



**PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN WAKTU
PADA LAMPU LALU LINTAS
BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Mengikuti Ujian Skripsi
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi Medan**

S K R I P S I

O L E H :

**NAMA : ESTHER SIBURIAN
NPM : 1624210421
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN**

2019

**PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN WAKTU PADA
LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN
KENDARAAN
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Mengikuti Ujian Skripsi
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi Medan

S K R I P S I

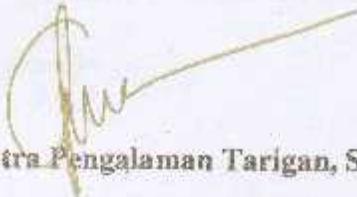
O L E H

Nama : Esther Siburian
NPM : 1624210421
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik

Dosen Pembimbing I

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing II


Adisastra Pengalaman Tarigan, S.T., M.T


Mhd Rizki Syahputra, S.T., M.T

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Sains & Teknologi

Ketua Program Studi




Hamdani, S.T., M.T.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, Juli 2019



Esther Siburiah

1624210421

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Esther
NPM : 1624210421
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Dengan ini mengajukan permohonan untuk mengikuti ujian sarjana lengkap pada Fakultas Sosial Sains Universitas Pembangunan Panca Budi.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka saya tidak akan lagi melakukan ujian perbaikan nilai di masa yang akan datang.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Medan, Juli 2019



Esther Siburian
1624210421

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Esther
NPM : 1624210421
Program Studi : TeknikElektro
Fakultas : Sains danTeknologi
JenisKarya : Skripsi

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain (plagiat)
2. Memberikan ijin hak bebas Royalti Non-Eksklusif kepada Universitas Pembangunan Panca Budi untuk menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola, mendistribusikan dan mempublikasikan karya skripsinya melalui internet atau media lain bagi kepentingan akademis.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab dan saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan aturan yang berlaku apabila dikemudian hari diketahui bahwa pernyataan ini tidak benar.

Medan, Juli 2019



Esther Siburian
1624210421



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
LABORATORIUM KOMPUTER
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambang Telp. 061-8455571
Medan - 20122

KARTU BEBAS PRAKTIKUM

Yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Komputer dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : ESTHER SIBURIAN
N.P.M. : 1624210421
Tingkat/Semester : Akhir
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Benar dan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Komputer Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 08 Juli 2019
Ka. Laboratorium



Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 08 Juli 2019
Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan
Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
UNPAB Medan

Di Tempat
Terdapat Terima
berkas persyaratan
dapat di proses
Medan, 22 Juli 2019
BPA
TEGUH W. PRAMONO, SE., MM.

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ESTHER SIBURIAN
Tempat/Tgl. Lahir : Medan / 04 Januari 1993
Nama Orang Tua : MANGAPUL SIBURIAN
N. P. M : 1624210421
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi : Teknik Elektro
No. HP : 081376815255
Alamat : KOMP BLK I NO 25 LK-I

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul Perancangan Sistem Pengaturan Waktu Pada Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Kepadatan Kendaraan Berbasis Arduino Mega 2560, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (berikut dan warna penjiilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangi dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan rincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	650.000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1.500.000
3. [202] Bebas Pustaka	: Rp.	100.000
4. [221] Bebas LAB	: Rp.	5.000
Total Biaya	: Rp.	2.255.000

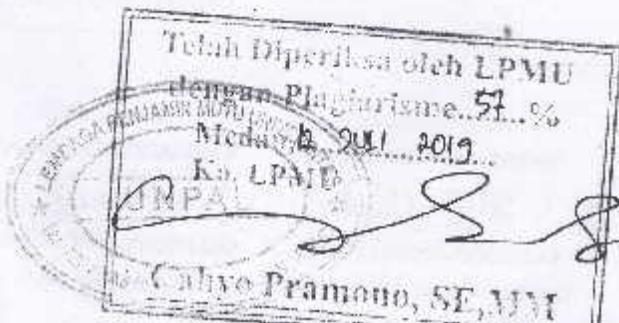
000.000
2.255.000
2.240.000
3.950.000
6.155.000
2/21/19
22/07/19
Ukuran Toga : L



Hormat saya
ESTHER SIBURIAN
1624210421

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila :
 - a. Telah dikap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
 - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.



Plagiarism Detector v. 1092 - Originality Report:

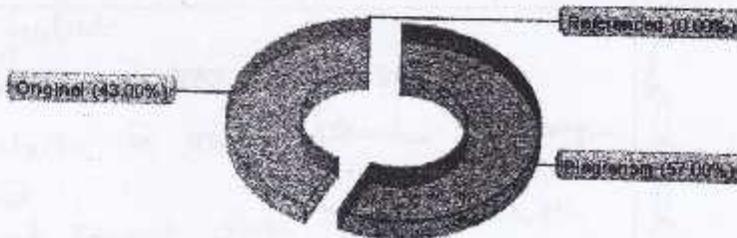
Analyzed document: 11/07/2019 16:41:33

"ESTHER SIBURIAN_1624210421_TEKNIK ELEKTRO.docx"

Licensed to: Universitas Pembangunan Panca Budi_License4



Relation chart:



Distribution graph:

Comparison Preset: Rewrite. Detected language: Indonesian

Top sources of plagiarism:

- % 18 wrds: 845 <https://docplayer.info/43515330-Pengembangan-sistem-traffic-lights-berdasarkan-kepadatan-k..>
- % 13 wrds: 809 <https://www.jurnal.unika.ac.id/index.php/jurnalidms/article/download/80/48>
- % 10 wrds: 495 <https://docplayer.info/83402238-Rancang-bangun-timbangan-digital-buah-kelapa-sawit-menggun...>

[Show other Sources:]

Processed resources details:

280 - Ok / 35 - Failed

[Show other Sources:]

Important notes:

Wikipedia:



Wiki Detected!

Google Books:



GoogleBooks Detected!

Ghostwriting services:



[not detected]

Anti-cheating:



[not detected]



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 4,5 Telp (061) 8455571
 website : www.pancabudi.ac.id email: unpab@pancabudi.ac.id
 Medan - Indonesia

Universitas : Universitas Pembangunan Panca Budi
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
 Dosen Pembimbing I : Adisastro Pengalaman Tarigan ST, M.T
 Dosen Pembimbing II : Mhd. Rizki Syahputra, ST, M.T
 Nama Mahasiswa : ESTHER SIBURIAN
 Jurusan/Program Studi : Teknik Elektro
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1624210421
 Jenjang Pendidikan :
 Judul Tugas Akhir/Skripsi : PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN WAKTU PADA LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

TANGGAL	PEMBAHASAN MATERI	PARAF	KETERANGAN
8/05-18	Acc judul		
15/05-18	- portaitu in 000 I dan 000 II		
25/05-18	- portaitu in 000 II dan 000 III dgn jumper alat		
2/06-18	- buat perent data pemubaaan utu 1, 2, dan 3 pinggan		
9/06-18	- Rencanakan alat hrs li layup dgn data program angka oleh waktu 2 lampu dan siber yg di gunakan		
22/06-18	- Rencanakan hrs menampilkan data siber pinggan dan program waktu nya		
7/07-18	- lengkapi ke bab II dan Rencanakan alat		
19/07-18	- Data pemubaaan li layup ke bab V dan 000 II		
28/07-18	- Rencanakan dgn Rencanakan program dan alat yg di gunakan, portaitu ke bab III		
4/08-18	- lengkapi buku pustaka ya rekuran		

29/08-18 - Acc Seminar
 6/07-19 - Acc Sidang maha hjur

Medan, 24 Agustus 2018
 Diketahui/Diserahi oleh
 Dekan

 Sri Suci Indira S.T., M.Sc.



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI
 Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 4,5 Telp (061) 8455571
 website : www.pancabudi.ac.id email: unpad@pancabudi.ac.id
 Medan - Indonesia

Universitas : Universitas Pembangunan Panca Budi
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
 Dosen Pembimbing I : Adisastro Pengalaman Tarigan, S.T., M.T
 Dosen Pembimbing II : Mhd Rizki Syahputra, S.T., M.T
 Nama Mahasiswa : ESTHER SIBURIAN
 Jurusan/Program Studi : Teknik Elektro
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1624210421
 Jenjang Pendidikan :
 Judul Tugas Akhir/Skripsi : PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN WAKTU PADA LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN WAKTU PADA LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

TANGGAL	PEMBAHASAN MATERI	PARAF	KETERANGAN
8/05-18	- Ace judul	/s	
16/05-18	- Buat batasan masalah	/s	
18/05-18	- Sesuaikan tulisan dgn paduan	/s	
6/6-18	- Perbaiki line spasi & paragraf	/s	
9/6-18	- layout bab II	/s	
27/6-18	- Revisi Tulisan bab II	/s	
21/7-18	- layout bab III	/s	
20/7-18	- Perbaiki tulisan bab III	/s	
11/08-18	- layout bab III	/s	
15/08-18	- Ace seminar Hasil	/s	
6/7-19	- Ace sidang mega hyau	/s	

Medan, 24 Agustus 2018

Diketahui/Ditandatangani oleh:
 Dekan



SURAT PERNYATAAN KEHILANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Ester Siburian
NPM : 1624210421
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan bahwa telah kehilangan Lembar Pengajuan Judul Skripsi.

Terkait dengan salah satu persyaratan penjurian skripsi, maka saya buat surat pernyataan kehilangan:

1. Lembar Judul (PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN WAKTU PADA LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN BERBASIS ARDUINO MEGA 2560)
2. Lembar Bebas Praktikum
3. Lembar Bebas Pustaka Asli
4. Lembar Plagiat Cheker Asli

Demikian Surat pernyataan ini saya buat digunakan seperlunya, saya ucapkan terimakasih.

Diketahui Oleh

Kaprodi



Medan 26 Desember 2019

Mahasiswa yang bersangkutan



Ester Siburian

ABSTRAK

Padatnya kendaraan bermotor yang melintas di jalan raya dapat mengakibatkan kemacetan, terutama di persimpangan jalan. Kepadatan kendaraan di masing-masing jalur pada suatu persimpangan jalan berbedabeda, sementara waktu nyala lampu lalu lintas berdurasi sama di masing-masing jalurnya. Hal ini dirasa tidak efektif, karena waktu nyala lampu lalu lintas tidak sesuai dengan tingkat kepadatan kendaraan yang melintas. Hal ini berpotensi mengakibatkan resiko kemacetan.

Untuk keadaan normal atau sepi kendaraan pada suatu jalur, durasi waktu nyala lampu hijau seharusnya lebih pendek/singkat. Jika suatu waktu terjadi kepadatan kendaraan yang mengakibatkan panjangnya antrian, maka diperlukan waktu nyala lampu hijau yang lebih lama, disesuaikan dengan panjangnya antrian.

Dalam merencanakan dan membuat system control lampu lalu lintas menggunakan personal computer (PC) dan bantuan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali.

Kata kunci: Rancang Bangun, Arduino Uno, Sensor LDR, Modul LM 2596.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	
SURAT PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 Lampu Lalu Lintas	6
2.2 Sejarah Arduino	7
2.3 Arduino Mega 2560	10
2.3.1 Pengertian Arduino.....	10
2.3.2 Catu Daya.....	15
2.3.3 Memory.....	16
2.3.4 Input dan Output.....	16
2.3.5 Komunikasi.....	17
2.4 LED (Light Emitting Diode).....	18

2.5	Sensor Cahaya.....	23
2.6	Resistor.....	28
2.7	Bahasa C Arduino	34
2.8	Modul LM2596.....	38
2.9	Software Arduino IDE.....	43
BAB 3	KONSEP PERANCANGAN	46
3.1	Perancangan dan Pembuatan Hardware.....	41
3.1.1	Diagram Blok	41
3.1.2	Rangkaian Sistematika	48
3.1.2.1	Rangkaian Komponen.....	49
3.1.2.2	Rangkaian Sensor LDR	50
3.1.2.3	Rangkaian LED.....	51
3.1.2.4	Rangkaian LM2596.....	52
3.2	Perancangan dan Pembuatan Software	52
3.2.1	Diagram Alir	52
BAB 4	PENGUJIAN DAN ANALISA	56
4.1	Pengujian Hardware.....	56
4.1.1	Pengujian Tegangan Output Power Supply.....	56
4.1.2	Pengujian Tegangan Output Sensor LDR.....	57
4.1.3	Pengujian Tegangan Output LED	57
4.1.4	Pengujian Tegangan Output LM2596.....	58
4.1.4	Pengujian Tegangan LM2596.....	58
4.1.5	Pengujian Pengaturan Waktu.....	59
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Arduino	12
Tabel 2.2	Kutub LED.....	21
Tabel 2.3	Warna LED.....	22
Tabel 2.4	Tegangan Maju.....	23
Tabel 2.5	Kode Warna Resistor.....	29
Tabel 2.6	PIN LM2596.....	40
Tabel 4.1	Pengukuran Tegangan Output Sensor LDR.....	57
Tabel 4.2	Pengukuran Tegangan Output ke LED.....	58
Tabel 4.3	Pengukuran Tegangan Output LM2596.....	58
Tabel 4.4	Pengukuran Tidak Ada Kendaraan.....	59
Tabel 4.5	Pengukuran Ada Kendaraan.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lampu Lalu Lintas.....	7
Gambar 2.2	Arduino Mega 2560.....	12
Gambar 2.3	Pemetaan Pin ATmega 2560.....	14
Gambar 2.4	Kabel USB Arduino.....	18
Gambar 2.5	Simbol LED.....	19
Gambar 2.6	Bentuk Fisik LED.....	20
Gambar 2.7	Bagian dan Struktur LED.....	20
Gambar 2.8	Photo Transistor.....	24
Gambar 2.9	Photo Dioda.....	25
Gambar 2.10	Simbol dan Bentuk Fisik LDR.....	26
Gambar 2.11	Bentuk dan Simbol Resistor.....	28
Gambar 2.12	Resistor 4 Gelang Warna.....	30
Gambar 2.13	Resistor 5 Gelang Warna.....	30
Gambar 2.14	Modul LM2596.....	38
Gambar 2.15	Rangkaian Modul LM2596.....	39
Gambar 2.16	Rangkaian PIN LM2596.....	39
Gambar 2.17	Tampilan Toolbar Arduino.....	44
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem.....	46
Gambar 3.2	Miniaturnya Lampu Lalu Lintas.....	48
Gambar 3.3	Rangkaian Keseluruhan Komponen.....	49
Gambar 3.4	Rangkaian Sensor LDR.....	50
Gambar 3.5	Rangkaian LED.....	51
Gambar 3.6	Rangkaian LM2596.....	52
Gambar 3.7	Diagram Alir.....	

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Tuhan Yang Maha Esa, atas segala nikmat, karunia dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Perancangan Sistem Pengaturan Waktu Pada Lampu Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Kepadatan Kendaraan Berbasis Arduino Mega 2560”**. Shalawat berangkaikan salam penulis hadiahkan kepada junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW, semoga kita mendapatkan syafa'atnya dikemudian hari kelak. Amin. Tujuan penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S-1) Peminatan Teknik Energi Listrik, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Pancabudi Medan.

Selesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.H.M.Isa Indrawan,S.E,M.M selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Ibu Sri Shindia Indira,S.T, M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Hamdani, S.T.,M.T selaku Ketua Prodi Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Adisastra Pengalaman Tarigan, S.T., M.T selaku pembimbing I Skripsi.
5. Mhd Rizki Syahputra, S.T., M.T selaku pembimbing II Skripsi.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah menjadi inspirasi dan membantu penulis dalam pembuatan laporan.
7. Seluruh Pegawai di Departemen Teknik Elektro Universitas Panca Budi.
8. Orang tua tercinta yang telah memberikan segalanya hingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Kakak dan abang tercintayang telah memberikan semangat hingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
10. Teman-teman seperjuangan, Astri Moning Sijabat., Emelia Yulianty Simanihuruk yang telah membantu penulis dalam melancarkan penyelesaian Skripsi ini.
11. Teman-Teman Sejawat KK II LG J/S,Program Studi Teknik Elektro yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama menjalani masa perkuliahan di Universitas Pembangunan Panca Budi.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada laporan Skripsi ini sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Skripsi ini.

Medan, Juli 2019

Esther Siburian
1624210421

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini laju pertumbuhan kendaraan bermotor di kota Medan sangat pesat. Seiring dengan pertumbuhan kendaraan bermotor tersebut, maka akan berimbas kepada kepadatan lalu lintas kendaraan di jalan raya. Padatnya kendaraan bermotor yang melintas di jalan raya dapat mengakibatkan kemacetan, terutama di persimpangan jalan. Kepadatan kendaraan di masing-masing jalur pada suatu persimpangan jalan berbedabeda, sementara waktu nyala lampu lalu lintas berdurasi sama di masing-masing jalurnya. Hal ini dirasa tidak efektif, karena waktu nyala lampu lalu lintas tidak sesuai dengan tingkat kepadatan kendaraan yang melintas. Hal ini berpotensi mengakibatkan resiko kemacetan.

Untuk mengurangi resiko terjadinya kemacetan tersebut, maka perlu dirancang suatu sistem lampu lalu lintas yang bisa bekerja lebih efektif dan fleksibel di tiap persimpangan jalan raya, dimana pengaturan lamanya waktu nyala lampu hijau haruslah tergantung kepada padatnya kendaraan yang melintas.

Untuk keadaan normal atau sepi kendaraan pada suatu jalur, durasi waktu nyala lampu hijau seharusnya lebih pendek/singkat. Jika suatu waktu terjadi kepadatan kendaraan yang mengakibatkan panjangnya antrian, maka diperlukan waktu nyala lampu hijau yang lebih lama, disesuaikan dengan panjangnya antrian

kendaraan pada jalur tersebut. Maka akan terdapat pengaturan lampu lalu lintas yang berbeda-beda pada setiap jalurnya, sesuai dengan kepadatan kendaraan yang melintas.

Berdasarkan pada pemikiran dan gagasan tersebut diatas maka muncul sebuah ide untuk merancang sebuah system control lampu lalu lintas yang mampu menjalankan fungsi-fungsi di atas. Maka penulis membuat sebuah realisasi proyek skripsi, yang berjudul “ PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN WAKTU PADA LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN BERBASIS ARDUINO MEGA 2560”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dari Skripsi ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem control lampu lalu lintas yang lebih efektif, berdasarkan kepadatan kendaraan yang melintas di masing-masing jalurnya berbasis Arduino Mega 2560.
2. Bagaimana menentukan dan menyesuaikan tingkat kepadatan kendaraan dengan waktu nyala lampu lalu lintas, sehingga terdapat perbedaan pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan keadaan sepi, sedang ataupun padat kendaraan yang melintas pada suatu jalur persimpangan jalan raya berbasis Arduino Mega 2560.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan Skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem control lampu lalu lintas yang lebih efektif, berdasarkan kepadatan kendaraan yang melintas di masing-masing jalurnya berbasis Arduino Mega 2560.
2. Merancang lampu lalu lintas dengan pengaturan penyalaaan lampu hijau berdasarkan kepadatan kendaraan berbasis Arduino Mega 2560 .

1.4 Manfaat

Bila diaplikasikan pada keadaan sebenarnya, maka manfaat dari Skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengurangi kemacetan lalu lintas.
2. Mengurangi terjadinya kelambatan lalu lintas
3. Memberikan mekanisme pengaturan lalu lintas yang lebih efektif dan murah dibandingkan pengaturan manual.
4. Mahasiswa dan mahasiswi dapat menambah pengetahuan dan wawasan dalam melaksanakan Skripsi.

1.5 Batasan Masalah

Sehubungan dengan keterbatasan waktu dan pengetahuan penulis, maka pada pembuatan Skripsi ini perlu member batasan pembahasan masalah. Adapun batasan masalah dalam Skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendeteksi antrian kendaraan digunakan sensor LDR.
2. Cara kerja rangkaian sistem secara blok diagram.

3. Untuk pengontrol waktu nyala lampu lalu lintas digunakan Arduino Mega 2560.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam merencanakan dan membuat system control lampu lalu lintas menggunakan personal computer (PC) dan bantuan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali, dimulai dengan mencari data melalui studi literature, serta dari hasil pengujian dan pengukuran pada rangkaian, dan referensi-referensi yang didapat dari buku dan internet. Pengumpulan data yang di lakukan pada Skripsi ini menggunakan beberapa teknik yaitu :

1. Mengadakan studi literature, yang meliputi :
 - a. Mempelajari berbagai jenis buku mengenai teori-teori rangkaian yang dipakai untuk pembuatan Skripsi;
2. Melakukan percobaan berdasarkan teori dalam ilmu elektro atas ide yang dimiliki oleh penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini, yang meliputi :
 - a. Perumusan ide pokok;
 - b. Membuat blok diagram system sesuai dengan konsep dan data-data yang dijadikan pendukung;
 - c. Konsultasi dengan dosen pembimbing;

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Urutan langkah yang terdiri atas bab-bab yang membentuk Skripsi ini dalam bentuk sistematika pembahasan dibagi dalam beberapa bagian yaitu :

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan Skripsi.

BAB 2. DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori dasar yang perlu diketahui untuk mempermudah dalam pemahaman kerja rangkaian.

BAB 3. PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menerangkan mengenai perancangan rangkaian.

BAB 4. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Bab ini berisi tentang hasil pengujian dan analisa hardware maupun software.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan secara keseluruhan dari Skripsi yang disertai saran dari penulis.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas adalah suatu peranti pemberi sinyal yang ditempatkan di persimpangan jalan, penyeberangan jalan, atau lokasi – lokasi lain untuk menunjukkan keadaan aman untuk mengendarai atau berjalan sesuai dengan kode warna universal (dan suatu urutan yang persis bagi orang – orang yang menderita buta warna). Lampu lalu lintas disebut juga sebagai alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL). Sistem pengaturan lampu lalu lintas pertama kali diperkenalkan di Inggris, yaitu di daerah Westminster pada tahun 1868. Adapun pada saat itu digunakan semacam gas sebagai alat pengendalinya. Penggunaan gas tidak berlangsung lama, karena gas tersebut mudah meledak. Pada tahun 1918 di New York mulai diperkenalkan penggunaan sinyal sebagai pengendali untuk mengontrol lampu lalu lintas dengan penggunaan lampu 3 warna. Sementara itu penggunaan sinyal secara manual yang menggunakan tenaga manusia sebagai operatornya, mulai digunakan di Poccodity pada tahun 1925. Pada tahun 1926 di Wolverhampton, Inggris digunakan sistem pengaturan lampu lalu lintas otomatis untuk pertama kalinya.

Lampu lalu lintas (LL) pada persimpangan jalan memegang peranan penting dalam menentukan kelancaran sebaran kendaraan di jalan – jalan yang mempunyai persimpangan tersebut. Sistem pengendalian lampu lalu lintas yang baik adalah jika sistem itu dapat berjalan secara otomatis dan dapat menyesuaikan diri dengan kepadatan lampu lalu lintas pada tiap – tiap jalur (bagian dari lengan jalan). Sistem ini dikenal sebagai *actuated controller*.



Gambar 2.1 Lampu Lalu Lintas

2.2 Sejarah Arduino

Sejarah perkembangan arduino dirunut balik pada sebuah thesis yang dibuat oleh Hernando Barragan, di institute Ivrea. Kemudian tahun 2005, dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dan diberi nama Arduin of Ivrea. Tujuan awal dibuat Arduino adalah untuk membuat perangkat mudah dan murah, dari perangkat yang ada saat itu. Dan perangkat tersebut ditujukan untuk para siswa yang akan membuat perangkat desain dan interaksi. Arduino bersifat Open Source, sehingga Arduino berkembang sangat cepat. Dan banyak lahir perangkat-perangkat sejenis Arduino. Seperti DFRduino atau Freeduino, dan untuk yang lokal CipaDuino yang dibuat oleh SKIR70, dan juga MurmerDuino yang dibuat oleh Robot Unyil. Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis. Perkembangan Arduino makin cepat, dan berkembang pula jenis-jenis Arduino sesuai dengan tuntutan pada setiap bidang aplikasi. Diantaranya adalah :

1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP

header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

2. Arduino Due

Arduino Due tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan chip yang lebih tinggi ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. Untuk pemogramannya menggunakan Micro USB, terdapat pada beberapa handphone.

3. Arduino Mega

Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dan tentu saja untuk Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.

4. Arduino Leonardo

Leonardo adalah saudara kembar dari Uno. Dari mulai jumlah pin I/O digital dan pin input Analognya sama. Hanya pada Leonardo menggunakan Micro USB untuk pemogramannya.

5. Arduino Fio

Bentuknya lebih unik, terutama untuk socketnya. Walau jumlah pin I/O digital dan input analognya sama dengan uno dan leonardo, tapi Fio memiliki Socket XBee. XBee membuat Fio dapat dipakai untuk keperluan projek yang berhubungan dengan wireless.

6. Arduino Lilypad

Bentuknya yang melingkar membuat Lilypad dapat dipakai untuk membuat proyek unik. Seperti membuat amor iron man misalkan. Hanya versi lamanya menggunakan ATMEGA168, tapi masih cukup untuk membuat satu proyek keren. Dengan 14 pin I/O digital, dan 6 pin input analognya.

7. Arduino Nano

Nano yang berukuran kecil dan sangat sederhana ini, menyimpan banyak fasilitas. Sudah dilengkapi dengan FTDI untuk pemrograman lewat Micro USB. 14 Pin I/O Digital, dan 8 Pin input Analog (lebih banyak dari Uno). Dan ada yang menggunakan ATMEGA168, atau ATMEGA328.

8. Arduino Mini

Fasilitasnya sama dengan yang dimiliki Nano. Hanya tidak dilengkapi dengan Micro USB untuk pemrograman. Dan ukurannya hanya 30 mm x 18 mm saja.

9. Arduino Micro

Ukurannya lebih panjang dari Nano dan Mini. Karena memang fasilitasnya lebih banyak yaitu; memiliki 20 pin I/O digital dan 12 pin input analog.

10. Arduino Ethernet

Arduino yang sudah dilengkapi dengan fasilitas ethernet. Membuat Arduino kamu dapat berhubungan melalui jaringan LAN pada komputer. Untuk fasilitas pada Pin I/O Digital dan Input Analognya sama dengan Uno.

11. Arduino Esplora

Rekomendasi bagi yang membuat gadget seperti Smartphone, karena sudah dilengkapi dengan Joystick, button, dan sebagainya. Kamu hanya perlu tambahkan LCD, untuk lebih mempercantik Esplora.

12. Arduino Robot

Paket komplit dari Arduino yang sudah berbentuk robot. Sudah dilengkapi dengan LCD, Speaker, Roda, Sensor Infrared.

2.3 Arduino Mega 2560

2.3.1 Pengertian Arduino

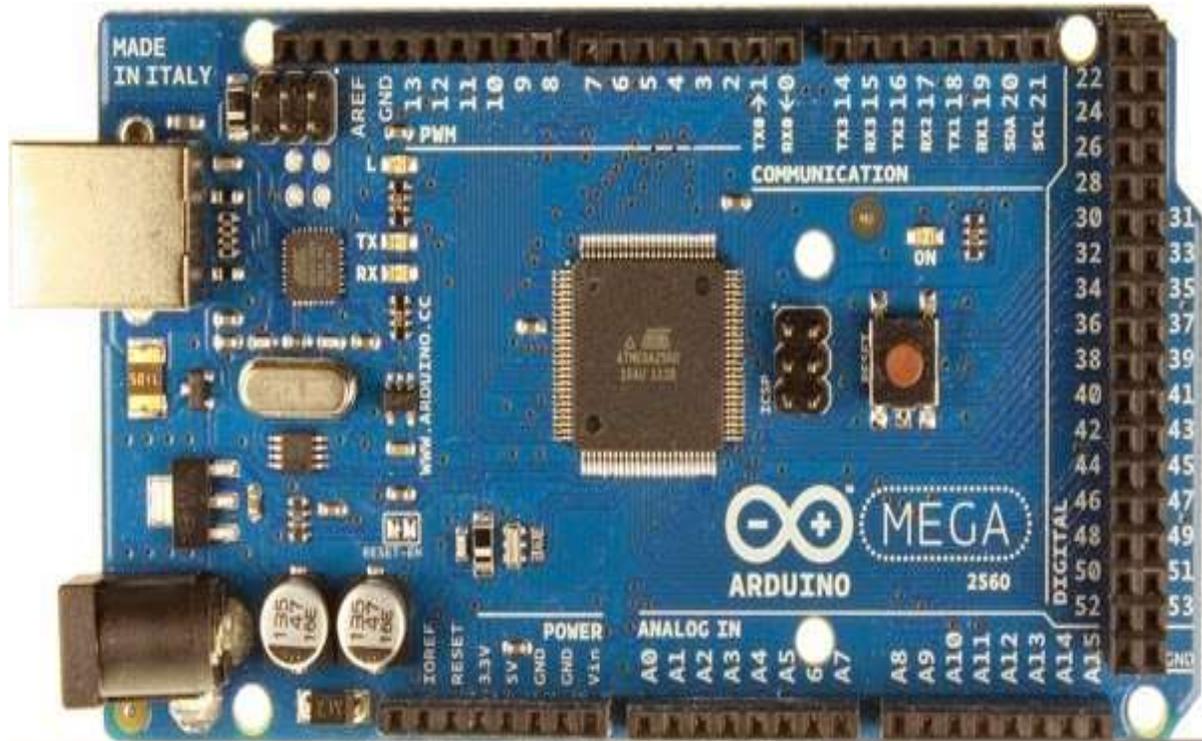
Arduino adalah *board* berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan computer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses input, dan output sebuah rangkaian elektronik.

Masing-masing dari 14 pin digital arduino dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()* dan *digitalRead()*. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10 resistor *pull-up internal* (diputus secara *default*) sebesar 20-30 KOhm.

Arduino memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin mengukur nilai tegangan dari *ground* (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin *AREF* dan fungsi *analogReference()*. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface (TWI)* atau *Inter Integrated Circuit (I2C)* dengan menggunakan *Wire library*.

Arduino Mega 2560 adalah piranti mikrokontroler menggunakan ATmega2560. Modul ini memiliki 54 digital input dan output. Dimana 14 pin digunakan untuk PWM output dan 16 pin digunakan sebagai analog input, 4 pin untuk UART, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, power jack ICSP header, dan tombol reset.

Modul ini memiliki segala yang dibutuhkan untuk memprogram mikrokontroler seperti kabel USB dan catu daya melalui adaptor atau baterai. Semua ini diberikan untuk mendukung pemakaian mikrokontroler Arduino, hanya terhubung ke computer dengan kabel USB atau listrik dengan adaptor dari AC ke DC atau baterai untuk memulai pemakaian. Arduino mega kompatibel dengan shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove, Decimila maupun UNO.



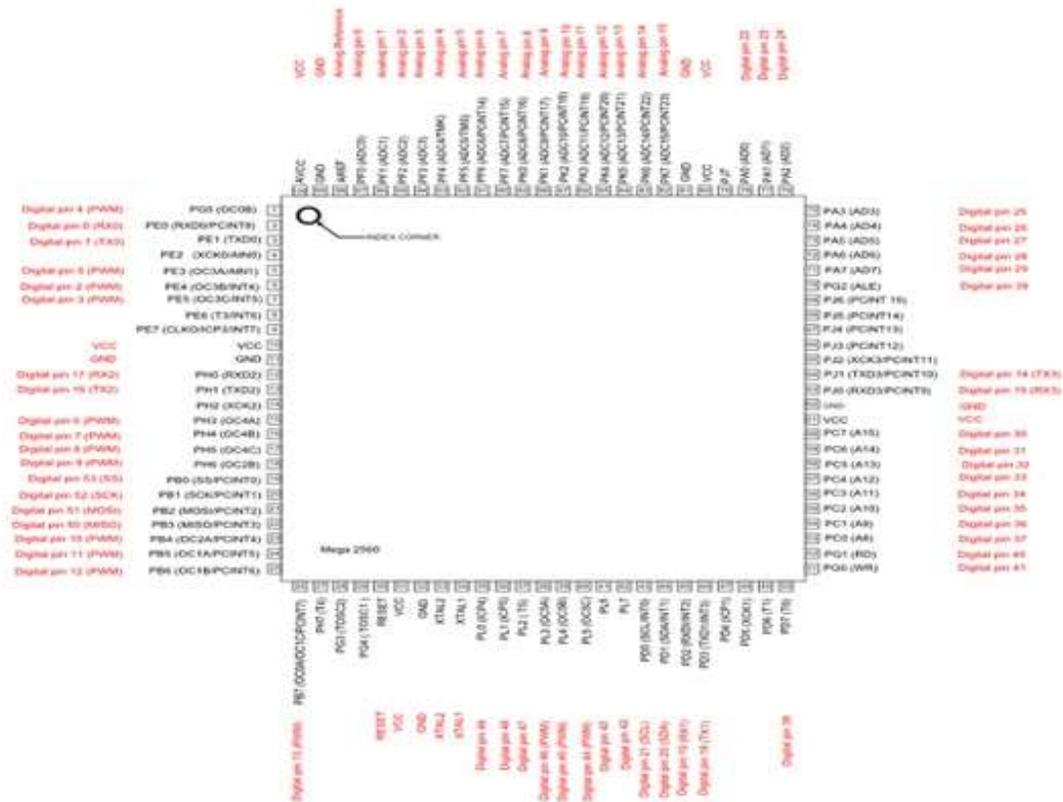
Gambar 2.2 Arduino Mega 2560

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino

1.	Microcontroller	Atmega2560
2.	Operating Voltage	5V
3.	Input Voltage	7-12V
4.	Input Voltage	6-20V
5.	Digital I/O Pins	54(15 pin PWM)
6.	Analog Inputs Pin	16
7.	DC Current per I/O Pin	40 mA
8.	DC Current for 3.3V Pin	50 Ma
9.	Flash memory	256 Kb of, 8 kb bootloader
10.	SRAM	8 Kb
11.	EEPROM	4 Kb
12.	Clock Speed	16 MHz

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- a. Serial**, memiliki 4 serial yang masing-masing terdiri dari 2 pin. Serial 0 : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Serial 1 : pin 19 (RX) dan pin 18 (TX). Serial 2 : pin 17 (RX) dan pin 16 (TX). Serial 3 : pin 15 (RX) dan pin 14 (TX). RX digunakan untuk menerima dan TX untuk transmit data serial TTL. Pin 0 dan pin 1 adalah pin yang digunakan oleh chip USB-to-TTL ATmega16U2.
- b. External Interrupts**, yaitu pin 2 (untuk interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Dengan demikian Arduino Mega 2560 memiliki jumlah interrupt yang cukup melimpah : 6 buah. Gunakan fungsi `attachInterrupt()` untuk mengatur interrupt tersebut.
- c. PWM**: Pin 2 hingga 13 dan 44 hingga 46, yang menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
- d. SPI** : Pin 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), dan 53 (SS) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI Library.
- e. LED** : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin no 13. Set HIGH untuk menyalakan led, LOW untuk memadamkan nya.
- f. TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan Wire Library.



Gambar 2.3 Pemetaan Pin ATmega 2560

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke *jack* sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan Arduino ATmega 2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami

panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

2.3.2 Catu Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan Catu daya Eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (*nonUSB*) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya *plug* pusat-positif 2.1 mm ke dalam *board* penghubung listrik. *Lead* dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin GND dan Vin dari konektor Power.

Bord dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6-20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 Volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan bias panas dan merusak board. Rentang yang dianjurkan adalah 7-12 Volt. Pin catu daya adalah sebagai berikut :

1. VIN. Tegangan input ke papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya diatur lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.

2. 5V. Catu daya yang diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lain di papan tulis. Hal ini dapat datang baik dari VIN melalui *regulator on-board*, atau disediakan oleh USB atau suplai 5V diatur lain.

3. 3V3. Sebuah pasokan 3,3 volt yang dihasilkan oleh *regulator on-board*. menarik arus maksimum adalah 50 mA.

2.3.3 Memory

ATmega2560 memiliki 256 KB dari memori flash untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk *bootloader*), 8 KB dari SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

2.3.4 Input dan Output

Masing-masing dari 54 pin digital pada Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan *pinMode* (), *digitalWrite* (), dan *digitalRead* () fungsi. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki *resistor pull-up internal* yang (terputus secara default) dari 20-50 KOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

Serial: 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan data serial (TX) TTL. Pin 0 dan 1 juga terhubung ke pin dari ATmega8U2 USB-to-TTL Chip Serial.

1. Interupsi Eksternal: 2 (menggangu 0), 3 (menggangu 1), 18 (*interrupt* 5), 19 (*interrupt* 4), 20 (*interrupt* 3), dan 21 (*interrupt* 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat *attachInterrupt* () fungsi untuk rincian.
2. PWM: 0 13. Memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi *analog Write* ().
3. SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga pecah pada header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan *Uno*, *Duemilanove* dan *Diecimila*.

4. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin tinggi nilai, LED menyala, ketika pin rendah, itu off.
5. I2C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Kawat (dokumentasi di website *Wiring*). Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin I2C pada *Duemilanove* atau *Diecimila*.

Arduino Mega 2560 memiliki 16 input analog, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* mereka mengukur dari tanah ke 5 volt, meskipun adalah mungkin untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference ()*. Ada beberapa pin lainnya di papan:

1. AREF. tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan *analogReference ()*.
2. Reset. Bawa garis LOW ini untuk me-reset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis.

2.3.5 Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, *Arduino* lain, atau mikrokontroler lainnya. *ATmega2560* menyediakan empat *UART hardware* untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah *ATmega8U2* pada saluran salah satu papan atas USB dan menyediakan port com virtual untuk perangkat lunak pada komputer (mesin *Windows* akan membutuhkan file *.inf*, tapi *OSX* dan *Linux* mesin akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis.

Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware Arduino menggunakan *USB driver* standar *COM*, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun pada sistem operasi Windows, format file Inf diperlukan.

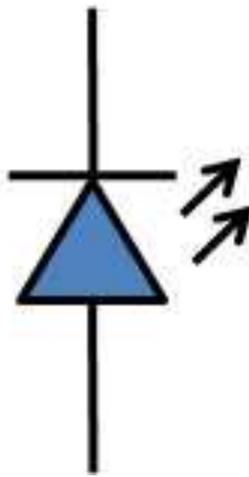
Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. *RX* dan *TX LED* *diboard* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip USB-to-serial* dan koneksi *USB* ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi *inteface* pada sistem.



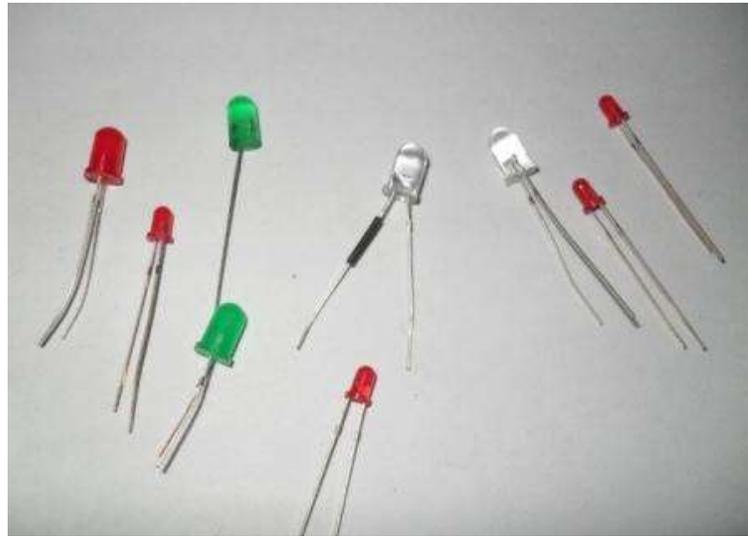
Gambar 2.4 Kabel USB Arduino

2.4 LED (Light Emitting Diode)

LED atau bias disebut Light Emitting Diode merupakan komponen aktif jenis diode (semikonduktor) yang akan mengalirkan arus dari anoda menuju katoda dan akan menghasilkan cahaya. Arus yang diberikan adalah forward bias agar led menyala, namun bila diberi reverse bias led tidak akan aktif atau bahkan bias merusak komponen ini.

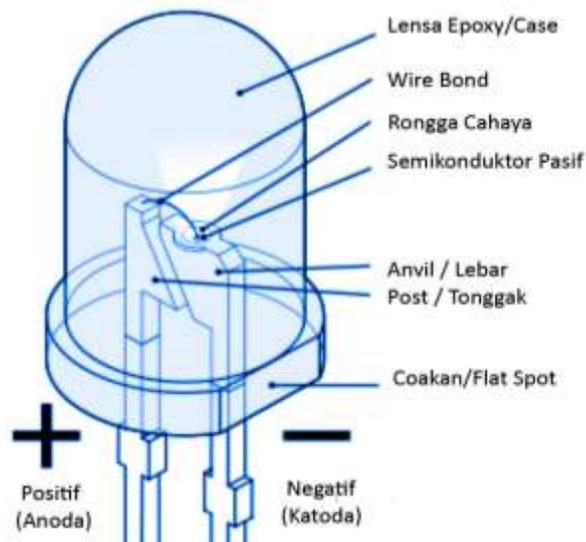


Gambar2.5 Simbol LED



Gambar 2.6 Bentuk Fisik LED

Bentuk fisik dari LED bermacam-macam, ada yang ukuran kecil sampai besar dan tidak selalu bulat bidang permukaan atau kepalanya. Warna dari LED sendiri juga bervariasi mulai dari merah, hijau, kuning, biru, brigh.



Gambar 2.7 Bagian atau struktur LED

Untuk mengenal pasti kutub LED adalah dengan membaca lembaran data LED, cara lainnya adalah sebagai berikut :

Tanda	+	-
Terminal	Anoda (A)	Katoda (K)
Kaki	Panjang	Pendek
Luaran	Bulat	Pipih
Dalaman	Kecil	Besar

Tabel 2.2 Kutub LED

Sebuah LED membutuhkan arus sekitar 20mA untuk memancarkan cahaya dengan kecerahan maksimum, meskipun arus sekecil 5 mA masih dapat menghasilkan cahaya yang tampak jelas.

LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari Anoda menuju ke Katoda.

LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (impurity) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan Hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type

material). Saat Elektron berjumpa dengan Hole akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). LED atau Light Emitting Diode yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi Cahaya.

Keanekaragaman Warna pada LED tersebut tergantung pada wavelength (panjang gelombang) dan senyawa semikonduktor yang dipergunakannya. Berikut ini adalah Tabel Senyawa Semikonduktor yang digunakan untuk menghasilkan variasi warna pada LED :

Bahan Semikonduktor	Wavelength	Warna
Gallium Arsenide (GaAs)	850-940nm	Infra Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	630-660nm	Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	605-620nm	Jingga
Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsP:N)	585-595nm	Kuning
Aluminium Gallium Phosphide (AlGaP)	550-570nm	Hijau
Silicon Carbide (SiC)	430-505nm	Biru
Gallium Indium Nitride (GaInN)	450nm	Putih

Tabel 2.3 Warna LED

Masing-masing Warna LED (Light Emitting Diode) memerlukan tegangan maju (Forward Bias) untuk dapat menyalakannya. Tegangan Maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah Resistor untuk membatasi Arus dan Tegangannya agar tidak merusak LED yang bersangkutan. Tegangan Maju biasanya dilambangkan dengan tanda V_F .

Warna	Tegangan Maju @20mA
Infra Merah	1,2V
Merah	1,8V
Jingga	2,0V
Kuning	2,2V
Hijau	3,5V
Biru	3,6V
Putih	4,0V

Tabel 2.4 Tegangan Maju

2.5 Sensor Cahaya

Sensor cahaya adalah komponen elektronika yang dapat memberikan perubahan besaran elektrik pada saat terjadi perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor cahaya tersebut.

Perubahan output sensor cahaya maka sensor cahaya dapat dibedakan kedalam 2 tipe yaitu :

a. Sensor cahaya tipe fotovoltaiik

Sensor cahaya tipe fotovolataik adalah sensor cahaya yang dapat memberikan perubahan tegangan pada output sensor cahaya tersebut apabila sensor tersebut menerima intensitas cahaya.

b. Sensor cahaya tipe fotokonduktif

Sensor cahaya tipe fotokonduktif akan memberikan perubahan resistansi pada terminal outputnya sesuai dengan perubahan intensitas cahaya yang diterimanya. Sensor cahaya tipe fotovoltaiik ini ada beberapa jenis diantaranya adalah :

c. Photo Transistor

Gambar 2.8 Photo Transistor

Photo transistor adalah suatu transistor yang memiliki resistansi antara kaki kolektor dan emitor dapat berubah sesuai intensitas cahaya yang diterimanya. Photo transistor memiliki 2 terminal output dengan nama emitor dan kolektor, dimana nilai resistansi emitor dan kolektor tersebut akan semakin rendah apabila intensitas cahaya yang diterima photo transistor semakin tinggi.

d. Photo Dioda



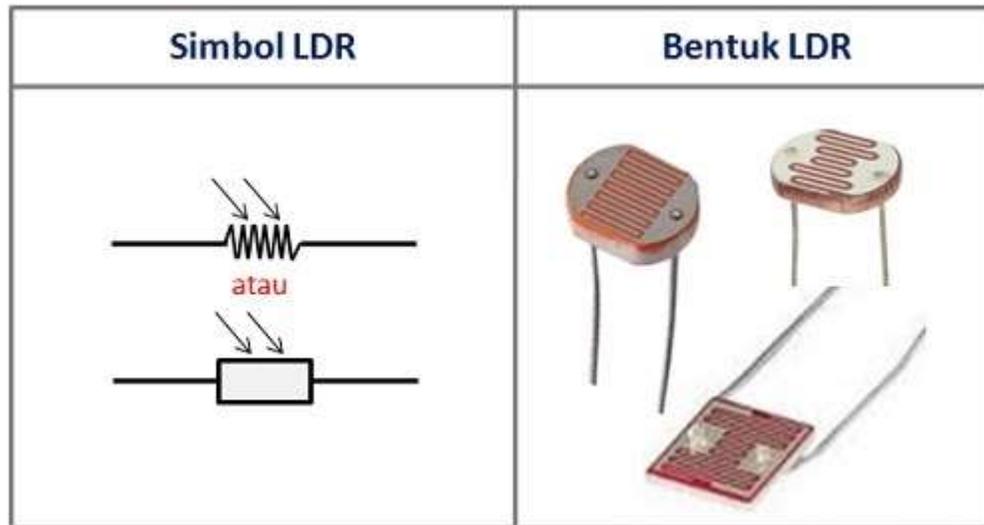
Gambar 2.9 Photo dioda

Photo dioda adalah suatu dioda yang akan mengalami perubahan resistansi pada terminal anoda dan katoda apabila terkena cahaya. Nilai resistansi anoda dan katoda pada photo dioda akan semakin rendah apabila intensitas cahaya yang diterima photodioda semakin tinggi.

e. LDR (Light Depending Resistor)

LDR (Light Dependent Resistor) adalah salah satu komponen resistor yang nilai resistansinya akan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang mengenai sensor ini. Nilai resistansi dari sensor ini sangat bergantung pada intensitas cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenainya, maka akan semakin menurun nilai resistansinya. Sebaliknya jika semakin sedikit cahaya yang mengenai sensor (gelap),

maka nilai hambatannya akan menjadi semakin besar sehingga arus listrik yang mengalir akan terhambat.



Gambar 2.10 Simbol dan Bentuk Fisik LDR

Prinsip Kerja LDR adalah pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relative kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrit. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup.

Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrit. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi kecil pada saat cahaya terang.

Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR) adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Karakteristik LDR terdiri dari dua macam yaitu Laju *Recovery* dan Respon Spektral sebagai berikut:

f. Laju *Recovery* Sensor Cahaya LDR

Bila sebuah Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR) dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju *recovery* merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik.

Untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

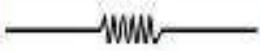
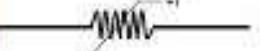
g. Respon Spektral Sensor Cahaya LDR

Sensor cahaya LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga,

aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak, digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

2.6 Resistor

Resistor adalah komponen elektronik yang digunakan untuk membatasi aliran arus listrik. Besarnya nilai tahanan dinyatakan dengan satuan *ohm* dilambangkan dengan Ω . Nilai tahanan resistor dilambangkan dengan rangkaian warna yang terdapat pada badan resistor.

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Resistor (Nilai Tetap)		 atau 
Variable Resistor		 atau 
LDR (Light Depending Resistor)		 atau 
Thermistor (NTC / PTC)		 atau 

Gambar 2.11 Bentuk Dan Simbol Resistor

Kode Warna 4 Gelang  560 K Ω \pm 5 %

2%, 5%, 10%

Warna	Gelang 1	Gelang 2	Gelang 3	Multiplier	Toleransi
Hitam		0	0	1 Ohm	
Coklat	1	1	1	10 Ohm	\pm 1 %
Merah	2	2	2	100 Ohm	\pm 2 %
Orange	3	3	3	1 K Ohm	
Kuning	4	4	4	10 K Ohm	
Hijau	5	5	5	100 K Ohm	\pm 0,5 %
Biru	6	6	6	1 M Ohm	\pm 0,25 %
Ungu	7	7	7	10 M Ohm	\pm 0,10 %
Abu-abu	8	8	8		\pm 0,05 %
Putih	9	9	9		
Emas				0,1 Ohm	\pm 5 %
Perak				0,01 Ohm	\pm 10 %

0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%

Kode Warna 5 Gelang  237 Ω \pm 1 %

Tabel 2.5 Kode Warna Resistor

Kode warna pada resistor menyatakan harga resistansi dan toleransinya. Semakin kecil nilai toleransi suatu resistor adalah semakin baik, karena harga sebenarnya adalah harga yang tertera (harga toleransinya).

Terdapat resistor yang mempunyai 4 gelang warna dan 5 gelang warna seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.12 Resistor 4 Gelang Warna



Gambar 2.13 Resistor 5 Gelang Warna

Pada dasarnya, resistor hanya ada dua macam, yakni resistor tetap (*fixed resistor*) dan resistor tidak tetap (*variable resistor*).

1. Resistor Tetap (*Fixed Resistor*):

a. Resistor Kawat

Resistor kawat adalah jenis resistor generasi pertama yang lahir pada saat rangkaian elektronika masih menggunakan tabung hampa (*vacuum*

tube). Bentuknya bervariasi dan memiliki ukuran yang cukup besar. Resistor kawat ini biasanya banyak dipergunakan dalam rangkaian power karena memiliki resistansi yang tinggi dan tahan terhadap panas yang tinggi. Jenis lainnya yang masih dipakai sampai sekarang adalah jenis resistor dengan lilitan kawat yang dililitkan pada bahan keramik, kemudian dilapisi dengan bahan semen. Rating daya yang tersedia untuk resistor jenis ini adalah dalam ukuran 1 watt, 2 watt, 5 watt, dan 10 watt.

b. Resistor Batang Karbon (Arang)

Pada awalnya, resistor ini dibuat dari bahan karbon kasar yang diberi lilitan kawat yang kemudian diberi tanda dengan kode warna berbentuk gelang dan pembacaannya dapat dilihat pada tabel kode warna. Jenis resistor ini juga merupakan jenis resistor generasi awal setelah adanya resistor kawat. Sekarang sudah jarang untuk dipakai pada rangkaian – rangkaian elektronika. Bentuk dari resistor jenis ini dapat dilihat pada gambar di samping.

c. Resistor Keramik atau Porselin

Dengan adanya perkembangan teknologi di bidang elektronika, saat ini telah dikembangkan jenis resistor yang terbuat dari bahan keramik atau porselin. Kemudian, dengan perkembangan yang ada, telah dibuat jenis resistor keramik yang dilapisi dengan kaca tipis. Jenis resistor ini telah banyak digunakan dalam rangkaian elektronika saat ini karena bentuk fisiknya kecil dan memiliki resistansi yang tinggi. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt.

d. Resistor Film Karbon

Resistor film karbon ini adalah resistor hasil pengembangan dari resistor batang karbon. Sejalan dengan perkembangan teknologi, para produsen komponen elektronika telah memunculkan jenis resistor yang dibuat dari bahan karbon dan dilapisi dengan bahan film yang berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar. Nilai resistansinya dicantumkan dalam bentuk kode warna. Resistor ini juga sudah banyak digunakan dalam berbagai rangkaian elektronika karena bentuk fisiknya kecil dan memiliki resistansi yang tinggi. Namun, untuk masalah ukuran fisik, resistor ini masih kalah jika dibandingkan dengan resistor keramik. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt.

g. Resistor Film Metal

Resistor film metal dibuat dengan bentuk hampir menyerupai resistor film karbon. Resistor tahan terhadap perubahan temperatur. Resistor ini juga memiliki tingkat kepresisian yang tinggi karena nilai toleransi yang tercantum pada resistor ini sangatlah kecil, biasanya sekitar 1% atau 5%. Jika dibandingkan dengan resistor film karbon, resistor film metal ini memiliki tingkat kepresisian yang lebih tinggi dibandingkan dengan resistor film karbon karena resistor film metal ini memiliki 5 buah gelang warna, bahkan ada yang 6 buah gelang warna. Sedangkan, resistor film karbon hanya memiliki 4 buah gelang warna. Resistor film metal ini sangat cocok digunakan dalam rangkaian – rangkaian yang memerlukan tingkat ketelitian

yang tinggi, seperti alat ukur. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt.

2. Resistor Tidak Tetap (*Variable Resistor*):

a. Potensiometer

Potensiometer merupakan variable resistor yang paling sering digunakan. Pada umumnya, potensiometer terbuat dari kawat atau karbon. Potensiometer yang terbuat dari kawat merupakan potensiometer yang telah lama lahir pada generasi pertama pada waktu rangkaian elektronika masih menggunakan tabung hampa (**vacuum tube**). Potensiometer dari kawat ini memiliki bentuk yang cukup besar, sehingga saat ini sudah jarang ada yang memakai potensiometer seperti ini. Pada saat ini, potensiometer lebih banyak terbuat dari bahan karbon. Ukurannya pun lebih kecil, namun dengan resistansi yang besar. Gambar di samping adalah potensiometer yang terbuat dari bahan karbon. Pada umumnya, perubahan resistansi pada potensiometer terbagi menjadi 2, yakni linier dan logaritmik.

b. Trimpot

Trimpot adalah kependekan dari Tripotensiometer. Sifat dan karakteristik dari trimpot tidak jauh beda dengan potensiometer. Hanya saja, trimpot ini memiliki ukuran yang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan potensiometer. Perubahan nilai resistansinya juga dibagi menjadi 2, yakni linier dan logaritmik. Huruf B yang tertera pada trimpot menyatakan perubahan nilai resistansinya secara logaritmik, sedangkan huruf A untuk

perubahan secara linier. Untuk mengubah nilai resistansinya, kita dapat memutar lubang tengah pada badan trimpot dengan menggunakan obeng.

c. NTC dan PTC

NTC (**Negative Temperature Coefficient**) dan PTC (**Positive Temperature Coefficient**) merupakan resistor yang nilai resistansinya berubah jika terjadi perubahan temperatur di sekelilingnya. Untuk NTC, nilai resistansi akan naik jika temperatur sekelilingnya turun. Sedangkan, nilai resistansi PTC akan naik jika temperatur sekelilingnya naik. Kedua komponen ini sering digunakan sebagai sensor untuk mengukur suhu atau temperatur daerah di sekelilingnya.

Bahasa C Arduino

Pemrograman Arduino bahasa yang dipakai adalah bahasa C. Bahasa C adalah bahasa yang sangat lazim dipakai sejak awal komputer diciptakan dan sangat berperan dalam perkembangan software. Bahasa C sering digunakan pada sistem operasi dan pemrograman mikrokontroler . Bahasa C adalah multi-platform karena bahasa C bisa diterapkan pada lingkungan windows, unix , linux, atau sistem operasi lain tanpa mengalami perubahan source code. Karena Arduino menggunakan bahasa C yang multi-platform, software arduino bisa dijalankan pada saat sitem operasi yang umum, misalnya Windows, Linux, dan MacOS.

Bahasa C dibuat oleh Brin W. Kernighan dan Dennis M. Ritchie, merupakan bahasa Intermedite yang artinya adalah bahasa High Level Language. Akan tetapi bahasa C juga di golongan sebagai Low Level Language. Bahasa C memiliki komponen terdiri dari :

1. Editor

Editor adalah sebuah fasilitas yang disediakan oleh bahasa C untuk menuliskan kode yang telah didesain oleh programme yang mengenai file TEXT.

2. Interprete

Interpreter digunakan untuk membaca kode yang telah ditulis oleh programmer untuk diterjemahkan oleh Interprete C. sehingga sekumpulan kode yang telah ditulis dapat berjalan sesuai dengan sintaks yang telah ditentukan oleh bahasa C.

3. Compiler

Compiler digunakan untuk mentranslator sekumpulan kode yang telah ditulis sesuai dengan sintak yang ditentukan oleh bahasa C ke bentuk yang lain. Dalam hal ini diubah ke dalam bentuk bahasa Assembly sehingga selanjutnya akan menghasilkan suatu file execute (.exe), dimana file tersebut dapat berdiri sendiri tanpa memerlukan perangkat lunak lainnya.

4. Debugging

Debugging dapat digunakan untuk menelusuri setiap kode yang telah ditulis. Fasilitas debug antara lain : Debug per baris, Debug per prosedur, Debug per breakpoint.

Untuk memori yang diperlukan masing-masing tipe data sangat bergantung pada perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Setiap data yang akan diolah dalam bahasa C ada beberapa tipe yaitu:

1. Tipe Data Karakter

Tipe data ini digunakan untuk merepresentasikan data-data yang berupa karakter. Tipe data ini dinyatakan dengan tipe char. Tipe data ini mempunyai jangkauan dari 0 sampai 255 atau karakter ASCII 0 sampai karakter ASCII 255.

2. Tipe Data Bilangan Bulat

Tipe data ini digunakan untuk data-data angka yang tidak mengandung angka di belakang koma.

3. Tipe Data Bilangan Pecahan

Tipe data ini adalah tipe yang digunakan untuk merepresentasikan data-data bilangan yang mengandung angka dibelakang koma.

4. Tipe Data String

Dalam bahasa C, tidak ada perintah khusus untuk menampung data bertipe string. String akan dianggap sebagai kumpulan karakter yang diakhiri dengan karakter kosong. Oleh sebab itu, string disebut sebagai array karakter atau sebuah pointer ke sebuah variable char.

Program dalam bahasa C selalu berbentuk fungsi seperti ditunjukkan dalam **main ()**. Program yang dijalankan berada di dalam tubuh program yang dimulai dengan tanda kurung buka { dan diakhiri dengan tanda kurung tutup }. Semua yang tertulis di dalam tubuh program ini disebut dengan blok. Tanda () digunakan untuk mengapit argumen suatu fungsi. Argumen adalah suatu nilai yang akan digunakan dalam fungsi tersebut. Dalam fungsi main diatas tidak ada argumen, sehingga tak ada data dalam (). Dalam tubuh fungsi antara tanda { dan tanda } ada sejumlah pernyataan yang merupakan perintah yang harus dikerjakan oleh prosesor. Setiap

pernyataan diakhiri dengan tanda titik koma ; Baris pertama **#include** <...> bukanlah pernyataan, sehingga tak diakhiri dengan tanda titik koma (;). Baris tersebut meminta kompilator untuk menyertakan file yang namanya ada di antara tanda <...> dalam proses kompilasi.

Variabel adalah suatu pengenal (identifier) yang digunakan untuk mewakili suatu nilai tertentu di dalam proses program. Berbeda dengan konstanta yang nilainya selalu tetap, nilai dari suatu variable bisa diubah-ubah sesuai kebutuhan. Nama dari suatu variable dapat ditentukan sendiri oleh pemrogram dengan aturan sebagai berikut :

3. Terdiri dari gabungan huruf dan angka dengan karakter pertama harus berupa huruf. Bahasa C bersifat case-sensitive artinya huruf besar dan kecil dianggap berbeda.
4. Tidak boleh mengandung spasi.
5. Tidak boleh mengandung symbol-simbol khusus, kecuali garis bawah (underscore). Yang termasuk symbol khusus yang tidak diperbolehkan antara lain : \$, ?, %, #, !, &, *, (,), -, +, = dsb
6. Panjangnya bebas, tetapi hanya 32 karakter pertama yang terpakai.

Konstanta merupakan suatu nilai yang tidak dapat diubah selama proses program berlangsung. Konstanta nilainya selalu tetap. Konstanta harus didefinisikan terlebih dahulu di awal program. Konstanta dapat bernilai integer, pecahan, karakter dan string.

Contoh konstanta : 50; 13; 3.14; 4.50005; 'A'; 'Bahasa C'.

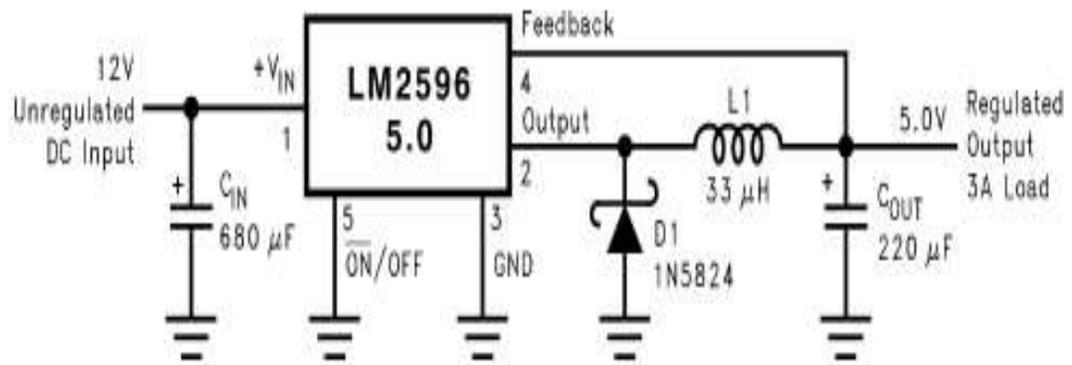
a. Modul LM 2596

Modul regulator LM2596 adalah suatu regulator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan (step down). Regulator ini mampu mengeluarkan arus maksimal 3 A, dengan daya input 3.5 V sampai 40 V, dan daya output 1.2 V sampai 37 V. Range tegangan input minimal 1.5 volt lebih besar dari tegangan input.

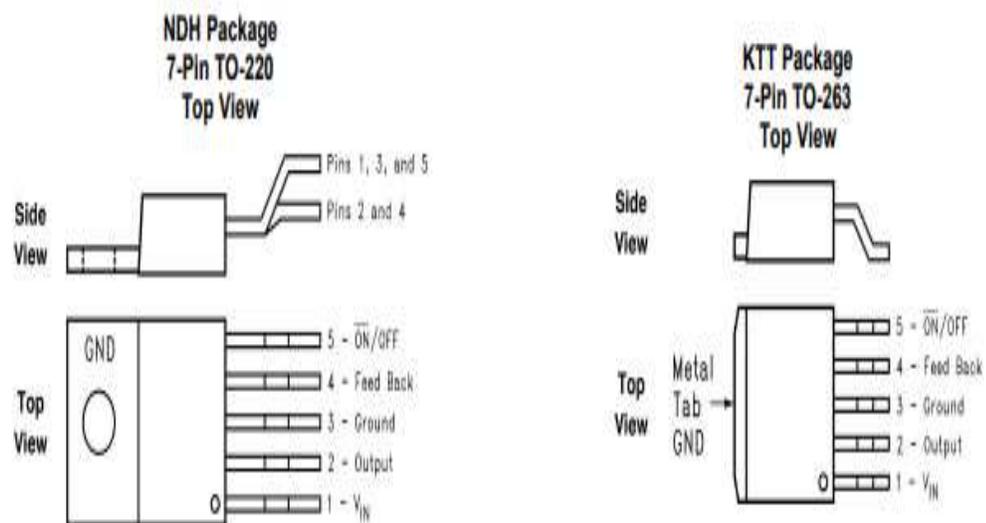
Dalam rangkaian ini, catu daya menggunakan modul regulator LM2596S, regulator tersebut digunakan untuk menurunkan tegangan dari battery aki atau dari sel surya menjadi tegangan 12 volt yang dapat digunakan sebagai input arduino.



Gambar 2.14 Modul LM 2596



Gambar 2.15 Rangkaian Moful LM 2596



Gambar 16. konfigurasi PIN LM 2596

PIN		I/O	DESCRIPTION
NO.	NAME		
1	V_{IN}	I	This is the positive input supply for the IC switching regulator. A suitable input bypass capacitor must be present at this pin to minimize voltage transients and to supply the switching currents required by the regulator.
2	Output	O	Internal switch. The voltage at this pin switches between approximately $(+V_{IN} - V_{SAT})$ and approximately -0.5 V , with a duty cycle of V_{OUT} / V_{IN} . To minimize coupling to sensitive circuitry, the PCB copper area connected to this pin must be kept to a minimum.
3	Ground	—	Circuit ground.
4	Feedback	I	Senses the regulated output voltage to complete the feedback loop.
5	$\overline{\text{ON/OFF}}$	I	Allows the switching regulator circuit to be shut down using logic signals thus dropping the total input supply current to approximately $80\ \mu\text{A}$. Pulling this pin below a threshold voltage of approximately 1.3 V turns the regulator on, and pulling this pin above 1.3 V (up to a maximum of 25 V) shuts the regulator down. If this shutdown feature is not required, the $\overline{\text{ON/OFF}}$ pin can be wired to the ground pin or it can be left open. In either case, the regulator will be in the ON condition.

Gambar 2.6 Fungsi PIN LM 2596

Regulator switching ada 2 jenis yaitu buck dan boost. Regulator buck adalah regulator untuk menurunkan tegangan sedangkan regulator boost untuk menaikkan tegangan. Sesuai dengan namanya regulator switching bekerja dengan sistem switching / saklar yang artinya bekerja pada 2 kondisi, ON-OFF. Tegangan akan disaklar sesuai dengan tegangan umpan balik ke pin Feedback. Di dalam LM2596 pin Feedback terhubung dengan penguat kemudian masuk ke komparator dibandingkan dengan yang suatu nilai tegangan. Keluaran komparator ini menentukan keadaan output switching. Tegangan pembanding pada komparator sama dengan tegangan output untuk tipe fix output sedangkan untuk tipe adj (adjustable) tegangan pembandingnya 1.23V . Kecepatan penyaklaran (ON-OFF) LM2596 adalah 150kHz .

LM2596 merupakan sebuah modul pengkonversi tegangan DC ke DC yang dilengkapi dengan IC penurun dan penaik tegangan. Pada LM2596 tegangan di

konversi dan bisa disesuaikan dengan cara memutar bagian pengaturan untuk menurunkan atau menaikkan tegangan. Modul ini memiliki 4 pin, 2 dikiri dan 2 di kanan untuk arus masuk dan keluar :

- 2 input DC (+ dan -)
- 2 output DC (+ dan -)

Berikut ini adalah kegunaan LM2596 dalam menurunkan tegangan DC:

7. Kipas pendingin komputer agar tidak terlalu berisik dapat diturunkan voltase sampai 9-10V DC dari sumber *input* 12VDC

Adaptor 12V DC dapat diturunkan menjadi 9V. Misalnya dimanfaatkan untuk *power modem* yang membutuhkan *power* 9V DC sementara hanya tersedia adaptor 12V.

Adaptor biasa dapat 9V diturunkan ke 5V, misalnya untuk mengisi *smartphone* atau *powerbank*.

8. Atau menurunkan power DC 5V ke 3,7V DC seperti *power* baterai *lithium* dan kebutuhan bagi *power* tegangan lampu LED sekitar 3.0V sampai 3,7V DC
- Menyalakan lampu LED 9V dari sumber *powerbank* 5V
 - Bahkan untuk menggantikan *power* baterai alat elektronik seperti mobil mobilan, alat cukur dan lainnya.

Kemudian dibawah ini adalah kegunaan LM2596 dalam menaikkan tegangan DC:

9. Bila memerlukan power 9V DC, sedangkan sumber power hanya tersedia 5V. Dapat dirubah ke input 5V menjadi 9V dengan sirkuit PCB Step-up.
10. Menaikan sumber power 5V DC dari powerbank menjadi 6 V DC pada lampu emergency sebagai pengganti baterai AA atau Baterai Accu.
11. Menaikan sumber power 9V DC menjadi 12V DC untuk adaptor modem atau perangkat lain.
12. Merubah arus DC baterai Lithium 3.7V DC menjadi $3 \times 1,5V = 4.5V$ DC seperti baterai mainan anak anak.

Pada tahun 1978, Dennis Ritchie dan Brian Kernighan menerbitkan edisi pertama dari buku yang berjudul The C Programming Language. Buku ini hingga sekarang diakui sebagai bahasa C dan merupakan referensi utama seorang pemrogram yang ingin mengetahui tentang bahasa C, terutama karena begitu lengkapnya cakupan buku ini tentang bahasa C dan mudahnya program yang dicontohkan dalam buku ini.

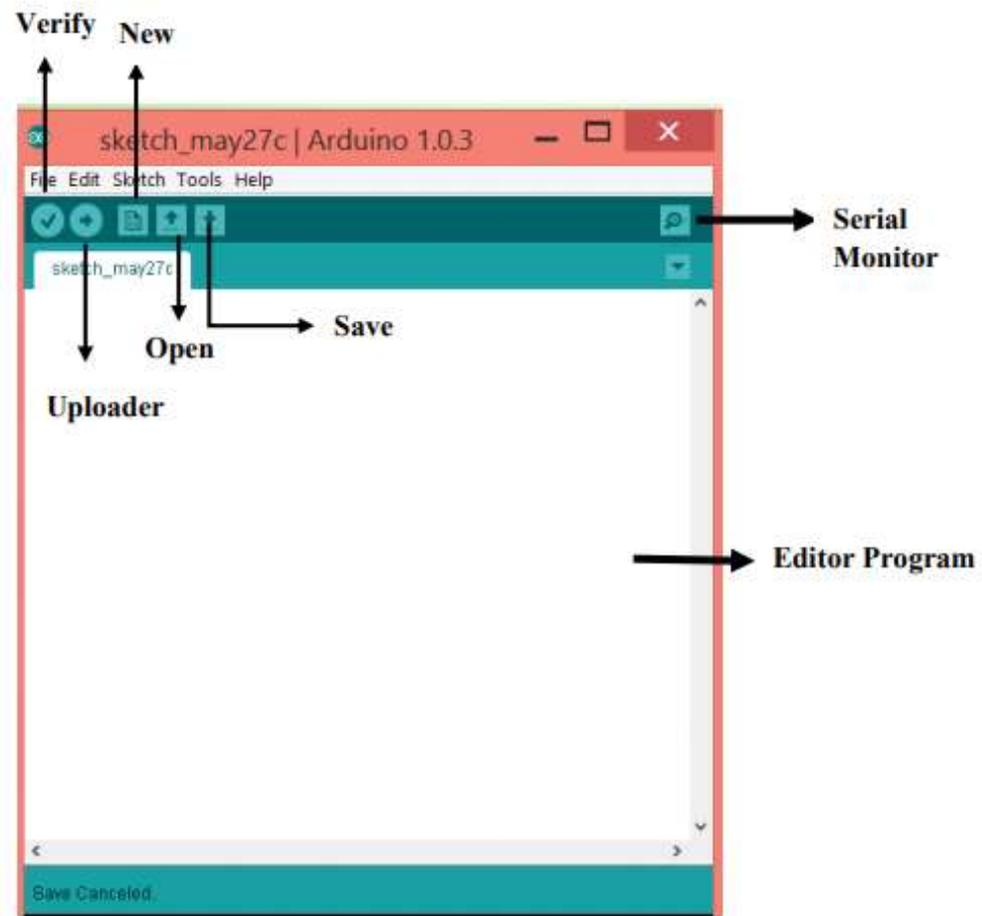
Versi bahasa C yang ditampilkan dalam buku ini kemudian dikenal dalam kalangan pemrogram sebagai C K&R. Pada buku The C Programming Language edisi kedua kemudian melingkupi ANSI C yang diperkenalkan belakangan.

a. Software Arduino IDE

IDE atau Integrated Development Environment merupakan suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari software [Processing](#) yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.

IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE arduino terdiri dari :



Gambar 2.18 Tampilan Toolbar Arduino

Keterangan :

1. Editor Program

Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.

2. Verify

Mengecek kode sketch yang error sebelum mengupload ke board arduino.

3. Uploader

Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino.

4. New

Membuat sebuah sketch baru

5. Open

Membuka daftar sketch pada sketchbook arduino.

6. Save

Menyimpan kode sketch pada sketchbook.

7. Serial Monitor

Menampilkan data serial yang dikirimkan dari board arduino

BAB 3

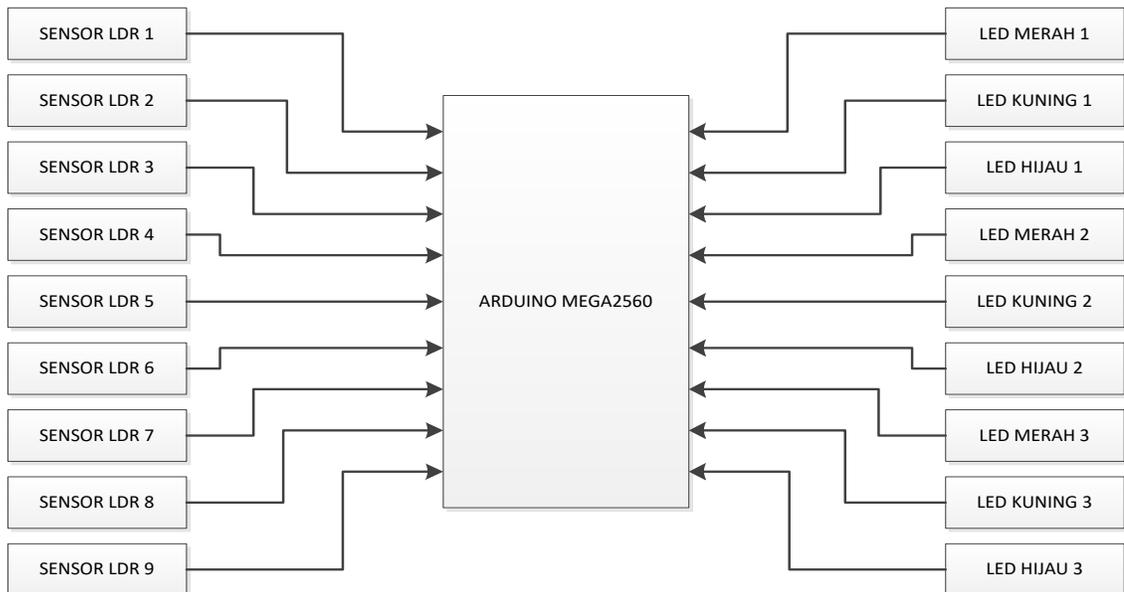
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

3.1 Perancangan Pembuatan Hardware

Perancangan Hardware terdiri dari perancangan diagram blok dan rangkaian skematik sistem.

3.1.1 Diagram Blok Sistem

Diagram blok menggambarkan secara umum bagaimana cara kerja rangkaian secara keseluruhan. Dimana terdapat beberapa bagian atau blok yang saling berinteraksi membentuk suatu system.



Gambar 3.1 Diagram blok

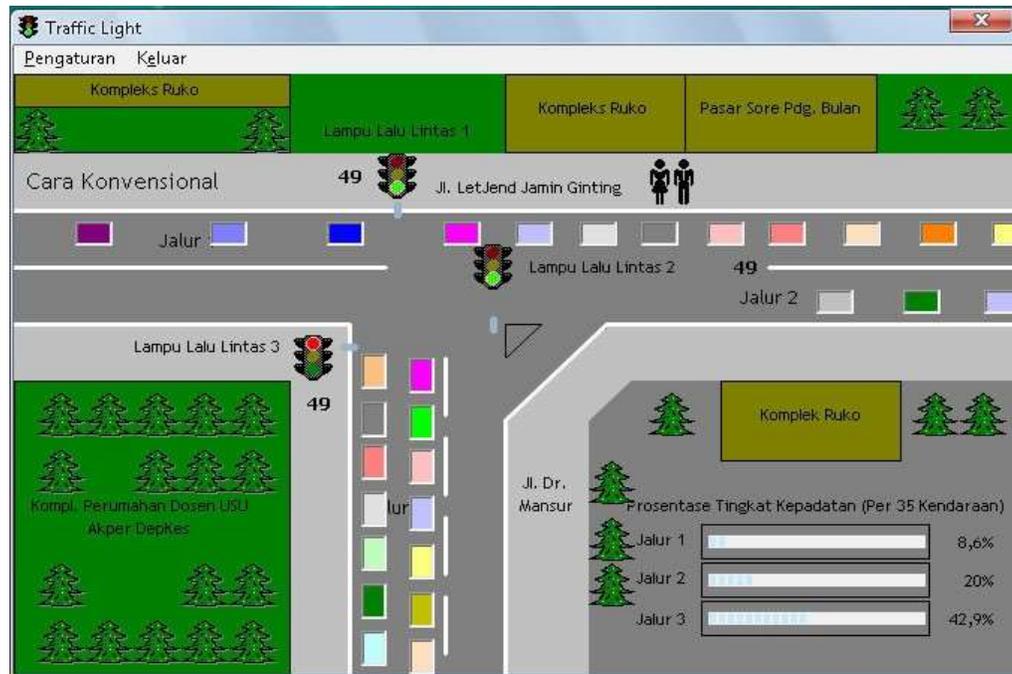
Bagian utama dari blok diagram adalah blok pengendali yaitu kontroler system. Pada blok ini merupakan bagian yang mengendalikan seluruh system yaitu

pengaturan lalu lintas menggunakan Arduino Mega2560. Pada blok ini dimana, LDR berfungsi sebagai sensor untuk mendeteksi kepadatan kendaraan masing-masing simpang. Pada sensor LDR 1,2,3 diletakkan pada simpang pertama, dan sensor LDR 4,5,6 diletakkan pada simpang kedua, begitu juga sensor LDR 7,8,9 diletakkan pada simpang ketiga. Pada bagian ini LDR di bantu dengan lampu penerangan jalan, karena sensor LDR merupakan sensor cahaya, tegangan yang di dapatkan dari Mega2560 beda ketika dapat cahaya dan tidak dapat cahaya. Saat LDR terdeteksi cahaya semua di dalam program akan membaca semua pin sensor dari setiap simpang. Prinsip kerja sensor LDR didalam hal ini, saat ada cahaya yang terdeteksi, maka posisi di jalan tidak dapat kendaraan, dan jika tidak terdeteksi cahaya, maka posisi di jalan terdapat kendaraan. Ketika di satu sensor masih tertutup kendaraan, masih dikatakan belum padat. Dalam hal ini sensor akan membaca dari jumlah kendaraan yang mengantri. Hal ini berlaku untuk ketika salah satu simpang padat dan salah satu simpangnya tidak padat, maka satu simpang yang padat akan diprioritaskan dalam pengaturan timernya. Pada bagian blok ini dimana LED berfungsi sebagai lampu lalu lintas untuk menampilkan simulasi nyala lampu lalu lintas. Dimana LED merah 1, kuning 1, hijau 1 diletakkan pada simpang pertama, dan LED merah 2, kuning 2, hijau 2 diletakkan pada simpang kedua, begitu juga dengan LED merah 3, kuning 3, hijau 3 diletakkan pada simpang ketiga. Pada bagian Untuk Arduino berfungsi sebagai pusat pengendali keseluruhan input dan output.

Persimpangan yang digunakan adalah perempatan simpang tiga, yang terdiri atas jalan utama (*mujor roads*) yaitu jalur Utara – Selatan dan jalan sekunder (*minor roads*) yaitu jalur Barat – Timur. Jalan utama (*mujor roads*) terdiri atas tiga jalur

(lane) sedangkan jalan sekunder (*minor roads*) terdiri atas dua jalur (*lane*).

Rancangan lintasan system dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Miniatur Lintasan Lampu Lalu Lintas

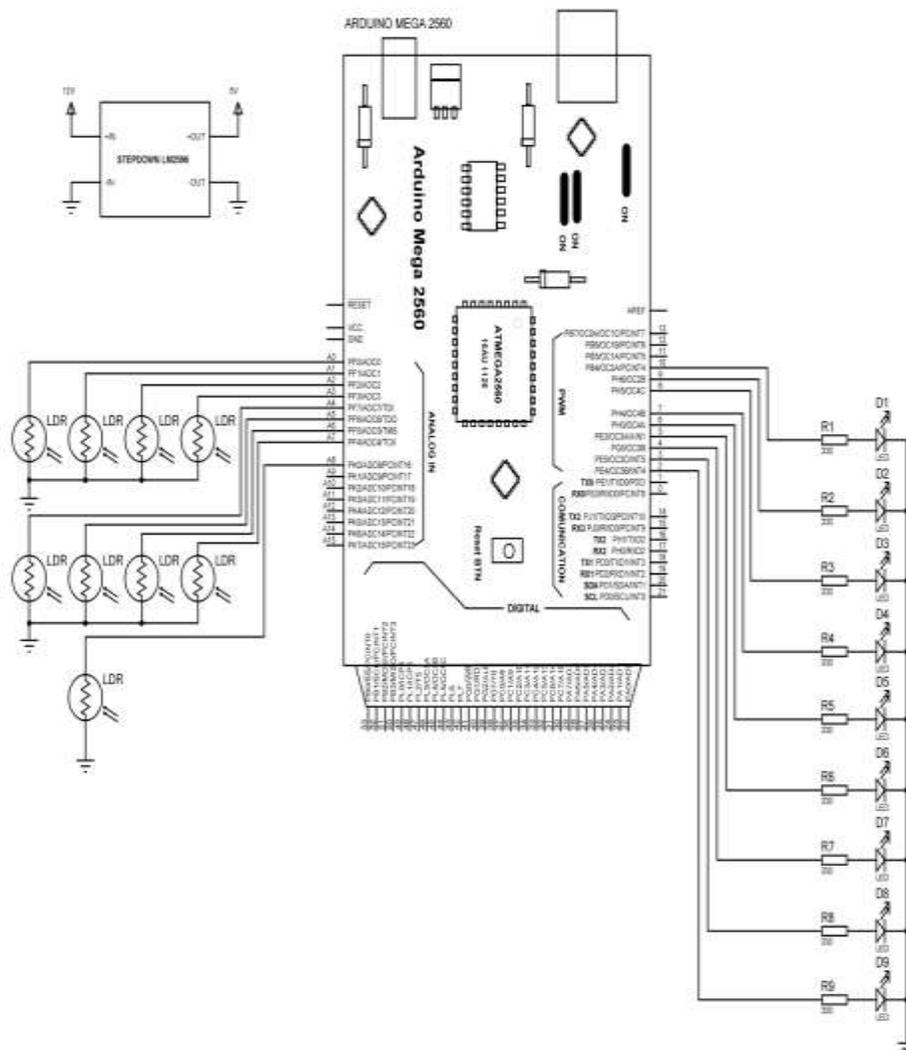
3.1.2 Rangkaian Skematik Sistem

Rancangan perangkat keras dari sistem yaitu rangkaian pengendali lampu lalu berdasarkan controller yang dapat diprogram ulang (Reprogrammable) dimana terdapat beberapa bagian dari rangkaian antara lain yaitu :

1. Rangkaian Komponen keseluruhan
2. Rangkaian Sensor LDR ke Arduino
3. Rangkaian LED ke Arduino
4. Rangkaian LM2569

3.1.2.1 Rangkaian Komponen Keseluruhan

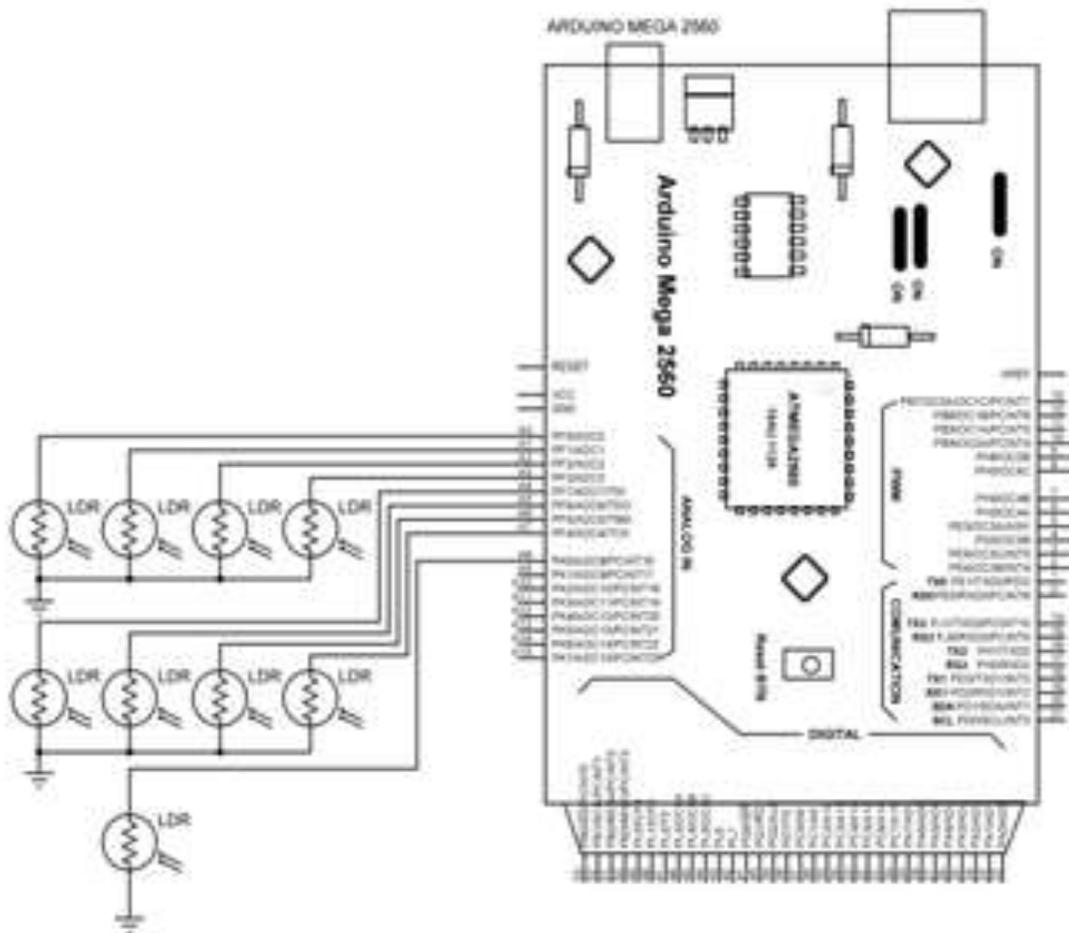
Berikut gambar rangkaian lengkap komponen dari sistem pengontrol lampu lalu lintas.



Gambar 3.3 Rangkaian Komponen Keseluruhan

3.1.2.2 Rangkaian Sensor LDR ke Arduino

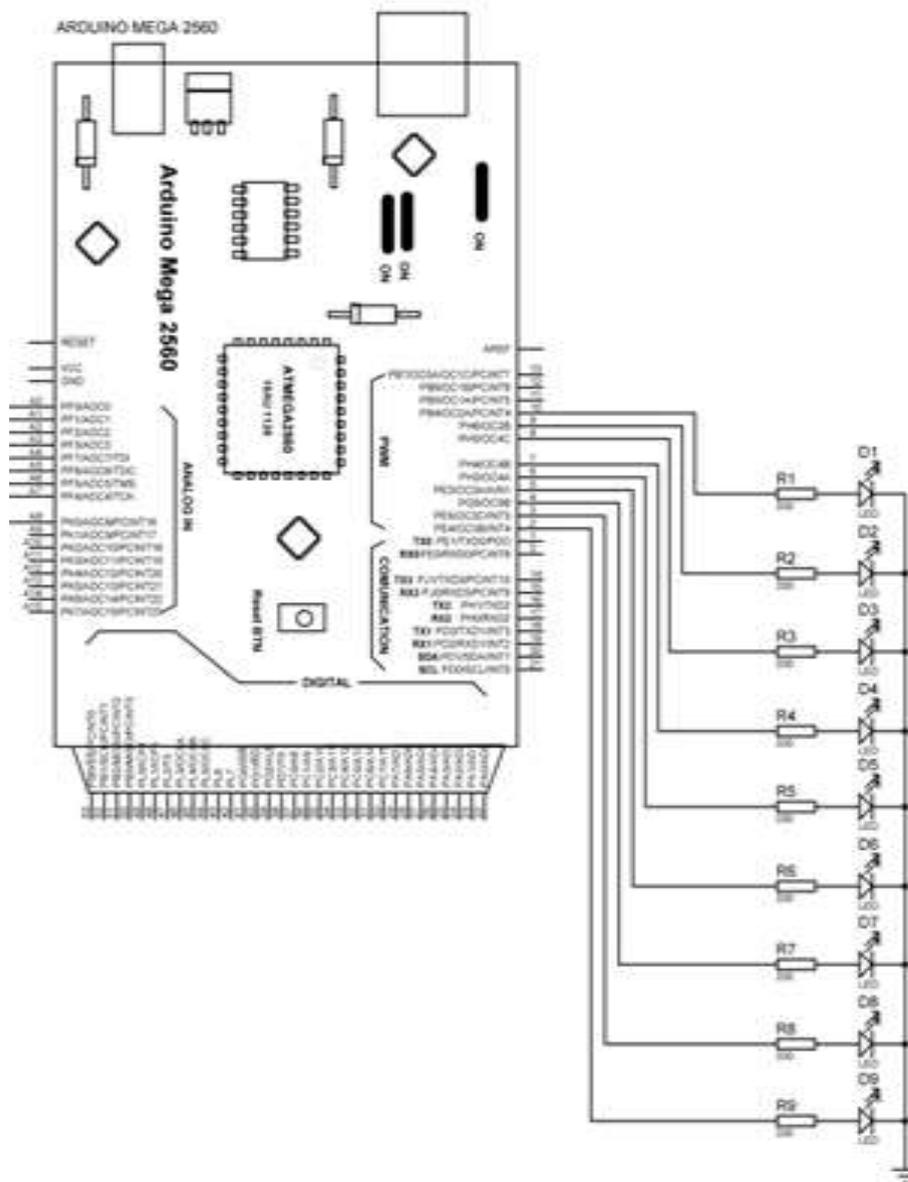
Sensor yang digunakan adalah sensor LDR yaitu mendeteksi kepadatan kendaraan. Rangkaian LDR terdiri 9 buah sensor LDR. Sensor LDR terhubung dari dari pin A0 sampai dengan Pin A8. Gambar 3.4 merupakan rangkaian skematik sensor LDR ke Arduino.



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor LDR ke Arduino

3.1.2.3 Rangkaian LED ke Arduino

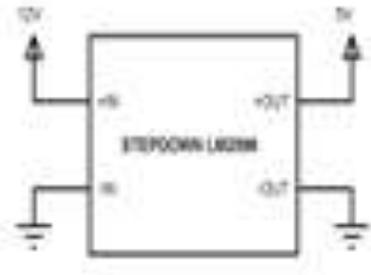
Rangkaian lampu lalu lintas berupa LED yang dikendalikan langsung oleh controller 3 fase atau 3 keadaan lampu diatur oleh timer pada Arduino. Rangkaian LED dan resistor terdiri dari 9 buah. Rangkaian LED dan resistor terhubung dari Pin 2 sampai dengan Pin 10. Lampu LED tersebut yaitu lampu merah, kuning, dan hijau.



Gambar 3.5 Rangkaian LED ke Arduino

3.1.2.4 Rangkaian LM2596

LM2596 sebuah satu buah module yang berfungsi untuk menurunkan tegangan 12V (baterai) menjadi 5V. Tegangan 5V ini berfungsi untuk mensupplay rangkaian yang membutuhkan tegangan 5V. Input positif dan negatif terhubung ke baterai. Dan output positif dan negative terhubung ke rangkaian.



Gambar 3.6 Rangkaian LM2596

3.2 Perancangan dan Pembuatan Software

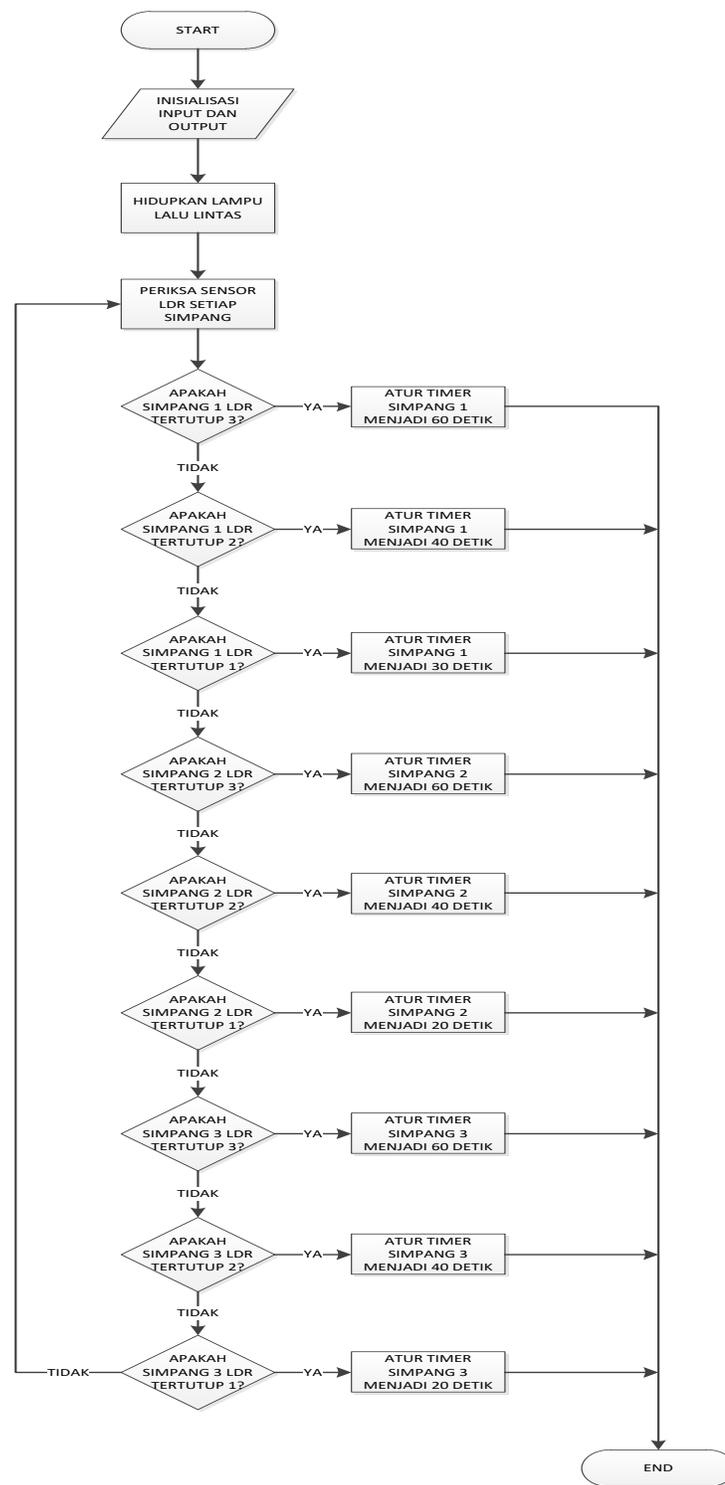
Perancangan Software terdiri dari perancangan dan pembuatan Flowchart atau diagram alir dari program.

3.2.1 Flow Chart atau Diagram Alir

Prinsip kerja system dapat diwakili dengan diagram alir program atau flowchart. Diagram alir pengaturan timer lampu lalu lintas berdasarkan antrian kepadatan kendaraan berfungsi untuk memudahkan dalam pembuatan timer lampu lalu lintas sesuai dengan ketentuan yang akan dibuat.

Dalam menentukan kondisi kepadatan kendaraan, perancangan alat ini menggunakan tiga buah sensor untuk mewakili empat kondisi kepadatan pada

masing-masing jalur. Satu sensor aktif menandakan kondisi sepi, dua sensor aktif menandakan kondisi normal, tiga sensor aktif untuk menandakan kondisi padat dan jika ketiga sensor tidak aktif menandakan kondisi tidak ada kendaraan (kosong) pada jalur tersebut. Kondisi ketiga sensor tersebut yang akan menentukan durasi waktu nyala lampu hijau. Durasi nyala lampu hijau akan lebih lama jika keadaan padat kendaraan dan akan lebih sebentar jika keadaan sepi kendaraan.



Gambar 3.7 *Flowchart Prototype Traffic Light Control*

Keterangan *Flowchart* :

Awal alat dinyalakan maka berlanjut ke proses inisiasi program, setelah itu lampu lalu lintas akan berjalan normal seperti biasa dengan kondisi kepadatan kendaraan sepi. Selanjutnya apabila ada penambahan jumlah kepadatan kendaraan yang terdeteksi oleh sensor LDR maka sensor akan memberikan informasi kepada mikrokontroller dan mikrokontroller akan mengatur waktu nyala lampu hijau untuk lebih lama supaya mengurai kemacetan.

BAB 4

PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM

4.1 Pengujian dan Analisis Hardware

Pengujian hardware atau rangkaian-rangkaian yang dirancang bertujuan untuk mengetahui bahwa rangkaian-rangkaian yang dibuat telah bekerja sesuai dengan diagram blok dan prinsip kerja yang telah ditentukan. Pada proses pengujian dan analisa rangkaian ini, dilakukan secara bertahap pada tiap-tiap rangkaian dan dilakukan saat system dihidupkan atau dioperasikan.

Dalam bagian ini pengujian rangkaian dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan. Tahapan pengukuran yang akan diuji yaitu :

1. Tegangan Output Power supply
2. Tegangan Output Arduino ke Sensor LDR
3. Tegangan Output Arduino ke LED
4. Tegangan Output LM2596
5. Tegangan Output Baterai

4.1.1 Pengujian dan Analisa Tegangan Output Power Supply

Power supply yang digunakan adalah baterai yang terisi dari solar sel yang energinya didapat dari tenaga surya. Pengukuran yang dilakukan pada power supply ini untuk mengetahui apakah tegangan yang dikeluarkan power supply berkisar 12 Volt. Setelah dilakukan pengukuran tegangan power Supply adalah 12,29 Volt.

4.1.2 Pengujian dan Analisa Tegangan Output Arduino ke Sensor LDR

Pada sistem ini yang menjadi inputnya yaitu sensor LDR. Pengujian input sistem dilakukan untuk memastikan rangkaian sensor-sensor bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing dan faktor-faktor yang mempengaruhi kerja sensor tersebut.

Tabel 4.1 Pengukuran Tegangan Output Arduino ke Sensor LDR

Pin Arduino	Kondisi		
	Tegangan ada kendaraan (V)	Tegangan tidak ada kendaraan (V)	
A0	3.08	0.26	Jalan I
A1	4.12	0.22	
A2	3.98	0.26	
A3	3.98	0.36	Jalan II
A4	4.13	0.31	
A5	4.05	0.35	
A6	4.27	0	Jalan III
A7	3.79	0.3	
A8	4.06	0.37	

4.1.3 Pengujian dan Analisa Tegangan Output Arduino ke LED

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui apakah arduino bekerja dengan baik untuk menghidupkan LED yang bertindak sebagai lampu lalu lintas.

Tabel 4.2 Pengukuran Tegangan Output ke LED

Pin Arduino	Tegangan Output (V)	Kondisi Lampu	
P2	4.8	HIDUP	Jalan I
	0	MATI	
P3	4.68	HIDUP	
	0	MATI	
P4	2.34	HIDUP	
	0	MATI	
P5	4.8	HIDUP	Jalan II
	0	MATI	
P6	4.68	HIDUP	
	0	MATI	
P7	2.34	HIDUP	
	0	MATI	
P8	4.8	HIDUP	Jalan III
	0	MATI	
P9	4.68	HIDUP	
	0	MATI	
P10	2.34	HIDUP	
	0	MATI	

4.1.4 Pengujian dan Analisa Tegangan Output LM2596

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui apakah LM2596 bekerja dengan baik dalam menurunkan tegangan agar rangkaian tidak mengalami kerusakan.

Tabel 4.3 Pengukuran Tegangan Output LM2596

Kondisi	Tegangan (V)
Besar	4.89
Kecil	0.39

4.1.5 Pengujian dan Analisa Pengaturan Waktu

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui pengaturan Waktu dalam kondisi adanya kendaraan dan tidak adanya kendaraan

Tabel 4.4 Pengukuran Pengaturan Waktu

Kondisi		
		Tidak Ada Kendaraan (S)
Normal	Simpang 1	05,23
	Simpang 2	06,99
	Simpang 3	05,23

Kondisi		
		Ada Kendaraan (S)
Normal	Simpang 1	10,41
	Simpang 2	15,26
	Simpang 3	20,46

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, pembuatan dan penganalisaan system ini dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

1. Sistem control lampu lalu lintas ini memanfaatkan sensor LDR berbasis Arduino Mega 2560. Sedangkan perancangan software terdiri dari perancangan program Arduino IDE.
2. Alat ini merupakan sebagai simulasi dimana system lampu lalu lintas bisa pada sebuah pertigaan dibuat menjadi system lampu lalu lintas yang pintar dengan adanya sensor yang dapat mendeteksi kepadatan kendaraan. Sehingga ketika jumlah kendaraan pada lampu lalu lintas terdeteksi padat maka sistem akan bekerja dengan memperiotaskan lampu hijau (jalan) untuk lebih lama dan merah (berhenti) untuk lebih cepat.
3. Alat ini dapat diimplementasikan pada pertigaan lampu lalu lintas sebagai sistem yang mengurangi kemacetan atau penumpukan kendaraan pada lampu lalu lintas.

5.2 SARAN

1. Sistem dibuat lebih pintar, misalnya mendeteksi kendaraan penting seperti mobil ambulance, sehingga ketika kendaraan ambulance melintas lampu lalu lintas akan memprioritaskan arus kendaraan yang akan dilalui mobil ambulance tersebut.
2. Sistem dibuat menggunakan sensor yang lebih optimal untuk mendeteksi kepadatan kendaraan agar dapat diketahui jumlah kendaraan yang melintas setiap harinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin, Muhammad Dany., Kardian, Aqwan Rosadi. (2019). Aplikasi Evaluasi Kinerja Dosen (EKD) Terhadap Proses Belajar Mengajar Berbasis Web. Vol. 18. No. 1. 2019.
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing
- Ayu., Fitri., Permatasari, Nia. (2018). Perancangan Sistem Informasi Pengolahan Data Praktek Kerja Lapangan (PKL) Pada Devisi Humas PT. Pegadaian. Vol 2. No. 2. Oktober 2018.
- Barri, Maria. W.H., Lumenta, Arie S.M., Wowor, Anneke. (2015). Perancangan Aplikasi Sms Gateway Untuk Pembuatan Kartu Perpustakaan Di Fakultas Teknik Unsrat. 2015.
- Chrystanti, Yulanita Cahya., Sukadi. (2015). Media Pembelajaran Pengenalan Hurud Dan Angka Di Taman Kanak-Kanak Tunas Putra Sumberharjo. Vol. 7. No. 3. 2015.
- Destiningrum, Mara., Adrian, Qadhil Jafar. (2017). Sistem Informasi Penjadwalan Dokter Berbasis Web Dengan Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus: Rumah Sakit Yukum Medical Centre). Vol. 11. No. 2. 2017.
- Faizal, Muhammad., Putri, Sanda Listya. (2017). Sistem Informasi Pengolahan Data Pegawai Berbasis Web (Studi Kasus Di PT Perkebunan Nusantara VIII Tambaksari). Oktober 2017.
- Firman, Astria., Wowor, Hans F., Najoran, Xaverius. (2016). Sistem Informasi Perpustakaan Online Berbasis Web. Vol. 5. No. 2. Januari-Maret 2016.
- Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 103-122.
- Harumy, T. H. F., & Sulistianingsih, I. (2016). Sistem penunjang keputusan penentuan jabatan manager menggunakan metode mfep pada cv. Sapo durin. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia* (pp. 6-7).
- Iswandy, Eka. (2015). Sistem Penunjang Keputusan Untuk Menentukan Penerimaan Dana Santunan Sosial Anak Nagari Dan Penyalurannya Bagi Mahasiswa Dan Pelajar Kurang Mampu Di Kanagarian Barung-Barung Balantai Timur. Vol. 3. No. 2. Oktober 2015.

- Josi, Ahmat. (2017). Penerapan Metode Prototyping Dalam Pembangunan Website Desa (Studi Kasus Desa Sugihan Kecamatan Rambang). Vol. 9. No 1. 2017.
- Juansyah, Andi. (2015). Pembangunan Aplikasi Child Tracker Berbasis Assisted – Global Positioning System (GPS) Dengan Platform Android. Vol. 1. No. 1. 2015
- Listianto, Fergiawan., Fauzi., Irviani, Rita., Kasmi. (2017) Aplikasi E-Commerce Berbasis Web Mobile Pada Insutri Konveksi Seragam Drumband Di Pekon Klaten Gadingrejo Kabupaten Pringsewu. Volume. 8. No. 2. 2017.
- Maryani, Dwi. (2014). Pembuatan Medi Pembelajaran Interaktif Bangun Ruang Matematika. Vol. 6. No. 2. 2014.
- Mauko, Imanuel Christian., Setiohardjo, Nicodemus Mardanus., Noach, Fredrik Paulus. (2017). Pengembangan Websiter Unit Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Penerapan Jurnal Elektronik Berbasis Open Source Di Politeknik Negeri Kupang. Vol 3. No. 2. Desember 2017.
- Ningrum, Mentari. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Untuk Meningkatkan Kemampuan Menentukan Hubungan Antar Satuan Waktu, Antar Satuan Berat, Antar Satuan Panjang Siswa Kelas 4 SDN Burengan 2. Vol. 1. No. 1. 2017.
- Pahlevi Omar., Mulyani, Astriana., Khoir, Miftahul. (20138). Sistem Informasi Inventori Barang Menggunakan Metode Pbject Oriented Di PT. Livaza Teknologi Indonesia Jakarta. Vol. 5. No. 1. Maret 2018.
- Prayitno, Agus., Safitri, Yulia. (2015). Pemanfaatan Sistem Informasi Perpustakaan Digital Berbasis Website Untuk Para Penulis. Vol 1. No. 1. 2015.
- Priyanti, Dwi., Iriani, Siska. (2013). Sistem Informasi Data Penduduk Pada Desa Bogoharjo Kecamatan Ngadirojo Kabupaten Pacitan. Vol. 2 No. 4. Oktober 2013.
- Putri, R. E., & Siahaan, A. (2017). Examination of document similarity using Rabin-Karp algorithm. *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research*, 3(8), 196-201.
- Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.
- Rossanty, Y., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., & Siahaan, A. P. U. (2018). Design Service of QFC And SPC Methods in the Process Performance Potential Gain and Customers Value in a Company. *Int. J. Civ. Eng. Technol*, 9(6), 820-829.

- Santoso., Nurmalina, Radna. (2017). Perancangan Dan Pengembangan Aplikasi Absensi Mahasiswa Menggunakan Smart Card Guna Pengembangan Kampus Cerdas (Studi Kasus Politeknik Negeri Tanah Laut). Vol. 9. No. 1. April 2017.
- Siahaan, A. P. U., Ikhwan, A., & Aryza, S. (2018). A Novelty of Data Mining for Promoting Education based on FP-Growth Algorithm.
- Sukrianto, Darmanta. (2017). Penerapan Teknologi Barcode Pada Pengolahan Data Pembayaran Sumbangan Pembinaan Pendidikan (SPP). Vol. 1. No. 2. Oktober 2017.
- Swara, Ganda Yoga., Pebriadi, Yunes. (2016). Rekayasa Perangkat Lunak Pemesanan Tiket Bioskop Berbasis Web. Vol. 4. No. 2. Oktober 2016.
- Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.
- Tarigan, A. D. (2018, October). A Novelty Method Subjectif of Electrical Power Cable Retirement Policy. In International Conference of ASEAN Prespective and Policy (ICAP) (Vol. 1, No. 1, pp. 183-186).
- Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based on Pir and Microcontroller. *International Journal of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.