

TUGAS AKHIR

SMART TRAFFIC LIGHT MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 32

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sajarana Sains Terapan
Program Studi Diploma IV Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Disusun oleh:

AHMAD RAZIE AGUNG

1306318/2013

**PRODI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
PADANG
2018**

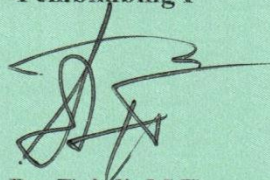
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

***“Smart Traffic Light Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis
Mikrokontroler ATmega 32”***

Nama : Ahmad Razie Agung
BP/NIM : 2013/1306318
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

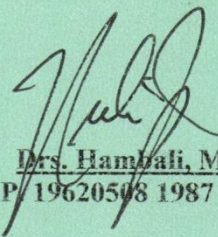
Padang, Agustus 2018

**Disetujui Oleh
Pembimbing I**



Dr. Ta'ali, M.T
NIP. 196310 161990 1 001

**Mengetahui
Ketua Jurusan teknik Elektro**



Drs. Hambali, M.Kes
NIP/ 19620508 1987 03 1004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

***“Smart Traffic Light Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis
Mikrokontroler ATmega 32”***

Nama : Ahmad Razie Agung
BP/NIM : 2013/1306318
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

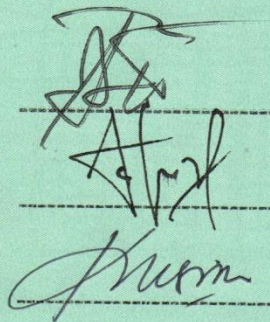
**Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan tim penguji tugas akhir
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas teknik Universitas Negeri Padang**

Padang, Agustus 2018

Tim Penguji :

Ketua : Dr. Ta'ali, M.T
Anggota : Irma Husnaini, S.T, M.T
Anggota : Dr. Krismadinata, S.T, M.T

Tanda Tangan



Three handwritten signatures are present, each on a horizontal line. The first signature is at the top, the second in the middle, and the third at the bottom.



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN DIKTI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo_unp@yahoo.com



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

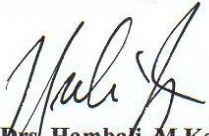
Nama : Ahmad Razie Agung
NIM/TM : 1306318/2013
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul **"Smart Traffic Light Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler ATMega 32"** adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan Negara.


Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui Oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang


Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 1987 03 1004

Saya yang menyatakan,


Ahmad Razie Agung
NIM/BP. 1306327/2013

ABSTRAK

Ahmad Razie Agung (1306318/2013) : Smart Traffic Light Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler ATmega 32

Pembimbing 1 : Dr. Ta'ali, M.T

Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu permasalahan yang penting untuk diselesaikan, Hal ini kerap terjadi di kota-kota dengan tingkat jumlah penduduk yang padat. Tidak hanya padat penduduk, namun padatnya kendaraan juga mengikuti pertumbuhan jumlah penduduk. Sistem pengendalian yang efektif pada sistem lampu lalu lintas saat ini sangat dibutuhkan. Dengan laju pertumbuhan alat transportasi tiap tahunnya, membuat kita cenderung memilih untuk menghindari kemacetan, salah satu solusinya yaitu membuat sistem lampu lalu lintas yang lebih efektif dalam memberi lamanya waktu lampu hijau menyala.

Perancangan tugas akhir ini menggunakan sistem pengaturan *traffic light* simpang empat (empat fase) yang artinya ketika salah satu simpang berwarna hijau maka tiga simpang yang lain akan berwarna merah. Mikrokontroler ATmega 32 dan ATmega 8 adalah sebagai sistem kontrol dari tugas akhir ini, kemudian sensor HC-SR04 berfungsi sebagai pendeteksi kendaraan yang melewati masing-masing simpang. Sensor mendeteksi kepadatan kendaraan dengan 5 keadaan yaitu, sedikit, sedang, normal, banyak dan sangat banyak. Waktu minimal penyalaan lampu hijau adalah 3 detik dan waktu maksimal 30 detik. Semakin banyak sensor mendeteksi kendaraan maka waktu nyala lampu hijau juga akan semakin lama, begitu sebaliknya.

Hasil dari percobaan menunjukkan tugas akhir ini menunjukkan LED dan *seven segment* akan menyala sesuai dengan input sensor. Kemampuan sensor HC-SR-04 mendeteksi objek pada jarak 30-400 cm dengan *error* < 3% tanpa terpengaruh cahaya ataupun warna objek. Dengan demikian, secara keseluruhan sistem pengaturan lampu lalu lintas dapat menyesuaikan lama lampu hijau sesuai dengan tingkat kepadatan kendaraan yang ada.

Kata kunci: Fuzzy Logic, Mikrokontroler ATmega 32, ATmega 32, Sensor HC-SR04.

KATA PENGANTAR



“Dan sesungguhnya kami ciptakan manusia selalu dalam kesukaran, namun Allah tidak memberatkan seseorang diluar kemampuannya. Nantinya Allah akan mendatangkan kemudahan sesudah kesukaran. Allah memberikan hikmah kepada siapa yang dikehendaki-Nya dan siapa yang diberikan hikmah sungguh ia telah diberi kebijaksanaan yang banyak. Tak ada yang dapat mengambil pelajaran kecuali orang-orang yang berakal.” (Q.S. Al-Baqarah :155,200,269)

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dengan rahmat dan karunia tersebut penulis diberi kesabaran dan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **”Smart Traffic Light Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler ATmega 32”**. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ayahanda Jafrizal Jafar, Mama Ramista dan Adik Annisa Hanif dan Teten Fajar Satrio yang selalu memberikan dukungan materil, do’a dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Fahmi Rizal, S.T.,M.T, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

3. Bapak Drs. Hambali, M.Kes, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang
4. Bapak Dr. Hendri,S.T.,M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang
5. Bapak Dr. Ta'ali, M.T, selaku dosen pembimbing yang selalu sabar memberi arahan, masukan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Irma Husnaini, S.T, M.T, dan Bapak Dr. Krismadinata, S.T, M.T selaku dosen pengarah/penguji yang banyak memberikan masukan untuk Tugas Akhir ini .
7. Bapak dan Ibu Dewan Dosen serta seluruh Staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing dan membantu penulis selama menuntut ilmu.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro Industri angkatan 2013.
9. Teman-teman Muaro Brotherhood yang banyak membantu dalam Tugas Akhir.
10. Keluarga dari Vixion Spoke Family Padang yang banyak membantu dalam Tugas Akhir ini.
11. Akhi-akhi Speculation dari Alumni Pesantren Hamka angkatan 2013 yang selalu mengingatkan penulis.
12. Semua pihak yang membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan yang diberikan menjadi amal sholeh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT, amin. Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekeliruan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk kebaikan dari Tugas Akhir ini. Akhirnya besar harapan agar Tugas Akhir ini dapat bermamfaat bagi pembaca.

Padang, 08 Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	5
F. Mamfaat	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
A. Peraturan Lalu Lintas	6
B. Mikrokontroller ATMega 32	10
1. Konfigurasi Pin ATMega 32	12
C. Mikrokontroller ATMega 8	17
D. Logika Fuzzy	21
1. Fungsi Keanggotaan	24
2. Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	26
c. Sistem Inferensi Fuzzy	29

E. Catu Daya	33
F. Sensor Ultrasonik HC-SR04	36
G. <i>Solid State Relay</i> (SSR)	39
H. LED	40
I. <i>Seven Segment</i>	41
J. Bahasa Pemograman BASCOM	44
K. Flowchart (Diagram Alir).....	49
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	52
A. Perancangan Umum	53
B. Perancangan Hardware	57
1. Rangkaian Catu Daya	59
2. Rangkaian Minimum ATmega 32	60
3. Rangkaian LED	61
4. Rangkaian Ultrasonik HC-SR04	63
5. Rangkaian <i>Seven Segment</i>	64
C. Perancangan <i>Software</i>	65
1. Perancangan Sistem Logika Fuzzy	66
a. Fuzzyfikasi.....	66
b. <i>Knowledge Base</i>	69
2. Perancangan Prototipe Perangkat <i>Smart Traffic Light</i>	74
D. Perancangan <i>Flowchart</i>	75
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	78
A. Tujuan Pengujian Alat	78

B. Pengujian dan Analisa <i>Hardware</i>	79
1. Rangkaian Catu Daya	79
2. Rangkaian Mikrokontroler ATmega 32.....	84
3. Rangkaian LED	85
4. Rangkaian Seven Segment	87
5. Rangkaian Sensor HC-SR04	90
6. Pengujian Sistem Traffic Light Secara Keseluruhan	96
C. Analisa Pemograman	99
1. Bagian Deklarasi dan Konfigurasi.....	100
2. Bagian Pendeteksian Sensor	101
BAB IV PENUTUP	105
A. Kesimpulan	105
B. Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	107

Gambar 21. Rancangan <i>Seven Segment</i>	65
Gambar 22. Fungsi Keanggotaan pada Kendaraan Lampu Hijau	67
Gambar 23. Fungsi Keanggotaan pada Kendaraan Lampu Merah	68
Gambar 24. Lama Lampu Merah Menyala	69
Gambar 25. <i>Prototipe Traffic Light</i>	75
Gambar 26. <i>Flowchart</i> Sistem Kerja	76
Gambar 27. <i>Flowchart</i> Pemograman	75
Gambar 28. Titik Pengukuran Rangkaian Catu Daya	80
Gambar 29. Titik Pengukuran Rangkaian Mikrokontroler ATmega 32	84
Gambar 30. Rangkaian LED di Suplay oleh ATmega 8	86
Gambar 31. Rangkain <i>Seven Segment</i>	87
Gambar 32. Rangkaian Sensor HC-SR04	91
Gambar 33. Grafik Pengaruh Perubahan Jarak Terhadap Jarak Tempuh	94
Gambar 34. Persentase Kesalahan Pengukuran Sensor	95

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Fungsi Khusus Port A	14
Tabel 2. Fungsi Khusus Port B	15
Tabel 3. Fungsi Khusus Port C	16
Tabel 4. Fungsi Khusus Port D	17
Tabel 5. Karakter Spesial BASCOM-AVR	44
Tabel 6. Tipe Data BASCOM.....	45
Tabel 7. Operasi Relasi	48
Tabel 8. Bagian <i>Input</i> ATmega 32	54
Tabel 9. Bagian <i>Output</i> ATmega 32.....	55
Tabel 10. Bagian <i>Output</i> ATmega 8.....	55
Tabel 11. Fungsi Kaki-kaki Pin Pada Sensor HC-SR04	64
Tabel 12. Fungsi Keanggotaan Kepadatan Kendaraan Pada Lampu Hijau	67
Tabel 13. Fungsi Keanggotaan Kepadatan Kendaraan Pada Lampu Merah....	67
Tabel 14. Fungsi Keanggotaan <i>Output</i> (Lama Waktu Merah Menyala).....	68
Tabel 15. Bentuk Matrik FAM Lampu Lalu Lintas	70
Tabel 16. Hasil Pengujian Catu Daya 5V	80
Tabel 17. Hasil Pengukuran Mikrokontroler ATmega 32	85
Tabel 18. Hasil Pengukuran Tegangan LED.....	86
Tabel 19. Hasil Pengujian Tegangan Sensor HC-SR04.....	92
Tabel 20. Sistem Kerja Rangkaian Secara Keseluruhan	97

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan ilmu pengetahuan yang semakin berkembang pesat, menuntut kita untuk mengembangkan ide-ide yang bermanfaat untuk mempermudah dan membantu dalam sebuah pekerjaan bagi manusia dan sebagai peningkat produksi dalam dunia industri. Proses kerja suatu produksi atau transportasi membutuhkan sistem pengontrolan. Pada dasarnya pengontrolan merupakan kumpulan dari peralatan elektronika dan mekanik yang ditempatkan untuk menjamin stabilitas, keakuratan dan proses transisi objek tanpa merusak objek dan peralatan produksi lain dalam sebuah proses kerja.

Saat ini laju pertumbuhan alat transportasi terutama mobil dan motor di kota Padang sangat pesat. Seiring dengan pertumbuhan tersebut, maka akan berimbas kepada kepadatan lalu lintas kendaraan di jalan raya. Padatnya kendaraan yang melintas di jalan raya dapat mengakibatkan kemacetan, terutama di persimpangan jalan. Kepadatan kendaraan di masing-masing jalur pada suatu persimpangan jalan sangat berbeda, sementara waktu nyala lampu lalu lintas saat ini hanya berdasarkan *timing* tertentu, misalnya pada waktu pagi, siang, sore dan malam.

Hal ini tidak begitu efektif, karena kemacetan yang terjadi dipengaruhi dari panjangnya antrian ketika berhenti di persimpangan lampu lalu lintas. lampu lalu lintas menyala juga tidak mengurangi kemacetan yang terjadi pada setiap persimpangan. Sehingga perlu dilakukannya pengefektifan nyala lampu hijau agar mengurangi kemacetan, tidak hanya berdasarkan *timing* tertentu.

Pada tahun 2014, Dian Fransis Pratiwi telah merancang alat, “Rancang Bangun Perangkat Pengendali Lampu Lalu Lintas Menggunakan Logika *Fuzzy* (*Smart Traffic Light*) berbasis Mikrokontroler ATmega 8535”. Sisi kelemahan pada alat tersebut adalah menggunakan sistem 2 (dua) fase yaitu lampu hijau hidup bersamaan pada 2 simpang berseberangan. Namun dibalik kelemahan alat tersebut secara keseluruhan lebih baik dibandingkan dengan sistem *fixed time* yang umumnya digunakan di kota Padang.

Berdasarkan latar belakang kasus diatas dan dengan merujuk pada permasalahan kepadatan lalu lintas dan kekurangan pada alat yang sudah ada, maka pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem kendali “***Smart Traffic Light Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler ATmega 32***”. Alat ini di rancang untuk melengkapi kekurangan pada alat sebelumnya dengan sistem pengaturan persimpangan menerapkan pengaturan 4 (empat) fase.

Sistem ini menggunakan Mikrokontroler ATmega 32 dengan beberapa sensor sebagai parameter pembanding dalam menentukan

lamanya waktu lampu hijau menyala. Namun dikarenakan objek penelitian menyangkut fasilitas umum dan tidak dapat dirubah tanpa perizinan yang resmi, maka objek tugas akhir ini akan disimulasikan dalam bentuk *prototype*. Perancangan sistem dari *prototype* ini nantinya diharapkan dapat membantu mengurangi tingkat kemacetan dan mampu memberikan rasa adil dalam pengaplikasiannya terhadap pengguna jalan raya.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas dapat diidentifikasi suatu masalah diantaranya:

1. Bagaimana merancang sebuah sistem yang efektif untuk menjadi alternative mengurangi kemacetan dalam mengatur lalu lintas berdasarkan waktu dan panjang antrian kendaraan?
2. Bagaimana cara menentukan perumusan logika *Fuzzy* pada Mikrokontroler ATmega 32.

C. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan tugas akhir ini, maka perancangan sistem kontrol *Smart Traffic Light* dibatasi oleh beberapa hal berikut:

1. Perancangan alat yang dibuat berupa *Prototype*.
2. Perancangan ini menggunakan Mikrokontroler ATmega 32 dengan menggunakan *BASCOM* untuk bahasa pemrograman, dan *Fuzzy Logic* sebagai perhitungannya.
3. Sistem pengaturan simpang ini menggunakan sistem 4 (empat) fase yaitu mengaktifkan hanya pada satu jalur, ketika satu simpang lalu lintas berwarna hijau, maka 3 (tiga) simpang yang lain akan berwarna merah.
4. Tiap persimpangan hanya mengaktifkan 3 lampu, yaitu merah, kuning dan hijau, tidak termasuk lampu pejalan kaki.
5. Sensor yang digunakan adalah sensor *Ultrasonik* HC-SR04 untuk mendeteksi banyaknya kendaraan yang antri.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari identifikasi masalah, maka yang menjadi permasalahan adalah bagaimana merancang dan membuat sistem kontrol *Smart Traffic Light* dalam sudut penyalannya sesuai dengan panjangnya antrian kendaraan dengan metode *fuzzy logic* dalam Mikrokontroler ATmega 32.

E. Tujuan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi tujuan yang diharapkan yaitu:

1. Merancang dan membuat program *Software* (perangkat lunak) dan *Hardware* (perangkat keras) untuk *Traffic Light*.
2. Melakukan pengujian proses mengaktifkan *Smart Traffic Light*.

F. Manfaat

Adapun manfaat yang akan didapatkan dari penyusunan tugas akhir ini antara lain:

1. Bagi perusahaan, alat ini dapat menjadi alternative untuk mengurangi tingkat kemacetan terutama dalam penyalaan lampu lalu lintas berdasarkan waktu dan panjang antrian kemacetan.
2. Bagi mahasiswa, sebagai bahan referensi untuk pengembangan kreativitas pembelajaran selanjutnya.
3. Bagi dunia transportasi sebagai alat alternative baru untuk mengurangi kemacetan dengan mempertimbangkan panjang antrian dalam penyalannya.
4. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dibidang pengontrolan yang berbasis Mikrokontroler ATmega 32.
5. Sebagai pengembangan ilmu dibidang penerapan *Fuzzy Logic* pada Mikrokontroler ATmega 32.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa terhadap sistem kontrol pengendali lampu lalu lintas secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini.

1. Perancangan dan pembuatan perangkat pengendali lampu lalu lintas menggunakan logika fuzzy berbasis Mikrokontroler ATmega 32 dapat bekerja dalam 5 keadaan waktu berbeda sesuai kepadatan kendaraan pada setiap jalurnya. Perancangan alat ini menggunakan sistem pengaturan *traffic light* empat 4 fase.
2. Pengujian dan analisa telah dilakukan, baik pengujian setiap blok maupun keseluruhan, dimana menghasilkan:
 - a. Sensor Ultrasonik SR-HC04 mampu mendeteksi objek dengan jarak 3cm- 400 cm dengan persentase kesalahan <3% dan juga sensor dapat bekerja tanpa terpengaruh oleh cahaya dan warna objek.
 - b. *Seven segment* menghitung lamanya penyalan lampu hijau atau merah sesuai waktu yang ditentukan.
 - c. Dalam tugas akhir ini lamanya penyalan lampu hijau sesuai dengan rule fuzzy yaitu, paling sedikit adalah 3 detik dan paling lama adalah 30 detik.

B. SARAN

Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis menemukan beberapa kelemahan-kelemahan yang terdapat pada sistem ini. Untuk kesempurnaan sistem ini kedepannya, penulis memberikan beberapa saran dalam penyempurnaan sistem ini.

1. Untuk kemudahan dalam rancangan alat, karena alat ini menggunakan sensor, LED dan *seven segment* yang membutuhkan pin-pin *input/output* yang banyak sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut, sebaiknya menggunakan sistem kontrol yang memenuhi pin *input/output* yang lebih banyak dari Mikrokontroler ATmega 32 sehingga tidak perlu penambahan Mikrokontroler lain untuk memenuhi port untuk komponen lain.
2. Agar lebih menarik untuk kedepan sebaiknya menggunakan *seven segment* warna-warni sehingga tampilan perhitungan waktu ketika lampu merah dan hijau sesuai keadaan, ketika lampu hijau maka tampilan perhitungan waktu *seven segment* juga hijau, begitu sebaliknya.
3. Sensor Ultrasonik sebaiknya diganti dengan sensor kamera, untuk mengantisipasi pelanggaran yang menimbulkan kemacetan serta efisiensi dari pembacaan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktur Jendral Perhubungan Darat. 1996. "PEDOMAN TEKNIS: Pengaturan Lampu Lalu Lintas Dipersimpangan Berdiri Sendiri dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas". Jakarta: Departemen Perhubungan Darat.
- PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA PASAL 28 & PASAL 29 NOMOR 43 TAHUN 1993 Tentang Prasana dan Lalu Lintas Jalan
- Petruzella, D Frank. 1996. *Elektronik Industri*. Yogyakarta: Andi
- Rijono, Yon. 2002. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Andi
- Universitas Negeri Padang. 2014. *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/skripsi*. Universitas Negeri Padang
- Cahyadi, M dkk. 2016. Rancang Bangun Catu daya DC 1V-20V Menggunakan Kendali P-I berbasis Mikrokontroler : (*Jurnal*) Vol 10, No. 2. Diakses Tanggal 23 Februari 2018.
- Kusumadewi Sri.dkk. 2006. "Fuzzy Multy Attribute Decision Making (*fuzzy MADM*)". Yogyakarta: Graha Ilmu
- Kusumadewi Sri. 2002. "Artificial Intelegence Teknik dan Aplikasinya". Yogyakarta: Graha Ilmu
- Kusumadewi Sri.dkk. 2003. "Fuzzy Multy Attribute Decision Making (*fuzzy MADM*)". Yogyakarta: Graha Ilmu
- Malvino, A.P.2003. Prinsip-prinsip elektronika. Jakarta: Salemba Teknika.
- Hamzah Hilal, Badaruddin, B. H. (2015). *Switch Peralatan AC Satu Phase Dengan Menggunakan Solid State Relay*. Jurnal sinergi, Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Lndustri Universitas Mercu Buana Jakarta, III(12).