



UWHS

**FRIBILITY TESTER BERBASIS ARDUINO MEGA DENGAN
LOAD CELL**

KARYA TULIS ILMIAH

Disusun Oleh:

HAMAM HIZBUL MUHASIB
1904055

PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI ELEKTRO MEDIS

FAKULTAS KESEHATAN DAN KETEKNISIAN MEDIS

UNIVERSITAS WIDYA HUSADA SEMARANG

2022



UWHS
PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : Alat Friability Tester Berbasis Arduino Mega Dengan Load Cell
NAMA : Hamam Hizbul Muhasib
NIM : 1904055

“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 Elektro Medik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Semarang, 5 Desember 2022

Penulis

Hamam Hizbul Muhasib



UWHS
PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : Alat Friability Tester Berbasis Arduino Mega Dengan Load Cell
NAMA : Hamam Hizbul Muhasib
NIM : 1904055

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

Menyetujui,

Pembimbing

(Supriyanto, M.Kom)
NIDN.0616037101



PENGESAHAN KARYA TULIS

NAMA : Hamam Hizbul Muhasib

NIM : 1904055

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknologi Elektromedis Universitas Widya Husada Semarang pada Hari Sabtu Tanggal 13 Bulan Januari Tahun 2023

Dewan Penguji :

Ketua Penguji

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

NIDN.0619058101

Anggota

Basuki Rahmat S. T., M. T

NIDN.0622057504

Ka Prodi DIII Teknik Elektromedik
~~Ka Prodi DIII Teknik Elektromedik~~

Agung Satrio Nugroho, S.T., M.Eng
~~Agung Satrio Nugroho, S.T., M.Eng~~

NIDN.0619058101
~~NIDN.0619058101~~

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul “Alat Friability Tester Berbasis Arduino Mega Dengan Load Cell” guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Studi Teknik Elektromedik Program Diploma III Universitas Widya Husada Semarang.

Dalam proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini penulis menjumpai berbagai hambatan, namun berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini dengan cukup baik, oleh karena itu melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak terkait yang telah membantu terselesaikannya Karya Tulis Ilmiah ini.

Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan segala saran dan kritik yang membangun dari semua pihak untuk perbaikan pada tugas selanjutnya. Semoga tulisan ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi pembaca lain pada umumnya.

Semarang, 5 Desember 2022

Hamam Hizbul Muhasib
NIM. 1904055

ABSTRAK

Friability tester adalah alat yang digunakan untuk menentukan keregasan, kerapuhan atau kepadatan tablet terutama pada waktu tablet akan dilapisi. Penulis berniat untuk meneliti salah satu metode pengujian kualitas standar tablet yaitu *friability test*. *Friability* ditandai sebagai massa seluruh partikel yang berjatuhan dari tablet melalui beban pengujian mekanis. *Friability* adalah persen bobot yang hilang setelah tablet diguncang. *Friability tester* yang ada pada laboratorium masih menggunakan metode manual yaitu drum diputar dengan tangan.

Berdasarkan identifikasi masalah diatas penulis ingin memodifikasi alat sebelumnya ini dengan mengganti semua sistemnya dan membuat dari awal serta melengkapi tampilan alat dengan menambah sensor *live* RPM. Sistem yang baru menggunakan sistem Arduino ATmega2560. Penulis akan memodifikasi alat dengan nama "*Friability Tester* Berbasis Arduino Atmega2560 Dengan Load Cell". Metode pengujian yang dilakukan adalah dengan membandingkan antara Berat awal obat menggunakan timbangan dan kecepatan Rpm pada chamber menggunakan tachometer, serta mengukur keakurasian waktu dengan metode membandingkan waktu pada display LCD dengan stopwatch pada Handphone. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal sesuai dengan perencanaan yang sudah dibuat, alat ini sudah dilakukan uji fungsi terlebih dahulu sebelum direalisasikan sebagai suatu Modul dan Karya Tulis Ilmiah.

Dari hasil pengujian alat *Friability Tester* ini tingkat keakurasian pada alat sebesar 99,34%.

Kata Kunci: *Friability Tester, Tablet, Live RPM, RPM*

ABSTRACT

Friability tester is a tool used to determine the firmness, friability or density of tablets, especially when the tablet is to be coated. The author intends to examine one of the standard tablet quality testing methods, namely the friability test. Friability is characterized as the mass of all the particles that fall from the tablet under the mechanical test load. Friability is the percentage of weight lost after the tablet is shaken. The friability tester in the laboratory still uses the manual method, namely the drum is rotated by hand.

Based on the identification of the problem above, the author wants to modify this previous tool by replacing all the systems and making it from scratch and completing the appearance of the tool by adding a live RPM sensor. The new system uses the Arduino ATmega2560 system. The author will modify the tool with the name "Arduino Atmega2560 Based Friability Tester With Load Cell". The test method used is to compare the initial weight of the drug using a scale and the Rpm speed in the chamber using a tachometer, as well as measuring the accuracy of time by comparing the time on the LCD display with a stopwatch on a cell phone. To get maximum results in accordance with the plans that have been made, this tool has been tested before being realized as a Module and Scientific Writing

From the results of testing the Friability Tester tool, the accuracy level of the tool is 99.34%.

Keywords: Friability Tester, Tablet, Live RPM, RPM

DAFTAR ISI

PENGESAHAN KARYA TULIS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
BAB II TEORI DASAR.....	3
2.1 Friability Tester	3
2.1.1 Pengertian Tablet	5
2.1.2 Macam – macam kerusakan pada pembuatan obat.....	5
2.1.3 Evaluasi sifat fisik tablet.....	6
2.2 Arduino Atmega2560	8
2.2.1 Pengertian Atmega	8
2.2.2 Struktur Dasar Mikrokontroler	9
2.2.3 Spesifikasi ATmega 2560	10
2.3 Transformator	12
2.3.1 Pengertian Transformator	12
2.3.2 Prinsip Kerja Transformator	12
2.3.4 Jenis-jenis Transformator	14
2.4 Resistor	19
2.4.1 Pengertian Resistor Seri	20
2.4.2 Rangkaian Resistor Paralel	21
2.5 Dioda	23
2.5.1 Prinsip Kerja Dioda Bridge.....	24
2.6 Kapasitor.....	26
2.6.1 Rangkaian Seri Kapasitor	27
2.6.2 Rangkaian Paralel Kapasitor	28

2.7 LED (<i>Light Emitting Diode</i>).....	29
2.7.1 Cara Kerja LED	31
2.8 IC LM317	32
2.9 Fuse.....	34
2.10 Motor DC.....	35
2.10.1 Prinsip Dasar Cara Kerja Motor DC	36
2.10.2 Prinsip Arah Putar Motor DC	37
2.10.3 GearBox	37
2.10.4 Motor <i>Stepper</i>	38
2.11 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	40
2.11.1 Struktur dasar LCD	40
2.12 Buzzer.....	42
2.12.1 Pengertian Buzzer	42
2.12.2 Prinsip Kerja Buzzer	43
2.13 Saklar (<i>Switch</i>).....	44
2.13.1 Pengetian Saklar (<i>Switch</i>)	44
2.13.2 Cara Kerja Saklar (<i>Switch</i>)	46
2.14 Keypad.....	46
2.14.1 Pengertian Keypad	46
2.14.2 Cara Kerja Keypad	47
2.15 Driver Motor.....	50
2.15.1 Pengertian Driver Motor A4988	50
2.16 Sensor Berat (Load Cell)	52
2.16.1 Pengertian Sensor Berat (Load Cell)	52
2.16.2 Prinsip Kerja Sensor Berat (Load Cell)	53
2.17.3 Penguat HX711	55
2.17 Sensor Kecepatan Optocouler	56
2.17.1 Pengertian Sensor Kecepatan Optocouler.....	56
2.17.2 Simbol dan Simbol Optocouler.....	57
2.17.3 Prinsip Kerja Optocoupler	58
2.18 Modifikasi Alat.....	59
BAB III PERENCANAAN.....	61
3.1 Tahap perencanaan	61
3.2 Blok Diagram	62

3.2.1 Perencanaan Blok Diagram	62
3.2.2 Keterangan Blok Diagram	62
3.2.3 Cara Kerja Blok Diagram	62
3.3 Desain Alat	63
3.4 Perencanaan Wiring Diagram	63
3.4.1 Rangkaian <i>Power supply</i>	63
3.4.2 Rangkaian Keypad	64
3.4.3 Rangkaian Display	65
3.4.4 Rangkaian Load Cell	65
3.4.5 Rangkaian Sensor Optocoupler	66
3.4.6 Rangkaian Driver Motor	67
3.4.7 Rangkaian Buzzer	67
3.4.8 Rangkaian Keseluruhan	68
3.5 Perencanaan <i>Flowchart</i>	69
3.6 Persiapan Alat dan Bahan	70
3.7 Perencanaan Komponen	70
3.8 Pembuatan Modul	72
3.9 Perencanaan Titik Pengukuran	72
BAB IV PENGUKURAN DAN PENDATAAN	70
4.1 Pengertian	70
4.2 Persiapan Pengukuran	70
4.3 Hasil Pengukuran	71
4.3.1 Hasil Pengukuran Pada TP 1a – TP 3a	71
4.4 Perbandingan	72
4.4.1 Pengukuran sensor kecepatan	72
4.4.2 Pengukuran Timer	73
4.4.3 Pengukuran Obat Tablet	73
4.5 Kalibrasi timbangan	74
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	76
5.1 Analisis Data Hasil Pengukuran	76
5.1.1 Analisis Data Pada TP 1a	76
5.1.2 Analisis Data Pada TP 1b	77
5.1.3 Analisis Data Pada TP 1c	78
5.1.4 Analisis Data Pada TP 2a Dan TP 2b	79

5.1.5 Analisis Data Pada TP 3a.....	79
5.2 Analisis Data Hasil Pengukuran Sensor Kecepatan	80
5.3 Analisis Data Hasil Pengukuran Timer	82
5.4 Analisis Data Hasil Pengukuran Berat Obat Tablet	84
5.4 Analisis Data Hasil Kalibrasi Berat.....	86
BAB VI PENUTUP	89
6.1 Kesimpulan.....	89
6.2 Saran.....	89
Daftar Pustaka	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Arduino Mega 2560	9
Gambar 2 Struktur Dasar Atmega	10
Gambar 3 Fluks pada Trafo	13
Gambar 4 Transformator Step-Up	14
Gambar 5 Transformator Step-Down	15
Gambar 6 Transformator Autotransformator	15
Gambar 7 Transformator Autotransformator Variabel	16
Gambar 8 Transformator Isolasi	17
Gambar 9 Transformator Pulsa	17
Gambar 10 Transformator Tiga Fase	18
Gambar 11 Resistor	19
Gambar 12 Simbol Sekematik Resistor	19
Gambar 13 Resistor Seri	20
Gambar 14 Resistor Pararel	21
Gambar 15 Resistor Arang (Carbon Resistor)	22
Gambar 16 Resistor Oksida Logam (Metal Film Resistor)	23
Gambar 17 Dioda Bridge	24
Gambar 18 Cara Kerja Dioda Bridge	25
Gambar 19 Kapasitor	26
Gambar 20 Simbol Kapasitor	26
Gambar 21 Setruktur Kapasitor	27
Gambar 22 Seri Kapasitor	27
Gambar 23 Pararel Kapasitor	28
Gambar 24 LED (Light Emitting Diode)	29
Gambar 25 Cara Kerja LED	31
Gambar 26 IC LM317	32
Gambar 27 Rangkaian Internal LM317	33
Gambar 28 Fuse	34
Gambar 29 Cara Kerja Motor DC	37
Gambar 30 Prinsip Kerja Motor Stepper	39
Gambar 31 Motor Stepper Bipolar	40
Gambar 32 Struktur LCD (Liquid Crystal Display)	41
Gambar 33 Bentuk dan Simbol Buzzer	43
Gambar 34 Macam-macam saklar	45
Gambar 35 Kondisi Saklar Open dan Close	46
Gambar 36 Keypad	47
Gambar 37 Konfigurasi Matrix Keypad 4 x 4	47
Gambar 38 Sensor Berat (Load Cell)	52

Gambar 39 Konfigurasi Kabel Load Cell	52
Gambar 40 Rangkaian Wheatstone	53
Gambar 41 Penguat HX711	55
Gambar 42 Sensor Optocouler	56
Gambar 43 Bentuk - Bentuk dan Simbol Optocoupler	57
Gambar 44 Prinsip Kerja Optocoupler	58
Gambar 45 Blok Diagram	62
Gambar 46 Desain Alat	63
Gambar 47 Rangkaian Power supply	64
Gambar 48 Rangkaian Keypad	64
Gambar 49 Rangkaian Display	65
Gambar 50 Rangkaian Load Cell	65
Gambar 51 Rangkaian Sensor Optocoupler	66
Gambar 52 Rangkaian Driver Motor	67
Gambar 53 Rangkaian Buzzer	67
Gambar 54 Rangkaian Keseluruhan	68
Gambar 55 Perencanaan Flowchart	69
Gambar 56 Letak Titik Pengukuran	73

DAFTAR TABEL

Table 1 Spesifikasi ATmega 2560.....	10
Table 2 Nilai Resistor.....	20
Table 3 Konfigurasi pin LCD	41
Table 4 Spesifikasi driver motor Stepper A4988	51
Table 5 Daftar Komponen Rangkaian Power Supply	70
Table 6 Daftar Komponen Rangkaian Mikrokontroler.....	71
Table 7 Daftar Komponen Keyped	71
Table 8 Daftar Komponen Rangkaian LCD.....	71
Table 9 Daftar Komponen Load Cell.....	71
Table 10 Daftar Komponen Rangkaian Motor Stepper	71
Table 11 Daftar Komponen Rangkaian Sensor Optocoupler.....	71
Table 12 Daftar Komponen Rangkaian Buzzer	72
Table 13 Hasil Keluaran Nilai Rangkaian	71
Table 14 Pengukuran Sensor Kecepatan.....	72
Table 15 Pengukuran Timer.....	73
Table 16 Pengukuran Obat Tablet.....	73
Table 17 Kalibrasi Alat	74
Table 18 Hasil Pengukuran Akurasi RPM.....	81
Table 19 Hasil Pengukuran akurasi timer	83
Table 20 Hasil Pengukuran Berat obat tablet.....	86
Table 21 Analisis Data Kalibrasi Timbangan.....	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut WHO (2011), *Friability tester* adalah alat yang digunakan untuk menentukan keregasan, kerapuhan atau kepadatan tablet terutama pada waktu tablet akan dilapisi (*coating*). Sebelum tablet diuji dengan *friability tester*, tablet yang akan diberikan kepada pasien harus ditimbang dahulu kemudian dimasukkan pada chamber.

Menurut penulis sebelumnya, dalam Jurnal Internasional Penelitian Farmasi Industri Volume -03 (02) tahun 2013, untuk menentukan kualitas tablet yang sesuai dengan standard diperlukan beberapa tahapan pengujian. Berikut ini tahapan-tahapan pengujian kualitas standar tablet yaitu uji keseragaman ukuran, uji kekerasan, uji keregasan (*friability test*), uji waktu hancur dan penetapan kadar. Penulis berniat untuk meneliti salah satu metode pengujian kualitas standar tablet yaitu *friability test*. *Friability* ditandai sebagai massa seluruh partikel yang berjatuhan dari tablet melalui beban pengujian mekanis. *Friability* adalah persen bobot yang hilang setelah tablet diguncang[1].

Friability tester yang ada pada laboratorium masih menggunakan metode manual yaitu drum diputar dengan tangan. Permasalahan yang sering muncul adalah tidak adanya otomasisasi pemutaran drum dan kontrol kecepatan putaran drum. Hal ini juga akan menyulitkan pengguna untuk menguji *friability* suatu tablet dengan cepat.

Berdasarkan identifikasi masalah diatas penulis ingin memodifikasi alat sebelumnya ini dengan mengganti semua sistemnya dan membuat dari awal serta melengkapi tampilan alat dengan menambah sensor *live* RPM. Sistem yang baru menggunakan sistem Arduino ATmega2560. Penulis akan memodifikasi alat dengan nama “*Friability Tester* Berbasis Arduino Atmega2560”.

1.2 Tujuan

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah:

1. Memodifikasi dan membuat alat *friability tester* berbasis Arduino mega dengan menambahkan timbangan
2. Mengetahui hasil pengukuran dari alat *friability tester* berbasis Arduino mega dengan timbangan dengan uji fungsi tersebut

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dari pembuatan alat ini adalah:

1. Menggunakan motor DC dengan system Arduino untuk memutar chamber.
2. Tablet yang akan digunakan untuk sampel adalah tablet biasa/tablet telan dan tablet oral.
3. Kecepatan dan waktu perputaran chamber yaitu 4 menit untuk 20 RPM, 3 menit untuk 35 RPM, 2 menit untuk 50 RPM.
4. Memakai tampilan LCD untuk tampilan kecepatan motor (RPM) dan lamanya chamber berputar.
5. Menggunakan optocoupler untuk pendeteksi kecepatan motor.

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Friability Tester [1]

Alat *friability tester* merupakan salah satu peralatan Kesehatan khususnya farmasi, yang digunakan untuk mengetahui keregasan atau kerapuhan suatu obat khususnya tablet terhadap gabungan pengaruh gorosan serta guncangan yang diakibatkan dari kecepatan putaran motor yang menggerakkan suatu drum flexiglass dengan ukuran garis tengah 30,5 cm dan terdapat sebilan lengkungan radial yang berfungsi untuk mengambil tablet melewati sumbu poros dari drum, kemudian menjatuhkan tablet tersebut pada sisi drum kembali.

Friability Tester akan memutarakan tablet – tablet bergulir pada putaran berikutnya yang diangkut Kembali oleh bilah lengkungan radial tersebut. Adapun kecepatan putaran yang menjadi acuan penulis yaitu alat *friability tester* merk Copley berasal dari german model FRV1000, dengan spesifikasi putaran 20 – 60 Rpm. Dikarenakan spesifikasinya putaran maksimum motor stepper yang penulis gunakan pada perencanaan modul ini hanya mencapai 50 Rpm maka kecepatan drum dapat divariasi antara 20, 35, dan 50 putaran per menit. Untuk putaran pada *flexiglass* yang dijalankan dengan motor ini biasanya tablet yang akan dijatuhkan sebanyak 100 kali putaran. Yang ditanyakan dengan rumus :

$$V = \frac{n}{t} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$20 = \frac{100}{5} = 100 \times \text{putaran}$$

Dimana : V = kecepatan (rpm)

n = banyak putaran

t = waktu (menit)

Friability diukur dengan friabiliator. Prinsipnya adalah menetapkan bobot yang hilang dari sejumlah tablet selama diputar dalam friabiliator selama waktu tertentu. Pada proses pengukuran friabilitas, alat diputar dengan kecepatan 20 (rpm) selama 4 menit, kecepatan 35 (rpm) selama 3 menit, dan 50 (rpm) selama 2 menit. Jadi tablet akan diguncang 100x putaran. Proses sesuai dengan standar teoritis dan ketentuan pada pengujian keregasan pada tablet.

Tablet yang sudah diujikan kemudian dibersihkan dan ditimbang ulang lagi, kehilangan 0,5 sampai 1% masih dapat dibenarkan. Karena nilai tingkat keregasan suatu tablet tidak boleh melebihi 1% dari berat awal.

Alat ini dimodifikasi dari alat sebelumnya, alat sebelumnya masih menggunakan motor dc untuk memutar drum dan belum terdapat timbangan untuk menimbang tablet serta kecepatan motornya hanya mencapai 30 rpm. Berikut ini spesifikasi alat sebelumnya :

1. Pemilihan mode :
 - a) Mode 1 : Kecepatan : 20 rpm, Waktu : 4 menit
 - b) Mode 2 : Kecepatan : 25 rpm, Waktu : 3 menit
 - c) Mode 3 : Kecepatan : 30 rpm, Waktu : 2 menit
2. Putaran :

100 Putaran
3. Power Supply :
 - a) Input : +220 VAC, 50 Hz
 - b) Output : + 5VDC, +18VDC, dan Ground
 - c) Fuse : 3 A

4. Sistem Mikrokontroller :

Mikrokontroller Atmega16

5. Motor :

Motor DC Gear Box 12 – 24 VDC

6. Display :

LCD tipe 16 x 2 karakter

7. Jenis atau Bentuk Tablet :

Berbentuk Bulat

2.1.1 Pengertian Tablet

Tablet adalah bentuk sediaan padat mengandung bahan obat dengan atau tanpa bahan pengisi. Berdasarkan metode pembuatan, tablet dapat digolongkan sebagai tablet cetak dan tablet kempa. Tablet cetak dibuat dengan cara menekan massa serbuk lembab dengan tekanan rendah ke dalam lubang cetakan. Tablet kempa dibuat dengan memberikan tekanan tinggi pada serbuk atau granul menggunakan cetakan baja. Tablet dapat dibuat dalam berbagai ukuran, bentuk dan penandaan permukaan tergantung pada desain cetakan.

Komposisi utama dari tablet adalah zat berkhasiat yang terkandung didalamnya, sedangkan bahan pengisinya yang sering digunakan dalam pembuatan tablet yaitu bahan penghancur, bahan penyalut, bahan pengikat, bahan pemberirasa dan bahan tambahan lainnya.

2.1.2 Macam – macam kerusakan pada pembuatan obat [2]

Ada pun macam – macam kerusakan pada pembuatan tablet, diantaranya:

- a. *Binding*, kerusakan pada tablet akibat massa yang akan dicetak melekat pada dinding ruang cetakan.
- b. *Sticking/picking*, perlekatan yang terjadi pada *punch* atas dan bawah akibat permukaan *punch* tidak licin, ada lemak pada percetakan, zat pelican kurang, atau massa basah.
- c. *Whiskering*, terjadi karena pencetakan tidak pas dengan ruang cetakan atau terjadi pelelehan zat aktif pada tekanan tinggi, akibatnya pada penyimpanan dalam botol, sisi – sisi yang berlebih akan lepas dan menghasilkan bubuk.
- d. *Splitting*, lepasnya lapisan tipis dari permukaan tablet terutama pada bagian tengah.
- e. *Capping*, membelahnya tablet di bagian atas.
- f. *Mottling*, terjadi karena zat warna tersebar tidak merata pada permukaan tablet.
- g. *Crumbling*, tablet menjadi retak dan rapuh.

2.1.3 Evaluasi sifat fisik tablet

Ada beberapa pengujian sifat fisik tablet, yaitu :

1. Keseragaman bobot

Untuk mengetahui apakah seluruh tablet memiliki skala yang telah ditetapkan. Keseragaman bobot dipengaruhi oleh waktu alir. Dilakukan pengamatan terhadap penampilan fisik: bentuk, ketebalan, tekstur permukaan, warna tablet.

2. Keseragaman ukuran

Dilakukan pengukuran terhadap 20 tablet : diameter dan tebal tablet menggunakan jangka sorong.

3. Uji kekerasan tablet

Masing – masing 10 tablet dari tiap batch diukur kekerasannya dengan alat pengukur kekerasan tablet. Persyaratan untuk tablet lepas terkendali non swellable adalah 10 - 20 kg/cm².

4. Uji keregasan tablet

Duapuluh tablet dibersihkan dari debu, ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam uji keregasan. Alat diputar pada kecepatan 25 rpm selama 4 menit dan alat tersebut akan menjatuhkan tablet sejauh 6 *inci* setiap putaran. Seluruh tabler dikeluarkan, dibersihkan dari debu dan ditimbang kembali. Dihitung kehilangan bobot dalam persentase. Syarat: lebih kecil dari 1 (%).

5. Uji penetapan kadar

Syarat penetapan kadar menurut FI edisi IV, 1995 : tidak kurang dari 98% dan tidak lebih dari 101,5% dari jumlah yang tertera pada etika.

6. Uji keragaman bobot

Pemeriksaan dilakukan terhadap 10 tablet yang diambil secara acak dari tiap formula lalu ditimbang bobotnya satu per satu. Dihitung bobot rata – rata untuk satu tablet. Dari hasil penetapan kadar yang diperoleh hitung jumlah bahan aktif dari masing –masing tablet dengan anggapan tradistribusi secara homogen. Persyaratan keseragaman bobot atau keseragaman kandungan terletak antara 85,0 hingga 115,0% dari yang

tertera pada etiket, dan simpangan baku relatif kurang dari atau sama dengan [3].

7. Kekerasan tablet

Untuk mengetahui seberapa besarnya kekerasan tablet yang dihasilkan. Kekerasan tablet erat hubungannya dengan ketebalan tablet, bentuk dan waktu hancur tablet.

8. Kerapuhan tablet

Adalah persen bobot yang hilang setelah tablet diguncang.

9. Waktu hancur tablet

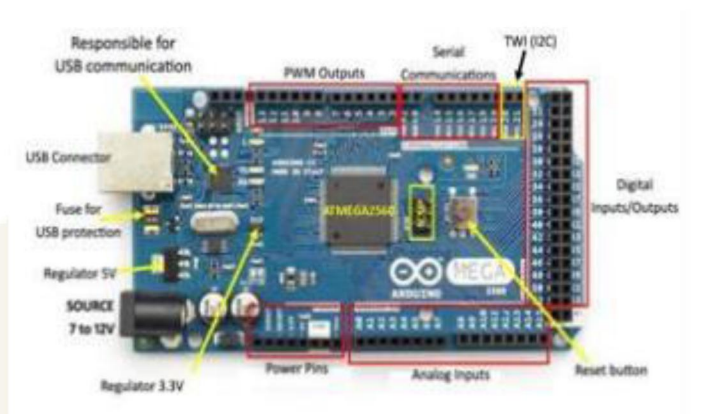
Adalah waktu yang dibutuhkan untuk hancurnya tablet dalam media yang sesuai sehingga tidak ada bagian tablet yang tertinggal diatas kasa. Faktor – faktor yang mempengaruhi : sifat fisik granul, kekerasan, porositas tablet & daya serap granul. Penambahan tekanan pada waktu penabletan menyebabkan penurunan pporositas dan menaikkan kekerasan tablet. Dengan bertambahnya kekerasan tablet akan menghambat penetrasi cairan ke dalam pori – pori tablet sehingga memperpanjang waktu hancur tablet. Kecuali dinyatakan lain waktu hancur tablet bersalut tidak > 15 menit [4].

2.2 Arduino Atmega2560

2.2.1 Pengertian Atmega

Arduino Mega pada umumnya dibuat dengan menggunakan ATmega 2560. Arduino ini dibekali dengan *prosesor* ATmega2560 yang memiliki 54 pin digital I/O (dimana 15 pin ini dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 pin *analog input*, 4 pin

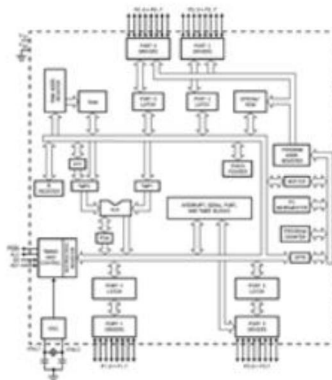
UART, 2x3 pin ICSP (untuk memprogram Arduino dengan *software* lain), dan kabel USB computer yang sekaligus digunakan sebagai sumber tegangan[5].



Gambar 1 Arduino Mega 2560

2.2.2 Struktur Dasar Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah komputer kecil yang dikemas dalam satu bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) sehingga disebut *single chip microcomputer* dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Yang mana pada dasarnya sebuah IC mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih inti *prosesor* (CPU), Memori (RAM atau ROM) serta perangkat *INPUT* dan *OUTPUT* yang dapat diprogram. Berbeda dengan PC (*personal computer*) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler.



Gambar 2 Struktur Dasar Atmega

2.2.3 Spesifikasi ATmega 2560

Table 1 Spesifikasi ATmega 2560

Paramater	Spesifikasi
Tegangan Operasional	5 V
Tegangan <i>Input</i> (rekomedasi)	7V-12V
Tegangan <i>Input</i> (limit)	6-20 V
Pin Digital I/O	54 (15 PWM)
Pin Analog <i>Input</i>	16
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB (8KB:bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13

Panjang	101,52 mm
Lebar	53,5 mm
Berat	37 g

Arduino ATmega 2560 ini memiliki 54 pin digital yang mana pin-pin tersebut dapat digunakan sebagai *input* maupun *output* dan sebanyak 16 pin *Analog* berlabel A0 sampai A15 sebagai ADC. Setiap pin tersebut memiliki resolusi sebesar 10 bit. Arduino ATmega 2560 juga dilengkapi dengan fitur yang memiliki fungsi tertentu, sebagai berikut:

- A. Memiliki 4 buah masukan serial, yaitu Port Serial 0: Pin 0 (RX) dan Pin 1(TX); Port Serial 1: Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); *Port Serial 2*; Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); *Port Serial 3*; Pin 15 (RX) dan Pin 14 (TX), Pin RX digunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (TX) untuk mengirim data serial TTL.
- B. Memiliki *external interrupts* sebanyak 6 buah: Pin 2 (*Interrupt 0*), 3 (*Interrupt 1*), Pin 18 (*Interrupt 5*), Pin 19 (*Interrupt 4*), Pin 20 (*Interrupt 3*), dan 21 (*Interrupt*).
- C. Memiliki 15 buah PWM, yaitu pada pin 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45 . dan 46 Pin-pin tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM berukuran 8 bit.
- D. Pin 12c: Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL), komunikasi 12C menggunakan wire Library.
- E. Pin SPI: Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS), digunakan untuk komunikasi SPI menggunakan SPI Library.

2.3 Transformator

2.3.1 Pengertian Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik elektromagnetik statis yang dimana alat tersebut mempunyai fungsi yaitu mengubah dan memindahkan energi listrik dari suatu rangkaian listrik dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui suatu gandengan magnet dan bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.

Dalam bidang teknik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi:

1. Transformator daya
2. Transformator distribusi
3. Transformator pengukuran, yang terdiri dari transformator arus dan transformator tegangan.

2.3.2 Prinsip Kerja Transformator

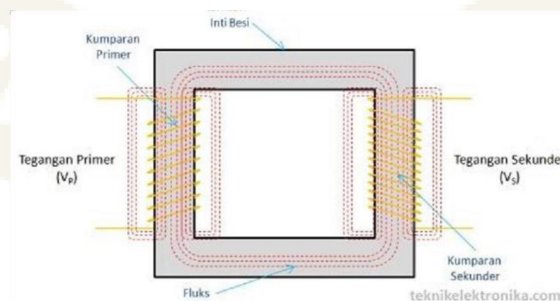
Sebuah Trafo yang sederhana pada dasarnya terdiri dari 2 lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pada kebanyakan Trafo kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan dengan Inti Besi (*Core*). Ketika kumparan primer dialiri arus AC (bolak-balik) maka akan menimbulkan medan magnet atau fluks magnetik disekitarnya. Kekuatan Medan magnet (*densitas Fluks 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 pertama

(primer) akan menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) dalam kumparan kedua (sekunder) dan akan terjadi pelimpahan daya dari kumparan primer ke kumparan sekunder.

Dengan demikian, terjadilah perubahan taraf tegangan listrik baik dari tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi maupun dari tegangan tinggi menjadi tegangan yang rendah. Sedangkan Inti besi pada Trafo pada umumnya adalah kumpulan lempengan-lempengan besi tipis yang terisolasi dan ditempel berlapis-lapis dengan kegunaanya untuk mempermudah jalannya Fluks Magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik kumparan serta untuk mengurangi suhu panas yang ditimbulkan.

Beberapa bentuk lempengan besi yang membentuk Inti Trafo tersebut diantaranya seperti :

- ✓ E – I *Lamination*
- ✓ E – E *Lamination*
- ✓ L – L *Lamination*
- ✓ U – I *Lamination*



Gambar 3 Fluks pada Trafo

Rasio lilitan pada kumparan sekunder terhadap kumparan primer menentukan rasio tegangan pada kedua kumparan tersebut. Sebagai contoh, 1 lilitan pada

kumparan primer dan 10 lilitan pada kumparan sekunder akan menghasilkan tegangan 10 kali lipat dari tegangan *input* pada kumparan primer. Jenis Trafo ini biasanya disebut dengan Trafo *Step Up*. Sebaliknya, jika terdapat 10 lilitan pada kumparan primer dan 1 lilitan pada kumparan sekunder, maka tegangan yang dihasilkan oleh Kumparan Sekunder adalah $1/10$ dari tegangan *input* pada Kumparan Primer. Trafo jenis ini disebut dengan Trafo Step Down.

2.3.4 Jenis-jenis Transformator

Ada beberapa jenis – jenis tranformator atau trafo, yang mana diantaranya yaitu:

1. Transformator *Step-Up*



Gambar 4 Transformator Step-Up

Transformator *step-up* ialah transformator yang mempunyai lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan oleh generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam sebuah transmisi jarak jauh.

2. Transformator *Step-Down*



Gambar 5 Transformator Step-Down

Transformator step-down ini mempunyai lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primernya, sehingga berfungsi untuk penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah kita temui, terutama dalam adaptor AC-DC.

3. Transformator *Autotransformator*



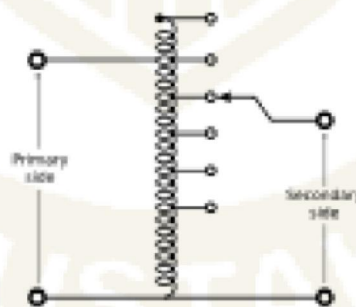
Gambar 6 Transformator Autotransformator

Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan saja yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan ditengah. Dalam jenis transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder.

Fasa arus dalam lilitan sekunder jenis ini selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder dapat dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa. Keuntungan dari autotransformator ini ialah ukuran fisiknya yang lebih kecil dan kerugian yang lebih rendah daripada jenis dua lilitan.

Tetapi transformator jenis ini tidak bisa memberikan isolasi secara listrik antara lilitan primer dengan lilitan sekunder. Selain itu, autotransformator tidak dapat digunakan sebagai penaik tegangan lebih dari beberapa kali lipat (yang mana biasanya tidak lebih dari 1,5 kali).

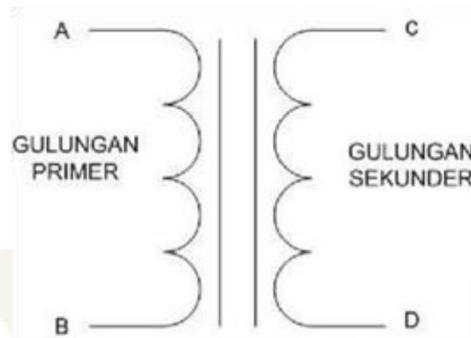
4. Transformator *Autotransformator Variabel*



Gambar 7 Transformator Autotransformator Variabel

Autotransformator variabel jenis ini sebenarnya adalah autotransformator biasa yang sadapan tengahnya bisa diubah-ubah, memberikan perbandingan lilitan primer-sekunder yang juga berubah-ubah.

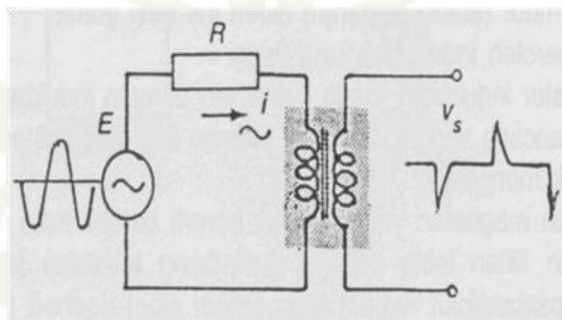
5. Transformator Isolasi



Gambar 8 Transformator Isolasi

Transformator isolasi jenis ini mempunyai lilitan sekunder yang berjumlah sama dengan lilitan primernya, sehingga tegangan sekunder sama dengan tegangan primer. Tetapi pada beberapa desain yang lain, gulungan sekunder dibuat sedikit lebih banyak untuk mengkompensasi jumlah kerugian. Transformator seperti ini berfungsi untuk isolasi antara dua kalang. Untuk penerapan sebuah audio, transformator jenis ini telah banyak digantikan oleh kopling.

6. Transformator Pulsa

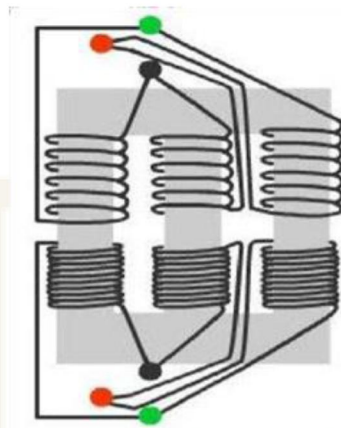


Gambar 9 Transformator Pulsa

Transformator jenis ini adalah transformator yang didesain khusus untuk memberikan keluaran gelombang pulsa. Transformator jenis ini menggunakan

material inti yang cepat jenuh sehingga setelah arus primer mencapai sebuah titik tertentu, fluks magnet akan berhenti berubah. Sebab GGL induksi pada lilitan sekunder hanya terbentuk apabila terjadi perubahan fluks magnet, transformator hanya memberikan keluaran saat inti tidak jenuh, yaitu saat arus pada lilitan primer berbalik arah.

7. Transformator Tiga Fase



Gambar 10 Transformator Tiga Fase

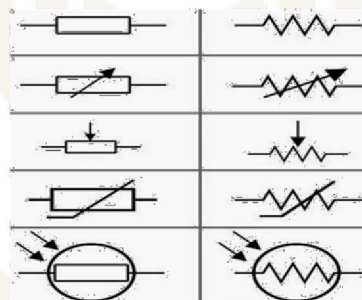
Transformator tiga fase (*3-phase*) sebenarnya adalah tiga transformator yang dihubungkan secara khusus satu sama lain. Lilitan primer disini biasanya dihubungkan secara bintang (Y) dan lilitan sekundernya dihubungkan secara delta.

2.4 Resistor



Gambar 11 Resistor

Resistor adalah komponen elektronik dua saluran yang dirancang untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua salurannya sesuai dengan arus yang mengalirinya. Resistor merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan dalam rangkaian elektronik.

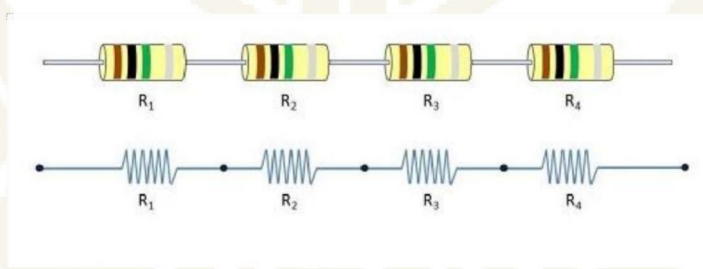


Gambar 12 Simbol Sekematik Resistor

Karakteristik utama dari resistor adalah hambatan dan daya listrik yang digunakan. Untuk mengetahui nilai hambatan resistor, selain diukur langsung menggunakan multimeter, dapat menggunakan kode warna resistor.

Table 2 Nilai Resistor

W a r n a	Nilai	Faktor Pengali	Toleransi
	0	1	-
Coklat	1	10	1%
Mer ah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	-
Kuning	4	10.000	-
Hijau	5	100.000	0.5%
B i r u	6	10^6	0.25%
Violet	7	10^7	0.1%
Abu-abu	8	10^8	0.05%
Putih	9	10^9	-
Emas	-	0.1	5%
Perak	-	0.01	10%
Tanpa Warna	-	-	20%



Gambar 13 Resistor Seri

2.4.1 Pengertian Resistor Seri

Rangkaian Seri Resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih Resistor yang disusun secara sejajar atau berbentuk Seri.

Rumus dari Rangkaian Seri seperti dibawah ini

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

Dimana :

R_{to} = Total Nilai Resistor (Ω)

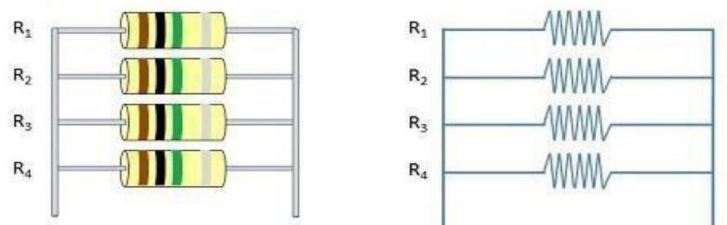
R_1 = Resistor ke-1 (Ω)

R_2 = Resistor ke-2 (Ω)

R_3 = Resistor ke-3 (Ω)

R_n = Resistor ke-n (Ω)

2.4.2 Rangkaian Resistor Pararel



Gambar 14 Resistor Pararel

Rangkaian Paralel Resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih resistor yang disusun secara berderet atau berbentuk Paralel. Sama seperti dengan rangkaian seri, rangkaian paralel juga dapat digunakan untuk mendapatkan nilai hambatan pengganti.

Rumus dari Rangkaian Paralel seperti dibawah ini

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

Dimana :

R_{tot} = Total Nilai Resistor (Ω)

R_1 = Resistor ke-1 (Ω)

R_2 = Resistor ke-2 (Ω)

R_3 = Resistor ke-3 (Ω)

R_n = Resistor ke-n (Ω)

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan tegangan yang di terapkan kepadanya.

$$V = I \times R \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus (*Ampere*)

R = Hambatan (*Ohm*)

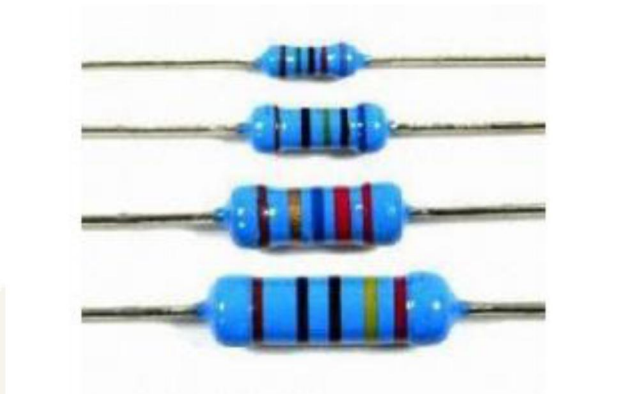
2. Resistor Arang (Carbon Resistor)



Gambar 15 Resistor Arang (Carbon Resistor)

Resistor arang atau resistor karbon merupakan resistor yang dibuat dengan bahan utama batang arang atau karbon. Resistor karbon ini merupakan resistor yang banyak digunakan dan banyak diperjual belikan. Dipasaran resistor jenis ini dapat kita jumpai dengan kapasitas daya 1/16 Watt, 1/8 Watt, 1/4 Watt, 1/2 Watt, 1 Watt, 2 Watt dan 3 Watt.

3. Resistor Oksida Logam (*Metal Film Resistor*)



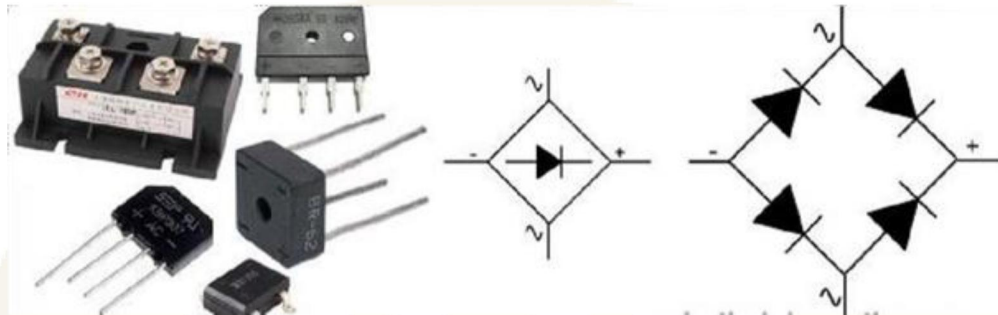
Gambar 16 Resistor Oksida Logam (Metal Film Resistor)

Resistor oksida logam atau lebih dikenal dengan nama resistor metal film merupakan resistor yang dibuat dengan bahan utama oksida logam yang memiliki karakteristik lebih baik. Resistor metal film ini dapat ditemui dengan nilai toleransi 1% dan 2%. Bentuk fisik resistor 5 metal film ini mirip dengan resistor karbon hanya beda warna dan jumlah cicin warna yang digunakan dalam penilaian resistor tersebut. Sama seperti resistor karbon, resistor metal film ini juga diproduksi dalam beberapa kapasitas daya yaitu 1/8 Watt, 1/4 Watt, 1/2 Watt. Resistor metal film ini banyak digunakan untuk keperluan pengukuran, perangkat industri dan perangkat militer.

2.5 Dioda

Dioda Bridge atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Dioda Jembatan adalah jenis dioda yang berfungsi sebagai penyearah arus bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) menjadi arus searah atau *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 17 Dioda Bridge

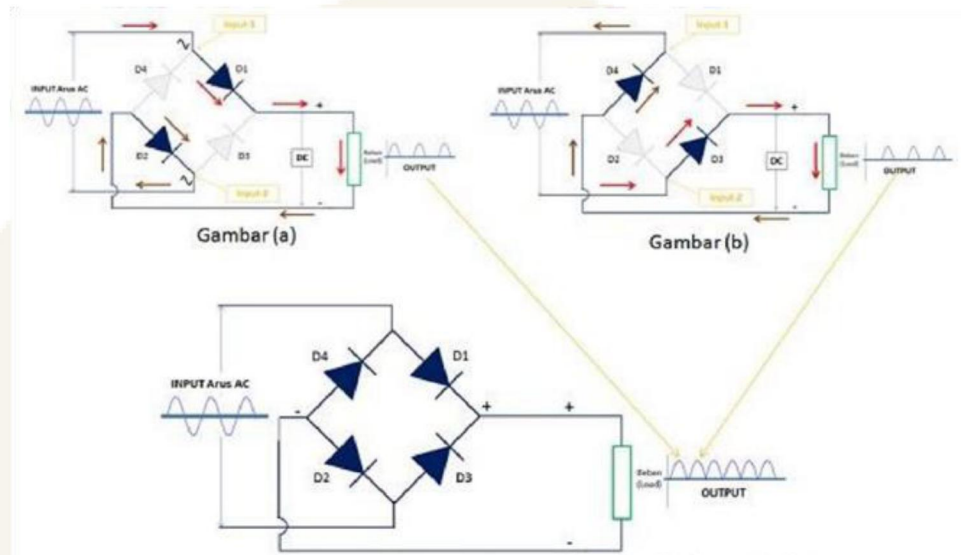
2.5.1 Prinsip Kerja Dioda Bridge

Prinsip Kerja Dioda Bridge pada dasarnya sama dengan 4 buah dioda penyearah biasa yang disusun dalam rangkaian jembatan. Cara kerjanya pun sama dengan cara kerja Penyearah Gelombang Penuh (*Full Wave Rectifier*). Untuk nilai *output* dari dioda bridge sesuai nilai *input* nya dari sekunder transformator yaitu sebagai berikut:

1. Jika nilai *input* 0 Volt AC dengan 12 Volt AC maka nilai *output* dari dioda bridgenya adalah 6 Volt DC.
2. Jika nilai *input* 12 Volt AC dengan 12 Volt AC maka nilai *output* dari dioda bridgenya adalah 12 Volt DC.

Karena transformator adalah *peak to peak* (ujung dengan ujung) dan sistem dari dioda bridge adalah mengambil setengah dari gelombang AC untuk dijadikan DC karena DC hanya terdiri dari (+) dan (-). Saat nilai *input* nya 0 Volt AC dengan

12 *Volt* AC maka ujungnya adalah 12, maka saat melewati dioda bridge, nilai nya akan menjadi setengah dari nilai *input*nya yaitu 6 *Volt* DC. Saat nilai *input* nya 12 *Volt* AC dengan 12 *Volt* AC maka ujungnya adalah 24, maka saat melewati dioda bridge, nilai nya akan menjadi setengah dari nilai *input*nya yaitu 12 *Volt* DC.



Gambar 18 Cara Kerja Dioda Bridge

Yang diberi label D1, D2, D3 dan D4 disusun secara “seri berpasangan” dengan hanya dua dioda saja yang melewatkan 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 melewatkan sinyal positif tersebut, sedangkan D3 dan D4 akan berada dalam kondisi *Reverse Bias* yang menghambat sinyal sisi negatifnya (lihat gambar 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 melewatkan sedangkan D1 dan D2-

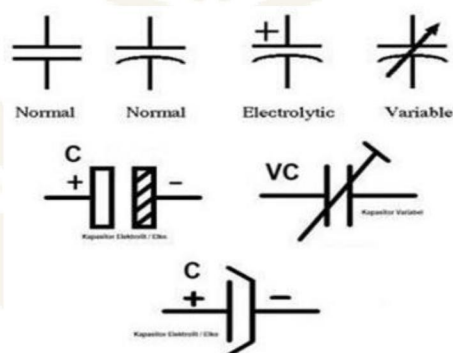
nya menjadi reverse bias yang menghambat sinyal sisi negatif . Hasil dari Penyearah gelombang penuh adalah seperti yang dapat kita lihat di diatas.

2.6 Kapasitor



Gambar 19 Kapasitor

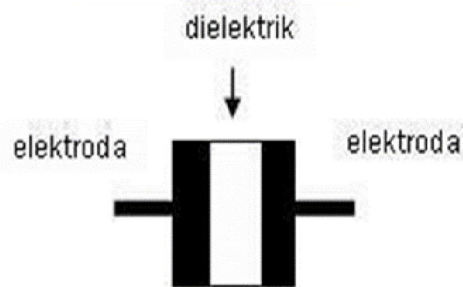
Kapasitor yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf “C” adalah suatu komponen yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan *internal* dari muatan listrik.



Gambar 20 Simbol Kapasitor

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara

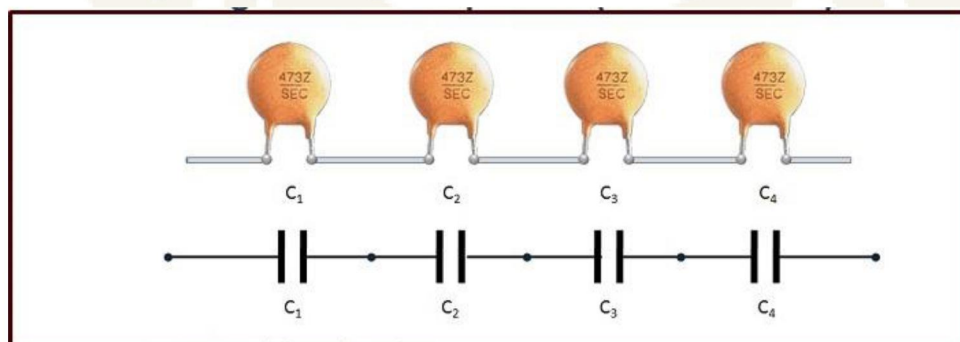
vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi.



Gambar 21 Setruktur Kapasitor

Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.

2.6.1 Rangkaian Seri Kapasitor



Gambar 22 Seri Kapasitor

Rangkaian Seri Kapasitor adalah Rangkaian yang terdiri dari 2 buah dan lebih Kapasitor yang disusun sejajar atau berbentuk Seri. Seperti halnya dengan Rangkaian Paralel, Rangkaian Seri Kapasitor ini juga dapat digunakan untuk mendapat nilai Kapasitansi Kapasitor pengganti yang diinginkan. Hanya saja, perhitungan Rangkaian Seri untuk Kapasitor ini lebih rumit dan sulit dibandingkan dengan Rangkaian Paralel Kapasitor.

Rumus dari Rangkaian Seri Kapasitor adalah :

$$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

C_{total} = Total Nilai Kapasitansi Kapasitor

C_1 = Kapasitor ke-1

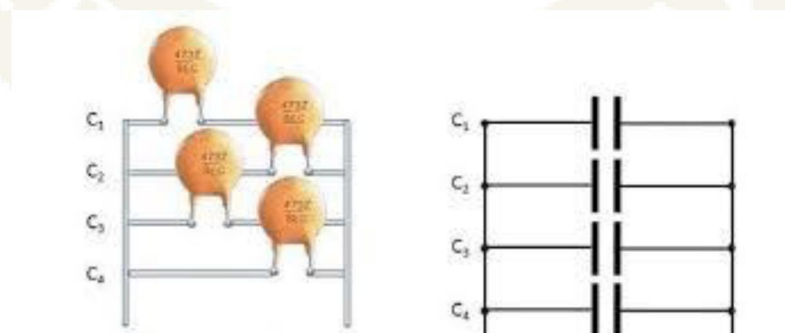
C_2 = Kapasitor ke-2

C_3 = Kapasitor ke-3

C_4 = Kapasitor ke-4

C_n = Kapasitor ke-n

2.6.2 Rangkaian Pararel Kapasitor



Gambar 23 Pararel Kapasitor

Rangkaian Paralel Kapasitor adalah Rangkaian yang terdiri dari 2 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.

Rumus dari Rangkaian Paralel Kapasitor adalah :

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots + C_n \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

C_{total} = Total Nilai Kapasitansi Kapasitor

C_1 = Kapasitor ke-1

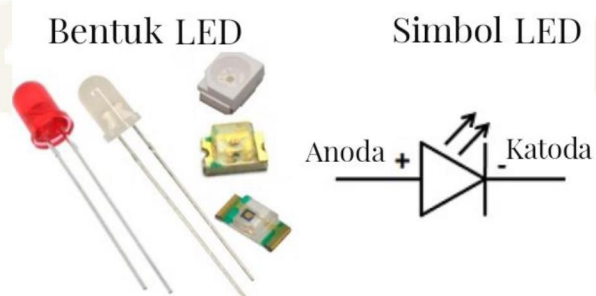
C_2 = Kapasitor ke-2

C_3 = Kapasitor ke-3

C_4 = Kapasitor ke-4

C_n = Kapasitor ke-n

2.7 LED (*Light Emitting Diode*)

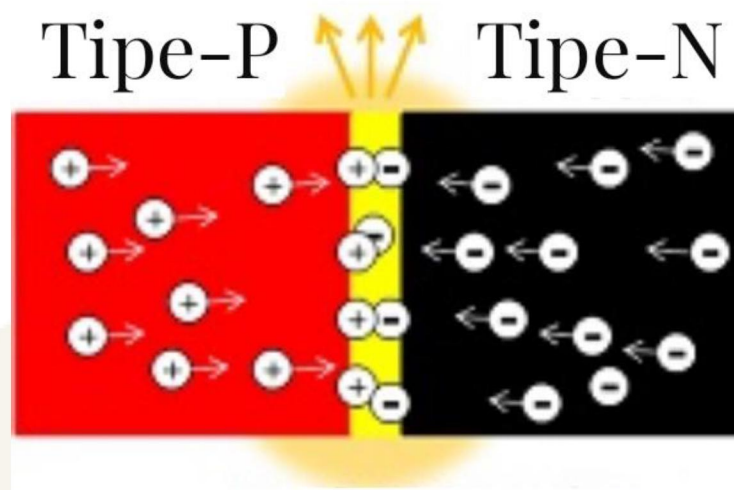


Gambar 24 LED (*Light Emitting Diode*)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya.

Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube. pada umumnya LED berfungsi sebagai indikator bahwa ada arus yang mengalir pada rangkaian tersebut. Pada alat penulis LED berfungsi sebagai indikator bahwa ada arus yang mengalir pada rangkaian *power supply*.

2.7.1 Cara Kerja LED

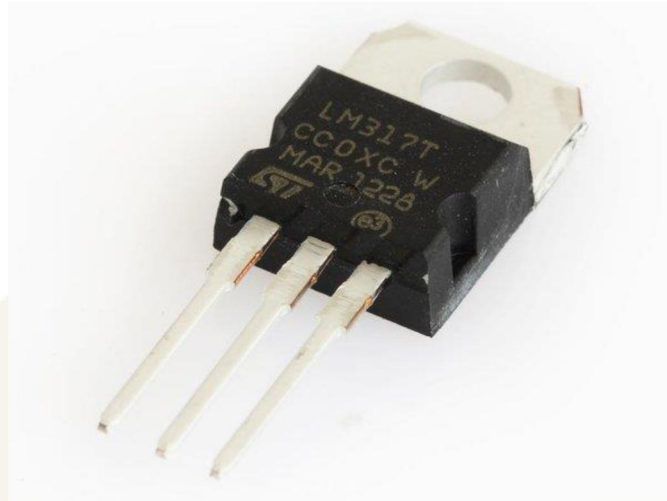


Gambar 25 Cara Kerja LED

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

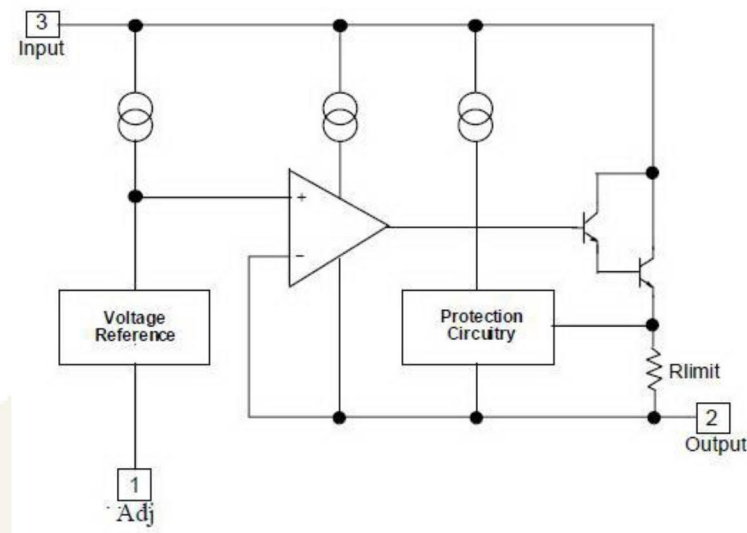
LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan.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

2.8 IC LM317



Gambar 26 IC LM317

Regulator tegangan variabel merupakan rangkaian regluator yang memiliki tegangan *output* dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan. Rangkaian regulator tegangan variabel pada saat ini telah tersedia dalam bentuk chip IC regulator tegangan variabel 3 pin. Salah satu contoh regulator tegangan variabel adalah IC LM317. IC LM317 merupakan chip IC regulator tegangan variable untuk tegangan DC positif. Untuk membuat *power supply* dengan tegangan *output* variabel dapat dibuat dengan sederhana apabila menggunakan IC regulator LM317.

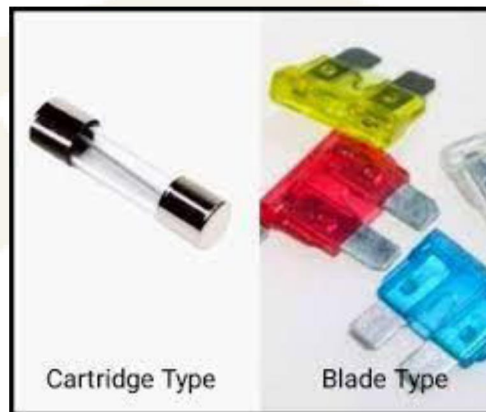


Gambar 27 Rangkaian *Internal* LM317

- Fungsi bagian pada regulator tegangan positif LM317
 1. *Voltage Reference* adalah jalur atau bagian yang berfungsi memberikan tegangan referensi kontrol tegangan *output* pada regulator LM317. *Input* tegangan referensi diambil dari rangkaian pembagi tegangan variabel (R_1 dan R_2 pada rangkaian dibawah).
 2. Komparator berfungsi sebagai pembanding antar tegangan *output* dan tegangan referensi, dimana besarnya tegangan *output* dapat dihitung dari persamaan dibawah.
 3. *Circuit Protection* adalah rangkaian pelindung IC LM317 dari erjadinya arus korsleting dan sebagi pelindung IC dari panan kerlebihan.
 4. Power regulator adalah ragnkaain darlinto transistor NPN yang berfungsi untuk memperkuat arus *output* regulator tegangan variabel LM317.

IC regulator tegangan variabel LM317 memiliki kemampuan mengalirkan arus maksimum sebesar 1,5 Ampere dan mampu memberikan tegangan *output* variabel dari 1,2 *Volt* DC sampai dengan 37 *Volt* DC.

2.9 Fuse



Gambar 28 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 (*short circuit*) dalam sebuah peralatan listrik / Elektronika. Dengan putusnya 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 [6].

Fuse terdiri dari 2 Terminal dan biasanya dipasang secara Seri dengan Rangkaian Elektronika / Listrik 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. Bentuk Fuse yang paling sering ditemukan adalah berbentuk tabung (*silinder*) dan Pisau (*Blade Type*). Fuse yang berbentuk tabung atau silinder sering ditemukan di peralatan listrik Rumah Tangga sedangkan Fuse yang berbentuk Pisau (*blade*) lebih sering digunakan di bidang Otomotif (kendaraan bermotor).

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 nilai tahanan pada fuse sangat mudah karena sudah tertera pada fusnya, contohnya 0,5A, 1A, dan 2A. Pada saat memasang fuse, nilai tahanan fuse harus di atas kuat arus yang di alirkan yaitu dengan menghitung kuat arus menggunakan rumus persamaan pada transformator karena fuse dalam alat ini di pasang pada transformator, rumusnya yaitu:

$$P_s = P_p \dots \dots \dots (2.7)$$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$V_p/V_s = I_s/I$$

2.10 Motor DC

Motor Listrik DC atau DC Motor merupakan suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat

disebut sebagai motor arus searah. seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakkannya.

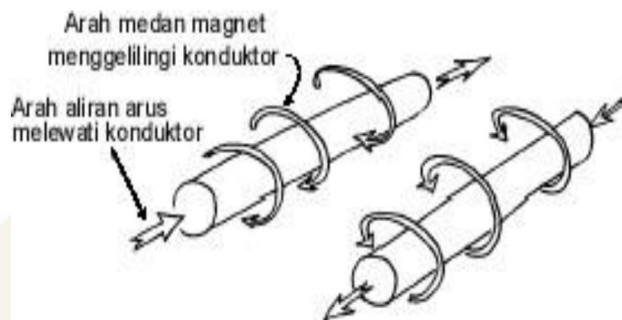
Motor Listrik DC atau DC motor ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalikan. Motor listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan motor listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V.

2.10.1 Prinsip Dasar Cara Kerja Motor DC

Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet disekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Gambar 4 Arah medan magnet dan arus yang dilalui melalui konduktor.

Pada motor DC, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan *energy*. Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar dari pada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada

kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.



Gambar 29 Cara Kerja Motor DC

2.10.2 Prinsip Arah Putar Motor DC

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaidah flammng tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama dengan prinsip motor aliran arus di dalam penghantar yang berada didalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar.

2.10.3 GearBox

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu *gearbox* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. *Gearbox* merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan *gearbox* juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar

menjadi tenaga yang lebih besar. Berikut beberapa fungsi *gearbox* motor manual yang diantaranya adalah sebagai berikut ini:

- Pengubah daya motor yang dihasilkan menjadi tenaga yang lebih besar.
- Mengatur kecepatan gerak dan torsi serta proses berbalik putaran.
- Mengubah moment pulir yang akan diteruskan kebagian spindel mesin sepeda motor manual.
- Menyediakan rasio gigi pada sepeda motor yang sesuai dengan beban dayanya.
- Menghasilkan putaran mesin yang lebih stabil dan tanpa selip.

2.10.4 Motor *Stepper*

Motor *Stepper* 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.

A. Kelebihan Motor *Stepper*

Kelebihan motor *Stepper* dibandingkan dengan motor DC biasa adalah:

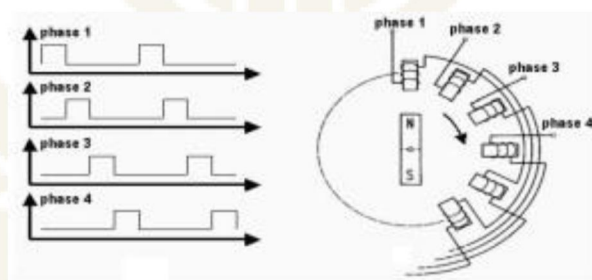
1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran)

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.

B. 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.

Ilustrasi struktur motor *Stepper* sederhana dan pulsa yang dibutuhkan untuk menggerakkannya dari pulsa keluaran pengendali motor *Stepper* dan penerpan pulsa tersebut pada motor *Stepper* untuk menghasilkan arah putaran yang bersesuaian dengan pulsa kendali seperti gambar 5.



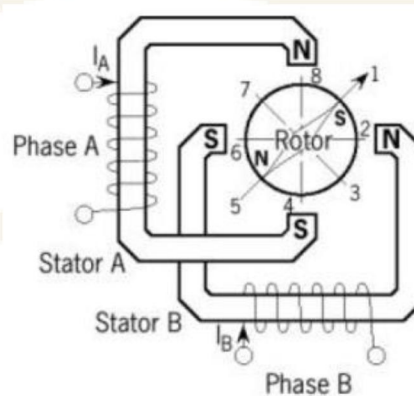
Gambar 30 Prinsip Kerja Motor *Stepper*

C. Jenis Motor *Stepper*

a. Motor *Stepper* Bipolar

Untuk motor *Stepper* dengan lilitan bipolar, diperlukan sinyal pulsa yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya. Jadi pada

setiap terminal lilitan (A & B) harus dihubungkan dengan sinyal yang mengayun dari positif ke negatif dan sebaliknya. Karena itu dibutuhkan rangkaian pengendali yang agak lebih kompleks dari pada rangkaian pengendali untuk motor unipolar. Motor *Stepper* bipolar memiliki keunggulan dibandingkan dengan motor *Stepper* unipolar dalam hal torsi yang lebih besar untuk ukuran yang sama [7].



Gambar 31 Motor Stepper Bipolar

2.11 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*Liquid Crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. LCD sudah sangat banyak digunakan dalam berbagai bidang peralatan elektronik, misalnya saja seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer. LCD ini sangat berperan penting dalam hal penampilan data-data yang dibutuhkan pengguna dari suatu alat.

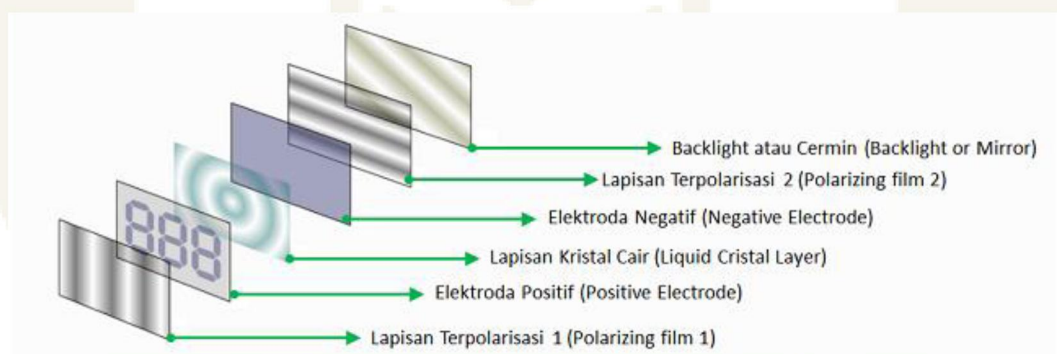
2.11.1 Struktur dasar LCD

LCD pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian Backlight (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair). Seperti yang disebutkan sebelumnya, LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya

merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan Backlight atau Cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya Backlight tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan Kristal Cair (*Liquid Crystal*) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif [8].

Bagian-bagian LCD atau *Liquid Crystal Display* diantaranya adalah :

- Lapisan Terpolarisasi 1 (*Polarizing Film 1*)
- Elektroda Positif (*Positive Electrode*)
- Lapisan Kristal Cair (*Liquid Cristal Layer*)
- Elektroda Negatif (*Negative Electrode*)
- Lapisan Terpolarisasi 2 (*Polarizing film 2*)
- Backlight atau Cermin (*Backlight or Mirror*)



Gambar 32 Struktur LCD (*Liquid Crystal Display*)

Table 3 Konfigurasi pin LCD

No	Deskripsi
1	Ground
2	VCC
3	Pangatur Kontras

4	<i>“RS” Instruction/Register select</i>
5	<i>“R/W” Read/Write LCD Registers</i>
6	<i>“EN” Enable</i>
7-14	Data I/O pins
15	VCC
16	Ground

2.12 Buzzer

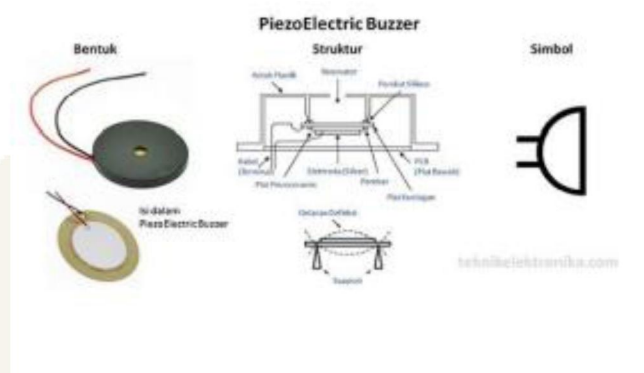
2.12.1 Pengertian Buzzer

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

Fungsi Buzzer :

- Sebagai bel rumah
- Alarm pada berbagai peralatan
- Peringatan mundur pada truk
- Komponen rangkaian anti maling
- Indikator suara sebagai tanda bahaya atau yang lainnya

- Timer
- Dan lain-lain



Gambar 33 Bentuk dan Simbol Buzzer

2.12.2 Prinsip Kerja Buzzer

Pada dasarnya, prinsip kerja dari buzzer elektronika hampir sama dengan loud speaker dimana buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang secara diafragma. Ketika kumparan tersebut dialiri listrik maka akan menjadi elektromagnet sehingga mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun ke luar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang secara diafragma maka setiap kumparan akan menggerakkan diafragma tersebut secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

Namun dibandingkan dengan loud speaker, buzzer elektronika relatif lebih mudah untuk digerakkan. Sebagai contoh, buzzer elektronika dapat langsung diberikan tegangan listrik dengan taraf tertentu untuk dapat menghasilkan suara. Hal ini tentu berbeda dengan loud speaker yang memerlukan rangkaian penguat khusus untuk menggerakkan speaker agar menghasilkan suara yang dapat didengar oleh manusia.

2.13 Saklar (*Switch*)

2.13.1 Pengetian Saklar (*Switch*)

Saklar merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik pada rangkaian elektronika. Jadi pada dasarnya saklar adalah suatu alat yang berfungsi menghubungkan atau pemutus aliran listrik (arus listrik) baik pada jaringan arus listrik kuat maupun jaringan arus listrik lemah. Komponen ini digunakan sebagai “On atau Off” dalam peralatan elektronika. yang membedakan saklar arus listrik kuat dan saklar arus listrik lemah adalah bentuknya. Untuk saklar kecil dipakai untuk alat peralatan elektronika arus lemah, sedangkan semangkin besar saklar digunakan untuk aliran semangkin kuat.

Secara sederhana saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (on) atau putus (off) dalam rangkaian itu. Material pada suatu kontak sambungan umumnya dipilih agar tahan terhadap korosi. Kalau logam yang dipakai terbuat dari bahan oksida biasa, maka saklar akan terganggu fungsinya atau sering tidak bekerja. Untuk mengurangi efek dari korosi, paling tidak logam kontakannya harus disepuh dengan logam anti korosi dan anti karat.

Saklar memiliki berbagai macam, seperti saklar push button, saklar toggle, selector Swtich (SS) atau saklar pemilih, dan saklar mekanik.

- Saklar Push Button. Tipe saklar yang menghubungkan aliran listrik sesaat saja saat ditekan dan setelah dilepas maka Kembali lagi pada posisi off. Banyak

digunakan pada rangkaian elektronika yang dikombinasikan dengan rangkaian pengunci.

- Saklar Toggle. Saklar toggle ini menghubungkan atau memutuskan arus dengan cara menggerakkan toggle/tuas yang secara mekanis. Ukurannya relatif kecil, pada umumnya digunakan pada rangkaian elektronika.
- Selector *Switch* (SS) atau Saklar pemilih. Saklar ini menyediakan beberapa posisi kondisi on dan kondisi off, dengan berbagai tipe geser maupun putar. Biasanya dipasang pada panel kontrol.
- Saklar Mekanik. Saklar mekanik umumnya digunakan untuk otomatisasi dan juga proteksi rangkaian. Saklar mekanik akan on atau off secara otomatis oleh sebuah proses perubahan parameter, misalnya posisi, tekanan, atau temperatur. Saklar akan on atau off jika set titik proses yang ditentukan telah tercapai. Tipe saklar mekanik, antara lain: *Limit Switch*, *Flow Switch*, *Level Switch*, *Pressure Switch* dan *Temperature Switch*. Contohnya: alat magic com menggunakan saklar *Temperature Switch*.

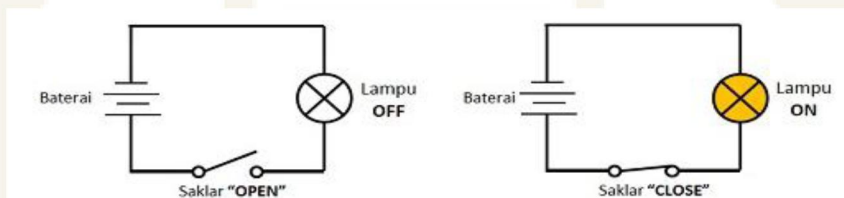


Gambar 34 Macam-macam saklar

2.13.2 Cara Kerja Saklar (*Switch*)

Sebuah saklar sederhana terdiri dari dua bilah konduktor (biasanya adalah logam) yang terhubung ke rangkaian eksternal, saat kedua bilah konduktor tersebut terhubung hal ini akan mengakibatkan terjadinya hubungan arus listrik dalam rangkaian. Sebaliknya, saat kedua konduktor tersebut dipisahkan maka hubungan arus listrik akan ikut terputus.

Setiap pasangan kontak umumnya terdiri dari 2 keadaan atau biasa disebut dengan “state”. Keada-keadaan tersebut diantaranya adalah “*Close*” dan “*Open*”. *Close* artinya terjadi sambungan aliran listrik sedangkan *Open* adalah terjadinya pemutusan aliran listrik.



Gambar 35 Kondisi Saklar *Open* dan *Close*

Berdasarkan dua keadaan tersebut, Saklar pada umumnya menggunakan istilah *Normally Open* (NO) untuk Saklar yang berada pada keadaan Terbuka (*Open*) pada kondisi awal. Ketika ditekan, Saklar yang *Normally Open* (NO) tersebut akan berubah menjadi keadaan Tertutup (*Close*) atau “ON”. Sedangkan *Normally Close* (NC) adalah saklar yang berada pada keadaan Tertutup (*Close*) pada kondisi awal dan akan beralih ke keadaan Terbuka (*Open*) ketika ditekan.

2.14 Keypad

2.14.1 Pengertian Keypad

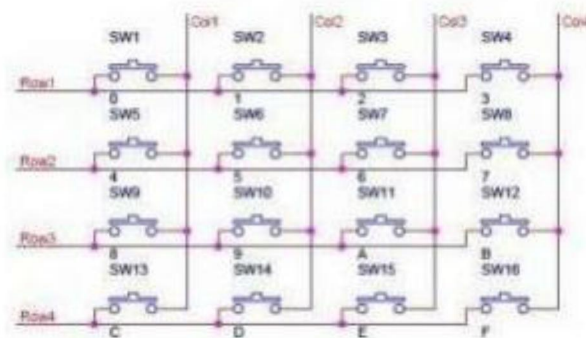
Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai interface antara

perangkat elektronika atau dikenal dengan istilah HMI (Human Machine Interface). Matrix Keypad ini memiliki konstruksi atau susunan yang sederhana dan hemat dalam penggunaan port mikrokontroler. Konfigurasi keypad dengan susunan bentuk matrix ini bertujuan untuk penghematan port mikrokontroler karena jumlah tombol yang dibutuhkan banyak pada suatu sistem mikrokontroler.



Gambar 36 Keypad

2.14.2 Cara Kerja Keypad



Gambar 37 Konfigurasi Matrix Keypad 4 x 4

Konstruksi matrix keypad 4×4 diatas cukup sederhana, yaitu terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan keypad berupas saklar push buton yang diletakan disetiap persilangan kolom dan barisnya. Rangkaian matrix keypad diatas terdiri dari 16 saklar push buton dengan konfigurasi 4 baris dan 4 kolom. 8 line yang terdiri dari 4

baris dan 4 kolom tersebut dihubungkan dengan port mikrokontroler 8 bit. Sisi baris dari matrix keypad ditandai dengan nama Row1, Row2, Row3 dan Row4 kemudian sisi kolom ditandai dengan nama Col1, Col2, Col3 dan Col4. Sisi *input* atau *output* dari matrix keypad 4×4 ini tidak mengikat, dapat dikonfigurasi kolom sebagai *input* dan baris sebagai *output* atau sebaliknya tergantung programernya. Proses scanning untuk membaca penekanan tombol pada matrix keypad 4×4 untuk mikrokontroler diatas dilakukan secara bertahap kolom demi kolom dari kolom pertama sampai kolom ke 4 dan baris pertama hingga baris ke 4. Program untuk scanning matrix keypad 4×4 dapat bermacam-macam, tapi pada intinya sama. Misal kita asumsikan keypad aktif LOW (semua line kolom dan baris dipasang resistor pull-up) dan dihubungkan ke port mikrokontroler dengan jalur kolom adalah jalur *input* dan jalur baris adalah jalur *output* maka proses scanning matrix keypad 4×4 diatas dapat dituliskan sebagai berikut.

- Mengirimkan logika Low untuk kolom 1 (Col1) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.
- Mengirimkan logika Low untuk kolom 2 (Col2) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data

baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.

- Mengirimkan logika Low untuk kolom 3 (Col3) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.
- Mengirimkan logika Low untuk kolom 4 (Col4) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.

- Mengirimkan logika Low untuk kolom 4 (Col4) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.

Kemudian data pembacaan baris ini diolah sebagai pembacaan data penekanan tombol keypad. Sehingga tiap tombol pada matrix keypad 4×4 diatas dengan teknik scanning tersebut akan menghasilkan data penekanan tiap-tiap tombol sebagai berikut.

SW1 = 0111 0111	SW9 = 0111 1101
SW2 = 1011 0111	SW10 = 1011 1101
SW3 = 1101 0111	SW11 = 1101 1101
SW4 = 1110 0111	SW12 = 1110 1101
SW5 = 0111 1011	SW13 = 0111 1110
SW6 = 1011 1011	SW14 = 1011 1110
SW7 = 1101 1011	SW15 = 1101 1110
SW8 = 1110 1011	SW16 = 1110 1110

Data port mikrokontroler, misalkan pada SW2 = 1011 0111 tersebut terbagi dalam nible atas dan nible bawah dimana data nible atas (1011) merupakan data yang kita kirimkan sedangkan data nible bawah (0111) adalah data hasil pembacaan penekanan tombol keypad SW2 pada proses scanning Matrix Keypad 4×4 diatas

2.15 Driver Motor

2.15.1 Pengertian Driver Motor 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.

Table 4 Spesifikasi driver motor *Stepper* A4988

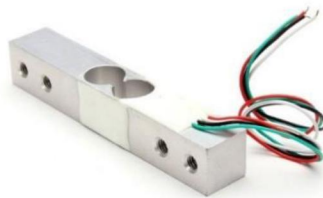
Karakstristik	Simbol	Keterangan	Nilai	Unit
Supply Tegangan Beban	VBB		35	V
Arus keluaran	IOUT		± 2	A
Masukkan Tegangan Logika	VIN		-0.3 to 5.5	V
Supply Tegangan Logika	VDD		-0.3 to 5.5	V
VBBx to OUTx			35	V
Tegangan Sense	VSENSE		0.5	V
Tegangan referensi	VREF		5.5	V
Suhu Operasi	TA	Jarak S	-20 to 85	°C
Suhu Persimpangan maksimum	TJ (max)		150	°C
Suhu penyimpanan	Tstg		-55 to 150	°C

Pada Tabel 4 terdapat kontrol rektifikasi sinkron *internal* untuk meningkatkan disipasi daya selama PWM beroperasi. Terdapat rangkaian pengaman pada driver A4988 yaitu pengontrol panas atau suhu dengan kontrol histerisis, penguncian dibawah tegangan (UVLO), proteksi arus silang dan tidak diperlukan urutan power-on khusus.

2.16 Sensor Berat (Load Cell)

2.16.1 Pengertian Sensor Berat (Load Cell)

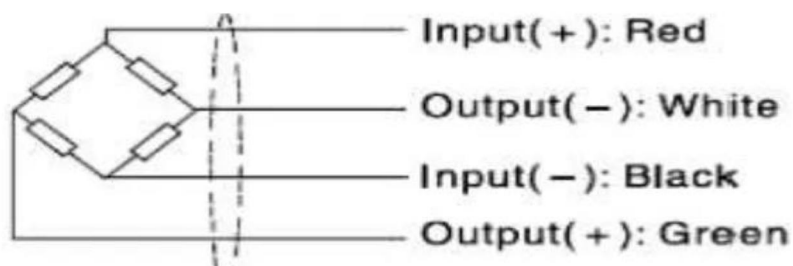
Sensor Load Cell merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor Load Cell umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh Load Cell menggunakan prinsip tekanan.



Gambar 38 Sensor Berat (Load Cell)

Sensor Load Cell memiliki spesifikasi kerja sebagai berikut :

1. Kapasitas 20 Kg
2. Bekerja pada tegangan 5-10VDC atau 5-10 VAC
3. Ukuran sensor kecil dan praktis
4. Nonlinieritas 0,05%
5. Range temperature kerja -10oC sampai dengan +50o

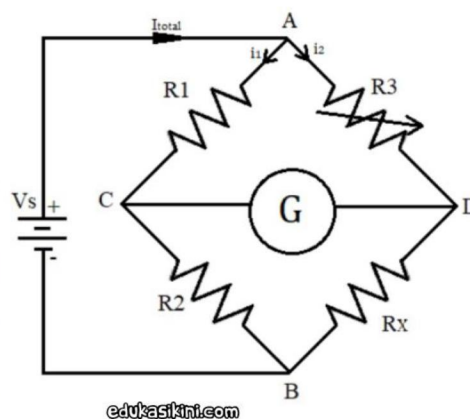


Gambar 39 Konfigurasi Kabel Load Cell

Konfigurasi kabel dari sensor Load Cell. yang terdiri dari kabel berwarna merah, hitam, biru, dan putih. Kabel merah merupakan *input* tegangan sensor, kabel hitam merupakan *input* ground pada sensor, kabel warna biru / hijau merupakan *output* positif dari sensor dan kabel putih adalah *output* ground dari sensor. Nilai tegangan *output* dari sensor ini sekitar 1,2 mV [9].

2.16.2 Prinsip Kerja Sensor Berat (Load Cell)

Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada Load Cell yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh strain gauge (pengukur regangan) yang terpasang pada Load Cell. Prinsip kerja Load Cell berdasarkan rangkaian Jembatan Wheatstone I.



Gambar 40 Rangkaian Wheatstone

Jika rangkaian jembatan Wheatstone diberi beban, maka nilai R pada rangkaian akan berubah, nilai $R_1 = R_4$ dan $R_2 = R_3$. Sehingga membuat sensor Load

Cell tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi *outputnya*.

1) Rumus Wheatstone

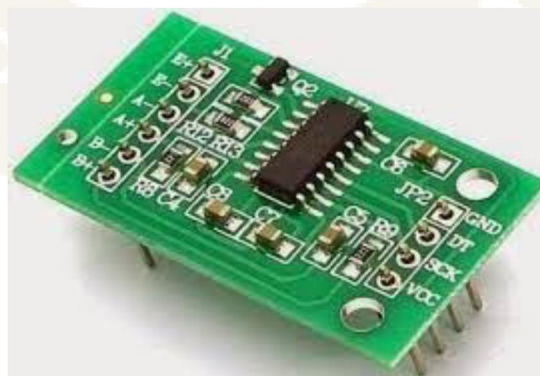
$$v_0 = \left(v_s \times \left(\frac{R1}{R1+R4} \right) \right) - \left(v_s \times \left(\frac{R2}{R2+R3} \right) \right) \dots \dots \dots (2.8)$$

Secara teori, prinsip kerja Load Cell berdasarkan pada jembatan Wheatstone dimana saat Load Cell diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi R1 dan R3 akan turun sedangkan nilai resistansi R2 dan R4 akan naik. Ketika posisi setimbang, V_{out} Load Cell = 0 *Volt*, namun ketika nilai resistansi R1 dan R3 naik maka akan terjadi perubahan V_{out} pada Load Cell. Pada Load Cell *output* data (+) dipengaruhi oleh perubahan resistansi pada R1, sedangkan *output* (-) dipengaruhi oleh perubahan resistansi R3. Setiap Load Cell dilengkapi dengan data kalibrasi atau sertifikat kalibrasi sebagai informasi tentang Load Cell yang bersangkutan. Setiap data sheet harus cocok dengan nomer seri, nomor model, dan kapasitas. Informasi yang lain berupa karakteristik dalam mV/V, tegangan Excitasi, non-linearity, hysteresis, zero balance, *input* resistance, *output* resistance, efek temperature, pada *output* dan zero balance, insulation resistance dan cable length. kodewarna untuk penyambungan juga disertakan 10 *output*. Hasil pengukuran Load Cell selain ditentukan oleh besarnya beban, juga ditentukan oleh besarnya tegangan eksitasi, dan karakteristik (mV/V) Load Cell itu sendiri. Salahsatu karakteristik Load Cell yaitu 3mV/V. Yang berarti setiap 1V tegangan excitaasi, pada saat Load Cell dibebani maksimal akan mengeluarkan signal sebesar 3mV. Jika beban 25kg diberikan pada Load Cell kapasitas 20kg dengan tegangan excitasi 10V, maka

keluaran Load Cell menjadi 7,5mV. Demikian juga apabila Load Cell diberikan beban sebesar 12,5 dengan tegangan ekcitasi 10V dengan tetap juga maka keluaran Load Cell menjadi 3,75V.

2.17.3 Penguat HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIASEMICONDUCTOR” HX711 presisi 24-bit analog to digital converter (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dal industrial control aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan. HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada Modul melakukan komunikasi dengan computer/microcontroller melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat. HX711 biasanya digunakan pada bidang aerospace, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan. Penguat HX711.



Gambar 41 Penguat HX711

Penguat HX711 pada Gambar 2.7 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Akurasi data : 24 bit
2. Refresh Frequency : 80Hz
3. Tegangan : 5VDC
4. Arus : <10mA
5. Ukuran Board : 38mm*21mm*10mm

2.17 Sensor Kecepatan Optocouler

2.17.1 Pengertian Sensor Kecepatan Optocouler

Pengertian optocoupler adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya optik. Di dunia elektronika, optocoupler dikenal juga dengan sebutan opto-isolator, optical isolator atau photocoupler.



Gambar 42 Sensor Optocouler

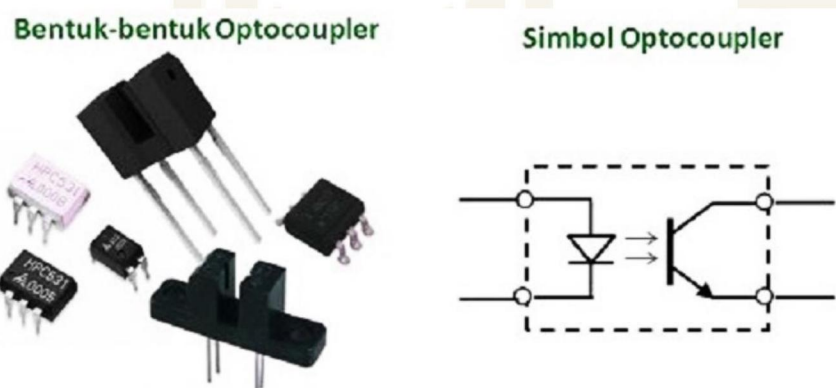
Pada dasarnya optocoupler terdiri dari dua bagian utama, yaitu transmitter dan receiver.

- Transmitter berfungsi sebagai pengirim cahaya optik
- Receiver berfungsi untuk mendeteksi sumber cahayanya.

Pada rangkaian optocoupler, kedua bagian utama tersebut tidak memiliki hubungan konduktif secara langsung. Tetapi dapat digabungkan, sehingga menjadi komponen optocoupler. Selain itu, optocoupler bisa digunakan sebagai saklar elektrik yang dapat berfungsi secara otomatis. Hal tersebut terjadi karena optocoupler menggunakan cahaya optik yang akan dideteksinya sebagai *input* dan mengeluarkan *output* berupa sebuah kondisi ON/OFF. Kelebihan utama dari optocoupler ialah mempunyai isolasi listrik yang tinggi diantara terminal *input* dan *output*. Sehingga memungkinkan sinyal digital yang relatif kecil, supaya dapat mengontrol arus, tegangan dan daya AC tinggi [10].

2.17.2 Simbol dan Simbol Optocouler

Sama seperti komponen elektronika lainnya, optocoupler juga memiliki simbol dan bentuk.

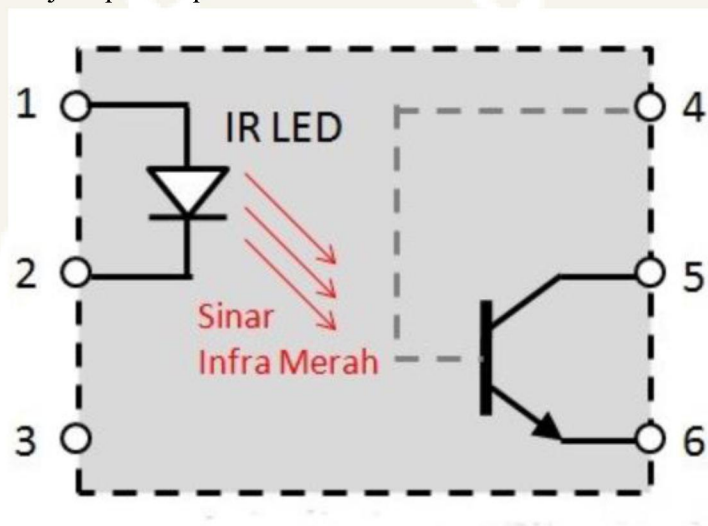


Gambar 43 Bentuk - Bentuk dan Simbol Optocoupler

Pada gambar diatas dijelaskan bahwa bentuk dari optocoupler berupa persegi yang mempunyai 4 hingga 6 kaki. Pada umumnya, jumlah kaki pada optocoupler menentukan fungsinya disuatu rangkaian elektronik. Pada optocoupler yang memiliki 6 kaki, maka 3 kakinya berfungsi sebagai *input* dan lainnya untuk *output*. Sedangkan

optocoupler yang memiliki 4 kaki, maka 2 kakinya berfungsi sebagai *input* dan lainnya untuk *output*. Untuk simbol dari optocoupler, kita juga dapat melihatnya pada gambar diatas. Simbol LED disisi kanan menandakan bahwa perangkat elektronik tersebut dapat memancarkan energi cahaya. Selanjutnya akan dikirimkan melalui simbol *Switch* yang berada disisi kanan.

2.17.3 Prinsip Kerja Optocoupler



Gambar 44 Prinsip Kerja Optocoupler

Sebuah optocoupler biasanya terdiri dari kombinasi dari komponen LED (Light Emitting Diode) dan phototransistor. LED pada optocoupler berfungsi untuk memancarkan cahaya infra merah atau biasa disebut dengan IR LED. Sinyal infra merah memiliki kelebihan, seperti ketahanannya yang lebih baik dibandingkan cahaya lainnya. Sedangkan phototransistor merupakan komponen semikonduktor yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap cahaya. Alurnya seperti ini:

- Mulanya arus listrik akan melewati IR LED, sehingga komponen tersebut dapat memancarkan sinyal *input* berupa cahaya infra merah.

- Selain itu pada kondisi ini, jumlah besaran arus listrik sangat mempengaruhi intensitas cahaya yang akan dipancarkan IR LED.
- Selanjutnya cahaya infra merah akan dapat dideteksi oleh phototransistor dan menyebabkan hubungan kepada *Switch*
- Kemudian cahaya infra merah yang menjadi *input* akan bisa dideteksi oleh phototransistor dan membuatnya dapat mengeluarkan *output* berupa sebuah kondisi.

2.18 Modifikasi Alat

Pada alat sebelumnya masih belum terdapat timbangan dan masih menggunakan motor DC, sehingga penulis memodifikasi alat ini dengan menambahkan timbangan agar alat ini lebih efektif dari alat sebelumnya dan memakai motor stepper agar stabil perputaran awal drumnya. Dengan menambahkan timbangan dan memakai motor stepper, alat ini lebih efektif karna dapat menimbang langsung dan dapat langsung mengetahui hasil kelayakan tablet yang akan di tampilan di Display dan perputaran motornya lebih stabil dan kecepatan motor dapat mencapai 50 rpm. Berikut ini spesifikasi alat setelah di modifikasi :

1. Pemilihan mode :
 - a) Mode 1 : Kecepatan : 20 rpm, Waktu : 4 menit
 - b) Mode 2 : Kecepatan : 35 rpm, Waktu : 3 menit
 - c) Mode 3 : Kecepatan : 50 rpm, Waktu : 2 menit
2. Putaran :

100 putaran
3. Power Supply :

- a) Input : 220 VAC, 50 Hz
- b) Output : 12VDC, 15VDC, dan Ground
- c) Fuse : 1 A

4. Sistem Mikrokontroller :

Mikrokontroller Arduino Mega2560

5. Motor :

Motor Stepper

6. Display :

LCD tipe 16 x 2 karakter

7. Timbangan :

Load Cell 1 Kg

8. Jenis atau Bentuk Tablet :

Berbentuk Bulat

BAB III

PERENCANAAN

3.1 Tahap perencanaan

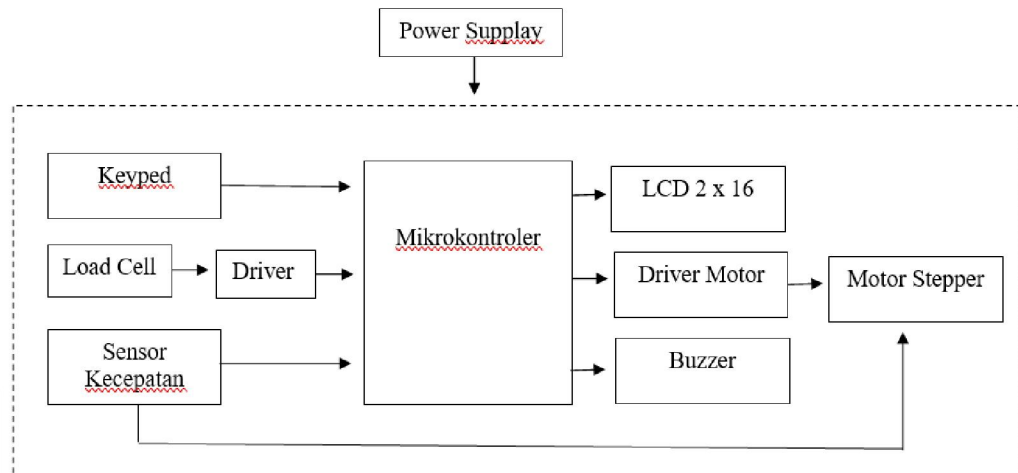
Dalam tahap perencanaan ini, penulis terlebih dahulu membuat perencanaan modul sebelum dilakukan pembuatan modul serta karya tulis. Yang mana hal ini mempunyai tujuan agar memudahkan pembuatan modul serta karya tulis dan diharapkan hasil yang dicapai sesuai dengan perencanaan yang dibuat.

Dalam tahapan perencanaan ini untuk pembuatan modul meliputi beberapa, sebagai berikut:

- a) Merancang blok diagram serta wiring dari modul yang akan dibuat berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
- b) Menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul.
- c) Merancang koding dari program alat yang akan dibuat
- d) Menentukan titik-titik pengukuran (test point) untuk pendataan dan analisa rangkaian
- e) Menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul.
- f) Menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul.
- g) Membuat modul sesuai dengan wiring diagram yang telah dibuat.
- h) Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
- i) Pembuatan casing sesuai dengan desain alat yang telah dibuat.
- j) Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan teori-teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

3.2 Blok Diagram

3.2.1 Perencanaan Blok Diagram



Gambar 45 Blok Diagram

3.2.2 Keterangan Blok Diagram

1. Power supplay mendistribusikan tegangan +5VDC dan +12VDC keseluruhan rangkaian
2. Sensor Load Cell digunakan untuk mengukur berat pada tablet
3. Sensor Optocoupler digunakan untuk mengukur RPM pada motor
4. Motor *Stepper* digunakan untuk memutar chamber
5. LCD 20x4 digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran
6. Arduino mega2560 digunakan untuk pengendalian system seluruhan rangkaian
7. Buzzer akan berbunyi setelah chamber berhenti memutar

3.2.3 Cara Kerja Blok Diagram

Tegangan 220 V masuk ke rangkaian *power supply* untuk mensuplai tegangan ke seluruh rangkaian. Kemudian setelah alat di ON kan, Kita setting RPM

dan waktu dengan pilihan RPM yaitu 20 RPM, 35 RPM, dan 50 RPM serta menseting timer. Kemudian tekan push Button START dan Arduino akan memberikan perintah ke driver motor yang akan menggerakkan motor Stepper. Setelah motor bekerja, sensor Kecepatan akan mendeteksi RPM dan counter dari putaran chamber dan di tampilkan pada LCD karakter. Setelah setting waktu dan kecepatan selesai maka alat akan berhenti dan buzzer berbunyi, untuk mengulang lagi putaran chamber tekan push button start lagi dan reset untuk mengulangi setting kecepatan dan waktu.

3.3 Desain Alat

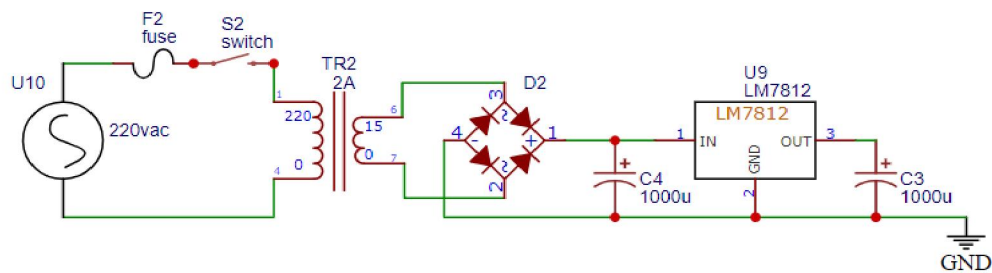


Gambar 46 Desain Alat

3.4 Perencanaan Wiring Diagram

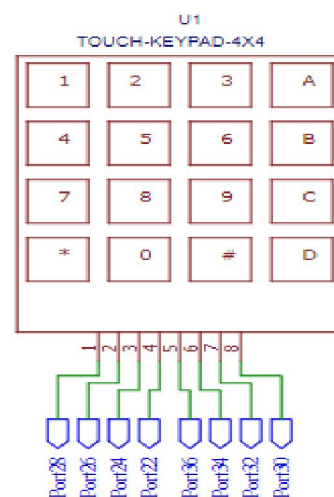
3.4.1 Rangkaian *Power supply*

Rangkaian *power supply* yang penulis buat berfungsi sebagai sumber tegangan utama untuk alat yang penulis buat

Gambar 47 Rangkaian *Power supply*

Pada rangkain *power supply* menggunakan trafo stepdown dan dioda bridge untuk mengubah arus AC menjadi arus DC serta menggunakan IC regulator 7812 untuk tegangan *outputnya* yang nantinya akan terhubung langsung ke Arduino mega2560.

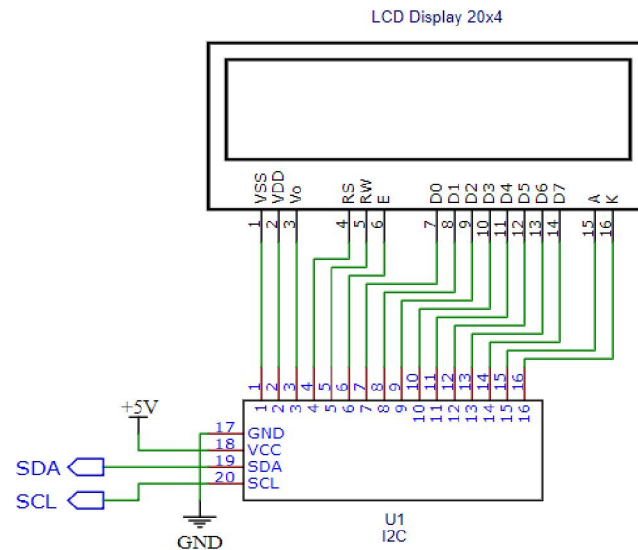
3.4.2 Rangkaian Keypad



Gambar 48 Rangkaian Keypad

Pada rangkaian keypad ini menggunakan keypad ukuran 4x4, yang mana rangkaian ini digunakan untuk melakukan seperti *inputan* untuk memasukkan settingan timer dan RPM.

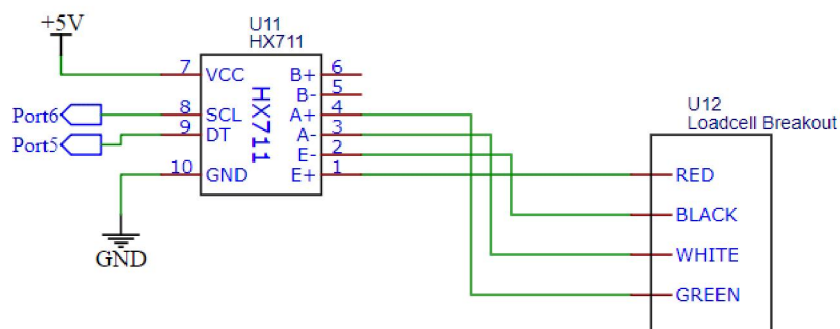
3.4.3 Rangkaian Display



Gambar 49 Rangkaian Display

Pada rangkaian ini menggunakan LCD 20x4 karakter sebagai display atau tampilan pada alat. LCD ini berfungsi untuk menampilkan RPM motor dan hasil timbangan tablet sebelum dan sesudah di putar di chamber. Rangkaian ini mendapatkan *supply* tegangan dari *power supply* sebesar 5VDC

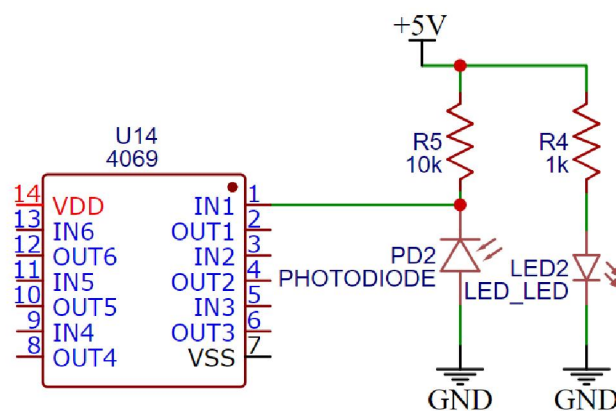
3.4.4 Rangkaian Load Cell



Gambar 50 Rangkaian Load Cell

Rangkaian Load Cell dan HX711 rangkaian ini digunakan untuk mengukur satuan berat menggunakan LoadCell yang memiliki *outputan* analog dan diubah menjadi *outputan* digital yang dimanipulasi sedemikian rupa melalui rangkaian HX711. Kemudian rangkaian mikrokontroler melakukan pengolahan data yang didapatkan dari Load Cell kemudian ke HX711 yang sudah dilakukan perubahan data dari analog ke digital maka mikrokontroler disetting untuk menampilkan ke display hasil ukur yang didapat dari data digital tersebut.

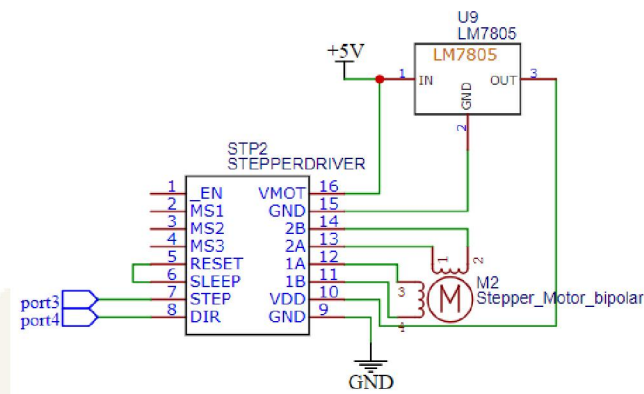
3.4.5 Rangkaian Sensor Optocoupler



Gambar 51 Rangkaian Sensor Optocoupler

Pada rangkaian diatas merupakan sensor optocoupler, yang dimana sensor ini berfungsi untuk membaca kecepatan RPM pada motor. Pada rangkaian ini terdiri dari rangkaian LED dan Photodiode serta IC 4069. Pada rangkaian ini mendapatkan *supply* sebesar 5 VDC.

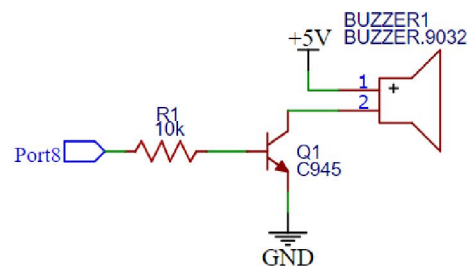
3.4.6 Rangkaian Driver Motor



Gambar 52 Rangkaian Driver Motor

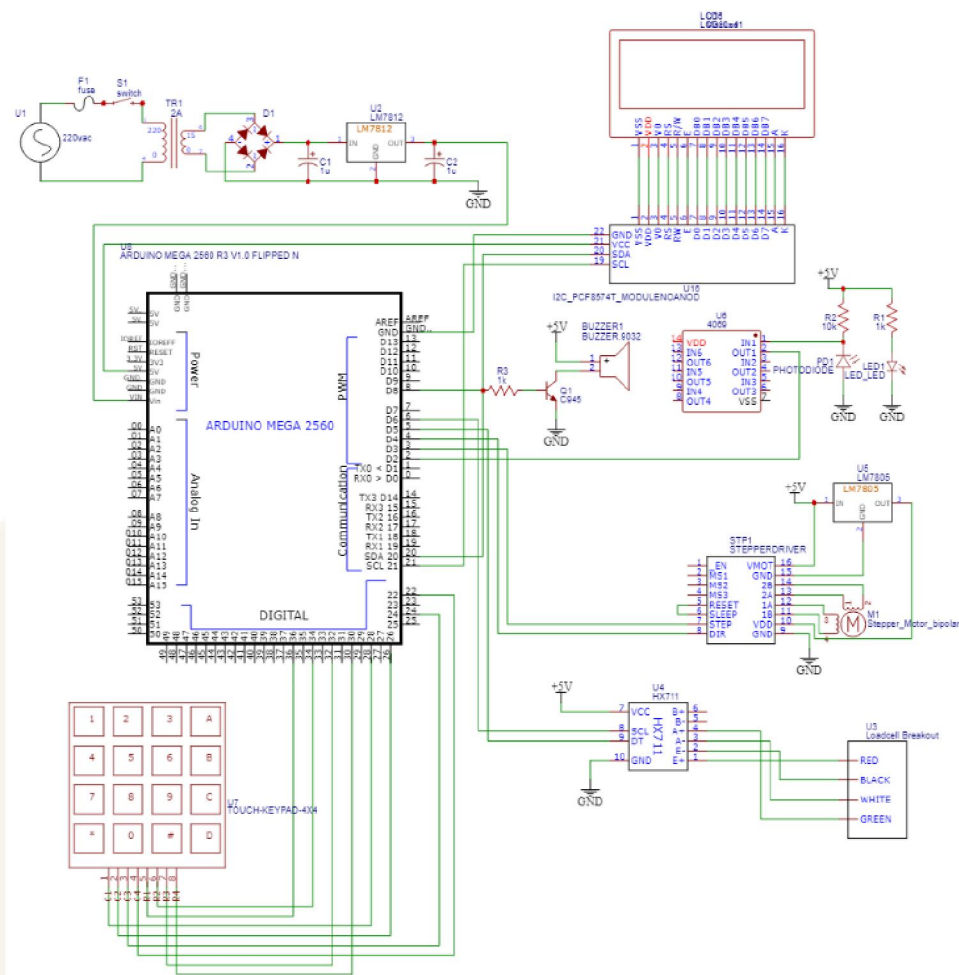
Pada rangkaian diatas berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor, pada rangkaian driver motor ini mendapatkan *supply* sebesar 5 VDC. Pada rangkaian ini menggunakan driver motor A4988.

3.4.7 Rangkaian Buzzer



Gambar 53 Rangkaian Buzzer

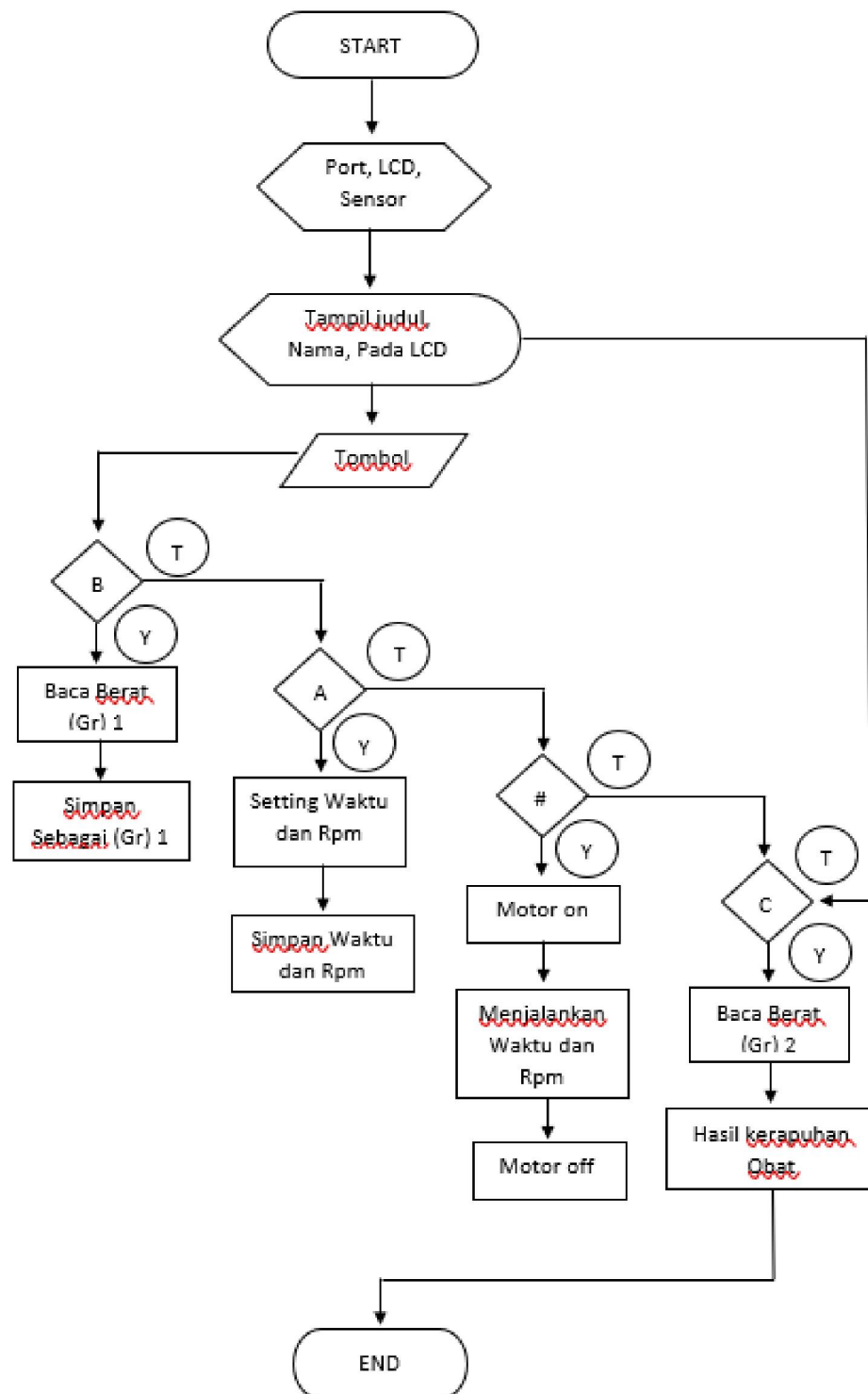
Pada rangkaian ini berfungsi sebagai alarm atau penanda pada alat yang dimana *output* dari buzzer berupa suara. rangkaian buzzer mendapat tegangan dari power suply sebesar 5 VDC.



3.4.8 Rangkaian Keseluruhan

Gambar 54 Rangkaian Keseluruhan

3.5 Perencanaan *Flowchart*



Gambar 55 Perencanaan Flowchart

3.6 Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum mulai pembuatan modul, penulis mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan. Adapun alat penunjang yang diperlukan adalah sebagai berikut

1. *Project board*
2. *Tool set*
3. Multimeter
4. PCB
5. Solder dan timah
6. Lem tembak
7. Kabel jumper
8. Triplek

Selain alat diatas penulis juga mempersiapkan komponen-komponen elektronik yang sudah tertera pada tabel perencanaan komponen.

3.7 Perencanaan Komponen

Daftar komponen yang digunakan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut :

Table 5 Daftar Komponen Rangkaian Power Supply

No	Nama Komponen	Tipe	Jumlah
1	Trafo Step Down	2A	1
2	Fuse	1A	1
3	IC Regulator	LM7812	1
4	Rangkaian Dioda	IN4007	4
5	Kapasitor	1000u	2
6	Saklar	SPST	1

Table 6 Daftar Komponen Rangkaian Mikrokontroler

No	Nama Komponen	Tipe	Jumlah
1	Mikrokontroler	Arduino Mega2560	1

Table 7 Daftar Komponen Keybed

No	Nama Komponen	Tipe	Jumlah
1	Keybed	4 x 4	1

Table 8 Daftar Komponen Rangkaian LCD

No	Nama Komponen	Tipe	Jumlah
1	LCD	20x4	1
2	Modul I2C	-	1

Table 9 Daftar Komponen *Load Cell*

No	Nama Komponen	Tipe	Jumlah
1	<i>Driver</i>	HX711	1
2	<i>Load Cell</i>	-	1

Table 10 Daftar Komponen Rangkaian Motor Stepper

No	Nama Komponen	Tipe	Jumlah
1	Motor Stepper	-	1
2	Driver	A4988	1
3	IC Regulator	LM7805	1

Table 11 Daftar Komponen Rangkaian Sensor Optocoupler

No	Nama Komponen	Tipe	Jumlah
1	IC	CD4069	1
2	Photodiode	-	1
3	Led	-	1
4	Resistor	10K	1
5	Resistor	1K	1

Table 12 Daftar Komponen Rangkaian Buzzer

No	Nama Komponen	Tipe	Jumlah
1	Buzzer	5V	1
2	Transistor	C945	1
3	Resistor	10K	1

3.8 Pembuatan Modul

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan gambar rangkaian wiring keseluruhan.
2. Menentukan komponen yang diperlukan sesuai dengan rangkaian.
3. Menentukan bagian-bagian yang akan dipasang pada casing, seperti LCD, sensor, saklar, rangkaian mikrokontroler, baterai, *power supply*, dan titik pengukuran (TP).
4. Merancang tata letak tiap komponen dan jalur hubungan antara komponen untuk dilakukan penyolderan komponen.
5. Memastikan tidak ada jalur antar penghantar yang saling bersinggungan.
6. Penggunaan jumper diusahakan seminimal mungkin.
7. Mengunduh program yang telah dibuat ke mikrokontroler menggunakan software IDE arduino.

3.9 Perencanaan Titik Pengukuran

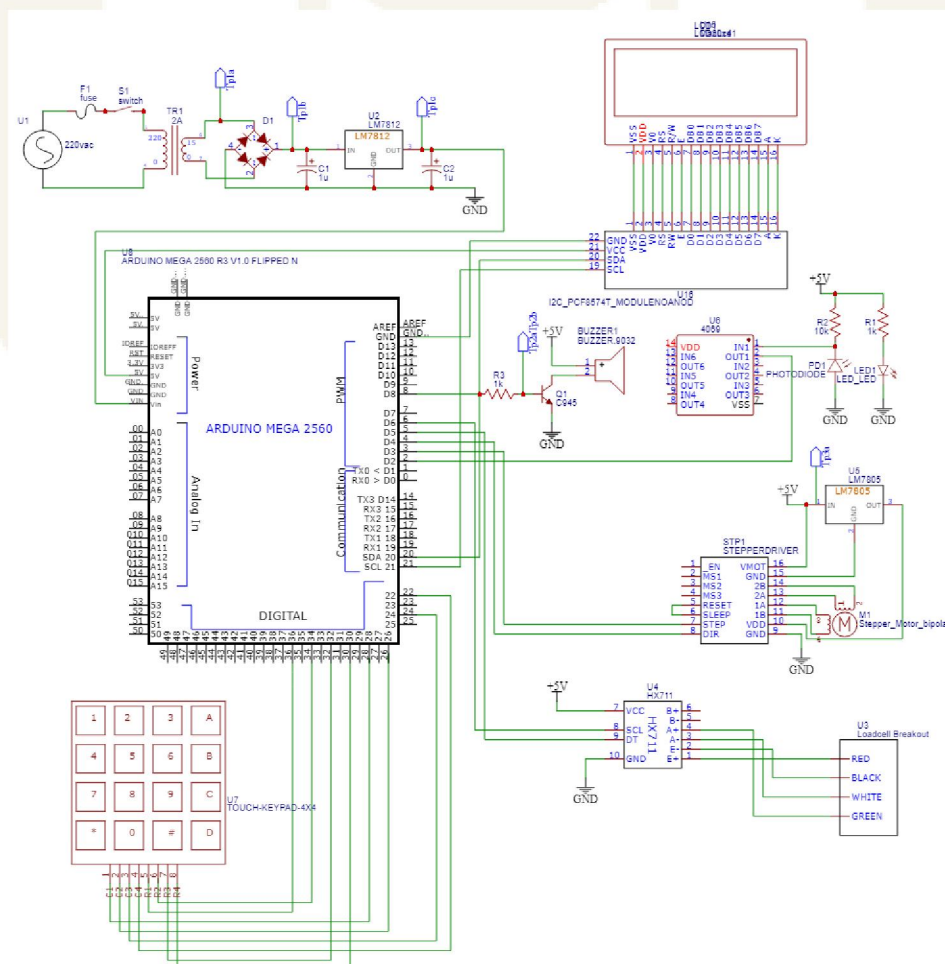
Titik-titik pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. TP1, mengukur tegangan keluaran (*output*) *power supply*.

- a. TP1a, mengukur keluaran trafo step down.
 - b. TP1b, mengukur keluaran dioda bridge.
 - c. TP1c, mengukur keluaran IC Regulator LM7812.
2. TP2, mengukur tegangan keluaran (*output*) Buzzer.
 - a. TP2a, mengukur keluaran tegangan Buzzer pada saat menyala.
 - b. TP2b, mengukur keluaran tegangan Buzzer pada saat mati.
 3. TP3, mengukur tegangan masukan (input) Motor.
 - a. TP3a, Mengukur tegangan masuk Motor.

Berikut ditunjukan titik pengukuran pada gambar rangkaian keseluruhan modul:

Perencanaan titik pengukuran ditunjukkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 56 Letak Titik Pengukuran

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1 Pengertian

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan. Pendataan adalah pencatatan hasil dari pengukuran pada titik-titik pengukuran yang ditentukan berdasarkan kebutuhan alat. titik-titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara hasil ukur menurut teori terhadap hasil pengukuran langsung terhadap titik pengukuran. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah dalam menganalisa data.

4.2 Persiapan Pengukuran

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

9. Multimeter Digital

Merk : Fluke

Model : 189 True Rms

Buatan : China

10. Tacometer

Merk : Digital Tachometer

Model/Type : DT – 2234C+

Buatan : China





11. Stopwatch



4.3 Hasil Pengukuran

4.3.1 Hasil Pengukuran Pada TP 1a – TP 3a

Dari pengukuran yang dilakukan pada titik pengukuran (TP 1a - TP 3a) diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut :

Table 13 Hasil Keluaran Nilai Rangkaian

Titik	Gambar	Hasil	Keterangan
TP 1a		15,007 V	Tegangan keluaran (output) pada Tranformator
TP 1b		15,628 V	Tegangan keluaran (output) pada dioda
TP 1c		12,063 V	Tegangan keluaran (output) pada LM7812 untuk output Power supply
TP 2a		0,7077 V	Tegangan keluaran (output) pada Buzzer saat hidup

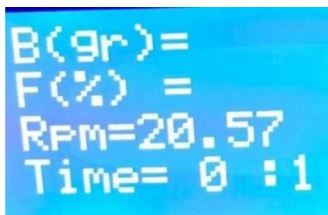

TP 2b		0,0607 V	Tegangan keluaran (output) pada Buzzer saat mati
TP 3a		5,0308 V	Tegangan masukan (input) pada LM7805 untuk input ke Motor

4.4 Perbandingan

4.4.1 Pengukuran sensor kecepatan

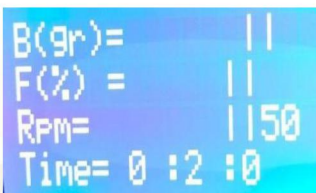

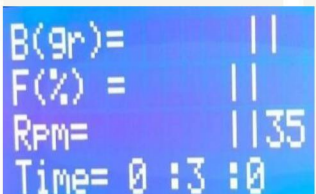



Table 14 Pengukuran Sensor Kecepatan

No	Waktu Percobaan	Setingan RPM	Alat	Tachometer
1	2 Menit	50 RPM		
2	3 Menit	35 RPM		

3	4 Menit	20 RPM		
---	---------	--------	--	---

4.4.2 Pengukuran Timer

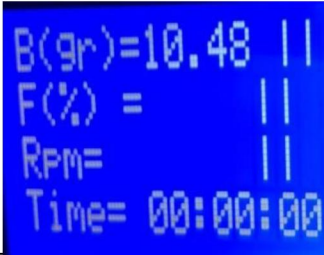
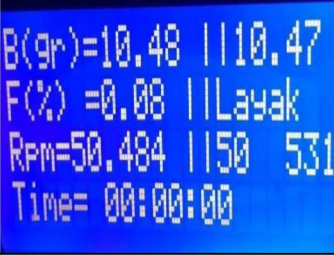
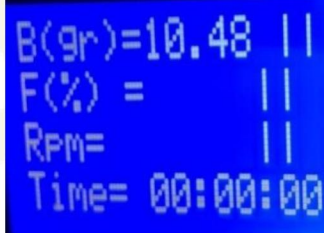
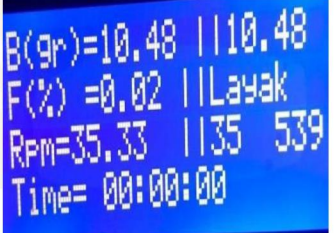


Table 15 Pengukuran Timer

No	Waktu Percobaan	Setingan RPM	Alat	Stopwatch
1	2 Menit	50 RPM		
2	3 Menit	35 RPM		
3	4 Menit	20 RPM		

4.4.3 Pengukuran Kelayakan Obat Tablet

Table 16 Pengukuran Obat Tablet




No	Waktu Percobaan	Setingan RPM	Berat Obat Awal pada Alat	Berat Obat Akhir pada Alat
----	-----------------	--------------	---------------------------	----------------------------

1	2 Menit	50 RPM		
2	3 Menit	35 RPM		
3	4 Menit	20 RPM		

4.5 Kalibrasi timbangan

Table 17 Kalibrasi Alat

NO	Massa Beban Alat Ukur (g)	Alat
----	-----------------------------	------

1	150 g	 <p>B(gr)=150.17 F(%) = Rpm= Time= 00:00:00</p>
2	100 g	 <p>B(gr)=100.04 F(%) = Rpm= Time= 00:00:00</p>
3	50 g	 <p>B(gr)=50.17 F(%) = Rpm= Time= 00:00:00</p>

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data Hasil Pengukuran

Analisis data dari pengukuran ini bertujuan untuk :

12. Membandingkan antara hasil menurut teori dan hasil ukur pada tiap-tiap titik pengukuran.
13. Mengetahui besarnya presentase kesalahan (PK) pada tiap titik pengukuran.
14. Mengetahui kemungkinan penyebab antara hasil teori dan hasil ukur.

Presentase kesalahan (PK) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PK = \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100$$

5.1.1 Analisis Data Pada TP 1a

Hasil teori : 15V

Hasil ukur : 15,007V

$$PK = \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100$$

$$K = \left| \frac{15 - 15,007}{15} \right| \times 100$$

$$= |0,00046| \times 100$$

Adanya persentase kesalahan pada *output* trafo ini yang dihitung berdasarkan teori perhitungan diatas disebabkan oleh nilai tegangan pada lilitan primer tidak pas

220 VAC melainkan 222,7 VAC yang diubah oleh dioda *bridge* menjadi 15VDC, ini menyebabkan nilai *output* sekunder trafo terpengaruh karena jika nilai tegangan primer berubah maka tegangan sekundernya juga terpengaruh berdasarkan rumus $NP/NS = VP/VS = IS/IP$, dan rumus ini selalu digunakan untuk trafo baik itu mencari jumlah lilitan, tegangan, maupun arus. Pada trafo ini memiliki batas nilai persentase kesalahan sebesar 10%.

Hal ini menandakan trafo masih bekerja dengan normal karena tegangan output yang dihasilkan masih dalam batas toleransi sebesar 0,046%.

5.1.2 Analisis Data Pada TP 1b

Pada TP 2 mengetahui tegangan pada dioda dengan hasil analisa sebagai berikut:

$$\text{Tegangan dioda} = 0,7 \text{ volt} \times 4 = 2,8$$

$$V_{\max} = 1,41 \times \text{VAC}$$

$$V_{\max} = 1,41 \times 15$$

$$V_{\max} = 21,15 \text{ VAC}$$

$$\text{VDC} = \frac{2 \times V_{\max}}{\pi} + 2,8$$

$$\text{VDC} = \frac{2 \times 21,15}{3,14} + 2,8$$

$$\text{VDC} = 16,2 \text{ Volt}$$

$$P_k = \left| \frac{16,2 - 15,62}{16,2} \right| \times 100$$

$$P_k = 3,5\%$$

Dioda *bridge* merubah tegangan AC menjadi DC, pada modul yang di buat, *input* yang di pakai untuk dioda *bridge* yaitu 12 VAC dan *output* dioda *bridge* 15,62 VDC. Naiknya nilai tegangan *output* pada dioda *bridge* di sebabkan adanya intervensi dari kapasitor yang di pakai pada modul yang terhubung langsung ke dioda *bridge* dan adanya error 3,5% karena toleransi pada dioda *bridge* maupun pada kapasitor.

Hal ini menandakan dioda masih bekerja dengan normal karena tegangan *output* yang dihasilkan masih dalam batas toleransi sebesar 3,5%.

5.1.3 Analisis Data Pada TP 1c

Hasil teori : 12 V

Hasil ukur : 12,063 V

$$PK = \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori(HT)}} \right| \times 100$$

$$K = \left| \frac{12 - 12,063}{12} \right| \times 100$$

$$= |0,00525| \times 100$$

TP 1c merupakakan output tegangan pada ic lm7812 yang akan memberikan supply tegangan ke mikrokontroler. menurut datasheet range output dari ic lm7812 adalah 11,5-12,5VDC

Hasil pengukuran yang di dapat adalah 12,063 VDC (sesuai dengan range yang di tentukan pada data sheet) Hasil dari pengukuran output ic lm7812

menandakan bahwa ic lm7812 bekerja dengan normal karena masih masuk dalam nilai toleransi sebesar 0,525%.

5.1.4 Analisis Data Pada TP 2a Dan TP 2b

Pada TP 2a dan TP 2b ini merupakan pengukuran untuk mengetahui nilai *output* tegangan pada *buzzer* saat *buzzer* dalam keadaan menyala dan tidak menyala. Berdasarkan datasheet tegangan operasi pada buzzer yaitu 3-6 V pada saat menyala dan 0 V pada saat tidak menyala. Dari hasil pengukuran didapatkan hasil nilai *output* tegangan 0,7077 V pada saat buzzer menyala dan 0.0607 V pada saat tidak menyala. Hal ini menandakan bahwa buzzer masih bekerja dengan normal karena nilai tegangan *output*-nya masih sesuai dalam jangkauan nilai tegangan yang seharusnya.

5.1.5 Analisis Data Pada TP 3a

Hasil teori : 5 V

Hasil ukur : 5,0308 V

$$PK = \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{5 - 5,0308}{5} \right| \times 100$$

$$= |0,00616| \times 100$$

TP 3a merupakan output tegangan pada ic lm7805 yang akan memberikan tegangan ke motor stepper dan buzzer .menurut datasheet range output dari ic lm7805 adalah 4,8 -5,2 VDC

Hasil pengukuran yang di dapat adalah 5,0308 VDC (sesuai dengan range

yang di tentukan pada data sheet) Hasil dari pengukuran output ic lm7805 menandakan bahwa ic lm7805 bekerja dengan normal karena masih masuk dalam nilai toleransi sebesar 0,616%.

5.2 Analisis Data Hasil Pengukuran Sensor Kecepatan

Dari hasil pengukuran akurasi Rpm alat dengan membandingkan dengan tachometer digital maka dapat diketahui presentase kesalahan sebagai berikut :

1. Analisa Pada Percobaan 1

Ketika Rpm pada alat tercapai 50,48 dalam hasil pengukuran pada tachometer digital adalah 49,9 .

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(50,48 - 49,9)}{50,48} \right| \times 100$$

$$PK = 1,48 \%$$

2. Analisa Pada Percobaan 2

Ketika Rpm pada alat tercapai 35,33 dalam hasil pengukuran pada tachometer digital adalah 35,3 .

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(35,33 - 35,3)}{35,33} \right| \times 100$$

$$PK = 0,08 \%$$

3. Analisa Pada Percobaan 3

Ketika Rpm pada alat tercapai 20,57 dalam hasil pengukuran pada tachometer digital adalah 20,1 .

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(20,57 - 20,1)}{20,57} \right| \times 100$$

$$PK = 2,28 \%$$

4. Hasil Keakurasian Rpm

$$PK\ 1 = 1,48 \%$$

$$PK\ 2 = 0,08 \%$$

$$PK\ 3 = 2,28 \%$$

$$\text{Rata rata PK} = (1,48 + 0,08 + 2,28) / 3 = 1,28$$

Hasil keakurasian Rpm

$$= 100 - 1,28$$

$$= 98,72 \%$$

Maka hasil keakurasian Rpm sebesar 98,72 %

Table 18 Hasil Pengukuran Akurasi RPM

NO	RPM Tachometer	RPM Alat	PK
1.	49,9	50,48	1,48

2.	35,33	35,3	0,08
3.	20,1	20,57	2,28
Persentase Kesalahan Rata-Rata			1,28
Presentase Akurasi Rata-Rata			98,72

5.3 Analisis Data Hasil Pengukuran Timer

Dari hasil pengukuran akurasi Timer alat dengan membandingkan dengan Stopwatch maka dapat diketahui presentase kesalahan sebagai berikut :

1. Analisa Pada Percobaan 1

Ketika Timer pada alat tercapai 02:00,00 dalam hasil pengukuran pada Stopwatch adalah 02:00,33.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(02:00,00 - 02:00,33)}{02:00,00} \right| \times 100$$

$$PK = 0,33 \%$$

2. Analisa Pada Percobaan 2

Ketika Timer pada alat tercapai 03:00,00 dalam hasil pengukuran pada Stopwatch adalah 03:00,32.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(03:00,00 - 03:00,32)}{03:00,00} \right| \times 100$$

$$PK = 0,32 \%$$

3. Analisa Pada Percobaan 3

Ketika Timer pada alat tercapai 04:00,00 dalam hasil pengukuran pada Stopwatch adalah 04:00:46.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(04:00,00 - 04:00,46)}{04:00,00} \right| \times 100$$

$$PK = 0,46 \%$$

4. Hasil Keakurasian Timer

$$PK\ 1 = 0,33 \%$$

$$PK\ 2 = 0,32 \%$$

$$PK\ 3 = 0,46 \%$$

$$\text{Rata rata PK} = (0,33 + 0,32 + 0,46) / 3 = 0,37$$

Hasil keakurasian Timer

$$= 100 - 0,37$$

$$= 99,63 \%$$

Maka hasil keakurasian timer sebesar 99,63 %

Table 19 Hasil Pengukuran akurasi timer

NO	Timer stopwatch	Timer Alat	PK
1.	02:00,33	02:00,00	0,33

2.	03:00,32	03:00,00	0,32
3.	04:00,46	04:00,00	0,46
Persentase Kesalahan Rata-Rata			0,37
Presentase Akurasi Rata-Rata			99,63

5.4 Analisis Data Hasil Pengukuran Kelayakan Berat Obat Tablet

Dari hasil pengukuran akurasi Berat Tablet awal dengan membandingkan setelah di masukan ke dalam chamber Berat Tablet akhir maka dapat diketahui presentase kelayakan tablet sebagai berikut :

1. Analisa Pada Percobaan RPM 50

Ketika berat tablet awal pada alat tercapai 10,48 dalam hasil pengukuran berat tablet akhir pada alat adalah 10,47 .

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Berat awal} - \text{Hasil Berat akhir})}{\text{Hasil Berat awal}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(10,48 - 10,47)}{10,48} \right| \times 100$$

$$PK = 0,09 \%$$

2. Analisa Pada Percobaan RPM 35

Ketika berat tablet awal pada alat tercapai 10,48 dalam hasil pengukuran berat tablet akhir pada alat adalah 10,48.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Berat awal} - \text{Hasil Berat akhir})}{\text{Hasil Berat awal}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(10,48 - 10,48)}{10,48} \right| \times 100$$

$$PK = 0,0\%$$

3. Analisa Pada Percobaan RPM 20

Ketika berat tablet awal pada alat tercapai 10,48 dalam hasil pengukuran berat tablet akhir pada alat adalah 10,45.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Berat awal} - \text{Hasil Berat akhir})}{\text{Hasil Berat awal}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(10,48 - 10,45)}{10,48} \right| \times 100$$

$$PK = 0,28 \%$$

4. Hasil Kelayakan Berat Tablet

$$PK\ 1 = 0,09 \%$$

$$PK\ 2 = 0,0 \%$$

$$PK\ 3 = 0,28 \%$$

$$\text{Rata rata PK} = (0,09 + 0,0 + 0,28) / 3 = 0,12$$

Hasil Kelayakan Berat Tablet

$$= 100 - 0,12$$

$$= 99,88 \%$$

Maka hasil kelayakan Berat sebesar 99,88 %

Table 20 Hasil Pengukuran Berat obat tablet

NO	Berat Awal	Berat Akhir	PK
1.	10,48	10,47	0,09
2.	10,48	10,48	0,0
3.	10,48	10,45	0,28
Persentase Kesalahan Rata-Rata			0,12
Presentase Kelayakan Rata-Rata			99,88

5.4 Analisis Data Hasil Kalibrasi Berat

Dari hasil kalibrasi timbangan. Selisih antara alat ukur dengan alat yang di buat maka dapat diketahui presentase kesalahan sebagai berikut :

1. Analisa Pada Percobaan 1

Ketika berat alat ukur tercapai 150 g dalam hasil pengukuran berat pada alat adalah 150,17 g.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Berat awal} - \text{Hasil Berat akhir})}{\text{Hasil Berat awal}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(150,17 - 150)}{150,17} \right| \times 100$$

$$PK = 0,11 \%$$

2. Analisa Pada Percobaan 2

Ketika berat alat ukur tercapai 100 g dalam hasil pengukuran berat pada alat adalah 100,04 g.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Berat awal} - \text{Hasil Berat akhir})}{\text{Hasil Berat awal}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(100,04 - 100)}{100,04} \right| \times 100$$

$$PK = 0,03 \%$$

3. Analisa Pada Percobaan RPM 20

Ketika berat alat ukur tercapai 50 g dalam hasil pengukuran berat pada alat adalah 50,17 g.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Berat awal} - \text{Hasil Berat akhir})}{\text{Hasil Berat awal}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{(50,17 - 50)}{10,17} \right| \times 100$$

$$PK = 0,33 \%$$

4. Hasil Keakurasian Berat

$$PK 1 = 0,11 \%$$

$$PK 2 = 0,03 \%$$

$$PK 3 = 0,33 \%$$

$$\text{Rata rata PK} = (0,11 + 0,03 + 0,33) / 3 = 0,47$$

Hasil keakurasian Berat

$$= 100 - 0,47$$

= 99,53 %

Maka hasil keakurasian Berat sebesar 99,53 %

Table 21 Analisis Data Kalibrasi Timbangan

NO	Berat Alat Ukur	Alat	PK
1.	150	150,17	0,11
2.	100	100,04	0,03
3.	50	50,17	0,33
Persentase Kesalahan Rata-Rata			0,47
Presentase Akurasi Rata-Rata			99,53

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah penulis melakukan perancangan, pembuatan modul, pengukuran serta analisis, sehingga terwujudnya alat Friability Tester maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat Friability Tester dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan perencanaan yang dilakukan.
2. Setelah melalui proses pengukuran, didapatkan nilai rata-rata error pada pengukuran rpm yaitu presentasi kesalahannya sebesar 1,28% dan nilai keakurasian rpm sebesar 98,72%. Nilai rata-rata error pada timer memiliki presentasi kesalahan sebesar 0,37% dan nilai keakurasiannya sebesar 99,63%. Nilai rata-rata error pada berat memiliki presentasi kesalahan sebesar 0,47% dan nilai keakurasian sebesar 99,53%.

6.2 Saran

Penulis menyadari karya tulis ilmiah dan pembuatan alat Friability Tester ini masih banyak kekurangan. Penulis hanya bisa memberi sedikit saran yang ditujukan pada pembaca, yaitu Memakai peredam suara di bawah gear box agar bunyinya tidak terlalu bising.

Daftar Pustaka

- [1] N. Afif, "Friability Tester Berbasis Arduino Atmega328," 2017, vol. 328, pp. 1–7, 2017.
- [2] N. Adnyana, "Pembuatan Tablet," 2009, [Online]. Available: <https://andayana.wordpress.com/info-kesehatan/pembuatan-tablet/>
- [3] J. Pahing, "Macam-Macam Obat dan Tujuan Penggunaannya," 2016, [Online]. Available: <https://dinkes-arsip.bantulkab.go.id/berita/463-macam-macam-obat-dan-tujuan-penggunaannya>
- [4] H. C. Ansel, "Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi," 2008, [Online]. Available: <https://kink.onesearch.id/Record/IOS3737.SULUT000000000002112/Description>
- [5] L. Elektronika, "ARDUINO MEGA2560 MIKROKONTROLER ATmega2560," 2017, [Online]. Available: <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>
- [6] D. Kho, "Pengertian dan Fungsi Fuse (Sekering) serta Cara Mengukurnya," 2018, [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/mengukur-pengertian-fungsi-fuse-sekering/>
- [7] E. Samsul, "MOTOR STEPPER," 2019, [Online]. Available: <http://jagootomasi.com/motor-stepper-prinsip-kerja-dan-pengendalian-pada->

otomasi-industri/

- [8] A. Purnama, "LCD (Liquid Cristal Display)," 2016, [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>
- [9] N. Ayuningtyas, "Sistem Monitoring Berat Pada Alat Pemilah Sampah Logam Dan Nonlogam Dengan Sensor Berat (Load Cell) Berbasis Programmable Logic Controller (Plc)," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 5–24, 2018.
- [10] A. nur Aisyah, "Vortex Mixer live rpm dilengkapi sensor pendeteksi tabung," *Poltekkes Kemenkes Surabaya*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2015, [Online]. Available: <http://digilib.poltekkesdepkes-sby.ac.id/public/POLTEKKESBY-Studi-657-draft.pdf>

LAMPIRAN

```

#include <HX711_ADC.h>

#if defined(ESP8266) || defined(ESP32) || defined(AVR)

#include <EEPROM.h>

#endif

//pins:

const int HX711_dout = 4; //mcu > HX711 dout pin
const int HX711_sck = 5; //mcu > HX711 sck pin

//HX711 constructor:
HX711_ADC LoadCell(HX711_dout, HX711_sck);

const int calVal_eepromAdress = 0;

unsigned long t = 0;

#include <TimerOne.h>

// the interrupt and the main program.

// track of how many times it has blinked.

int ledState = LOW;

volatile unsigned long blinkCount = 0; // use volatile for shared variables

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and
2 line display

#include <Keypad.h>

const byte ROWS = 4; //four rows

const byte COLS = 4; //three columns

```



```

char keys[ROWS][COLS] = {
    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
    {'*','0','#','D'}
};

byte rowPins[ROWS] = {36, 34, 32, 30}; //connect to the row pinouts of the keypad

byte colPins[COLS] = {28, 26, 24, 22}; //connect to the column pinouts of the keypad

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );

int ledPin = 13;

boolean
terapi_kon,terapi_int,terapi_on,status_baca_berat_saja,mundur_manual,maju_manual;

int buzz = 6;//buzzer

int pulsa = 10;//pulsa

int arah = 8;//arah motor tadinya 8

int sensor = 2;//sensor ir

int jam,menit,detik,time_waktu;

int count;

int counter;

float rpm;

float cal_bagi_rpm=2.5;

int                                     volume_set,                                     pulsa_set,
menit_set,time_scan,tanda_naik,tanda_turun,time_no_scan,pulsa_volume,data_pulsa
,debit;

int cal_volume=1;

```

```

int run_nada;

//long int scan=10;

float scan, gram, gram_awal, gram_akhir, nilai_persen, persen;

int setjam, setmenit, setdetik, time_f,

float detak, hitung;

int nilai_vel, nilai_waktu, vel_1, nilai_vol;

int batas_volume = 1;

int nilai_f = 0;

int tanda = 0;

int mode;

long nilai=0;

long first = 0;

long second = 0;

double total = 0;

int nilai_id, i, j;

void nada(){
    if(run_nada==1)
    {
        digitalWrite(buzz, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite(buzz, LOW);
        delay(500);
        digitalWrite(buzz, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite(buzz, LOW);
    }
}

```

```
    delay(500);
  }else
  if(run_nada==0)
  {
    digitalWrite(buzz,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(buzz,LOW);
    delay(500);
  }else
  run_nada=0;
}

void motor_on()
{
  digitalWrite(pulsa,HIGH);//arah mundur
  delay(scan);
  counter=counter+1;
  digitalWrite(pulsa,LOW);//arah mundur
  delay(scan);
}

void motor_of()
{
  digitalWrite(pulsa,LOW);//arah mundur
  delay(10);
}

void motor_stop()
```

```
{  
    digitalWrite(pulsa,LOW);  
}  
  
void tampil_judul()  
{  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print(" Rancang Bangun Alat");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print(" Friability Tester ");  
    lcd.setCursor(0,2);  
    lcd.print(" Arduino Mega2560 ");  
    lcd.setCursor(0,3);  
    lcd.print("Teknik Elektromedik ");  
    delay(2000);  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print(" Hamam Hizbul M. ");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print(" Nim : 1904055 ");  
    lcd.setCursor(0,2);  
    lcd.print(" UNIV.WIDYA HUSADA ");  
    lcd.setCursor(0,3);  
    lcd.print("Teknik Elektromedik ");  
    delay(1000);  
}
```

```
void idel()
{
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("B(gr)=  ||  ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("F(%) =  ||  ");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("Rpm=  ||  ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("Time= 00:00:00  ");
    delay(1000);
}
void set_jam()
{
    char key = keypad.getKey();
    lcd.setCursor(6,3);
    lcd.print(" ");
    lcd.cursor();
    lcd.blink();
    lcd.setCursor(6,3);
    while(key!='#')
    {
        char key = keypad.getKey();
        switch(key)
```



```
{  
    case '0' ... '9': // This keeps collecting the first value until a operator is pressed "#"  
        lcd.cursor();  
        lcd.blink();  
        lcd.setCursor(6,3);  
        first = first * 10 + (key - '0');  
        lcd.print(first);  
        break;  
    case '#':  
        jam = first;  
        lcd.setCursor(6,3);  
        lcd.print(jam);  
        first = 0;  
        break;  
    case '*':  
        nilai = 0;  
        total = 0;  
        first = 0;  
        lcd.setCursor(6,3);  
        lcd.print(" ");  
        lcd.cursor();  
        lcd.blink();  
        lcd.setCursor(6,3);  
        break;  
}
```

```
if(key=='#')
{
    first = (total != 0 ? total : first);
    jam = jam;
    lcd.setCursor(6,3);
    lcd.print(jam);
    lcd.noCursor();
    lcd.noBlink();
    first = 0;// reset values back to zero for next use
    delay(100);
    break;
}
}
}

void set_menit()
{
    char key = keypad.getKey();
    lcd.setCursor(9,3);
    lcd.print(" ");
    lcd.cursor();
    lcd.blink();
    lcd.setCursor(9,3);
    while(key!='#')
    {
```

```
char key = keypad.getKey();
```

```
switch(key)
```

```
{
```

```
    case '0' ... '9': // This keeps collecting the first value until a operator is pressed "#"
```

```
    lcd.cursor();
```

```
    lcd.blink();
```

```
    lcd.setCursor(9,3);
```

```
    first = first * 10 + (key - '0');
```

```
    lcd.print(first);
```

```
    break;
```

```
    case '#':
```

```
    menit = first;
```

```
    lcd.setCursor(9,3);
```

```
    lcd.print(menit);
```

```
    first = 0;
```

```
    break;
```

```
    case '*':
```

```
    nilai = 0;
```

```
    total = 0;
```

```
    first = 0;
```

```
    lcd.setCursor(9,3);
```

```
    lcd.print(" ");
```

```
    lcd.cursor();
```

```
    lcd.blink();
```

```
    lcd.setCursor(9,3);  
    break;  
}  
if(key=='#')  
{  
    first = (total != 0 ? total : first);  
    menit = menit;  
    lcd.setCursor(9,3);  
    lcd.print(menit);  
    lcd.noCursor();  
    lcd.noBlink();  
    first = 0;// reset values back to zero for next use  
    delay(100);  
    break;  
}  
}  
}  
void set_detik()  
{  
    char key = keypad.getKey();  
    lcd.setCursor(12,3);  
    lcd.print(" ");  
    lcd.cursor();  
    lcd.blink();  
    lcd.setCursor(12,3);
```

```
while(key!='#')
{
char key = keypad.getKey();
switch(key)
{
case '0' ... '9': // This keeps collecting the first value until a operator is pressed "#"
lcd.cursor();
lcd.blink();
lcd.setCursor(12,3);
first = first * 10 + (key - '0');
lcd.print(first);
break;
case '#':
detik = first;
lcd.setCursor(12,3);
lcd.print(detik);
first = 0;
break;
case '*':
nilai = 0;
total = 0;
first = 0;
lcd.setCursor(12,3);
lcd.print(" ");
```

```

    lcd.cursor();

    lcd.blink();

    lcd.setCursor(12,3);

    break;

}

if(key=='#')
{
    first = (total != 0 ? total : first);
    detik = detik;
    lcd.setCursor(12,3);
    lcd.print(detik);
    lcd.noCursor();
    lcd.noBlink();
    first = 0, // reset values back to zero for next use
    delay(100);
    break;
}

}

}

void set_kecepatan()
{
    char key = keypad.getKey();

    lcd.setCursor(13, 2);

    lcd.print("  ");

    lcd.cursor();

```



```
lcd.blink();

lcd.setCursor(13, 2);

while(key!='#')

{

char key = keypad.getKey();

switch(key)

{

case '0' ... '9': // This keeps collecting the first value until a operator is pressed "#"

lcd.cursor();

lcd.blink();

lcd.setCursor(13, 2);

first = first * 10 + (key - '0');

lcd.print(first);

break;

case '#':

nilai_vel= first;

lcd.setCursor(13, 2);

lcd.print(nilai_vel);

first = 0;

break;

case '*':

nilai = 0;

total = 0;

first = 0;

lcd.setCursor(13, 2);
```

```

    lcd.print(" ");
    lcd.cursor();
    lcd.blink();
    lcd.setCursor(13, 2);
    break;
}
if(key=='#')
{
    first = (total != 0 ? total : first);
    nilai_vel = nilai_vel;
    if((nilai_vel>=20)&&(nilai_vel<=25)){mode=1;debit=1;scan=43.5;}
    if((nilai_vel>=26)&&(nilai_vel<=35)){mode=2;debit=1;scan=33.5;}
    if((nilai_vel>=36)&&(nilai_vel<=50)){mode=3;debit=1;scan=33.5;}
    if((nilai_vel>=51)&&(nilai_vel<=60)){mode=4;debit=1;scan=10;}
    vel_1 = nilai_vel;
    lcd.setCursor(13, 2);
    lcd.print(vel_1);
    lcd.noCursor();
    lcd.noBlink();
    first = 0;// reset values back to zero for next use
    delay(500);lcd.noCursor();lcd.noBlink();
    break;
}
}
}

```

```

void baca_berat_saja()
{
    static boolean newDataReady = 0;

    const int serialPrintInterval = 0; //increase value to slow down serial print activity

    // check for new data/start next conversion:
    if (LoadCell.update()) newDataReady = true;

    // get smoothed value from the dataset:
    if (newDataReady) {
        if (millis() > t + serialPrintInterval) {
            float i = LoadCell.getData();
            i = i*1000;
            gram = i;
            Serial.print("Load_cell output val: ");
            Serial.println(i);
            lcd.setCursor(6,0);
            lcd.print("  ");
            lcd.setCursor(6,0);
            lcd.print(gram);
            newDataReady = 0;
            t = millis();
        }
    }

    // receive command from serial terminal, send 't' to initiate tare operation:
    if (Serial.available() > 0) {

```

```

char inByte = Serial.read();

if (inByte == 't') LoadCell.tareNoDelay();

}

// check if last tare operation is complete:
if (LoadCell.getTareStatus() == true) {
    Serial.println("Tare complete");
}
}

void baca_berat()
{
    static boolean newDataReady = 0;

    const int serialPrintInterval = 0; //increase value to slow down serial print activity

    // check for new data/start next conversion:
    if (LoadCell.update()) newDataReady = true;

    // get smoothed value from the dataset:
    if (newDataReady) {
        if (millis() > t + serialPrintInterval) {
            float i = LoadCell.getData();
            i = i*1000;
            gram = i;
            Serial.print("Load_cell output val: ");
            Serial.println(i);
            lcd.setCursor(6,0);
            lcd.print("    ");
            lcd.setCursor(6,0);

```

```

    lcd.print(gram);

    newDataReady = 0;

    t = millis();
}

}

// receive command from serial terminal, send 't' to initiate tare operation:
if (Serial.available() > 0) {
    char inByte = Serial.read();
    if (inByte == 't') LoadCell.tareNoDelay();
}

// check if last tare operation is complete:
if (LoadCell.getTareStatus() == true) {
    Serial.println("Tare complete");
}
}

void baca_berat_free()
{
    static boolean newDataReady = 0;

    const int serialPrintInterval = 0; //increase value to slow down serial print activity

    // check for new data/start next conversion:
    if (LoadCell.update()) newDataReady = true;

    // get smoothed value from the dataset:
    if (newDataReady) {
        if (millis() > t + serialPrintInterval) {
            float i = LoadCell.getData();

```

```

i = i*1000;

gram = i;

Serial.print("Load_cell output val: ");

Serial.println(i);

lcd.setCursor(14,0);

lcd.print("  ");

lcd.setCursor(14,0);

lcd.print(gram);

newDataReady = 0;

t = millis();

}

}

// receive command from serial terminal, send 't' to initiate tare operation:

if (Serial.available() > 0) {

    char inByte = Serial.read();

    if (inByte == 't') LoadCell.tareNoDelay();

}

// check if last tare operation is complete:

if (LoadCell.getTareStatus() == true) {

    Serial.println("Tare complete");

}

}

void rumus_hitung()

{

    nilai_persen = (gram_awal-gram_akhir);

```



```

nilai_persen = (nilai_persen/gram_awal);
nilai_persen = (nilai_persen*100);
persen = nilai_persen;
lcd.setCursor(6,1);
lcd.print(persen);
}
void kategori()
{
  if((persen>=0)&&(persen<=0.8)){ lcd.setCursor(13,1);lcd.print("Layak");nada();}
  if(persen>=0.8){lcd.setCursor(13,1);lcd.print("T.Layak");nada();}
  if(persen<0){ lcd.setCursor(13,1);lcd.print("Layak");nada();}
}
void setup(){
  Serial.begin(9600);

  lcd.init();          // initialize the lcd
  // Print a message to the LCD.
  lcd.backlight();
  pinMode(arah,OUTPUT);
  pinMode(pulsa,OUTPUT);
  digitalWrite(arah, LOW);//arah motor
  digitalWrite(pulsa, LOW);//pulsa
  pinMode(buzz,OUTPUT);
  pinMode(sensor,INPUT);

  Serial.begin(57600); delay(10);
  Serial.println();

```

```

Serial.println("Starting...");

LoadCell.begin();

//LoadCell.setReverseOutput(); //uncomment to turn a negative output value to
positive

float calibrationValue; // calibration value (see example file "Calibration.ino")

calibrationValue = 2123800.00; // uncomment this if you want to set the calibration
value in the sketch

#ifdef ESP8266 || defined(ESP32)

//EEPROM.begin(512); // uncomment this if you use ESP8266/ESP32 and want to
fetch the calibration value from eeprom

#endif

//EEPROM.get(calVal_eeepromAdress, calibrationValue); // uncomment this if you
want to fetch the calibration value from eeprom

unsigned long stabilizingtime = 2000; // preciscion right after power-up can be
improved by adding a few seconds of stabilizing time

boolean _tare = true; //set this to false if you don't want tare to be performed in the
next step

LoadCell.start(stabilizingtime, _tare);

if (LoadCell.getTareTimeoutFlag()) {

    Serial.println("Timeout, check MCU>HX711 wiring and pin designations");

    while (1);

}

else {

    LoadCell.setCalFactor(calibrationValue); // set calibration value (float)

    Serial.println("Startup is complete");

}

```

```

jam=1;menit=1;detik=1;//hold waktu

run_nada=1;

nada();

run_nada=0;

tampil_judul();

idel();

delay(100);

Timer1.initialize(1000000);// timer aktif to run every 1 s

Timer1.attachInterrupt(blinkLED);

}

void loop(){

  char key = keypad.getKey();

  if ((key=='0')&&(maju_manual==1))//motor_of

  {

    digitalWrite(pulsa,LOW);//off

    digitalWrite(arah,LOW);//arah

    maju_manual=0;

    nada();

  }else

  if ((key=='0')&&(mundur_manual==1))//motor_of

  {

    digitalWrite(pulsa,LOW);//off

    digitalWrite(arah,LOW);//arah

    mundur_manual=0;

    nada();

```

```

}else

    if ((jam==0)&&(menit==0)&&(detik==0))//stop sistem
    {
        digitalWrite(pulsa,LOW);//off
        digitalWrite(arah,LOW);//arah
        terapi_on=0;
        terapi_kon=0;
        counter=0;
        //idel();
        nada();
        delay(200);
        jam=1;menit=1;detik=1;//hold waktu
        unsigned long blinkCopy; // holds a copy of the blinkCount
        noInterrupts();
        blinkCopy = blinkCount;
        interrupts();
        lcd.setCursor(0,3);
        lcd.print("Time= 00:00:00   ");
    }else
        if (key=='*')//stop sistem mati
        {
            digitalWrite(pulsa,LOW);//pulsa
            digitalWrite(arah,LOW);//arah
            status_baca_berat_saja=0;

```

```

terapi_on=0;

terapi_kon=0;

scan=0;maju_manual=0;mundur_manual=0;counter=0;

run_nada=1;nada();delay(100);

jam=1;menit=1;detik=1;//hold waktu

unsigned long blinkCopy; // holds a copy of the blinkCount
noInterrupts();
blinkCopy = blinkCount;
interrupts();
idel();
}else
if (mundur_manual==1)
{
    motor_on();
}else
if (maju_manual==1)
{
    motor_on();
}else
if(status_baca_berat_saja==1)
{
    baca_berat_saja();
}else
if (terapi_on==1)
{

```

```

motor_on();

lcd.setCursor(12,3);lcd.print(" ");

lcd.setCursor(12,3);lcd.print(detik);

lcd.setCursor(9,3);lcd.print(" ");

lcd.setCursor(9,3);lcd.print(menit);

lcd.setCursor(6,3);lcd.print(jam);

lcd.setCursor(17,2);lcd.print(" ");

lcd.setCursor(17,2);lcd.print(counter);

if((count==5)&&(mode==1)){rpm=counter/1.75;lcd.setCursor(4,2);lcd.print("
");lcd.setCursor(4,2);lcd.print(rpm);count=0;counter=0;}

if((count==5)&&(mode==2)){rpm=counter/1.5;lcd.setCursor(4,2);lcd.print("
");lcd.setCursor(4,2);lcd.print(rpm);count=0;counter=0;}

if((count==5)&&(mode==3)){rpm=counter/1.05;lcd.setCursor(4,2);lcd.print("
");lcd.setCursor(4,2);lcd.print(rpm);count=0;counter=0;}

if((count==5)&&(mode==4)){rpm=counter/0.75;lcd.setCursor(4,2);lcd.print("
");lcd.setCursor(4,2);lcd.print(rpm);count=0;counter=0;}

} else

if ((key=='2')&&(maju_manual==0))//kanan motor manual
{
digitalWrite(arah,LOW);//arah kanan

scan=30;

maju_manual=1;

mundur_manual=0;

nada();

} else

if ((key=='1')&&(mundur_manual==0))//kiri motor manual

```



```
{  
digitalWrite(arah,HIGH);//arah kiri  
scan=30;  
mundur_manual=1;  
maju_manual=0;  
nada();  
}else  
if (key=='A')//set waktu dan kecepatan (debit)  
{  
nada();delay(100);  
set_jam();  
set_menit();  
set_detik();  
set_kecepatan();  
}else  
if (key=='B')//baca berat awal  
{  
nada();delay(100);  
//baca berat....  
count=50;  
baca_berat();  
while(count>0)  
{  
delay(200);  
baca_berat();
```

```

    count=count-1;
    if (count==0){break;}
}

gram_awal=gram;
run_nada=1;
nada();
run_nada=0;
delay(1000);
}else
if (key=='C')//baca berat dan freability
{
nada();delay(100);
//baca berat....
count=50;
baca_berat_free();
while(count>0)
{
delay(200);
baca_berat_free();
count=count-1;
if (count==0){break;}
}

gram_akhir=gram;
run_nada=1;
nada();

```

```

    run_nada=0;
    delay(1000);
    rumus_hitung();
    delay(1000);
    kategori();
    delay(1000);
} else
    if (key=='D')//baca berat saja
    {
        nada();
        delay(100);
        status_baca_berat_saja=1;
    } else
    if (key=='#')//baca interrupt timer 1 start
    {
        nada();
        terapi_on=1;digitalWrite(arah,HIGH);motor_on();
    } else
        delay(10);
}

void blinkLED(void)
{
    time_waktu++;time_scan--;time_no_scan++;
    if ((ledState == LOW)&&(terapi_on==1))
    {

```

```
//ledState = HIGH;blinkCount = blinkCount + 1;
time_waktu=0;
count=count+1;

{
    if(detik!=0){detik--;}
    else if (detik==0)
    {
        if(menit!=0){menit--;detik=59;}
        else if (menit==0)
        {
            if(jam!=0){jam--;menit=59;detik=59;}
        }
    }
}
}else
//if ((ledState == LOW)&&(terapi_on==1))
//{
    //ledState = HIGH;blinkCount = blinkCount + 1;
//}else
{ledState = LOW; }

//digitalWrite(pulsa, ledState);
}
```