



**PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN LAMPU LALU
LINTAS DAN PALANG PINTU PERLINTASAN
KERETA API TERINTEGRASI BERBASIS
MIKRO KONTROLER**

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

SKRIPSI

OLEH

NAMA : WIDYA SUHARDI
N.P.M : 1824210284
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

MEDAN

2020

**PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN LAMPU
LALU LINTAS DAN PALANG PINTU
PERLINTASAN KERETA API
TERINTEGRASI BERBASIS
MIKRO KONTROLER**

Widya Suhardi*

Hamdani, S.T,M.T.**

Amani Dharma Tarigan, S.T.M.T.**

Universitas Pembangunan Pancabudi

ABSTRAK

Perkereta apian sudah mengalami banyak kemajuan dari segi keamanan perlintasan serta layanan yang diberikan. Tetapi tetap saja ada permasalahan yang masih belum bisa teratasi dengan baik, misalnya terjadi penumpukan kendaraan di bagan jalan yang dilintasi oleh kereta api. Sehingga untuk mengoptimalkan fungsi dari lampu lalu lintas, maka dirancanglah sebuah sistem pengaturan lampu lalu lintas dan palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi berbasis mikrokontroler. Sistem ini menggunakan sensor yaitu sensor ultrasonik dan Arduino uno sebagai kontroler. Cara kerja sistem ini adalah apabila kereta api melintasi jalan maka sensor akan mendeteksi kereta api dan memberikan sinyal masukan kepada kontroler, lalu sistem bekerja.

Kata kunci : Arduino Uno, Sensor Ultrasonik HC-SR04

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : widya_suhardi@yahoo.com

**Dosen Program Studi Teknik Elektro

***DESIGN OF INTEGRATED TRAFFIC LIGHT
AND RAILROAD CROSSING GATE
CONTROL SYSTEM BASED ON
A MICROCONTROLLER***

Widya Suhardi*

Hamdani, S.T,M.T.**

Amani Dharma Tarigan, S.T,M.T.**

University of Pembangunan Pancabudi

ABSTRACT

Railroad has made a lot of progress in terms of crossing security and the services it provides. But still there are problems that still cannot be resolved properly, for example there is a buildup of vehicles on a roadway crossed by a train. So as to optimize the function of the traffic lights, a traffic light control system and integrated railroad crossing based on a microcontroller are designed. This system uses sensors namely ultrasonic sensors and Arduino uno as controllers. The way this system works is that if a train crosses the road the sensor will detect the train and provide an input signal to the controller, then the system will work.

Keywords: Arduino Uno, Ultrasonic Sensor HC-SR04

** Student of Elektrical Engineering Study Program : widya_suhardi@yahoo.com*

***Lecturer in Electrical Engineering Study Program*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRAC

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii

BAB 1 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	4
1.6. Metodologi Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	7
2.1. <i>Traffic Light</i> (Lampu Lalu Lintas)	7
2.1.1. Pengertian <i>Traffic Light</i> (Lampu Lalu Lintas).....	7
2.1.2. Sejarah Lampu Lalu Lintas	8
2.1.3. Jenis Lampu Lalu Lintas	8
2.1.4. Tujuan Adanya Lampu Lalu Lintas	9
2.2. Arduino Uno	10
2.2.1. Pengertian Arduino Uno	10
2.2.2. Input dan Output.....	11
2.2.3. Kelebihan.....	12

2.3. Sensor HC-SR04.....	14
2.3.1. Pengertian Sensor Ultrasonik HC-SR04	14
2.3.2. Cara Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	14
2.4. Motor Stepper	15
2.4.1. Pengertian Motor Stepper.....	15
2.4.2. Prinsip Kerja Motor Stepper.....	18
2.4.3. Kelebihan Motor Stepper	19
2.5. Driver Motor Dengan Transistor.....	19
2.6. Lampu LED (<i>Light Emitting Diode</i>).....	21
2.6.1. Warna-warna LED	22
2.6.2. Tegangan Maju (Forward Bias) LED	23
2.7. Capacitor.....	23
2.7.1. Pengertian Kapasitor	23
2.7.2. Jenis-Jenis Kapasitor.....	24
2.7.3. Fungsi Kapasitor dalam Rangkaian Elektronika	27
2.8. Bahasa Pemrograman C.....	28
2.8.1. Pendahuluan	28
2.8.2. Penulisan Pemrograman Bahasa C	29
2.8.3. Komentar Program.....	32
2.8.4. Penyeleksi Kondisi	33
2.9. Buzzer Alarm.....	38
2.9.1. Pengertian Piezoelectric Buzzer	38
2.9.2. Cara Kerja Buzzer.....	39
BAB 3 PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	41
3.1. Metode Penelitian.....	41
3.2. Lokasi Penelitian.....	41
3.3. Alat dan bahan	42
3.3.1. Peralatan	42
3.4. Blok Diagram.....	43
3.5. Flowchart	46

BAB 4 HASIL DAN ANALISA	48
4.1. Hasil Penelitian	48
4.2. Pengujian sistem	51
4.3. Analisa Hasil.....	61
BAB 5 PENUTUP	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lampu Lalu Lintas	7
Gambar 2.2. Arduino Uno	10
Gambar 2.3. Motor Stepper lilitan bipolar.....	17
Gambar 2.4. Ilustrasi Struktur Motor Stepper	18
Gambar 2.5. Driver Motor Dc dengan Transistor	20
Gambar 2.6. Driver Motor Dc dengan 4 Transistor	21
Gambar 2.7. Lampu Led.....	22
Gambar 2.8. Buzzer.....	39
Gambar 4.1. Jl Prof HM Yamin,SH	42
Gambar 3.1. Blok Diagram.....	44
Gambar 3.2. Rangkaian	46
Gambar 3.3. Diagram alir / Flowchart sistem.....	47
Gambar 4.1. Peta Jalan H Moh Yamin	50
Gambar 4.2. Hasil Rancang Simulator Sistem Lampu Lalu Lintas Terintegrasi dengan Palang Pintu Perlintasan kereta Api	50
Gambar 4.3. Titik Pengukuran Keluaran Sensor Ultrasonik	51
Gambar 4.4. Waktu Pantul dengan Lebar Pulsa 22 ms	52
Gambar 4.5. Waktu pantul dengan lebar pulsa 6 ms	52
Gambar 4.6. Waktu pantul dengan lebar pulsa 2,6 ms.	52
Gambar 4.7. Waktu Pantul dengan Lebar Pulsa 0,2 ms	53
Gambar 4.8. Pengujian Motor Stepper bergerak sesuai arah jarum jam	55
Gambar 4.9. Pengujian Motor Stepper bergerak melawan arah jarum jam.....	55
Gambar 4.10. Proses Pengukuran Rangkaian Catu Daya.....	56
Gambar 4.11. Proses Pengukuran Output Regulator.....	56
Gambar 4.12. Proses pengukuran pin mikrokontroler	59
Gambar 4.13. Proses Pengujian Simulator Lampu Lalu Lintas	59
Gambar 4.14. Lampu Lalu Lintas di sisi Jalan Gaharu	60
Gambar 4.15. Lampu Lalu Lintas pada sisi Jalan Prof H M Yamin SH	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Uno	11
Tabel 2.2. Senyawa Semikonduktor.....	22
Tabel 2.3. Tegangan Maju Led	23
Tabel 2.4. Tipe Data	31
Tabel 4.1. Hasil pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik.	54
Tabel 4.2. Hasil pengukuran tegangan rangkaian catu daya	57
Tabel 4.3. Hasil pengukuran tegangan pada pin mikrokontroler arduino.	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sering terjadinya kemacetan serta kecelakaan di persimpangan perlintasan kereta api di kota-kota besar, salah satunya di Kota Medan. Hal ini dapat kita lihat pada jalan Prof. HM YAMIN Sh. Pada jalan ini apabila kereta api melintas, maka akan terjadi penumpukan kendaraan di badan jalan yang dilintasi oleh kereta api. Selain itu kepadatan volume kendaraan yang melintas di jalan tersebut, serta frekuensi kereta api yang melintas juga cukup sering, sehingga menjadi salah satu penyebab terjadinya kemacetan. Kemacetan tentu tidak terhindarkan lagi, serta perilaku pengendara yang tidak tertib berlalu lintas semakin memperparah kemacetan di wilayah tersebut. Tak jarang terjadi kecelakaan akibat mereka terjebak diperlintasan kereta api.

Permasalahan Lampu lalu lintas ini sering menjadi topik yang selalu dibahas oleh pengguna jalan, dan ini juga menjadi alasan penulis untuk memilih topik ini. Ada beberapa cara yang sudah dilakukan orang-orang untuk menyelesaikan permasalahan ini, salah satunya adalah membuat lampu lalu lintas yang terintegrasi dengan palang pintu perlintasan kereta api. Penulis pernah membaca sebuah studi tentang Sistem *Traffic Light* Terintegrasi Pada Perlintasan Kereta Api oleh salah satu Perguruan Tinggi Swasta di Jakarta yang menuliskan bahwa *Track circuit* dapat digunakan sebagai sensor yang mendeteksi kedatangan kereta api dan memberikan input kepada mikrokontroler, lalu mikrokontroler akan memberikan perintah kepada Lampu lalu

lintas untuk berubah warna sesuai yang sudah di programkan. Selain itu sudah ada juga yang memasang sebuah saklar pada palang pintu perlintasan kereta api yang digunakan sebagai pemberi sinyal kepada sistem lampu lalu lintas untuk berubah warna sebagai mana yang kita inginkan.

Dikarenakan masih banyak kelemahan dan kekurangan dari sistem-sistem tersebut, sehingga penulis berpikir untuk mengangkat topik ini kembali dan mengembangkannya menjadi sebuah sistem yang lebih baik lagi. Penulis berpikir untuk membuat Perancangan Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas dan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Berbasis Mikrokontroler. Integrasi kedua sistem akan mengatur waktu dan arah arus, sehingga tidak terjadi kemacetan atau penumpukan di salah satu ruas jalan dan dapat membuat arus lebih lancar. Integrasi dilakukan dengan mendeteksi kereta api yang akan melintas dan mengatur waktu penutupan palang pintu perlintasan kereta api yang kemudian juga mengatur lampu lalu lintas agar menghentikan arus yang menuju perlintasan kereta api, sekaligus mengalirkan arus yang tidak menuju perlintasan kereta api hingga kereta api tersebut melewati jalan tersebut. Dengan pengaturan demikian diharapkan penumpukan dan kekacauan arus lalu lintas dapat diatasi.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan ditemukan dalam merealisasikan rancangan dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem lampu lalu lintas dan palang pintu perlintasan kereta api yang terintegrasi?
2. Bagaimana mengintegrasikan sistem lampu lalu lintas dengan palang pintu perlintasan kereta api dalam pengaturan arus lalu lintas?
3. Bagaimana merancang program sistem agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibuat adalah pembahasan tentang komponen yang digunakan ,yaitu :

1. Rancang bangun menggunakan Mikrokontroler Arduino uno sebagai basis kontrol.
2. Rancang bangun menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi kereta api dan palang pintu perlintasan kereta api dilengkapi dengan buzzer.
3. Rancangan perangkat lunak dibuat dalam bahasa C dengan menggunakan IDE soft Arduino versi 1.8.9.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan atau target yang akan dicapai adalah :

1. Merancang dan membangun sistem lampu lalu lintas dan palang pintu perlintasan kereta api yang terintegrasi berbasis mikrokontroler.
2. Lampu lalu lintas akan diintegrasikan dengan palang pintu perlintasan kereta api dengan menggunakan komponen elektronik berbasis Arduino.

3. Merancang program untuk menjalankan sistem.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari sistem yang dirancang adalah :

1. Diharapkan dapat menjadi solusi bagi permasalahan yang dihadapi pemakai jalan raya.
2. Diharapkan dapat meningkatkan kelancaran arus lalu lintas disekitar rel kereta api dengan mengefektifkan pengaturan waktu .
3. Memberikan ide inovatif untuk pengembangan sistem dalam hal pengaturan arus lalu lintas terutama di kota besar.

1.6. Metodologi Penelitian

1. Kajian literatur, yaitu mempelajari teori melalui buku - buku ataupun literatur yang berhubungan dan mengembangkannya sesuai kebutuhan.
2. Praktek, yaitu membuat simulasi, membuat prototipe dan merancang sistem nyata ,kalibrasi, pengujian dan analisa hasil.
3. Konsultasi atau diskusi, yaitu melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing, pakar maupun ahli dibidang yang sedang dibahas dan ditekuni.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat dalam 5 bab dengan pembahasan masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembuatan Tugas Akhir, manfaat pembuatan Tugas Akhir, dan metode pengumpulan data.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan secara singkat mengenai teori-teori dasar dan pendukung yang dapat menunjang perancangan dan pembuatan Tugas Akhir ini.

BAB 3 PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM

Bab ini berisikan batasan masalah mengenai rangkaian kontrol, mulai dari pembuatan kontrol, langkah kerja, perakitan panel, pengerjaan konstruksi, dan pemasangan pengawatan rangkaian.

BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini berisikan mengenai analisa dan hasil uji rangkaian, petunjuk pengoperasian, dan cara kerja.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisikan mengenai kesimpulan yang diperoleh dalam perancangan dan pembuatan Tugas Akhir ini, serta saran-saran yang ingin disampaikan penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Merupakan suatu susunan tulisan diakhir sebuah karya ilmiah yang isinya berupa nama penulis, judul tulisan, penerbit, identitas penerbit dan tahun terbit.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. *Traffic Light* (Lampu Lalu Lintas)

2.1.1. Pengertian *Traffic Light* (Lampu Lalu Lintas)

Lampu lalu lintas (menurut UU no. 22/2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan: alat pemberi isyarat lalu lintas atau APILL) adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar-arus yang ada.(Isyanto, 2016)

Lampu lalu lintas telah diadopsi di hampir semua kota di dunia ini. Lampu ini menggunakan warna yang diakui secara universal; untuk menandakan berhenti adalah warna merah, hati-hati yang ditandai dengan warna kuning, dan hijau yang berarti dapat berjalan.(Isyanto, 2016)



Gambar 2.1 Lampu Lalu Lintas

Sumber : Isyanto,dkk,2016

2.1.2. Sejarah Lampu Lalu Lintas

Penemu lampu lalu lintas adalah LESTER FARNWORTH WIRE, awal penemuan ini diawali ketika suatu hari dia melihat tabrakan antara mobil dan kereta kuda. Kemudian ia berfikir bagaimana cara menemukan suatu pengatur lalu lintas yang lebih aman dan efektif. Sebenarnya ketika itu telah ada sistem pengaturan lalu lintas dengan sinyal “stop and go”. Sinyal lampu ini pernah digunakan di london pada tahun 1863. Namun,pada penggunaannya sinyal lampu ini tiba-tiba meledak,sehingga tidak digunakan lagi.morgan juga merasa sinyal stop and go memiliki kelemahan yaitu tidak adanya interval waktu bagi pengguna jalan sehingga banyak terjadi kecelakaan.penemuan morgan ini memiliki kontribusi yang cukup besar bagi pengaturan lalu lintas, ia menciptakan lampu lalu lintas berbentuk huruf T. Lampu ini terdiri dari tiga lampu, yaitu sinyal stop (ditandai dengan lampu merah), go (lampu hijau), posisi stop (lampu kuning). Lampu kuning inilah yang memberikan interval waktu untuk mulai berjalan atau mulai berhenti. Lampu kuning juga memberikan kesempatan untuk berhenti dan berjalan secara perlahan. (Isyanto, 2016)

2.1.3. Jenis Lampu Lalu Lintas

1. Berdasarkan Cakupannya

Berdasarkan Cakupannya:

- a. Lampu lalu lintas terpisah yaitu : pengoperasian lampu lalu lintas yang pemasangannya didasarkan pada suatu tempat persimpangan saja tanpa mempertimbangkan persimpangan lain.(Isyanto, 2016)

- b. Lampu lalu lintas terkoordinasi yaitu : pengoperasian lampu lalu lintas yang pemasangannya mempertimbangkan beberapa persimpangan yang terdapat pada arah tertentu. (Isyanto, 2016)
- c. Lampu lalu lintas jaringan : pengoperasian lampu lalu lintas yang pemasangannya mempertimbangkan beberapa persimpangan yang terdapat dalam suatu jaringan yang masih dalam satu kawasan.(Isyanto, 2016)

2. Berdasarkan Cara Pengoperasiannya

Berdasarkan cara pengoperasiannya :

- a. *Fixed time traffic signal* yaitu : lampu lalu lintas yang pengoperasiannya menggunakan waktu yang tepat dan tidak mengalami perubahan. (Isyanto, 2016)
- b. *Actuated traffic light* yaitu : lampu lalu lintas yang pengoperasiannya dengan pengaturan waktu tertentu dan mengalami perubahan dari waktu ke waktu sesuai dengan kedatangan kendaraan dari berbagai persimpangan.(Isyanto, 2016)

2.1.4. Tujuan Adanya Lampu Lalu Lintas

Tujuan lampu lalu lintas

1. Menghindari hambatan karena adanya perbedaan arus jalan bagi pergerakan kendaraan.(Isyanto, 2016)

2. Memfasilitasi persimpangan antara jalan utama untuk kendaraan dan pejalan kaki dengan jalan sekunder sehingga kelancaran arus lalu lintas dapat terjamin.(Isyanto, 2016)
3. Mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh tabrakan karena perbedaan arus jalan.(Isyanto, 2016)

2.2. Arduino Uno

2.2.1. Pengertian Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah board yang menggunakan mikrokontroler Atmega328. Arduino Uno seperti pada Gambar memuat 14 pin I/O digital, 6 pin analog untuk menunjang mikrokontroler. Arduino Uno dapat dihubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk oprasional. Atmega328 pada Arduino Uno menggunakan bootloader yang dapat digunakan untuk mengupload kode baru ke Atmega328 tanpa menggunakan pemrograman *hardware* eksternal Untuk spesifikasi lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel.(Made Agung Pranata, 2017)



Gambar 2.2. Arduino Uno

Sumber : Penulis,2019

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	Atmega 328
Operasi Tegangan	5 volt
Input Tegangan	Disarankan 7-11 volt
Input Tegangan Terbatas	6-20 volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus Dc tiap Pin I/O	50 mA
Arus Dc ketika 3.3 volt	50 mA
Memori Flash (bootloader)	32 KB (Atmega328) dan 0.5 KB (Bootloader)
SRAM	2 KB (Atmega 328)
EEPROM	1 KB (Atmega 328)
Kecepatan clock	16 MHz

Sumber : Penulis,2019

2.2.2. Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode ()*, *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*, beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (secara *default* terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. **Serial:** 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
2. **Eksternal menyela:** 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun,

atau perubahan nilai. Lihat (`attachInterrupt`) fungsi untuk rincian lebih lanjut.

3. **PWM**: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite`.
4. **SPI**: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan `SPI library`.
5. **LED**: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.

Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda).

Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. **I2C**: A4 (SDA) dan A5 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan `Wire`.
2. **Aref**: Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
3. **Reset**: Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.

Lihat juga mapping pin Arduino dan port ATmega328.

2.2.3. Kelebihan

1. Murah

Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah (antara 125ribu hingga 400ribuan rupiah saja) dibandingkan dengan platform

mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri Arduino tersedia lengkap di website Arduino bahkan di website-website komunitas Arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk Windows, namun juga cocok bekerja di Linux.

2. Sederhana dan Mudah Pemrogramannya

Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Untuk guru/dosen, Arduino berbasis pada lingkungan pemrograman *Processing*, sehingga jika mahasiswa atau murid-murid terbiasa menggunakan *Processing* tentu saja akan mudah menggunakan Arduino.

3. Perangkat Lunaknya Open Source

Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.

4. Perangkat Kerasnya Open Source

Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi

bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan breadboard untuk membuat perangkat Arduino beserta perifer-al-perifer-al lain yang dibutuhkan.

2.3. Sensor HC-SR04

2.3.1. Pengertian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz.(Arsada, 2017)

Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima struktur unit pemancar dan penerima. Sangatlah sederhana sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 kHz hingga 2 MHz.(Arsada, 2017)

Struktur atom dari Kristal piezoelectric menyebabkan berkontraksi mengembang atau menyusut, sebuah polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric pada sensor ultrasonik.(Arsada, 2017)

2.3.2. Cara Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah, ketika pulsa trigger diberikan pada sensor, *transmitter* akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan output TTL

transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah receiver menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan output TTL transisi turun. Jika waktu pengukuran adalah t dan kecepatan suara adalah 340 m/s, maka jarak antara sensor dengan objek dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan : (Hasanuddin, 2016)

$$s = t x \frac{340 \text{ m/s}}{2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

S = jarak antara sensor dengan objek (m)

t = waktu tempuh gelombang ultrasonik dari trasmitter ke receiver (s)

Prinsip pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 adalah dengan mengawali memberikan pulsa Low (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa High (1) pada trigger selama 10 μ s sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz, tunggu hingga transisi naik terjadi pada output dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi, setelah itu gunakan Persamaan untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek. (Hasanuddin, 2016)

2.4. Motor Stepper

2.4.1. Pengertian Motor Stepper

Motor Stepper adalah perangkat elektromekanis yang mengkonversi daya listrik menjadi energi mekanik. Juga merupakan brushless, motor listrik sinkron yang dapat membagi rotasi penuh ke dalam sejumlah ekspansif langkah. Posisi motor dapat

dikontrol secara akurat tanpa mekanisme umpan balik, selama motor memiliki torsi yang sesuai untuk menerima beban yang dibebankan kepadanya. Motor stepper tidak memiliki komutator sehingga hal ini menyebabkan motor ini memiliki perputaran yang berbeda dengan motor lainnya. Motor Stepper memiliki kumparan pada stator sedangkan rotornya terdiri dari magnet permanen. (Syahrul, no date)

Motor stepper mengubah pulsa-pulsa listrik yang diberikan menjadi gerakan-gerakan diskrit rotor yang disebut langkah (steps). Nilai rating dari suatu motor stepper diberikan dalam langkah per putaran (steps per revolution). Dengan adanya hal ini, motor stepper dapat dikontrol secara langsung sehingga tidak perlu menggunakan rangkaian *close-loop feedback* untuk memonitor posisinya, sehingga motor stepper sering digunakan sebagai *interfacing* ke perangkat yang menggunakan mikroprosesor/mikrokontroler. (Syahrul, no date)

Elemen-elemen berikut menentukan karakteristik suatu motor stepper:

1. Tegangan: Motor stepper biasanya mempunyai tegangan nominal. Tegangan yang diberikan kadang-kadang melebihi tegangan nominal untuk mendapatkan torsi yang dibutuhkan, tetapi dapat menyebabkan panas berlebih dan mempersingkat usia motor.
2. Hambatan: Karakteristik lainnya adalah hambatan-per-lilitan. Hambatan ini akan menentukan arus yang ditarik oleh motor, dan juga memengaruhi kurva torsi dan kecepatan kerja maksimum motor.

3. Derajat per langkah (step angle): Faktor ini menentukan berapa derajat poros akan berputar untuk setiap langkah penuh (full step). Operasi setengah langkah (half step) akan melipat-gandakan jumlah langkah-per-revolusi, dan mengurangi derajat-per-langkahnya. Derajat-per-langkah sering disebut sebagai resolusi motor.

Motor stepper ada beberapa jenis, salah satunya adalah Motor stepper unipolar atau motor dengan *empat-phase*. Motor ini memiliki satu belitan dengan keran tengah per fase. Setiap bagian belitan dinyalakan untuk setiap arah medan magnet. Karena dalam pengaturan ini, sebuah kutub magnet dapat dibalik tanpa mengalihkan arah arus, sirkuit komutasi dapat dibuat sangat sederhana (misalnya, satu transistor) untuk setiap belitan. Biasanya, diberikan fase, ketukan tengah setiap belitan dibuat umum: memberikan tiga lead per fase dan enam lead untuk motor dua fase yang khas. Seringkali, commons dua fase ini secara internal bergabung, sehingga motor hanya memiliki lima lead. Motor ini lebih simpel dibandingkan motor bipolar(*dua-Phase*). (Syahrul, no date)



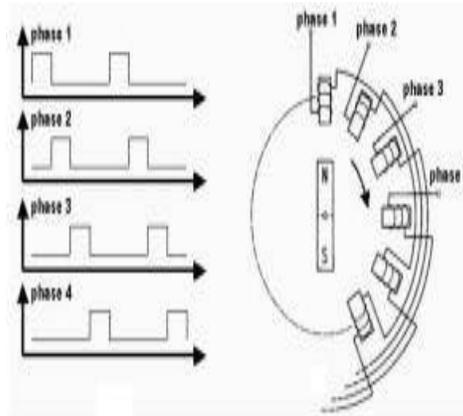
Gambar 2.3. Motor Stepper lilitan bipolar

Sumber : Penulis, 2019

2.4.2. Prinsip Kerja Motor Stepper

Prinsip kerja motor stepper adalah mengubah pulsa-pulsa input menjadi gerakan mekanis diskrit. Oleh karena itu untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Torsi motor stepper empat-phase dapat dinaikkan jika dua kumparan yang berdekatan diberikan energi secara bersamaan, menyebabkan rotor menjajarkan sendiri antara kutub-kutub medan. Walaupun diperlukan masukan energi dua kali lipat, torsi motor meningkat sekitar 40%, dan kecepatan respon meningkat. (Syahrul, no date)

Berikut ini adalah ilustrasi struktur motor stepper sederhana dan pulsa yang dibutuhkan untuk menggerakkannya :



Gambar 2.4 Ilustrasi Struktur Motor Stepper

Sumber :Syahrul,2014

Gambar diatas memberikan ilustrasi dari pulsa keluaran pengendali motor stepper dan penerapan pulsa tersebut pada motor stepper untuk menghasilkan arah putaran yang bersesuaian dengan pulsa kendali.

2.4.3. Kelebihan Motor Stepper

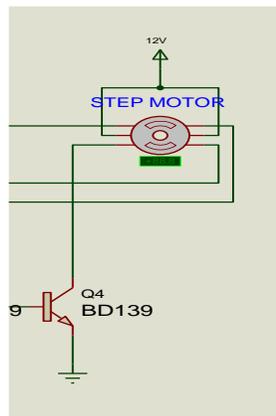
Kelebihan motor stepper dibandingkan dengan motor DC biasa adalah :

1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran)
5. Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC
6. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
7. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

2.5. Driver Motor Dengan Transistor

Pada dasarnya beberapa aplikasi yang menggunakan motor jenis apapun harus dapat mengatur kecepatan dan arah putar dari motor itu sendiri. Untuk dapat melakukan pengaturan kecepatan motor dapat menggunakan metode PWM (Pulse Width Modulation) sedangkan untuk mengatur arah putarannya dapat menggunakan rangkaian H-bridge yang tersusun dari 4 buah transistor. Penggunaan Transistor dapat kita sesuaikan dengan kebutuhan motor.

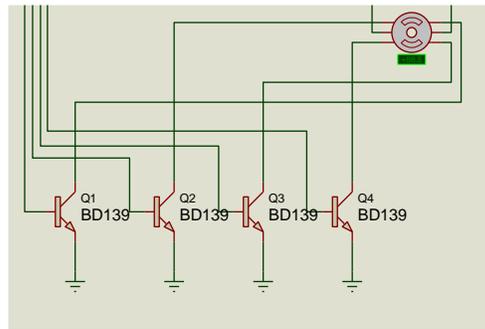
Jika diinginkan sebuah motor yang dapat diatur kecepatannya tanpa dapat mengatur arah putarnya, maka kita dapat menggunakan sebuah transistor sebagai driver. Untuk mengatur kecepatan putar motor digunakan PWM yang dibangkitkan melalui fitur Timer pada mikrokontroler. Sebagian besar power supply untuk motor adalah sebesar 12 V, sedangkan output PWM dari mikrokontroler maksimal sebesar 5 V. Oleh karena itu digunakan transistor sebagai penguat tegangan. Dibawah ini adalah gambar driver motor menggunakan transistor:



Gambar 2.5. Driver Motor Dc dengan Transistor

Sumber :Penulis,2019

Sedangkan jika diinginkan sebuah motor yang dapat diatur kecepatan atau arah putarnya maka digunakanlah rangkaian H-bridge yang tersusun dari 4 buah transistor.



Gambar 2.6 Driver Motor Dc dengan 4 Transistor

Sumber : Penulis,2019

Dari gambar diatas jika diinginkan motor berputar searah jarum jam maka harus mengaktifkan transistor1 dan transistor4 dengan cara memberikan logika high pada kaki Basis transistor tersebut. Sedangkan untuk berputar berlawanan arah jarum jam maka harus mengaktifkan transistor2 dan transistor 3 dengan cara memberikan logika high pada kaki Basis transistor tersebut. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.

Sedangkan untuk pengaturan kecepatannya anda dapat menghubungkan output PWM ke kaki basis transistor1 untuk putaran searah jarum jam. Dan untuk putaran berlawanan arah jarum jam, output PWM dapat dihubungkan ke kaki basis transistor2.

2.6. Lampu LED (*Light Emitting Diode*)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna

Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya.



Gambar 2.7 Lampu Led

Sumber : J.Saputro,dkk,2014

2.6.1. Warna-warna LED

Keanekaragaman Warna pada LED tergantung pada wavelenght (panjang gelombang) dan senyawa semikonduktor yang dipergunakannya.

Tabel 2.2. Senyawa Semikonduktor

Bahan Semikonduktor	Wavelenght	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

Sumber : Penulis,2019

2.6.2. Tegangan Maju (Forward Bias) LED

Masing-masing Warna LED (Light Emitting Diode) memerlukan tegangan maju (Forward Bias) untuk dapat menyala. 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 .

Tabel 2.3. Tegangan Maju Led

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

Sumber : Penulis,2019

2.7. Capacitor

2.7.1. Pengertian Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di

dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). Satuan kapasitor disebut Farad (F). Satu Farad = $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ yang artinya luas permukaan kepingan tersebut.(Unimus, 2014)

Kapasitor merupakan Komponen Elektronika yang terdiri dari 2 pelat konduktor yang pada umumnya adalah terbuat dari logam dan sebuah Isolator diantaranya sebagai pemisah.(Unimus, 2014)

2.7.2. Jenis-Jenis Kapasitor

Berdasarkan bahan Isolator dan nilainya, Kapasitor dapat dibagi menjadi 2 Jenis yaitu Kapasitor Nilai Tetap dan Kapasitor Variabel. Berikut ini adalah penjelasan singkatnya untuk masing-masing jenis Kapasitor.

1. Kapasitor Nilai Tetap (*Fixed Capacitor*)

Kapasitor Nilai Tetap atau Fixed Capacitor adalah Kapasitor yang nilainya konstan atau tidak berubah-ubah. Berikut ini adalah Jenis-jenis Kapasitor yang nilainya tetap.

a. Kapasitor Keramik (*Ceramic Capacitor*)

Kapasitor Keramik adalah Kapasitor yang Isolatornya terbuat dari Keramik dan berbentuk bulat tipis ataupun persegi empat. Kapasitor Keramik tidak memiliki arah atau polaritas, jadi dapat dipasang bolak-balik dalam rangkaian Elektronika. Pada umumnya, Nilai Kapasitor Keramik berkisar antara 1pf sampai $0.01\mu\text{F}$.

b. Kapasitor Polyester (*Polyester Capacitor*)

Kapasitor Polyester adalah kapasitor yang isolatornya terbuat dari Polyester dengan bentuk persegi empat. Kapasitor Polyester dapat dipasang terbalik dalam rangkaian Elektronika (tidak memiliki polaritas arah)

c. Kapasitor Kertas (*Paper Capacitor*)

Kapasitor Kertas adalah kapasitor yang isolatornya terbuat dari Kertas dan pada umumnya nilai kapasitor kertas berkisar diantara 300pf sampai 4 μ F. Kapasitor Kertas tidak memiliki polaritas arah atau dapat dipasang bolak balik dalam Rangkaian Elektronika.

d. Kapasitor Mika (*Mica Capacitor*)

Kapasitor Mika adalah kapasitor yang bahan Isolatornya terbuat dari bahan Mika. Nilai Kapasitor Mika pada umumnya berkisar antara 50pF sampai 0.02 μ F. Kapasitor Mika juga dapat dipasang bolak balik karena tidak memiliki polaritas arah.

e. Kapasitor Elektrolit (*Electrolyte Capacitor*)

Kapasitor Elektrolit adalah kapasitor yang bahan Isolatornya terbuat dari Elektrolit (Electrolyte) dan berbentuk Tabung / Silinder. Kapasitor Elektrolit atau disingkat dengan ELCO ini sering dipakai pada Rangkaian Elektronika yang memerlukan Kapasitansi (Capacitance) yang tinggi. Kapasitor Elektrolit yang memiliki Polaritas arah Positif (+) dan Negatif (-) ini menggunakan bahan

Aluminium sebagai pembungkus dan sekaligus sebagai terminal Negatif-nya. Pada umumnya nilai Kapasitor Elektrolit berkisar dari $0.47\mu\text{F}$ hingga ribuan microfarad (μF).

f. Kapasitor Tantalum

Kapasitor Tantalum juga memiliki Polaritas arah Positif (+) dan Negatif (-) seperti halnya Kapasitor Elektrolit dan bahan Isolatornya juga berasal dari Elektrolit. Disebut dengan Kapasitor Tantalum karena Kapasitor jenis ini memakai bahan Logam Tantalum sebagai Terminal Anodanya (+). Kapasitor Tantalum dapat beroperasi pada suhu yang lebih tinggi dibanding dengan tipe Kapasitor Elektrolit lainnya dan juga memiliki kapasitansi yang besar tetapi dapat dikemas dalam ukuran yang lebih kecil dan mungil

2. Kapasitor Variabel (*Variabel Capacitor*)

Kapasitor Variabel adalah Kapasitor yang nilai Kapasitansinya dapat diatur atau berubah-ubah. Secara fisik, Kapasitor Variabel ini terdiri dari 2 jenis yaitu :

a. VARCO (Variable Condensator)

VARCO (Variable Condensator) yang terbuat dari Logam dengan ukuran yang lebih besar dan pada umumnya digunakan untuk memilih Gelombang Frekuensi pada Rangkaian Radio (digabungkan dengan Spul Antena dan Spul Osilator). Nilai Kapasitansi VARCO berkisar antara 100pF sampai 500pF .

b. Trimmer

Trimmer adalah jenis Kapasitor Variabel yang memiliki bentuk lebih kecil sehingga memerlukan alat seperti Obeng untuk dapat memutar Poros pengaturannya. Trimmer terdiri dari 2 pelat logam yang dipisahkan oleh selembat Mika dan juga terdapat sebuah Screw yang mengatur jarak kedua pelat logam tersebut sehingga nilai kapasitansinya menjadi berubah. Trimmer dalam Rangkaian Elektronika berfungsi untuk menepatkan pemilihan gelombang Frekuensi (Fine Tune). Nilai Kapasitansi Trimmer hanya maksimal sampai 100pF.

2.7.3. Fungsi Kapasitor dalam Rangkaian Elektronika

Pada Peralatan Elektronika, Kapasitor merupakan salah satu jenis Komponen Elektronika yang paling sering digunakan.

Dibawah ini adalah beberapa fungsi daripada Kapasitor dalam Rangkaian Elektronika :

1. Sebagai Penyimpan arus atau tegangan listrik
2. Sebagai Konduktor yang dapat melewatkan arus AC (Alternating Current)
3. Sebagai Isolator yang menghambat arus DC (Direct Current)
4. Sebagai Filter dalam Rangkaian Power Supply (Catu Daya)
5. Sebagai Kopling
6. Sebagai Pembangkit Frekuensi dalam Rangkaian Osilator

7. Sebagai Penggeser Fasa
8. Sebagai Pemilih Gelombang Frekuensi (Kapasitor Variabel yang digabungkan dengan Spul Antena dan Osilator)

2.8. Bahasa Pemrograman C

2.8.1. Pendahuluan

Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada diantara bahasa beraras rendah dan beraras tinggi. Bahasa beraras rendah artinya bahasa yang berorientasi pada mesin dan beraras tinggi berorientasi pada manusia. Bahasa beraras rendah, misalnya bahasa assembler, bahasa ini ditulis dengan sandi yang dimengerti oleh mesin saja, oelha karena itu hanya digunakan bagi yang memprogram mikroprosesor. Bahasa beraras rendah merupakan bahasa yang membutuhkan kecermatan yang teliti bagi pemrogram karena perintahnya harus rinci, ditambah lagi masing-masing pabrik mempunyai sandi perintah sendiri. Bahasa tinggi relatif mudah digunakan, karena ditulis dengan bahasa manusia sehingga mudah dimengerti dan tidak tergantung mesinnya. Bahasa beraras tinggi biasanya digunakan pada komputer.(Kernighan and Ritchi, 1972)

Pencipta bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Denis M. Ritchi, sekitar tahun 1972. Penulisan program dalam bahasa C dilakukan dengan membagi dalam blok-blok, sehingga bahasa C disebut dengan bahasa terstruktur. Bahasa C dapat digunakan di berbagai mesin dengan mudah, mulai dari PC sampai dengan

mainframe, dengan berbagai sistem operasi misalnya DOS, UNIX, VMS dan lain-lain. (Kernighan and Ritchi, 1972)

2.8.2. Penulisan Pemrograman Bahasa C

Program Bahasa C tidak mengenal aturan penulisan di kolom tertentu, jadi bisa dimulai dari kolom manapun. Namun demikian, untuk mempermudah pembacaan program dan untuk keperluan dokumentasi, sebaiknya penulisan bahasa C

```
#include <at89c51.h> main () {
..... }
Program
```

diatur sedemikian rupa sehingga mudah dan enak dibaca. Berikut contoh penulisan Program Bahasa C: (Kernighan and Ritchi, 1972)

```
#include <at89c51.h> main () {
..... }
Program
```

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 ;(Kernighan and Ritchi, 1972)

Baris pertama `#include <...>` bukanlah pernyataan, sehingga tak diakhiri dengan tanda titik koma (;). Baris tersebut meminta kompiler untuk menyertakan file yang namanya ada di antara tanda `<...>` dalam proses kompilasi. File-file ini (ber-ekstensi .h) berisi deklarasi fungsi ataupun variable. File ini disebut header. File ini digunakan semacam perpustakaan bagi pernyataan yang ada di tubuh program.(Kernighan and Ritchi, 1972)

1. Tipe Data

Tipe data merupakan bagian program yang paling penting karena tipe data mempengaruhi setiap instruksi yang akan dilaksanakan oleh computer. Misalnya saja 5 dibagi 2 bisa saja menghasilkan hasil yang berbeda tergantung tipe datanya. Jika 5 dan 2 bertipe integer maka akan menghasilkan nilai 2, namun jika keduanya bertipe float maka akan menghasilkan nilai 2.5000000. Pemilihan tipe data yang tepat akan membuat proses operasi data menjadi lebih efisien dan efektif.(Kernighan and Ritchi, 1972)

Tabel 2.4. Tipe Data

No	Tipe Data	Ukuran	Range (Jangkauan)	Format	Keterangan
1	Char	1 byte	- 128 s/d 127	%C	Karakter
2	Int	2 byte	- 32768 s/d 32767	%i, %d	Bilangan Bulat
3	Float	4 byte	- 3,4E-38 s/d 3,4E+38	%f	Bilangan Pecahan
4	Double	8 byte	1,7E-308 s/d 1,7E +308	%lf	Pecahan Presisi Ganda
5	Void	0 byte	-	-	Tidak Bertipe

Sumber : Penulis,2019

2. Konstanta

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'(Kernighan and Ritchi, 1972)

3. Variabel

Variable 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 : (Kernighan and Ritchi, 1972)

- a. Terdiri dari gabungan huruf dan angka dengan karakter pertama harus berupa huruf. Bahasa C bersifat case-sensitive artinya huruf besar dan kecil dianggap berbeda.
- b. Tidak boleh mengandung spasi.
- c. Tidak boleh mengandung symbol-simbol khusus, kecuali garis bawah (underscore). Yang termasuk symbol khusus yang tidak diperbolehkan antara lain : \$, ?, %, #, !, &, *, (,), -, +, = dsb
- d. Panjangnya bebas, tetapi hanya 32 karakter pertama yang terpakai.(Kernighan and Ritchi, 1972)

2.8.3. Komentar Program

Komentar program hanya diperlukan untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman suatu program (untuk keperluan dokumentasi program). Dengan kata lain, komentar program hanya merupakan keterangan atau penjelasan program. Untuk memberikan komentar atau penjelasan dalam bahasa C digunakan pembatas /* dan */ atau menggunakan tanda // untuk komentar yang hanya terdiri dari satu baris.

Komentar program tidak akan ikut diproses dalam program (akan diabaikan). Contoh pertama : `////` program ini dibuat oleh

Dibelakang tanda `//` tak akan diproses dalam kompilasi. Tanda ini hanya untuk satu baris kalimat.

Contoh kedua :

`/* program untuk memutar motor DC atau motor stepper */`

Bentuk ini berguna kalau pernyataannya berupa kalimat yang panjang sampai beberapa baris.(Kernighan and Ritchi, 1972)

2.8.4. Penyeleksi Kondisi

Penyeleksian kondisi digunakan untuk mengarahkan perjalanan suatu proses. Penyeleksian kondisi dapat diibaratkan sebagai katup atau kran yang mengatur jalannya air. Bila katup terbuka maka air akan mengalir dan sebaliknya bila katup tertutup air tidak akan mengalir atau akan mengalir melalui tempat lain. Fungsi penyeleksian kondisi penting artinya dalam penyusunan bahasa C, terutama untuk program yang kompleks.(Kernighan and Ritchi, 1972)

1. Struktur Kondisi “IF...”

Struktur if dibentuk dari pernyataan if dan sering digunakan untuk menyeleksi suatu kondisi tunggal. Bila proses yang diseleksi terpenuhi atau bernilai benar, maka pernyataan yang ada di dalam blok if akan diproses dan dikerjakan. Bentuk umum struktur kondisi if adalah
:(Kernighan and Ritchi, 1972)

if(kondisi) pernyataan;

```
//Program IF #include <at89x51.h> void main(void) { char inp1;
inp1=P2; if(inp1==0x40) {P1 = 0x20;}
} 2.
```

2. Struktur Kondisi “IF...WHILE..”

STRUKTUR KONDISI “IF.....ELSE....” Dalam struktur kondisi if.....else minimal terdapat dua pernyataan. Jika kondisi yang diperiksa bernilai benar atau terpenuhi maka pernyataan pertama yang dilaksanakan dan jika kondisi yang diperiksa bernilai salah maka pernyataan yang kedua yang dilaksanakan. Bentuk umumnya adalah sebagai berikut
:(Kernighan and Ritchi, 1972)

if(kondisi) pernyataan-1

else pernyataan-2 Contoh

IF if (angka = fo)

{ /* bila angka sama dengan fo*/

/*kerjakan berikut ini */

for (k = 0; k<4 ; k++)

{

i=tabel1(k);

```

PORTA = i;           // pernyataan dalam blok ini bisa kosong
//
tunda50(100);       // berarti tidak ada yang dikerjakan
}
{
Else                //bila tidak sama kerjakan
berikut ini
}

for (k = 0; k<4 ; k++)
{
i=tabel2(k);        // pernyataan dalam blok ini bisa
kosong
PORTA = i;          // berarti tidak ada yang
dikerjakan
tunda50(100);
}
}

```

3. Struktur Kondisi “SWITCH...CASE... DEFAULT...”

Struktur kondisi switch....case....default digunakan untuk penyeleksian kondisi dengan kemungkinan yang terjadi cukup banyak. Struktur ini akan melaksanakan salah satu dari beberapa pernyataan 'case' tergantung nilai kondisi yang ada di dalam switch. Selanjutnya proses diteruskan hingga ditemukan pernyataan 'break'. Jika tidak ada nilai pada case yang sesuai dengan nilai kondisi, maka proses akan diteruskan kepada pernyataan yang ada di bawah 'default'. Bentuk umum dari struktur kondisi ini adalah :(Kernighan and Ritchi, 1972)

```
switch(kondisi)
{
    case 1 : pernyataan-1;
        break;
    case 2 : pernyataan-2;
        break;
    .....
    .....
    case n : pernyataan-n;
        break;
    default : pernyataan-m
}
```

Contoh :

SWITCH CASE ...

```
switch(fo)
```

```
{
```

```
case 1:
```

```
for (k = 0; k<4 ; k++)
```

```
{
```

```
  i=tabel1(k);
```

```
  PORTA = i;
```

```
  tunda(100);
```

```
}
```

```
break;
```

```
case 2:
```

```
for (k = 0; k<4 ; k++)
```

```
{
```

```
  i=tabel2(k);
```

```
  PORTA = i;
```

```
  tunda(100);
```

```

}

break;

```

4. Perulangan

Dalam bahasa C tersedia suatu fasilitas yang digunakan untuk melakukan proses yang berulang-ulang sebanyak keinginan kita. Misalnya saja, bila kita ingin menginput dan mencetak bilangan dari 1 sampai 100 bahkan 1000, tentunya kita akan merasa kesulitan. Namun dengan struktur perulangan proses, kita tidak perlu menuliskan perintah sampai 100 atau 1000 kali, cukup dengan beberapa perintah saja. Struktur perulangan dalam bahasa C mempunyai bentuk yang bermacam-macam. (Kernighan and Ritchie, 1972)

2.9. Buzzer Alarm

2.9.1. Pengertian Piezoelectric Buzzer

Buzzer Listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, Buzzer yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, Alarm pada Jam Tangan, Bel Rumah, peringatan mundur pada Truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis Buzzer yang sering ditemukan dan digunakan adalah Buzzer yang berjenis Piezoelectric, hal ini dikarenakan Buzzer Piezoelectric memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke Rangkaian Elektronika lainnya. Buzzer yang termasuk dalam

keluarga Transduser ini juga sering disebut dengan Beeper. Efek Piezoelectric (Piezoelectric Effect) pertama kali ditemukan oleh dua orang fisikawan Perancis yang bernama Pierre Curie dan Jacques Curie pada tahun 1880. Penemuan tersebut kemudian dikembangkan oleh sebuah perusahaan Jepang menjadi Piezo Electric Buzzer dan mulai populer digunakan sejak 1970-an.(Buana and Buana, 2017)

2.9.2. Cara Kerja Buzzer

Seperti namanya, Piezoelectric Buzzer adalah jenis Buzzer yang menggunakan efek Piezoelectric untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan Piezoelectric akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator.

Berikut ini adalah gambar bentuk dan struktur dasar dari sebuah Piezoelectric Buzzer.



Gambar 2.8. Buzzer

Sumber : Penulis,2019

Jika dibandingkan dengan Speaker, Piezo Buzzer relatif lebih mudah untuk digerakan. Sebagai contoh, Piezo Buzzer dapat digerakan hanya dengan menggunakan output langsung dari sebuah IC TTL, hal ini sangat berbeda dengan

Speaker yang harus menggunakan penguat khusus untuk menggerakkan Speaker agar mendapatkan intensitas suara yang dapat didengar oleh manusia.

Piezo Buzzer dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 – 5 kHz hingga 100 kHz untuk aplikasi Ultrasound. Tegangan Operasional Piezoelectric Buzzer yang umum biasanya berkisar diantara 3Volt hingga 12 Volt.

BAB 3

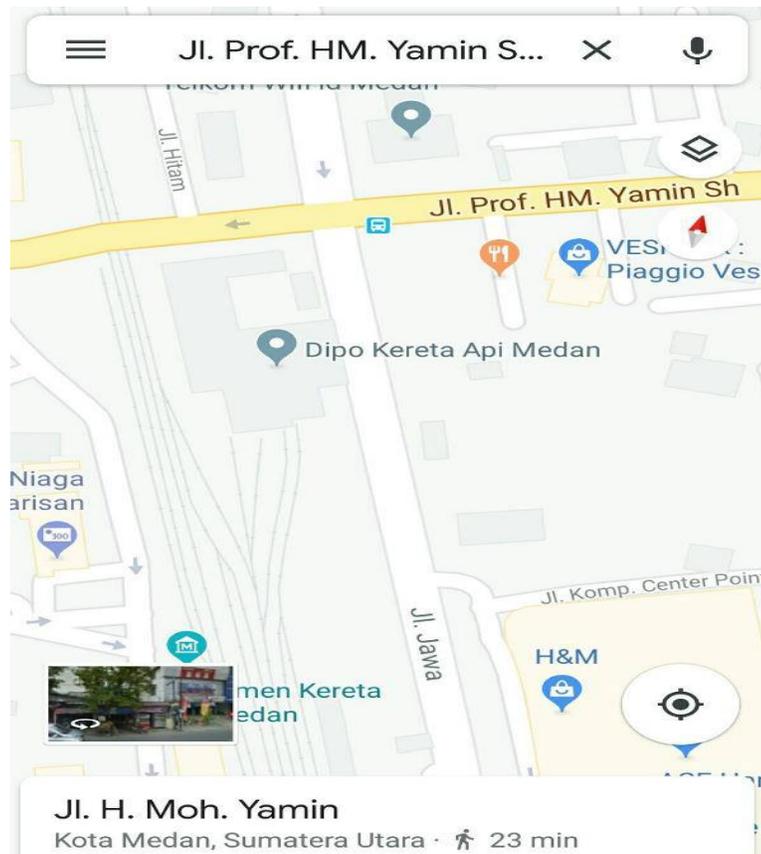
PERANCANGAN ALAT DAN SISTEMs

3.1. Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode desain dan analisis, yaitu perancangan model atau membuat sebuah objek penelitian berupa hardware dan software. Kemudian objek diteliti dan diuji, kemudian hasil dari pengujian dianalisa sehingga memperoleh data skunder dan spesifikasi alat yang dirancang. Dalam hal ini, objek penelitian adalah sebuah sistem pengaturan lalu lintas atau disebut lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas yang dibangun adalah sistem yang terintegrasi dengan palang pintu perlintasan kereta api. Dimana terdapat beberapa persimpangan yang dekat dengan rel kereta api sehingga selalu terjadi kemacetan karena tidak dapat diatur dengan baik antara waktu lintas kereta api dan waktu pada lampu lalu lintas. Bab ini akan membahas tentang komponen atau bahan yang digunakan, blok diagram, prinsip kerja rangkaian dan flowchart dari program yang dibuat.

3.2. Lokasi Penelitian

Penulis mengambil contoh kasus pada jalan Prof. HM YAMIN.S.H. kota MEDAN, SUMATERA UTARA



Gambar 4.1. Jl Prof HM Yamin,SH

Sumber : Penulis,2019

3.3. Alat dan bahan

3.3.1. Peralatan

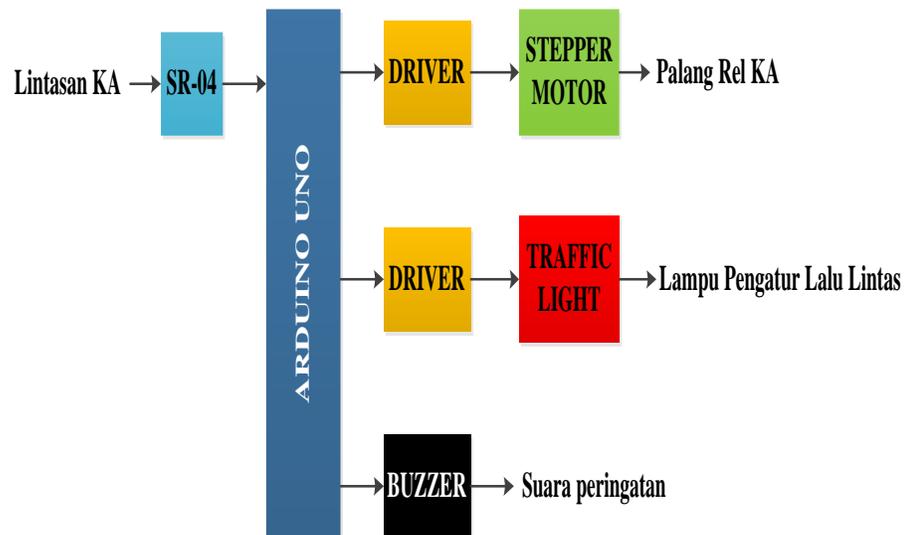
1. Peralatan komputer/Laptop
2. Digital tester ,voltmeter dan ohm meter
3. Perkakas /toolset
4. Oscilloscope
5. Mesin pendukung (gergaji listrik, bor dll.)
6. Software pendukung : visual basic, office ,arduino ide ,proteus dll.

3.3.2. Bahan-bahan

1. Board Arduino Uno R3
2. Sensor ultrasonik SR-04
3. Lampu LED
4. Buzzer
5. Kapasitor 220uF/50V,10uF/50V.
6. Driver transistor
7. Motor stepper bipolar
8. Kabel interface usb
9. Power supply
10. Box atau kotak.
11. Baut-baut dan sebagainya.

3.4. Blok Diagram

Blok diagram sistem diperlihatkan pada gambar 3-1 berikut ini. Diagram terdiri dari bagian input, bagian proses dan bagian output. Dalam hal ini input diperoleh dari sensor ultrasonik yang mendeteksi keberadaan kereta api yang hendak lewat. Bagian proses adalah mikrokontroler yang berfungsi memproses datandan mengendalikan output. Rancangan ini menggunakan arduino uni sebagai pengontrol atau pemroses. Bagian output merupakan hasil proses yaitu komponen yang memberikan output. Bagian output rancangan ini adalah motor pengatur pintu palang, lampu lalu lintas dan buzzer. Motor yang digunakan adalah motor stepper sedangkan lampu lalu lintas adalah lampu LED. Berikut ini adalah gambar blok diagram system.



Gambar 3.1 Blok Diagram

Sumber : Penulis,2019

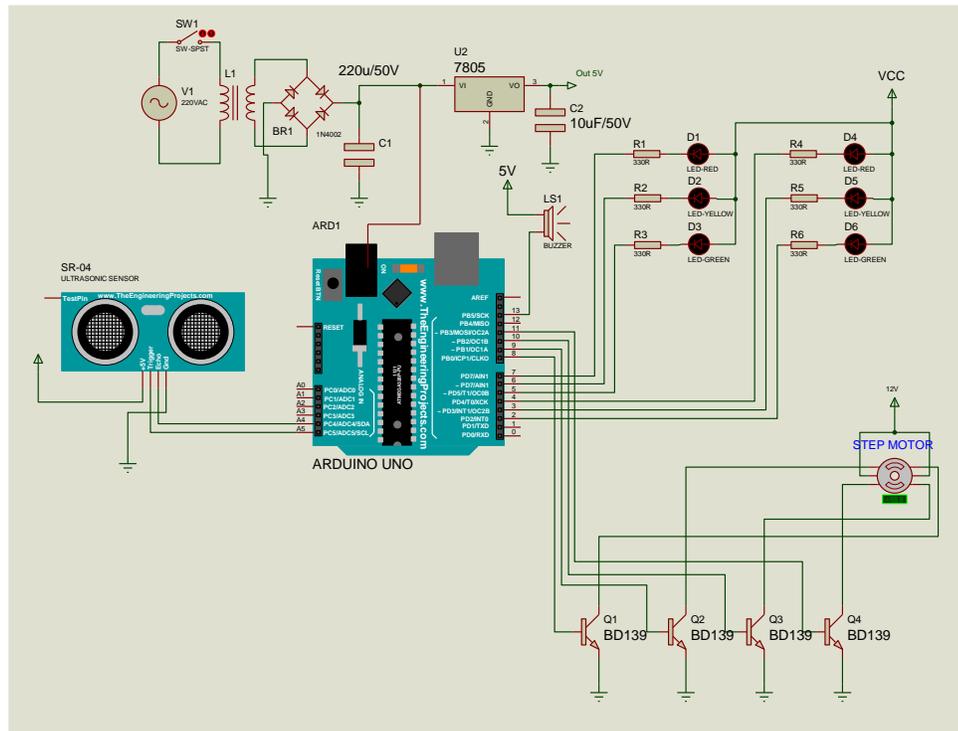
3.5. Prinsip Kerja

Sistem bekerja setelah diaktifkan oleh user dimana arus mulai mengalir ke semua komponen . Kontroler akan mulai dengan mengatur fase lampu merah sesuai timer. Dalam keadaan normal, fase akan berganti sesuai dengan timer yang telah diprogramkan. Output mikrokontroler diprogram pada pin 2 hingga pin 7 untuk 6 fase penggantian lampu. Pada proses pengaturan fase ini mikrokontroler akan menerima interupsi dari sensor jika terdapat Kereta api yang hendak lewat. Sensor ultrasonik akan membaca keberadaan objek yaitu kereta api dari sisi samping rel.

Kereta api yang lewat akan memotong pancaran sensor dan memantulkan ultrasonik tersebut sehingga sensor akan memberikan nilai yang berbeda. Pin yang digunakan untuk membaca sensor ultrasonik adalah pin A4 dan A5. Ultrasonik sensor bekerja berdasarkan pantulan suara, dengan menghitung waktu pantul tersebut dapat

diperoleh jarak objek pemantul. Saat terdapat objek kereta api, kontroler akan segera menutup palang pintu perlintasan kereta api, kemudian mengatur lampu yang ada .

Untuk arus lalu lintas yang melalui rel kereta api akan dibuat merah dengan timer yang lebih panjang untuk sementara. Sedangkan untuk arus yang tidak melewati perlintasan akan dibuat hijau . Proses ini akan berlanjut hingga kereta api melewati jalan tersebut dan pintu palang dibuka kembali. Timer akan kembali normal setelah itu dan kembali bekerja seperti semula atau keadaan normal. Pin yang digunakan untuk mengatur motor stepper adalah pin 8,9,10 dan 11. Mikrokontroler dibantu oleh 4 buah transistor penguat agar dapat menjalankan motor stepper. Jenis motor stepper adalah unipolar 4 fasa, Sedangkan tipe transistor adalah NPM yaitu BD139. Buzzer pada pin 13 digunakan untuk memberi aba-aba atau peringatan saat penggantian fase dari hijau ke merah dan palang pintu perlintasan tertutup dan sebaliknya.



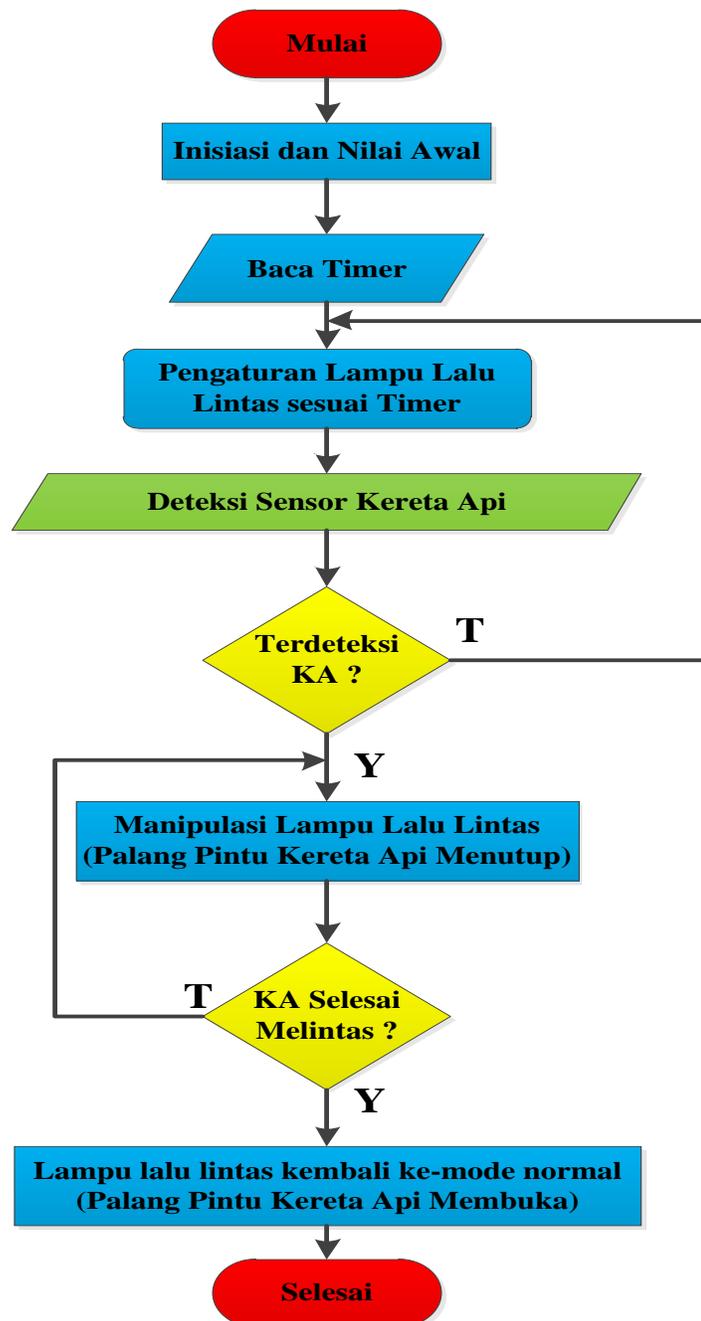
Gambar 3.2. Rangkaian

Sumber : Penulis,2019

3.5. Flowchart

Diagram alir merepresentasikan alir program yang dibuat untuk mikrokontroler. Pada rancangan ini, alir dimulai dari menetapkan nilai awal dan menentukan parameter input-output. Setelah itu program akan mulai bekerja dengan mengatur fase lampu lalu lintas sesuai timer. Program juga akan membaca inputan dari sensor ultrasonik. Jika sensor memberikan nilai jarak yang rendah artinya terdeteksi objek maka program akan segera menutup pintu palang dengan algoritma mengendalikan motor stepper. Setelah pintu tertutup, program juga akan segera mengganti fase untuk membuat lampu merah bagi arus yang akan melewati rel kereta api. Setelah kereta api telah melewati jalan tersebut, program akan kembali ke

pengaturan normal kembali. Gambar 3-3 adalah diagram alir dari program yang dibuat,



Gambar 3.3. Sistem Kerja Flowchart

Sumber : Penulis,2019

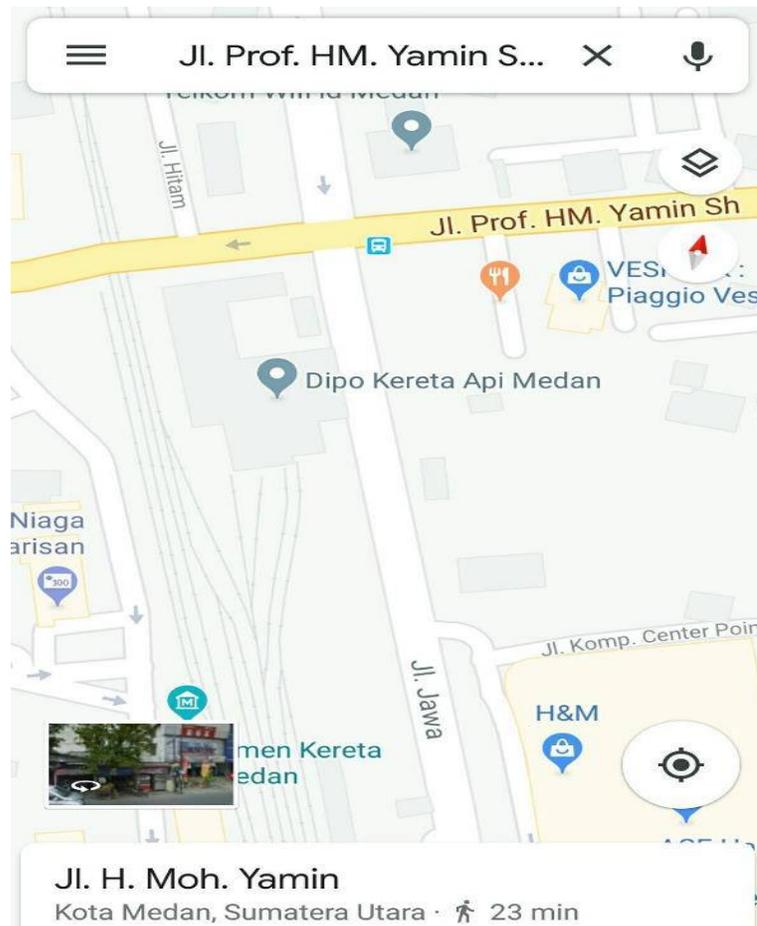
BAB 4

HASIL DAN ANALISA

4.1. Hasil Penelitian

Sebuah konsep pengaturan arus lalu lintas yang baik seharusnya mampu mengatur arus lalu lintas, bukan hanya pada satu titik namun harus memperhatikan arus selanjutnya kedepan. Hal ini penting demi melancarkan seluruh arus lalu lintas tersebut. Sesuai judul yang diangkat pada proyek ini, maka hasil yang dicapai adalah sebuah konsep pengaturan arus lalu lintas yang terintegrasi dengan lampu lalu lintas didepan . Artinya pengaturan timing lampu merah dititik ini juga memperhatikan arus didepan setelahnya. Sebagai contoh dipilih sebuah jalan sebagai objek pembahasan yaitu jalan PROF. H.M. YAMIN SH , Medan-Sumut pada simpang jalan Jawa seperti terlihat pada peta berikut. Pada persimpangan jalan terdapat lampu lalu lintas yang mengatur arus 2 arah yaitu arus dari PROF. H.M. YAMIN SH menuju jalan Merak dan arus dari jalan Gaharu menuju jalan Jawa. Sedangkan pada jalan PROF. H.M. YAMIN SH setelah melewati persimpangan terdapat perlintasan rel kereta api. Sesuai pengamatan penulis sewaktu melakukan penelitian ditemukan tidak ada nya sinkronisasi antara perlintasan kereta api dengan pengaturan lampu lalu lintas sehingga selalu menimbulkan kemacetan yang panjang.Hal ini berbeda dengan perlintasan kereta api dilokasi lain karena pada perlintasaan ini adalah perlintasan yang berdekatan dengan stasiun utama kereta api sehingga frekuensi lintas kereta api lebih besar pada titik tersebut. Dengan demikian jika pengaturan lampu lalu lintas

tidak baik dan tidak sinkron dengan lintasan KA maka hal tersebut akan menjadi masalah. Berdasarkan permasalahan tersebut proyek ini dipikirkan untuk memberikan solusi agar arus lebih lancar dan menghindari kemacetan yang panjang. Untuk mengatasi hal tersebut telah dipikirkan konsep pengaturan terintegrasi yaitu mengatur lampu lalu lintas dengan memperhatikan perlintasan KA. Pada saat KA akan melintas maka arus menuju KA dihentikan dan arus lain dijalankan. Setelah KA selesai melintas baru pengaturan kembali normal. Untuk realisasi sistem tersebut dibutuhkan sebuah sensor yang bisa mendeteksi lintasan KA ,dalam hal ini dipilih sensor ultrasonik karena lebih handal dan minim gangguan. Sensor diletakkan disamping rel memotong rel KA. Jika ada KA yang lewat akan terdeteksi oleh sensor dan memberikan sinyalnya ke sistem kontroler. Pengaturan jarak penempatan sensor perlu diperhatikan karena menentukan waktu yang tepat untuk menurunkan pintu palang KA dan untuk mencegah tundaan yang terlalu lama. Setelah melalui proses perancangan yang panjang maka konsep berhasil dibuat dan untuk membuktikan keberhasilan konsep tersebut dibuat sebuah prototipe simulasi ukuran miniatur. Dengan prototipe tersebut dapat disimulasikan kerja sistem secara keseluruhan.



Gambar 4.1. Peta Jalan H Moh Yamin

Sumber : Penulis,2019



Gambar 4.2. Hasil Rancang Simulator Sistem Lampu Lalu Lintas Terintegrasi dengan Palang Pintu Perlintasan kereta Api

Sumber : Penulis,2019

4.2. Pengujian sistem

Pengujian dilakukan untuk membuktikan fungsi masing-masing komponen dan fungsi keseluruhan dari sistem, apakah sistem telah bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari sensor hingga komponen output. Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan :

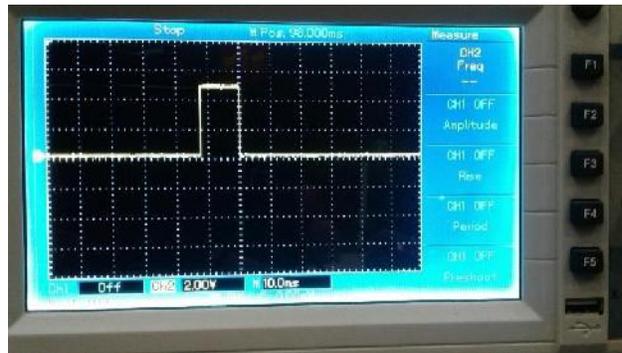
1. Pengujian sensor Ultrasonik

Ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan frekuensi ultrasonik. Fungsi sensor adalah mendeteksi jarak objek didepan berdasarkan prinsip pantulan suara. Untuk menguji sensor perlu dibuat sebuah algoritma berupa program karena sensor bekerja berdasarkan sinyal digital yang diberikan pada nya. Output sensor dapat diukur dengan osiloskop yaitu berupa timing pantulan suara berbentuk gelombang persegi. Berikut adalah hasil pengukuran dengan osiloskop.

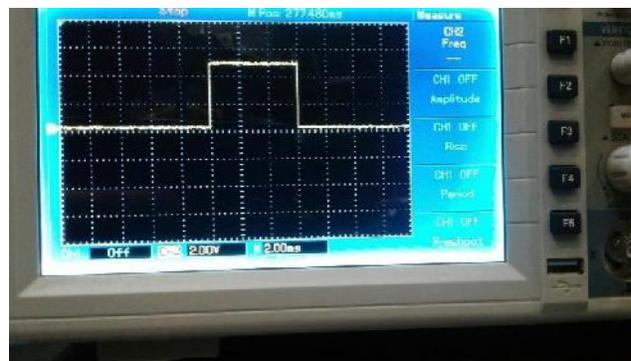


Gambar 4.3. Titik Pengukuran Keluaran Sensor Ultrasonik

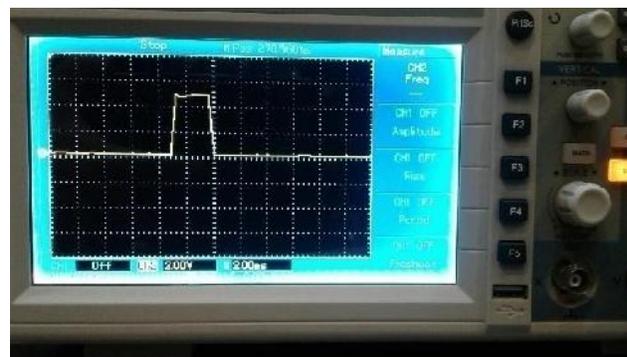
Sumber : Penulis,2019



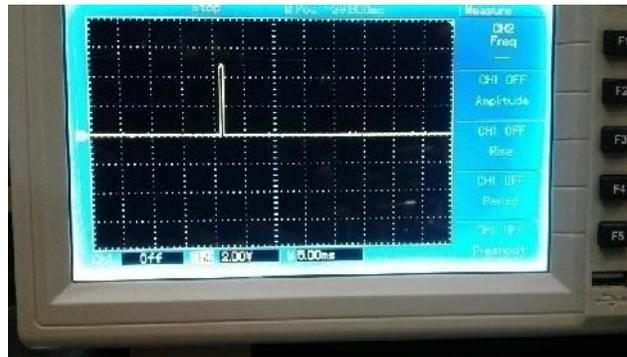
Gambar 4.4. Waktu Pantul dengan Lebar Pulsa 22 ms
 Sumber : Penulis,2019



Gambar 4.5. Waktu pantul dengan lebar pulsa 6 ms
 Sumber : Penulis,2019



Gambar 4.6. Waktu pantul dengan lebar pulsa 2,6 ms.
 Sumber : Penulis,2019



Gambar 4.7. Waktu Pantul dengan Lebar Pulsa 0,2 ms

Sumber : Penulis,2019

Analisa:

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa makin jauh jarak objek pemantul,maka makin lebar gelombang pulsa yang terdeteksi, artinya waktu pantul lebih panjang untuk jarak yang lebih jauh. Dengan diketahui waktu pantul maka dapat dicari jarak dari sensor ke objek yaitu $S = V \times t/2$. S adalah jarak yang akan dicari, V adalah kecepatan suara yaitu 340 m/s dan $t/2$ adalah waktu tempuh dibagi 2. Misalnya salah satu gambar diatas menunjukkan waktu pantul 22 ms maka $S = 340\text{m/s} \times 22/2 \text{ ms}$, $S = 3,74 \text{ meter}$ atau 374 cm.

Dengan cara diatas maka dapat dihitung jarak semua percobaan yang dilakukan diatas.

Tabel 4.1. Hasil pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik.

t	Jarak
22 ms	374 cm
6 ms	102 cm
2,6 ms	44,2 cm
0,2 ms	8,5 cm

Sumber : Penulis,2019

2. Pengujian motor step dan driver

Motor stepper bekerja berdasarkan pulsa listrik yang diberikan pada masing-masing kumparan motor secara berurutan . Untuk menguji motor stepper harus dibuat sebuah algoritma untuk mengeluarkan pulsa ke motor dan dibutuhkan set penguat arus agar dapat menggerakkan motor tersebut.

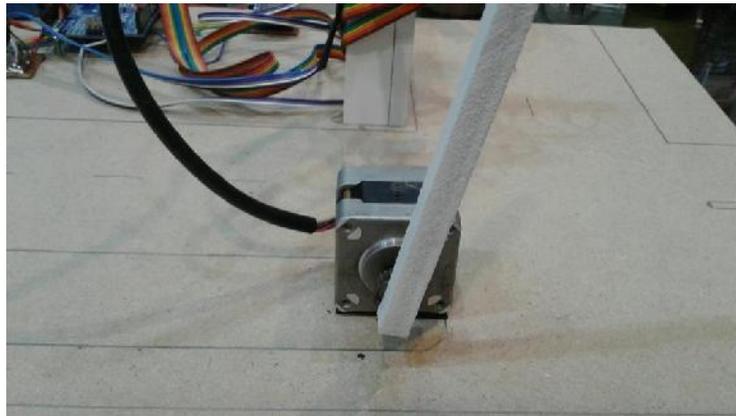
Setelah program diunggah pada kontroler Arduino dan dijalankan , awalnya motor tidak berputar melainkan hanya bergetar. Setelah diperiksa ternyata 1 kabel terbalik urutannya . Setelah diperbaiki maka saat diberi tegangan motor akan berputar searah jarum jam .Sedangkan untuk mengatur kecepatan dapat dilakukan dengan mengubah delay tiap step. Makin kecil delay makin cepat motor berputar. Kecepatan maksimal adalah pada delay = 2 ms. Dengan hasil demikian maka pengujian motor

step berhasil dan motor dapat digunakan dalam sistem pengaturan yang terintegrasi dengan palang pintu perlintasan kereta api.



Gambar 4.8. Pengujian Motor Stepper bergerak sesuai arah jarum jam

Sumber : Penulis,2019



Gambar 4.9. Pengujian Motor Stepper bergerak melawan arah jarum jam

Sumber : Penulis,2019

3. Pengujian Catudaya / Regulator.

Terdapat sebuah regulator tegangan pada rangkaian catu daya yaitu regulator AN7805 . AN 7805 adalah regulator untuk tegangan 5V yang

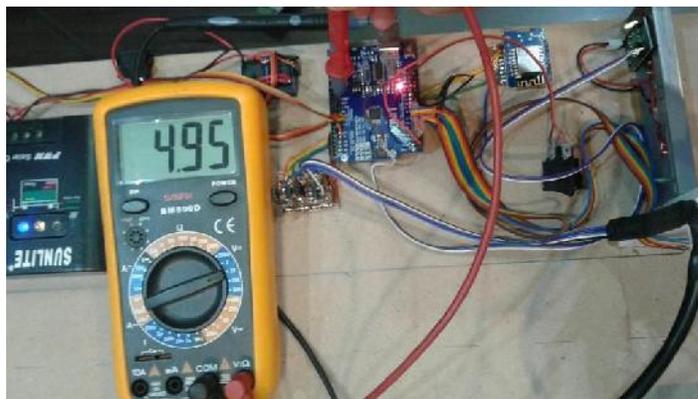
berfungsi memberikan suplai tegangan konstan 5V pada rangkaian kontrol dan sensor.



Gambar 4.10. Proses Pengukuran Rangkaian Catu Daya

Sumber : Penulis,2019

Untuk menguji regulator tersebut dibutuhkan suplai tegangan dan voltmeter. Pengukuran dilakukan dengan beban dan tanpa beban . Supply tegangan pada input berasal dari baterai 12V DC, berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan.



Gambar 4.11. Proses Pengukuran Output Regulator

Sumber : Penulis,2019

Tabel 4.2. Hasil pengukuran tegangan rangkaian catu daya

Kondisi	Input VCC	Output AN 7805
Tanpa Beban	12,78 V	5,01 V
Dengan Beban	12,70 V	4,95 V

Sumber : Penulis,2019

Analisa:

Dari pengujian diatas terlihat bahwa hasil pengukuran memperoleh tegangan yang cukup stabil walaupun dibebani dengan rangkaian kontroler arduino dan sensor Ultrasonik. Dengan demikian pengujian dinyatakan berhasil .

4. Pengujian Kontroler Arduino Uno.

Pengujian IC mikrokontroler dilakukan untuk menguji dan mengetahui apakah rangkaian kontroler telah bekerja dengan baik atau tidak. Untuk itu dilakukan perbandingan antara program yang dibuat dengan hasil pengukuran.

Setelah program diunggah pada board arduino kemudian dijalankan, maka hasil pengukuran tegangan tiap pin adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3. Hasil pengukuran tegangan pada pin mikrokontroler arduino.

Pin	Vout (V)
1	4,99
2	4,91
3	0,01
4	4,91
5	0,02
6	4,73
7	4,78
8	0,0
9	4,75
10	4,73
11	0,00
12	5
13	0,00
A0	5,02
A1	0,01
A2	1,01
A3	0,02
A4	0,01
A5	0,09

Sumber : Penulis,2019

Analisa :

Setelah dianalisa berdasarkan logika keluaran tiap port dan dibandingkan dengan data program maka dapat dilihat antara program dan output pin. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan ,sehingga dapat dinyatakan rangkaian kontroler telah bekerja dengan baik .



Gambar 4.12. Proses pengukuran pin mikrokontroler

Sumber : Penulis,2019

5. Pengujian Secara Keseluruhan



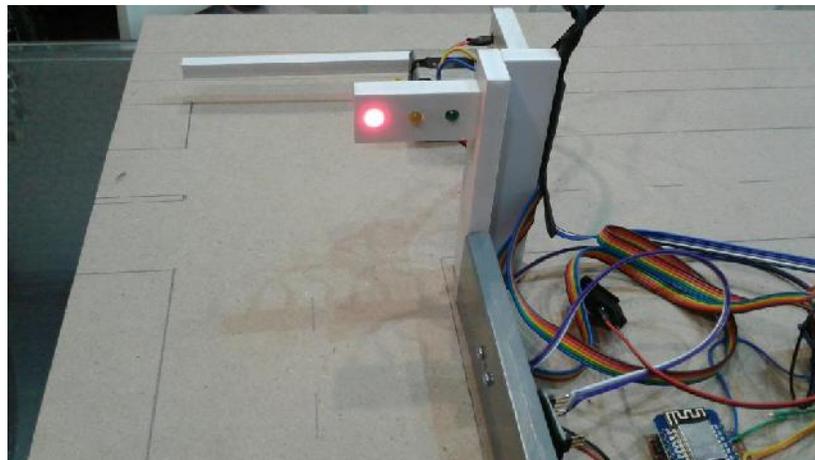
Gambar 4.13. Proses Pengujian Simulator Lampu Lalu Lintas

Sumber : Penulis,2019



Gambar 4.14. Lampu Lalu Lintas di sisi Jalan Gaharu

Sumber : Penulis,2019



**Gambar 4.15. Lampu Lalu Lintas pada sisi
Jalan Prof H M Yamin SH**

Sumber : Penulis,2019

4.3. Analisa Hasil

Dalam membangun sistem ini serangkaian pengujian telah dilakukan, pengujian dilakukan untuk membuktikan fungsi masing-masing komponen dan fungsi keseluruhan dari sistem telah bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari sensor hingga komponen output.

Dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan pada sistem, sistem telah menunjukkan hasil yang sangat memuaskan. Hasil simulasi dalam beberapa tahapan kondisi, telah sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Pengujian secara menyeluruh telah dilakukan saat komponen telah terpasang dengan pada miniatur yang dibuat dan program keluruhan telah di upload kedalam IC mikrokontroler.

Dimulai dengan memberikan catu daya kerangkaian kontrol maka sistem akan mulai bekerja . Awalnya lampu akan hidup sesuai fasenya. Dimulai pada sisi jalan PROF. H.M YAMIN Sh. yang berfase merah dan sisi jalan Gaharu berfase hijau. Waktu tunggu tercatat 35 detik untuk masing-masing fase tunggu. Total waktu tunggu termasuk penggantian lampu kuning adalah 39 detik.

Percobaan dilakukan dengan mengamati setiap penggantian fase dan dicatat waktu proses nya. Sampai tahap ini semua berjalan lancar dengan hasil sesuai dengan yang diprogramkan. Setelah itu percobaan dilanjutkan dengan menguji sistem integrasi dengan pintu palang rel KA . Dengan mensimulasikan kereta api yang hendak lewat dimana sensor tertutupi oleh miniatur kereta api, seketika pintu palang tertutup dan buzzer mulai berbunyi. Setelah itu terlihat lampu pada sisi jalan PROF.

H.M YAMIN Sh yang sebelumnya berwarna hijau langsung berganti ke fase merah dan sisi lainnya yaitu jalan Gaharu berganti ke fase hijau. Proses ini terus berlanjut hingga kereta api melewati sensor dan dengan tundaan tertentu baru pintu palang terbuka kembali. Namun saat itu fase lampu merah belum berganti karena harus menunggu 1 periode tundaan selesai.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan uji coba terhadap Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas dan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api yang Terintegrasi Berbasis Mikrokontroler yang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem Lampu Lalu Lintas ini Terintegrasi dengan Palang Pintu Perlintasan kereta api dan berbasis mikrokontroler sehingga kita dapat mengatur arus lalu lintas dengan lebih mudah.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah Aduino Uno dengan bahasa C.
3. Lama Lampu Lalu Lintas dan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api tertutup adalah bergantung kepada kecepatan kereta api yang di tambahkan dengan jeda waktu setelah kereta api melintas.
4. Sistem Lalu Lintas Terintegrasi ini memungkinkan keefektifan dalam mengatur lalu lintas di Perlintasan Kereta Api dan mengurangi resiko kecelakaan akibat pengendara menerobos palang pintu perlintasan kereta api.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut demi kesempurnaan peralatan ini maka penulis memberikan saran-saran pengoperasian dan pengembangan peralatan Lampu Lalu Lintas. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan sensor yang lebih dari satu untuk mencegah terjadinya gangguan yang diakibatkan oleh binatang, manusia, dll
2. Pemilihan tempat yang sesuai untuk meletakkan sensor agar terhindar dari terjadinya gangguan.
3. Pemilihan Motor yang mudah untuk diatur putarannya dan memiliki torsi yang besar atau sesuai dengan yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsada, B. (2017) 'Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno', *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), p. pengertian sensor ultrasonik.
- Bahri, s. (2019). Optimasi cluster k-means dengan modifikasi metode elbow untuk menganalisis disrupsi pendidikan tinggi.
- Buana, u. M. And buana, u. M. (2017) 'jurnal teknologi elektro , universitas mercu buana rancang bangun sistem monitoring suhu pada stasiun transmisi metro tv jakarta dengan web berbasis arduino uno dan sim908 mentari prima awalliza program studi teknik elektro beny nugraha program studi tekn', 8(3), pp. 215–221.
- Diantoro, m., maftuha, d., suprayogi, t., iqbal, m. R., mufti, n., taufiq, a., ... & hidayat, r. (2019). Performance of pterocarpus indicus wild leaf extract as natural dye tio2-dye/ito dssc. *Materials today: proceedings*, 17, 1268-1276.
- Hamdani, h., tharo, z., & anisah, s. (2019, may). Perbandingan performansi pembangkit listrik tenaga surya antara daerah pegunungan dengan daerah pesisir. In seminar nasional teknik (semnastek) uisu (vol. 2, no. 1, pp. 190-195).
- Hariyanto, e., iqbal, m., siahaan, a. P. U., saragih, k. S., & batubara, s. (2019, march). Comparative study of tiger identification using template matching approach based on edge patterns. In *journal of physics: conference series* (vol. 1196, no. 1, p. 012025). Iop publishing.
- Hasanuddin, U. (2016) 'Tugas-Makalah--Sensor Ultrasonik HC-SR04', (cara kerja sensor jarak), pp. 1–12.
- Hilal, A., & Manan, S. (2015). Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu. *Gema Teknologi*, 17(2), 95–99.
- Isyanto, H. (2016) 'Simulasi studi sistem traffic light terintegrasi pada perlintasan kereta api', pp. 43–52.

- Kernighan, B. W. and Ritchi, D. M. (2016) 'Pengenalan bahasa C', pp. 27–68. Made Agung Pranata, dkk (2017) 'Sistem Smart Traffic Light Berbasis RFID untuk Layanan Darurat', 03, pp. 1–7.
- Lubis, a., & batubara, s. (2019, december). Sistem informasi suluk berbasis cloud computing untuk meningkatkan efisiensi kinerja dewan mursyidin tarekat naqsyabandiyah al kholidiyah jalaliyah. In prosiding simantap: seminar nasional matematika dan terapan (vol. 1, pp. 717-723).
- Made Agung Pranata, dkk. (2017). *Sistem Smart Traffic Light Berbasis RFID untuk Layanan Darurat*. 03, 1–7.
- Putra, randi rian, et al. "decision support system in selecting additional employees using multi-factor evaluation process method." (2019).
- Putra, randi rian. "sistem informasi web pariwisata hutan mangrove di kelurahan belawan sicanang kecamatan medan belawan sebagai media promosi." jurnal ilmiah core it: community research information technology 7.2 (2019).
- Rahmaniar, r. (2019). Model flash-nr pada analisis sistem tenaga listrik (doctoral dissertation, universitas negeri padang).
- Sidik, a. P., efendi, s., & suherman, s. (2019, june). Improving one-time pad algorithm on shamir's three-pass protocol scheme by using rsa and elgamal algorithms. In journal of physics: conference series (vol. 1235, no. 1, p. 012007). Iop publishing.
- Sulistianingsih, i., suherman, s., & pane, e. (2019). Aplikasi peringatan dini cuaca menggunakan running text berbasis android. It journal research and development, 3(2), 76-83.
- Syahrul (2016) 'Motor Stepper : Teknologi, Metoda dan Rangkaian', 6(02), pp. 1–16.
- Tasril, v., wijaya, r. F., & widya, r. (2019). Aplikasi pintar belajar bimbingan dan konseling untuk siswa sma berbasis macromedia flash. Jurnal informasi komputer logika, 1(3).
- Wijaya, rian farta, et al. "aplikasi petani pintar dalam monitoring dan pembelajaran budidaya padi berbasis android." rang teknik journal 2.1 (2019).
- Wirdasari, D. (2016). *Membuat Program dengan Menggunakan Bahasa " C "*. 8(1), 394–409.