

SIMULASI ALAT SYRINGE PUMP BERBASIS ARDUINO NANO ATMEGA 328P

Karya Tulis ini Disusun Sebagai
Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Program
Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik



Oleh :

Harimas Pria Pambudi

NIM 14.04.026

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTROMEDIK
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN WIDYA HUSADA
SEMARANG**

2017



STIKES WIDYA HUSADASEMARANG

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : SIMULASI ALAT SYRINGE PUMP BERBASIS ARDUINO
NANO ATMEGA 328P

NAMA : HARIMAS PRIA PAMBUDI

NIM : 14.04.026

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Karya Tulis ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Karya Tulis ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Ahli Madya Teknik Elektromedik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Semarang, 14 september 2017

Penulis

Harimas Pria Pambudi



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : Simulasi Alat Syringe Pump Berbasis Arduino Nano Atmega
328P

NAMA : Harimas Pria Pambudi

NIM : 14.04.026

Karya Tulis ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.

Menyetujui :

Pembimbing

Ir.Vivi Vira Viridianti M.Kes



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : Simulasi Alat Syringe Pump Berbasis Arduino Nano Atmega
328P

NAMA : Harimas Pria Pambudi

NIM : 14.04.026

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari kamis tanggal 14 bulan September tahun 2017.

Dewan Penguji :

Anggota 1

Anggota 2

Agus Supriyanto, S.T

Basuki Rahmat, M.T

KA Prodi DIII TEM

Ketua Penguji

Basuki Rahmat, M.T

Mulyono M.Kom

ABSTRAK

Syringe pump adalah salah satu peralatan kedokteran yang berfungsi untuk memasukkan cairan obat ke dalam tubuh pasien yang dioperasikan secara otomatis. Pesawat syringe pump biasanya digunakan pada pasien yang cara pengobatannya dengan memasukkan obat dalam waktu yang telah ditentukan.

Syringe pump ini menggunakan Arduino Nano Atmega 328P sebagai pengatur semua komponen, syringe pump dilengkapi dengan display tampilan timer/pewaktu dan volume syringe yang akan ditampilkan dalam LCD. Mekanik sesuai lamanya waktu dan jumlah obat / volume syringe ditentukan oleh user dengan cara menekan tombol setting timer dan volume syringe control untuk menentukan jumlah obat yang akan diberikan. Syringe pump ini menggunakan motor stepper yang akan menggerakkan syringe untuk bergerak maju selama waktu yang ditentukan. Alat ini dilengkapi dengan buzzer. Syringe mengatur pergerakan motor stepper dan volume syringe.

Berdasarkan hasil pengujian simulasi alat syringe pump yang telah dibuat diketahui bahwa alat ini mampu melakukan pergerakan maju sesuai dengan setting waktu dan volume syringe yang telah ditentukan. Dari pengukuran tes poin alat didapatkan hasil yang baik dikarenakan persentase kesalahan pada output power supply alat tidak ada yang melebihi 10%. Dari pengukuran keakurasian timer yang menggunakan 2 ukuran spuit yaitu 10 ml dan 50 ml didapatkan nilai akurasi timer 10 ml sebesar 92% dan 50 ml sebesar 95,2%.

Kata Kunci : Simulasi Syringe Pump, Aplikasi Arduino, Aplikasi Motor Stepper, Volume Syringe.

ABSTRACT

Syringe pump is one of the medical equipment that serves to insert the drug fluid into the patient's body which is operated automatically. A syringe pump is usually used in patients whose treatment is by taking the drug within the prescribed time.

This syringe pump uses Arduino Nano Atmega 328P as a regulator of all components, syringe pump is equipped with timer display / timer and syringe volume to be displayed in LCD. The mechanics according to the length of time and the amount of drug / volume syringe is determined by the user by pressing the timer setting and volume syringe control buttons to determine the amount of drug to be administered. This syringe pump uses a stepper motor that will move the syringe to move forward for a specified time. This tool comes with a buzzer. Syringe regulates the movement of the stepper motor and the volume of the syringe.

Based on the simulation test of syringe pump tool that has been made known that this tool is able to perform forward movement in accordance with setting time and volume syringe that have been determined. From the measurement of the test points the tool obtained good results because the percentage of error on the output power of the equipment supply no more than 10%. From the measurement of the accuracy of timer using 2 syringe size that is 10 ml and 50 ml got 10 ml timer accuracy value 92% and 50 ml equal to 95,2%.

Keywords: Simulation of Syringe Pump, Arduino Application, Motor Stepper Application, Volume Syringe.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini.

Karya tulis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan ujian akhir pada program Diploma III Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang. Karya tulis ini penulis beri judul **“SIMULASI ALAT SYRINGE PUMP BERBASIS ARDUINO NANO ATMEGA 328P”**

Dengan terselesainya karya tulis ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas limpahan karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu dan Bapakku tercinta, yang telah memberikan dorongan berupa doa, moral maupun material kepada penulis selama menempuh pendidikan di Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.
3. Keponakan tersayang yang selalu meringankan dan memudahkan jalanku dengan caranya yang luar biasa.
4. Ibu DR. Hargianti Dini Iswandari, dr.g, MM selaku Ketua STIKES Widya Husada Semarang
5. Bapak Basuki Rahmat, M.T selaku KA Prodi DIII Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang

6. Ibu Ir. Vivi Vira Viridianti, M.Kes selaku pembimbing, terima kasih atas segala bimbingan, arahan dan koreksiya selama proses penyusunan Tugas Akhir.
7. Segenap Dosen Prodi DIII Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada atas ilmu yang telah diberikan.
8. Rekan-rekan TEM angkatan 2014 yang telah berjuang bersama selama tiga tahun, dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang membantu proses pengerjaan Karya Tulis Ilmiah ini.
9. Teman – teman kos yang selalu menemani perjuangan penulis hingga bisa sampai pada titik ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya tulis ilmiah ini banyak mempunyai kekurangan baik dari segi teknik, teoritis maupun materi. Penulis berharap agar karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang dan bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, 14 September 2017

Penyusun

Harimas Pria Pambudi

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Manfaat.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Definisi Istilah.....	3
BAB II TEORI DASAR.....	4
2.1. Vena ^[1]	4
2.1.1. Jenis-Jenis Pembuluh Balik (Vena).....	5
2.1.2. Ciri-Ciri Pembuluh Balik (Vena).....	6
2.2. Syringe Pump ^[2]	6
2.2.1. Prinsip Dasar Penggunaan <i>Syringe Pump</i>	7
2.3. Trafo (<i>Transformator</i>) ^[3]	7
2.4. Kapasitor ^[3]	10
2.5. Dioda ^[3]	11
2.5.1. <i>Light Emitting Diode</i> (Dioda Emisi Cahaya).....	11
2.5.2. <i>Diode Photo</i> (Dioda Cahaya).....	12
2.5.3. <i>Diode Varactor</i> (Dioda Kapasitas).....	12
2.5.4. <i>Diode Rectifier</i> (Dioda Penyearah).....	12
2.6. Resistor ^[3]	20
2.7. Transistor ^[3]	23
2.7.1. Jenis Transistor.....	23
2.7.2. Transistor Sebagai Saklar.....	25
2.8. LED (<i>Light Emitting Diode</i>) ^[3]	27
2.9.1. Karakteristik.....	27
2.9. <i>Push Button</i> ^[3]	28

2.10	LM2596 adjustable DC-DC step down module ^[4]	28
2.11	LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>) ^[5]	30
2.11.1.	Operasi Dasar LCD.....	31
2.11.2.	Keunggulan.....	32
2.12	Motor stepper ^[6]	32
2.12.1	Kelebihan Motor Stepper.....	33
2.12.2	Prinsip Kerja Motor Stepper.....	33
2.12.3	Jenis Motor Stepper.....	34
2.13	Arduino Nano ^[7]	35
2.13.1.	Spesifikasi.....	35
2.13.2.	Daya.....	36
2.13.3.	Memori.....	37
2.13.4.	Lay-out board Arduino Nano.....	37
2.14	Buzzer.....	38
BAB III PERENCANAAN		39
3.1	Tahapan perencanaan.....	39
3.2	Perencanaan Blok Diagram dan Prinsip Kerja.....	40
3.3	Perencanaan Rangkaian Alat.....	42
3.3.1	Perencanaan Rangkaian Power Supply.....	42
3.3.2	Perencanaan Rangkaian limit switch.....	43
3.3.3	Perencanaan Rangkaian Sensor Ukuran spuit.....	44
3.3.4	Perencanaan Rangkaian Kontrol.....	45
3.3.5	Perencanaan Rangkaian Arduino Nano.....	46
3.3.6	Perencanaan Rangkaian Driver Motor Stepper.....	47
3.3.7	Perencanaan Rangkaian Display.....	48
3.3.8	Perencanaan Rangkaian Buzzer.....	49
3.4	<i>Flow chart</i>	50
3.5	<i>Perencanaan Pembuatan Modul</i>	51
3.4.1	Persiapan Alat dan Bahan.....	52
3.4.2	Hal-Hal yang Dilakukan Dalam Pembuatan Modul.....	52
3.4.3	Pembuatan Papan Rangkaian (PCB).....	52
BAB IV PENDATAAN DAN PENGUKURAN		54
4.1.	Pengertian.....	54
4.2.	Persiapan Alat.....	54
4.3.	Metode Pengukuran.....	55
x		
4.4.	Hasil pengukuran.....	55
4.4.1.	Pengukuran TP1.....	55

4.4.2. Pengukuran akurasi timer	57
BAB V ANALISA PENDATAAN	58
5.1 Rangkaian keseluruhan.....	58
5.2. Analisa Rangkaian.....	60
5.2.1. Analisa Rangkaian TP 1.....	60
5.2.2. Analisa TP 2.....	61
5.2.3. Analisa TP3.....	62
5.2.4. Analisa TP4a.....	62
5.2.5. Analisa TP4b.....	62
5.2.6. Analisa akurasi timer 10 ml	63
5.2.7. Analisa akurasi timer 50 ml	64
BAB VI PENUTUP	65
6.1 Kesimpulan.....	65
6.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kode Warna Resistor.....	20
Tabel 2. Konfigurasi Pin LCD.....	30
Tabel 3. Operasi dasar LCD.....	32
Tabel 4. Daftar komponen rangkaian charger.....	43
Tabel 5. Komponen limit switch.....	44
Tabel 6. Daftar Komponen Rangkaian ukuran.....	44
Tabel 7. Komponen Push Button.....	45
Tabel 8. Daftar Komponen Rangkaian Mikrokontroler.....	47
Tabel 9. Daftar komponen driver motor.....	48
Tabel 10. komponen LCD.....	49
Tabel 11. Daftar Komponen Rangkaian <i>Buzzer</i>	49
Tabel 12. Pengukuran TP1-4.....	56
Tabel 13. Akurasi timer 10 ml.....	57
Tabel 14. Akurasi timer 50 ml.....	57
Tabel 15. Analisa akurasi timer 10 ml.....	63
Tabel 16. Analisa akurasi timer 50 ml.....	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pembuluh Balik (Vena)	5
Gambar 2. Contoh Transformator Secara Umum	8
Gambar 3. Transformator Dasar	8
Gambar 4. Skema Trafo <i>Step UP</i>	9
Gambar 5. Skema Trafo <i>Step Down</i>	10
Gambar 6. Gambar dan Simbol Kapasitor	11
Gambar 7. Simbol dan Jenis-jenis Dioda	13
Gambar 8. Struktur dan Simbol Dioda	13
Gambar 9. Penyearah Setengah gelombang	15
Gambar 10. Sinyal setengah gelombang	16
Gambar 11. Penyearah gelombang penuh	16
Gambar 12. Sinyal gelombang penuh	17
Gambar 13. Penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda	17
Gambar 14. Sinyal gelombang penuh dengan 2 dioda	18
Gambar 15. Penyearah Dilengkapi Filter Kapasitor	19
Gambar 16 Lambang Transistor NPN	24
Gambar 17 Lambang Transistor PNP	25
Gambar 18 Transistor Sebagai Saklar Terbuka	26
Gambar 19 Transistor Sebagai Saklar Tertutup	26
Gambar 20. Karakteristik LED	28
Gambar 21. Bentuk Fisik Push Button	28
Gambar 22. Modul LM2596	29
Gambar 23. Gambar LCD	30
Gambar 24. Prinsip Kerja Motor Stepper	34
Gambar 25. Motor stepper dengan lilitan unipolar	35
Gambar 26. Konfigurasi pin pada board Arduino Nano	37
Gambar 27. Buzzer	38
Gambar 28. Blok Diagram Rangkaian <i>syringe pump</i>	40
Gambar 29. Rangkaian power supply	42
Gambar 30. limit switch	43
Gambar 31. Rangkaian Kontrol	44
Gambar 32. Rangkaian Kontrol	45
Gambar 33. Rangkaian Arduino Nano	46
Gambar 34. Rangkaian <i>Driver Motor Stepper</i>	47
Gambar 35. LCD	48
Gambar 36. Rangkaian <i>Buzzer</i>	49
Gambar 37. Flow Chart	50
Gambar 38. Syringe Pump	51
Gambar 39. Rangkaian Keseluruhan	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan ilmu dan teknologi saat ini semakin pesat disegala bidang kehidupan, termasuk dalam bidang medis dan elektronik. Kemajuan dalam bidang elektronik menunjang dalam bidang kesehatan. Perpaduan kedua bidang ilmu tersebut menghasilkan peralatan kesehatan yang sangat berperan dalam peningkatan mutu pelayanan kesehatan.

Pesawat Syringe pump adalah salah satu peralatan kedokteran yang berfungsi untuk memasukkan cairan obat kedalam tubuh pasien yang dioperasikan secara otomatis. Pesawat syringe pump biasanya digunakan pada pasien yang cara pengobatannya dengan memasukkan obat dalam waktu yang telah ditentukan.

Pesawat Syringe pump menggunakan Mikrokontroller dengan membangkitkan osilasi frekuensi serta pemilihan setting mulai dari 10 ml sampai dengan 50 ml dan Syringe pump menggunakan Mikrokontroller dengan tampilan volume penggunaan obat

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut diatas, maka munculah satu inspirasi atau ide untuk membuat alat yang cara pengoperasiannya dengan menggunakan Mikrokontroller dengan settingan waktu pemberian obat dan settingan jumlah obat yang diberikan kepada pasien.

1.2. Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Rangkain Power Supply
2. Sistem pergerakan
3. Membuat Syringe Pump semirip alat aslinya

1.3. Manfaat

Ada pun pembuatan modul serta penulisan karya tulis ini dapat memberikan beberapa manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Diharapkan pemberian obat ke pasien lebih mudah dan aman.
2. Diharapkan dapat Membantu memudahkan dan mempercepat kerja paramedis dalam melayani pasien.
3. Diharapkan hasil pembuatan modul serta penulisan ini dapat memberikan ilmu dan teori berkaitan dengan Syringe Pump.

1.4. Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini penulis membatasi masalah pada :

1. Hanya membahas fungsi dan cara kerja pada Alat Syringe Pump.
2. Alat Syringe Pump hanya dapat volume pada tingkat 10ml, 20 ml, 50ml yang terisi penuh.
3. Alat Syringe Pump menggunakan Arduino Nano Atmega 328P.
4. Alat Syringe pump hanyalah simulasi.

1.5. Definisi Istilah

Dalam penulisan karya tulis ilmiah ini penulis menggunakan beberapa kata-kata yang tidak baku atau kata-kata yang tidak umum di antaranya :

ARDUINO NANO

Salah satu varian dari produk board mikrokontroller keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroller Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x.

VENA

Pembuluh balik (Vena) adalah pembuluh darah yang menghantar darah menuju ke jantung.

MOTOR STEPPER

satu jenis motor dc yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. *Prinsip kerja* motor stepper adalah bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit dimana motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor stepper tersebut

SPUIT

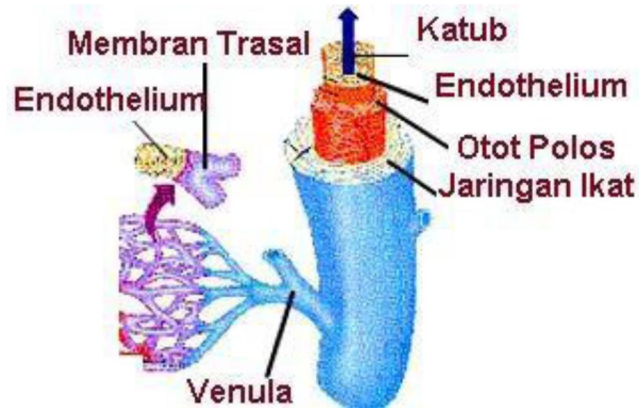
Tempat cairan obat yang akan dimasukkan ke pasien.

BAB II TEORI DASAR

2.1. Vena^[1]

Pembuluh balik (Vena) adalah pembuluh darah yang menghantar darah menuju ke jantung. Darah dari kapiler dalam jaringan tubuh kembali ke jantung melalui dengan venula, setelah itu ke pembuluh balik atau vena. Pembuluh balik memiliki dinding lebih tipis, tidak elastis, dan berdiameter lebih lebar daripada pembuluh nadi. Ini terjadi karena darah dalam perjalanannya kembali ke jantung memiliki tekanan yang sangat rendah.

Tekanan yang rendah tersebut menyebabkan darah cenderung mengalir kembali meninggalkan jantung. Untuk mencegah peristiwa itu, pembuluh balik memiliki banyak katup yang memastikan darah mengalir ke satu arah menuju jantung. Tekanan darah yang rendah dalam pembuluh balik menyebabkan tidak terasa adanya denyutan sehingga darah hanya menetes (tidak memancar) apabila pembuluh balik terluka. Pembuluh balik terletak di dekat dengan permukaan tubuh tampak kebiru-biruan. **Pembuluh balik berfungsi** menyalurkan darah dari seluruh tubuh menuju ke jantung. Pembuluh ini dilalui darah yang mengandung banyak karbon dioksida, kecuali pada pembuluh balik dari paru-paru menuju ke jantung (pembuluh balik paru-paru atau (**vena pulmonalis**) yang dilalui darah mengandung banyak oksigen.



Gambar 1. Pembuluh Balik (Vena)

Pembuluh balik yang besar ada dua macam, yaitu pembuluh balik besar atas (**vena kava superior**) dan pembuluh balik besar bawah (**vena kava inferior**). Pembuluh balik besar atas menerima darah dari tubuh bagian atas, yaitu kepala dan lengan. Pembuluh balik besar bawah menerima darah dari tubuh bagian bawah, yaitu badan dan kaki.

Kesimpulan :

Fungsi Pembuluh Balik (Vena) Menyalurkan darah dari seluruh tubuh menuju jantung.

2.1.1. Jenis-Jenis Pembuluh Balik (Vena)

1. **Vena Pulmonalis** atau vena paru-paru adalah pembuluh darah yang banyak mengandung oksigen dari paru-paru menuju ke antrium kiri jantung. Vena pulmonalis terbagi atas dua macam atau jenis yakni vena pulmonalis kanan dan vena pulmonalis kiri.
2. **Vena Cava** atau vena sistemik adalah pembuluh darah yang membawa darah dari seluruh tubuh menuju ke jantung bagian antrium kanan. Vena cava terbagi atas dua yakni vena cava superior dan vena cava inferior.

3. **Vena Superfisialis** : Vena cava superfisialis adalah pembuluh balik yang terletak dekat dengan permukaan kulit dan tidak terletak dekat dengan arteri yang tepat.
4. **Vena Dalam** : vena dalam atau deep vein adalah pembuluh darah vena yang menyertai arteri dan biasanya tersimpan dalam selubung pembungkus vena dan arteri

2.1.2. Ciri-Ciri Pembuluh Balik (Vena)

1. Pembuluh balik yang dinding lebih tipis.
2. Pembuluh yang tidak elastis, dan berdiamater lebih lebar dari pada pembuluh nadi
3. Pada umumnya terletak didekat dengan permukaan tubuh dan tampak kebiru-biruan
4. Memiliki ukuran yang berdiamater i hingga 1,5 centimeter
5. Mengandung banyak karbon dioksida

2.2. Syringe Pump^[2]

Pesawat *syringe pump* difungsikan untuk memasukkan cairan yang berupa obat kedalam tubuh pasien. Pesawat *syringe pump* ini dapat mengawasi dan mengontrol dirinya sendiri yaitu mengontrol pemberian obat ke dalam pembuluh darah pasien. Pesawat *syringe pump* ini akan diaplikasikan bagi pasien yang membutuhkan perawatn khusus yaitu pemberian obat harus sesuai dengan ketentuan waktu. Biasanya ukuran waktu tersebut ditentukan dalam ukuran jam, yang tentunya ditentukan dengan resep dokter. Karena pemberian obat membutuhkan waktu yang

cukup lama, maka hanya dengan menggunakan *syringe pump* inilah pemberian obat dapat dikontrol.^[1]

2.2.1. Prinsip Dasar Penggunaan *Syringe Pump*

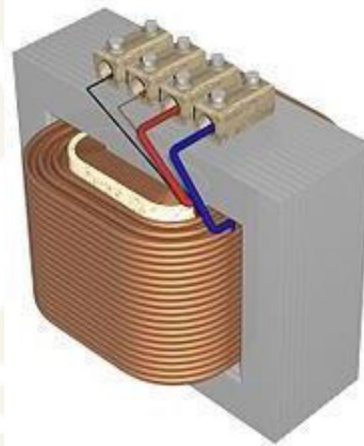
Pada pesawat *syringe pump* system operasinya sudah diprogram dengan system pergerakan motor, maka perawat/ dokter hanya tinggal menentukan dosis (ml/H) yang perlu diberikan kepada pasien dimana penentuan dosis ini sudah mengatur kecepatan motor untuk menekan *syringe* memasukkan obat kedalam tubuh pasien. Dengan menggunakan pesawat *syringe pump*, pemberian obat dapat dikontrol volume penggunaan obat dan waktu penggunaan obat tersebut.

2.3. Trafo (*Transformer*)^[3]

Transformer adalah alat untuk menggabungkan daya atau sinyal AC dari suatu rangkaian ke rangkaian yang lainnya. Tegangan dapat dinaikan (*stepped-up*) tegangan sekunder lebih besar dari tegangan primer atau diturunkan (*stepped-down*) tegangan sekunder lebih kecil dari tegangan primer. *Transformer* adalah komponen pasif seperti halnya resistor, kapasitor, dan induktor. Aplikasi-aplikasi umum *transformator* meliputi penaikan atau penurunan tegangan sumber pada catu daya, penggabungan sinyal-sinyal pada amplifier AF untuk memperoleh kesesuaian impedansi (*impedansi matching*) dan untuk mengisolasi potensial-potensial DC yang berkaitan dengan komponen aktif.

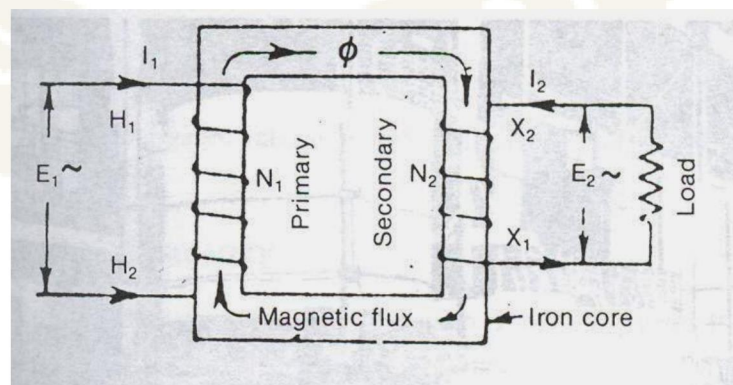
Spesifikasi dari sebuah *transformator* umumnya mencakup rating tegangan arus primer dan sekunder, rating daya yang dibutuhkan (yaitu daya maksimum, biasanya dinyatakan dalam *volt-ampere* VA) yang dapat secara terus-menerus diberikan oleh *transformator* pada kondisi-kondisi tertentu, kisaran frekuensi untuk

komponen (biasanya dinyatakan sebagai batas atas dan batas bawah dari frekuensi kerja), dan pengaturan dari *transformator* (biasanya dinyatakan sebagai presentase dari beban penuh). Spesifikasi yang terakhir ini merupakan ukuran kemampuan *transformator* untuk mempertahankan tegangan *output* yang di-rating dalam kondisi berbeban.



Gambar 2. Contoh Transformator Secara Umum

Prinsip kerja *transformator* yaitu pada lilitan primer dan sekunder dililitkan pada sebuah inti magnetik reluktansi-rendah yang sama. *Fluks* bolak-balik yang ditimbulkan oleh lilitan primer dialirkan ke lilitan sekunder. Arus *simusoidal* yang mengalir pada lilitan primer akan menghasilkan *fluks* yang *simusoidal*.



Gambar 3. Transformator Dasar

Hubungan antara tegangan, arus dan jumlah lilitan pada trafo dapat dilihat dari persamaan :

Pada *transformator* ideal berlaku rumus :

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

V_s = tegangan pada kumparan sekunder.

V_p = tegangan pada kumparan primer.

I_p = kuat arus pada kumparan primer.

I_s = kuat arus pada kumparan sekunder.

N_s = jumlah lilitan pada kumparan sekunder.

N_p = jumlah lilitan pada kumparan primer.

Jika dilihat dari jumlah lilitannya, ada dua jenis trafo yaitu :

a. Trafo *Step Up*

Trafo *step up* berfungsi untuk menaikkan tegangan AC. Jumlah lilitan pada kumparan sekunder lebih banyak daripada kumparan primer ($N_s > N_p$). Skema dari trafo *step up* dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 4. Skema Trafo *Step UP*

b. Trafo *Step Down*

Trafo *step down* berfungsi untuk menurunkan tegangan AC sumber. Jumlah lilitan pada kumparan primer lebih banyak daripada kumparan sekunder ($N_p > N_s$). Skema dari trafo *step down* dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.




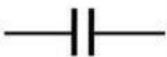

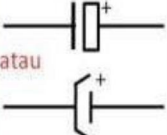


Gambar 5. Skema Trafo *Step Down*

2.4. Kapasitor^[3]

komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan arus listrik di dalam medan listrik sampai batas waktu tertentu dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan arus listrik. Satuan kapasitor disebut *Farad* (F). Satu *Farad* = 9×10^{11} cm² yang artinya luas permukaan kepingan tersebut dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik.

Kapasitor biasanya terbuat dari dua buah lempengan logam yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umumnya dikenal misalnya adalah ruang hampa udara, keramik, gelas, dan lain-lain. Jika kedua ujung pelat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif, dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke kutub positif, karena

terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Kapasitor Biasa (Non-Polaritas)		
Kapasitor Elektrolit (memiliki Polaritas)		
Kapasitor Variabel (Variable Capacitor)		

Gambar 6. Gambar dan Simbol Kapasitor

2.5. Dioda^[3]

Dioda merupakan komponen yang memberikan resistansi yang sangat rendah terhadap aliran arus, pada arah yang berlawanan. Karakteristik ini memungkinkan dioda untuk digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang menuntut rangkaian untuk memberikan tanggapan yang berbeda sesuai dengan arah arus yang mengalir di dalamnya, dioda juga memiliki beberapa jenis yaitu :

2.5.1. *Light Emitting Diode (Dioda Emisi Cahaya)*

Dioda yang sering disingkat LED ini merupakan salah satu piranti elektronik yang menggabungkan dua unsur yaitu optik dan elektronik yang disebut juga sebagai *Optoelectronic*. dengan masing-masing elektrodanya berupa anoda (+) dan katoda (-), dioda jenis ini dikategorikan berdasarkan arah bias dan diameter cahaya yang dihasilkan, dan warnanya.

2.5.2. Diode Photo (Dioda Cahaya)

Dioda jenis ini merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, yang bekerja pada daerah-daerah tertentu sehingga arus cahaya tertentu saja yang dapat melewatinya, dioda ini biasa dibuat dengan menggunakan bahan dasar silikon dan geranium. Dioda cahaya saat ini banyak digunakan untuk alarm, pita data berlubang yang berguna sebagai sensor, dan alat pengukur cahaya (Lux Meter).

2.5.3. Diode Varactor (Dioda Kapasitas)

Dioda jenis ini merupakan dioda yang unik, karena dioda ini memiliki kapasitas yang dapat berubah-ubah sesuai dengan besar kecilnya tegangan yang diberikan kepada dioda ini, contohnya jika tegangan yang diberikan besar, maka kapasitasnya akan menurun, berbanding terbalik jika diberikan tegangan yang rendah akan semakin besar kapasitasnya, pembiasan dioda ini secara *reverse*. Dioda jenis ini banyak digunakan sebagai pengaturan suara pada televisi, dan pesawat penerima radio.


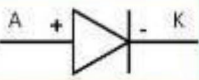

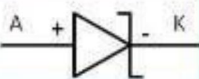

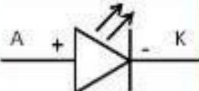

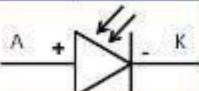

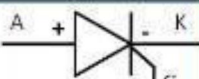
2.5.4. Diode Rectifier (Dioda Penyearah)

Dioda jenis ini merupakan dioda penyearah arus atau tegangan yang diberikan, contohnya seperti arus berlawanan (AC) disearahkan sehingga menghasilkan arus searah (DC). Dioda jenis ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan kapasitas tegangan yang dimiliki.

a. Diode Zener

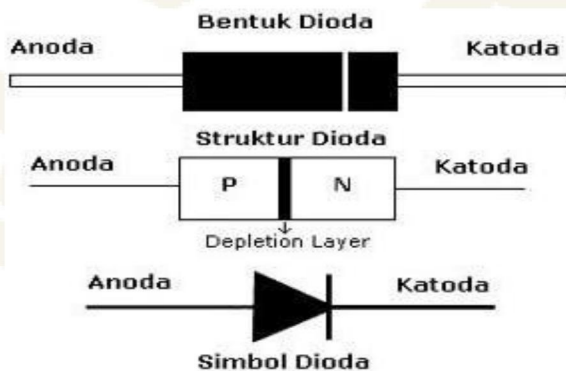
Dioda jenis ini merupakan dioda yang memiliki kegunaan sebagai penyearah tegangan baik yang diterima maupun yang dikeluarkan, sesuai dengan kapasitas dari dioda tersebut, contohnya jika dioda tersebut memiliki kapasitas 5,1 V, maka jika

tegangan yang diterima lebih besar dari kapasitasnya, maka tegangan yang dihasilkan akan tetap 5,1 tetapi jika tegangan yang diterima lebih kecil dari kapasitasnya yaitu 5,1, dioda ini tetap mengeluarkan tegangan sesuai dengan inputnya.

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Dioda Penyearah		
Dioda Zener		
LED (Light Emitting Diode)		
Dioda Foto (Photo Diode)		
SCR (Silicon Control Rectifier)		

Gambar 7. Simbol dan Jenis-jenis Dioda

Sambungan PN dengan sedikit porsi kecil yang disebut lapisan deplesi (*depletion layer*), dimana terdapat keseimbangan *hole* dan elektron. Pada sisi P banyak terbentuk *hole-hole* yang siap menerima elektron sedangkan di sisi N banyak terdapat elektron-elektron bebas.

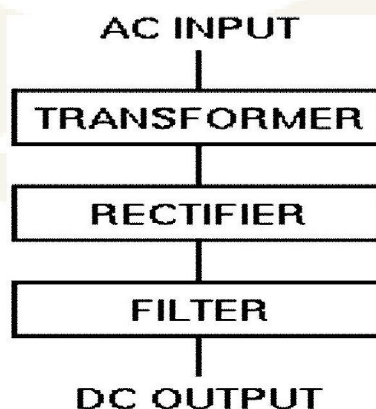


Gambar 8. Struktur dan Simbol Dioda

Karakteristik dioda adalah sebagai berikut :

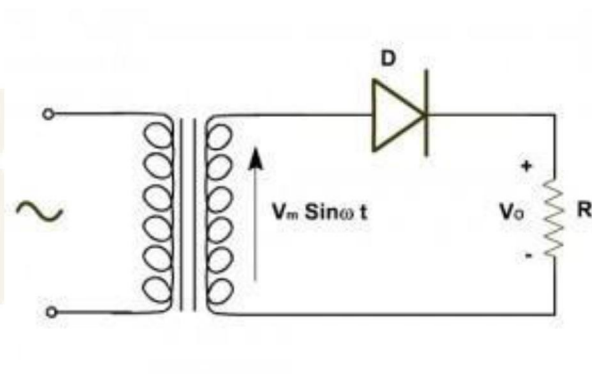
- a. Bila dioda diberi tegangan maju, maka dengan tegangan kecil saja (umumnya kira-kira 0,7 volt) arus akan mengalir dari anoda ke katoda.
- b. Bila dioda diberi tegangan balik maka untuk tegangan yang masih dibawah tegangan *break down*, arus tidak akan mengalir dari anoda ke katoda sampai tegangan yang diberikan mencapai tegangan *break down*.

Konsep dasar penyearah gelombang adalah penyearah gelombang dalam suatu power supply atau catu daya. Penyearah gelombang (rectifier) adalah bagian dari power supply / catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (Alternating Current) menjadi tegangan DC (Direct Current). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah diode yang dikonfiguarsikan secara forward bias. Dalam sebuah power supply tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan transformator stepdown. Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang pada suatu power supply yaitu, penurun tegangan (transformer), penyearah gelombang / rectifier (diode) dan filter (kapasitor) yang digambarkan dalam blok diagram berikut.



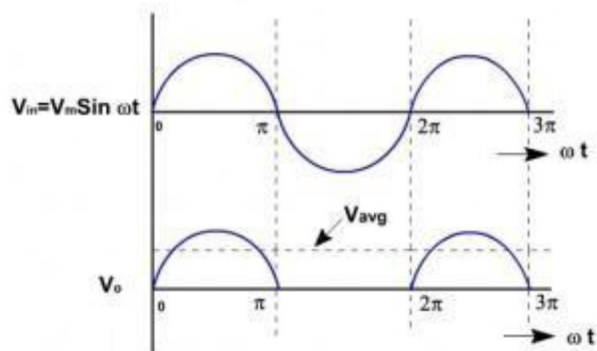
ada dasarnya konsep penyearah gelombang dibagi dalam 2 jenis yaitu, Penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.

Penyearah Setengah Gelombang (Half Wave rectifier)



Gambar 9. Penyearah Setengah gelombang

Penyearah setengah gelombang (half wave rectifier) hanya menggunakan 1 buah diode sebagai komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC. Prinsip kerja dari penyearah setengah gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari transformator. Pada saat transformator memberikan output sisi positif dari gelombang AC maka diode dalam keadaan forward bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka dioda dalam posisi reverse bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar sinyal output penyearah setengah gelombang berikut.



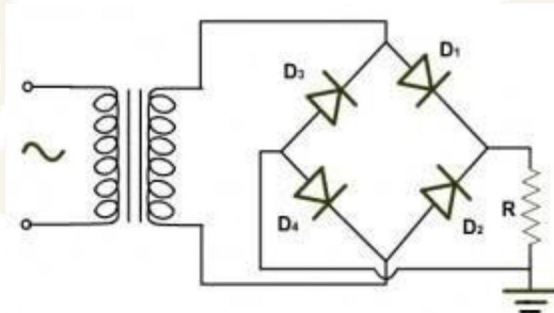
Gambar 10. Sinyal setengah gelombang

Formulasi yang digunakan pada penyearah setengah gelombang sebagai berikut.

$$V_{avg} = \frac{V_m}{\pi R}$$

Penyearah Gelombang Penuh (Full wave Rectifier)

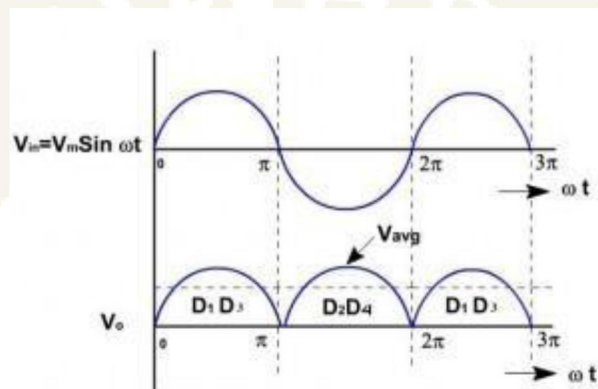
Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 diode dan 2 diode. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 diode menggunakan transformator non-CT seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 11. Penyearah gelombang penuh

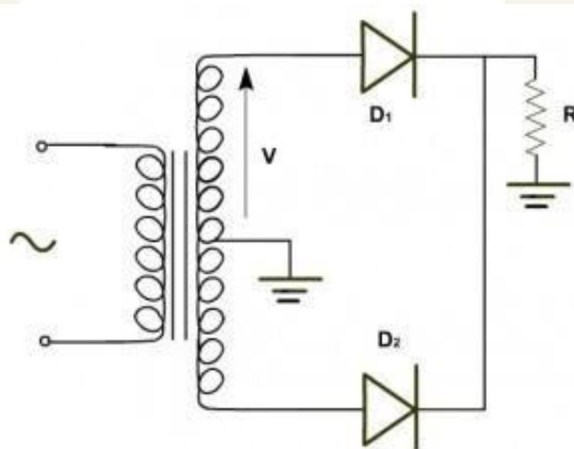
Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D_1, D_4

pada posisi forward bias dan D2, D3 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi forward bias dan D1, D2 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik output berikut.



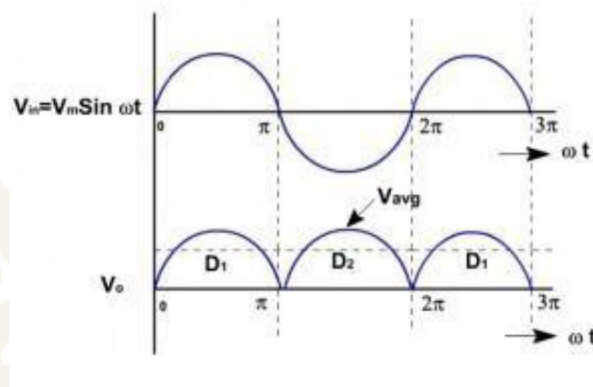
Gambar 12. Sinyal gelombang penuh

Penyearah gelombang dengan 2 diode menggunakan transformator dengan CT (Center Tap). Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 diode dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 13. Penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda

Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda ini dapat bekerja karena menggunakan transformator dengan CT. Transformator dengan CT seperti pada gambar diatas dapat memberikan output tegangan AC pada kedua terminal output sekunder terhadap terminal CT dengan level tegangan yang berbeda fasa 180° . Pada saat terminal output transformator pada D1 memberikan sinyal puncak positif maka terminal output pada D2 memberikan sinyal puncak negatif, pada kondisi ini D1 pada posisi forward dan D2 pada posisi reverse. Sehingga sisi puncak positif dilewatkan melalui D1. Kemudian pada saat terminal output transformator pada D1 memberikan sinyal puncak negatif maka terminal output pada D2 memberikan sinyal puncak positif, pada kondisi ini D1 posisi reverse dan D2 pada posisi forward. Sehingga sinyal puncak positif dilewatkan melalui D2. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar output penyearah gelombang penuh berikut.



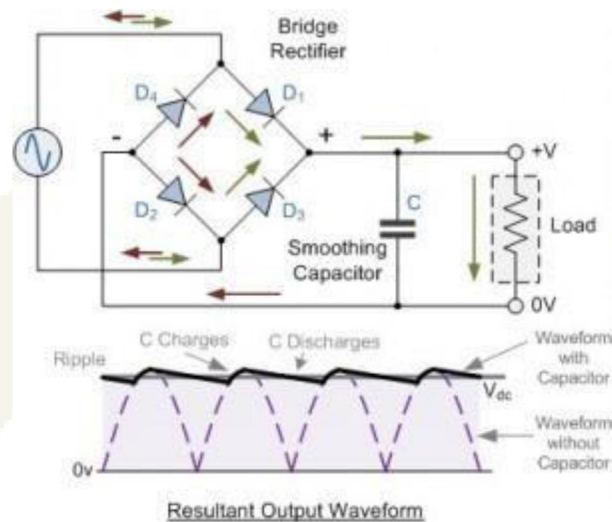
Gambar 14. Sinyal gelombang penuh dengan 2 dioda

Formulasi pada penyearah gelombang penuh sebagai berikut.

$$V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi}$$

Penyearah Dilengkapi Filter Kapasitor

Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang filter kapasitor pada bagian output rangkaian penyearah seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 15. Penyearah Dilengkapi Filter Kapasitor

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan ripple yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang filter kapasitor maka output dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (Direct Current) yang dpat diformulasikan sebagai berikut :

$$V_{dc} = \frac{2V_{max}}{\pi}$$

Kemudian untuk nilai ripple tegangan yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{Ripple} = \frac{I_{Load}}{fC}$$

2.6. Resistor^[3]

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol *Omega* (Ω). Sesuai hukum *Ohm* bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansinya (*Ohm*) resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut.

Warna Cincin	Cincin I	Cincin II	Cincin III	Cincin IV Pengali	Cincin V Toleransi
Hitam	0	0	0	$\times 1$	
Coklat	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1 \%$
Merah	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2 \%$
Jingga	3	3	3	$\times 10^3$	
Kuning	4	4	4	$\times 10^4$	
Hijau	5	5	5	$\times 10^5$	
Biru	6	6	6	$\times 10^6$	
Ungu	7	7	7	$\times 10^7$	
Abu-abu	8	8	8	$\times 10^8$	
Putih	9	9	9	$\times 10^9$	
Emas				$\times 0,1$	$\pm 5 \%$
Perak				$\times 0,01$	$\pm 10 \%$
Tanpa warna					$\pm 20 \%$

Tabel 1. Kode Warna Resistor

A. Resistor Dengan 4 Cincin Kode Warna

Maka cincin ke 1 dan ke 2 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 3 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke4 menunjukkan nilai toleransi resistor.

B. Resistor Dengan 5 Cincin Kode Warna

Maka cincin ke 1, ke 2 dan ke 3 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 4 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 5 menunjukkan nilai toleransi resistor.

C. Resistor Dengan 6 Cincin Warna

Resistor dengan 6 cincin warna pada prinsipnya sama dengan resistor dengan 5 cincin warna dalam menentukan nilai resistansinya. Cincin ke 6 menentukan coefisien temperatur yaitu temperatur maksimum yang diijinkan untuk resistor tersebut.

D. Kode Huruf Resistor

Resistor dengan kode huruf dapat kita baca nilai resistansinya dengan mudah karena nilai resistansi dituliskan secara langsung. Pada umumnya resistor yang dituliskan dengan kode huruf memiliki urutan penulisan kapasitas daya, nilai resistansi dan toleransi resistor. Kode huruf digunakan untuk penulisan nilai resistansi dan toleransi resistor.

Kode Huruf Untuk Nilai Resistansi :

1. R, berarti $\times 1$ (Ohm)
2. K, berarti $\times 1000$ (KOhm)
3. M, berarti $\times 1000000$ (MOhm)

Kode Huruf Untuk Nilai Toleransi :

1. F, untuk toleransi 1%
2. G, untuk toleransi 2%
3. J, untuk toleransi 5%
4. K, untuk toleransi 10%
5. M, untuk toleransi 20%

Kemudian berdasarkan nilai resistansinya resistor dibedakan menjadi 2 jenis yaitu resistor tetap (*Fixed Resistor*) dan resistor tidak tetap (*Variable Resistor*).

E. Resistor Tetap

Resistor tetap merupakan resistor yang nilai resistansinya tidak dapat diubah atau tetap. Resistor jenis ini biasa digunakan dalam rangkaian elektronika sebagai pembatas arus dalam suatu rangkaian elektronika. Resistor tetap dapat kita temui dalam beberapa jenis, seperti :

1. *Metal Film Resistor*
2. *Metal Oxide Resistor*
3. *Carbon Film Resistor*
4. *Ceramic Encased Wirewound*
5. *Economy Wirewound*
6. *Zero Ohm Jumper Wire*
7. *SIP Resistor Network*

F. Resistor Tidak Tetap (*Variable Resistor*)

Resistor tidak tetap atau variabel resistor terdiri dari :

1. **Potensiometer**, tipe variabel resistor yang dapat diatur nilai resistansinya secara langsung karena telah dilengkapi dengan tuas kontrol. Potensiometer terdiri dari 2 jenis yaitu Potensiometer Linier dan Potensiometer Logaritmis.
2. **Trimer Potensiometer**, yaitu tipe variabel resistor yang membutuhkan alat bantu (obeng) dalam mengatur nilai resistansinya. Pada umumnya resistor jenis ini disebut dengan istilah “Trimer Potensiometer atau VR”.
3. **Thermistor**, yaitu tipe resistor variabel yang nilai resistansinya akan berubah mengikuti suhu disekitar resistor. *Thermistor* terdiri dari 2 jenis yaitu NTC dan PTC.
4. **LDR (Light Depending Resistor)**, yaitu resistor variabel nilai resistansinya akan berubah mengikuti cahaya yang diterima oleh LDR tersebut.

2.7. Transistor^[3]

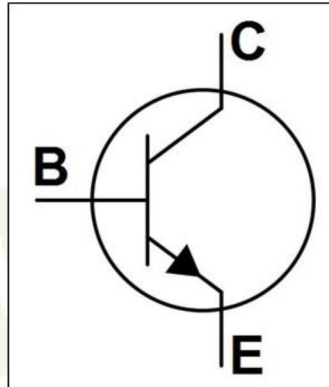
Transistor merupakan komponen aktif elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor yang terdiri dari tiga terminal yaitu basis, kolektor, dan emitor. Terminal basis berfungsi mengendalikan arus listrik yang mengalir dari kolektor ke emitor, terminal kolektor berfungsi sebagai pengumpul elektron, sedangkan terminal emitor berfungsi sebagai penghasil elektron.

2.7.1. Jenis Transistor

Berdasarkan jenis transistor, transistor dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu NPN dan PNP :

1. Transistor NPN

Transistor NPN (*Negative Positive Negative*) ditunjukkan dengan lambang transistor yaitu tanda panahnya menuju keluar

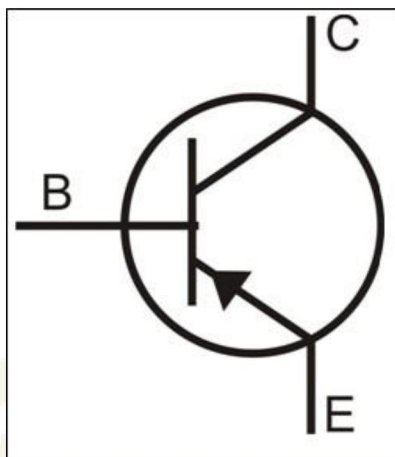


Gambar 16 Lambang Transistor NPN

Huruf n dan p pada transistor jenis ini menunjukkan pembawa muatan mayoritas pada daerah yang berbeda pada transistor. Apabila diberikan tegangan positif dari basis ke emitor, akan menyebabkan hubungan ke kolektor ke emitor terhubung sehingga menyebabkan transistor aktif (on), apabila diberikan tegangan negatif atau 0V dari basis ke emitor menyebabkan hubungan kolektor dan emitor ini akan membuat transistor mati (off). Arus kecil yang melalui basis pada emitor dikuatkan dikeluarkan kolektor. Dengan kata lain transistor aktif (on) ketika tegangan basis lebih tinggi dari tegangan emitor.

2. Transistor PNP

Transistor PNP (*Positive Negative Positive*) ditunjukkan dengan lambang transistor yaitu tanda panahnya menuju kedalam yang diperlihatkan pada gambar 14. Apabila diberikan tegangan negatif dari basis ke emitor akan menyebabkan transistor hidup (on). Sebaliknya apabila diberikan tegangan positif atau 0V dari basis ke emitor ini akan membuat transistor mati (off).^[19]



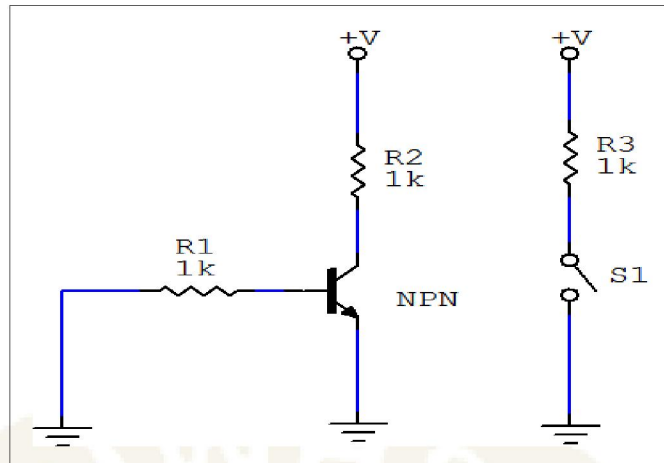
Gambar 17 Lambang Transistor PNP

2.7.2. Transistor Sebagai Saklar

Salah satu fungsi transistor dapat diaplikasikan sebagai saklar, jika beroperasi pada keadaan *cutt off* maka transistor identik dengan saklar terbuka, sedangkan transistor pada keadaan saturasi identik dengan saklar tertutup. Transistor sebagai saklar terbuka apabila basis mendapat tegangan < 0.7 Volt

1. Operasi Transistor NPN pada kondisi *Cutt Off*

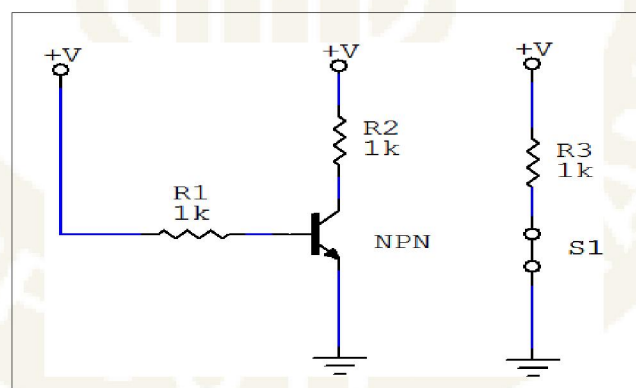
Operasi pada transistor jenis NPN, apabila basis lebih negatif dari emiter maka arus tidak akan mengalir dari kolektor menuju ke emiter. Pada keadaan ini transistor berada dalam daerah *cut off* dan dapat dianggap sebagai saklar terbuka seperti pada gambar 15



Gambar 18 Transistor Sebagai Saklar Terbuka

2. Operasi transistor NPN pada kondisi saturasi

Operasi pada transistor jenis NPN, apabila dioda basis-emitor dan dioda basis kolektor mendapat bias maju, maka arus dapat mengalir dari kolektor ke emitor. Pada keadaan ini transistor berada dalam daerah saturasi dan tegangan antara kolektor dengan emitor (V_{ce}) dapat dianggap nol. Dalam kondisi ini, transistor dianggap sebuah saklar tertutup seperti pada gambar di bawah ini^[4] :



Gambar 19 Transistor Sebagai Saklar Tertutup

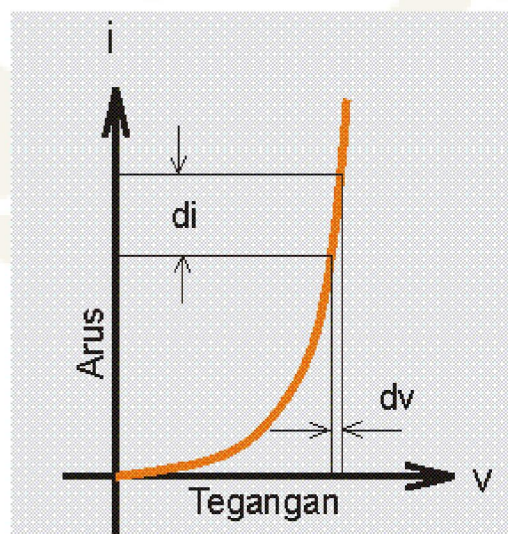
2.8 LED (*Light Emitting Diode*)^[3]

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan diode semikonduktor yang dapat mengeluarkan emisi cahaya apabila diberikan tegangan. Radiasi cahaya yang dipancarkan LED tergantung dari materi dan susunan diode P-N dan bahan semikonduktor penyusun led itu sendiri. Bahan semikonduktor yang sering digunakan dalam pembuatan LED adalah :

- Ga As (*Galium Arsenide*) meradiasikan sinar infra merah.
- Ga As P (*Galium Arsenide Phospide*) meradiasikan warna merah dan kuning.
- Ga P (*Galium Phospide*) meradiasikan warna merah dan kuning.

2.9.1. Karakteristik

Arus LED sebanding dengan intensitas cahaya yang dihasilkan. Jika arus yang melewati yang melewati LED besar, maka intensitas cahaya yang dihasilkan juga terang. Sebaliknya jika arus yang lewat kecil, maka nyala LED akan redup atau LED tidak akan menyala sama sekali.



Gambar 20. Karakteristik LED

2.9 Push Button^[3]

Swich Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain (suatu sistem saklar tekan *push button* terdiri dari saklar tekan *start*, *Stop reset* dan saklar tekan untuk *emergency*. *Push button* memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*), kontak ini memiliki 2 buah terminal baut sebagai kontak sambungan.



Gambar 21. Bentuk Fisik Push Button

2.10 LM2596 adjustable DC-DC step down module^[4]

Modul LM2596 dapat digunakan untuk menurunkan tegangan DC maksimal hingga 3A dengan range DC 3.2V-46V dengan selisih minimum input - output 1.5V

DC. Keunggulan modul step down LM2596 adalah besar tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun, Output bisa di stel dengan memutar potensiometer. Cocok untuk pemasangan variasi mobil dan sepeda motor, dijadikan charger HP, power supply LED, lighting dsb. Perhatikan tanda + dan -, jangan sampai terbalik. Jika terbalik akan merusak modul. Tegangan output 1.5V s/d 30V untuk handphone, MP3, MP4, PSP atau peralatan listrik lainnya. Yg penting tegangan input harus lebih besar dari output. Sangat mudah dan sederhana.



Gambar 22. Modul LM2596

Spesifikasi :

- a. Model/name: LM2596S DC-DC Step-Down module
- b. Tegangan input: 3.2-46V DC
- c. Tegangan output: 1.25-35V DC
- d. Selisih input output: Minimal 1.5V DC
- e. Arus: Maksimal 3A, Untuk penggunaan jangka waktu lama disarankan untuk menggunakan arus kurang dari 2.5A atau menggunakan tambahan heatsink (diatas 10W)
- f. Efisiensi step down: 92%

- g. Output ripple: 30mV
- h. Switching frequency: 65KHz
- i. operating Temperature: -45 - 85 C
- j. Dimensi: 43 x 21 x 14 mm

2.11 LCD (*Liquid Cristal Display*)^[5]

LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah.



Gambar 23. Gambar LCD

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display. Keuntungan dari LCD ini adalah :

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional
4. Daya yang digunakan relative sangat kecil.

Tabel 2. Konfigurasi Pin LCD

Pin No.	Keterangan	Konfigurasi Hubung
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan + 5 V DC
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda (+5 V DC)
16	K	Katoda (Ground)

2.11.1. Operasi Dasar LCD

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu intruksi mengakses proses internal, intruksi menulis data, intruksi membaca kondisi sibuk, dan intruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah

Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, dan Display Shift.

Tabel 3. Operasi dasar LCD

RS	R/W	Operasi
0	0	Input Intruksi ke LCD
0	1	Membaca Status Flag (DB ₇) dan alamat counter (DB ₀ ke DB ₆) DB ₆)
1	0	Menulis Data
1	1	Membaca Data

2.11.2. Keunggulan

LCD memiliki beberapa keunggulan antara lain :

1. Hanya membutuhkan arus yang kecil (mA), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil.
2. Tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah dibawah sinar matahari maupun pada kondisi gelap. ^[4]

2.12 Motor stepper^[6]

adalah salah satu jenis motor dc yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. *Prinsip kerja motor stepper* adalah bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit dimana motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor stepper tersebut.

2.12.1 Kelebihan Motor Stepper

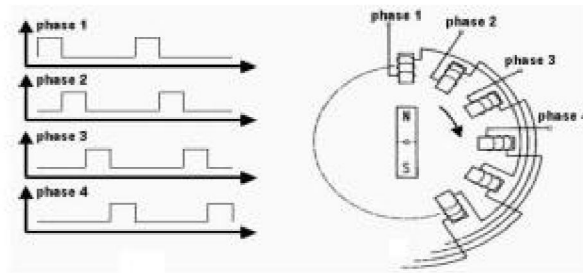
Kelebihan motor stepper dibandingkan dengan motor DC biasa adalah :

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.

2.12.2 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.

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

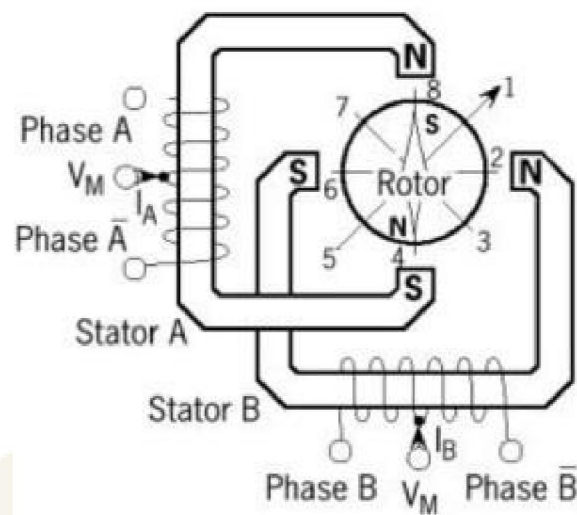


Gambar 24. Prinsip Kerja Motor Stepper

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

2.12.3 Jenis Motor Stepper

Motor Stepper Unipolar terdiri dari dua lilitan yang memiliki center tap. Center tap dari masing masing lilitan ada yang berupa kabel terpisah ada juga yang sudah terhubung didalamnya sehingga center tap yang keluar hanya satu kabel. Untuk motor stepper yang center tapnya ada pada masing – masing lilitan kabel inputnya ada 6 kabel. Namun jika center tapnya sudah terhubung di dalam kabel inputannya hanya 5 kabel. Center tap dari motor stepper dapat dihubungkan ke pentanahan atau ada juga yang menghubungkannya ke +VCC hal ini sangat dipengaruhi oleh driver yang digunakan. Rangkaian pengendali motor stepper unipolar lebih mudah dirancang karena hanya memerlukan satu switch / transistor setiap lilitannya. Untuk menjalankan dan menghentikan motor ini cukup dengan menerapkan pulsa digital yang hanya terdiri atas tegangan positif dan nol (ground) pada salah satu terminal lilitan (wound) motor sementara terminal lainnya dicatu dengan tegangan positif konstan (VM) pada bagian tengah (center tap) dari lilitan seperti pada gambar berikut.



Gambar 25. Motor stepper dengan lilitan unipolar

2.13 Arduino Nano^[7]

Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroler keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catudaya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini USB port. Arduino Nano didesain dan diproduksi oleh Gravitech.^[7]

2.13.1. Spesifikasi

Arduino Nano memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Mikrokontroler : Atmel ATmega168 untuk Arduino Nano 2.x
Atmel Atmega328 untuk Arduino Nano 3.x
2. Tegangan kerja : 5 Volt

3. Tegangan input : Optimal : 7 – 12 Volt
4. Minimum : 6 Volt
5. Maksimum : 20 Volt
6. Digital pin I/O : 14 pin yaitu pin D₀ sampai pin D₁₃
Dilengkapi dengan 6 pin PWM
7. Analog pin : 8 pin yaitu pin A₀ sampai pin A₇
8. Arus listrik maksimum : 40 mA
9. Flash memori : 32 Mbyte untuk Arduino Nano 3.x 16
Mbyte untuk Arduino Nano 2.x
10. Besar flash memori ini dikurangi 2 kbyte yang digunakan untuk
menyimpan file bootloader.
11. SRAM : 1 kbyte (ATmega168) dan 2 kbyte
(ATmega328)
12. EEPROM : 512 byte (Atmega168) dan 1 kbyte
(Atmega328)
13. Kecepatan clock : 16 MHz
14. Ukuran board : 4,5 mm x 18 mm
15. Berat : 5 gram

2.13.2. Daya

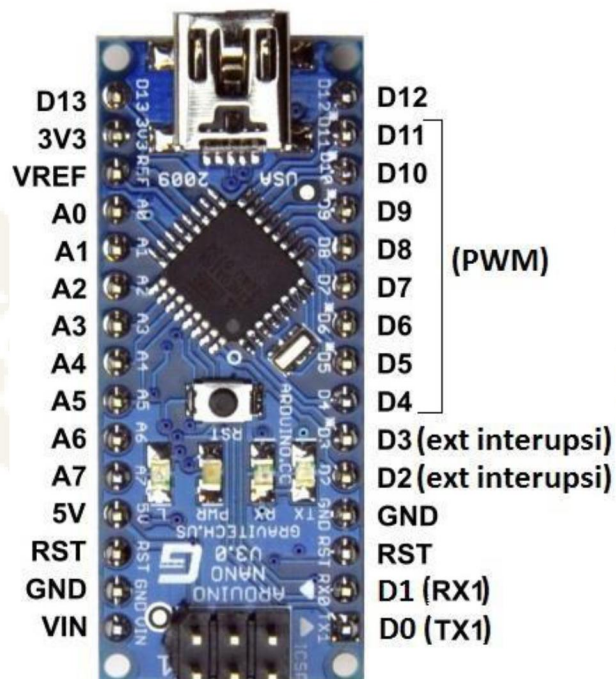
Arduino Nano dapat menggunakan catudaya langsung dari mini-USB port atau menggunakan catudaya luar yang dapat diberikan pada pin30 (+) dan pin29 (-) untuk tegangan kerja 7 – 12 V atau pin 28(+) dan pin 29(-) untuk tegangan 5V.

2.13.3. Memori

Atmega 168 dilengkapi dengan flash memori sebesar 16 kbyte yang dapat digunakan untuk menyimpan kode program utama. Flash memori ini sudah terpakai 2 kbyte untuk program bootloader sedangkan Atmega328 dilengkapi dengan flash memori sebesar 32 kbyte dan dikurangi sebesar 2 kbyte untuk bootloader.

Selain dilengkapi dengan flash memori, mikrokontroler ATmega168 dan ATmega328 juga dilengkapi dengan SRAM dan EEPROM. SRAM dan EEPROM dapat digunakan untuk menyimpan data selama program utama bekerja. Besar SRAM untuk ATmega168 adalah 1 kb dan untuk ATmega328 adalah 2 kb sedangkan besar EEPROM untuk ATmega168 adalah 512 b dan untuk ATmega328 adalah 1 kb.

2.13.4. Lay-out board Arduino Nano



Gambar 26. Konfigurasi pin pada board Arduino Nano

2.14 Buzzer



Gambar 27. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

BAB III

PERENCANAAN

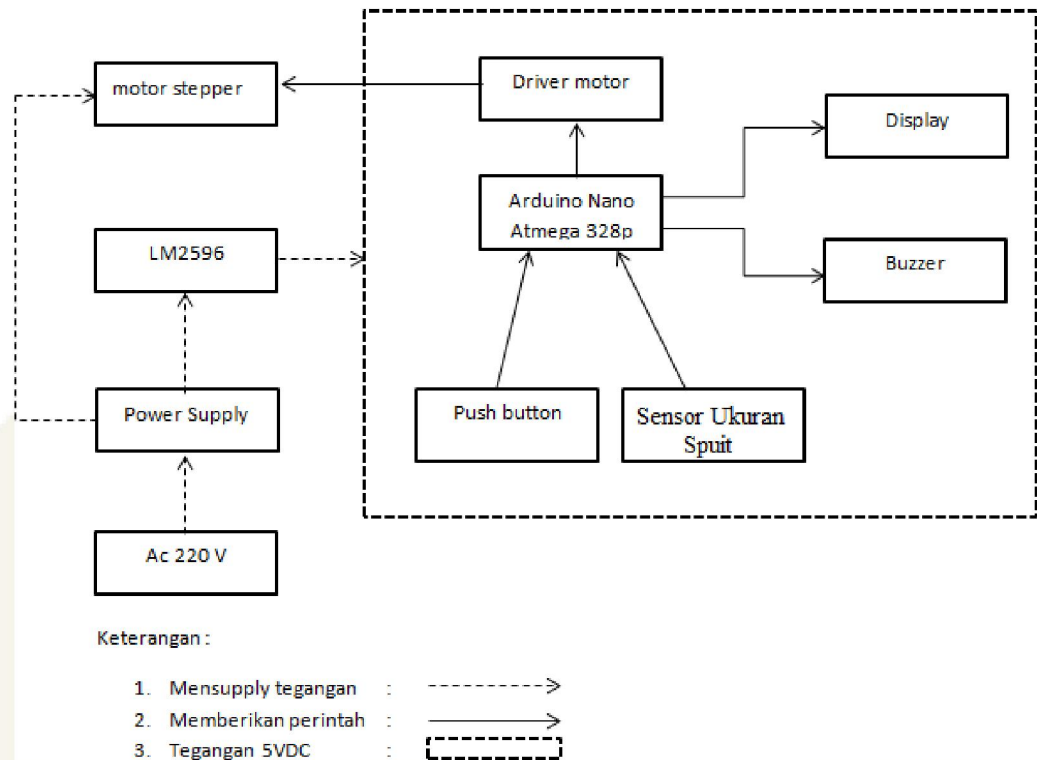
3.1 Tahapan perencanaan

Sebelum melangkah pada pembuatan modul serta karya tulis, terlebih dahulu dilakukan perencanaan terhadap modul yang akan penulis buat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan penulis saat pembuatan modul serta karya tulis nantinya dan juga agar hasil yang dicapai sesuai dengan yang penulis harapkan.

Adapun tahapan-tahapan yang penulis lakukan selama tahap perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Merancang blok diagram dari modul yang akan penulis buat secara keseluruhan berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
2. Menentukan komponen utama dan komponen pendukung yang diperlukan dalam pembuatan modul supaya modul dapat bekerja dengan baik sesuai dengan harapan.
3. Merancang gambar rangkaian secara keseluruhan.
4. Pembuatan modul sesuai dengan gambar yang telah penulis buat.
5. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
6. Menentukan titik-titik pengukuran (*test point*) untuk pendataan dan analisa rangkaian.
7. Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teori-teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

3.2 Perencanaan Blok Diagram dan Prinsip Kerja



Gambar 28. Blok Diagram Rangkaian *syringe pump*

Fungsi dari masing-masing blok adalah:

1. *Power supply*

Memberikan catu daya keseluruhan rangkaian, tegangan yang digunakan pada modul ini adalah 12VDC sebagai catu daya motor

2. Rangkaian arduino nano

Sebagai pusat proses input dan output sehingga alat dapat berkerja sesuai yang di inginkan.

3. *Push button*

Berfungsi sebagai masukan inputan pada alat.

4. *Driver motor*

Sebagai pemberian data aktivasi setiap lilitan sehingga dapat mengontrol putaran motor.

5. *Display*

Berfungsi sebagai penampil waktu dan volume syringe

6. *Motor Stepper*

Dipakai sebagai pendorong syringe yang terpasang.

7. *Buzzer*

Dipakai untuk mengeluarkan suara pada rangkaian buzzer.

8. *Sensor ukuran spuid*

Menggunakan sensor volume dengan resistor variabel.

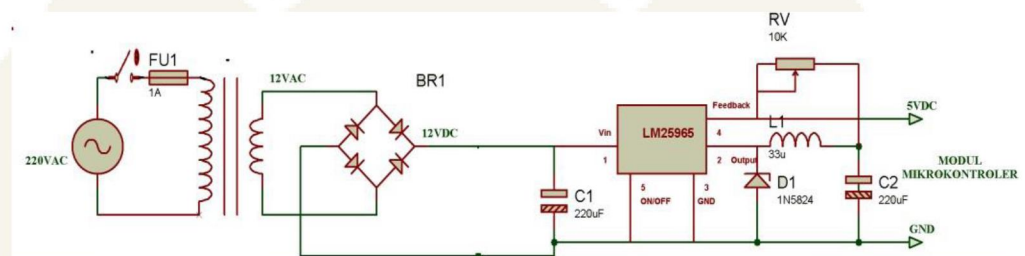
CARA KERJA BLOK DIAGRAM

Tegangan 220 V akan memberikan inputan ke power supply yang mengubah tegangan ac ke dc sebesar 12 VDC, power supply akan memberikan supply tegangan ke LM2596 untuk diturunkan menjadi 5V dan akan masuk ke mikrokontroler. Sensor ukuran spuid akan memberikan inputan ke mikrokontroler untuk menampilkan ukuran spuid di display. push button sebagai setting yang akan memberikan perintah untuk mikrokontroler dan kemudian data akan diolah oleh mikrokontroler yang akan memberikan perintah ke driver untuk menjalankan motor stepper untuk mendorong syringe maju dengan waktu dan kecepatan yang telah diatur. Display akan menampilkan timer, buzzer sebagai alarm/penanda ketika dijalankan pemberian obat akan selesai.

3.3 Perencanaan Rangkaian Alat

Untuk dapat menghasilkan rangkaian modul sesuai rencana, maka sebelum memulai pembuatan modul, penulis merancang dan melakukan uji coba rangkaian pada tiap blok dengan memilih bahan atau komponen sesuai dengan dasar teori dan perhitungan teoritis.

3.3.1 Perencanaan Rangkaian Power Supply



Gambar 29. Rangkaian power supply

Pada rangkaian power supply dari trafo akan diarah dioda bridge akan berubah menjadi dc untuk mensupply ke motor stepper, dan diturunkan menggunakan ic Lm2596 sebagai output ke mikro 5VDC.

$$\frac{R2}{R1} = \left(\frac{v_{out}}{1.23} - 1 \right)$$

$$\frac{R2}{R1} = \left(\frac{5}{1.23} - 1 \right)$$

$$= 3 \text{ ohm}$$

$$R1 + R2 = 10 \text{ K}$$

$$R2 = R1 = 3 \text{ ohm}$$

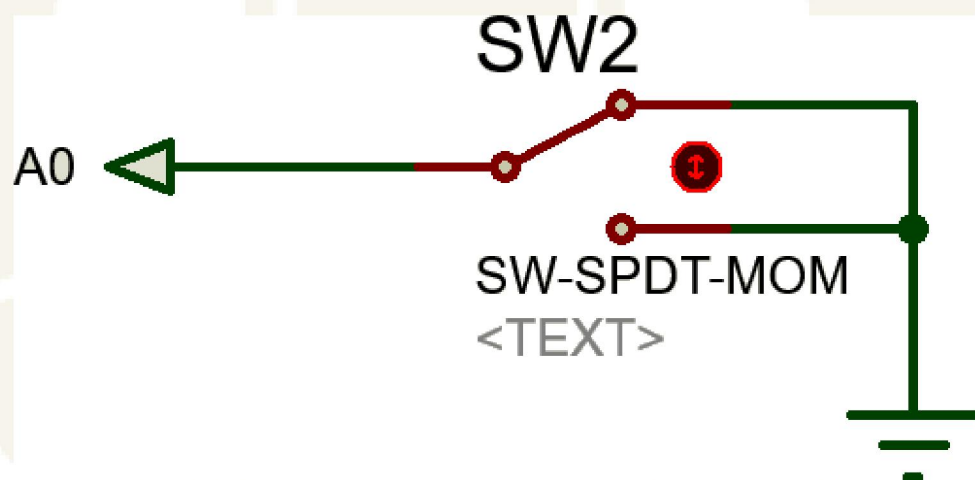
$$R2 = 7500 \text{ ohm}$$

$$R1 = 2500 \text{ ohm}$$

Tabel 4. Daftar komponen rangkaian charger

NO	Nama dan Komponen	Tipe\Nilai	Jumlah
1	Trafo	1A	1
2	Dioda Bridge		1
3	Capacitor	220uF	2
4	Lm2596		1
5	Fuse	1A	1
6	Variabel resistor	10k	1
7	Dioda zener	1N5824	1

3.3.2 Perencanaan Rangkaian *limit switch*



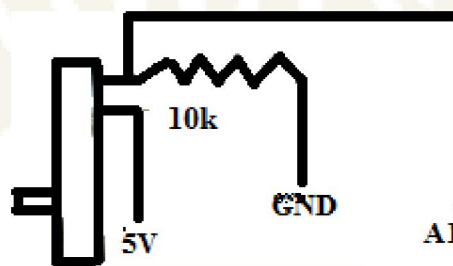
Gambar 30. limit switch

Pada rangkaian limit switch untuk mengembalikan posisi pendorong ke ukuran spuit yang di tentukan.

Tabel 5. Komponen limit switch

No	Nama Komponen	Tipe/Nilai	Jumlah
1.	Limit Switch		1

3.3.3 Perencanaan Rangkaian Sensor Ukuran spuit



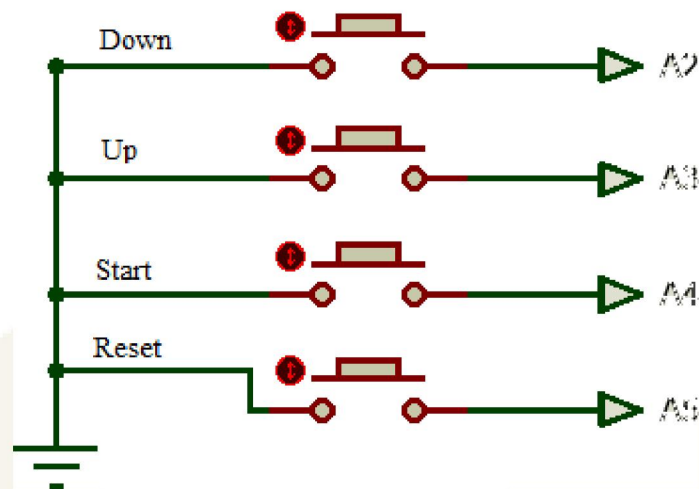
Gambar 31. Rangkaian Kontrol

Pada rangkaian ukuran menggunakan Resistor variabel atau Potensio geser, prinsip kerja ketika potensio di geser nilai resistasinya akan berubah-ubah sehingga, akan merubah tegangan yang menuju port A1 dan spuit berukuran 10 ml dan spuit berukuran 50 ml akan terbaca oleh arduino untuk ukuran spuit.

Tabel 6. Daftar Komponen Rangkaian ukuran

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1	Resistor variabel	10k	1

3.3.4 Perencanaan Rangkaian Kontrol



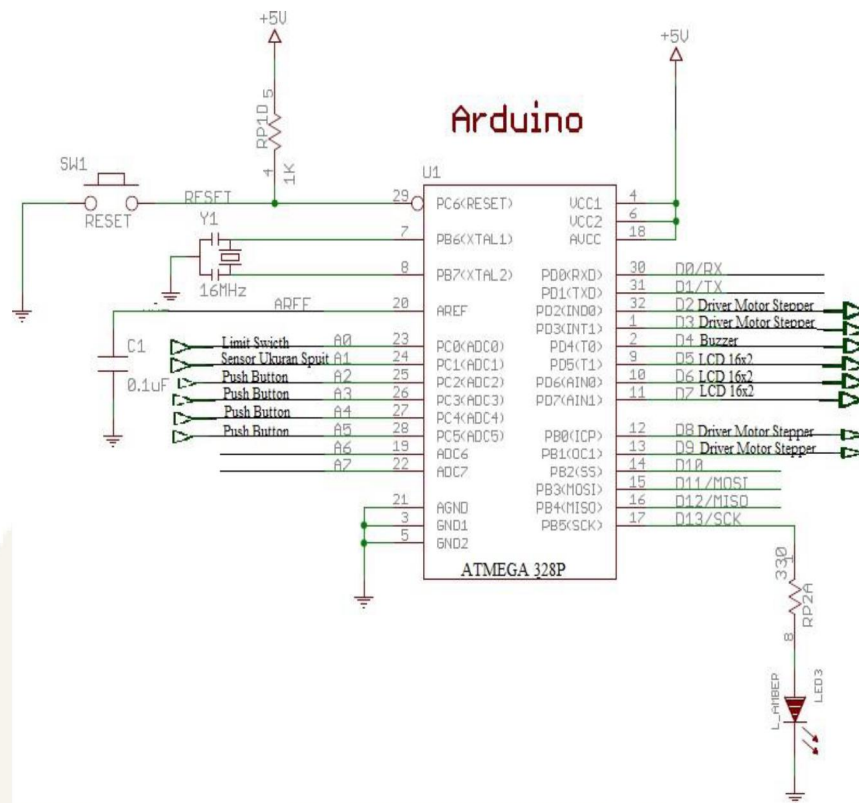
Gambar 32. Rangkaian Kontrol

Pada rangkaian kontrol menggunakan 4 *push button* tombol *start/stop*, *up* dan *down*. Pada tombol *start* digunakan untuk memulai proses kerja alat kemudian tombol *Up* dan *Down* digunakan untuk mengatur *timer*.

Tabel 7. Komponen Push Button

No	Nama Komponen	Tipe/Nilai	jumlah
1	Push Buton		4

3.3.5 Perencanaan Rangkaian Arduino Nano



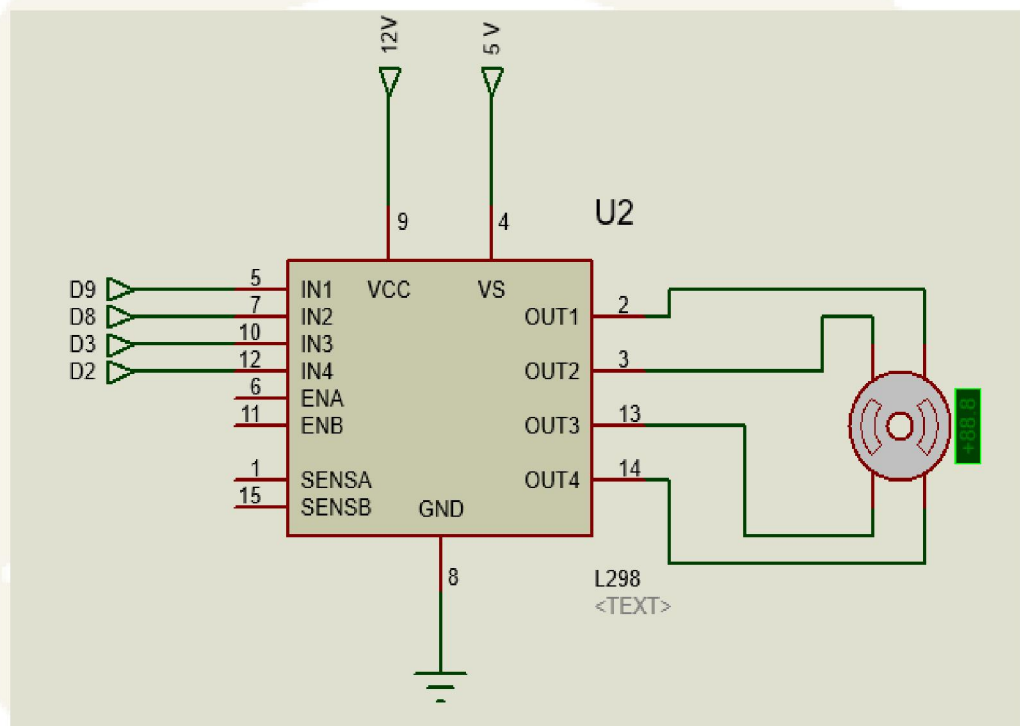
Gambar 33. Rangkaian Arduino Nano

Pada perencanaan rangkaian ini di butuhkan IC Mikrokontroler Atmega328P yang menjadi pengendali utama pada setiap rangkaian. Alasannya IC mikrokontroler ini dapat memudahkan pembuatan dalam mengerjakan akhir dan memiliki keakuratan yang lebih tinggi dan juga lebih efisien dalam penggunaan komponen pendukungnya serta mudah berintegrasi dengan rangkaian lainnya. IC mikrokontroler ini akan memproses masukan dan keluaran yang ada pada rangkaian dan pengontrolnya dilakukan melalui pengaktifan masing – masing pin (kaki) pada mikrokontroler tersebut, baik pengaktifan secara parallel maupun pin – pin mikrokontroler tersendiri dalam satu port.

Tabel 8. Daftar Komponen Rangkaian Mikrokontroler

No	Nama Komponen	Type / Nilai	Jumlah
1	ATMega	328	1
2	<i>Crystal</i>	16MHz	1
3	<i>Capasitor bipolar</i>	22Pf	2
4	<i>Capasitor</i>	100mF/10v	1
5	Resistor	10k Ω	1

3.3.6 Perencanaan Rangkaian Driver Motor Stepper

Gambar 34. Rangkaian *Driver Motor Stepper*

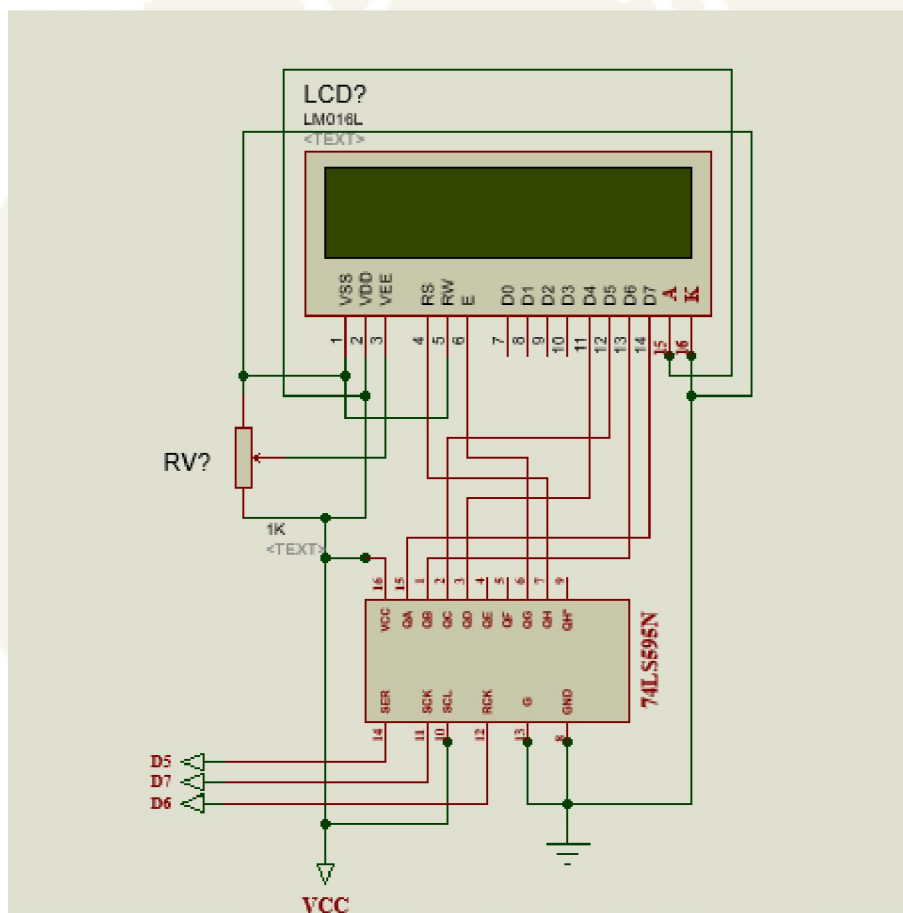
Pengaturan kecepatan motor menggunakan mikrokontroler. Sebagai driver penggerak motor menggunakan IC L298.

Motor penggerak dirancang agar dapat mendorong syringe maju sesuai waktu yang di tentukan.

Tabel 9. Daftar komponen driver motor

No	Nama Komponen	Type / Nilai	Jumlah
1	Motor <i>stepper</i>	12V	1
2	IC	L298	1

3.3.7 Perencanaan Rangkaian Display



Gambar 35. LCD

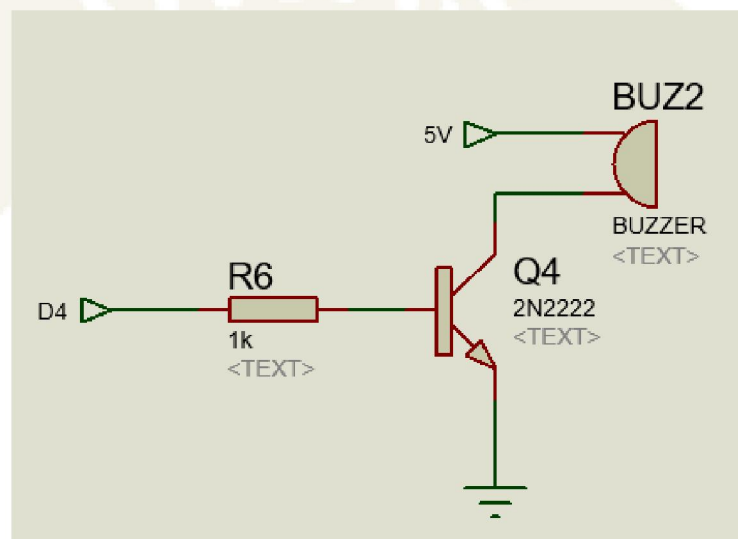
Pada rangkaian display ini penulis menggunakan lcd 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan suhu, kelembaban dan kebisingan. Rangkaian lcd mendapatkan supply tegangan 5v yang didapat dari pin 5v dan 0 yang terdapat *board* arduino uno,

kontras lcd dapat diatur oleh potensiometer yang terdapat pada modul pin lcd. Data yang di peroleh dari pin D2-D7 mikrokontroler.

Tabel 10. komponen LCD

No	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	LCD Modul	2x16	1
2	74LS595N		1

3.3.8 Perencanaan Rangkaian Buzzer



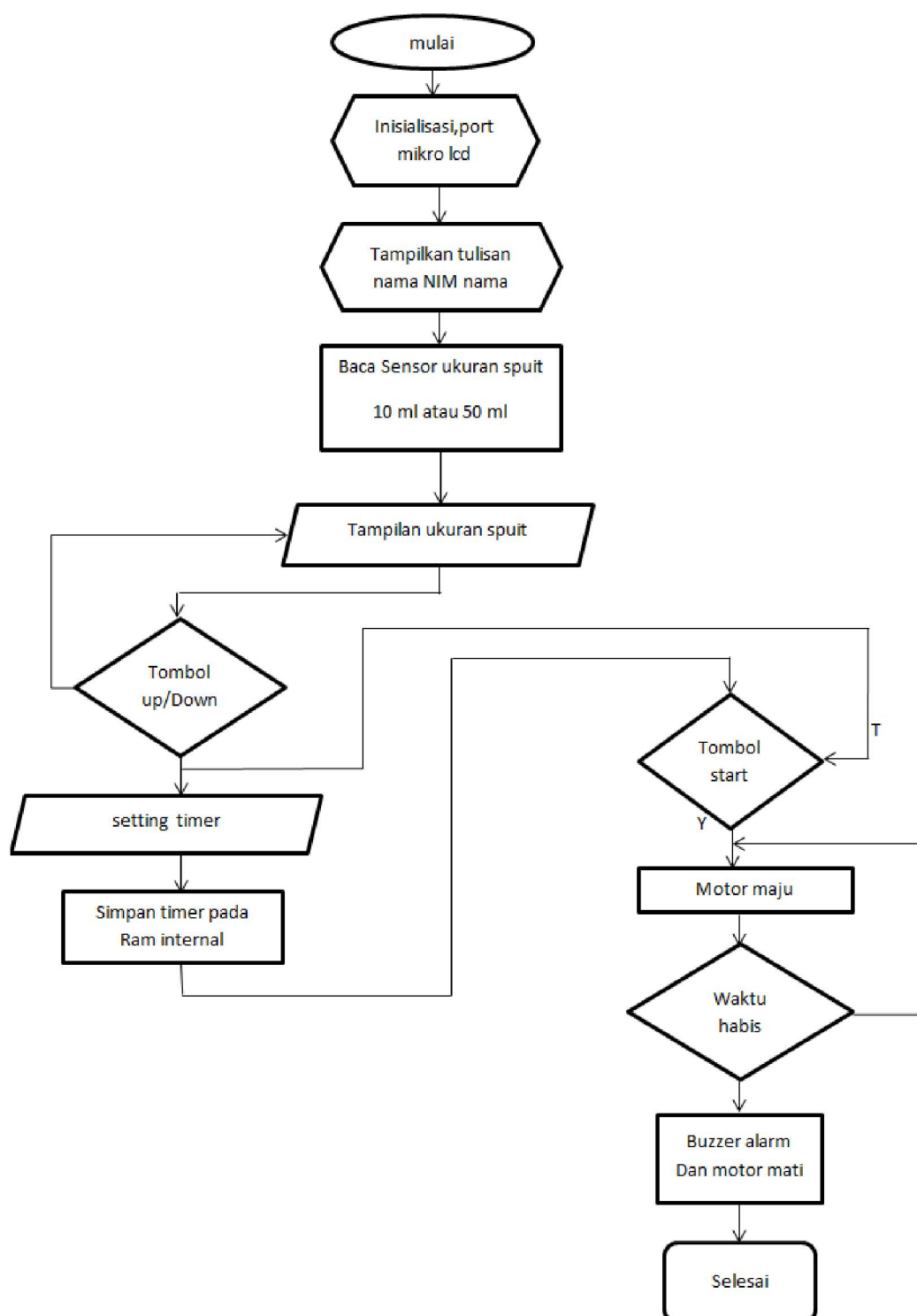
Gambar 36. Rangkaian Buzzer

Pada rangkaian ini, buzzer mendapatkan tegangan sebesar 5v, ketika transistor pada kaki basis terhubung dengan resistor sebagai pullup(pengaman) ke pin D4 mendapatkan logika high dan transistor berada pada normali close, buzzer terhubung dengan ground maka buzzer akan berbunyi.

Tabel 11. Daftar Komponen Rangkaian Buzzer

NO	Nama komponen	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Buzzer		1
2	Transistor	2N2222	1
3	Resistor	1k	1

3.4 Flow chart

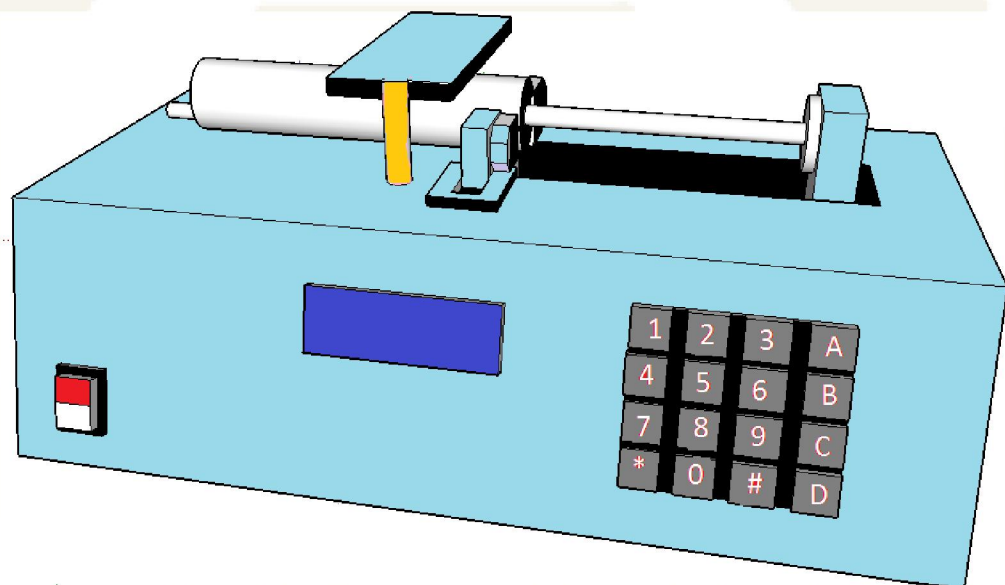


Gambar 37. Flow Chart

3.5 Perencanaan Pembuatan Modul

Dalam pembuatan modul ini penulis melakukan serangkaian tahapan, diawali dengan merancang rangkaian perblok yang kemudian dirancang gambar rangkaian keseluruhan, kemudian dilanjutkan dengan mencoba membuat perblok rangkaian dan mencoba untuk merangkaikan gabungan dari rangkaian perblok dan diamati hasilnya. Setelah penulis yakin bahwa rangkaian dapat bekerja barulah penulis membuat rangkaian patennya diatas PCB. Pada pembuatan rangkaian tersebut, ada beberapa tahapan yang harus dilalui penulis, antara lain:

A. Gambar Perencanaan Alat Syringe Pump



Gambar 38. Syringe Pump

3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum mulai pada pembuatan modul, terlebih dahulu penulis mempersiapkan peralatan dan bahan-bahan yang akan digunakan. Adapun alat penunjang yang diperlukan adalah:

- a. Project Board
- b. Tool set
- c. Alat Ukur, seperti multimeter
- d. Bor PCB
- e. Larutan $FeCl_3$
- f. PCB polos
- g. Solder dan timah.

3.4.2 Hal-Hal yang Dilakukan Dalam Pembuatan Modul

- a. Mempersiapkan gambar skematiknya.
- b. Menentukan komponen elektronik yang diperlukan sesuai dengan rangkaian.
- c. Menentukan bagian-bagian yang akan dipasang pada bagian luar *casing*, seperti *display*, tombol *push bottom*, dan tempat titik pengukuran (TP).
- d. Memastikan tiap titik memiliki hubungan tersendiri untuk dilakukan penyolderan komponen.
- e. Memastikan tidak ada jalur penghantar yang saling bersinggungan.
- f. Penggunaan *jumper* diusahakan seminimal mungkin.

3.4.3 Pembuatan Papan Rangkaian (PCB)

- a. Mempersiapkan papan skematik.

- b. Merancang tata letak komponen dan jalur-jalur hubungan antara komponen dan dijaga untuk menghindari hubung singkat.
- c. Merancang *layout* rangkaian yang akan digunakan, dalam hal ini dibantu oleh komputer melalui program *PCB designer*.
- d. Hasil *layout* kemudian dicetak di atas kertas kemudian dibuat ke dalam film sablon.
- e. Film sablon digunakan untuk proses penyablonan layout rangkaian di atas papan PCB.
- f. Setelah hasil sablon telah jadi, kemudian mengebor/melubangi PCB tersebut dengan bor PCB sesuai dengan letak *pin* komponen yang telah dibuat.
- g. Melarutkan PCB yang telah di*layout* dengan bantuan FeCl_3 dan air panas.
Selanjutnya memasang komponen yang dibutuhkan di atas papan.

BAB IV

PENDATAAN DAN PENGUKURAN

4.1. Pengertian

Pendataan adalah suatu proses pengukuran dan pengumpulan hasil dari proses pengukuran pada titik-titik pengukuran yang ditentukan berdasarkan kebutuhan dari pembuat alat. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara hasil ukur menurut teori terhadap hasil pengukuran langsung terhadap titik-titik pengukuran (praktek)

Data yang diambil dari semua titik pengukuran adalah pengukuran yang dilakukan dengan membandingkan antara titik pengukuran terhadap *ground*. Hasil-hasil pengukuran disajikan secara sistem tabel untuk mempermudah dalam menganalisa data.

4.2. Persiapan Alat

Untuk mendapatkan data yang diinginkan, maka penulis menggunakan beberapa peralatan dan perlengkapan sebagai berikut :

- a. Seperangkat multimeter dengan data sebagai berikut :

Merk : Sanwa

Model : CD800a

Buatan : Jepang

- b. *Stopwatch*

4.3. Metode Pengukuran

Metode yang digunakan yaitu metode pengukuran dengan osiloskop pada setiap titik pengukuran terhadap ground. Titik pengukuran tersebut ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk memudahkan data, menganalisa data. Titik-titik pengukuran yang penulis dapatkan sebagai berikut :

1. TP1, Yaitu pada keluaran *power supply*.
2. TP2, Yaitu pada keluaran batterai.
3. TP3, Yaitu pada akurasi *timer*.
4. TP4, Yaitu pada input driver motor stepper.
5. TP5, Yaitu pada inputan motor stepper.
6. TP6, Yaitu pada inputan L298.

Hasil Pengukuran

Sebelum dilakukan pengukuran, terlebih dahulu diadakan persiapan bahan yang akan digunakan, serta melakukan pengkalibrasian alat ukur sesuai dengan ukuran yang akan dibutuhkan pada modul rangkaian. Pengukuran ini dilakukan pada titik pengukuran yang telah ditentukan di atas.






Adapun hasil pengukuran ini, digunakan alat ukur multimeter jenis digital dan *stopwacth* juga, pada masing - masing titik pengukuran yang telah ditentukan sebagai berikut ini :

4.4. Hasil pengukuran

4.4.1. Pengukuran TP1







Setelah dilakukan pengukuran pada TP1, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 12. Pengukuran TP1-4







TP	HASIL UKUR	KETERANGAN	Multimeter
TP 1	12,16 VOLT DC	Keluaran dioda bridge.	
TP 2	4,96 VOLT DC	Keluaran IC LM2596	
TP 3	4,96 VOLT DC	Masukan Driver Motor Steper	
TP 4a	12,05 VOLT DC	Masukan Motor Steper Saat Off	
TP 4b	11,87 VOLT DC	Masukan Motor Steper Saat On	

4.4.2. Pengukuran akurasi timer

Tabel 13. Akurasi timer 10 ml

Setting timer	Timer Alat	Stopwatch (hp)
1 menit		
2 menit		
3 menit		

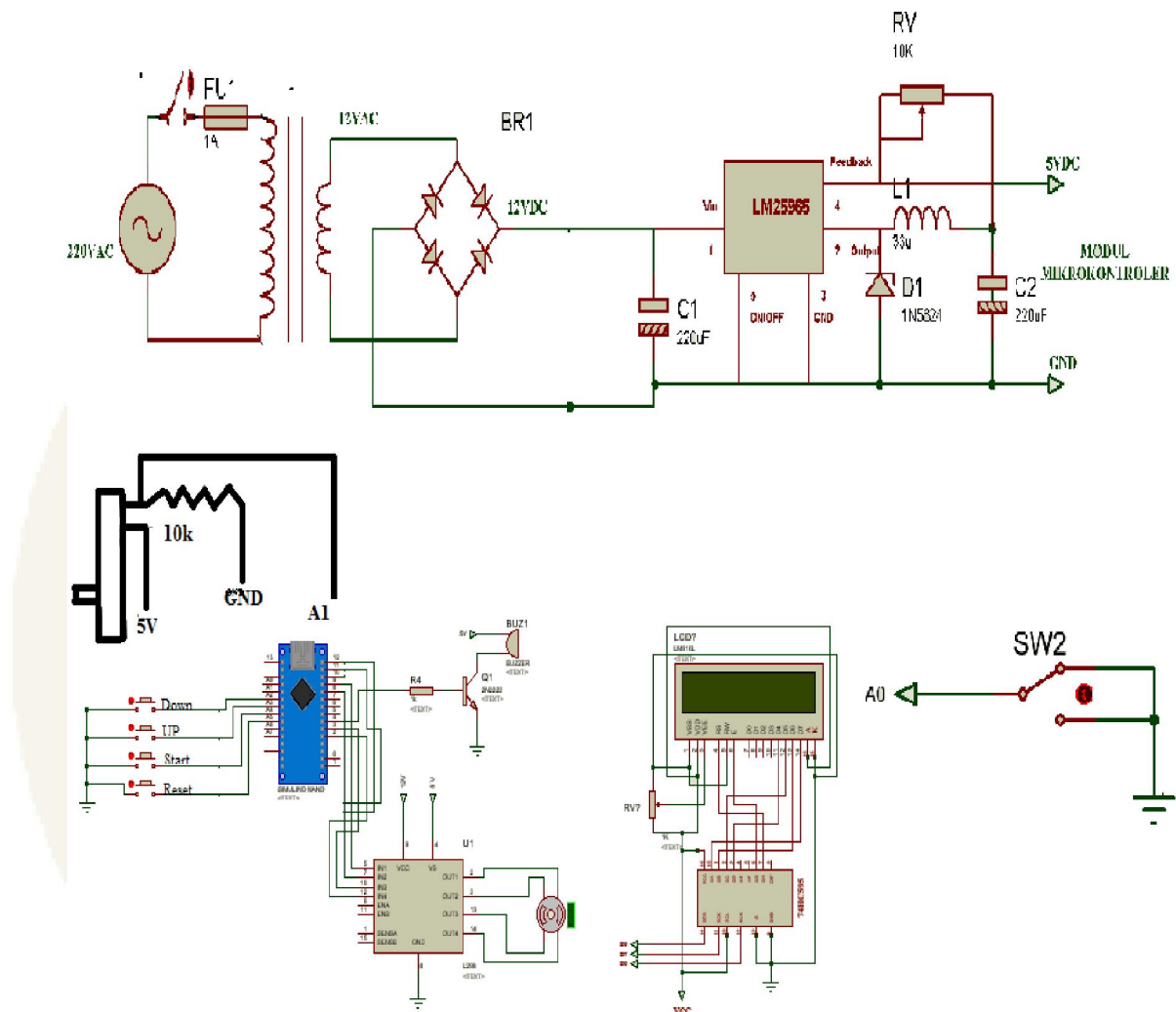
Tabel 14. Akurasi timer 50 ml

Setting timer	Timer Alat	Stopwatch (hp)
1 menit		
2 menit		
3 menit		

BAB V

ANALISA PENDATAAN

5.1 Rangkaian keseluruhan



Gambar 39. Rangkaian Keseluruhan

Cara Kerja :

Ketika alat dihubungkan dengan jala-jala PLN maka tegangan tersebut akan mensupply rangkaian power supply. Melewati trafo sehingga tegangan 220VAC

akan diturunkan menjadi tegangan 12VAC dan akan disearahkan oleh dioda bridge menjadi tegangan 12VDC dan akan masuk ke kapasitor untuk dikurangi ripple tegangannya agar keluaran DC kemudian akan diatur dan distabilkan oleh regulator lm 2596 menjadi tegangan 5VDC yang digunakan untuk mensupply modul mikrokontroler. Sebelum masuk ke regulator tegangan 12VDC juga diperlukan untuk mensupply motor stepper.

Ketika modul mikrokontroler mendapatkan supply tegangan 5v maka seluruh blok mikrokontroler akan bekerja. Ketika spuit dipasang dan clamp unit dipasang di spuitnya sensor ukuran spuitnya akan membaca di tegangan 2,42 V mikrokontroler akan membaca 10 ml dan ketika tegangan 2,13 V maka akan terbaca 50 ml. Pendorong syringe akan mundur secara otomatis ke belakang dan terkena limit switch yang fungsinya untuk membatasi pendorong agar tidak terus mundur setelah terkena limit switch pendorong secara otomatis akan menyesuaikan posisi dan besar spuit.

Push button yang terdiri dari up, down, start, reset, tombol up untuk mensetting timer yang dinaikan dan down untuk menurunkan timer, start untuk memulai dan reset untuk kembali pengaturan awal.

Setelah di setting timer mikrokontroler akan memerintah driver motor L298 untuk mengendalikan motor stepper sesuai timer yang telah di setting. LCD akan menampilkan hasil timer ketika proses berjalan. Setelah proses selesai (LCD menampilkan tulisan selesai) pendorong akan berhenti.

Buzzer akan berbunyi ketika transistor pada kaki basis terhubung dengan resistor sebagai pullup(pengaman) ke pin D4 mendapatkan logika high dan transistor berada pada normal close, buzzer terhubung dengan ground maka buzzer akan

berbunyi untuk menandakan proses selesai dan motor akan berhenti. Tekan tombol reset untuk kembali ke pengaturan awal.

5.2. Analisa Rangkaian

Pada perencanaan dan proses pembuatan suatu alat mempunyai hubungan yang erat, khususnya untuk mendapatkan hasil alat sesuai yang diharapkan. Pada kenyataannya terkadang masih ada selisih antara data yang di ukur dengan perencanaannya. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor antara lain :

- a. Kesalahan Manusia
- b. Pemilihan komponen
- c. Kesalahan dalam pembacaan alat ukur.

Analisa rangkaian ini untuk melakukan perbandingan hasil perhitungan teori dan hasil pengukuran praktek sehingga dapat diketahui prosentase kesalahan (PK) dengan rumus berikut ini :

$$PK = \left| \frac{(HT) - (HU)}{(HT)} \right| \times 100\%$$

PK = Prosentase Kesalahan

HT = Hasil Teori

HU = Hasil Ukur

5.2.1. Analisa Rangkaian TP 1

Test poin 1 merupakan perwakilan dari pengukuran rangkaian *charger* untuk mensupply rangkaian dengan tegangan keluaran sebesar 12VDC. Pada pengukuran menggunakan multimeter dengan hasil sebagai berikut :

Diketahui :

Hasil Teori (HT) = 12 VDC

Hasil Pengukuran (HP) = 12,16 VDC

$$PK = \left| \frac{(HT) - (HU)}{(HT)} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{12 - 12,16}{12} \right| \times 100\%$$

$$PK = 1,3 \%$$

Jadi, presentase kesalahan Tp1 sebesar 1,3 %, masih bisa dipakai, karena pada rangkaian charger mempunyai batas toleransi antara 11,50V – 12,50V.

5.2.2. Analisa TP 2

TP3 merupakan keluaran dari hasil dari keluaran dari modul LM2596 untuk sumber daya rangkaian mikrokontroler. Menurut *datasheet* modul LM2596 mempunyai keluaran minimal 4 v dan maksimal 35 V. Nilai tegangan yang di rencanakan sebesar 5 V.

Diketahui hasil ukur TP2 sebesar 5 V, maka tegangan TP2 sudah sesuai dengan *datasheet* modul LM2596.

$$PK = \frac{\text{HASIL TEORI (HT)} - \text{HASIL UKUR (HU)}}{\text{HASIL TEORI (HT)}} \times 100$$

$$PK = \frac{5 - 4,96}{5} \times 100\%$$

$$PK = 0,8 \%$$

5.2.3. Analisa TP3

Test poin 3, yaitu pada inputan driver motor. Maka persentase kesalahan pada Tp 3 sebesar

Diketahui :

Hasil Teori (HT) = 5VDC

Hasil Pengukuran (HP) = 4,96VDC

$$PK = \left| \frac{(HT) - (HU)}{(HT)} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{5 - 4,96}{5} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,8\%$$

5.2.4. Analisa TP4a

Test poin 4a, yaitu pada input off motor.

Maka persentase kesalahan pada Tp 4a sebesar

Diketahui :

Hasil Teori (HT) = 12VDC

Hasil Pengukuran (HP) = 12,6VDC

$$PK = \left| \frac{(HT) - (HU)}{(HT)} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{12 - 12,6}{12} \right| \times 100\%$$

$$PK = 5 \%$$

5.2.5. Analisa TP4b

Test poin 4b, yaitu pada input on motor

Maka persentase kesalahan pada Tp 5b sebesar

Diketahui :

Hasil Teori (HT) = 12VDC

Hasil Pengukuran (HP) = 11,87VDC

$$PK = \left| \frac{(HT) - (HU)}{(HT)} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{12 - 11,87}{12} \right| \times 100\%$$

$$PK = 1,08 \%$$

5.2.6. Analisa akurasi timer 10 ml

Hasil Teori (HT) = 60 detik

Hasil Pengukuran (HP) = 60,25 detik

$$PK = \left| \frac{(HT) - (HU)}{(HT)} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{60 - 60,25}{60} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,5\%$$

Tabel 15. Analisa akurasi timer 10 ml

Setting timer	Timer Alat	Stopwatch (hp)	Selisih	Persentase kesalahan (PK)
1 menit	60 detik	60,25 detik	0,25 detik	0,5 %
2 menit	109 detik	109 detik	11 detik	9,2 %
3 menit	154 detik	154 detik	26 detik	14,5 %
Total keakurasian (100%-jml rata-rata PK)				92 %

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = \frac{0,5\% + 9,2\% + 14,5\%}{3}$$

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = \frac{24,2\%}{3}$$

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = 8 \%$$

$$\% \text{ keakurasian} = 100 - 8\%$$

$$\% \text{ keakurasian timer} = 92 \%$$

5.2.7. Analisa akurasi timer 50 ml

$$\text{Hasil Teori (HT)} = 60 \text{ detik}$$

$$\text{Hasil Pengukuran (HP)} = 60,2 \text{ detik}$$

$$PK = \left| \frac{(HT) - (HU)}{(HT)} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{60 - 60,2}{60} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,1\%$$

Tabel 16. Analisa akurasi timer 50 ml

Setting timer	Timer Alat	Stopwatch (hp)	Selisih	Persentase kesalahan (PK)
1 menit	60 detik	60,02 detik	0,02 detik	0,1%
2 menit	113 detik	113 detik	7 detik	4,4 %
3 menit	162 detik	162 detik	18 detik	10 %
Total keakurasian(100%-jml rata-rata PK)				95,2 %

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = \frac{0,1\% + 4,4\% + 10\%}{3}$$

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = \frac{14,5\%}{3}$$

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = 4,8 \%$$

$$\% \text{ keakurasian} = 100 - 4,8\%$$

$$\% \text{ keakurasian timer} = 95,2 \%$$

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pembuatan karya tulis ilmiah beserta modulnya, penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Alat Syringe pump ini dapat melakukan pergerakan maju yang diatur dengan waktu dan volume syringe.
2. Dari pengukuran *tes poin* alat didapatkan hasil yang baik dikarenakan persentase kesalahan pada *output power supplay* alat tidak ada yang melebihi 10%.
3. Dari pengukuran keakurasian timer yang menggunakan 2 ukuran spuit yaitu 10 ml dan 50 ml didapatkan nilai akurasi timer 10 ml sebesar 92% dan 50 ml sebesar 95,2%.

6.2 Saran

Agar modul yang telah dibuat dapat menjadi baik, antara lain :

1. Perlu ditambahkan sensor *optocoupler* agar dapat mendeteksi kecepatannya saat mendorong syringe
2. Perbaiki pendorong syringe yang jauh lebih baik dan kuat agar stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://www.slideshare.net/sayedhamzah1/arteri-dan-vena>
- [2] Dessy Sisca Satumalay.(2007). Syringe Pump menggunakan Mikrokontroller dengan tampilan volume penggunaan obat. Surabaya: Akademi Teknik Elektromedik
- [3] Malvino Barwani, Prinsip-prinsip Elektronika Edisi ketiga Jilid 2, Erlangga.
- [4] http://blog.vcc2gnd.com/2014/02/ic-lm2596-fixed-5v-dc-converter-step_3.html
- [5] <http://www.lselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>
- [6] <http://zoniaelektro.net/motor-stepper/>
- [7] Saptaji W, Handayani.(2015). Mudah Belajar Mikrokonroler Dengan Arduino, Bandung: Widya Media.