



UWHS

“RANCANG BANGUN *NEOPUFF*”

Karya Tulis Ilmiah

Di Susun Oleh

IKLIL DAFFA ISNANDA

19.04.059

**PROGRAM STUDI D III TEKNOLOGI ELEKTRO MEDIS
FAKULAS KESEHATAN DAN KETEKNISIAN MEDIS
UNIVERSITAS WIDYA HUSADA SEMARANG**

2022



UWS

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : RANCANG BANGUN *NEOPUFF*

NAMA : IKLIL DAFFA ISNANDA

NIM : 19.04.059

“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 Teknologi Elektromedis saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Semarang, 23 September 2022

IKLIL DAFFA ISNANDA

Penulis



UWHS

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : RANCANG BANGUN *NEOPUFF*

NAMA : IKLIL DAFFA ISNANDA

NIM : 19.04.059

Karya Tulis ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknologi Elektromedis Universitas Widya Husada Semarang.

Menyetujui,
Pembimbing

Sugeng Santoso, M.T
NIDK. 8830011019



PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : RANCANG BANGUN *NEOPUFF*

NAMA : IKLIL DAFFA ISNANDA

NIM : 19.04.059

Karya tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknologi Elektromedis Universitas Widya Husada Semarang pada Selasa 23 September 2022.

Dewan Penguji,

Ketua Penguji

Safira Fegi Nisrina, S.T., M.T
NIDN. 0628099601

Anggota Penguji

Agung Satrio Nugroho, S.T., M.Eng
NIDN. 06190581101

Ka. Prodi DIII Teknologi Elektromedis

Agung Satrio Nugroho, S.T., M.Eng
NIDN. 0619058101

ABSTRAK

Asfiksia neonatorum adalah kegagalan bernapas yang terjadi secara spontan dan teratur pada saat bayi lahir atau beberapa saat setelah lahir. Hal ini disebabkan oleh hipoksia janin dalam uterus dan hipoksia ini berhubungan dengan faktor-faktor yang timbul dalam kehamilan, persalinan, atau segera setelah bayi lahir.

Salah satu cara untuk mencegahnya yaitu dengan menggunakan alat *Neopuff* yang merupakan peralatan kesehatan yang khusus digunakan untuk pasien bayi. Secara umum alat ini digunakan untuk memberikan pertolongan pada gangguan pernafasan, terlebih lagi untuk pasien bayi prematur atau dengan kelainan bawaan. Alat Rancang Bangun *Neopuff* menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan rangkaian yang terdiri dari rangkaian power supply, lcd 16x2, pengontrol tekanan, motor stepper, relay, dan menggunakan sensor MP5100 dengan cara kerja tegangan dari 220 VAC masuk ke power supply dan masuk trafo diturunkan menjadi AC 12V, masuk dioda bridge diubah menjadi DC, kapasitor berfungsi mengurangi ripple tegangan pada tegangan DC. Tegangan DC 12V diturunkan menjadi 5V oleh LM 2596 masuk ke semua rangkaian yang membutuhkan 5V. dan driver stepper mendapatkan logic dari mikro sehingga relay bisa bekerja sebagai switch tegangan AC yang dibutuhkan solenoid.

Hasil dari modul alat sesuai dengan yang penulis harapkan, karena memiliki tingkat keakurasian di dalam batas toleransi dan memiliki keakurasian sensor MPX5100 sebesar 97,5% dan memiliki kesalahan sebesar 2,5%.

Kata Kunci : Asfiksia neonatorum, Neopuff, MPX5100DP.

ABSTRACT

Asphyxia neonatorum is a respiratory failure that occurs spontaneously and regularly at the time the baby is born or some time after birth. It is caused by fetal hypoxia in utero and this hypoxia is related to factors that arise in pregnancy, childbirth, or soon after the baby is born.

One way to prevent this is to use the Neopuff tool, which is a medical device specifically used for infant patients. In general, this tool is used to provide assistance in respiratory disorders, especially for patients with premature babies or with congenital disorders. The Neopuff Design Tool uses an arduino uno microcontroller with a circuit consisting of a power supply circuit, 16x2 lcd, pressure controller, stepper motor, relay, and uses an MP5100 sensor by working the voltage from 220 VAC into the power supply and entering the transformer is lowered to 12V AC , entering the diode bridge is converted to DC, the capacitor serves to reduce the voltage ripple on the DC voltage. The 12V DC voltage is lowered to 5V by the LM 2596 going into all circuits that require 5V. and the stepper driver gets the logic from the micro so that the relay can work as an AC voltage switch that the solenoid needs.

The results of the tool module are in line with what the author expected, because it has an accuracy level within the tolerance limit and has an MPX5100 sensor accuracy of 97.5% and has an error of 2.5%.

Keywords: Asphyxia neonatorum, Neopuff, MPX5100DP.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini. Karya Tulis Ilmiah ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan ujian akhir pada Program Studi Teknologi Elektromedis Program Diploma III Universitas Widya Husada Semarang. Adapun judul yang penulis buat adalah “Rancang Bangun *Neopuff*”.

Karya Tulis Ilmiah ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Diploma III Teknologi Elektromedis. Tidak ada yang sempurna di Dunia ini termasuk penulis dalam karya karya ini. Penulis tidak dapat berjalan tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi nikmat jasmani dan rohani kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan karya tulis ini.
2. Bapak, Ibu, kakak dan Adik yang selalu memberikan do'a dan nasihat kepada penulis baik materi maupun dukungan, sehingga dapat menyelesaikan kuliah di Program Studi Teknologi Elektromedis Program Diploma III Universitas Widya Husada Semarang.
3. Ibu Dr. Hargianti Dini Iswandari, drg, MM selaku Rektor Universitas Widya Husada Semarang
4. Bapak Dr. Didik Wahyudi Skm,M.kes selaku Dekan fakultas Kesehatan dan Keteknisian Medis Universitas Widya Husada Semarang.

5. Bapak Agung Satrio Nugroho, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknologi Elektromedis Program Diploma III Universitas Widya Husada Semarang.
6. Bapak Sugeng Santoso, M.T selaku Pembimbing tugas akhir, yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dengan penuh kesabaran dan kesungguhan.
7. Bapak, Ibu dosen serta staf Program Studi Teknologi Elektromedis Program Diploma III Universitas Widya Husada Semarang yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah.
8. Semua teman-teman almamater seperjuangan Teknologi Elektromedis.

Semoga Allah SWT memberikan balasan dan kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwasanya dalam penulisan karya tulis ilmiah ini masih banyak kekurangan baik dari segi teknis, teori, maupun materi yang terkandung di dalamnya, untuk itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi pengetahuan dan perbaikan penulis untuk masa yang akan datang.

Akhirnya penulis hanya dapat berharap agar karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa prodi Diploma III Teknologi Elektromedis Universitas Widya Husada Semarang dan bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, 23 September 20022



Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Daftar Istilah	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 <i>Neopuff</i>	3
2.2 Arduino Uno	3
2.2.1 Spesifikasi Arduino Uno	6
2.2.2 Fungsi Arduino Uno	7
2.2.3 Kelebihan Arduino Uno	7
2.3 <i>Fuse</i>	7
2.4 LCD 16x2	9
2.5 Sensor Mpx 5100DP	10
2.6 Solenoid	11
2.6.1 Macam – Macam Solenoid	12
2.6.2 Prinsip Kerja Solenoida	13
2.7 Motor stepper	13
2.7.1 Konstruksi Motor Stepper	14
2.7.2 Jenis Motor Stepper	15
2.7.3 Jenis Lilitan Motor Stepper	17
2.7.4 Cara Kerja Motor Stepper	18

2.7.5 Metode Pengendalian Motor Stepper.....	18
2.7.6 Kelebihan Motor Stepper.....	20
2.8 Driver A4988	21
2.8.1 Konfigurasi Driver A 4988	22
2.9 <i>Push Button</i>	23
2.10 <i>Transfomator</i>	25
2.10.1 Prinsip Kerja Trafo.....	26
2.10.2 Jenis Jenis Trafo.....	26
2.11 Dioda Bridge.....	27
2.11.1 Prinsip Kerja Dioda Bridge.....	28
2.11.2 Karakteristik Dioda Bridge.....	30
2.12 Resistor.....	31
2.12.1 Jenis – Jenis Resistor.....	32
2.12.2 Kode Warna Resistor	32
2.12.3 Rangkaian Seri Resistor	33
2.12.4 Rangkaian Pararel Resistor	34
2.13 Transistor	35
2.13.1 Cara Kerja Transistor	35
2.13.2 Struktur Dasar Transistor	36
2.13.3 Fungsi Transistor.....	37
2.13.4 Karakteristik Transistor.....	38
2.14 Kapasitor	39
2.14.1 Jenis – Jenis Kapasitor	40
2.14.2 Rangkaian Seri Kapasitor.....	41
2.14.3 Rangkaian Pararel Kapasitor.....	41
2.15 Inter Integrated Circuit (12C).....	42
2.16 Modul IC LM2596	43
2.17 Rellay	46
2.17.1 Jenis Jenis Rellay	47
2.17.2 Istilah Pole dan Trhow Pada Rellay	48
BAB III PERENCANAAN ALAT	49
3.1 Blok Diagram	50
3.2 Perencanaan Wiring Diagram	51
3.2.1 Rangkaian Power Supply	51

3.2.2 Rangkaian LCD 16x2.....	52
3.2.3 Rangkaian Pengontrol Tekanan	53
3.2.4 Rangkaian Motor Stepper 1	53
3.2.5 Rangkaian Motor Stepper 2	54
3.2.6 Rangkaian Relay	55
3.2.7 Rangkaian Sensor Mpx	55
3.3 Perencanaan Komponen.....	56
3.4 Desain Alat.....	56
3.5 Perencanaan Flowchart	57
3.5.1 Penjelasan Flowchart	57
BAB IV PENGUKURAN DAN PENDATAAN.....	58
4.1 Pengukuran.....	58
4.2 Persiapan Pengukuran	58
4.3 Metode Pengukuran	58
4.4 Hasil pengukuran	60
BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA.....	60
5.1 Pembahasan cara kerja rangkaian secara keseluruhan	61
5.2 Analisa Data Pengukuran	62
5.2.1 Analisa TP 1	62
5.2.2 Analisa TP 2	63
5.2.3 Analisa TP 3	63
5.2.4 Analisa TP 4	63
5.2.5 Analisa TP 5	63
5.2.6 Analisa TP 6.....	64
BAB VI PENUTUP	65
6.1 Kesimpulan	65
6.2 Saran.....	65
Daftar Pustaka	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Arduino Uno.....	3
Gambar 2 fuse	8
Gambar 3. LCD 16x2.....	9
Gambar 4. Sensor MPX	10
Gambar 5 Solenoid.....	12
Gambar 6. Motor Stepper.....	13
Gambar 7. Kontruksi Motor Stepper.....	14
Gambar 8. Gigi rotor variable reluctance (VR)	15
Gambar 9. Poros rotor permanen magnet (PM).....	16
Gambar 10. Poros Rotor Steper Hybrid	17
Gambar 11. Bentuk Lilitan Unipolar dan Bipolar.....	18
Gambar 12. Driver A4988.....	21
Gambar 13. Driver A4988.....	22
Gambar 14. Push Button	24
Gambar 15. Trafo	25
Gambar 16. Trafo Step Up	26
Gambar 17. Trafo Step Down	27
Gambar 18. Dioda Dan Simbol Dioda	28
Gambar 19. Dioda Bridge Dan Simbol Dioda Bridge	28
Gambar 20. Prinsip Kerja Dioda Bridge	29
Gambar 21 Karakteristik Dioda Bridge	30
Gambar 22. Resistor Dan Simbol Resistor	31
Gambar 23. Potensio Dan Simbol Potensio	32
Gambar 24. Perhitungan Resistor	33
Gambar 25. Kode Warna Resistor	33
Gambar 26. Rangkaian Seri Resistor	34
Gambar 27. Rangkaian Pararel Resistor.....	34
Gambar 28 Kurva Karakteristik Kolektor Transistor.....	38
Gambar 29. Kapasitor Dan Simbol Kapasitor.....	39
Gambar 30. Kapasitor Polar Dan Simbol Kapasitor Polar.....	40

Gambar 31. Kapasitor Non Polar Dan Simbol Kapasitor Non Polar	40
Gambar 32. Rangkaian Seri Kapasitor	41
Gambar 33. Rangkaian Paralel Kapasitor	42
Gambar 34. I2C	43
Gambar 35. IC LM 2596	43
Gambar 36 Modul IC LM2596	44
Gambar 37. Rellay	46
Gambar 38. Blok Diagram	50
Gambar 39. Rangkaian Power Supply	51
Gambar 40. Rangkaian Lcd.....	52
Gambar 41. Rangkaian Pengontrol Tekanan	53
Gambar 42. Rangkaian Motor Stepper 1	53
Gambar 43. Rangkaian Motor Stepper	54
Gambar 44. Rangkaian Relay	55
Gambar 45. Rangkaian Sensor Mpx	55
Gambar 46 Desain Alat.....	56
Gambar 47 Pembahasan cara kerja rangkaian keseluruhan	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno.....	6
Tabel 2. Sinyal Input Full Motor Stepper	19
Tabel 3. Sinyal Input Half Step Motor Stepper	20
Tabel 4 Rangkaian Power Supply	51
Tabel 5 Rangkaian LCD.....	52
Tabel 6 Rangkaian Push Button	53
Tabel 7 Rangkaian Motor Stepper 1	54
Tabel 8 Rangkaian Motor Stepper 2	54
Tabel 9 Rangkaian Rellay	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Asfiksia neonatorum adalah keadaan gawat bayi yang tidak dapat bernafas spontan dan teratur, sehingga dapat menurunkan oksigen dan makin meningkatkan karbon dioksida yang menimbulkan akibat buruk dalam kehidupan lebih lanjut. Hal ini disebabkan oleh hipoksia janin dalam uterus dan hipoksia ini berhubungan dengan faktor-faktor yang timbul dalam kehamilan, persalinan, atau segera setelah bayi lahir.

Akibat-akibat asfiksia akan bertambah buruk apabila penanganan bayi tidak dilakukan secara sempurna. Tindakan yang akan dikerjakan pada bayi bertujuan mempertahankan kelangsungan hidupnya dan membatasi gejala-gejala lanjut yang mungkin timbul. Untuk membantu pernafasan bayi maka diperlukan suatu alat bantu pernafasan yang spesifikasi tekanan output oksigennya sesuai untuk bayi guna mencegah terjadinya asfiksia neonatorum.

Berdasarkan penjelasan diatas maka penulis akan membuat sebuah modul alat untuk membantu menangani bayi yang menderita penyakit asfiksia neonatorum dengan memberikan oksigen untuk membantu bayi yang baru lahir yang tidak dapat bernafas secara spontan sehingga tidak menimbulkan akibat buruk dalam kelangsungan hidupnya, sebuah modul alat yang berjudul Rancang Bangun *Neopuff*, yang merupakan peralatan kesehatan yang khusus digunakan untuk pasien bayi. Secara umum alat ini digunakan untuk memberikan pertolongan pada gangguan pernafasan, terlebih lagi untuk pasien bayi prematur atau dengan kelainan bawaan. *Neopuff* adalah alat untuk resusitasi / *T-piece* dengan potensi manfaat mencapai target yang dikendalikan Puncak Inspirasi Tekanan (PIP) dan memberikan konsisten positif akhir ekspirasi *pressure*

(PEEP) untuk membantu Kapasitas Residual Fungsional (FRC) dan meningkatkan volume paru – paru. Penulis berharap alat ini dapat membantu bayi yang baru lahir yang tidak dapat bernapas secara spontan sehingga tidak menimbulkan akibat buruk dalam kelangsungan hidupnya [1].

1.2 Tujuan

Untuk memenuhi oksigen dengan tekanan inflasi yang diinginkan dan waktu inspirasi lebih stabil.

1.3 Batasan Masalah

- a. Alat yang digunakan untuk membantu bayi dengan gangguan nafas spontan.
- b. Tekanan input 40mmHg.
- c. Tekanan output 20mmHg.

1.4 Daftar Istilah

- a. Neopuff adalah alat kesehatan yang digunakan untuk memberikan pertolongan gangguan pernafasan, untuk pasien bayi prematur atau dengan kelainan bawaan.
- b. Resusitasi Neonatal Baby Puff adalah alat kesehatan yang digunakan untuk memberikan pertolongan gangguan pernafasan, untuk pasien bayi prematur atau kelainan bawaan.
- c. PIP adalah tekanan maksimal yang keluar pada pasien.
- d. PEEP adalah tekanan yang masuk pada pasien.

BAB II DASAR TEORI

2.1 *Neopuff*

Neopuff adalah peralatan kesehatan yang khusus digunakan untuk pasien bayi. Secara umum alat ini digunakan untuk memberikan pertolongan pada gangguan pernafasan, terlebih lagi untuk pasien bayi prematur atau dengan kelainan bawaan [2].

Neopuff merupakan alat untuk resusitasi / *T-piece* dengan potensi manfaat mencapai target yang dikendalikan Puncak Inspirasi Tekanan (PIP) dan memberikan konsisten positif akhir ekspirasi *pressure* (PEEP) untuk membantu Kapasitas Residual Fungsional (FRC) dan meningkatkan volume paru – paru [3].

2.2 Arduino Uno



Gambar 1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 output untuk PWM), 6 analog *input*, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga baterai.

Beberapa fitur yang umumnya di dalam Arduino Uno adalah :

- a. ROM (*Read Only Memory*) berfungsi untuk tempat penyimpanan variabel. Memori ini bersifat *volatile* yang berarti akan kehilangan semua datanya jika tidak mendapat catu daya.
- b. RAM (*Random Acces Memory*) digunakan oleh mikrokontroler untuk tempat menyimpan program yang akan diberikan oleh *user*.
- c. Register merupakan tempat penyimpanan nilai-nilai yang akan digunakan dalam proses yang telah disediakan oleh Arduino.
- d. *Special Function Register* merupakan *register* khusus yang berfungsi untuk mengatur jalannya mikrokontroler. *Register* ini terletak pada RAM.
- e. *Input dan Output Pin*, Pin *input* adalah bagian yang berfungsi sebagai penerima sinyal dari luar. Pin ini dapat dihubungkan ke berbagai media masukan seperti *keypad*, sensor, dan sebagainya. Sedangkan pin *output* adalah bagian yang berfungsi untuk mengeluarkan sinyal dari hasil proses algoritma Arduino
- f. *Interrupt* adalah bagian Arduino yang berfungsi sebagai bagian yang dapat melakukan interupsi, sehingga ketika program utama sedang berjalan, program utama tersebut dapat diinterupsi dan menjalankan program interupsi terlebih dahulu.

Arduino Uno memiliki beberapa kriteria standar yaitu memiliki 32 KB *Flash Programmable* dan 1 KB EEPROM yang dapat diprogram ulang sekitar 1000 kali *write* atau *erase cycle*, 2 KB SRAM, 14 jalur I/O, 6 pin analog, dua buah 16 bit *timer/counter*, dengan arsitektur lima *vector*, empat-level *interrupt*, *full duplex serial port*, *on- chip oscillator* dan *onchip timer/counter*.

Arduino Uno beroperasi pada frekuensi *clock* sampai 16 Mhz. ATmega328 memiliki dua *Power Saving Mode* yang dapat dikontrol melalui *software*, yaitu *Idle Mode* dan *Power Down Mode*. Pada *Idle Mode*, CPU tidak aktif sedangkan isi RAM tetap dipertahankan dengan *timer/counter*, serial *port* dan *interrupt system* tetap berfungsi. Pada *Power Down Mode*, isi RAM akan disimpan tetapi osilatornya tidak akan berfungsi sehingga semua fungsi dari *chip* akan berhenti sampai mendapat *reset* secara *hardware*. Arduino Uno memiliki arsitektur Harvard yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*.

1. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*.
2. 32 x 8-bit *register* serbaguna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari *register* serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah *register pointer* 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan *register X* (gabungan R26 dan R27), *register Y* (gabungan R28 dan R29), dan *register Z* (gabungan R30 dan R31).
3. Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain *register* serba guna di atas, terdapat *register* lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte.

2.2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan kerja	5V
Tegangan input (direkomendasikan)	7-12V
Tegangan input (limit)	6-20V
Digital I/O	14 (6 bisa sebagai PWM output)
Analog Input	6
Arus DC per I/O Pin	20 mA
Arus DC for 3.3V Pin	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328) dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
Ukuran panjang	68.6 mm
Ukuran lebar : 53.4 mm	53.4 mm
Berat	25 g

2.2.2 Fungsi Arduino Uno

Fungsi Arduino Uno yang dikontrol penuh oleh mikrokontroler ATmega328, banyak hal yang bisa dilakukan itu semua tergantung kreatifitas anda. Arduino dapat disambungkan dan mengontrol led, beberapa led, bahkan banyak led, motor DC, relay, servo, modul dan sensor-sensor, serta banyak lagi komponen lainnya. Platform Arduino sudah sangat populer sekarang ini, sehingga tidak akan kesulitan untuk memperoleh informasi, tutorial dan berbagai eksperimen yang menarik yang tersedia banyak di internet. Dengan Arduino, dunia hardware bisa bekerja sama dengan dunia *software*. Anda bisa mengontrol *hardware* dari *software*, dan *hardware* bisa memberikan data kepada *software*. Semuanya bisa dilakukan dengan relatif mudah, murah, dan menyenangkan.

2.2.3 Kelebihan Arduino Uno

Kelebihan Arduino Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya shield GPS, Ethernet [3].

2.3 Fuse

Fuse atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam rangkaian elektronika maupun perangkat listrik. *Fuse* pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh arus listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek dalam sebuah peralatan elektronika. Dengan putusya *fuse* tersebut, arus listrik yang berlebihan tersebut tidak dapat masuk ke dalam rangkaian elektronika

sehingga tidak merusak komponen-komponen yang terdapat dalam rangkaian elektronika yang bersangkutan. Karena fungsinya yang dapat melindungi peralatan listrik dan peralatan elektronika dari kerusakan akibat arus listrik yang berlebihan, *fuse* atau sekering juga sering disebut sebagai pengaman listrik.



Gambar 2 *fuse*

Fuse terdiri dari dua terminal dan biasanya dipasang secara seri dengan rangkaian elektronika yang akan dilindunginya sehingga apabila *fuse* tersebut terputus maka akan terjadi *open circuit* yang memutuskan hubungan aliran listrik agar arus listrik tidak dapat mengalir masuk ke dalam rangkaian yang dilindunginya. Nilai *fuse* biasanya tertera pada badan *fuse* itu sendiri ataupun diukir pada terminal *fuse*, nilai *fuse* diantaranya terdiri dari arus listrik dalam satuan Ampere (A) ataupun miliAmpere (mA) dan tegangan dalam satuan Volt (V) ataupun miliVolt (mV).

untuk menghitung berapa arus listrik yang mengalir dan berapa besaran ampere pada *fuse* untuk sebuah rangkaian, kita dapat menggunakan rumus seperti berikut :

$$I = P / E \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan dari huruf diatas adalah :

- I = besar arus = Ampere (A).
- P = daya listrik = Watt (W).
- E = tegangan listrik = Volt (V).

perlu diketahui juga bahwa untuk menghitung besarnya sekering yang akan kita gunakan pada sebuah rangkaian tersebut diperlukan faktor aman dua kali dari hasil rumus diatas [5].

2.4 LCD 16x2

LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD digunakan untuk menampilkan teks, huruf, angka, symbol maupun gambar. LCD sudah banyak digunakan di berbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik, seperti TV, permainan, kalkulator, monitor computer dan display laptop.



Gambar 3. LCD 16x2

LCD yang digunakan dalam Media Pembelajaran pada artikel ini adalah LCD 16x2, yang artinya LCD tersebut terdiri dari 16 kolom dan 2 baris karakter (tulisan). Module LCD ini akan kita gunakan untuk menampilkan teks berjalan, teks berlari atau running teks. Ada 16 pin yang terdapat pada LCD 16 X 2 yaitu:

- VSS, merupakan Ground atau GND (-).
- VDD, merupakan Tegangan Suplay atau VCC (+5V).
- V0 atau VEE, digunakan untuk mengatur kontras teks yang ditampilkan
- RS (*Register Select*), digunakan oleh Arduino untuk memilih lokasi memori saat penulisan data.
- RW (*Read/Write*), digunakan untuk menentukan mode LCD, mode read atau mode write.

- E (*Enable*), digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan mode penulisan karakter.
- D0, data untuk bit ke-8
- D1, data untuk bit ke-7
- D2, data untuk bit ke-6
- D3, data untuk bit ke-5
- D4, data untuk bit ke-4
- D5, data untuk bit ke-3
- D6, data untuk bit ke-2
- D7, data untuk bit ke-1
- A, terhubung ke kaki anoda LED latar mendapat tegangan positif.
- K, terhubung ke kaki katoda LED latar, mendapat tegangan negatif [6].

2.5 Sensor Mpx 5100DP

Sensor MPX 5100DP adalah sensor tekanan dengan kompensasi suhu, pengondisi sinyal, dan telah terkalibrasi. Sensor tekanan ini adalah monolitik silicon sensor tekanan yang dirancang untuk berbagai aplikasi, terutama mereka yang menggunakan sebuah mikrokontroller atau mikroprosesor dengan input A / D, dan fungsi sensor mpx 5100 untuk membaca tekanan udara yang ditentukan.



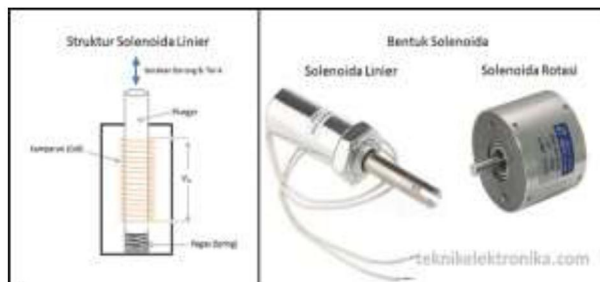
Gambar 4. Sensor MPX

Sensor tekanan gas MPX5100DP diaplikasikan dalam alat ukur volume dan kapasitas paru-paru, dengan menggunakan ATmega16 sebagai pengendali utama dan LCD sebagai tampilannya. Keunggulan dari sensor tekanan gas MPX5100DP adalah hanya dengan tiupan kecil saja sudah mempengaruhi tegangan keluarannya.

Sensor tekanan mempunyai prinsip kerja yang sedikit rumit. Pertama perubahan tekanan pada kantung menyebabkan perubahan posisi inti kumparan sehingga menyebabkan perubahan induksi magnetic pada kumparan. Kumparan yang digunakan adalah kumparan CT (*center tap*). Dengan demikian, apabila inti mengalami pergeseran, maka induktansi pada salah satu kumparan bertambah, namun menyebabkan kumparan lain berkurang [7].

2.6 Solenoid

Solenoida atau *Solenoid* adalah perangkat elektromagnetik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerakan. Energi gerakan yang dihasilkan oleh *Solenoid* biasanya hanya gerakan mendorong (*push*) dan menarik (*pull*). Pada dasarnya, *Solenoid* hanya terdiri dari sebuah kumparan listrik (*electrical coil*) yang dililitkan di sekitar tabung silinder dengan actuator *ferro-magnetic* atau sebuah pluger yang bebas bergerak “masuk” dan “keluar” dari bodi kumparan. Sebagai informasi tambahan, yang dimaksud dengan aktuator (*actuator*) adalah sebuah peralatan mekanis yang dapat bergerak atau mengontrol suatu mekanisme. *Solenoid* juga tergolong keluarga Transduser, yaitu perangkat yang dapat mengubah suatu energi ke energi lainnya.



Gambar 5 Solenoid

2.6.1 Macam – Macam Solenoid

a. Solenoida Linear

Solenoida Linier adalah alat elektromagnetik atau elektromekanis yang mengubah energi listrik menjadi sinyal magnetik atau energi gerakan mekanis. Cara kerjanya sama dengan prinsip kerja Relay Elektromekanis yang dapat dikendalikan dengan menggunakan Transistor, MOSFET dan komponen elektronika lainnya. Solenoid jenis ini disebut dengan Solenoida Linier karena pluger atau aktuatoarnya bergerak secara linier. Solenoida ini biasanya tersedia dalam dua bentuk konfigurasi dasar yaitu Solenoid Linier tipe Tarik (*Pull Type*) yang dapat menarik beban kearah dirinya apabila diberi arus listrik dan Solenoida Linier tipe Dorong (*push Type*) yang dapat mendorong beban menjauhi dirinya apabila diberikan arus listrik secukupnya. Pada umumnya, kontruksi dan struktur dasar Solenoid linier tipe tarik maupun tipe dorong adalah sama, perbedaannya hanya terletak di desain pluger dan arah pegasnya.

b. Solenoida Rotasi

Kebanyakan Solenoida elektromagnetik yang kita temukan di pasaran adalah perangkat linier yang menghasilkan gaya maju dan gaya mundur secara linier. Namun ada juga solenoids yang tersedia dalam bentuk rotasi yang digunakan untuk menghasilkan gerakan sudut atau Gerakan putar (rotasi) dari posisi netral

ke posisi ke posisi searah jarum jam ataupun posisi berlawanan arah dengan jarum jam dengan sudut tertentu. Solenoid jenis Rotasi ini dapat digunakan untuk menggantikan fungsi motor DC kecil ataupun motor stepper yang sudut gerakannya sangat kecil. Berdasarkan sudut gerakannya, Solenoida Rotasi biasanya tersedia dalam sudut Gerakan 25° , 35° , 45° , 60° , dan 90° . Ada juga yang tersedia dalam bentuk gerakan yang dapat menuju ke sudut tertentu kemudian kembali lagi ke posisi awal (posisi nol), contohnya dari posisi 0 ke 90° kemudian Kembali lagi ke posisi 0.

2.6.2 Prinsip Kerja Solenoida

Prinsip kerja dari solenoid valve yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston bertekanan yang berasal dari supply (service unit), pada umumnya [8].

2.7 Motor stepper

Motor stepper adalah salah satu jenis motor DC yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. Prinsip kerja motor stepper adalah mengubah pulsa-pulsa masukan menjadi gerakan mekanis diskrit.



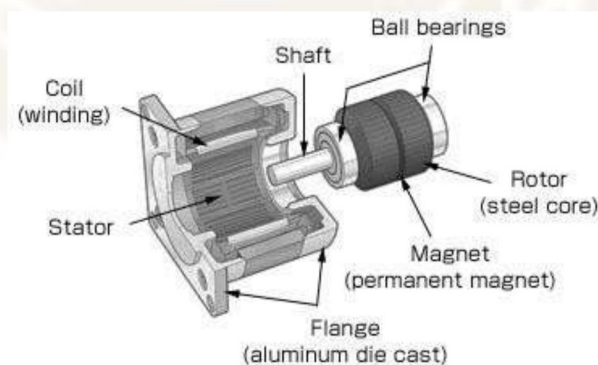
Gambar 6. Motor Stepper

Fungsi motor stepper adalah untuk mengatur udara yang masuk dan udara keluar pada rangkaian alat neopuff. Oleh karena itu untuk menggerakkan motor stepper nema 17 diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Step yang mengendalikan motor berasal dari konstruksi kumparan yang disusun menjadi beberapa kelompok yang disebut fase. Motor dapat berputar apabila diberikan energi pada fase secara berurutan.

Motor Stepper mengubah sinyal-sinyal listrik menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor Stepper bergerak dalam langkah (*step*) secara teratur. Anda dapat mengendalikan langkah pada motor menggunakan mikrokontroler maupun rangkaian digital. Torsi dari motor Stepper tidak sebesar motor DC. Namun, motor jenis ini memiliki tingkat presisi yang tinggi dalam putarannya. Kecepatan gerak pada stepper dinyatakan dalam step per second atau jumlah step per detik.

2.7.1 Konstruksi Motor Stepper

Pada dasarnya, motor stepper memiliki konstruksi yang sama dengan motor listrik pada umumnya, yaitu memiliki rotor dan stator. Perbedaannya adalah motor stepper tidak memiliki sikat karena putaran dilakukan dengan memberikan pulsa diskrit pada kumparan motor.



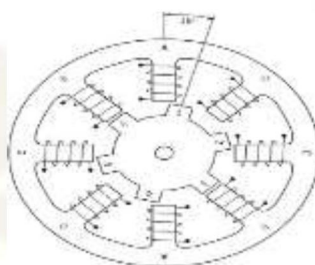
Gambar 7. Kontruksi Motor Stepper

Stator pada motor DC terbuat dari logam yang terdapat belitan di sekelilingnya. Belitan ini tidak dililitkan pada seluruh bagian stator, namun dibelitkan secara individual pada gigi stator, sehingga lebih mirip motor brushless. Belitan inilah yang terhubung pada input dan diberikan pulsa digital. Sedangkan rotor pada stepper terbuat dari besi lunak atau dari batang magnet. Rotor akan merespon medan magnet pada belitan stator dan bergerak sesuai sudut stepnya. Motor Stepper dapat diatur posisinya tanpa mekanisme umpan balik (*feedback*).

2.7.2 Jenis Motor Stepper

a. *Variabel Reluctance* (VR)

Stepper jenis ini merupakan jenis yang paling sederhana. Motor Stepper VR terdiri dari motor besi lunak dengan beberapa gerigi dan dikelilingi oleh belitan stator. Stator sendiri terdiri dari beberapa belitan yang terhubung langsung dengan inputnya. Belitan inilah yang menentukan sudut step pada motor. Rotasi pada motor terjadi ketika gerigi rotor ditarik ke kutub stator akibat dari pulsa digital yang diberikan. Pulsa digital membawa daya listrik sehingga menimbulkan medan elektromagnetik pada kumparan stator.

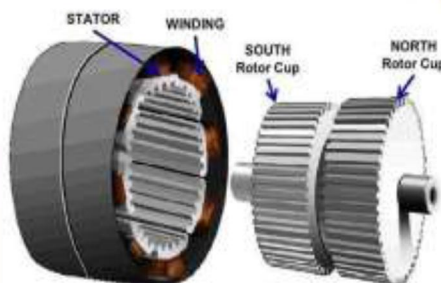


Gambar 8. Gigi rotor variable reluctance (VR)

Magnet pada Stepper tipe VR lebih kecil dan ringan dari pada jenis permanen magnet, sehingga dapat bergerak lebih cepat. Semakin kecil gap antara rotor dan gigi stator dari stepper VR, maka semakin kecil pula gaya magnetnya.

b. *Permanen Magnet (PM)*

Stepper ini menggunakan magnet permanen pada rotornya dan bekerja pada atrikan atau tolakan antara rotor dan stator electromagnet. Tidak seperti tipe Variable Reluctance, tipe permanen magnet tidak memiliki gerigi pada rotornya. Sebagai gantinya, Stepper PM menggunakan magnet dengan alternating north dan kutub selatan dengan garis lurus yang sejajar dengan poros rotor. Kutub magnet pada rotor ini menghasilkan peningkatan intensitas fluks sehingga torsiya lebih tinggi dibandingkan stepper tipe VR.



Gambar 9. Poros rotor permanen magnet (PM)

c. *Steper Hybrid*

Steper hybrid adalah gabungan dari dua jenis stepper diatas. Penggabungan jenis Variable Reluctance dan Permanen magnet bertujuan untuk memberikan daya maksimum dalam kemasan yang kecil. Karena konstruksi yang digabungkan maka harga dari stepper Hybrid lebih mahal dari dua jenis yang lain. Namun, Stepper ini memiliki kombinasi sifat terbaik dari keduanya. Jenis Hybrid memberikan kinerja yang lebih baik dalam hal tingkat resolusi, torsi dan kecepatan. Rotor dari Stepper ini memiliki multi-gerigi seperti tipe VR dan berisi magnet konsentrik aksial disekitar porosya.



Gambar 10. Poros Rotor Steper Hybrid

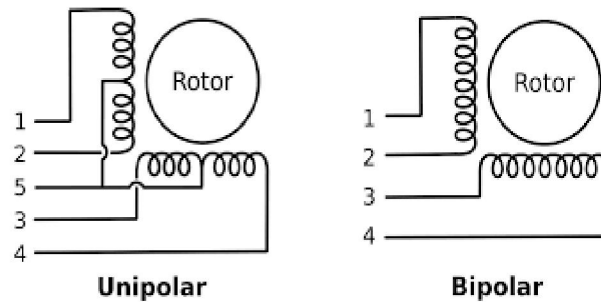
2.7.3 Jenis Lilitan Motor Stepper

a. Stepper Unipolar

Stepper jenis ini terdiri dari dua lilitan yang memiliki cabang tengah atau center tap. Cabang tengah dari masing-masing lilitan terdapat bersatu ataupun terpisah, tergantung dari data sheet motor. Biasanya yang dijumpai adalah stepper unipolar dengan cabang tengah yang disatukan sehingga terdapat 5 input. Cabang tengah pada stepper ini dapat dihubungkan dengan ground atau ke VCC, tergantung dari spesifikasi pada data sheet motor dan driver yang digunakan.

b. Stepper Bipolar

Stepper bipolar tidak memiliki cabang tengah (*center tap*). Jenis ini memiliki kelebihan yakni torsi yang lebih besar apabila dibandingkan dengan unipolar dengan ukuran yang sama. Motor stepper bipolar hanya memiliki empat buah input. Namun demikian untuk mengontrol motor jenis ini lebih rumit dibandingkan motor jenis bipolar. Untuk mengontrol stepper bipolar, diperlukan sinyal digital yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya pada setiap lilitannya. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan fluktuasi magnetik yang berubah-ubah sehingga rotor dapat berputar sesuai sudut stepnya.



Gambar 11. Bentuk Lilitan Unipolar dan Bipolar

2.7.4 Cara Kerja Motor Stepper

Pada dasarnya, cara kerja motor stepper berbeda beda, tergantung pada konstruksi rotor dan stator serta sistem lilitan pada statornya. Namun setiap stepper digerakkan oleh pulsa digital yang diubah setiap waktu.

Kecepatan sinyal pulsa digital atau lebih tepatnya frekuensi sinyal mempengaruhi kecepatannya. Semakin cepat frekuensi sinyal, maka semakin cepat pula RPM pada stepper.

Sinyal digital ini dapat pula digunakan untuk menentukan posisi pada motor stepper. Misalnya, stepper dengan sudut step 1.8° maka untuk satu putaran penuh diperlukan 200 step, sehingga untuk setengah putaran stepper memerlukan 100 step dan untuk satu setengah putaran diperlukan 300 step. Hal inilah yang menjadikan stepper banyak dipakai pada mesin 3D dan CNC Engraving. Sinyal digital yang diberikan pada rotor menghasilkan medan magnetic yang berinteraksi dengan rotor pada motor stepper. Hal ini menyebabkan motor bergerak dalam satu sudut stepnya, dan bertahan sampai sinyal digital berikutnya.

2.7.5 Metode Pengendalian Motor Stepper

Motor stepper mengubah sinyal elektronik menjadi Gerakan mekanis setiap kali pulsa digital di berikan pada input. Setiap sinyal menggerakkan secara teratur. Seperti dijelaskan diatas apabila pada spesifikasi stepper tercantum sudut step 1.8°

maka untuk satu putaran penuh diperlukan $360 / 1.8 = 200$ step. Untuk menggerakkan setiap step pada stepper ada beberapa metode yang dapat dilakukan, diantaranya :

a. Full Step

Pada metode full step, motor beroperasi hanya dengan satu fase berenergi pada satu waktu. Pada metode full step belitan yang aktif hanya satu. Namun, dapat pula mengaktifkan dua belitan untuk torsi yang lebih besar. Full step memberikan putaran motor yang lebih kasar dibandingkan dengan half step. Namun, Metode ini membutuhkan daya yang paling sedikit dari driver. contoh sinyal input pada full dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 2. Sinyal Input Full Motor Stepper

	Input 1	Input 2	Input 3	Input 4
NA	0	1	1	1
NB	1	0	1	1
NC	1	1	0	1
ND	1	1	1	0

b. Half Step

Metode Half step menggunakan belitan ganda untuk pengoperasiannya. Metode ini adalah kombinasi dari satu fase dan dua fase pada metode full step. Sudut langkah yang dihasilkan akan lebih kecil, sehingga menghasilkan putaran yang lebih halus. Contoh sinyal input pada halfstep dapat dilihat pada gambar dibawah :

Tabel 3. Sinyal Input Half Step Motor Stepper

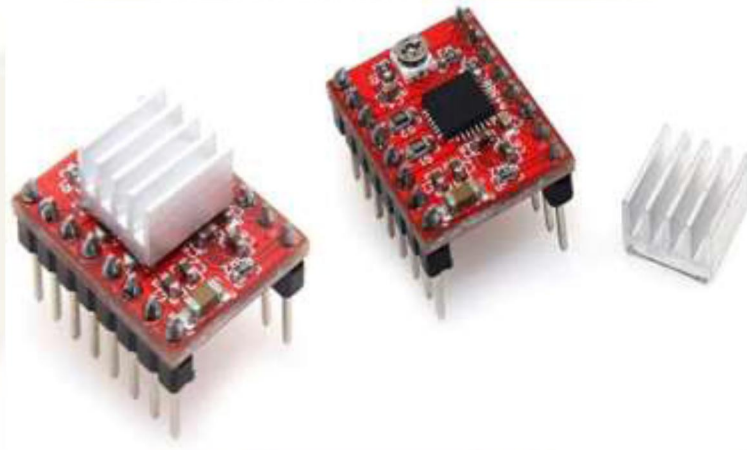
	Input 1	Input 2	Input 3	Input 4
NA	0	1	1	1
NB	0	0	1	1
NC	1	0	1	1
ND	1	0	0	1
NA	1	1	0	1
NB	1	1	0	0
NC	1	1	1	0
ND	0	1	1	0

2.7.6 Kelebihan Motor Stepper

- Sudut rotasi motor sebanding dengan pulsa input.
- Variasi kecepatan rotasi dapat dilakukan karena kecepatan sebanding dengan frekuensi pulsa input.
- Kontrol loop terbuka membuat motor lebih sederhana dan lebih mudah dalam pengontrolan.
- Motor memiliki full torsi stand still.
- Respons yang sangat baik untuk start, stop dan reverse.
- Sangat handal karena tidak ada brushes (sikat) kontak di motor.
- Dapat digunakan untuk mencapai rotasi sinkron kecepatan rendah dengan beban yang langsung digabungkan ke poros motor [9].

2.8 Driver A4988

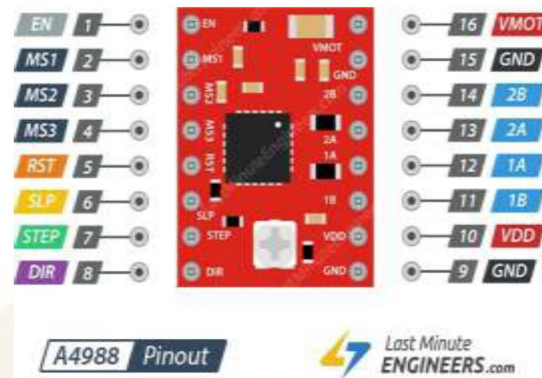
A4988 adalah driver motor mikrostepping dengan penerjemah bawaan dalam pengoperasian motor stepper. Driver A4988 berfungsi untuk mengoperasikan motor stepper bipolar dalam mode full-step, half-step, Page 5 22 quarter-step, eighth-step dan sixteenth-step. Dengan kapasitas output hingga 35V dan $\pm 2A$.



Gambar 12. Driver A4988

Untuk mendapatkan pergerakan motor stepper yang lembut, motor stepper membutuhkan sebuah driver untuk berputar driver yang digunakan pada prototipe tugas akhir berupa mesin gambar yaitu menggunakan driver motor stepper dengan tipe A4988. Dalam pemasangan driver A4988 memerlukan modul CNC Shield agar driver A4988 dapat terkoneksi pada kontroler Arduino Uno dan ketiga motor stepper. A4988 adalah driver motor mikrostepping dengan penerjemah bawaan dalam pengoperasian motor stepper. Driver A4988 dirancang untuk mengoperasikan motor stepper bipolar dalam mode full-step, half-step, quarter-step, eighth-step dan sixteenth-step. Dengan kapasitas output hingga 35V dan $\pm 2A$. Terdapat regulator arus yang tetap ketika motor stepper dalam keadaan berhenti.

2.8.1 Konfigurasi Driver A 4988



Gambar 13. Driver A4988

- VDD dan GND digunakan untuk menggerakkan sirkuit logika internal yang dapat 3V hingga 5,5 V.
- VMOT dan GND memasok daya untuk motor yang dapat 8V sampai 35V.
- MS1, MS2 & MS3. Dengan menyetel level logika yang sesuai ke pin ini, kita dapat menyetel motor ke salah satu dari lima resolusi langkah.
- STEP input mengontrol microsteps motor. Setiap pulsa HIGH yang dikirim ke pin ini menggerakkan motor dengan jumlah langkah mikro yang ditetapkan oleh Pin Seleksi Microstep. Semakin cepat pulsa, semakin cepat motor akan berputar.
- DIR input mengontrol arah putaran motor. Menariknya pulsa HIGH menggerakkan motor searah jarum jam dan menariknya pulsa LOW menggerakkan motor berlawanan arah jarum jam.
- ID Pin aktif input rendah, ketika ditarik LOW (logika 0) driver A4988 diaktifkan. Secara default pin ini ditarik rendah sehingga driver selalu diaktifkan, kecuali jika Anda menariknya TINGGI.

- SLP Pin aktif masukan rendah. Artinya, menarik pin ini LOW menempatkan driver dalam mode terputus, untuk meminimalkan konsumsi daya. Anda dapat menggunakan ini terutama saat motor tidak digunakan untuk menghemat daya.
- RST merupakan input rendah aktif. Saat posisi low, semua input STEP diabaikan, sampai anda menariknya HIGH. Ini berguna untuk mengatur ulang driver dengan mengatur penerjemah internal ke status awal yang telah ditentukan sebelumnya. Keadaan awal pada dasarnya adalah posisi awal dimana motor mulai dan berbeda tergantung pada resolusi microstep.
- Saluran keluaran driver motor A 4988 di sebar ke tepi modul dengan pin 1B, 1A, 2A, & 2B. Anda dapat menghubungkan motor stepper biopolar apa pun yang memiliki tegangan antara 8 V hingga 35 V ke pin ini. Namun, jumlah arus yang dipasok ke motor tergantung pada catu daya sistem pendingin dan pengaturan pembatasan arus.

2.9 Push Button

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi sebagai pemutus atau penyambung arus listrik dari sumber arus ke beban listrik. 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*). Prinsip kerja Push Button adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai *start* (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor-motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri-industri.



Gambar 14. Push Button

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (Normally Close) dan NO (Normally Open)

- NO (Normally Open), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (Close) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (Push Button ON).
- NC (Normally Close), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (Open), sehingga memutuskan aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (Push Button Off) [10].

2.10 Transformator

Transformator atau sering disingkat dengan istilah Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari pengubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan tegangan AC dari 220VAC ke 12VAC ataupun menaikkan tegangan dari 110VAC ke 220 VAC. Transformator atau Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC).



Gambar 15. Trafo

Di dalam trafo dapat dibuat suatu persamaan atau rumus sebagai berikut:

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

Keterangan rumus trafo :

- V_p = Tegangan di dalam kumparan primer.
- V_s = Tegangan di dalam kumparan sekunder.
- N_p = Banyaknya lilitan di dalam kumparan primer.
- N_s = Banyaknya lilitan di dalam kumparan sekunder.
- I_s = Arus pada kumparan sekunder (ampere).
- I_p = arus pada kumparan primer (ampere).

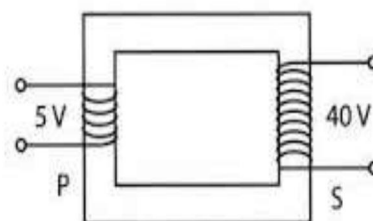
2.10.1 Prinsip Kerja Trafo

Sebuah trafo pada dasarnya terdiri dari dua lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan dengan inti besi (*Core*). Ketika kumparan primer dialiri arus AC maka akan menimbulkan medan magnet atau fluks magnetik disekitarnya. Kekuatan medan magnet tersebut dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang dialirinya. Semakin besar arus listriknya semakin besar pula medan magnetnya. Fluktuasi medan magnet yang terjadi di sekitar kumparan primer akan menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) dalam kumparan sekunder dan akan terjadi pelimpahan daya dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Dengan demikian, terjadilah pengubahan taraf tegangan listrik dari tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi maupun dari tegangan tinggi menjadi tegangan yang rendah.

2.10.2 Jenis Jenis Trafo

a. Trafo *Step UP*

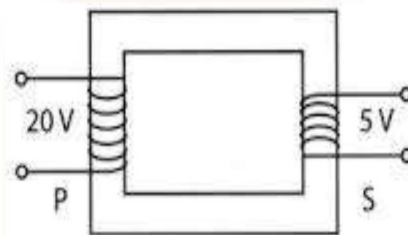
Trafo *Step Up* adalah trafo yang berfungsi untuk menaikkan taraf atau level tegangan AC dari tegangan rendah ke taraf tegangan yang lebih tinggi. Tegangan sekunder sebagai tegangan *output* yang lebih tinggi dapat ditingkatkan dengan cara memperbanyak jumlah lilitan di kumparan sekundernya daripada jumlah lilitan di kumparan primernya [11].



Gambar 16. Trafo Step Up

b. Trafo *Step Down*

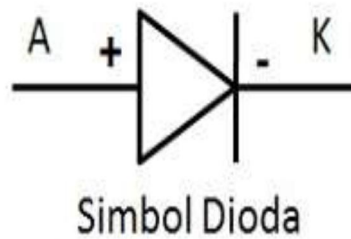
Trafo *Step Down* adalah trafo yang digunakan untuk menurunkan taraf level tegangan AC dari taraf yang tinggi ke taraf yang lebih rendah. Pada Trafo *Step Down* ini, rasio jumlah lilitan pada kumparan primer lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah lilitan pada kumparan sekundernya. Di jaringan distribusi, trafo *step down* ini biasanya digunakan untuk mengubah tegangan yang tinggi menjadi tegangan rendah yang bisa digunakan untuk peralatan elektronik. Kita sering menggunakannya untuk menurunkan taraf tegangan listrik yang berasal dari PLN 220VAC menjadi taraf tegangan yang sesuai dengan peralatan elektronik kita.



Gambar 17. Trafo Step Down

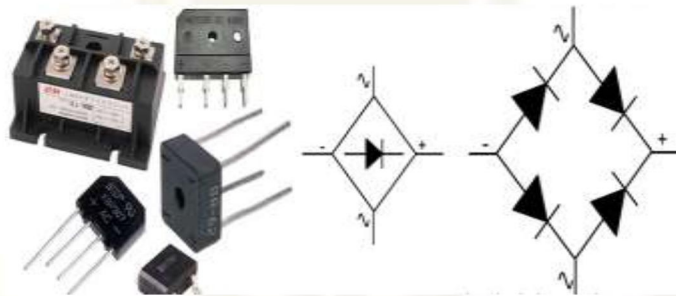
2.11 Dioda Bridge

Dioda *Bridge* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan dioda jembatan adalah jenis dioda yang berfungsi sebagai penyearah arus bolak-balik (*Alternating Current/AC*) menjadi arus searah (*Direct Current/DC*). Dioda *Bridge* pada dasarnya merupakan susunan dari empat buah dioda yang dirangkai dalam konfigurasi rangkaian jembatan (*bridge*) yang dikemas menjadi satu perangkat komponen yang berkaki empat. Dua kaki terminal dipergunakan sebagai *input* untuk tegangan/arus listrik AC (bolak balik) sedangkan dua kaki terminalnya lagi adalah terminal *Output* yaitu Terminal *Output* Positif (+) dan Terminal *Output* Negatif (-).



Gambar 18. Dioda Dan Simbol Dioda

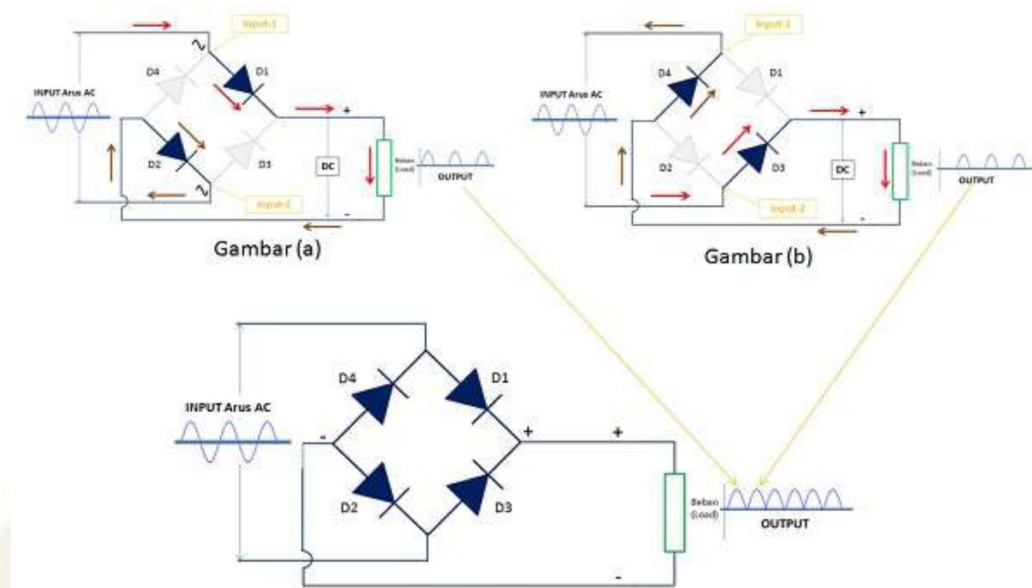
Diode *Bridge* yang merupakan komponen untuk penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*) ini adalah penyearah yang sering digunakan dalam rangkaian Pencatu Daya (*Power Supply*) karena kinerjanya yang lebih baik dengan ukuran yang lebih kecil dan juga biaya yang relatif murah dibanding dengan penyearah gelombang penuh yang dihubungkan dengan trafo *center tap* (trafo CT).



Gambar 19. Dioda Bridge Dan Simbol Dioda Bridge

2.11.1 Prinsip Kerja Dioda Bridge

Prinsip Kerja Dioda Bridge pada dasarnya sama dengan empat buah dioda penyearah biasa yang disusun dalam rangkaian jembatan. Cara kerjanya pun sama dengan cara kerja penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*). Untuk lebih jelas mengenai cara kerja bridge diode, kita dapat melihat gambar berikut ini :



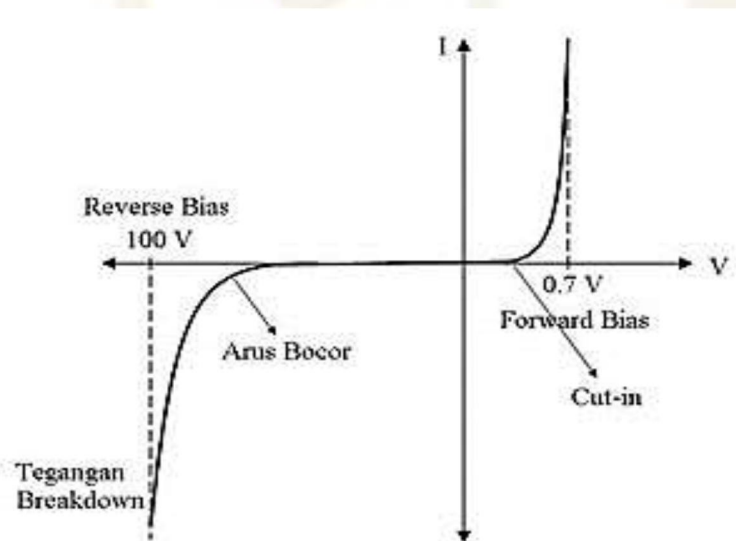
Gambar 20. Prinsip Kerja Dioda Bridge

Seperti yang kita lihat pada gambar diatas, ke empat dioda yang diberi label D1, D2, D3 dan D4 disusun secara seri berpasangan dengan hanya dua dioda saja yang melewati arus satu sisi sinyal atau arus setengah siklus gelombang (*half cycle*). Pada saat sisi sinyal positif (+) diberikan ke *input-1* dan sinyal negatif (-) diberikan ke *input-2* dioda *bridge*, rangkaian internal D1 dan D2 akan berada dalam kondisi *forward bias* sehingga melewati sinyal positif tersebut, sedangkan D3 dan D4 akan berada dalam kondisi *reverse bias* yang menghambat sinyal sisi negatifnya (lihat gambar (a) diatas).

Kemudian pada saat sinyal berubah menjadi sinyal negatif (-) yang diberikan ke *input-1* dan sinyal positif (+) ke *input-2* dioda *bridge* maka D3 dan D4 akan berubah juga menjadi kondisi *forward bias* yang melewati sedangkan D1 dan D2-nya menjadi *reverse bias* yang menghambat sinyal sisi negatif (lihat gambar (b) diatas). Hasil dari penyearah gelombang penuh adalah seperti yang dapat kita lihat di gambar *output* diatas [12].

2.11.2 Karakteristik Dioda Bridge

karakteristik dioda yaitu mampu mengalirkan arus dalam kondisi forward bias (bias maju), yaitu dimana anoda dihubungkan dengan tegangan positif, sedangkan katodanya di sambungkan dengan voltase negatif. Keadaan sebaliknya pada dioda disebut mode reverse bias (bias mundur). Dalam kondisi reverse bias ibarat saklar dioda dalam keadaan off dan tidak mengalirkan arus. Dalam penggunaan dioda, dikenal juga dengan istilah tegangan ambang. Tegangan ambang dioda adalah beda tegangan minimal antara anoda dan katoda sehingga dioda mampu menghantarkan arus listrik. Tegangan ambang bisa berbeda untuk setiap jenis dioda dikarenakan material penyusunnya, apakah itu silikon atau germanium. Jika dioda terbuat dari silikon tegangan ambangnya berkisar 0,7 volt, sedangkan dioda yang terbuat dari bahan germanium tegangan ambangnya sekitar 0,3 volt.



Gambar 21 Karakteristik Dioda Bridge

Dioda dapat digunakan dalam rangkaian penyearah (rectifier circuit) yaitu rangkaian yang mampu mengubah dari listrik AC (bolak-balik) menjadi listrik DC (searah). Ketika dioda dalam mode *reverse bias*, sejumlah panas akan dilepaskan. Jika

tegangan balik terus dinaikkan sampai melebihi tegangan tembus, dioda tidak akan mampu lagi menahan disipasi daya yang terlalu besar akibatnya dioda rusak dan mengalirkan arus listrik dengan arah terbalik. Sedangkan batasan arus pada dioda dapat diketahui dari kode yang tertulis di tengah dioda. Mirip seperti tegangan tembus, dioda juga akan rusak ketika diberikan arus listrik melebihi ambang batasnya.

2.12 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Resistor termasuk komponen pasif pada 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). Hukum Ohm menyatakan bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansi (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 [13].



Gambar 22. Resistor Dan Simbol Resistor

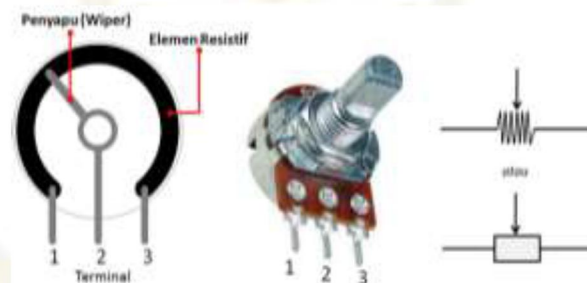
2.12.1 Jenis – Jenis Resistor

a. Resistor Tetap (*fixed* resistor)

Fixed Resistor adalah jenis Resistor yang memiliki nilai resistansinya tetap. Nilai resistansi atau hambatan resistor ini biasanya ditandai dengan kode warna ataupun kode angka. Cara menghitung nilai resistor berdasarkan kode angka dan kode warna.

b. Resistor Tidak Tetap

Variable Resistor adalah jenis Resistor yang nilai resistansinya dapat berubah dan diatur sesuai dengan keinginan. Pada umumnya *variable* resistor terbagi menjadi Potensiometer, Rheostat dan Trimpot.



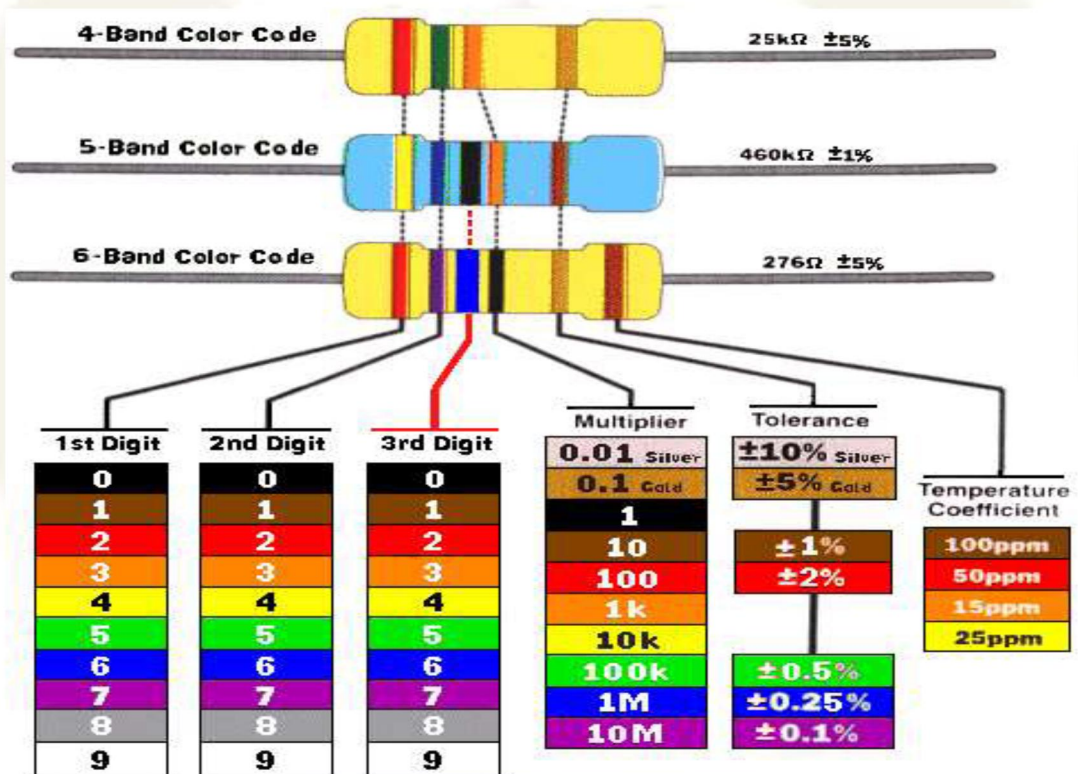
Gambar 23. Potensio Dan Simbol Potensio

2.12.2 Kode Warna Resistor

Sebuah nilai resistansi yang ada pada resistor ditentukan oleh kode-kode warna yang terdapat pada badan resistor tersebut. Jumlah gelang warna yang ada pada badan resistor pada umumnya yang beredar dipasaran adalah berjumlah empat warna dan lima warna, namun pada jenis resistor tertentu terdapat 6 warna.

KODE WARNA	PITA KE-1	PITA KE-2	PITA KE-3	PITA KE-4	PITA KE-5
HITAM	0	0	0	10^0	-
COKLAT	1	1	1	10^1	1 %
MERAH	2	2	2	10^2	2 %
ORANGE	3	3	3	10^3	-
KUNING	4	4	4	10^4	-
HIAU	5	5	5	10^5	0,5 %
BIRU	6	6	6	10^6	0.25%
UNGU	7	7	7	10^7	0,1 %
ABU-ABU	8	8	8	-	-
PUTIH	9	9	9	-	-
EMAS	-	-	-	10^{-1}	5 %
PERAK	-	-	-	10^{-2}	10 %

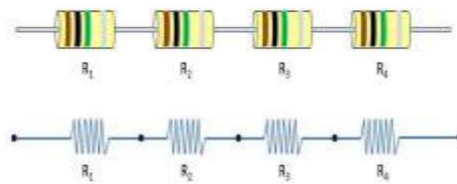
Gambar 24. Perhitungan Resistor



Gambar 25. Kode Warna Resistor

2.12.3 Rangkaian Seri Resistor

Rangkaian Seri Resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari dua buah atau lebih resistor yang disusun secara sejajar atau berbentuk seri. Dengan rangkaian seri ini kita bisa mendapatkan nilai resistor pengganti yang kita inginkan.



Gambar 26. Rangkaian Seri Resistor

Rumus dari Rangkaian Seri Resistor adalah :

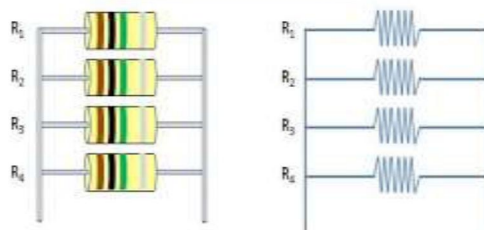
$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- R_{total} = Total Nilai Resistor.
- R_1 = Resistor ke-1.
- R_2 = Resistor ke-2.
- R_3 = Resistor ke-3.
- R_n = Resistor ke-n.

2.12.4 Rangkaian Pararel Resistor

Rangkaian Paralel Resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari dua buah atau lebih resistor yang disusun secara berderet atau berbentuk paralel. Rangkaian paralel dapat digunakan untuk mendapatkan nilai hambatan pengganti. Perhitungan Rangkaian Paralel sedikit lebih rumit dari Rangkaian Seri.



Gambar 27. Rangkaian Pararel Resistor

Rumus dari Rangkaian Seri Resistor adalah :

$$1/R_{\text{total}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

- R_{total} = Total Nilai Resistor.
- R_1 = Resistor ke-1.
- R_2 = Resistor ke-2.
- R_3 = Resistor ke-3.
- R_n = Resistor ke-n.

2.13 Transistor

Transistor adalah perangkat semikonduktor yang biasa digunakan pada amplifier atau sakelar dan dikontrol secara elektrik. Transistor adalah salah satu komponen elektronika dengan berbagai kegunaan, diantaranya sebagai penguat, sirkuit pemutus, menstabilkan tegangan, memodulasi sebuah sinyal, sebagai penyambung, dan masih banyak fungsi yang lainnya.

Berdasarkan sifatnya, transistor termasuk dalam peralatan yang bersifat semikonduktor. Sehingga alat ini mampu mengalirkan arus listrik dengan akurat. Jika dilihat dari strukturnya, sebenarnya transistor merupakan penggabungan dua buah diode yang disambungkan. Sedangkan lapisan penyusunnya ada tiga bagian, diantaranya terminal emitor, terminal base, dan terminal kolektor [14].

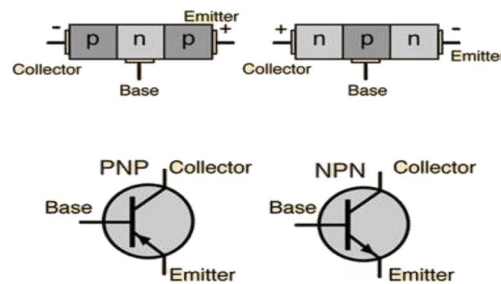
2.13.1 Cara Kerja Transistor

Transistor memiliki 2 tipe dasar modern yaitu Bipolar Junction Transistor (BJT) dan Field Effect Transistor (FET). BJT dapat bekerja berdasarkan arus inputnya

sedangkan FET bekerja berdasarkan tegangan inputnya. Dalam dunia elektronika modern, transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam rangkaian analog karena fungsinya sebagai penguat. Rangkaian analog terdiri dari penguat suara, sumber listrik stabil dan penguat sinyal radio. Tidak hanya rangkaian analog, didalam rangkaian digital juga terdapat transistor yang berfungsi sebagai saklar dengan kecepatan tinggi. Transistor bipolar memiliki memiliki kanal konduksi utama menggunakan dua polaritas pembawa muatan : elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam BJT, arus listrik utama harus melewati satu daerah / lapisan pembatas dinamakan *depletion zone* dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut. Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan *depletion zone* di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar di mana daerah Basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

2.13.2 Struktur Dasar Transistor

Transistor adalah komponen elektronika yang terdiri dari 3 lapisan semikonduktor dan memiliki 3 terminal yaitu terminal emitor (E), terminal basis (B) dan terminal kolektor (C). Transistor merupakan gabungan dari sambungan 2 dioda. Transistor dibagi menjadi 2 tipe yaitu NPN dan PNP. Tipe NPN dan PNP termasuk jenis transistor bipolar. NPN merupakan singkatan dari Negatif – Positif – Negatif sedangkan PNP merupakan singkatan dari Positif – Negatif – Positif.



2.13.3 Fungsi Transistor

1. Transistor sebagai saklar

Transistor memerlukan sebuah pemicu agar dapat mengalirkan arus dan pemicu tersebut adalah arus pada basis. Ketika basis dialiri arus minimal (sesuai datasheet) maka kaki Emitter-Kolektor akan berfungsi sebagai saklar tertutup dan mengalirkan arus sehingga lampu dapat menyala.

2. Transistor sebagai penguat arus

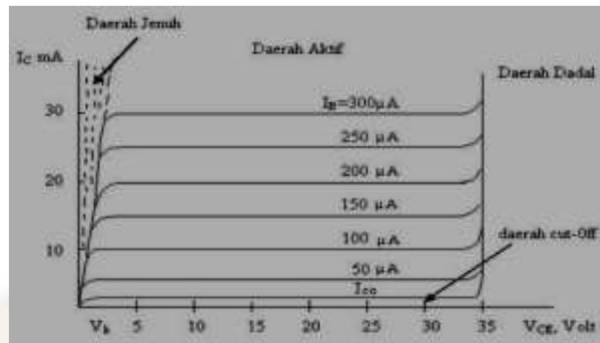
Salah satu prinsip kerja dari transistor BJT adalah arus kecil pada basis akan berubah menjadi besar pada kolektor. Hal tersebut dikarenakan pada transistor terdapat indikator H_{fe} /penguatan di mana setiap transistor mempunyai nilai H_{fe} yang berbeda – beda.

Misalkan pada suatu transistor mempunyai H_{fe} 100 maka ketika arus yang mengalir pada basis adalah 0,6 ampere maka arus yang mengalir pada kolektor menjadi 6 ampere.

3. Transistor sebagai penguat amplifier sinyal

Rangkaian amplifier adalah suatu rangkaian untuk mengkonversi sinyal berukuran kecil menjadi sinyal berukuran besar. Ukuran sinyal diubah dengan mengubah besar amplitude sinyal.

2.13.4 Karakteristik Transistor



Gambar 28 Kurva Karakteristik Kolektor Transistor

Kurva karakteristik kolektor merelasikan I_C dan V_{CE} dengan I_B sebagai parameter. Parameter-parameter transistor tidaklah konstan, meskipun tipe sama namun parameter dapat berbeda. Kurva kolektor terbagi menjadi tiga daerah yaitu jenuh, aktif dan cut- off.

Daerah jenuh (saturasi) adalah daerah dengan V_{CE} kurang dari tegangan lutut (knee) V_K . Daerah jenuh terjadi bila sambungan emiter dan sambungan basis berprasikap maju. Pada daerah jenuh arus kolektor tidak bergantung pada nilai I_B . Tegangan jenuh kolektor – emiter, $V_{CE}(\text{sat})$ untuk transistor silikon adalah 0,2 volt sedangkan untuk transistor germanium adalah 0,1 volt.

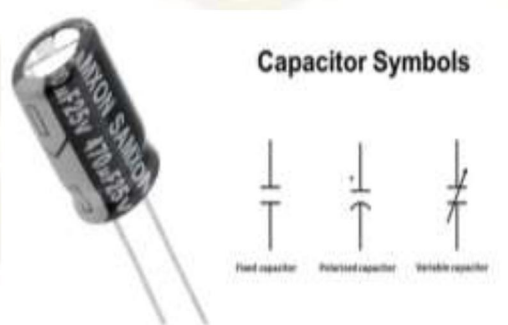
Daerah aktif adalah antara tegangan lutut V_K dan tegangan dadal (*break down*) V_{BR} serta di atas $I_B I_{C0}$. Daerah aktif terjadi bila sambungan emiter diberi prasikap maju dan sambungan kolektor diberi prasikap balik. Pada daerah aktif arus kolektor sebanding dengan arus balik. Penguatan sinyal masukan menjadi sinyal keluaran terjadi pada saat aktif.

Daerah cut-off (putus) terletak dibawah $I_B = I_{C0}$. Sambungan emiter dan sambungan kolektor berprasikap balik. Pada daerah ini $I_E = 0$; $I_C = I_{C0} = I_B$.

2.14 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Kapasitor merupakan komponen elektronika yang terdiri dari dua pelat konduktor yang pada umumnya adalah terbuat dari logam dan sebuah isolator diantara pelat tersebut sebagai pemisah. Isolator tersebut disebut juga dengan dielektrika. Bahan dielektrik tersebut dapat mempengaruhi nilai dari kapasitansi kapasitor tersebut. Adapun bahan dielektrik yang paling sering dipakai adalah keramik, kertas, udara, metal film dan lain-lain.

Kapasitor sering digunakan sebagai filter, prinsip filter kapasitor adalah proses pengisian dan pengosongan kapasitor. Saat dioda forward, kapasitor terisi dan tegangannya sama dengan periode ayunan tegangan sumber. Pengisian berlangsung sampai nilai maksimum, pada saat itu tegangan C sama dengan V_p . Pada ayunan turun kearah reverse, kapasitor akan mengosongkan muatannya. Jika tidak ada beban, maka nilainya konstan dan sama dengan V_p , tetapi jika ada beban maka keluarannya (V_{out}) memiliki sedikit ripple akibat kondisi pengosongan [15].

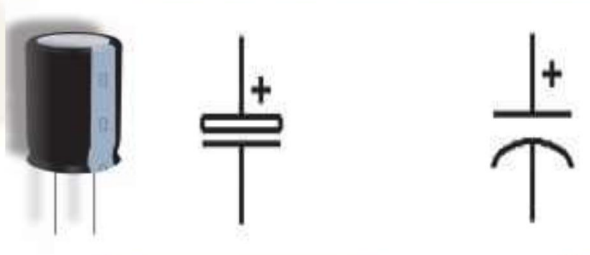


Gambar 29. Kapasitor Dan Simbol Kapasitor

2.14.1 Jenis – Jenis Kapasitor

a. Kapasitor Polar

Kapasitor polar adalah kapasitor yang kedua kutubnya memiliki polaritas positif (+) dan negatif (-). Biasanya kapasitor polar bahannya terbuat dari elektrolit dan mempunyai nilai kapasitansi yang besar dibandingkan dengan kapasitor yang menggunakan bahan kertas atau mika atau keramik.



Gambar 30. Kapasitor Polar Dan Simbol Kapasitor Polar

b. Kapasitor Non Polar

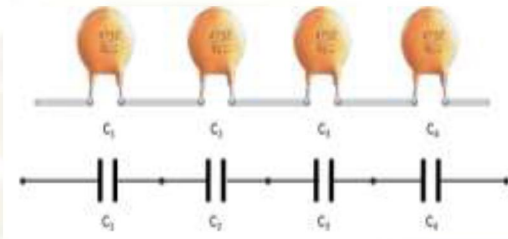
Kapasitor Non Polar adalah kapasitor yang pada kutubnya tidak memiliki polaritas artinya pada kedua kutubnya dapat digunakan secara terbalik. Mempunyai nilai kapasitansi kecil dan bahannya terbuat dari keramik, mika, kertas dan lain-lain.



Gambar 31. Kapasitor Non Polar Dan Simbol Kapasitor Non Polar

2.14.2 Rangkaian Seri Kapasitor

Rangkaian Seri Kapasitor adalah rangkaian yang terdiri dari dua buah dan lebih kapasitor yang disusun sejajar atau berbentuk Seri. Rangkaian seri kapasitor ini dapat digunakan untuk mendapat nilai kapasitansi kapasitor pengganti yang diinginkan.[16]



Gambar 32. Rangkaian Seri Kapasitor

Rumus dari Rangkaian Paralel Kapasitor (Kondensator) adalah :

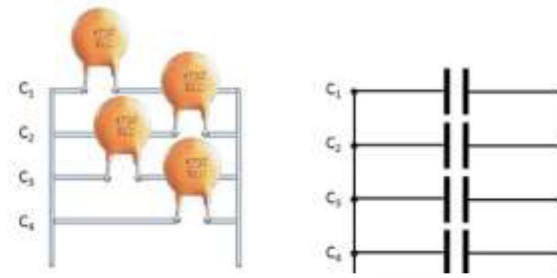
$$1/C_{total} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + 1/C_4 + \dots + 1/C_n \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- C_{total} = Total Nilai Kapasitansi Kapasitor
- C_1 = Kapasitor ke-1
- C_2 = Kapasitor ke-2
- C_3 = Kapasitor ke-3
- C_4 = Kapasitor ke-4
- C_n = Kapasitor ke-n

2.14.3 Rangkaian Pararel Kapasitor

Rangkaian Paralel Kapasitor adalah Rangkaian yang terdiri dari dua buah atau lebih kapasitor yang disusun secara berderet atau berbentuk Paralel. Dengan menggunakan rangkaian paralel kapasitor ini, kita dapat menemukan nilai Kapasitansi pengganti yang diinginkan.



Gambar 33. Rangkaian Paralel Kapasitor

Rumus dari Rangkaian Paralel Kapasitor (Kondensator) adalah :

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots + C_n \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

- C_{total} = Total Nilai Kapasitansi Kapasitor
- C_1 = Kapasitor ke-1
- C_2 = Kapasitor ke-2
- C_3 = Kapasitor ke-3
- C_4 = Kapasitor ke-4
- C_n = Kapasitor ke-n

2.15 Inter Integrated Circuit (I2C)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan

membentuk sinyal start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang di alamat master [16].

Sinyal start merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari 1 menjadi 0 pada saat SCL 1. Sinyal stop merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari 0 menjadi 1 pada saat SCL 1. Sinyal dasar yang lain dalam I2C Bus adalah sinyal acknowledge yang disimbolkan dengan ACK. Setelah transfer data oleh master berhasil diterima slave, slave akan menjawabnya dengan mengirim sinyal acknowledge, yaitu dengan membuat SDA menjadi 0 selama siklus clock ke 9. Ini menunjukkan bahwa Slave telah menerima 8 bit data dari master.



Gambar 34. I2C

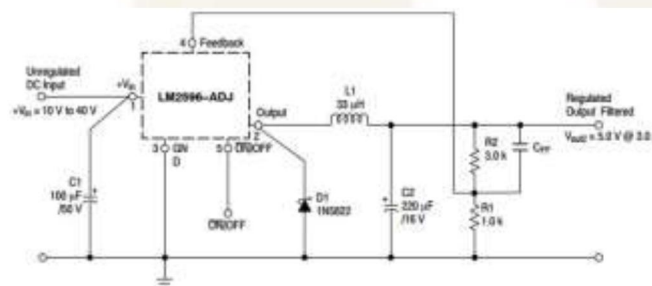
2.16 Modul IC LM2596



Gambar 35. IC LM 2596

Modul konverter DC ke DC (DC-DC Converter) ini menggunakan IC LM2596 yang merupakan *Integrated Circuit* (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (*voltage level*) arus searah / *Direct Current* (DC) menjadi lebih rendah dibanding tegangan

masukannya. Tegangan masukan (*input voltage*) dapat dialiri tegangan berapapun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah diantara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC. ICLM2596 ini dirangkaikan dengan komponen-komponen elektronika dengan kualitas terbaik, Seperti kapasitor menggunakan SMD *Solid Capacitor* merk Sanyo yang terkenal dengan kualitasnya yang prima, inductor berintikan *ferrite-drum* induktansi tinggi (*high-Q inductance*) dengan pelindung magnetik, *multi-turn* potentiometer dengan resolusi dan akurasi hambatan yang tinggi (bukan potentiometer biasa yang resolusinya rendah), dan diode SMD tipe Schottky SS54 yang bersifat *low dropout* (LDO) voltage [17].



Gambar 36 Modul IC LM2596

Modul DC *Stepdown* LM2596 mempunyai fungsi yaitu merubah voltase DC ke DC, bisa diatur untuk *output* lebih kecil atau lebih besar. Terdapat kendala menurunkan voltase yaitu untuk menurunkan tegangan DC dengan selisih tidak berbeda jauh bisa menggunakan komponen sederhana. Umumnya digunakan komponen elektronik seperti tahanan atau resistor. Tapi resistor hanya menurunkan tegangan voltase dengan *input* fix atau tetap. Misalnya menurunkan 5VDC ke 3VDC. Menggunakan potentiometer/resistor untuk menurunkan tegangan lebih mudah dan murah untuk dibuat, hanya saja dipengaruhi tegangan *input* DC ke *output* DC. Bila sumber *input* voltase DC turun, maka *output* dari tahanan ikut turun. Kecuali sumber DV *input* adalah tetap, seperti dari adaptor DC.

Kendala kedua untuk menurunkan tegangan dengan tahanan seperti resistor atau potensiometer belum tentu bisa menurunkan *current* besar (Ampere besar seperti 0,5Amp atau 1Amp). Seperti dalam 1.000mAh secara perlahan resistor menjadi panas, dan akan merusak tahanan /potensi, kecuali menggunakan tipe komponen resistor khusus yang mampu dilewati beban amper tinggi.

Sedangkan kendala menaikkan voltase yaitu dengan alat sirkuit sederhana ini dapat menaikkan tegangan arus DC lebih tinggi dari nilai tegangan *input* yang ada. Seperti *input* bisa berubah ubah, sementara *output* voltase DC tetap stabil. Misalnya *output* yang diinginkan 9VDC, sedangkan sumber *power* DC yang anda miliki 5V atau 7VDC, selama tidak lebih dari 9V DC. Disebut alat *Step Up* atau *Step Down*. Untuk menaikkan tegangan DC atau menaikkan tegangan DC.

Untuk menurunkan tegangan dari LM2596, Misalnya anda memiliki 5VDC dan ingin membuat arus DC 3V. Tentu bisa, dengan merubah posisi potensi dan diukur multimeter. Tapi anda tidak bisa menaikkan tegangan dari 5V ke 6V dengan alat ini. Karena 5V ke 6VDC adalah menaikkan tegangan dan bukan menurunkan tegangan.

Contoh Penerapan untuk menurunkan tegangan DC dengan menggunakan DC *Step Down* :

1. Kipas pendingin computer agar tidak terlalu berisik dapat diturunkan voltase sampai 9-10VDC dari sumber *input* 12VDC.
2. Adaptor 12V DC dapat diturunkan menjadi 9V. Misalnya dimanfaatkan untuk power modem yang membutuhkan *power* 9VDC sementara hanya tersedia adaptor 12V.
3. Adaptor biasa dapat 9V diturunkan ke 5V, misalnya untuk mengisi *smartphone* atau *power bank*.

4. Atau menurunkan power DC 5V ke 3,7VDC seperti *power* baterai lithium dan kebutuhan bagi power tegangan lampu LED sekitar 3,0V sampai 3,7VDC.
5. Menyalakan lampu LED 9V dari sumber *power bank* 5V.
6. Bahkan untuk menggantikan *power* baterai alat elektronik seperti mobil mobilan, alat cukur dan lainnya.

2.17 Relay



Gambar 37. Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar atau *switch* secara umum relay menggunakan prinsip elektromagnetik, elektromagnetik ini memiliki kegunaan sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan demikian menggunakan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan aliran listrik tinggi

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

- Common, merupakan bagian yang tersambung dengan normally close (dalam keadaan normal).
- Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
- Kontak, yang terdiri dari Normally Close dan Normally Open.

Cara kerja relay adalah apabila kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki ground pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki CO (*Change Over*) pada relay akan berpindah dari kaki NC (*Normally close*) ke kaki NO (*Normally Open*). Relay juga dapat disebut komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka [19].

2.17.1 Jenis Jenis Relay

a. Relay Elektromagnetik

Jenis relay elektromagnetik dibangun menggunakan komponen listrik, magnetik dan mekanik, serta memiliki kotak mekanis dan coil operasi. Sehingga ketika coil mulai diaktifkan oleh sistem *supply*, kontak mekanis akan terbuka dan tertutup.

Relay jenis elektromagnetik sendiri memiliki berbagai macam atau jenis :

1. Relay AC dan DC
2. Relay tipe induksi
3. Relay penahan magnetic

b. Solid state relay (SSR)

Solid state relay (SSR) memanfaatkan komponen solid state dalam melakukan operasi switching tanpa ada yang dipindahkan. Hal ini dikarenakan energi yang dihasilkan lebih jauh besar dari pada energi control. Jika dibandingkan dengan relay elektromagnetik, SSR ini memiliki daya jauh lebih tinggi.

c. Relay Termal

Seperti namanya, relay jenis ini didasarkan pada efek panas, artinya suhu mengalami kenaikan dari batas dengan mengarahkan kontak dari satu posisi ke posisi lainnya. Relay termal digunakan terutama pada perlindungan motor yang terdiri dari elemen bimetal seperti sensor suhu dan kontrol.

d. *Relay hibrida*

Relay hibrida terdiri dari relay elektromagnetik dan komponen elektronik. Relay jenis ini pada bagian *input* memiliki rangkaian elektronik yang melakukan perbaikan dan fungsi kontrol lainnya. Kemudian pada bagian *output* biasanya termasuk ke dalam relay elektromagnetik.

e. Relay Reed

Bagi yang belum mengetahui mengenai *reed relay*, pada umumnya terdiri dari sepasang strip magnetik, dan disegel pada tabung gelas. Sedangkan reed memiliki peran sebagai angker dan pisau kontak. Medan magnet yang terdapat pada coil terlilit tabung, sehingga *reed* bergerak, dan operasi *switching* terjadi.

2.17.2 Istilah Pole dan Throw Pada Relay

Istilah *pole* dan *throw* ini digunakan pada saklar, apakah pada relay berlaku? Jawabannya tentu berlaku, karena relay merupakan jenis dari saklar. Berikut sedikit penjelasan mengenai arti dari istilah *pole* dan *throw* pada relay :

1. *Pole* adalah jumlah kontak (contact) yang dimiliki oleh relay.
2. *Throw* adalah kondisi yang dimiliki oleh kontak (contact).

BAB III

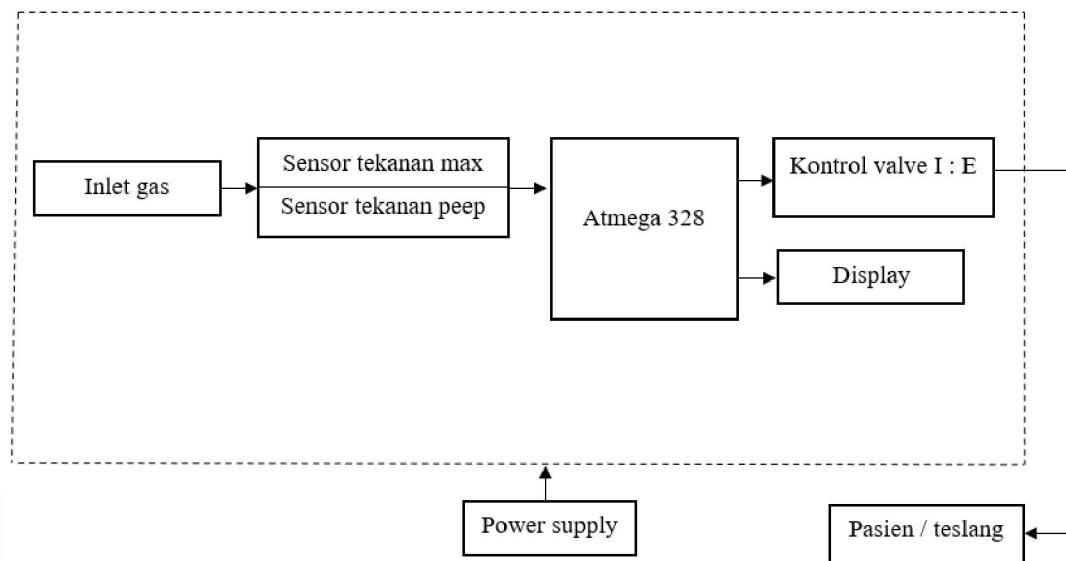
PERENCANAAN ALAT

Sebelum pembuatan modul dan karya tulis, penulis terlebih dahulu membuat perencanaan modul yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pembuatan modul dan karya tulis dan agar hasilnya sesuai dengan yang direncanakan.

Adapun langkah langkah perencanaan dalam pembuatan modul alat adalah sebagai berikut :

1. Merancang blok diagram dan wiring diagram dari modul yang akan dibuat berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
2. Merancang flowchart program dari modul yang akan dibuat.
3. Merancang koding dari program alat yang akan di buat.
4. Menentukan titik-titik pengukuran (test point) untuk pendataan dan analisa rangkaian.
5. Menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul.
6. Membuat modul sesuai dengan wiring diagram yang telah dibuat.
7. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
8. pembuatan casing sesuai dengan gambar yang telah dibuat.
9. Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teoriteori yang relevan serta hasil pendataan modul.

3.1 Blok Diagram



Gambar 38. Blok Diagram

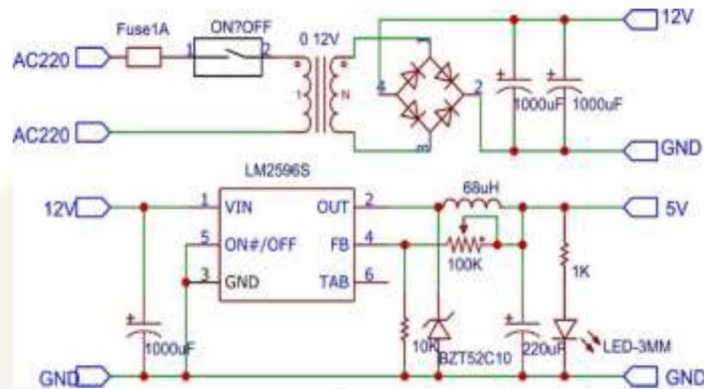
Fungsi dari masing masing blok diagram adalah sebagai berikut :

Tegangan dari power supply untuk mensuplay yang ada di dalam kotak, inlet gas masuk ke sensor max dan sensor peep sensor mengatur ke inputan atmega 328, sehingga output nya ditujukan ke display bagian kontrol valve I : E / mengontrol keluaran udara yang akan di teruskan ke pasien.

3.2 Perencanaan Wiring Diagram

Perencanaan wiring diagram dari alat ini sebagai berikut :

3.2.1 Rangkaian Power Supply



Gambar 39. Rangkaian Power Supply

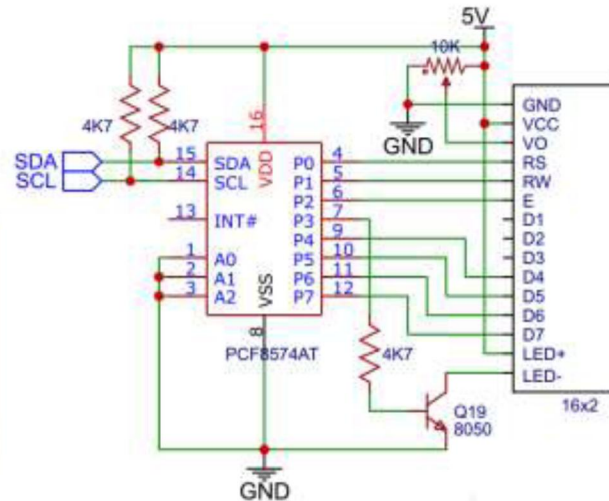
Power Supply listrik AC 220V masuk trafo diturunkan menjadi tegangan AC 12V masuk Dioda Bridge diubah menjadi tegangan DC selanjutnya kapasitor berfungsi menghilangkan ripple pada tegangan DC.

Tegangan DC 12V diturunkan menjadi 5V oleh LM2596S masuk ke semua rangkaian yang membutuhkan tegangan 5V.

Tabel 4 Rangkaian Power Supply

No.	Daftar Komponen	Jumlah
1	Transformator	1
2	Fuse	1
3	Saklar	1
4	Dioda	4
5	IC LM2596	1
6	Kabel	secukupnya
7	Resistor	secukupnya
8	Kapasitor	secukupnya

3.2.2 Rangkaian LCD 16x2



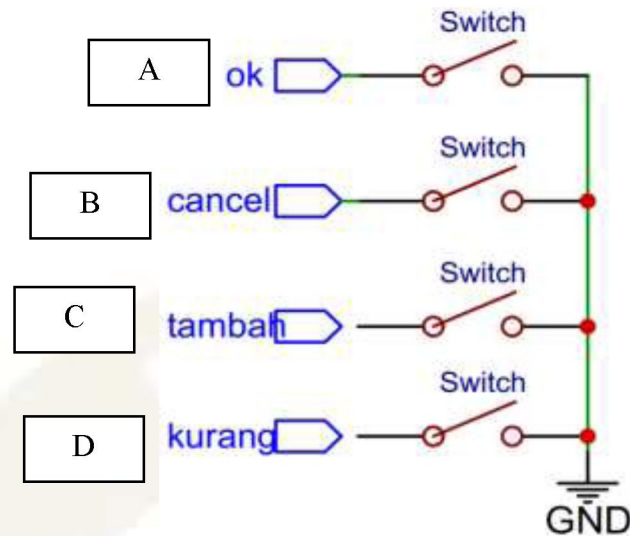
Gambar 40. Rangkaian Lcd

Berfungsi sebagai penampil hasil yang dijalankan oleh arduino uno. Tegangan yang dibutuhkan agar LCD ini bekerja adalah sebesar 5 volt. Pada rangkaian LCD menggunakan modul I2C bertujuan untuk menghemat port yang akan digunakan pada Arduino Uno. Sistem peraga LCD dot marix 16X2 karakter berbasis IC PCF8574AT dapat dihubungkan ke board Arduino Uno hanya menggunakan 2 (dua) buah kaki Analog A4 dan A5 selain sumber tegangan DC +5 Volt. Kaki Analog A4 dan A5 dari Arduino Uno dihubungkan ke kaki SDA dan kaki SCL dari serial board.

Tabel 5 Rangkaian LCD

No.	Nama Komponen	Jumlah
1.	Lcd	1
2.	Modul 12 c	1
3.	Resistor	4

3.2.3 Rangkaian Pengontrol Tekanan



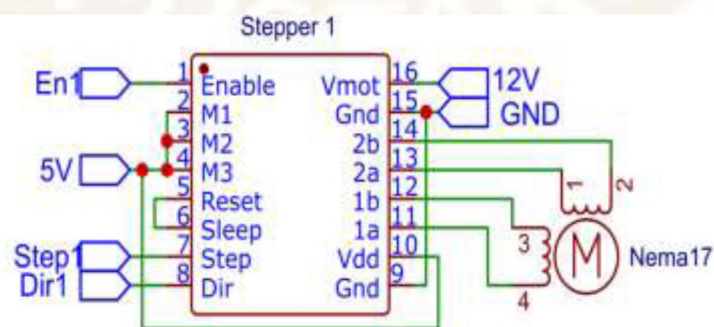
Gambar 41. Rangkaian Pengontrol Tekanan

Rangkaian Tombol berfungsi Untuk menjalankan perintah yang dilakukan oleh user perlu rangkaian tombol sebagai perintah yang akan diteruskan ke mikrokontroller. Berikut adalah rangkaian tombol yang diteruskan ke arduino uno.

Tabel 6 Rangkaian Push Button

No.	Daftar Komponen	Jumlah
1.	Tombol Push Button	1

3.2.4 Rangkaian Motor Stepper 1



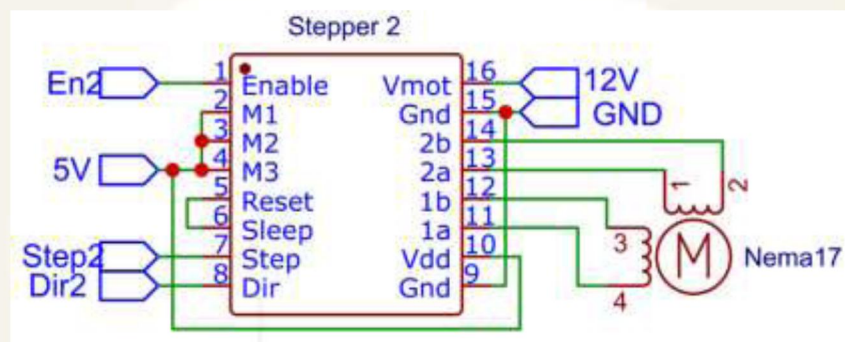
Gambar 42. Rangkaian Motor Stepper 1

Motor Stepper 1 mendapatkan tegangan listrik dari Driver A4988N, dimana pin Enable, Step, dan Dir tersambung dengan pin Mikrokontroler. Pin Vmot mendapat 12 V dari output power supply, dan pin Vdd dari IC Regulator.

Tabel 7 Rangkaian Motor Stepper 1

No.	Daftar Komponen	Jumlah
1.	Motor Stepper 1	1

3.2.5 Rangkaian Motor Stepper 2



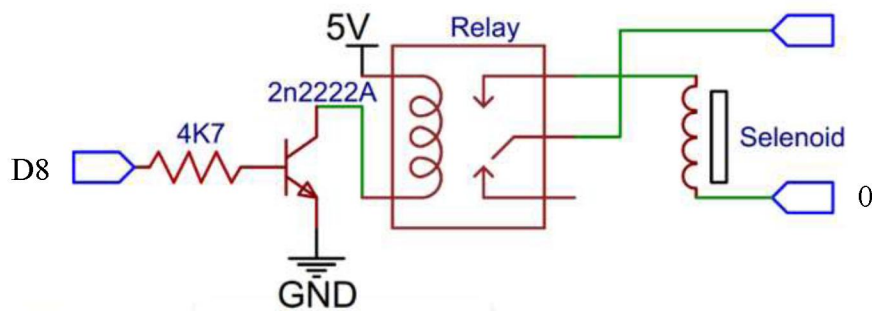
Gambar 43. Rangkaian Motor Stepper

Motor Stepper mendapatkan tegangan listrik dari Driver A4988N, dimana pin Enable, Step, dan Dir tersambung dengan pin Mikrokontroler. Pin Vmot mendapat 12 V dari output power supply, dan pin Vdd dari IC Regulator.

Tabel 8 Rangkaian Motor Stepper 2

No.	Daftar Komponen	Jumlah
1.	Motor Stepper 2	1

3.2.6 Rangkaian Relay



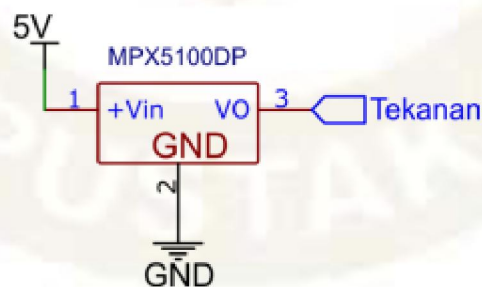
Gambar 44. Rangkaian Relay

Basis transistor mendapatkan tegangan logic dari pin mikrokontroler sehingga kaki kolektor dan emittornya tersambung dan membuat relay dapat bekerja sebagai switch teg AC yang dibutuhkan solenoid.

Tabel 9 Rangkaian Relay

No.	Daftar Komponen	Jumlah
1.	Relay	1
2.	Transistor	1

3.2.7 Rangkaian Sensor Mpx



Gambar 45. Rangkaian Sensor Mpx

Rangkaian Sensor MPX5100DP yaitu transduser tekanan memiliki elemen penginderaan area konstan dan merespons gaya yang diterapkan ke area ini oleh tekanan fluida. Gaya yang diterapkan akan membelokkan diafragma di dalam

transduser tekanan. Lendutan diafragma internal diukur dan diubah menjadi output listrik. Hal ini memungkinkan tekanan untuk dipantau oleh mikroprosesor, pengontrol yang dapat diprogram, dan komputer bersama dengan instrumen elektronik serupa.

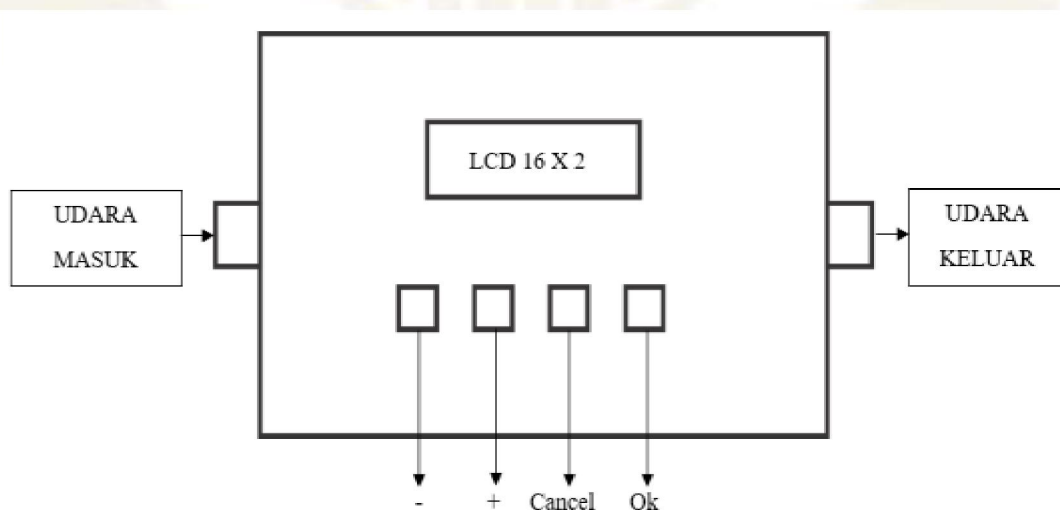
No.	Daftar Komponen	Jumlah
1.	Sensor Mpx	1

3.3 Perencanaan Komponen

Setelah blok diagram dan wiring diagram dibuat, berdasarkan teori-teori yang sudah ada, kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan komponen komponen elektronika yang akan penulis gunakan pada modul alat ini. Pemilihan komponen ini harus sesuai dengan fungsi dan karakteristik komponen. Serta tujuan dari pemanfaatan komponen yang penulis gunakan.

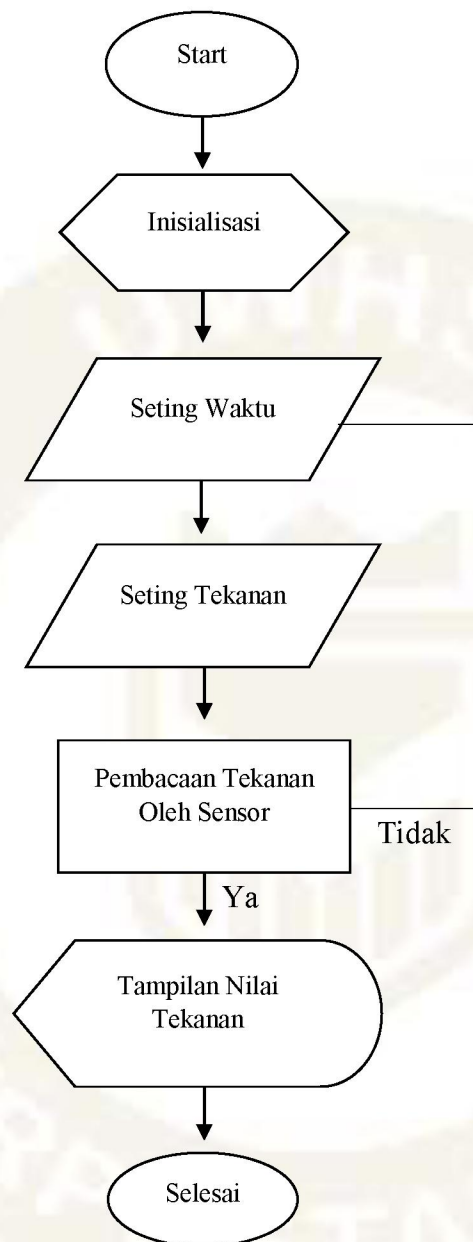
3.4 Desain Alat

Perencanaan desain dari alat ini sebagai berikut :



Gambar 46 Desain Alat

3.5 Perencanaan Flowchart



3.5.1 Penjelasan Flowchart

Ketika di alat dinyalakan maka display akan memunculkan inisialisasi, setelah itu masuk ke menu setting waktu dan tekanan, kemudian nilai tekanan akan muncul pada lcd display dan selesai.

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1 Pengukuran

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara perkiraan nilai menurut teori dan hasil pengukuran langsung pada titik-titik pengukuran. Hasil pengukuran disajikan dalam tabel untuk mempermudah analisa data.

4.2 Persiapan Pengukuran

Dalam proses pengukuran ini, alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. **Multimeter Digital**

Merk : Sanwa

Model : CD770

Buatan : Jepang

b. **Osciloscop Digital**

Merk : Hantek 6022bl 1.0.6

Buatan : China

4.3 Metode Pengukuran

Metode yang penulis gunakan yaitu metode pengukuran dengan menggunakan multimeter digital pada setiap titik pengukuran. Dan pada titik pengukuran tersebut penulis sudah menentukan berdasarkan kebutuhan agar memudahkan penulis dalam mendata dan menganalisa data. Untuk titik pengukuran yang penulis terapkan pada rangkaian adalah sebagai berikut :

1. Titik Pengukuran 1 (TP1)

Titik Pengukuran 1 terletak pada *Output* trafo setelah melewati diode bridge.

2. Titik Pengukuran 2 (TP2)

Titik pengukuran 2 terletak pada *Output* LM 2596S untuk melihat beberapa *output* tegangan dari LM 2596S.

3. Titik Pengukuran 3 (TP3)

Titik Pengukuran 3 terletak pada *Input* basis pada rangkaian LCD 16X2.

4. Titik Pengukuran 4 (TP4)

Titik Pengukuran 4 terletak pada *Output* Motor Steper.

5. Titik Pengukuran 5 (TP5)







Titik Pengukuran 5 terletak pada *Input* basis transistor pengukuran relay

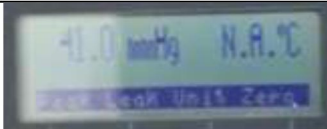


6. Titik Pengukuran 6 (TP6)

Titik Pengukuran 6 terletak pada tegangan *Output* Sensor MPX5100DP.

7. Pengukuran *Input* dan *Output* alat saat digunakan.

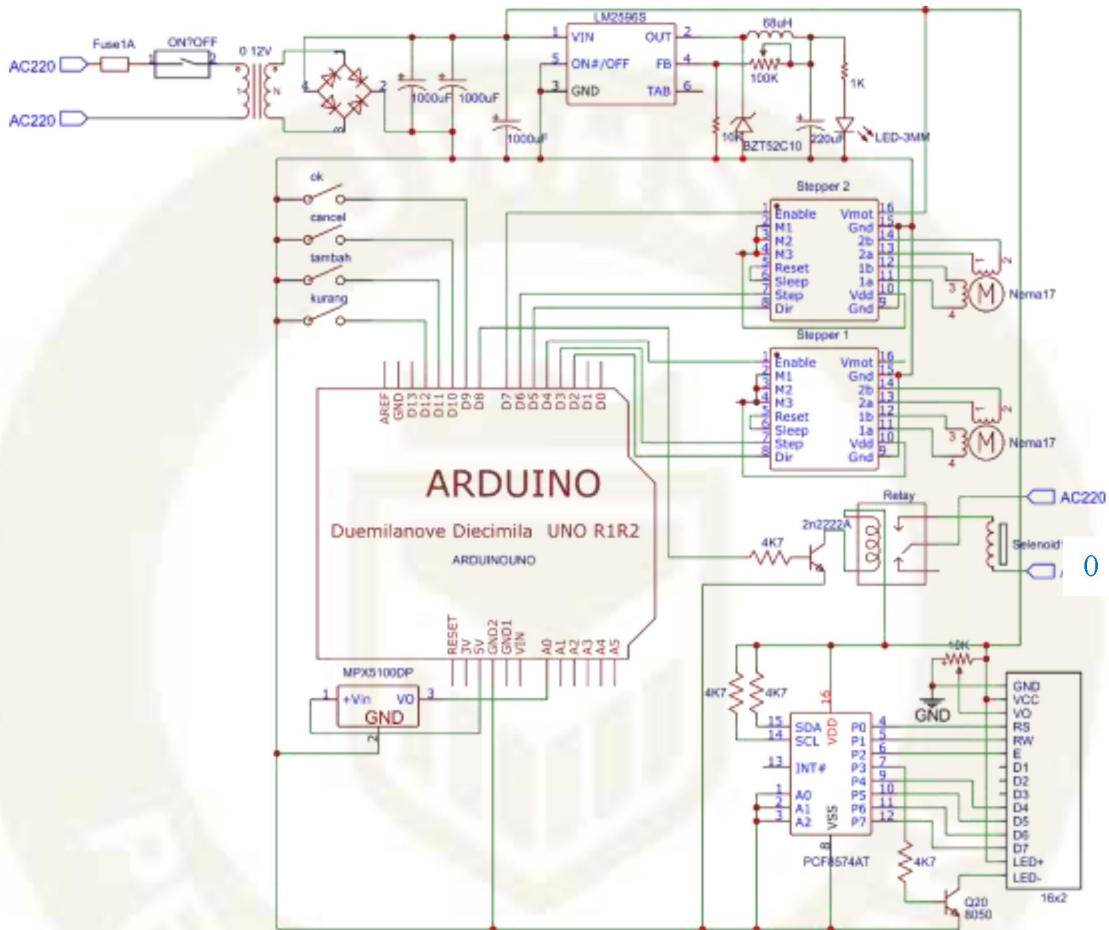
4.4 Hasil pengukuran

TP	Keterangan	Nilai Teori	Hasil Ukur
1.	Tegangan Output Trafo Setelah Diode Bridge	15 VAC	
2.	Tegangan Output IC LM2569S	5 VDC	
3.	Input Basis Transistor LCD	0,6 VDC	
4.	Output Motor Stepper	5 VDC	
5.	Input Basis Transistor Relay	0,6 VDC	
6.	Tegangan Output Sensor MPX5100DP	0,2 - 4,7 VDC	

NO	Input	Output	Keterangan
7.			

BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA

5.1 Pembahasan cara kerja rangkaian secara keseluruhan



Gambar 47 Pembahasan cara kerja rangkaian keseluruhan

Power supply masuk ke listrik tegangan 220V dan masuk trafo diturunkan menjadi AC 12V masuk dioda bridge diubah menjadi DC, kapasitor berfungsi menghilangkan ripple pada tegangan DC.

Tegangan DC 12V diturunkan menjadi 5V oleh LM 2596 masuk ke semua rangkaian yang membutuhkan 5V. dan driver stepper mendapatkan logic dari mikro sehingga relay bisa bekerja sebagai switch tegangan AC yang dibutuhkan solenoid.

Sensor MPX 5100 mengeluarkan tegangan sesuai tekanan yang didapat yang diolah oleh mikrokontroler. LCD 16x2 menampilkan dengan komunikasi I2C (SDA, SCL) oleh mikrokontroler. Tombol bekerja ditekan dengan aktif LOW, di pin tombol tidak memerlukan resistor karena sudah di pull up oleh mikrokontroler.

5.2 Analisa Data Pengukuran

1. Membandingkan antara hasil berdasarkan teori dan hasil ukur pada tiap-tiap titik pengukuran.
2. Mengetahui besarnya presentase kesalahan (PK) pada tiap titik pengukuran.
3. Mengetahui cara hitung sensor agar mendapatkan nilai.

5.2.1 Analisa TP 1

Tegangan *Output* Trafo Setelah Diode Bridge.

Tegangan yang digunakan adalah 15 VAC. Diketahui hasil ukur TP1 sebesar 15,65 VDC.

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad VPP &= RMS + \left(\frac{RMS}{3,14}\right) \\
 &= 15 + \left(\frac{15}{3,14}\right) \\
 &= 19,77 \text{ VDC}
 \end{aligned}$$

Menurut teori perhitungan, *output* trafo setelah diode bridge masih dalam batas toleransi karena tidak melewati nilai tegangan 19,77 VDC, hal ini menunjukkan bahwa trafo dan diode bridge bekerja secara normal.

5.2.2 Analisa TP 2

Tegangan *Output* IC LM2569S.

Menurut *datasheet*, IC LM259S memiliki toleransi $\pm 4\%$. Diketahui hasil ukur TP2 sebesar 4,98 VDC, hasil dari pengukuran ini meunjukkan bahwa IC LM2569S bekerja secara normal karena tegangan *output* masih masuk dalam batas *range* toleransi.

5.2.3 Analisa TP 3

Tegangan *Input* Basis Transistor LCD.

Menurut *datasheet*, Transistor jenis 2n2222A memiliki tegangan kerja antara 0,6-0,8 VDC Diketahui hasil ukur TP3 sebesar 0,637 VDC, hasil dari pengukuran ini meunjukkan bahwa Transistor jenis 2n2222A bekerja secara normal karena tegangan *output* masih masuk dalam batas *range* toleransi.

5.2.4 Analisa TP 4

Tegangan *Output* Motor Steper.

Pengukuran tegangan motor steper mennggunakan osiloskop, didapat tegangan sebesar 0,5 VDC.

5.2.5 Analisa TP 5

Tegangan *Input* Basis Rangkaian Rellay.

Menurut *datasheet*, Transistor jenis 2n2222A memiliki tegangan kerja antara 0,6-0,8 VDC Diketahui hasil ukur TP3 sebesar 0,768 VDC, hasil dari pengukuran ini meunjukkan bahwa Transistor jenis 2n2222A bekerja secara normal karena tegangan *output* masih masuk dalam batas *range* toleransi.

5.2.6 Analisa TP 6

Tegangan *Outout* Sensor MPX5100DP.

Menurut *datasheet*, Sensor MPX5100DP memiliki tegangan kerja saat tidak ada tekanan sebesar 0,2.

$$\begin{aligned} PK &= \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{(0,2 - 0,195)}{0,2} \right| \times 100 \\ &= 2,5\% \end{aligned}$$

5.2.7 Analisa TP 7

Input dan output Sensor MPX5100DP.

Menurut *datasheet*, Sensor MPX5100DP memiliki akurasi kerja sebesar 2,5%. Diketahui hasil pengukuran dengan input 40mmhg sebesar 41mmhg, dan hasil pengukuran output 20mmhg sebesar 22mmhg, hasil dari pengukuran ini meunjukkan bahwa sensor bekerja secara normal karena hasil ukur masih masuk dalam batas *range* toleransi.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses pembuatan dan study literatur perencanaan, pengujian alat dan pendataan, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Alat yang dibuat dapat beroperasi sesuai dengan setting tekanan yang diinginkan maksimal 40 mmHg.
2. Alat dapat berfungsi untuk memenuhi oksigen dengan tekanan inflasi yang diinginkan dan waktu inspirasi lebih stabil.
3. *Datasheet*, Sensor MPX5100DP memiliki tegangan kerja saat tidak ada tekanan sebesar 0,2.

$$\begin{aligned} PK &= \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{(0,2 - 0,195)}{0,2} \right| \times 100 \\ &= 2,5\% \end{aligned}$$

Keakurasian hasil nilai 97,5 % dan memiliki presentase kesalahan 2,5 %.

6.2 Saran

Dalam karya tulis ini penulis menyampaikan bahwa alat dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi. Untuk diharapkan pembaca dapat mengembangkan sebagai berikut :

1. Tekanan udara yang masuk belum sesuai dengan settingan pada alat ke inputan alat.
2. Alat belum bisa membatasi tekanan output sesuai dengan settingan alat.

3. Tekanan lebih / kurang sesuai dengan settingan sehingga dibutuhkan alarm.



Daftar Pustaka

- [1] ardhom122, "Prinsip Dana Cara Kerja Neopuff," [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/326691346/Prinsip-Dana-Cara-Kerja-neopuff>. [Accessed 24 September 2022].
- [2] A. rsud, "Ketahui Penyebab Asfiksia Neonatorum pada Bayi," 10 Oktober 2019. [Online]. Available: <https://rsud.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/ketahui-penyebab-asfiksia-neonatorum-pada-bayi-93>. [Accessed 24 September 2022].
- [3] d. R. Koesma, "PENGUNAAN NEOPUFF," 07 January 2019. [Online]. Available: http://103.111.55.226/koesma_file/bank_data/files/2019_1_60_2019-09-01_13-40-37.pdf. [Accessed 25 September 2022].
- [4] Febrianto, "Referensi Teknologi dan Elektronika Indonesia," 2019, 09 April 2019. [Online]. Available: <https://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>. [Accessed 24 September 2022].
- [5] A. Studio, "Jenis , Fungsi, dan Cara Kerja Transistor," 26 Juli 2020. [Online]. Available: <https://www.teknikelektro.com/2020/07/jenis-fungsi-dan-cara-kerja-transistor.html?m=1>. [Accessed 24 September 2022].
- [6] K. Dickson, "Pengertian dan Fungsi Fuse (Sekering) serta Cara Mengukurnya," 24 September 2022. [Online]. Available: <https://teknielektronika.com/mengukur-pengertian-fungsi-fuse-sekering/>. [Accessed 24 September 2022].

- [7] A. Faudin, 16 September 2017. [Online]. Available: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2/>. [Accessed 24 September 2022].
- [8] G. A. Suheriyono. [Online]. Available: <http://digilib.poltekkesdepkes-sby.ac.id/public/POLTEKKESBY-Studi-751-DraftSeminar.pdf>. [Accessed 24 September 2022].
- [9] SUPRIANTO, 16 Oktober 2015. [Online]. Available: <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-prinsip-kerja-solenoid-valve/>. [Accessed 24 September 2022].
- [10] T. Elektronik, "Modul Driver Motor Stepper A4988," 25 Oktober 2020. [Online]. Available: https://arduino-forth.com/article/composants_steppers_A4988motorStepDriver. [Accessed 24 September 2022].
- [11] SUPRIANTO, "ELEKTRO KOMPONEN,ELEKTRONIK," 30 Oktober 2015. [Online]. Available: <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-push-button-switch-saklar-tombol-tekan/>. [Accessed 24 September 2022].
- [12] K. Dickson. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/>. [Accessed 25 September 2022].
- [13] D. Kho. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/fungsi-dioda-cara-mengukur-dioda/>. [Accessed 25 September 2022].
- [14] I. Y. B. a. D. Irfan, "KOMPONEN ELEKTRONIKA," Padang, Press, 2018, 2018, pp. pp. 1-30.
- [15] A. Dani, "Pengertian dan Fungsi Transistor," 16 Mei 2022. [Online]. Available: <https://wikielektronika.com/pengertian-dan-fungsi-transistor/>. [Accessed 25 September 2022].

- [16] w. Elektronika.com, "Pengertian Kapasitor Fungsi dan Jenisnya," 11 April 2022. [Online]. Available: <https://wikielektronika.com/pengertian-dan-fungsi-transistor/>. [Accessed 25 September 2022].
- [17] S. M. Saptaji, "BEKERJA DENGAN I2C LCD DAN ARDUINO," 27 Juni 2016. [Online]. Available: <http://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/>. [Accessed 25 September 2022].
- [18] "Rangkaian Elektronika," 2022. [Online]. Available: <https://rangkaianelektronika.info/fungsi-lm2596-serta-contohnya-sebagai-ic-variable-power-supply/>. [Accessed 25 September 2022].
- [19] R. Abadi, "Relay: Pengertian, Fungsi, Gambar Simbol, Komponen, Jenis," 25 September 2022. [Online]. Available: <https://thecityfoundry.com/relay/>. [Accessed 25 September 2022].