

KARYA TULIS ILMIAH
MODIFIKASI ALAT REHABILITASI KAKI BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 328

KARYA TULIS ILMIAH INI DISUSUN SEBAGAI
SALAH SATU SYARAT DALAM MEMENUHI PROGRAM
PENDIDIKAN DIPLOMA III TEKNIK ELEKTROMEDIK



Oleh :
IQBAL MUSTOFA
15.04.031

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK ELEKTROMEDIK
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN WIDYA HUSADA
SEMARANG

2018



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : MODIFIKASI ALAT REHABILITASI KAKI BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 328

NAMA : IQBAL MUSTOFA

NIM : 15.04.031

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

Semarang, Juli 2018

Iqbal Mustofa



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : MODIFIKASI ALAT REHABILITASI KAKI BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 328

NAMA : IQBAL MUSTOFA

NIM : 15.04.031

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

Menyetujui,

Pembimbing

Anggiat Winner P Os, SST



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : MODIFIKASI ALAT REHABILITASI KAKI BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 328

NAMA : IQBAL MUSTOFA

NIM : 15.04.031

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari tanggal bulan Juli tahun 2018.

Dewan Penguji :

Anggota I

Anggota II

Mulyono, M.Kom

Anggiat Winner P Os, SST

NIDN 0609088103

Ka Prodi TEM

Ketua Penguji

Basuki Rahmat, MT

Agus Supriyanto, S.T

NIDN 0622057504

ABSTRAK

Stroke merupakan penyebab kecacatan nomor satu bagi orang yang selamat dari serangan stroke. Pemulihan kekuatan otot masih menjadi masalah utama yang dihadapi oleh pasien stroke yang mengalami hemiparesis.

Penanganan fisioterapi pada pasien stroke adalah kebutuhan yang mutlak bagi pasien untuk dapat meningkatkan kekuatan gerak dan fungsinya. Berbagai metode telah dikembangkan untuk penanganan pada pasien pasca stroke salah satunya dengan menggunakan alat rehabilitasi kaki. Alat rehabilitasi kaki ini dikontrol oleh mikrokontroller arduino. Alat rehabilitasi kaki dapat membantu seorang fisioterapi. Alat ini meningkatkan pelayanan seorang terapis karena hanya dengan menekan tombol tanpa harus menggunakan sistem terapi secara manual, dan supaya optimal dalam melakukan penerapian pasien. Rata-rata presentasi kesalahan pada sudut adalah 1,39% . Rata-rata presentasi kesalahan pada timer adalah 1,6% .

kata kunci : mikrokontroler, stroke, rehabilitasi kaki

ABSTRACT

Stroke is the number one cause of disability for people who have survived a stroke. Recovery of muscle strength is still a major problem associated with hemiparesis. Physiotherapy treatment in stroke patients is a requirement that allows it to increase its motion and function. Various methods have been developed to deal with post-stroke patients using foot healing devices. The tool for lowering the foot is done by the Arduino microcontroller. This tool is able to help physiotherapy. This tool enhances the service of an expert because it only uses without using a manual maintenance system, and requires optimal ignition of patients. The average layout at an angle is 1.39%. The average presentation error on the timer is 1.6%.

keywords: microcontroller, stroke, foot healing

KATA PENGANTAR

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

Karya tulis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan ujian akhir pada program Diploma III Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang. Karya tulis ini penulis beri judul Modifikasi Rehabilitasi Kaki Berbasis Mikrokontroler ATmega 328.

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

1. Allah SWT atas limpahan karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ibu DR. Hargianti Dini Iswandari, dr.g, MM selaku Ketua STIKES Widya Husada Semarang.
3. Bapak Basuki Rahmat, MT selaku KA Prodi DIII Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.
4. Bapak Anggiat selaku pembimbing, terima kasih atas segala bimbingan, arahan dan koreksiya selama proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak, Ibu, kakak dan adik yang selalu memberikan do'a dan nasehat kepada penulis baik materi maupun support dan Ayah yang selalu memberi nasehat disetiap mimpi penulis, sehingga dapat menyelesaikan

kuliah diprogram DIII Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.

6. Segenap Dosen Prodi TEM STIKES Widya Husada atas ilmu yang telah diberikan.
7. Rekan-rekan TEM angkatan 2015 khususnya untuk Monica, Rifki, Sukirmansyah, Pak Eko, Bayu, dan Cucu yang telah membantu dan berjuang bersama selama tiga tahun, dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang membantu proses pengerjaan Karya Tulis Ilmiah ini.

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

Semarang, 04 Mei 2018

Penulis

Iqbal Mustofa

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
BAB II	3
TEORI DASAR	3
2.1 Stroke ^[10]	3
2.1.1 Penyebab Stroke	3
2.1.2 Gejala Stroke	3
2.1.3 Rehabilitasi Stroke	4
2.1.4 Pengobatan Stroke	5
2.2 Gambaran Umum Alat Rehabilitasi Kaki.....	6
2.3 Trafo ^[3]	6
2.3.1 Prinsip kerja Transformator	7
2.3.2 Jenis Transformator	8
2.4 Dioda ^[3]	9
2.4.1 Pengertian.....	9

2.4.2	<i>Prinsip Kerja Dioda</i>	9
2.4.3	<i>Karakteristik Dioda</i> ^[4]	10
2.5	<i>Resistor</i> ^[3]	13
2.5.1	<i>Pengertian Resistor</i>	13
2.5.2	<i>Simbol Resistor</i>	14
2.5.3	<i>Nilai Toleransi Resistor</i>	15
2.5.4	<i>Kode Warna Resistor</i> ^[sendiri]	15
2.5.5	<i>Kode Huruf Resistor</i>	17
2.6	<i>Kapasitor</i> ^[9]	18
2.6.1	<i>Pengertian Kapasitor</i>	18
2.6.2	<i>Kapasitansi</i>	18
2.6.3	<i>Struktur Kapasitor</i>	19
2.6.4	<i>Fungsi Kapasitor</i>	20
2.7	<i>Transistor</i> ^[5]	21
2.7.1	<i>Pengertian Transistor</i>	21
2.7.2	<i>Fungsi Transistor</i>	22
2.7.3	<i>Jenis-Jenis Transistor</i>	22
2.7.4	<i>Transistor sebagai penguat arus</i>	24
2.8	<i>Regulator Tegangan</i> ^[3]	28
2.8.1	<i>Pengertian Regulator Tegangan</i>	28
2.8.2	<i>Jenis-Jenis IC Regulator Tegangan</i>	29
2.9	<i>Buzzer</i> ^[2]	30
	<i>Pengertian</i>	30
2.10	<i>Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2</i> ^[7]	30
2.10.1	<i>Pengertian</i>	30
2.10.2	<i>Cara kerja LCD secara umum</i>	31
2.10.3	<i>Fitur LCD 16 x 2</i>	31
2.11	<i>Motor DC</i> ^[5]	32
2.11.1	<i>Pengertian Motor DC</i>	32
2.11.2	<i>Bagian-Bagian Motor DC</i>	33

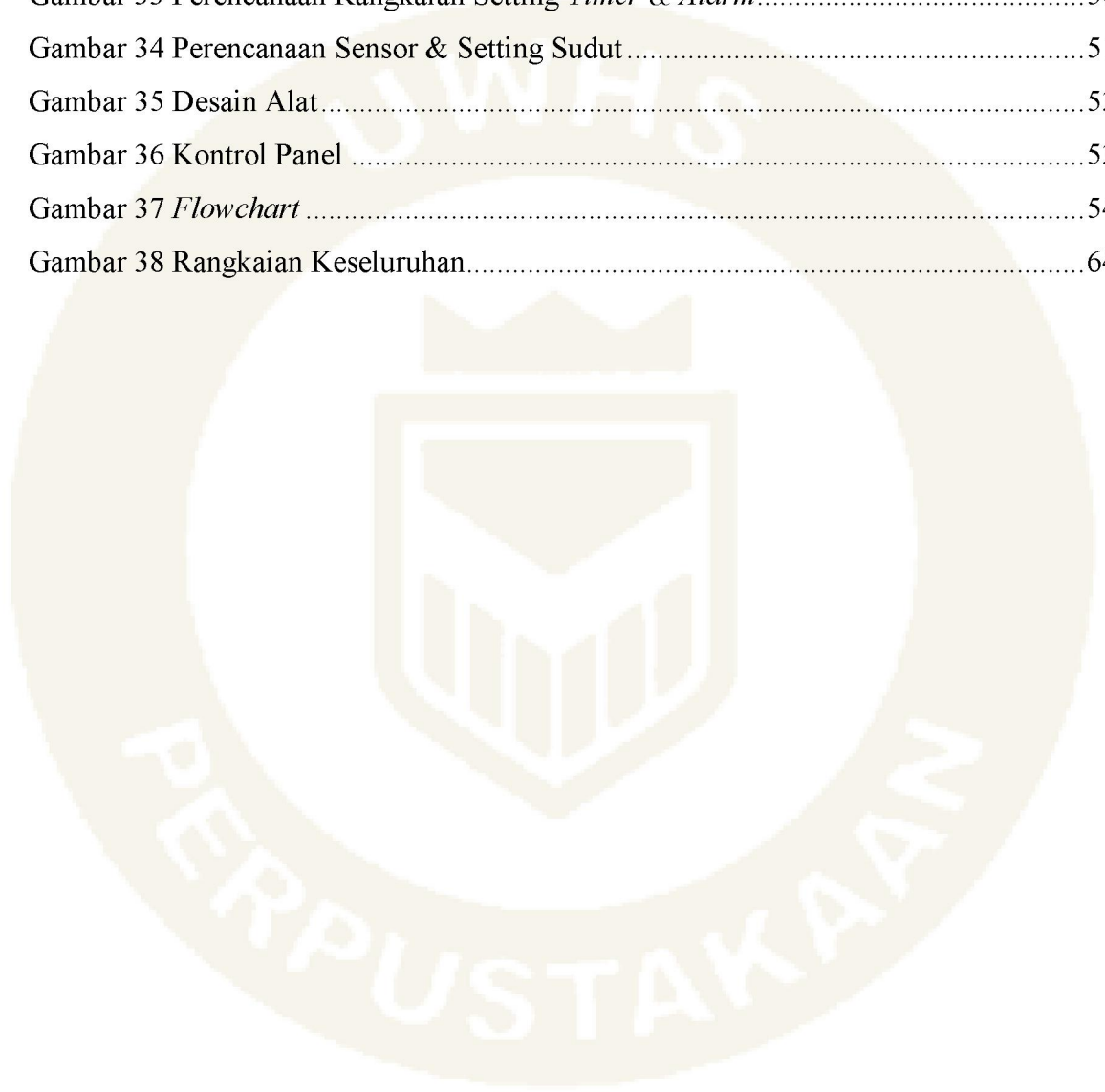
2.11.3	<i>Prinsip Kerja Motor DC</i>	34
2.12	<i>Push Button</i> ^[1]	37
2.13	Mikrokontroler ATmega 328 ^[8]	38
	<i>Pengertian</i>	38
2.14	Relay ^[5]	41
2.14.1	<i>Prinsip kerja relay</i>	42
2.14.2	<i>Fungsi-fungsi dan aplikasi relay</i>	43
BAB III	44
PERENCANAAN	44
3.1	Tahapan Perencanaan	44
3.2	Spesifikasi Alat	44
3.3	Perencanaan Blok Diagram	45
3.4	Penjelasan Blok Diagram	45
3.5	Perencanaan <i>Wiring Diagram</i> dan Komponen	46
3.5.1	<i>Perencanaan Rangkaian Driver Motor</i>	46
3.5.2	<i>Perencanaan Rangkaian Power Supply</i>	47
3.5.3	<i>Perencanaan Rangkaian LCD 2X16</i>	49
3.5.4	<i>Perencanaan Rangkaian Setting Timer & Alarm</i>	50
3.5.5	<i>Perencanaan Rangkaian Sensor & Setting sudut</i>	51
3.6	Perencanaan Pemakaian	52
3.7	Perencanaan Desain Alat	53
3.8	Perencanaan <i>Flowchart</i>	54
3.9	Persiapan Alat dan Bahan	55
3.10	Pembuatan Modul	55
3.11	Pembuatan rangka besi (body)	55
3.12	Pembuatan bok panel	56
BAB IV PENGUKURAN DAN PENDATAAN	57
4.1	Pengertian	57
4.2	Persiapan pengukuran	57
4.3	Metode pengukuran	57

4.4 Hasil Pengukuran	59
BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA	64
5.1 Rangkaian Keseluruhan Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan	64
5.2 Analisis data hasil pengukuran	65
5.3.1 Analisis TP 1	66
5.3.2 Analisis TP 2	66
5.3.3 Analisis TP 3	67
5.3.4 Analisis TP 4	67
5.3.5 Analisis TP 5	67
5.3.6 Analisa TP 6	68
BAB VI PENUTUP	70
6.1 Kesimpulan	70
6.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71

DAFTAR GAMBAR

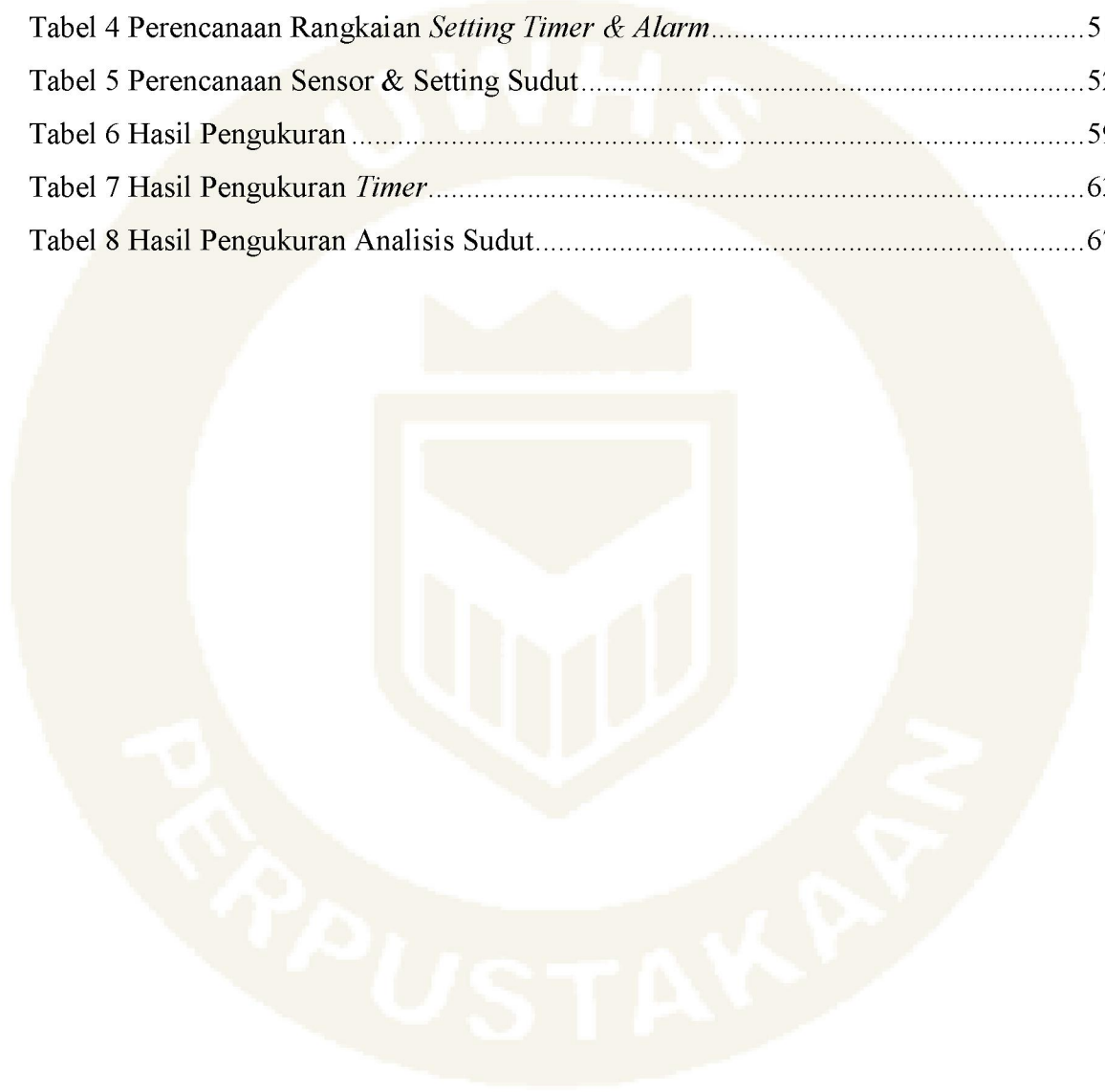
Gambar 1 Transformator.....	7
Gambar 2 <i>Fluks</i> Transformator.....	8
Gambar 3 Lilitan Transformator <i>Step Down</i>	8
Gambar 4 Dioda Diberi Bias Mundur.....	10
Gambar 5 Dioda Diberi Bias Maju.....	10
Gambar 6 Kurva Karakteristik Dioda.....	10
Gambar 7 Hambatan Disusun Seri.....	14
Gambar 8 Hambatan Paralel.....	14
Gambar 9 Simbol Resistor.....	14
Gambar 10 Kode Warna.....	16
Gambar 11 Kode Huruf Resistor.....	17
Gambar 12 Lambang Kapasitor.....	18
Gambar 13 Stuktur Kapasitor.....	20
Gambar 14 Transistor.....	21
Gambar 15 Simbol Transistor Bipolar.....	24
Gambar 16 Penguat <i>Common Base</i>	25
Gambar 17 Penguat <i>Common Emitter</i>	27
Gambar 18 Penguat Common Collector.....	28
Gambar 19 IC Regulator 7824 & 7809.....	29
Gambar 20 Bentuk Fisik <i>Buzzer</i>	30
Gambar 21 Skematik LCD 16 x 2.....	31
Gambar 22 Bagian-Bagian DC.....	33
Gambar 23 Motor DC.....	35
Gambar 24 Perubahan Energi Motor DC.....	35
Gambar 25 <i>Push Button</i>	38
Gambar 26 Pin ATmega 328.....	40
Gambar 27 Simbol Bentuk Relay.....	41
Gambar 28 Struktur Relay.....	42

Gambar 29 Blok Diagram Rehabilitasi Kaki	45
Gambar 30 <i>Wirring Diagram Driver Motor & Motor</i>	47
Gambar 31 Perencanaan Rangkaian <i>Power Suply</i>	48
Gambar 32 Perencanaan Rangkaian LCD	49
Gambar 33 Perencanaan Rangkaian Setting <i>Timer & Alarm</i>	50
Gambar 34 Perencanaan Sensor & Setting Sudut	51
Gambar 35 Desain Alat	53
Gambar 36 Kontrol Panel	53
Gambar 37 <i>Flowchart</i>	54
Gambar 38 Rangkaian Keseluruhan	64



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar Komponen Rangkaian <i>Driver Motor</i>	47
Tabel 2 Daftar Komponen Rangkaian <i>Power Supply</i>	49
Tabel 3 Perencanaan Rangkaian LCD	50
Tabel 4 Perencanaan Rangkaian <i>Setting Timer & Alarm</i>	51
Tabel 5 Perencanaan Sensor & Setting Sudut.....	52
Tabel 6 Hasil Pengukuran	59
Tabel 7 Hasil Pengukuran <i>Timer</i>	63
Tabel 8 Hasil Pengukuran Analisis Sudut.....	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke merupakan penyebab kecacatan nomor satu bagi orang yang selamat dari serangan stroke. WSO (*World Stroke Organisation, 2009*) menyatakan bahwa *stroke* adalah penyebab utama kualitas hidup yang buruk. *Stroke* adalah salah satu penyakit kardiovaskuler yang mempengaruhi arteri penting yang menuju ke otak, terjadi ketika pembuluh darah yang mengangkut oksigen dan nutrisi menuju ke otak terblokir oleh bekuan maupun pecahan sehingga otak tidak mendapat darah yang dibutuhkan, sehingga sel-sel otak mengalami kematian. Akibat lanjut dari kematian jaringan otak ini dapat menyebabkan hilangnya fungsi kendali sebuah jaringan.

Pemulihan kekuatan otot masih menjadi masalah utama yang dihadapi oleh pasien stroke yang mengalami hemiparesis. Pemulihan fungsi ekstremitas atas lebih lambat dibandingkan dengan ekstremitas bawah sedangkan fungsi paling utama lengan dan tangan adalah untuk berinteraksi dengan lingkungan (Krakauer, 2005). Penanganan fisioterapi pada pasien *stroke* adalah kebutuhan yang mutlak bagi pasien untuk dapat meningkatkan kekuatan gerak dan fungsinya. Berbagai metode telah dikembangkan untuk penanganan pada pasien *pasca stroke* salah satunya dengan menggunakan alat rehabilitasi kaki.

Alat rehabilitasi kaki dapat membantu seorang fisioterapi. Alat ini meningkatkan pelayanan seorang terapis karena hanya dengan menekan tombol tanpa harus menggunakan sistem terapi secara manual, dan supaya optimal dalam

melakukan penerapian pasien. Pada kenyataannya pasien stroke terus bertambah dan seorang fisioterapis akan kewalahan jika mengandalkan kemampuan manual terapi kaki, maka di modifikasi lah alat rehabilitasi kaki ini.

Dari latar belakang diatas penulis akan membuat alat fisioterapis untuk menerapi penderita stroke dengan menggunakan alat tersebut dapat meningkatkan pelayanan bagi terapis karna penggunaannya yang sudah dibuat secara otomatis dengan dilengkapi *timer dan seting* sudut.

1.2 Tujuan

Tujuan penyusunan karya tulis ini antara lain :

- a. Mempelajari tentang penggunaan alat Modifikasi Rehabilitasi Kaki Berbasis Mikrokontroler ATmega 328.
- b. Membuat Modifikasi Alat Rehabilitasi Kaki Berbasis Mikrokontroler Atmega 328 yang digunakan hanya untuk terapi pada bagian pergelangan kaki yang dilengkapi setting timer.
- c. Menganalisa dan menguji fungsi kerja Modifikasi Alat Rehabilitasi Kaki Berbasis Mikrokontroler Atmega 328.

1.3 Batasan Masalah

- a. Kontrol manual menggunakan analog
- b. Terapi dibagi menjadi 2 arah, yaitu : kiri dan kanan
- c. Motor menggunakan motor DC

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Stroke^[10]

Stroke adalah gangguan fungsi otak yang terjadi secara akut dengan tanda klinis fokal maupun global yang terjadi lebih dari 24 jam atau menyebabkan kematian yang disebabkan oleh karena gangguan peredaran darah otak (kriteria *WHO*). *Stroke* merupakan istilah yang tidak asing bagi masyarakat. Sekitar 2 dari 10 orang yang mengidap penyakit *stroke* akut meninggal dunia dalam satu bulan pertama. Upaya yang dapat dilakukan untuk menangani stroke adalah membawanya segera ke dokter.

2.1.1 Penyebab Stroke

Penyakit *stroke* adalah penyakit yang terjadi ketika aliran darah di otak berhenti seketika. Dalam hitungan menit, sel otak mulai mati. Terdapat 2 jenis dari penyakit ini. Jenis dari penyakit stroke adalah :

- a. *Stroke iskemik*, merupakan yang paling sering terjadi. Penyebab *stroke iskemik* adalah adanya jendalan darah yang menyumbat pembuluh darah.
- b. *Stroke hemoragik*. Penyebab *stroke hemoragik* disebabkan karena pecahnya pembuluh darah sehingga darah mengalir keluar.

2.1.2 Gejala Stroke

- a. Mati rasa tiba-tiba atau kelemahan wajah, lengan atau kaki (terutama pada satu sisi tubuh) adalah gejala *stroke* yang pertama.

- b. Kehilangan kesadaran tiba-tiba, kesulitan berbicara atau memahami pembicaraan juga merupakan gejala *stroke*.
- c. Masalah tiba-tiba melihat pada satu atau kedua mata adalah gejala *stroke* selanjutnya.
- d. Tiba-tiba kesulitan berjalan, pusing, kehilangan keseimbangan atau koordinasi juga perlu diwaspadai sebagai gejala *stroke*.
- e. Sakit kepala parah tiba-tiba tanpa diketahui penyebab juga bisa menjadi gejala *stroke*.

2.1.3 Rehabilitasi Stroke

Penyakit *stroke* adalah penyakit yang dapat mempengaruhi seseorang baik secara fisik maupun emosional. Setelah terjangkit penyakit *stroke*, pemulihan ini akan sering melibatkan terapi dan dukungan spesifik, seperti:

- a. Terapi bicara: Ini membantu dalam masalah memproduksi atau memahami pembicaraan. Berlatih, relaksasi, dan mengubah gaya komunikasi semuanya bisa membantu
- b. Terapi fisik: Ini dapat membantu seseorang mempelajari kembali gerakan dan koordinasi. Penting untuk tetap aktif, meskipun sulit pada awalnya
- c. Terapi okupasi: Ini digunakan untuk membantu seseorang meningkatkan kemampuan mereka untuk melakukan aktivitas rutin sehari-hari, seperti mandi, memasak, berpakaian, makan, membaca, dan menulis.

Rehabilitasi stroke adalah bagian perawatan yang penting dan berkelanjutan. Dengan bantuan yang tepat dan dukungan dari orang-orang yang dicintai, rehabilitasi stroke adalah cara untuk meningkatkan kualitas hidup pasien, tergantung pada tingkat keparahan stroke yang di deritanya.

Terapi fisik yang menggunakan alat bantu seperti *CPM*, *CPM-Bike* yang bisa membantu pasien dengan beroperasi sesuai dengan *settingan* yang diberikan oleh pasien.

2.1.4 Pengobatan Stroke

Pengobatan *stroke* harus diberikan sebelum terlambat. Hal awal yang biasa dilakukan di UGD untuk mengawali pengobatan *stroke* adalah membaringkan pasien dan memfleksikan kepala (menekuk leher ke arah depan) 30 derajat, lalu dilakukan *CT-Scan* sebagai pemeriksaan standar baku emas untuk menentukan apakah ini *stroke iskemik* atau *stroke hemoragik*, karena obat yang diberikan untuk pengobatan *stroke* yang berbeda ini tidaklah sama.

Prinsip pengobatan *stroke iskemik* adalah melarutkan bekuan darah atau sedangkan *stroke hemoragik* adalah untuk menghentikan pendarahan. Rehabilitasi *pasca-stroke* yang mengiringi pengobatan *stroke* membantu individu mengatasi cacat yang dihasilkan dari kerusakan penyakit ini.

Ketika *stroke* menyerang, maka tubuh akan jatuh ke dalam risiko kematian. Sekalipun bertahan hidup, maka pasien akan mengalami kecacatan. Mengingat efek kecacatan dan kematian yang tinggi dari penyakit

ini, maka sebaiknya untuk menghindari faktor-faktor risikonya periksa tekanan darah secara rutin.

Faktor risikonya adalah tekanan darah tinggi. Maka dari itu, kurangi makanan yang mengandung lemak untuk menurunkan kolesterol. Tekanan darah tinggi merupakan salah satu faktor risikonya. Maka, jaga kesehatan jantung dengan olahraga yang cukup. Jika merokok, kurangi, bahkan sebisa mungkin hentikan.

2.2 Gambaran Umum Alat Rehabilitasi Kaki

Secara umum Alat Rehabilitasi Kaki adalah alat yang digunakan untuk terapi pasien *stroke*, komponen utama alat ini adalah motor DC, yang berfungsi sebagai penggerak. Sistem kerjanya yaitu ada 2 arah, kiri, dan kanan. Alat ini dilengkapi *display* untuk menampilkan *setting timer* pada saat pasien terapi berlangsung. Pada alat ini juga terdapat *driver motor*. Driver motor berfungsi sebagai pengatur gerak kiri dan kanan pada telapak kaki. Pada alat ini dilengkapi juga dengan mikrokontroler arduino sebagai pengontrol seluruh rangkaian yang ada pada mikrokontroler. Semua *settingan* sudah dapat disetting secara otomatis dengan menggunakan *setting waktu* yang digunakan.

2.3 Trafo^[3]

Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah suatu tegangan AC ke VAC. Maksud dari pengubahan suatu tegangan tersebut diantaranya seperti menurunkan tegangan AC dari 220 VAC ke 9 dan 23 VAC ataupun menaikkan tegangan dari 110 VAC ke 220 VAC. Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus (AC)

Trafo memegang peranan yang sangat penting dalam pendistribusian tenaga listrik. Trafo menaikkan listrik yang berasal dari pembangkit listrik AC hingga ratusan kilo volt untuk di distribusikan, dan kemudian trafo lainnya menurunkan tegangan listrik tersebut ke tegangan yang diperlukan oleh setiap rumah tangga maupun perkantoran yang pada umumnya menggunakan tegangan AC 220 Volt.



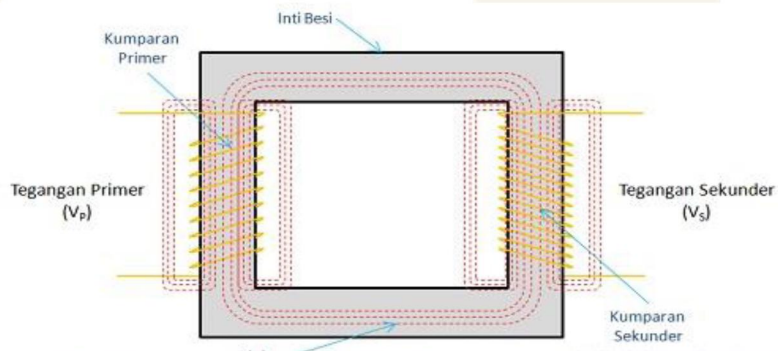
Gambar 1 Transformator

2.3.1 Prinsip kerja Transformator

Sebuah transformator yang sederhana pada dasarnya terdiri dari 2 lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pada kebanyakan *transformator*, kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan dengan inti besi (*Core*). Ketika kumparan primer dialiri arus AC maka akan menimbulkan medan magnet atau fluks magnetik disekitarnya. Kekuatan Medan Magnet (*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 transformator atau 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.



Gambar 2 *Fluks* Transformator

2.3.2 Jenis Transformator

Step- Down

Transformator *step-down* memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.



Gambar 3 Lilitan Transformator *Step Down*

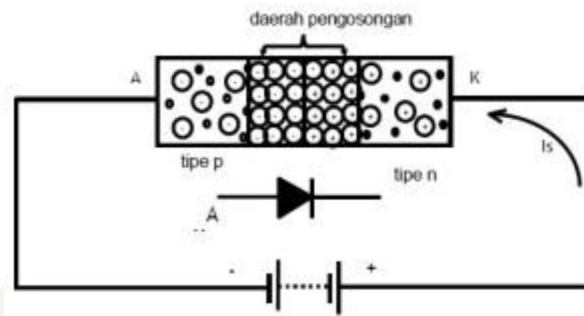
2.4 Dioda^[3]

2.4.1 Pengertian

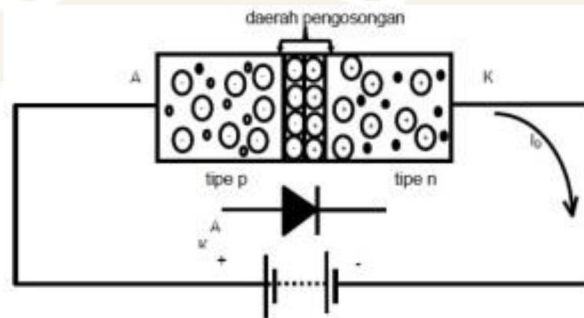
Dioda adalah komponen aktif dua kutub yang pada umumnya bersifat semikonduktor, yang memperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah (kondisi panjar maju) dan menghambat arus dari arah sebaliknya (kondisi panjar mundur). Dioda dapat disamakan sebagai fungsi katup di dalam bidang elektronika. Dioda sebenarnya tidak menunjukkan karakteristik kesearahan yang sempurna, melainkan mempunyai karakteristik hubungan arus dan tegangan kompleks yang tidak linier dan seringkali tergantung pada teknologi atau material yang digunakan serta parameter penggunaan. Beberapa jenis dioda juga mempunyai fungsi yang tidak ditujukan untuk penggunaan penyearahan.

2.4.2 Prinsip Kerja Dioda

Suatu dioda bisa diberi bias mundur (*reverse bias*) atau diberi bias maju (*forward bias*) untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan. Bias mundur adalah pemberian tegangan negatip baterai ke terminal anoda (A) dan tegangan positip ke terminal katoda (K) dari suatu dioda. Dengan kata lain, tegangan anoda katoda VA-K adalah negatip ($VA-K < 0$). Apabila tegangan positip baterai dihubungkan ke terminal Anoda (A) dan negatipnya ke terminal katoda (K), maka dioda disebut mendapatkan bias maju (*forward bias*).



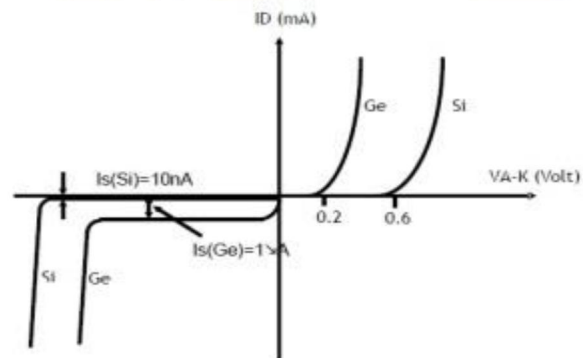
Gambar 4 Dioda Diberi Bias Mundur



Gambar 5 Dioda Diberi Bias Maju

2.4.3 Karakteristik Dioda^[4]

Hubungan antara besarnya arus yang mengalir melalui dioda dengan tegangan VA-K dapat dilihat pada kurva karakteristik dioda.



Gambar 6 Kurva Karakteristik Dioda

Gambar tersebut menunjukkan dua macam kurva, yakni dioda germanium (Ge) dan dioda silikon (Si). Pada saat dioda diberi bias maju,

yakni bila VA-K positif, maka arus ID akan naik dengan cepat setelah VA-K mencapai tegangan *cut-in* (V_g). Tegangan *cut-in* ini kira-kira sebesar 0.2 Volt untuk dioda germanium dan 0.6 Volt untuk dioda silikon. Dengan pemberian tegangan baterai sebesar ini, maka potensial penghalang (*barrier potential*) pada persambungan akan teratasi, sehingga arus dioda mulai mengalir dengan cepat.

Bagian kiri bawah dari grafik karakteristik dioda diatas merupakan kurva karakteristik dioda saat mendapatkan bias mundur. Disini juga terdapat dua kurva, yaitu untuk dioda germanium dan silikon. Besarnya arus jenuh mundur (*reverse saturation current*) I_s untuk dioda germanium adalah dalam orde mikro amper dalam contoh ini adalah 1 mA. Sedangkan untuk dioda silikon I_s adalah dalam orde nano amper dalam hal ini adalah 10 nA.

Apabila tegangan VA-K yang berpolaritas negatif tersebut dinaikkan terus, maka suatu saat akan mencapai tegangan patah (*break-down*) dimana arus I_s akan naik dengan tiba-tiba. Pada saat mencapai tegangan break-down ini, pembawa minoritas dipercepat hingga mencapai kecepatan yang cukup tinggi untuk mengeluarkan elektron valensi dari atom. Kemudian elektron ini juga dipercepat untuk membebaskan yang lainnya sehingga arusnya semakin besar. Pada dioda biasa pencapaian tegangan *break-down* ini selalu dihindari karena dioda bisa rusak. Hubungan arus dioda (I_D) dengan tegangan dioda (V_D) dapat dinyatakan dalam persamaan matematis yang dikembangkan oleh W. Shockley, yaitu :

$$I_D = I_S \left[e^{\left(\frac{V_D}{n V_T}\right)} - 1 \right] \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

I_D = arus dioda (amper)

I_S = arus jenuh mundur (amper)

e = bilangan natural, 2.71828

V_D = beda tegangan pada dioda (volt)

n = konstanta, 1 untuk Ge; dan $\gg 2$ untuk Si

V_T = tegangan ekivalen temperatur (volt)

Harga I_S suatu dioda dipengaruhi oleh temperatur, tingkat *doping* dan geometri dioda. Dan konstantan tergantung pada sifat konstruksi dan parameter fisik dioda. Sedangkan harga V_T ditentukan dengan persamaan :

$$V_T = \frac{k.T}{q} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

k = konstanta *Boltzman*, $1,381 \times 10^{-23}$ J/K (J/K artinya joule per derajat kelvin)

T = temperatur mutlak (kelvin)

q = muatan sebuah elektron, $1,602 \times 10^{-19}$ C

Pada temperatur kamar 25°C , maka besarnya tegangan ekivalen (V_T) adalah sebesar

$$V_T = \frac{k.T}{q} = \frac{1,2806 \times 10^{-23} \times (273 + 25)}{1,6022 \times 10^{-19}} \approx 25,8\text{mV} \dots \dots \dots (2.3)$$

Untuk nilai pendekatan banyak buku data memberikan nilai referensi $V_T = 25\text{mV}$ atau $V_T = 26\text{mV}$

Sebagaimana telah disebutkan bahwa arus jenuh mundur, I_s , dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : *doping*, persambungan, dan temperatur. Namun karena dalam pemakaian suatu komponen dioda, faktor doping dan persambungan adalah tetap, maka yang perlu mendapat perhatian serius adalah pengaruh temperatur dioda.

2.5 Resistor^[3]

2.5.1 Pengertian Resistor

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

Resistor (R) yang disusun seri (urut bergandengan) dapat digambarkan sebagai berikut :

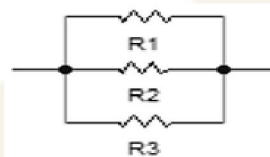


Gambar 7 Hambatan Disusun Seri

Besarnya hambatan pengganti (R_s) dapat di rumuskan dengan :

$$(R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \dots \dots \dots (2.4)$$

Hambatan (R) yang disusun paralel (sejajar) dapat digambarkan sebagai berikut:



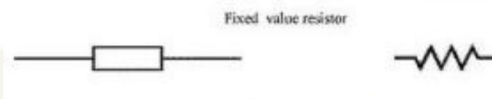
Gambar 8 Hambatan Paralel

Besarnya hambatan pengganti (R_p) dapat di rumuskan dengan :

$$\left(\frac{1}{R_s} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

2.5.2 Simbol Resistor

Berikut adalah simbol resistor dalam bentuk gambar yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika.



Gambar 9 Simbol Resistor

Resistor dalam suatu teori dan penulisan formula yang berhubungan dengan resistor disimbolkan dengan huruf “R”. Kemudian pada desain skema elektronika resistor tetap disimbolkan dengan huruf “R”, resistor variabel disimbolkan dengan huruf “VR” dan untuk resistor jenis potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf “VR” dan “POT”.

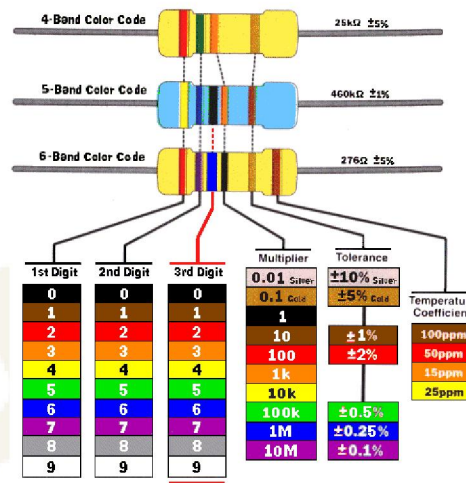
2.5.3 Nilai Toleransi Resistor

Toleransi resistor merupakan perubahan nilai resistansi dari nilai yang tercantum pada badan resistor yang masih diperbolehkan dan dinyatakan resistor dalam kondisi baik. Toleransi resistor merupakan salah satu perubahan karakteristik resistor yang terjadi akibat operasional resistor tersebut. Nilai toleransi resistor ini ada beberapa macam yaitu resistor dengan toleransi kerusakan 1% (resistor 1%), resistor dengan toleransi kesalahan 2% (resistor 2%), resistor dengan toleransi kesalahan 5% (resistor 5%) dan resistor dengan toleransi 10% (resistor 10%).

Nilai toleransi resistor ini selalu dicantumkan di kemasan resistor dengan kode warna maupun kode huruf. Sebagai contoh resistor dengan toleransi 5% maka dituliskan dengan kode warna pada cincin ke 4 warna emas atau dengan kode huruf J pada resistor dengan fisik kemasan besar. Resistor yang banyak dijual dipasaran pada umumnya resistor 5% dan resistor 1%.

2.5.4 Kode Warna Resistor

Cincin warna yang terdapat pada resistor terdiri dari 4 ring 5 dan 6 ring warna. Dari cincin warna yang terdapat dari suatu resistor tersebut memiliki arti dan nilai dimana nilai resistansi resistor dengan kode warna yaitu :



Gambar 10 Kode Warna

- a. Resistor dengan 4 cincin kode warna

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

- b. Resistor dengan 5 cincin kode warna

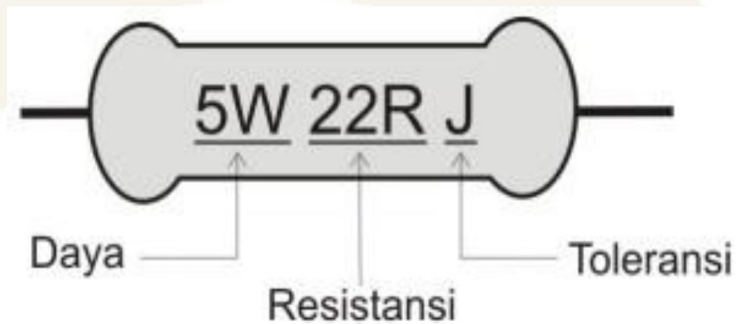
Maka cincin ke 1, ke 2 dan ke 3 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 4 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 5 menunjukkan nilai toleransi resistor.

- c. Resistor dengan 6 cincin warna

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

2.5.5 Kode Huruf Resistor

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



Gambar 11 Kode Huruf Resistor

a. Kode huruf untuk nilai resistansi :

1. R, berarti x1 (Ohm)
2. K, berarti x1000 (KOhm)
3. M, berarti x 1000000 (MOhm)

b. Kode huruf untuk nilai toleransi :

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

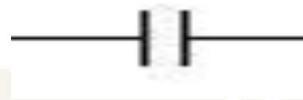
2.6 Kapasitor^[9]

2.6.1 Pengertian Kapasitor

Kapasitor yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf “C” adalah suatu komponen yang dapat menyimpan energi atau muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ke tidak seimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor memiliki satuan yang disebut *Farad*.

Kapasitor diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung. lambang kapasitor (mempunyai kutub) pada skema elektronika^[4].

Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitansinya lebih rendah, gtidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju. Lambang kapasitor (tidak mempunyai kutub) pada skema elektronika seperti berikut :



Gambar 12 Lambang Kapasitor

2.6.2 Kapasitansi

Satuan dari kapasitansi kapasitor adalah *Farad (F)*. Namun *Farad* adalah satuan yang terlalu besar, sehingga digunakan:

- a. Pikofarad

$$(pF) = 1 \times 10^{-12} F \dots\dots\dots(2.4)$$

b. Nanofarad

$$(nF) = 1 \times 10^{-9} F \dots\dots\dots(2.5)$$

c. Microfarad

$$(\mu F) = 1 \times 10^{-6} F \dots\dots\dots(2.6)$$

Kapasitansi dari kondensator dapat ditentukan dengan rumus:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \dots\dots\dots(2.7)$$

C : Kapasitansi

ϵ_0 : permitivitas hampa

ϵ_r : permitivitas relatif

A : luas pelat

d : jarak antar pelat/tebal dielektrik

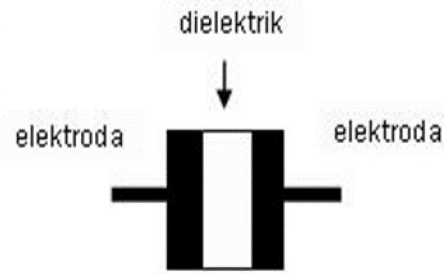
Adapun cara memperbesar kapasitansi kapasitor atau kondensator dengan jalan :

1. Menyusunnya berlapis-lapis.
2. Memperluas permukaan variabel.
3. Memakai bahan dengan daya tembus besar.

2.6.3 Struktur 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 13 Stuktur Kapasitor

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

2.6.4 Fungsi Kapasitor

Pada Peralatan Elektronika, Kapasitor merupakan salah satu jenis Komponen Elektronika yang paling sering digunakan. Hal ini dikarenakan Kapasitor memiliki banyak fungsi sehingga hampir setiap Rangkaian Elektronika memerlukannya.

Dibawah ini adalah beberapa fungsi daripada Kapasitor dalam Rangkaian Elektronika :

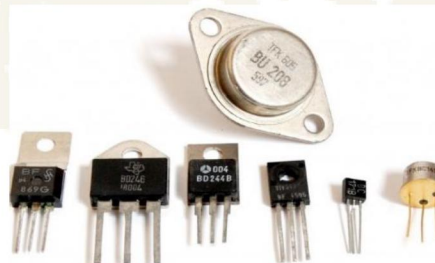
- a. Sebagai Penyimpan arus atau tegangan listrik
- b. Sebagai Konduktor yang dapat melewatkan arus AC (*Alternating Current*)

- c. Sebagai Isolator yang menghambat arus DC (*Direct Current*)
- d. Sebagai *filter* dalam rangkaian *power supply* (catu daya)
- e. Sebagai kopling
- f. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian *osilator*
- g. Sebagai penggeser fasa
- h. Sebagai pemilih gelombang frekuensi (kapasitor variabel yang digabungkan dengan spul antenna dan osilator)

2.7 Transistor^[5]

2.7.1 Pengertian Transistor

Transistor adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu *basis* (dasar), *kolektor* (pengumpul) dan *emitor* (pemancar). Transistor sebenarnya berasal dari kata “transfer” yang berarti pemindahan dan “resistor” yang berarti penghambat. Dari kedua kata tersebut dapat kita simpulkan, *pengertian transistor* adalah pemindahan atau peralihan bahan setengah penghantar menjadi suhu tertentu. Transistor pertama kali ditemukan pada tahun 1948 oleh *william shockley, john barden dan w.h, Brattain*. Tetapi, komponen ini mulai digunakan pada tahun 1958.



Gambar 14 Transistor

2.7.2 Fungsi Transistor

Fungsi transistor sangatlah besar dan mempunyai peranan penting untuk memperoleh kinerja yang baik bagi sebuah rangkaian elektronika. Dalam dunia elektronika, fungsi transistor ini adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai sebuah penguat (*amplifier*).
- b. Sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*).
- c. Stabilisasi tegangan (*stabilisator*).
- d. Sebagai perata arus.
- e. Menahan sebagian arus.
- f. Memperkuat arus.
- g. Membangkitkan frekuensi rendah maupun tinggi.
- h. Modulasi sinyal dan berbagai fungsi lainnya.

Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam *amplifier* (penguat). Rangkaian analog ini meliputi penguat suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa diantara transistor dapat juga dirangkai sedemikian rupa sehingga fungsi transistor menjadi sebagai *logic gate*, memori, dan komponen-komponen lainnya.

2.7.3 Jenis-Jenis Transistor

- a. BJT (*Bipolar Junction Transistor*)

BJT memiliki dua dioda yang kutub positif dan negatifnya berhimpitan, serta memiliki 3 buah terminal yaitu:

1. *emitter* (E).

2. *kolektor* (C).

3. *basis* (B).

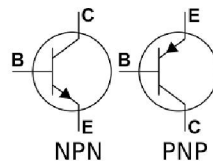
BJT dapat di bagi lagi menjadi dua jenis, yaitu :

1) NPN (*Negative Positive Negative*)

Huruf n dan p pada transistor jenis ini menunjukkan pembawa muatan mayoritas pada daerah yang berbeda pada transistor. Transistor NPN terdiri dari 1 lapisan semi konduktor tipe p di antara dua lapisan semi konduktor tipe n. Arus kecil yang melalui *basis* pada *emiter* dikuatkan di keluaran *kolektor*. Dengan kata lain transistor NPN hidup ketika tegangan *basis* lebih tinggi dari tegangan *emiter*. Tanda panah pada simbol diletakkan pada kaki *emiter* dan menunjuk keluar (arah aliran arus *konvensional* ketika piranti di bias maju).

2) PNP (*Positiv Negative Positive*)

Transistor PNP terdiri dari satu lapisan semi konduktor tipe n di antara dua lapisan semikonduktor tipe p. Arus kecil yang meninggalkan basis pada mode tunggal *emiter* dikuatkan di keluaran *kolektor*. Dengan kata lain transistor PNP hidup ketika tegangan basis lebih rendah daripada tegangan *emiter*. Tanda panah pada simbol diletakkan pada *emiter* dan menunjuk ke dalam.



Gambar 15 Simbol Transistor Bipolar

2.7.4 Transistor sebagai penguat arus

Transistor adalah suatu monokristal semikonduktor dimana terjadi dua pertemuan P-N, dari sini dapat dibuat dua rangkaian yaitu P-N-P dan N-P-N. Dalam keadaan kerja normal, transistor harus diberi polaritas sebagai berikut:

- a. Pertemuan *Emitter-Basis* diberi polaritas dari arah maju.
- b. Pertemuan Basis-kolektor diberi polaritas dalam arah mundur.

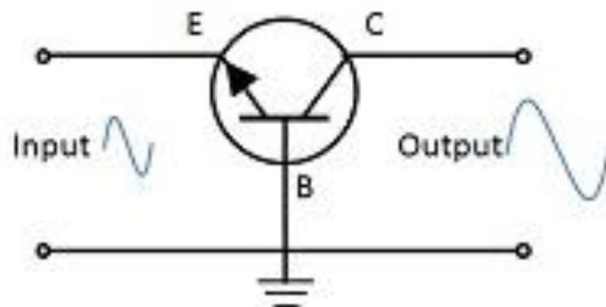
Transistor adalah suatu komponen yang dapat memperbesar level sinyal keluaran sampai beberapa kali sinyal masukan. Sinyal masukan disini dapat berupa sinyal AC ataupun DC. Prinsip dasar transistor sebagai penguat adalah arus kecil pada basis mengontrol arus yang lebih besar dari kolektor melewati transistor. Transistor berfungsi sebagai penguat ketika arus basis berubah. Perubahan kecil arus basis mengontrol perubahan besar pada arus yang mengalir dari kolektor ke emitter. Pada saat ini transistor berfungsi sebagai penguat. Dan dalam pemakaiannya transistor juga bisa berfungsi sebagai saklar dengan memanfaatkan daerah penjuhan (saturasi) dan daerah penyumbatan (*cut-off*). Pada daerah penjuhan nilai resistansi penyambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan nol atau

kolektor terhubung langsung (*short*). Ini menyebabkan tegangan kolektor emitter $V_{ce} = 0$ pada keadaan ideal. Dan pada daerah *cut off*, nilai resistansi persambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan tak terhingga atau terminal kolektor dan *emitter* terbuka yang menyebabkan tegangan V_{ce} sama dengan tegangan sumber V_{cc} .

Salah satu fungsi utama transistor adalah sebagai penguat sinyal. Dalam hal ini transistor bisa dikonfigurasi sebagai penguat tegangan, penguat arus maupun sebagai penguat daya. Berdasarkan sistem pertanahan transistor (*grounding*) penguat transistor dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

a. Penguat Common Base (grounded-base)

Penguat *Common Base* adalah penguat yang kaki basis transistor di groundkan, lalu input di masukkan ke emitor dan *output* diambil pada kaki kolektor. Penguat *Common Base* mempunyai karakter sebagai penguat tegangan.

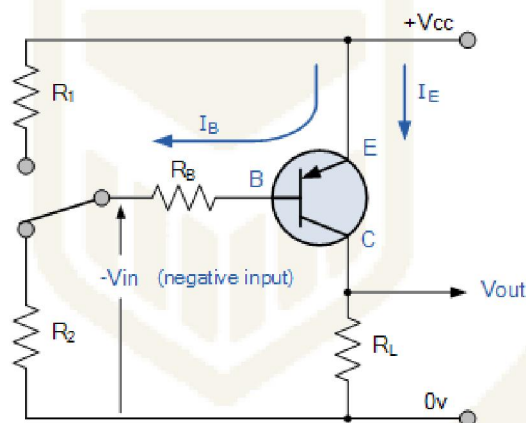


Common Base (Basis Bersama)

Gambar 16 Penguat *Common Base*

Penguat *common base* mempunyai karakter sebagai berikut :

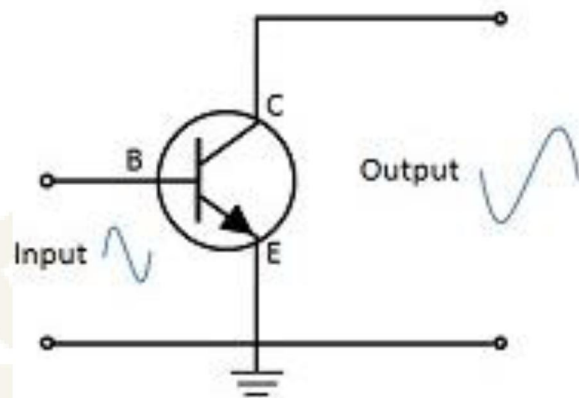
1. Adanya isolasi yang tinggi dari *output* ke *input* sehingga meminimalkan efek umpan balik.
2. Mempunyai impedansi *input* yang relatif tinggi sehingga cocok untuk penguat sinyal kecil (pre amplifier).
3. Sering dipakai pada penguat frekuensi tinggi pada jalur VHF dan UHF.
4. Bisa juga dipakai sebagai *buffer* atau penyangga.



$$I_C = I_E - I_B$$

b. Penguat Common Emitter

Penguat *common emitter* adalah penguat yang kaki emitor transistor di *groundkan*, lalu *input* di masukkan ke basis dan output diambil pada kaki kolektor. Penguat *Common Emitter* juga mempunyai karakter sebagai penguat tegangan.



Common Emitter (Emitor Bersama)

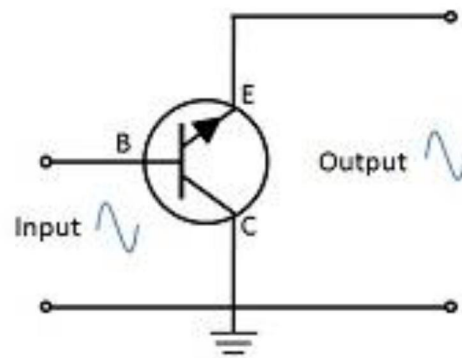
Gambar 17 Penguat *Common Emitter*

Penguat *common emitter* mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Sinyal *output*nya berbalik fasa 180 derajat terhadap sinyal input.
2. Sangat mungkin terjadi osilasi karena adanya umpan balik positif, sehingga sering dipasang umpan balik negatif untuk mencegahnya.
3. Sering dipakai pada penguat frekuensi rendah (terutama pada sinyal audio).
4. Mempunyai stabilitas penguatan yang rendah karena bergantung pada kestabilan suhu dan bias transistor.

c. Penguat Common Collector

Penguat *common collector* adalah penguat yang kaki kolektor transistor di groundkan, lalu input di masukkan ke basis dan output diambil pada kaki emitor. Penguat Common Collector juga mempunyai karakter sebagai penguat arus .



Common Collector (Kolektor Bersama)

Gambar 18 Penguat Common Collector

Penguat *common collector* mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Sinyal *output*nya sefasa dengan sinyal input (jadi tidak membalik fasa seperti Common Emitter)
- b. Mempunyai penguatan tegangan sama dengan 1.
- c. Mempunyai penguatan arus sama dengan HFE transistor.
- d. Cocok dipakai untuk penguat penyangga (*buffer*) karena mempunyai impedansi input tinggi dan mempunyai impedansi *output* yang rendah.

2.8 Regulator Tegangan^[3]

2.8.1 Pengertian Regulator Tegangan

Regulator tegangan adalah bagian *power supply* yang berfungsi untuk memberikan stabilitas output pada suatu *power supply*. Output tegangan DC

dari penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan. Adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban merupakan penyebab utama terjadinya ketidakstabilan pada *power supply*. Pada sebagian peralatan elektronika, terjadinya perubahan catu daya akan berakibat cukup serius. Untuk mendapatkan pencatu daya yang stabil diperlukan regulator tegangan.



Gambar 19 IC Regulator 7824 & 7809

2.8.2 Jenis-Jenis IC Regulator Tegangan

a. 7809

IC 7809 untuk menstabilkan tegangan DC +9 Volt. IC regulator tersebut akan bekerja sebagai regulator tegangan DC yang stabil jika tegangan input di atas sama dengan atau lebih dari MIV (Minimum Input Voltage), sedangkan arus maksimum beban output yang diperbolehkan harus kurang dari atau sama dengan MC (Maximum Current) sesuai karakteristik masing-masing. 7809 memiliki regulator voltage +9V, maximum current 1A, serta minimum input voltage sebesar +12V.

b. 7824

IC 7824 untuk menstabilkan tegangan DC +24 Volt. IC regulator tersebut akan bekerja sebagai regulator tegangan DC yang stabil jika

tegangan input di atas sama dengan atau lebih dari MIV (Minimum Input Voltage), sedangkan arus maksimum beban output yang diperbolehkan harus kurang dari atau sama dengan MC (Maximum Current) sesuai karakteristik masing-masing. 7824 memiliki regulator voltage +24V, maximum current 1A, serta minimum input voltage sebesar +26V.

2.9 *Buzzer*^[2]

Pengertian

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm)^[2].



Gambar 20 Bentuk Fisik *Buzzer*

2.10 *Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2*^[7]

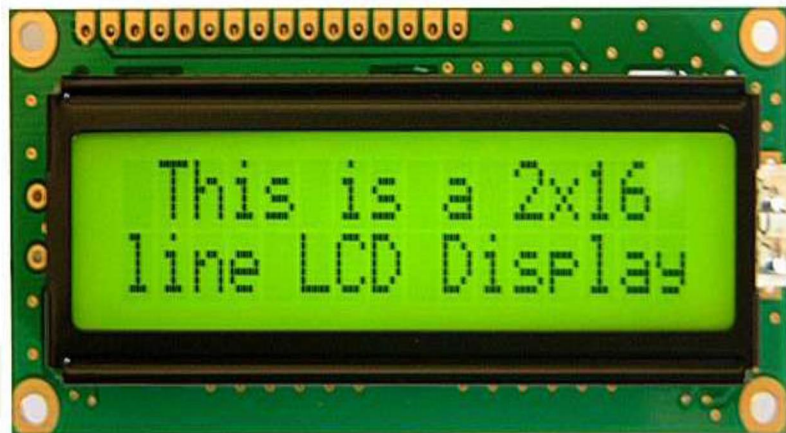
2.10.1 *Pengertian*

LCD adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer^[3]. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai

penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

2.10.2 Cara kerja LCD secara umum

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah "0". Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, interface LCD merupakan sebuah paralel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Untuk gambar skematik LCD 16x2 adalah sebagai berikut.



Gambar 21 Skematik LCD 16 x 2

2.10.3 Fitur LCD 16 x 2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.

- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan *back light*.

2.11 Motor DC^[5]

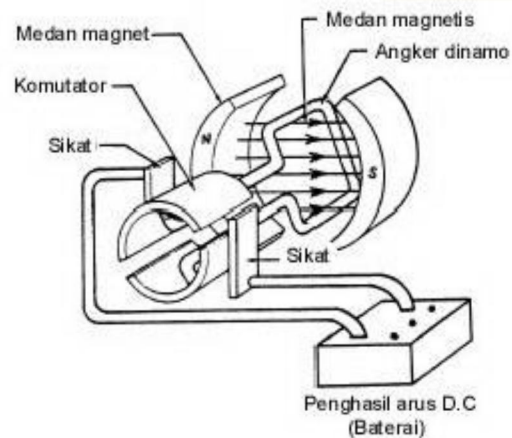
2.11.1 Pengertian Motor DC

Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatik menggunakan gaya elektrostatik. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik. Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC^[5]. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC.

Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet, dihasilkan tegangan (GGL).

2.11.2 Bagian-Bagian Motor DC



Gambar 22 Bagian-Bagian DC

a. Badan Mesin

Badan mesin ini berfungsi sebagai mengalirnya fluks magnet yang dihasilkan kutub magnet, sehingga harus terbuat dari bahan ferromagnetik. Fungsi lainnya adalah untuk meletakkan alat-alat tertentu dan mengelilingi bagian-bagian dari mesin, sehingga harus terbuat dari bahan yang benar-benar kuat, seperti dari besi tuang dan plat campuran baja.

b. Inti kutub magnet dan belitan penguat magnet

Inti kutub magnet dan belitan penguat magnet ini berfungsi untuk mengalirkan arus listrik agar dapat terjadi proses elektromagnetik. Adapun aliran fluks magnet dari kutub utara melalui celah udara yang melewati badan mesin.

c. Sikat-sikat

Sikat-sikat ini berfungsi sebagai jembatan bagi aliran arus jangkar dengan bebas, dan juga memegang peranan penting untuk terjadinya proses komutasi.

d. Komutator

Komutator ini berfungsi sebagai penyearah mekanik yang akan dipakai bersama-sama dengan sikat. Sikat-sikat ditempatkan sedemikian rupa sehingga komutasi terjadi pada saat sisi kumparan berbeda.

e. Jangkar

Jangkar dibuat dari bahan ferromagnetic dengan maksud agar kumparan jangkar terletak dalam daerah yang induksi magnetiknya besar, agar ggl induksi yang dihasilkan dapat bertambah besar.

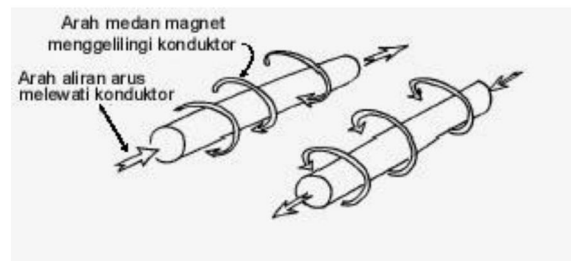
f. Belitan jangkar

Belitan jangkar merupakan bagian yang terpenting pada mesin arus searah, berfungsi untuk tempat timbulnya tenaga putar motor.

2.11.3 Prinsip Kerja Motor DC

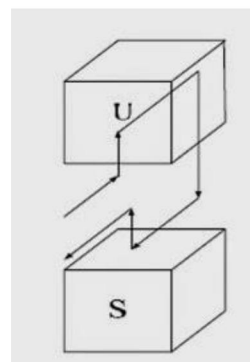
Prinsip kerja pada Motor DC adalah jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Medan magnet

hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 23 Motor DC

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 selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 24 Perubahan Energi Motor DC

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah Flamming tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika 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 F . Prinsip motor adalah aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar.

Motor DC memiliki tiga komponen utama:

a. Kutub medan

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau

lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

b. Dinamo

Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

c. Commutator

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

2.12 *Push Button*^[1]

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi sebagai pemutus atau penyambung arus listrik dari sumber arus ke beban listrik. Suatu sistem saklar tekan *push button* terdiri dari saklar tekan *start*, *stop reset* dan saklar tekan untuk emergency. *Push button* memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*).

Prinsip kerja *Push Button* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai start (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri.



Gambar 25 *Push Button*

2.13 Mikrokontroler ATmega 328^[8]

Pengertian

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

ATmega 328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Dari segi ukuran fisik, ATmega 328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATmega 328 tidak kalah dengan yang lainnya. Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- a. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- b. 32 x 8-bit register serba guna.
- c. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
- d. 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai *bootloader*.
- e. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi *permanent* karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- f. Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- g. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- h. Master / Slave SPI *Serial interface*.

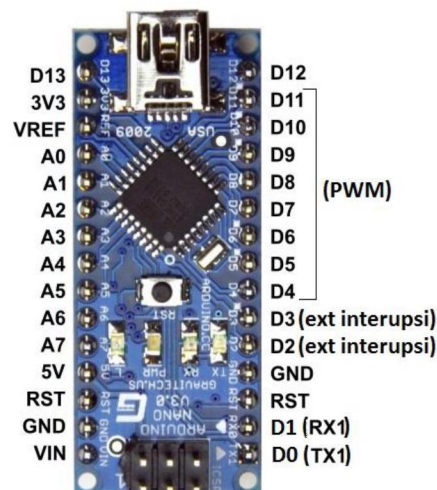
Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur *harvard*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*.

Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam

satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), *register Y* (gabungan R28 dan R29), dan *register Z* (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki *format* 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit.

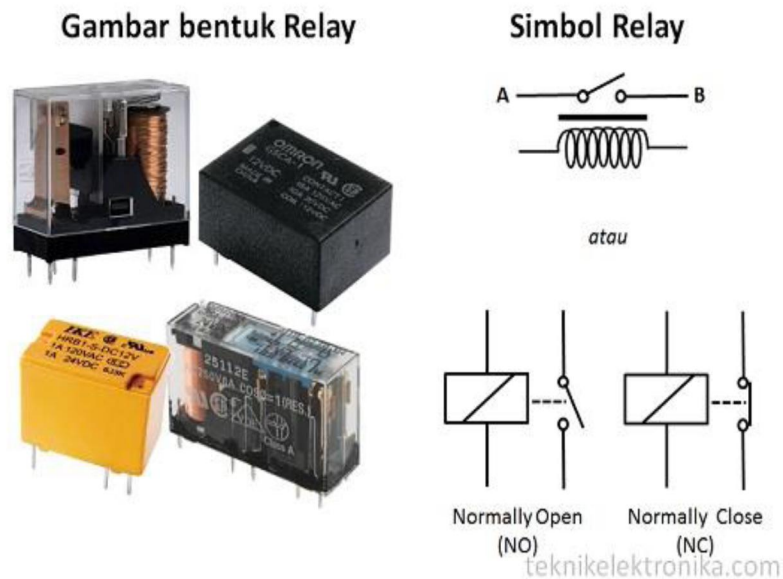
Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa *register* ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai *register control Timer/ Counter*, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. *Register – register* ini menempati memori pada alamat $0x20h - 0x5Fh$ ^[7].



Gambar 26 Pin ATmega 328

2.14 Relay^[5]

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5v dan 50 ma mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220v 2a. Dibawah ini adalah gambar bentuk relay dan simbol relay yang sering ditemukan di rangkaian elektronika.



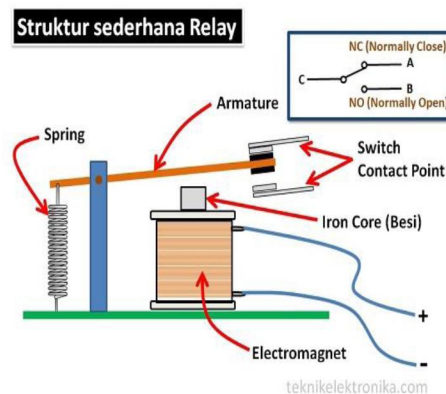
Gambar 27 Simbol Bentuk Relay

2.14.1 Prinsip kerja relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

- a. *Electromagnet (Coil)*
- b. *Armature*
- c. *Switch Contact Point (Saklar)*
- d. *Spring*

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



Gambar 28 Struktur Relay

Kontak poin (*contact point*) relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- a. *Normally close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *close* (tertutup).
- b. *Normally open (NO)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *open* (terbuka).

Berdasarkan gambar diatas, sebuah besi (iron core) yang dililit oleh sebuah kumparan coil yang berfungsi untuk mengendalikan besi

tersebut. Apabila kumparan coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik armature untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *open* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, armature akan kembali lagi ke posisi awal (NC). Coil yang digunakan oleh relay untuk menarik *contact poin* ke posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

2.14.2 Fungsi-fungsi dan aplikasi relay

Beberapa fungsi relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah :

- a. Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*logic function*)
- b. Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*)
- c. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah.
- d. Ada juga relay yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*short*)

BAB III

PERENCANAAN

3.1 Tahapan Perencanaan

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

Tahapan-tahapan perencanaan dalam pembuatan karya tulis adalah sebagai berikut :

1. Merancang blok diagram dan *wiring* alat yang akan dibuat berdasarkan cara kerja alat.
2. Menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan alat.
3. Menentukan titik-titik pengukuran (*testpoint*) untuk pendataan dan analisa rangkaian.
4. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
5. Pembuatan *chassing* sesuai dengan gambar yang telah dibuat.
6. Membuat *flowchart* sesuai dengan koding yang sudah direncanakan.
7. Membuat koding / program sesuai dengan yang direncanakan.
8. Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teori-teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

3.2 Spesifikasi Alat

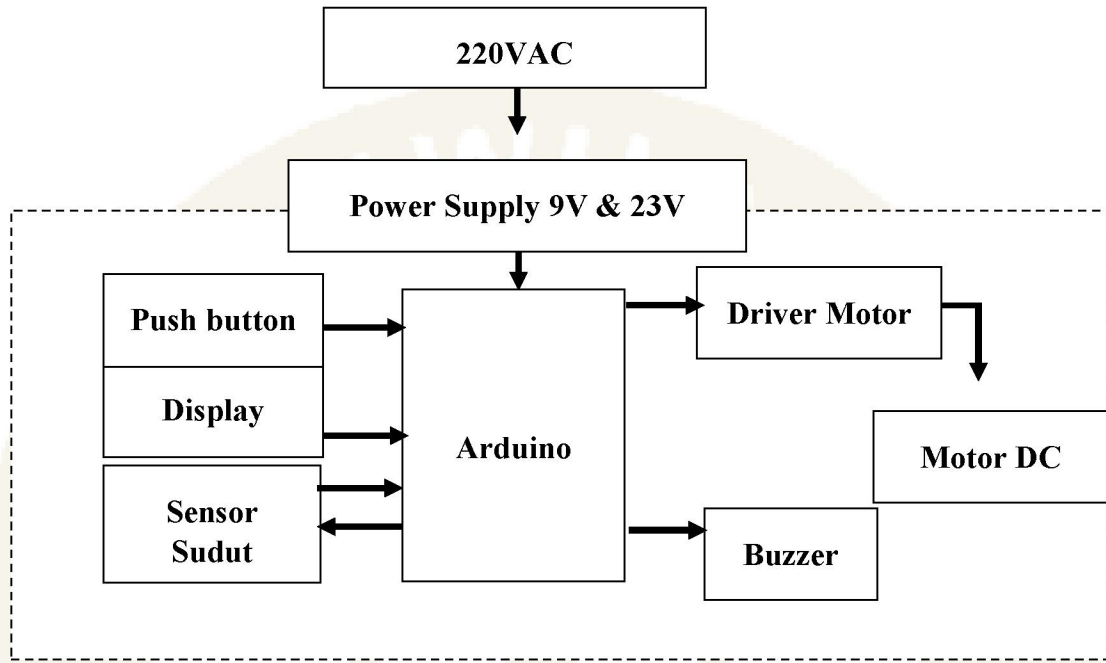
Nama Alat : Alat Rehabilitasi Kaki

Catu Daya : 220 V AC

Display : 16 x 2 karakter

Motor : Motor DC

3.3 Perencanaan Blok Diagram



Fungsi dari masing – masing blok adalah :

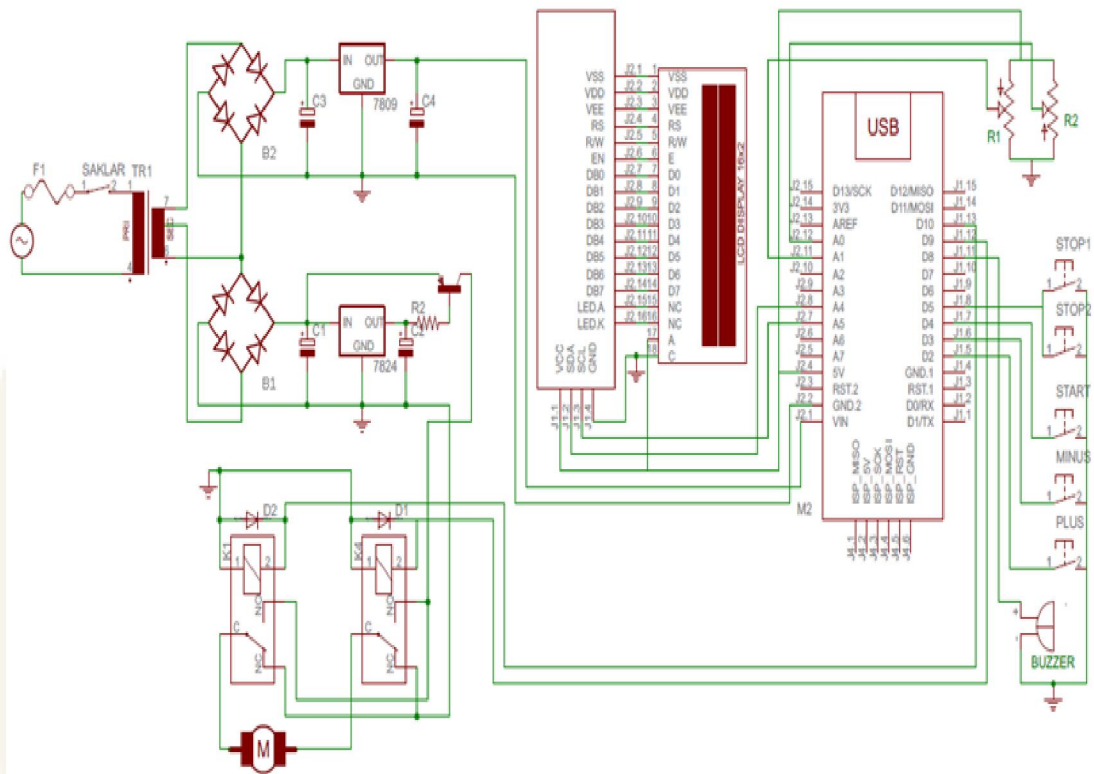
- Push Button : Sebagai masukan pilihan program ke mikrokontroler
- Motor DC : Sebagai penggerak utama alat saat beroperasi.
- Buzzer : Sebagai alarm jika terapi sudah selesai.
- Power Supply : Penyuplai tegangan listrik.
- Display : Untuk menampilkan *timer* dan pilihan sudut.
- Sensor Sudut : Untuk mengatur sudut yang ditentukan
- Driver Motor : Untuk mengaktifkan motor

3.4 Penjelasan Blok Diagram

Jika tegangan 220 VAC masuk ke rangkaian *power supply* 24VDC dan 9VDC, *power supply* 24VDC dialirkan ke rangkaian *driver* motor untuk menggerakkan motor DC, sedangkan *power supply* 9VDC memberi tegangan

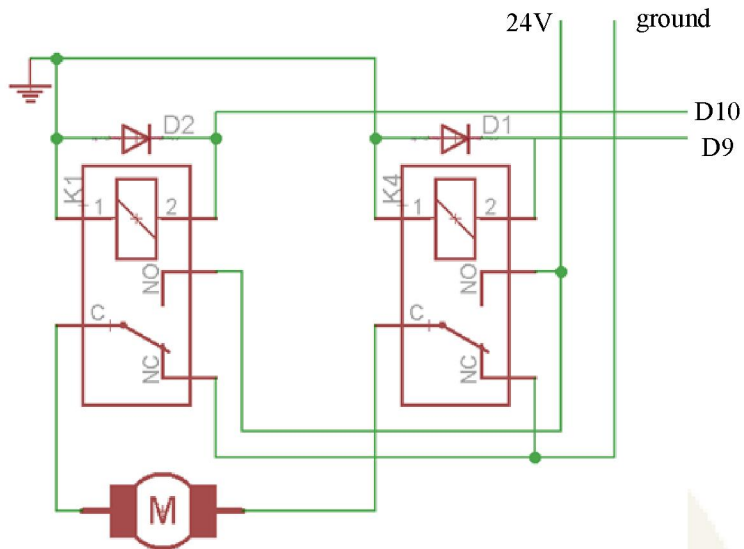
ke mikrokontroller lalu diturunkan tegangannya menjadi 5VAC oleh mikrokontroller untuk menjalankan rangkaian *setting timer*, *display*, *buzzer* dan potensiometer.

3.5 Perencanaan *Wiring Diagram* dan Komponen



3.5.1 Perencanaan Rangkaian *Driver Motor*

Driver motor berfungsi untuk menggerakkan motor DC, jika relay mendapatkan 5V dan 24V maka saklar akan *on* motor bergerak, jika port D9 high / 1 maka relai K1 akan on, dan tegangan 24V akan masuk relay K4 pada kaki NC dan motor akan bergerak searah jarum jam. Apabila port D10 high maka relay K4 akan on lalu tegangan 24V akan masuk pada relay K1 pada kaki NC dan motor berputar berlawanan jarum jam.



Gambar 30 *Wiring Diagram Driver Motor & Motor*

Rangkaian *Diagram Driver Motor & Motor* yang dirancang penulis terdiri dari berbagai komponen yang dapat dilihat pada tabel 1.

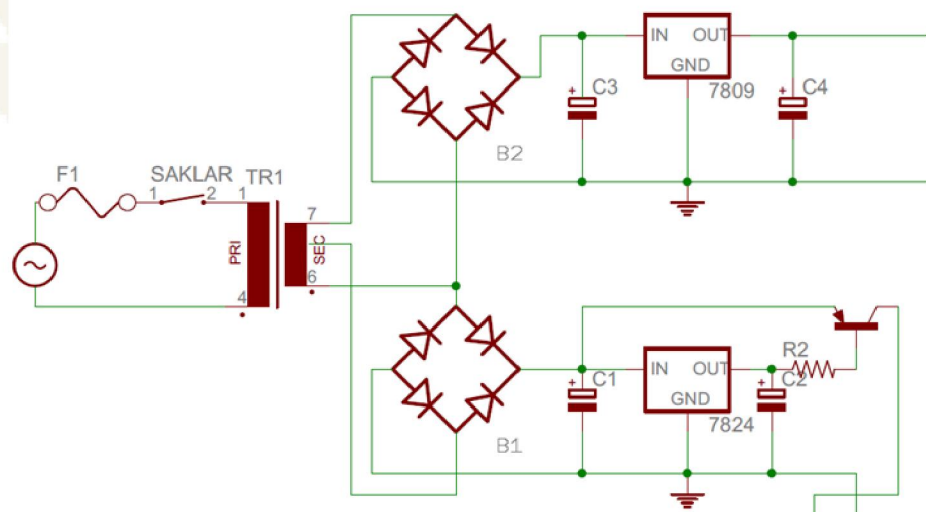
Tabel 1 Daftar Komponen Rangkaian *Driver Motor*

No	Nama Komponen	Tipe / Nilai	Jumlah
1	Dioda	1N4002	2
2	Relay	5V/1A	2
3	Motor	37VDC/4A	1

3.5.2 *Perencanaan Rangkaian Power Supply*

Rangkaian *power supply* berfungsi sebagai sumber tegangan DC untuk mensuplai tegangan pada alat. Ketika sakelar dihidupkan, maka tegangan 220VAC akan masuk pad trafo *non-ct 3A*, setelah tegangan keluar dari trafo tegangan sebesar 25 VAC dan 12 VAC akan di *supply* ke 2 rangkaian yaitu rangkaian keluaran 9V, dan 25V. Pada rangkaian

keluaran tegangan 9V, terdapat rangkaian diode *bridge* yang berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh. Pada rangkaian ini tegangan pada trafo 12 VAC akan dirubah menjadi 9VDC pada keluaran diode *bridge*. Selanjutnya tegangan akan dilanjutkan pada kapasitor. Kapasitor berfungsi sebagai penghilang tegangan *ripple*, setelah tegangan melewati kapasitor maka tegangan selanjutnya akan masuk pada IC regulator 7809 yang nantinya tegangan yang tadinya 12VDC akan diregulasi sebesar 9VDC. Setelah tegangan diregulasi tegangan akan di filter lagi menggunakan kapasitor, agar mendapatkan DC murni yang sempurna. Pada rangkaian ke 2 keluaran 24 VDC terdiri dari diode *bridge*. Selanjutnya tegangan akan dilanjutkan pada kapasitor. Kapasitor berfungsi sebagai penghilang tegangan *ripple*, setelah tegangan melewati kapasitor maka tegangan selanjutnya akan masuk pada IC regulator 7824 yang nantinya tegangan yang tadinya 25VDC akan diregulasi sebesar 24VDC. Setelah tegangan diregulasi tegangan akan di filter lagi menggunakan kapasitor, agar mendapatkan DC murni.



Gambar 31 Perencanaan Rangkaian *Power Suplly*

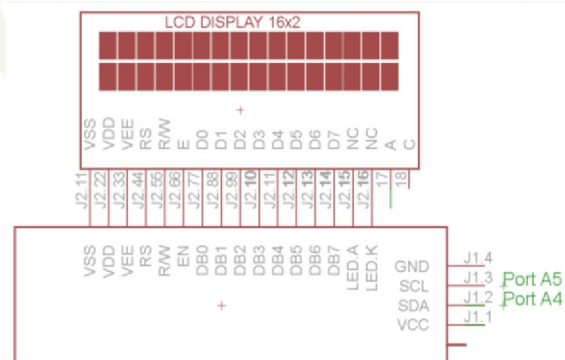
Rangkaian *power supply* yang dirancang penulis terdiri dari berbagai komponen yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Daftar Komponen Rangkaian *Power Supply*

No	Nama Komponen	Tipe / Nilai	Jumlah
1	Fuse	2A	1
2	Sakelar	SPST	1
3	Trafo	3A Non CT	1
4	Dioda <i>bridge</i>	3A	2
5	IC regulator	7809	1
6	IC regulator	7824	1
7	Kapasitor	2200 μ F	2
8	Kapasitor	1000 μ F	2
9	Transistor	TIP 2955	1
10	Resistor	2k	1

3.5.3 Perencanaan Rangkaian LCD 2X16

LCD berfungsi sebagai penampil *setting* sudut, dan *timer* yang digunakan pada saat proses terapi.



Gambar 32 Perencanaan Rangkaian LCD

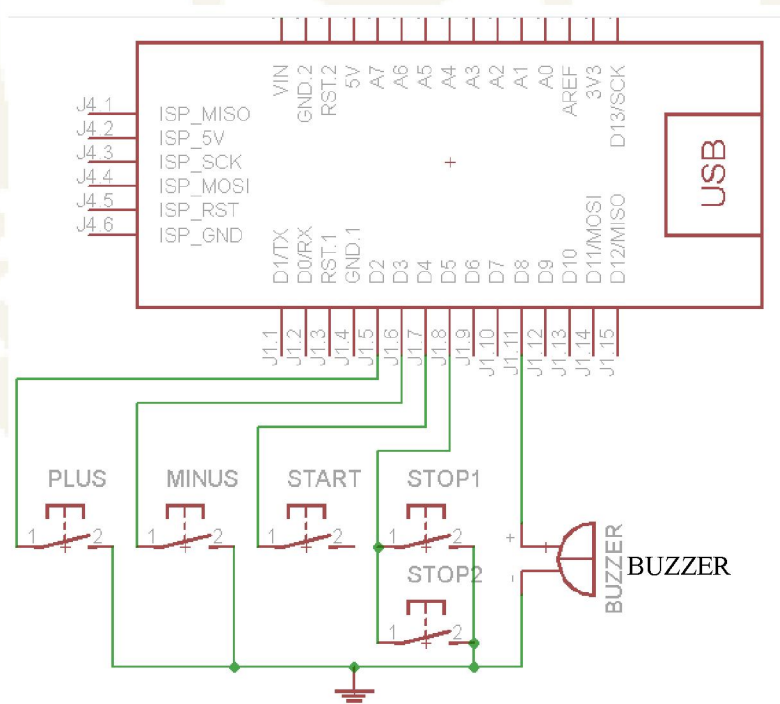
Rangkaian LCD yang dirancang penulis terdiri dari berbagai komponen yang dapat dilihat pada tabel 4 :

Tabel 3 Perencanaan Rangkaian LCD

No	Nama Komponen	Tipe / Nilai	Jumlah
1	LCD	16x2	1
2	Modul		1

3.5.4 Perencanaan Rangkaian Setting Timer & Alarm

Pada rangkaian ini jika *push button* ditekan maka push button akan mengirimkan perintah pada arduino untuk menjalankan *setting timer*. Sedangkan arduino akan memerintahkan *buzzer* untuk berbunyi pada saat *push button* ditekan.



Gambar 33 Perencanaan Rangkaian Setting *Timer* & *Alarm*

Rangkaian *setting timer & alarm* yang dirancang penulis terdiri dari berbagai komponen yang dapat dilihat pada tabel 4 :

Tabel 4 Perencanaan Rangkaian *Setting Timer & Alarm*

No	Nama Komponen	Tipe / Nilai	Jumlah
1	<i>Push Button</i>		5
2	<i>Buzzer</i>		1

3.5.5 Perencanaan Rangkaian Sensor & Setting sudut

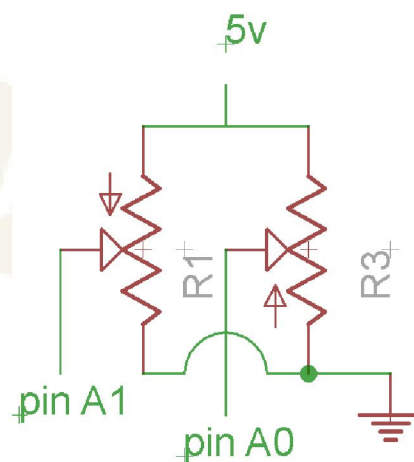
Pin A1 ke potensio digunakan untuk pengaturan sudut, sedangkan port A0 berfungsi sebagai sensor motor pada saat motor bekerja. Pilihan sudutnya ada 6 yaitu : kanan 10x5, 20x10, 30x15 dan kiri 5x10, 10x20, 15x30. Contoh perhitungan mencari sudut kanan 10x5 :

$$ADC = \left| \frac{V_{in}}{V_{ref}} \right| \times 1023$$

$$5^\circ \text{ ADC} = \left| \frac{2,70}{5} \right| \times 1023 = 552$$

$$10^\circ \text{ ADC} = \left| \frac{2,89}{5} \right| \times 1023 = 591$$

Jadi kanan 10x5 = 591 x 552



Gambar 34 Perencanaan Sensor & Setting Sudut

Rangkaian sensor dan *setting* sudut yang dirancang penulis terdiri dari berbagai komponen yang dapat dilihat pada tabel 5:

Tabel 5 Perencanaan Sensor & Setting Sudut

No	Nama Komponen	Tipe / Nilai	Jumlah
1	Potensiometer	Slide	1
2	Potensiometer	Putar	1

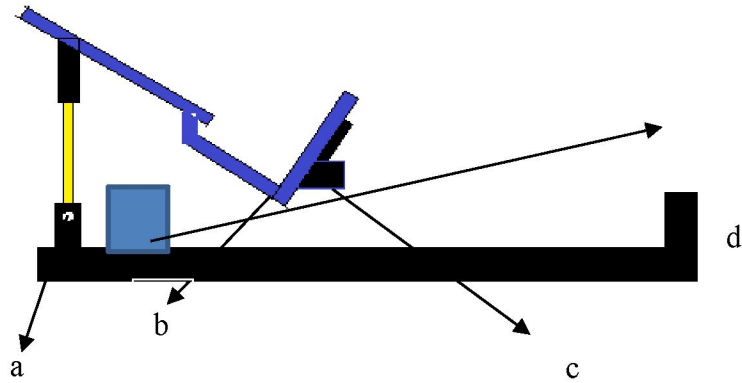
3.6 Perencanaan Pemakaian

Berikut merupakan beberapa cara untuk pemakaian alat modifikasi rehabilitasi kaki berbasis mikrokontroler atmega 328 :

- a. Beri penjelasan kepada pasien tentang penggunaan modifikasi alat rehabilitasi kaki berbasis mikrokontroler atmega 328.
- b. Beri penjelasan kepada pasien tentang tombol emergency
- c. Pastikan pasien memegang tombol emergency
- d. Posisikan pasien sesuai dengan prosedur untuk terapi alat tersebut.
- e. Rekatkan perekat pada kaki
- f. Nyalakan *ON/OFF* pada alat.
- g. Tunggu alat ke titik tengah terlebih dahulu
- h. Atur timer dan pilih kaki dan sudut. Kemudian tekan tombol *OK* untuk melanjutkan proses terapi.
- i. Jika terapi telah selesai secara otomatis *alarm* akan berbunyi.
- j. Tekan saklar *ON/OFF* untuk mematikan alat.

3.7 Perencanaan Desain Alat

a. Bagian samping alat

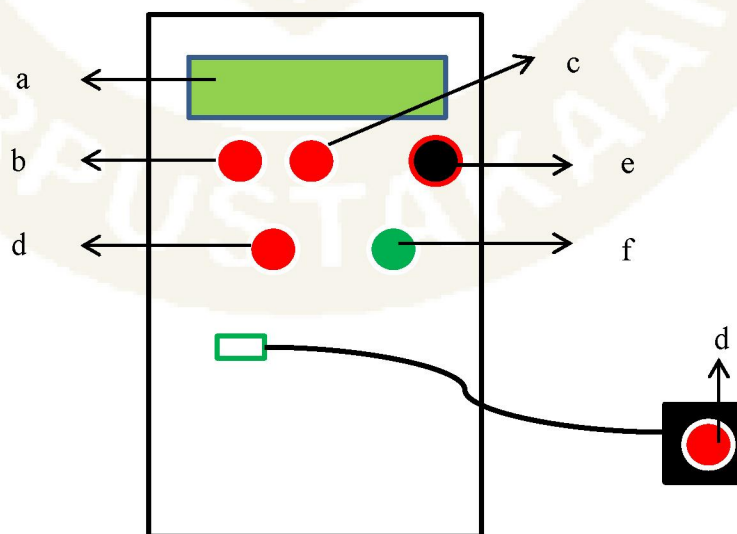


Gambar 35 Desain Alat

Keterangan :

1. (a) Pengunci penyangga kaki
2. (b) Penyangga kaki pasien.
3. (c) Motor aktuator
4. (d) Control panel

b. Bagian control panel

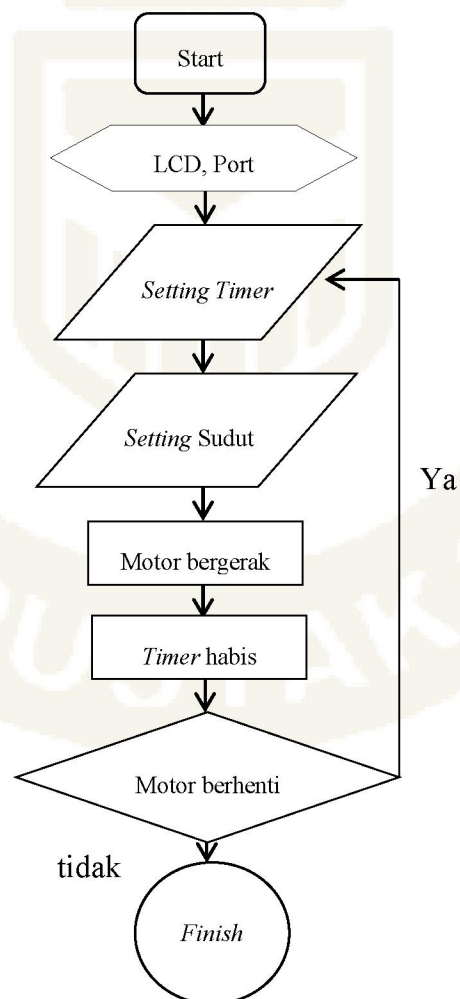


Gambar 36 Kontrol Panel

Keterangan :

1. (a) LCD
2. (b) Setting timer (+)
3. (c) Setting timer (-)
4. (d) *Emergency*
5. (e) Pengatur sudut kiri / kanan
6. (f) ok
7. (g) *Emergency*

3.8 Perencanaan *Flowchart*



Gambar 37 *Flowchart*

3.9 Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum memulai pembuatan alat, terlebih dahulu dipersiapkan peralatan dan bahan-bahan yang akan digunakan. Adapun alat penunjang yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- a. *Project board*
- b. *Tool set*
- c. Alat ukur multimeter
- d. Bor PCB
- e. PCB lubang
- f. Solder dan timah
- g. Bok container sayur
- h. Kabel
- i. Spacer besi 1cm
- j. Cat
- k. Besi kotak dan besi bulat

3.10 Pembuatan Modul

- a. Menentukan gambar skematiknya.
- b. Menentukan komponen elektronik yang diperlukan sesuai dengan rangkaian.
- c. Memastikan tiap titik memiliki hubungan tersendiri untuk dilakukan penyolderan komponen.
- d. Memastikan tidak ada jalur antar penghantar yang saling bersinggungan.

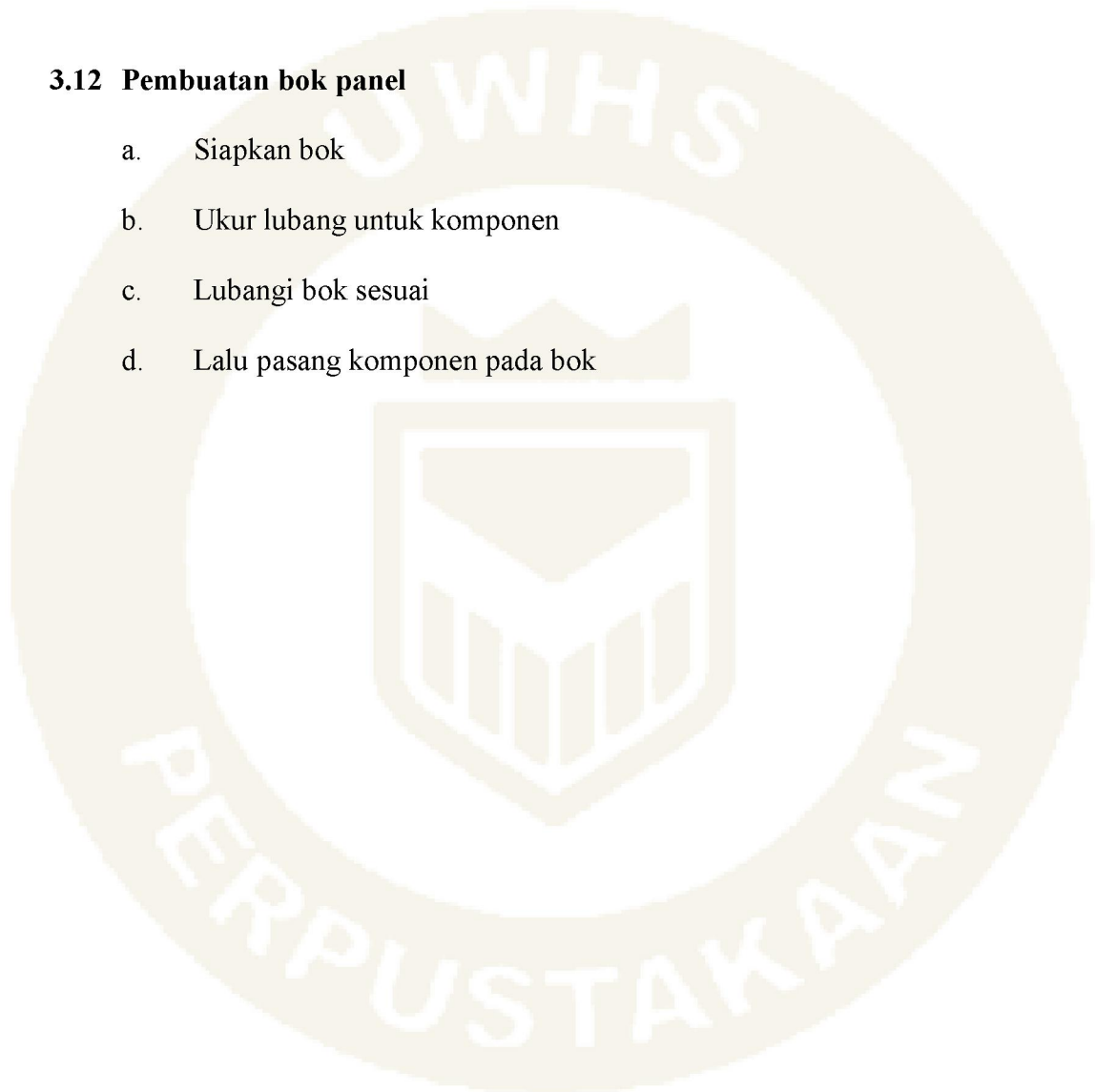
3.11 Pembuatan rangka besi (body)

- a. Mempersiapkan besi kotak dan bulat.

- b. Merancang ukuran yang akan di potong.
- c. Potong ukuran yang dibutuhkan lalu di sambung dengan las listrik .
- d. Setelah rangka jadi , kemudian cat rangka.
- e. Selanjutnya memasang rangka .

3.12 Pembuatan bok panel

- a. Siapkan bok
- b. Ukur lubang untuk komponen
- c. Lubangi bok sesuai
- d. Lalu pasang komponen pada bok



BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1 Pengertian

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

Setelah dilakukan pengukuran maka akan dilakukan pendataan dari data hasil pengukuran. Hasil pengukuran disajikan dalam tabel untuk mempermudah analisa data.

4.2 Persiapan pengukuran

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

a. **Multimeter Digital**

Merek : HELES

Model : UX 369C

4.3 Metode pengukuran

Metode yang digunakan yaitu metode pengukuran menggunakan multimeter digital dan pada beberapa titik pengukuran. Titik-titik pengukurannya adalah sebagai berikut :

a. **Titik pengukuran TP 1**

Titik pengukuran TP 1 terletak pada *output power supply* untuk mengetahui tegangan *output* dari *power supply* yang akan masuk pada

motor. Metode yang digunakan yaitu membandingkan nilai pada TP 1 terhadap tegangan *output* dari *power supply* 24V.

b. Titik pengukuran TP 2

Titik pengukuran TP 2 terletak pada *output power supply* untuk mengetahui tegangan *output* dari *power supply* yang akan masuk pada mikrokontroler. Metode yang digunakan yaitu membandingkan nilai pada TP 2 terhadap tegangan *output* dari *power supply* 9V.

c. Titik pengukuran TP 3

Titik pengukuran TP 3 terletak pada *output* mikrokontroler untuk mengetahui tegangan *output* dari mikrokontroler yang akan masuk pada relay. Metode yang digunakan yaitu membandingkan nilai pada TP 3 terhadap tegangan *output* dari mikrokontroler yang akan masuk pada relay.

d. Titik pengukuran TP 4

Titik pengukuran TP 4 terletak pada *output* motor untuk mengetahui tegangan *output* dari motor pada saat motor *on/off*. Metode yang digunakan yaitu membandingkan nilai pada TP 4 terhadap tegangan *output* dari motor pada saat motor *on/off*.

e. Titik pengukuran TP 5

Titik pengukuran TP 5 terletak pada *output* potensiometer untuk mengetahui tegangan *output* dari potensiometer pada saat motor potensiometer bergeser. Metode yang digunakan yaitu membandingkan nilai pada TP 5 terhadap tegangan *output* dari potensiometer pada saat motor potensiometer bergeser. .



f. Titik pengukuran TP 6





Titik pengukuran TP 6 terletak pada pengukuran keakurasian *timer*.




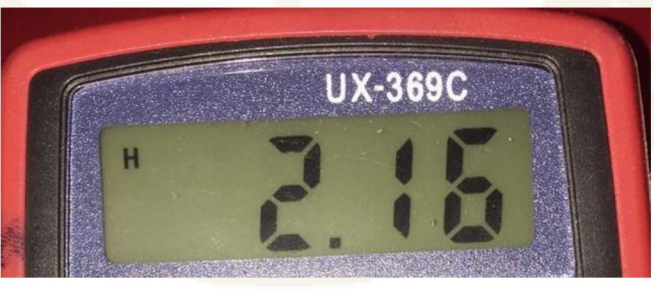
4.4 Hasil Pengukuran





Pengukuran ini dilakukan pada titik pengukuran yang telah penulis tentukan diatas, pengukuran TP 1, 2, 3, 4, dan 5 pengukurannya menggunakan multimeter digital, TP 6 menggunakan sropwatch. Dan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 6 Hasil Pengukuran

Titik Pengukuran	Hasil	Gambar	Keterangan
TP 1	23,9 V	 A close-up photograph of a digital multimeter's LCD display. The display shows the number '23.9' in large black digits. Above the display, the model number 'UX-369C' is printed in white. The multimeter has a red top edge.	Tegangan <i>output Power</i> <i>supply 24v</i>
TP 2	8,95 V	 A close-up photograph of a digital multimeter's LCD display. The display shows the number '8.95' in large black digits. Above the display, the model number 'UX-369C' is printed in white. The multimeter has a red top edge.	Tegangan <i>output Power</i> <i>supply 9V</i>




TP 3	3.60V		Tegangan relay di pin D9 arduino
	3,59V		Tegangan relay di pin D10 arduino
TP 4	23,7V		Tegangan pada motor <i>ON</i>
TP 5	2,70V		Tegangan pada sudut 5° kiri

2,42V		Tegangan pada sudut 10° kiri
2,31V		Tegangan pada sudut 15° kiri
2,18V		Tegangan pada sudut 20° kiri
2,16V		Tegangan pada sudut 30° kiri

2,66V		Tegangan pada titik tengah
2,77V		Tegangan pada sudut 5° kanan
2,89V		Tegangan pada sudut 10° kanan
3,06V		Tegangan pada sudut 15° kanan

3,12V		Tegangan pada sudut 20° kanan
3,30V		Tegangan pada sudut 30° kanan

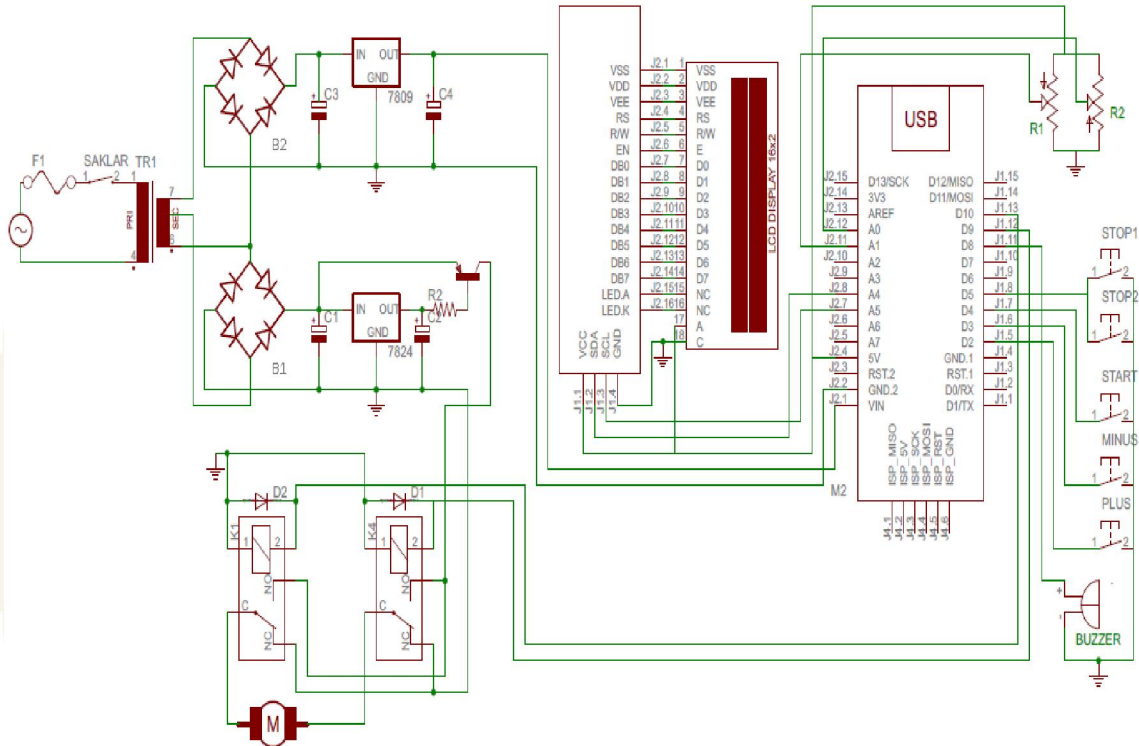
Tabel 7 Hasil Pengukuran *Timer*

Timer Hasil Teori	Timer Hasil Ukur
	00.59,47
	01.58,83
	02.58,29

BAB V

PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Rangkaian Keseluruhan Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan



Gambar 38 Rangkaian Keseluruhan

Listrik 220VAC masuk ke trafo step down, dari trafo step down diturunkan tegangannya menjadi 24VAC dan 12VAC. Tegangan 24VAC masuk ke dioda bridge untuk disearahkan menjadi tegangan 24VDC oleh ic 7824, lalu kapasitor digunakan untuk menghilangkan tegangan ripple. Begitu basis dapat tegangan maka tegangan pada emitor akan mengalir ke kolektor output pada ic 7824. tegangan output power supply

masuk ke NO pada relay dan ground dihubungkan pada pin NC. Dan pin com terhubung pada kaki motor lalu motor bekerja mengikuti arah jarum jam atau sebaliknya.

Dan tegangan dari trafo 12VAC masuk ke diode bridge untuk disearahkan menjadi 9VDC oleh ic 7809, lalu kapasitor digunakan untuk menghilangkan tegangan ripple agar output 9VDC. Lalu output power supply 9VDC masuk ke rangkaian mikrokontroler dan diturunkan oleh ic 7805 dari rangkaian mikrokontroler. Dan mikrokontroller akan menyuplay rangkaian display, potensiometer sebagai pilihan gerahan sudut dan motor dan potensiometer slide sebagai sensor sudut. Push button digunakan untuk mengatur setting waktu, reset dan ok. Display untuk menampilkan settingan sudut dan timer. Buzzer berfungsi sebagai indicator jika push button ditekan dan sebagai alarm jika timer sudah selesai

5.2 Analisis data hasil pengukuran

Analisis data hasil pengukuran ini bertujuan untuk :

- a. Membandingkan antara hasil menurut teori dan hasil ukur pada tiap-tiap titik pengukuran
- b. Mengetahui besarnya presentase kesalahan (PK) pada tiap titik pengukuran
- c. Mengetahui kemungkinan penyebab perbedaan antara hasil teori dan hasil ukur.

Presentase kesalahan (PK) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Analisa data untuk masing-masing titik pengukuran adalah sebagai berikut :

5.3.1 Analisis TP 1

Pengukuran pada TP1 ini bertujuan untuk mengetahui tegangan output dari IC regulator 7824. Dimana hasil yang didapat sebesar 23,9 V. lalu untuk persentase kesalahannya dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$PK \% = \left| \frac{24 - 23,9}{24} \right| \times 100$$

$$PK = 0,4 \%$$

Jadi output dari IC regulator ini masih masuk toleransi, karena menurut datasheet $V_{\min} = 23V$ dan $V_{\max} = 25V$.

5.3.2 Analisis TP 2

Pengukuran pada TP2 ini bertujuan untuk mengetahui tegangan output dari IC regulator 7809. Dimana hasil yang didapat sebesar 8,95 V. lalu untuk persentase kesalahannya dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$PK \% = \left| \frac{9 - 8,95}{9} \right| \times 100$$

$$PK = 0,5 \%$$

Jadi output dari IC regulator ini masih masuk toleransi, karena menurut datasheet $V_{\min} = 8,65 V$ dan $V_{\max} = 9,35 V$.

5.3.3 Analisis TP 3

Tp 3 merupakan output dari pin arduino yang terhubung ke relay, pengukuran dilakukan saat pin arduino berlogika *high* atau saat *coil* relay mendapat tegangan. Dimana tegangan yang terukur sebesar 3.60V dan menurut teori, *output* bias disebut *high* jika tegangan tersebut lebih dari 3V.

5.3.4 Analisis TP 4

Tp 4 ini merupakan pengukuran pada kaki motor, dimana saat motor berputar tegangan yang terukur sebesar 23,7V.

5.3.5 Analisis TP 5

Tp 5 merupakan pengukuran pada output potensiometer. Dimana potensiometer disini digunakan untuk membatasi sudut minimal dan maksimal. Lala untuk mendapatkan hasil teori, penulis mencari nilai ADC dari data yang didapat. Rumus tersebut yaitu:

$$\text{ADC} = \left| \frac{V_{in}}{V_{ref}} \right| \times 1023$$

Untuk analisis dari tiap sudutnya, bias dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 8 Hasil Pengukuran Analisis Sudut

Sudut	Hasil ukur	Hasil teori	Nilai ADC	PK
Kiri 5°	2,70V	552	560	1,44%
Kiri 10°	2,42V	495	499	0,80%

Kiri 15°	2,31V	472	480	1,69%
Kiri 20°	2,18V	446	455	2,01%
Kiri 30°	2,16V	441	419	4,9%
0°	2,66V	544	550	1%
Kanan 5°	2,77V	566	575	1,5%
Kanan 10°	2,89V	591	590	0,1%
Kanan 15°	3,06V	626	620	0,9%
Kanan 20°	3,12V	638	640	0,3%
Kanan 30°	3,30V	675	670	0,7%

5.3.6 Analisa TP 6

Pengukuran pada TP2 ini bertujuan untuk mengetahui *timer* yang digunakan pada alat lalu untuk persentase kesalahannya dihitung dengan rumus berikut :

Data 1

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$\text{PK \%} = \left| \frac{60 - 59}{60} \right| \times 100 = 1,6$$

Data 2

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$\text{PK \%} = \left| \frac{120 - 118}{120} \right| \times 100 = 1,6$$

Data 3

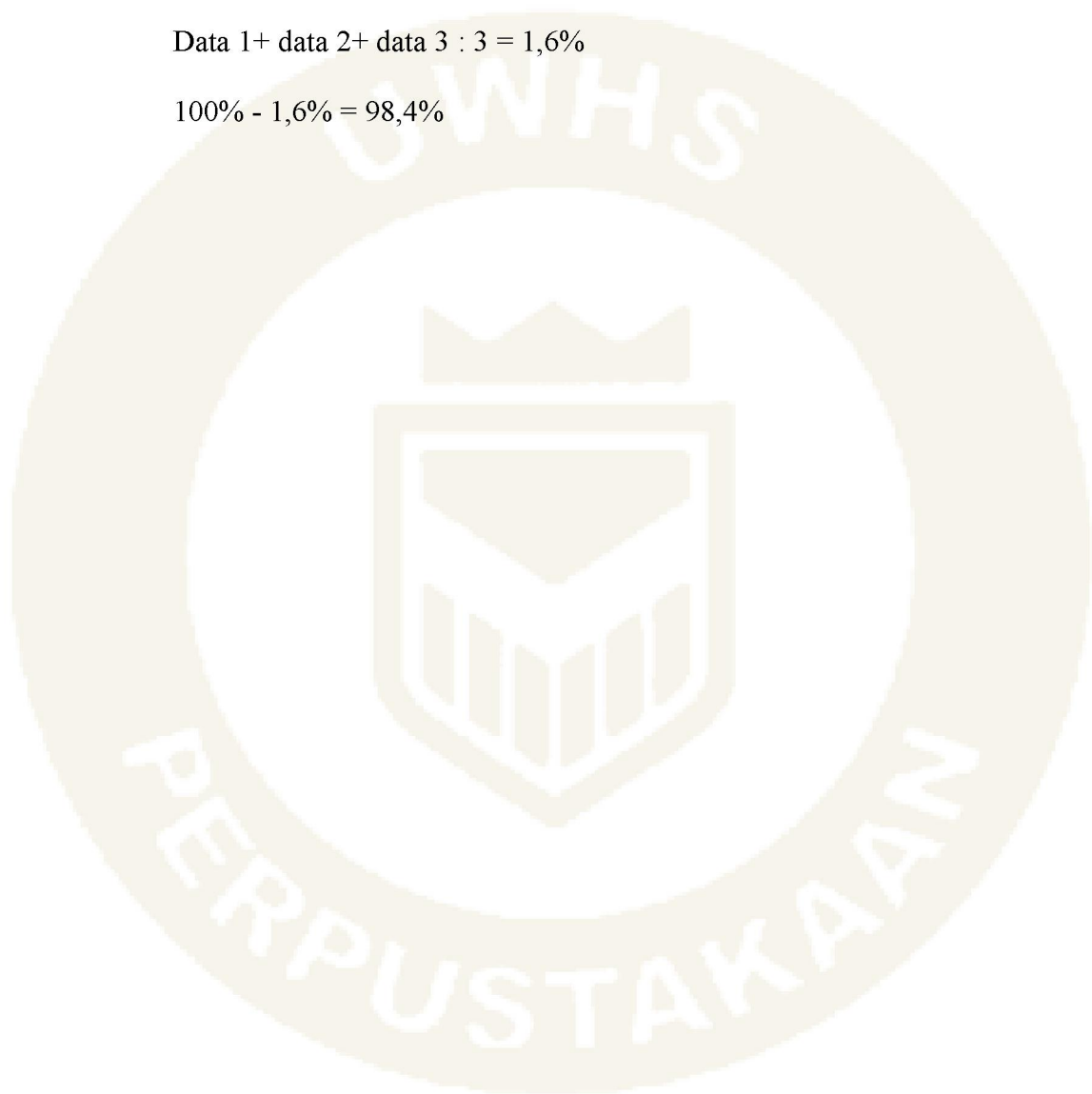
$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100 \%$$

$$\text{PK \%} = \left| \frac{180 - 178}{180} \right| \times 100 \% = 1,6$$

Jadi presentase kesalahan yang di peroleh dari 3 data yaitu :

$$\text{Data 1} + \text{data 2} + \text{data 3} : 3 = 1,6\%$$

$$100\% - 1,6\% = 98,4\%$$



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan seluruh tahap mulai dari pembuatan modul hingga pengukuran dan analisa pada Modifikasi Alat Rehabilitasi Kaki Berbasis Mikrokontroler Atmega 328 yang telah dibuat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- k. Modifikasi Alat Rehabilitasi Kaki Berbasis Mikrokontroler Atmega 328 ini dapat bekerja dengan baik pada sudut dalam 30° sedangkan pada sudut luar 15° dan dapat ditampilkan pada LCD.
- l. Dari analisis titik pengukuran pada potensiometer slide diperoleh pada sudut 30° kanan sebesar, sedangkan pada sudut 15° kanan sebesar, sudut 30° kiri sebesar, sedangkan pada sudut 15° kiri.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil pada penyajian Karya Tulis Ilmiah ini antara lain :

Alat ini sebaiknya ditambahkan pergerakan atas & bawah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Muchlisin , “Tombol Tekan Push Button,” 11 2012. [Online]. Available: <http://www.kajianpustaka.com/2012/10/tombol-ttekan-push-button.html>. [Diakses 9 11 2017].
- [2] T. Elektronika, “Pengertian Piezoelectric Buzzer dan Cara Keranya,” [Online]. Available: <http://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzercarakera-buzzer/>. [Diakses 7 11 2017].
- [3] O. Bioshop, *Dasar-Dasar Elektronika*, W. H. Hardani, Penyunt., Jakarta: Erlangga, 2004.
- [4] Daryanto, *Ketrampilan Kejuruan Teknik Elektronika*, Cetakan I penyunt., H. Martin, Penyunt., Bandung: PT.Sarana Tutorial Nurani Sejahtera, 2010.
- [5] <https://teknikelektronika.com/pengertian-transistor-jenis-jenis-transistor/>
- [6] D. Kho, Desember 2016. [Online]. Available: <http://teknikelektronika.com/pengertian-saklar-listrik-cara-kerjanya/>.
- [7] R. D. P. Blocher, *Dasar Elektronika*, Yogyakarta: CV. Andi, 2003.
- [8] <http://ym-try.blogspot.com/2014/02/atmega328.html>

[9] <https://www.scribd.com/document/325225602/MAKALAH-KAPASITOR>

[10] <http://rapitamala1.blogspot.com/2016/02/makalah-stroke-ilmu-kesehatan-masyarakat.html>

