

KETERANGAN JALUR :  
 PSA = Jalan Matraman untuk busway lurus dan kanan  
 P1B = Jalan Matraman untuk kendaraan biasa  
 P2 = Jalan Pramukasari II  
 P3 = Jalan Salemba  
 P4 = Jalan Pramukasari II

KETERANGAN LAMPU LALU LINTAS :  
 M2 = Lampu Lalu Lintas Jalan Matraman untuk busway  
 M1 = Lampu Lalu Lintas Jalan Matraman untuk kendaraan biasa  
 PS1 = Lampu Lalu Lintas Jalan Pramukasari 1  
 S = Lampu Lalu Lintas Jalan Salemba  
 PS2 = Lampu Lalu Lintas Jalan Pramukasari 2

Jika disimpulkan hasil tersebut dan dibandingkan dengan tabel jumlah kendaraan mengantri hasil survey maka diperoleh untuk waktu hidup lampu lalin sama dengan 80 detik sama dengan 30 kendaraan yang mendekati akan maksimal kendaraan yang mengantri sejauh 200 meter sedangkan untuk waktu hidup lampu lalin 14 detik warna hijau kondisi lalin normal dengan kecepatan minimal 5 km/jam sama dengan 2,59 kendaraan dan jika dibandingkan dengan perhitungan minimal jumlah kendaraan mengantri sejauh 25 meter (lihat tabel jumlah antrian maksimal dan minimal kendaraan).

Tabel 4. Maksimal Minimal Kendaraan Melintas.

Jarak Penempatan Sensor (meter)	Panjang Kendaraan + Spasi Maks (meter)	Panjang Kendaraan + Spasi Min (meter)	Banyak Kendaraan yg dpt Melintas Maks	Banyak Kendaraan yg dpt Melintas Min
25			4,16	3,3
50			8,33	6,66
100	7,5	6	16,66	13,33
200			33,3	26,66
300			50	40

### E.1 Algoritma Pengaturan Waktu Pagi Dan Sore

Untuk menentukan lama waktu hidup dan mati lampu lalu lintas pada perangkat lampu lalu lintas pintar diperlukan algoritma dan struktur data sebagai dasar pembangunan program computer yang akan ditanamkan pada sistim perangkat kendali Arduino.

Penentuan struktur data diambil berdasar waktu hidup lampu lalu lintas serta kondisi sesungguhnya.

#### E.1.1 Kondisi Normal Lalu Lintas pada Pagi hari dan Sore hari:

Tabel 5. Lama Waktu Kondisi Normal.

P1.A	P1.B	P2	P3	P4
N	N	N	N	N
M2=12 (H) M2=2 (K)	M1=14 (M)	PS1=14 (M)	S=14 (M)	PS2=14 (M)

Dari data kondisi waktu mati hidup lampu lalu lintas dijadikan sebagai bentuk struktur data selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk algoritma. Pada umumnya jika kondisi lalu lintas **normal** waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 12 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning dan 14 detik untuk lampu warna merah. Algoritma **Pagi hari dan Sore hari** yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C, sebagai berikut:

Hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa untuk penempatan sensor adalah 25 meter, 50 meter, 100 meter, 200 meter, dan 300 meter. Penentuan jarak penempatan sensor dilakukan dengan acuan yang sama pada jarak penempatan tiang lampu penerangan jalan yang tertuang pada peraturan PU tentang jalan raya.

## E. HASIL YANG TELAH DICAPAI

Untuk mempermudah penulisan nama jalan dan jalur beserta inisial nama lampu lalu lintas serta kondisi sesungguhnya hasil pendataan lapangan digunakan notasi notasi sebagai berikut:

```

If (P1A=N && P1B=N && P2=N && P3=N && P4=N)
then{
  for (M2=12; M2>=0; M2--){
    M2 = GREEN;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (M1=12; M1>=0; M1--){
    M2 = RED;
    M1 = GREEN;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (S=12; S>=0; S--){
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = GREEN;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (PS1=12; PS1>=0; PS1--){
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = GREEN;
    PS2 = RED; }
  for (PS2=12; PS2>=0; PS2--){
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = GREEN; }
}

```

```

If (P1A=CL && P1B=N && P2=N && P3=N && P4=N)
then{
  for (M2=48; M2>=0; M2--){
    M2 = GREEN;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (M1=12; M1>=0; M1--){
    M2 = RED;
    M1 = GREEN;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (S=12; S>=0; S--){
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = GREEN;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (PS1=12; PS1>=0; PS1--){
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = GREEN;
    PS2 = RED; }
  for (PS2=12; PS2>=0; PS2--){
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = GREEN; }
}

```

### E.1.2 Kondisi Cukup Lancar Lalu Lintas pada Pagi hari dan Sore hari:

Tabel. 6 Kondisi Cukup Lancar

P1.A	P1.B	P2	P3	P4
CL	N	N	N	N
M2= 48 (H) M2= 2 (K)	M1=50 (M)	PS1=50 (M)	S=50 (M)	PS2=50 (M)

Dari data kondisi waktu mati hidup lampu lalu lintas dijadikan sebagai bentuk struktur data selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk algoritma. Pada umumnya jika kondisi lalu lintas **cukup lancar** seperti pada jalur P1.A waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 48 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning dan pada kondisi lalu lintas **normal** pada jalur P1.B, P2, P3 dan P4 ditetapkan waktu 50 detik untuk lampu warna merah. Algoritma **Pagi hari dan Sore hari** yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C, sebagai berikut:

### E.1.3 Kondisi Cukup Lancar Lalu Lintas Pada Pagi dan Sore Hari

Tabel. 7 Kondisi Cukup Lancar

P1.A	P1.B	P2	P3	P4
CL	CL	N	N	N
M2= 48 (H) M2= 2 (K)	M1=50 (M)	PS1=50 (M)	S=50 (M)	PS2=50 (M)
M2=42 (M)	M1= 40 (H) M1 = 2 (K)	PS1=42 (M)	S=42 (M)	PS2=42 (M)

Dari data kondisi waktu mati hidup lampu lalu lintas dijadikan sebagai bentuk struktur data selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk algoritma. Pada umumnya jika kondisi lalu lintas **cukup lancar** seperti pada jalur P1.A waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 48 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning dan 42 detik untuk lampu warna merah. Sedangkan pada jalur lain seperti pada jalur P1.B kondisi lalu lintas **cukup lancar** waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 40 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning dan pada jalur P2, P3 dan P4 ditetapkan waktu 50 detik untuk lampu warna merah Algoritma **Pagi hari dan Sore hari** yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C, sebagai berikut:

```

.if (P1A=CL && P1B=CL && P2=N && P3=N && P4=N)
then {
    for (M2=48; M2>=0; M2--) {
        M2 = GREEN;
        M1 = RED;
        S = RED;
        PS1 = RED;
        PS2 = RED;}
    for (M1=40; M1>=0; M1--) {
        M2 = RED;
        M1 = GREEN;
        S = RED;
        PS1 = RED;
        PS2 = RED;}
    for (S=12; S>=0; S--) {
        M2 = RED;
        M1 = RED;
        S = GREEN;
        PS1 = RED;
        PS2 = RED;}
    for (PS1=12; PS1>=0; PS1--) {
        M2 = RED;
        M1 = RED;
        S = RED;
        PS1 = GREEN;
        PS2 = RED;}
    for (PS2=12; PS2>=0; PS2--) {
        M2 = RED;
        M1 = RED;
        S = RED;
        PS1 = RED;
        PS2 = GREEN;}
}

```

#### E.1.4 Kondisi Normal dan Padat Lalu Lintas Pada Pagi dan Sore Hari

Tabel. 8 Kondisi Normal dan Padat

P1.A	P1.B	P2	P3	P4
N M2= 12 (H) M2= 2 (K)	P M1=14 (M)	N PS1=14 (M)	P S=14 (M)	N PS2=14 (M)
M2=82 (M)	M1= 80 (H) M1= 2 (K)	PS1=82 (M)	S=82 (M)	PS2=82 (M)
M2=82 (M)	M1=82 (M)	PS1=14 (M)	S= 80 (H) S= 2 (K)	PS2=82 (M)

Dari data kondisi waktu mati hidup lampu lalu lintas dijadikan sebagai bentuk struktur data selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk algoritma. Pada umumnya jika kondisi lalu lintas **normal** waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 12 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning dan 82 detik untuk lampu warna merah. Sedangkan pada jalur lain seperti pada jalur P1.B, P3 dimana kondisi lalu lintas **padat** waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 80 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning, sedangkan untuk waktu lampu warna merah ditetapkan selama 14 detik dan 82 detik. Algoritma **Pagi hari dan Sore hari** yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C, sebagai berikut:

```

If (P1A=N && P1B=P && P2=N && P3=P && P4=N)
then {
    for (M2=12; M2>=0; M2--) {
        M2 = GREEN;
        M1 = RED;
        S = RED;
        PS1 = RED;
        PS2 = RED;}
    for (M1=80; M1>=0; M1--) {
        M2 = RED;
        M1 = GREEN;
        S = RED;
        PS1 = RED;
        PS2 = RED;}
    for (S=80; S>=0; S--) {
        M2 = RED;
        M1 = RED;
        S = GREEN;
        PS1 = RED;
        PS2 = RED;}
    for (PS1=12; PS1>=0; PS1--) {
        M2 = RED;
        M1 = RED;
        S = RED;
        PS1 = GREEN;
        PS2 = RED;}
    for (PS2=12; PS2>=0; PS2--) {
        M2 = RED;
        M1 = RED;
        S = RED;
        PS1 = RED;
        PS2 = GREEN;}
}

```

#### E.1.5 Kondisi Normal dan Sangat Padat Pada Lalu Lintas Pagi dan Sore Hari

Tabel. 9 Kondisi Normal dan Sangat Padat

P1.A	P1.B	P2	P3	P4
N M2= 12 (H) M2= 2 (K)	SP M1=14 (M)	SP PS1=14 (M)	SP S=14 (M)	SP PS2=14 (M)
M2=122 (M)	M1= 120 (H) M1= 2 (K)	PS1=122 (M)	S=122 (M)	PS2=122 (M)
M2=122 (M)	M1=122 (M)	PS1=122 (M)	S= 120 (H) S= 2 (K)	PS2=122 (M)
M2=122 (M)	M1=122 (M)	PS1= 120 (H) PS1= 2 (K)	S=122 (M)	PS2=122 (M)
M2=122 (M)	M1=122 (M)	PS1=122 (M)	S=122 (M)	PS2= 120 (H) PS2= 2 (K)

Dari data kondisi waktu mati hidup lampu lalu lintas dijadikan sebagai bentuk struktur data selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk algoritma. Pada umumnya jika kondisi lalu lintas **normal pada jalur P1.A** waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 12 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning dan 122 detik untuk lampu warna merah. Sedangkan pada jalur lain seperti jalur P1.B, P2, P3, P4 kondisi lalu lintas **sangat padat** waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 120 detik untuk waktu warna hijau dan 2 detik untuk lampu warna kuning serta 122 detik untuk waktu lampu warna merah. Algoritma **Pagi hari dan Sore hari** yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C, sebagai berikut:

```

If (P1A=N && P1B=SP && P2=SP && P3=SP && P4=SP)
then {
  for (M2=12; M2>=0; M2--) {
    M2 = GREEN;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (M1=120; M1>=0; M1--) {
    M2 = RED;
    M1 = GREEN;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (S=120; S>=0; S--) {
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = GREEN;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (PS1=120; PS1>=0; PS1--) {
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = GREEN;
    PS2 = RED; }
  for (PS2=120; PS2>=0; PS2--) {
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = GREEN; }
}

```

### E.1.6 Struktur Data untuk Pagi dan Sore

Tabel. 10 Struktur Data untuk Pagi dan Sore

P1.A	P1.B	P2	P3	P4
Kondisi : CL	P	CL	P	CL
M2 = 48 s (Hijau) M2 = 2 s (Kuning)	M1 = 50 s (Merah)	PS1 = 50 s (Merah)	S = 50 s (Merah)	PS2 = 50 s (Merah)
M2 = 82 s (Merah)	M1 = 80 s (Hijau) M1 = 2 s (Kuning)	PS1 = 82 s (Merah)	S = 82 s (Merah)	PS2 = 82 s (Merah)
M2 = 82 s (Merah)	M1 = 82 s (Merah)	PS1 = 82 s (Merah)	S = 80 s (Hijau) S = 2 s (Kuning)	PS2 = 82 s (Merah)
M2 = 42 s (Merah)	M1 = 42 s (Merah)	PS1 = 40 s (Hijau) PS1 = 2 s (Kuning)	S = 42 s (Merah)	PS2 = 42 s (Merah)
M2 = 42 s (Merah)	M1 = 42 s (Merah)	PS1 = 42 s (Merah)	S = 42 s (Merah)	PS2 = 40 s (Hijau) PS2 = 2 s (Kuning)

Dari data kondisi waktu mati hidup lampu lalu lintas dijadikan sebagai bentuk struktur data selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk algoritma. Pada umumnya jika kondisi lalu lintas **cukup lancar** pada jalur P1.A waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 48 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning serta 42 detik untuk waktu lampu warna merah. Sedangkan pada jalur lain kondisi lalu lintas **padat** seperti pada P1.B dan P3 waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 80 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning serta 42 detik untuk waktu lampu warna merah. Selain itu kondisi lalu lintas **cukup lancar** yang terjadi pada jalur P2 dan P4 waktu lampu lalu lintas di setiap jalur di set/ tetapkan lamanya 40 detik untuk waktu warna hijau, 2 detik untuk lampu warna kuning serta 42 dan 50 detik masing masing untuk waktu lampu warna

merahAlgoritma **Pagi hari dan Sore hari** yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C, sebagai berikut:

```

If (P1A=N && P1B=SP && P2=SP && P3=SP && P4=SP)
then {
  for (M2=12; M2>=0; M2--) {
    M2 = GREEN;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (M1=120; M1>=0; M1--) {
    M2 = RED;
    M1 = GREEN;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (S=120; S>=0; S--) {
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = GREEN;
    PS1 = RED;
    PS2 = RED; }
  for (PS1=120; PS1>=0; PS1--) {
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = GREEN;
    PS2 = RED; }
  for (PS2=120; PS2>=0; PS2--) {
    M2 = RED;
    M1 = RED;
    S = RED;
    PS1 = RED;
    PS2 = GREEN; }
}

```

## F. KESIMPULAN DAN SARAN

### F.1 Kesimpulan

Dari hasil rincian survey pada perempatan lampu lalu lintas Matraman diperoleh data yang sangat signifikan keruwetannya, sejak pagi hari hingga sore menjelang malam hari selama hari kerja. Tingkat kepadatan dan tingkat sangat padat terlihat lebih dominan pada pagi dan sore menjelang malam dimana kendaraan roda empat menjadi sasaran penelitian ini. Dengan variasi kejadian yang ada kemudian dapat dijadikan model pengaturan lama lampu hidup dan mati (berubah warna sesuai kebutuhan) dengan menggunakan kendali berdasar algoritma Greedy. Variasi kejadian kepadatan lalu lintas selanjutnya dibuat bentuk struktur data atas dasar analisis jumlah kendaraan yang dapat melintas perempatan dalam satuan waktu dan dijadikan algoritma yang selanjutnya akan diterapkan pada system kendali.

### F.2 Saran

Untuk melengkapi hasil kegiatan penelitian ini selanjutnya akan dikembangkan suatu model perempatan yang akan dikendalikan menggunakan system kendali mikro Arduino dan sebagai pembatas akan ditempatkan sensor sensor.

## DAFTAR PUSTAKA

1. [Bustanul Arifin 2013], *Bustanul, aplikasi sensor passive infrared (pir) untuk pendeteksian makhluk hidup dalam ruang*
2. [Hidayatulloh 2012], Hidayatulloh.P, *Visual Basic.Net Membuat Aplikasi Database dan Program Kreatif*, Informatika, 2012
3. [Rocky Hartono 2013], Hartono, *Penerapan Algoritma Greedy pada Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Sederhana*
4. [Zakaria 2007], Zakaria, T., *Perancangan Antarmuka Untuk Interaksi Manusia dan Komputer*, Informatika, 2007
5. [Zulfikar 2011], Zulfikar, *Perancangan Pengontrolan Traffic Light Otomatis*
6. [Spolsky 2006], Spolsky, A., *User Interface Design for Programmer*, Apress., 2006.
7. Hidayat, Nur. 2011. *Autodesk Inventor Mastering 3D Mechanical Design*. Bandung : Informatika.
8. MADCOMS.2009. *Adobe Premier Pro CS4 untuk Pemula*. Yogyakarta : C.V. Andi Offset.
9. Manullang, Rio.2014. *Pintar Mendesain Rumah Tingkat dengan Google SketchUp*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
10. Nofrizal. 2014. *Realistic Interior dengan Google Sketchup Pro 2013*.Yogyakarta : C.V. Andi Offset.
11. Nugroho, Adi.2009. *Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML dan Java*. Yogyakarta : C.V. Andi Offset.
12. Roedavan, Rickman. 2014. *Unity*. Bandung : Informatika.
13. Simarmata, Janner. 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta : Andi Offset.
14. Sutopo, Ariesto Hadi. 2003. *Multimedia Interaktif Dengan Flash*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
15. Wahana Komputer. 2009. *Panduan Praktis 3D Studio Max Design 2009 Untuk Pemodelan 3 Dimensi*. Yogyakarta:C.V Andi Offset.
16. Wagner, Ferdinand,at all. 2006. *Modelling Software with Finite State Machines : A Practical Approach*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
17. Asfari,Ully.(2012). "Pembuatan Aplikasi Tata Ruang Tiga Dimensi Gedung Serba Guna Menggunakan Teknologi Virtuak Reality (Studi Kasus : Graha ITS Surabaya)". *Jurnal Teknik ITS Vol.1 No.1*.
18. Sihite, Berta. (2013). "Pembuatan Aplikasi 3D Viewer Mobile dengan Menggunakan Teknologi Virtual Reality (Studi Kasus : Perobekan Bendera Belanda di Hotel Majapahit)". *Jurnal Teknik POMITS Vol.2 No.2*.
19. Pradiptojati, Damar. (2014). "Rancang Bangun Peta Virtual 3D Jurusan Teknik Informatika Institut Sepuluh Nopember dengan Unity 3D Engine". *Jurnal Teknik POMITS Vol.3 No.2*.