

**SIMULASI *TILTING TABLE* ELEKTRIK UNTUK TERAPI
BERDIRI**

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



Oleh :

Satria Dwi Ananta

NIM 15.04.058

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

SEMARANG

2018



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : SIMULASI *TILTING TABLE* ELEKTRIK UNTUK TERAPI

BERDIRI

NAMA : Satria Dwi Ananta

NIM : 15.04.058

“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, Agustus 2018

Satria Dwi Ananta



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : SIMULASI *TILTING TABLE* ELEKTRIK UNTUK TERAPI

BERDIRI

NAMA : SATRIA DWI ANANTA

NIM : 15.04.058

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

Menyetujui,

Pembimbing

Prima Widyawati W. M.Eng



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : SIMULASI *TILTING TABLE* ELEKTRIK UNTUK TERAPI
BERDIRI

NAMA : SATRIA DWI ANANTA

NIM : 15.04.058

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari Senin tanggal 17 bulan September tahun 2018.

Dewan Penguji:

Anggota 1

Supriyanto, M.Kom
NIDN : 0616037101

KA Prodi DIII Teknik Elektromedik

Basuki Rahmat, M.T
NIDN : 0622057504

Anggota 2

Prima Widyawati W, M.Eng
NIDN : 0609118401

Ketua Penguji

Basuki Rahmat, M.T
NIDN : 0622057504

ABSTRAK

Tilting table dalam bidang kedokteran fisik dan rehabilitasi adalah alat yang membantu mobilisasi dini pada pasien yang tak mampu berdiri sendiri. Tilting table ini seringkali digunakan oleh fisioterapi atau perawat yang sudah terlatih, biasanya di laboratorium elektrofisiologi atau rumah sakit atau klinik. Tilting Table ini digunakan dengan cara meminta pasien berbaring di atas sebuah meja selama sekitar 15 menit. Pasien akan ditahan dengan tali pengaman, kemudian meja akan diputar ke atas sampai pasien berada dalam posisi berdiri sambil tetap terikat di meja. Guna memudahkan dan mengefisiensi tempat atau ruang yang digunakan praktek pada laboratorium elektromedik maka dibuatlah Simulasi Tilting Table Elektrik Untuk Terapi Berdiri.

Simulasi Tilting Table ini dioperasikan dengan sistem digital, dimana terdapat 4 selektor sudut tersebut dihubungkan pada sensor posisi, komparator, driver motor dan motor yang digunakan untuk mengoperasikan alat tersebut, serta terdapat tampilan penunjukan sudut pada seven segment display.

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat Simulasi Tilting Table Elektrik dengan Pengatur Sudut ini dapat berfungsi dengan baik dan dapat melakukan pengaturan sudut yang ditampilkan pada seven segment display serta memiliki nilai presentasi tampilan dan sudut pada alat adalah 0% dan diharapkan dapat mempermudah proses belajar mengajar pada saat praktikum laboratorium mahasiswa elektromedik.

Kata kunci : Tilting Table, sensor posisi, sudut.

ABSTRACT

Tilting table in the field of physical medicine and rehabilitation is a tool that helps early mobilization in patients who cannot stand alone. This tilting table is often used by trained technicians or nurses, usually in the electrophysiology laboratory or hospital or clinic. Tilting Table is used by asking the patient to lie on a table for about 15 minutes. The patient will be held with a safety strap, then the table will be turned upwards until the patient is in a standing position while remaining tied to the table. In order to facilitate and efficiently place or use the space used in the electromedical laboratory, an Electric Tilting Table Simulation with Angle Regulator is made.

Simulation Tilting table this is operated with a digital system, where there are 4 corner selectors connected to the position sensor, comparator, motor driver and motor used to operate the tool, and there is a corner designation display on the seven segment display.

Based on the results of the design that has been done, it can be concluded that the Electric Seamulation Table with this Angle Regulator can function properly and can adjust the angle displayed on the seven segment display and has a presentation value and angle on the tool is 0% and is expected to facilitate teaching and learning process at the time of the electromedic student laboratory practicum.

Keywords: Tilting Table, position sensor, angle.

KATA PENGANTAR

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

Karya tulis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan ujian akhir pada program Diploma III Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang. Karya tulis ini penulis beri judul **Simulasi Tilting Table Untuk Terapi Berdiri.**

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. Ibu Prima Widyawati W. M,Eng. selaku pembimbing, terima kasih atas segala bimbingan, arahan dan koreksiya selama proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak, Ibu, kakak 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 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, 4 September 2018

Penulis

Satria Dwi Ananta

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------------------------------|------------|
| PERNYATAAN PENULIS | ii |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN..... | iii |
| ABSTRAK..... | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 15 |
| 1.1 Latar Belakang | 15 |
| 1.2 Tujuan | 16 |
| 1.3 Pembatasan Masalah | 16 |
| 1.4 Daftar Istilah..... | 16 |
| BAB II DASAR TEORI..... | 18 |
| 2.1 Kelompokan..... | 18 |
| 2.1.1 <i>Pengertian Kelompokan.....</i> | <i>18</i> |
| 2.1.2 <i>Penyebab Kelompokan.....</i> | <i>18</i> |
| 2.2 Gambaran Umum Alat <i>Tilting Table</i> | 20 |
| 2.2.1 <i>Pengertian.....</i> | <i>20</i> |
| 2.2.2 <i>Prosedur Pemakaian.....</i> | <i>21</i> |
| 2.3 <i>Seven Segment Display</i> | 21 |
| 2.3.1 <i>Pengenalan Seven Segment Display.....</i> | <i>21</i> |
| 2.3.2 <i>Jenis – Jenis Seven Segment.....</i> | <i>22</i> |
| 2.4 Resistor | 23 |
| 2.4.1 <i>Pengertian Resistor.....</i> | <i>23</i> |
| 2.4.2 <i>Simbol Resistor</i> | <i>24</i> |
| 2.4.3 <i>Cincin Warna Pola Resistor</i> | <i>25</i> |
| 2.5 Fuse | 26 |
| 2.5.1 <i>Pengertian dan Fungsi Fuse</i> | <i>26</i> |
| 2.6 Transformator (Trafo)..... | 27 |

| | | |
|----------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6.1. | <i>Pengertian Transformator</i> | 27 |
| 2.6.2. | <i>Transformator Step-Up</i> | 29 |
| 2.6.3. | <i>Transformator Step-Down</i> | 29 |
| 2.6.4. | <i>AutoTransformator</i> | 30 |
| 2.7 | Dioda | 30 |
| 2.7.1. | <i>Pengertian Dioda</i> | 30 |
| 2.7.2. | <i>Fungsi Dioda</i> | 32 |
| 2.7.3. | <i>Pengertian dan Cara Kerja Dioda Bridge</i> | 32 |
| 2.8 | Kapasitor | 34 |
| 2.8.1. | <i>Kode Warna Pada Kapasitor</i> | 34 |
| 2.8.2. | <i>Wujud dan Macam Kapasitor</i> | 35 |
| 2.9 | Saklar | 37 |
| 2.9.1. | <i>Prinsip Kerja Saklar</i> | 38 |
| 2.10 | Sensor Posisi | 38 |
| 2.10.1 | <i>Pengertian Sensor Posisi Potensiometer</i> | 39 |
| 2.11 | Motor DC | 40 |
| 2.11.1 | <i>Pengertian Motor DC</i> | 40 |
| 2.11.2 | <i>Prinsip Kerja Motor DC</i> | 41 |
| 2.11.3 | <i>Bagian-bagian Motor DC</i> | 41 |
| 2.12 | Komparator | 45 |
| 2.12.1 | <i>Window Komparator</i> | 47 |
| 2.13 | Analog to Digital Converter (ADC) | 47 |
| 2.14 | Op-Amp | 48 |
| BAB III | PERENCANAAN ALAT | 51 |
| 3.1 | Tahapan Perencanaan | 51 |
| 3.2 | Spesifikasi Alat | 52 |
| 3.3 | Blok Diagram | 52 |
| 3.4 | Penjelasan Blok Diagram | 54 |
| 3.5 | Perencanaan <i>Wiring Diagram</i> dan Komponen | 55 |
| 3.5.1 | <i>Perencanaan Rangkaian Power Supply</i> | 55 |
| 3.5.2 | <i>Perencanaan Rangkaian Window Komparator</i> | 56 |
| 3.5.3 | <i>Perencanaan Rangkaian Driver Motor</i> | 59 |

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.4 | <i>Perencanaan Rangkaian ADC</i> | 61 |
| 3.6 | Perencanaan Chassing | 63 |
| 3.7 | Perencanaan Pemakaian <i>Simulasi Tilting Table</i> | 64 |
| 3.8 | Persiapan Alat dan Bahan | 65 |
| 3.9 | Pembuatan Modul | 65 |
| 3.10 | Pembuatan Papan Rangkaian (PCB) | 65 |
| BAB IV | PENGUKURAN DAN PENDATAAN | 67 |
| 4.1 | Pengertian | 67 |
| 4.2 | Persiapan pengukuran | 67 |
| 4.3 | Metode pengukuran | 67 |
| 4.4 | Hasil Pengukuran | 69 |
| BAB V | PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA | 73 |
| 5.1 | Rangkaian Keseluruhan | 73 |
| 5.2 | Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan | 73 |
| 5.3 | Analisis data hasil pengukuran | 74 |
| 5.3.1 | <i>Analisa TP 1a dan 1b</i> | 75 |
| 5.3.2 | <i>Analisa TP 2 dan TP 3</i> | 75 |
| 5.3.3 | <i>Analisa Akurasi Penampil Sudut</i> | 76 |
| 5.3.4 | <i>Analisa TP 5 ADC</i> | 77 |
| BAB VI | PENUTUP | 79 |
| 6.1 | Kesimpulan | 79 |
| 6.2 | Saran | 79 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1 Seven Segment Tipe Katoda..... | 23 |
| Gambar 2 Seven Segment Tipe Anode..... | 23 |
| Gambar 3 Bentuk Fisik Resistor..... | 24 |
| Gambar 4 Simbol Resistor Tetap..... | 24 |
| Gambar 5 Cincin Warna Pola Resistor..... | 25 |
| Gambar 6 Bentuk Fisik Fuse..... | 27 |
| Gambar 7 Simbol Fuse..... | 27 |
| Gambar 8 Trafo Step-Up..... | 29 |
| Gambar 9 Trafo Step-Down..... | 29 |
| Gambar 10 Auto Transformator..... | 30 |
| Gambar 11 Simbol dan Grafik Karakteristik dioda..... | 31 |
| Gambar 12 Dioda Bias Maju..... | 31 |
| Gambar 13 Dioda Bias Mundur..... | 32 |
| Gambar 14 Rangkaian Dioda Bridge..... | 32 |
| Gambar 15 Dioda Bridge Selama Siklus Negatif..... | 33 |
| Gambar 16 Grafik Tegangan Input & Output..... | 33 |
| Gambar 17 Kapasitor Keramik Beserta Lambangnya..... | 36 |
| Gambar 18 Kapasitor Elektrolit Beserta Lambangnya..... | 36 |
| Gambar 19 Kapasitor Variabel Beserta Lambangnya..... | 37 |
| Gambar 20 Kapasitor Trimmer Beserta Lambangnya..... | 37 |
| Gambar 21 Bentuk Fisik Saklar..... | 38 |
| Gambar 22 Prinsip Kerja Saklar..... | 38 |
| Gambar 23 Sensor Posisi..... | 39 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 24 Arah medan magnet | 41 |
| Gambar 25 Bagian-bagian Motor DC | 45 |
| Gambar 26 IC Komparator | 46 |
| Gambar 27 Window Komparator..... | 47 |
| Gambar 28 ADC TC 7107 | 48 |
| Gambar 29 Simbol IC Op-Amp..... | 49 |
| Gambar 30 Blok Diagram Simulasi Tilting Table | 52 |
| Gambar 31 Wiring Diagram Rangkaian Power Supply | 56 |
| Gambar 32 Wiring Diagram Rangkaian Window Komparator | 58 |
| Gambar 33 Wiring Diagram Rangkaian Driver Motor | 60 |
| Gambar 34 Wiring Diagram Rangkaian ADC | 62 |
| Gambar 35 Chassing Control dan Bed Simulasi Tilting Table Tampak Depan | 63 |
| Gambar 36 Chassing Control Simulasi Tilting Table Tampak Belakang..... | 63 |
| Gambar 37 Rangkaian Pengendali Keseluruhan..... | 73 |

DAFTAR TABEL

| | |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1 Warna Pada Kapasitor..... | 34 |
| Tabel 2 Daftar Komponen Rangkaian Power Supply | 56 |
| Tabel 3 Daftar Komponen Rangkaian Komparator | 59 |
| Tabel 4 Daftar Komponen Rangkaian Driver Motor | 60 |
| Tabel 5 Daftar Komponen Rangkaian ADC | 62 |
| Tabel 6 Pengukuran TP 1 Menggunakan Multimeter Digital | 69 |
| Tabel 7 Pengukuran TP 2 Menggunakan Multimeter Digital | 70 |
| Tabel 8 Pengukuran TP 3 Menggunakan Multimeter Digital | 70 |
| Tabel 9 TP 4 Membandingkan Sudut Tampilan dan Sudut Aktual | 71 |
| Tabel 10 TP 5 ADC | 72 |
| Tabel 11 Pengukuran Saat Selektor Pada Posisi 25 Derajat | 76 |
| Tabel 12 Hasil Analisa TP 4 | 77 |
| Tabel 13 Analisa TP 5 ADC | 78 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tilting table dalam bidang kedokteran fisik dan rehabilitasi adalah alat yang membantu mobilisasi dini pada pasien yang tak mampu berdiri sendiri. *Tilting table* ini seringkali digunakan oleh fisioterapis atau perawat yang sudah terlatih, biasanya di laboratorium *elektrofisiologi* atau rumah sakit atau klinik. *Tilting Table* ini digunakan dengan cara meminta pasien berbaring di atas sebuah meja selama sekitar 15 menit. Pasien akan ditahan dengan tali pengaman, kemudian meja akan diputar ke atas sampai pasien berada dalam posisi berdiri sambil tetap terikat di meja. Hal ini dilakukan untuk menirukan pergerakan dari posisi berbaring ke posisi berdiri yang vertikal. Setelah itu, pasien akan diminta tetap berdiri selama 45 menit. Secara keseluruhan, tes ini biasanya membutuhkan waktu sampai 90 menit, apabila kedua tahap tes dilakukan, dan sampai hanya 40 menit saja, apabila hanya tahap pertama dari tes yang dilakukan.

Terkadang mahasiswa mengalami kendala dalam mata kuliah peralatan terapi di Prodi D-III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang, terutama pada media pengajaran atau alat peraga yang minim. Dalam hal ini penulis memberi contoh jika ada pengajar sedang menerangkan tentang alat terapi berupa *Tilting Table*. Dapat kita bayangkan, jika ada mahasiswa baru yang belum mengenal jenis-jenis alat terapi, pasti hanya dapat membayangkan saja bentuk serta cara kerjanya, dan sangat mungkin mahasiswa tidak dapat dengan mudah memahami materi tanpa

adanya alat peraga. Mahasiswa pasti hanya akan tahu nama alat *Tilting Table* secara teori tanpa melihat bagaimana bentuk aslinya.

Maka dari itu penulis ingin membuat modul simulasi alat terapi tersebut sebagai tugas akhir dengan judul *SIMULASI TILTING TABLE ELEKTRIK DENGAN PENGATUR SUDUT*.

1.2 Tujuan

Dalam tujuan karya tulis ini, penulis bertujuan untuk :

- a. Membuat alat *Simulasi Tilting Table Elektrik Untuk Terapi Berdiri* dapat berkerja dengan baik dan dapat melakukan pengaturan sudut dengan teratur.
- b. Menganalisa dan menguji fungsi kerja alat *Simulasi Tilting Table Elektrik Untuk Terapi Berdiri*.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada karya tulis ini, penulis membatasi masalah sebagai berikut :

- a. Alat ini hanya berfungsi untuk simulasi / alat peraga praktek dengan design yang praktis.
- b. Pemilihan selektor sudut hanya sebatas pada sudut 0° , 25° , 45° , 90° .

1.4 Daftar Istilah

- a. *Tilting Table* adalah Alat terapi yang digunakan untuk berlatih berdiri bagi pasien yang lumpuh atau *Stroke*.
- b. Teknisi adalah seseorang yang menguasai bidang teknologi tertentu yang lebih banyak memahami teori bidang tersebut, seperti insinyur.

- c. *Elektrofisiologi* adalah studi sifat kelistrikan sel dan jaringan biologis, yang melibatkan pengukuran perubahan voltase atau arus listrik pada sejumlah skala dari protein saluran ion, ke semua jaringan seperti jantung.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kelumpuhan

2.1.1 Pengertian Kelumpuhan

Kelumpuhan adalah kehilangan kemampuan menggerakkan salah satu otot tubuh atau lebih untuk sementara waktu atau bahkan secara permanen. Kelumpuhan bisa total, dimana tidak ada gerakan sama sekali pada otot yang bermasalah, atau hanya secara parsial, yang mana otot tersebut masih dapat bergerak namun gerakannya terbatas atau lemah. Kelumpuhan bisa fokal pada salah satu bagian tubuh saja, atau menyeluruh, mengenai seluruh otot tubuh. Kelumpuhan juga bisa terjadi mendadak atau bertahap, dengan atau tanpa didahului gangguan sensorik seperti kesemutan dan mati rasa [1] .

2.1.2 Penyebab Kelumpuhan

Kelumpuhan dapat terjadi karena faktor bawaan lahir atau kondisi medis tertentu. *Cedera* juga dapat menjadi salah satu alasan seseorang menjadi lumpuh, misalnya karena kecelakaan atau tindakan operasi.

Salah satu kelainan yang dapat menyebabkan kelumpuhan adalah *celebral palsy*. *Celebral palsy* adalah kelainan pada otak, bisa karena gangguan dalam proses perkembangannya saat dalam kandungan, atau karena terjadi cedera pada otak saat proses kelahiran atau setelahnya. Kelainan ini menyebabkan gangguan dalam pergerakan dan sistem koordinasi anak. *Cerebral palsy* dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti infeksi saat

kehamilan, kelainan pada pertumbuhan otak janin, perdarahan otak, kelahiran prematur, atau proses melahirkan yang sulit.

Kondisi medis lain yang dapat menyebabkan kelumpuhan di antaranya adalah:

1. Stroke. Pada stroke terdapat gangguan aliran darah pada otak. Bagian otak yang aliran darahnya terganggu akan kekurangan oksigen dan nutrisi yang diperlukan untuk bekerja, sehingga terjadi kerusakan sel-sel di area tersebut, yang kemudian menyebabkan kelumpuhan.
2. *Multiple sclerosis*. Kerusakan saraf akibat reaksi abnormal pada sistem kekebalan tubuh yang menyerang selaput pelindung saraf (mielin). Kondisi ini dapat mengganggu aliran sinyal yang dikirim dari dan menuju otak.
3. Cedera otak. Cedera yang disebabkan oleh benturan keras pada tengkorak dapat merusak pembuluh darah, otot, dan saraf pada otak. Umumnya, seseorang akan mengalami kelumpuhan pada bagian kiri tubuh jika kerusakan terjadi pada bagian kanan otak, dan kelumpuhan bagian kanan saat otak kiri yang rusak.

Cedera saraf tulang belakang. Saraf tulang belakang adalah bagian dari sistem saraf utama tubuh, dan menjadi saraf utama yang mengalirkan sinyal dari dan menuju otak serta tubuh secara keseluruhan. Tingkat keparahan kelumpuhan yang terjadi akan tergantung dari lokasi cedera atau kerusakan yang dialami. Semakin dekat dengan leher, maka semakin parah juga kondisinya. Dalam kondisi patah tulang leher, penderita mungkin akan

mengalami kelumpuhan yang dapat mengakibatkan fungsi paru dan otot-otot pernapasan terganggu.

2.2 Gambaran Umum Alat *Tilting Table*

2.2.1 Pengertian

Tilting table dalam bidang kedokteran fisik dan rehabilitasi adalah alat yang membantu mobilisasi dini pada pasien yang tak mampu berdiri sendiri. Menurut beberapa literatur menyebutkan bahwa pasien yang mengalami cedera sum-sum tulang belakang (*Spinal Cord Injury*), cedera otak (*Traumatic Brain Injury*), *stroke*, *Guillan Barre Syndrome*, *Parkinson*, luka bakar dan pasien kanker dengan tirah baring lama (tinggal di tempat tidur dalam jangka waktu yang lama) dapat memperoleh keuntungan dengan alat ini. Pada penderita dengan tirah baring lama rawan mengalami komplikasi seperti hipotensi postural, yaitu penurunan tekanan darah akibat perubahan posisi yang dapat menyebabkan pingsan; *kontraktur* atau kekakuan sendi; dan *osteoporosis* atau keropos tulang. *Tilting table* dapat mengurangi resiko *hipotensi* postural dengan posisi tegak yang bertahap dari horizontal ke vertikal. Untuk mencegah *osteoporosis*, *tilting table* memfasilitasi *weight bearing* sehingga memperlambat kehilangan kalsium. Keuntungan lainnya dari alat ini yaitu dapat mencegah kontraktur dengan posisi tegak, mengurangi *spastisitas*, meningkatkan kontrol togok (*trunk*), serta meningkatkan konsep diri secara fisik.

2.2.2 Prosedur Pemakaian

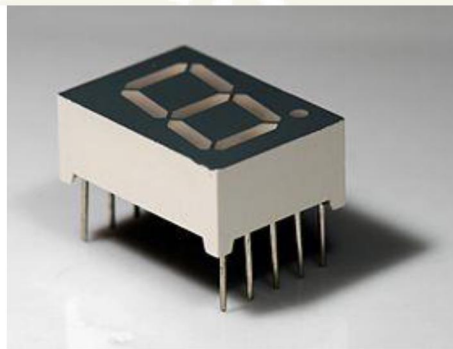
Pasien tidak memerlukan persiapan khusus. Dokter spesialis Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi akan memberi penjelasan mengenai tujuan, prosedur pemakaian, dan tanda-tanda bahaya yang wajib dilaporkan pasien selama pemakaian *tilting table*. Fisioterapis kemudian melakukan pengecekan *tilting table* dan alat monitor tanda vital. Posisi awal pasien yaitu berbaring pada *tilting table* dengan telapak kaki diletakkan pada tempat kaki (*foot plate*). Selanjutnya fisioterapis memasang sabuk pengaman (*harness*) pada dada, paha, dan lutut pasien. Setelah mengecek keamanan pasien dan mengatur waktu latihan yang diinginkan, *tilting table* dinaikkan bertahap hingga posisi tegak (90°). Pada *range* $25^\circ - 50^\circ$ meja dihentikan atau dijeda dengan waktu antara 10 – 15 menit, kemudian pada setiap perubahan sudut pasien ditanya keluhannya dan dilakukan pengecekan tanda vital. Dokter spesialis Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi selalu mendampingi pasien selama latihan berlangsung. Bila ada tanda terasa mau pingsan seperti pusing, pucat, penglihatan kabur, posisi *tilting table* dikembalikan ke posisi awal yaitu mendatar (0°) dan tanda vital pasien dievaluasi hingga stabil. Pada *tilting table* juga dilengkapi asesoris seperti meja sehingga pasien dapat melakukan aktivitas menggunakan anggota gerak atasnya selama waktu pelaksanaan latihan.

2.3 *Seven Segment Display*

2.3.1 *Pengenalan Seven Segment Display*

Layar tujuh segmen (bahasa Inggris: *Seven-segment display*) adalah salah satu perangkat layar untuk menampilkan sistem angka desimal yang

merupakan alternatif dari layar *dot-matrix*. Layar tujuh segmen ini seringkali digunakan pada jam digital, meteran elektronik, dan perangkat elektronik lainnya yang menampilkan informasi numerik. Ide mengenai layar tujuh segmen ini sudah cukup tua. Pada tahun 1910 misalnya, sudah ada layar tujuh segmen yang diterangi oleh lampu pijar yang digunakan pada panel sinyal kamar ketel suatu pembangkit listrik [2].



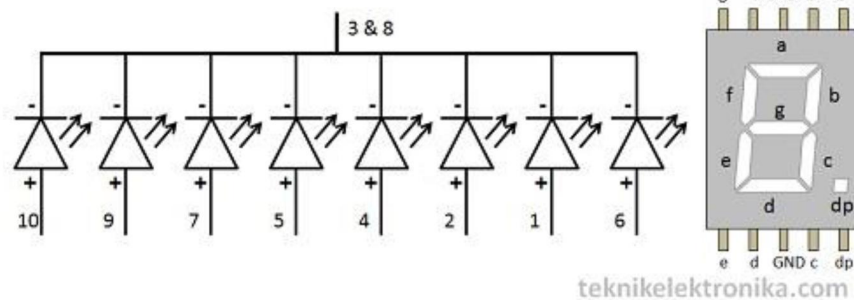
Gambar 1 *Seven Segment Display*

2.3.2 *Jenis – Jenis Seven Segment*

a) LED 7 Segmen jenis *Common Cathode* (Katoda)

Kaki Katoda pada semua segmen LED adalah terhubung menjadi 1 Pin, sedangkan Kaki Anoda akan menjadi Input untuk masing-masing Segmen LED. Kaki Katoda yang terhubung menjadi 1 Pin ini merupakan Terminal Negatif (-) atau Ground sedangkan Signal Kendali (Control Signal) akan diberikan kepada masing-masing Kaki Anoda Segmen LED.

TIPE COMMON CATHODE (Common Katoda)

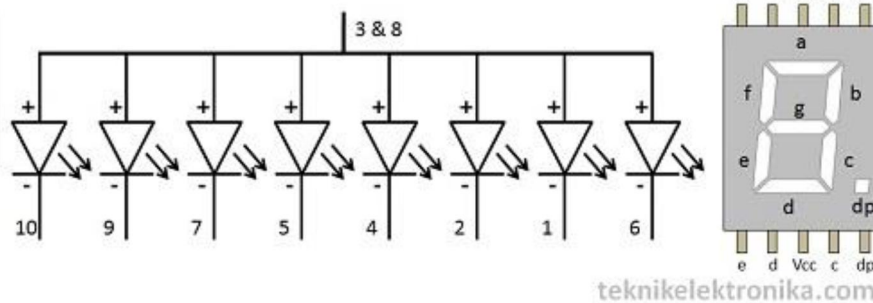


Gambar 1 Seven Segment Tipe Katoda

b) LED 7 Segmen jenis Common Anode (Anoda)

Kaki Anoda pada semua segmen LED adalah terhubung menjadi 1 Pin, sedangkan kaki Katoda akan menjadi Input untuk masing-masing Segmen LED. Kaki Anoda yang terhubung menjadi 1 Pin ini akan diberikan Tegangan Positif (+) dan Signal Kendali (control signal) akan diberikan kepada masing-masing Kaki Katoda Segmen LED.

TIPE COMMON ANODE (Common Anoda)



Gambar 2 Seven Segment Tipe Anode

2.4 Resistor

2.4.1. Pengertian Resistor

Resistor (hambatan) adalah komponen elektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena berfungsi sebagai

pengatur arus listrik. Resistor (hambatan) dapat disingkat dengan huruf “R” (huruf R besar). Satuan resistor (hambatan) adalah Ohm.

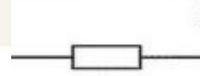
Sebuah hambatan mempunyai cincin pertama, cincin kedua, cincin ketiga (*multifier*), cincin keempat (toleransi), dan cincin kelima (kualitas).



Gambar 3 Bentuk Fisik Resistor

2.4.2. *Simbol Resistor*

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



Gambar 4 Simbol Resistor Tetap

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

2.4.3. Cincin Warna Pola Resistor

a. Resistor dengan 4 cincin kode warna

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

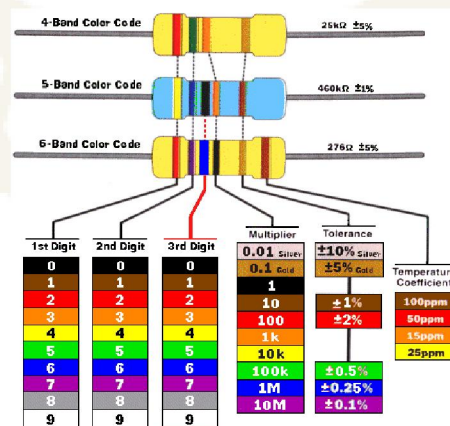
b. Resistor dengan 5 cincin kode warna

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

Umumnya dipasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10, dan 20 watt umumnya berbentuk blok berwarna putih dan nilai resistansinya dicetak langsung debadanya misalnya 1K [3].



Gambar 5 Cincin Warna Pola Resistor

2.5 Fuse

2.5.1. Pengertian dan Fungsi Fuse

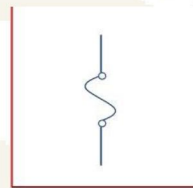
Fuse adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam Rangkaian Elektronika maupun perangkat listrik. *Fuse* (Sekering) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh Arus Listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (*shortcircuit*) dalam sebuah peralatan listrik / Elektronika. Dengan putusnya *Fuse* (sekering) 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 [4].

Fuse (Sekering) terdiri dari 2 Terminal dan biasanya dipasang secara Seri dengan Rangkaian Elektronika / Listrik yang akandilindunginya sehingga apabila *Fuse* (Sekering) tersebut terputus maka akan terjadi “*Open Circuit*” yang memutuskan hubungan aliran listrik agar arus listrik tidak dapat mengalir masuk ke dalam Rangkaian yang dilindunginya.



Gambar 6 Bentuk Fisik *Fuse*

Berikut ini adalah Simbol *Fuse* (Sekering) dan posisi pemasangan *Fuse* secara umum:



Gambar 7 Simbol *Fuse*

Bentuk *Fuse* (Sekering) yang paling sering ditemukan adalah berbentuk tabung (*silinder*) dan Pisau (*BladeType*). *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)).

2.6 Transformator (Trafo)

2.6.1. Pengertian Transformator

Transformator atau yang biasanya disebut *trafo* adalah sebuah komponen elektronika yang menggunakan prinsip elektromagnetik. *Trafo* mempunyai 2 bagian yaitu bagian *input* (primer) dan bagian *output*

(sekunder). Pada bagian primer ataupun bagian sekunder terdiri dari lilitan-lilitan tembaga [5].

Pada bagian primer, tegangan yang masuk disebut dengan tegangan primer (V_p) dengan lilitannya disebut dengan lilitan primer (N_p), sedangkan pada bagian sekunder tegangan yang masuk disebut dengan tegangan sekunder (V_s) dengan lilitannya disebut dengan lilitan sekunder (N_s) [6].

Dengan demikian didapatkan hubungan bahwa :

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

Dimana :

V_p = Tegangan primer (volt)

V_s = Tegangan sekunder (volt)

N_p = Jumlah lilitan primer (lilitan)

N_s = Jumlah lilitan sekunder (lilitan)

I_s = Arus primer (Ampere)

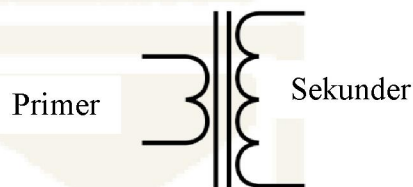
I_p = Arus sekunder (Ampere)

Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan *fluks* magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. *Fluks* bolak-balik ini menginduksikan Gaya Gerak Listrik (GGL) dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua

daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder berikut adalah jenis-jenis dari *transformator*:

2.6.2. *Transformator Step-Up*

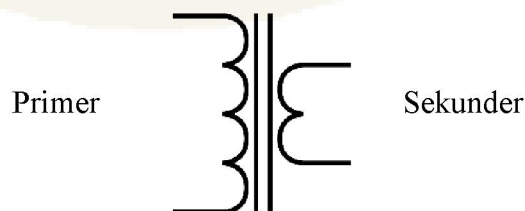
Transformator step-up adalah *transformator* yang memiliki lilitan primer lebih sedikit dari lilitan sekunder. Aplikasi dari *transformator* jenis ini biasa kita lihat pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.



Gambar 8 *Trafo Step-Up*

2.6.3. *Transformator Step-Down*

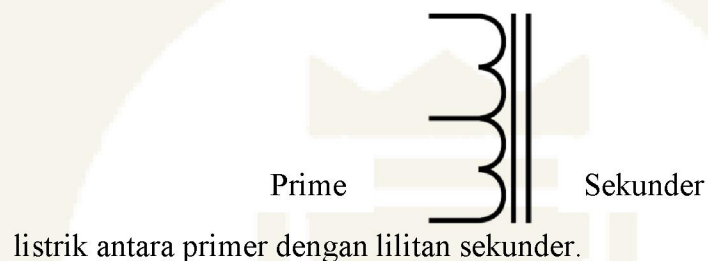
Transformator step-down adalah *transformator* yang memiliki lilitan primer lebih banyak dari lilitan sekunder, sama seperti trafo sebelumnya, jumlah lilitan ini mempengaruhi dari tegangan keluarannya, sehingga tegangan keluaran akan dikecilkan. Aplikasi dari trafo jenis ini sering kita lihat pada adaptor dan *power supply*.



Gambar 9 *Trafo Step-Down*

2.6.4. *AutoTransformer*

Transformer jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Dalam trafo ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder. Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga tarf daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan dengan trafo biasa. Transformator jenis ini tidak dapat memberikan isolasi secara

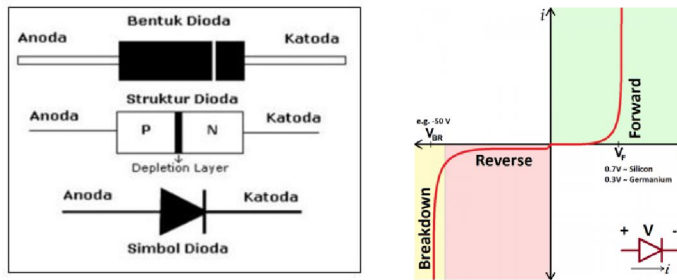


Gambar 10 *Auto Transformer*

2.7 Dioda

2.7.1. *Pengertian Dioda*

Dioda adalah komponen aktif elektronika yang berfungsi untuk membuat arus mengalir hanya dalam satu arah saja. Dioda mempunyai elektroda yang bermuatan kutub (+) dan kutub (-) [6]. Simbol dioda diperlihatkan seperti pada gambar 11.

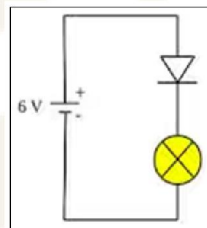


Gambar 11 Simbol dan Grafik Karakteristik dioda

Dioda mempunyai 2 macam keadaan yaitu :

a. Dioda bias maju

Dioda bias maju terjadi jika anoda dihubungkan pada polaritas positif batere, sedangkan katoda pada polaritas negatif seperti gambar dibawah ini

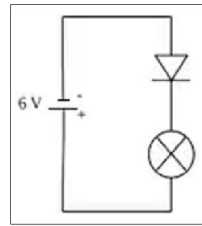


Gambar 12 Dioda Bias Maju

Keadaan dioda diatas disebut dengan arah maju (*forward-bias*) aliran arus dari anoda menuju katoda, dan aksinya sama dengan rangkaian tertutup.

b. Dioda bias mundur

Dioda bias mundur terjadi jika katoda dihubungkan pada polaritas baterai, sedangkan anoda pada polaritas negatif seperti gambar berikut



Gambar 13 Dioda Bias Mundur

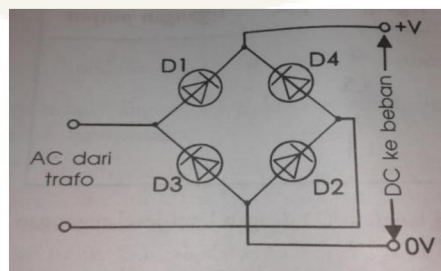
Maka keadaan diatas dapat disebut arah mundur (*Reverse-bias*) dan aksinya sama dengan rangkaian terbuka. Dan mempunyai nilai tahanan dioda relatif sangat besar serta tidak dapat menghandarkan arus [6].

2.7.2. Fungsi Dioda

Secara umum dioda digunakan sebagai penyearah (*rectifier*) arus/tegangan arus bolak-balik (AC) 1 fasa/3 fasa ke dalam bentuk gelombang arus searah (DC). Adapun beberapa jenis dioda, salah satunya adalah dioda *bridge* (penyearah satu gelombang penuh) [6].

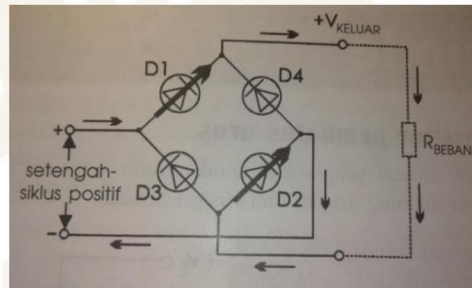
2.7.3. Pengertian dan Cara Kerja Dioda Bridge

Dioda *bridge* merupakan salah satu dioda yang berfungsi untuk mengatur arah polaritas DC yang keluar dari kaki DC agar tidak terjadi pembalikan fase saat sumber arus listrik AC tertukar. Dioda *bridge* terdiri dari 4 buah dioda yang disusun dengan konfigurasi jembatan seperti yang terlihat pada gambar berikut :



Gambar 14 Rangkaian Dioda *Bridge*

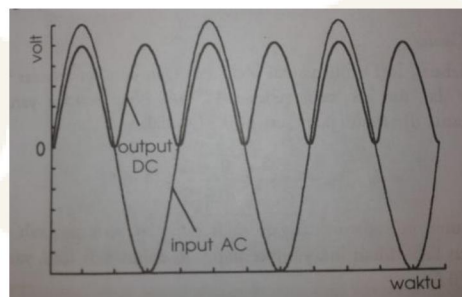
Selama setengah siklus positif, dioda D1 dan dioda D2 diberi bias maju sehingga keduanya menghantarkan arus dioda ke D3 dan D4 diberi bias mundur dan oleh karena itu D3 dan D4 tidak menghantarkan arus. Arus mengalir melalui beban sebagaimana diperlihatkan pada diagram berikut :



Gambar 15 Dioda Bridge Selama Siklus Negatif

Selama setengah siklus negatif, dioda D1 dan dioda D2 diberi bias mundur sehingga keduanya tidak menghantarkan arus. Dioda D3 dan dioda D4 memperoleh bias maju dan menghantarkan arus listrik.

Kesimpulannya adalah bahwa arus terus mengalir melewati beban, pada arah yang sama sebagaimana sebelumnya. Berikut merupakan grafik tegangan input dan output :



Gambar 16 Grafik Tegangan *Input & Output*

Rangkaian penyearah tetap menghasilkan output selama berlangsungnya kedua siklus setengah gelombang, sehingga rangkaian

ini efisien. Rangkaian tersebut disebut dengan rangkaian penyearah gelombang penuh. Didalam tiap siklus setengah gelombang, arus mengalir melewati dua buah dioda dan dengan demikian amplitudo output yang dihasilkan adalah sebesar amplitudo input dikurang 2x jatuh tegangan maju [7].

2.8 Kapasitor

Kondensator (kapasitor) adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator mempunyai 2 kaki dan 2 kutub, yaitu kutub positif dan kutub negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung. Berikut merupakan bentuk fisik dan simbol untuk kondensator (kapasitor). Kondensator memiliki satuan yang disebut *Farad*. Satu *farad* = $9 \times 10^{11} \text{cm}^2$. Artinya luas permukaan kepingan tersebut menjadi 1 farad sama dengan 10^6 mikroFarad (μF), jadi $1 \mu F = 9 \times 10^5 \text{cm}^2$ ^[13]. Satuan-satuan sentimeter persegi (cm^2) jarang sekali digunakan karena kurang praktis, satuan yang banyak digunakan adalah :

$$1 \text{ Farad} = 1.000 \mu F \text{ (mikroFarad)}$$

$$1 \mu F = 1.000 \text{ nF (nanoFarad)}$$

$$1 \text{ nF} = 1.000 \text{ pF (picoFarad)}$$

2.8.1. Kode Warna Pada Kapasitor

Seperti halnya resistor, kapasitor mempunyai kode warna untuk menentukan besarnya kapasitansi. Pada tabel berikut terdapat kode warna kapasitor :

Tabel 1 Warna Pada Kapasitor

| Warna | Nomor | Faktor perkalian | Toleransi | Volume maksimum |
|--------|-------|------------------|-------------|-----------------|
| Hitam | 0 | 100 V | | |
| Coklat | 1 | $\times 10^1$ | | 250 V |
| Merah | 2 | $\times 10^2$ | | 250 V |
| Jingga | 3 | $\times 10^3$ | | 400 V |
| Kuning | 4 | $\times 10^4$ | | 400 V |
| Hijau | 5 | $\times 10^5$ | | 630 V |
| Biru | 6 | 6 | | 630 V |
| Ungu | 7 | | | 630 V |
| Abu | 8 | | | 630 V |
| Putih | 9 | | $\pm 10 \%$ | 630 V |

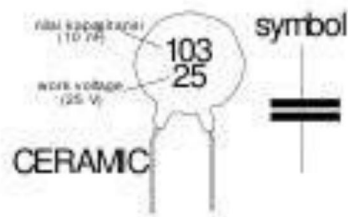
2.8.2. *Wujud dan Macam Kapasitor*

Berdasarkan kegunaannya, kapasitor terdiri atas kapasitor tetap dan kapasitor variabel yang nilainya dapat diubah. Kondensator tetap ialah kondensator yang nilainya konstan dan tidak berubah-ubah. Berikut merupakan jenis kapasitor tetap :

a. Kapasitor Keramik

Kapasitor keramik mempunyai bentuk bulat atau persegi panjang. Dalam pemasangan kapasitor keramik dalam rangkaian (PCB) boleh bolak balik karena tidak mempunyai titik positif dan titik negatif.

Kapasitor jenis ini mempunyai kapasitas mulai dari beberapa pikoFarad sampai dengan ratusan kilopikoFarad (kpF) dengan tegangan kerja maksimal 25 volt – 100 volt, tetapi ada juga yang sampai ribuan volt.



Gambar 17 Kapasitor Keramik Beserta Lambangnya

b. Kapasitor *Polyster*

Pada dasarnya sama saja dengan kapasitor keramik begitu juga cara menghitung nilai kapasitansinya. Bentuknya persegi empat, biasanya mempunyai warna merah, coklat dan sebagainya.

c. Kapasitor Kertas

Kapasitor kertas adalah kapasitor yang isolatornya atau dielektriknya terbuat kertas dan umumnya mempunyai nilai kapasitansi berkisar antara 300pF sampai 4 μ F. Kapasitor kertas tidak memiliki arah polaritas atau dengan kata lain dapat dipasang bolak-balik pada rangkaian elektronika.

d. Kapasitor Elektrolit

Kapasitor elektrolit biasanya berbentuk tabung yang mempunyai 2 kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai dengan kaki yang panjang positif, sedangkan yang pendek negatif. Nilai kapasitansinya dari 0,47 μ F (mikroFarad) sampai ribuan mikroFarad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt.



Gambar 18 Kapasitor Elektrolit Beserta Lambangnya

Selain kapasitor tetap, kapasitor juga mempunyai jenis lain yaitu :

a. Kapasitor Variabel

Kapasitor variabel (nilai kapasitansinya dapat diubah-ubah) Kapasitor variabel dan timer adalah jenis kondensator yang dapat diubah-ubah. Kapasitor ini dapat dirubah kapasitansinya karena secara fisik mempunyai poros yang dapat diputar dengan menggunakan obeng. Kapasitor variabel mempunyai kapasitas maksimum sekitar 100 pF (pikoFarad) sampai 500 pF ($100\text{Pf} = 0,00001 \mu\text{F}$). Berikut merupakan gambar dan lambang dari kapasitor variabel.



Gambar 19 Kapasitor Variabel Beserta Lambangnya

b. Kapasitor *Trimmer*

Kapasitor *trimmer* biasanya dirangkai secara paralel dengan variabel kapasitor yang berfungsi untuk menempatkan pemilihan gelombang frekuensi tersebut. Kapasitor trimmer mempunyai kapasitas dibawah 100 pF (pikoFarad). Berikut merupakan simbol dari kapasitor trimer [6].



Gambar 20 Kapasitor *Trimmer* Beserta Lambangnya

2.9 Saklar

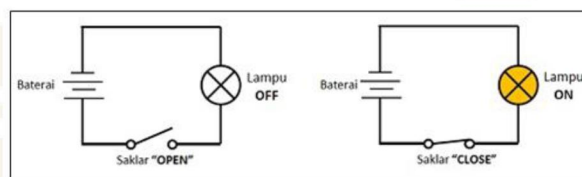
Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya. Jadi, saklar pada dasarnya adalah alat penyambung atau pemutus aliran listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronika arus lemah [6].



Gambar 21 Bentuk Fisik Saklar

2.9.1. Prinsip Kerja Saklar

Saklar memiliki 2 keadaan yaitu NO (*Normally Open*) untuk Saklar yang berada pada keadaan Terbuka (*Open*) yang berarti terjadinya pemutusan aliran listrik, dan *Normally Close* (NC) adalah saklar yang berada pada keadaan Tertutup (*Close*) yang berarti terjadi sambungan aliran listrik. Keadaan tersebut dapat dijelaskan kedalam gambar 33 [8].

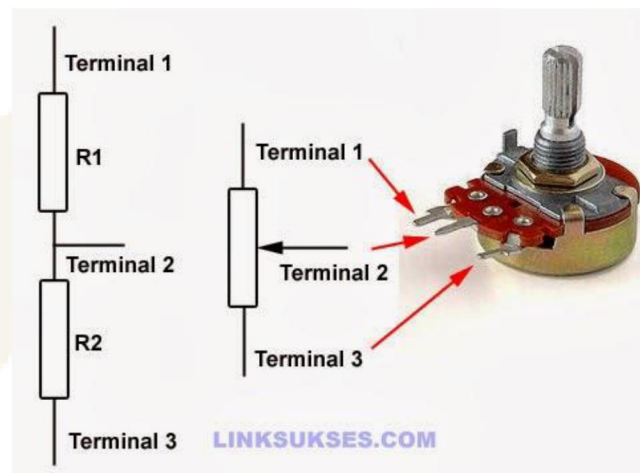


Gambar 22 Prinsip Kerja Saklar

2.10 Sensor Posisi

2.10.1 Pengertian Sensor Posisi Potensiometer

Potensiometer merupakan salah satu contoh dari sensor mekanis. Sensor Mekanis merupakan sensor yang mendeteksi perubahan gerak, seperti perpindahan atau pergeseran dll [9].



Gambar 23 Sensor Posisi

Dalam hal ini potensiometer digunakan sebagai sensor posisi, karena memiliki kelebihan antara lain, Dari Segi mekanik, potensiometer dapat diletakkan pada posisi yang kita inginkan karena dilihat dari bentuknya yang simple dan juga mendukung mekanik. Selain itu juga ada banyak pilihan bentuk potensiometer yang tersedia di pasaran. Potensiometer yang tersedia di pasaran terdiri dari beberapa jenis, yaitu: potensiometer karbon, potensiometer *wire wound* dan potensiometer metal film.

Dari Segi Elektrik, Penggunaan potensiometer sebagai sensor posisi cukup praktis karena hanya membutuhkan satu tegangan eksitasi dan biasanya tidak membutuhkan pengolahan sinyal yang rumit.

Dari Segi Programming, Perubahan Posisi dapat diukur dari perubahan resistansi yang dimiliki potensiometer yang sebelumnya telah

dikonversi menjadi sinyal inputan yang sesuai dengan kontroller baik tegangan maupun arus.

2.11 Motor DC

2.11.1 Pengertian Motor DC

Motor arus searah ialah suatu mesin listrik yang berfungsi mengubah energi listrik arus searah menjadi energi gerak atau energi mekanik, dimana energi gerak tersebut berupa rotor. Proses pengkonfersian energi. Listrik menjadi energy mekanik tersebut berlangsung di dalam nedan magnet.

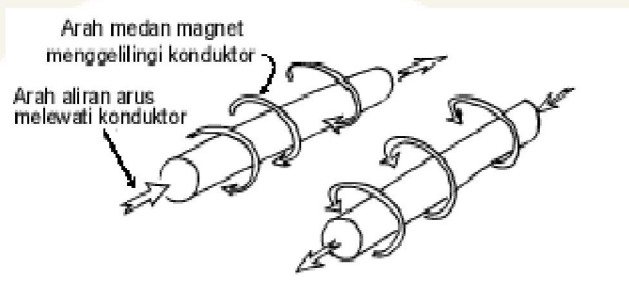
Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.

Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker

dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet [10].

2.11.2 Prinsip Kerja Motor DC

Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.



Gambar 24 Arah medan magnet

Aturan Genggaman Tangan Kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari anda akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar 3 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena bentuk U.

2.11.3 Bagian-bagian Motor DC

Konstruksi Motor Arus Searah (Motor DC) memiliki 8 bagian utama, yaitu : Rangka atau gandar, kutub medan, sikat arang, jumpanan medan, jangkar, kumparan jangkar, celah udara, dan komutator. Berikut ini adalah

penjelasan bagian-bagian untuk konstruksi motor arus searah (Motor DC) [11].

a. Rangka atau Gandar

Rangka motor arus searah (Motor DC), yaitu tempat meletakkan sebagian besar komponen mesin dan melindungi bagian mesin. Rangka juga memiliki fungsi sebagai mengalirkan fluks magnet yang timbul dari kutub – kutub medan. Rangka dibuat dengan menggunakan bahan yang kuat dan memiliki sifat ferromagnetic yang memiliki permeabilitas tinggi untuk melewati fluks magnet itu. Rangka motor arus searah (Motor DC) ini biasa dibuat dari bahan cast steel atau baja tuang atau bisa dari baja lembaran atau rolled steel yang berfungsi sebagai penopang mekanis dan juga sebagai bagian dari rangkaian magnet.

b. Kutub Medan

Kutub medan terdiri dari inti kutub itu sendiri dan sepatu kutub. Sepatu kutub yang berdekatan dengan celah udara yang ada diantara ruang kosong motor arus searah (Motor DC) dibuat lebih besar dari badan inti. Fungsinya untuk menahan kumparan medan di tempatnya, kemudian menghasilkan distribusi fluks magnet yang lebih merata diseluruh jangkar dengan menggunakan permukaan yang melengkung. Inti kutub dari lamisani plat–plat baja yang terisolasi satu sama lain, Sepatu kutub dilaminasi dan dibalut ke inti kutub. Maka kutub medan direkatkan bersama-sama kemudian dibalut pada rangka. Pada inti kutub ini dibelitkan kumparan medan yang terbuat dari kawat tembaga yang berfungsi untuk menghasilkan fluks magnet.

c. Sikat Arang

Sikat Arang adalah jembatan bagi aliran arus ke lilitan jangkar. Maka fungsi dan posisi sikat arang cukup penting sebagai komponen pada motor arus searah (Motor DC) ini. Sikat – sikat ini berbahan dasar karbon dengan tingkat kekerasan material yang bervariasi. Tetapi ada juga pada kasus lain karbon dicampur dengan unsure lain seperti tembaga. Sikat arang pada umumnya harus memiliki kekuatan material yang lebih lunak dari komutator (bagian dari motor arus searah). Tujuannya supaya gesekan yang terjadi antara segmen – segmen komutator dan sikat arang itu sendiri tidak mengakibatkan komutator cepat aus atau usang. Ya sebagai konsekuensi sikat arang untuk komponen yang sering diganti dari motor arus searah (Motor DC) ini.

d. Kumputaran Medan

Kumputaran medan adalah susunan konduktor yang dibelitkan pada inti kutub. Dimana konduktor tersebut berbahan dasar dari kawat tembaga yang memiliki geometri bulat ataupun persegi yang berfungsi untuk menghasilkan fluks utama dibentuk dari kumputaran pada setiap kutubnya.

e. Jangkar

Inti dari jangkar adalah silinder. Bentuknya adalah silinder yang diberi alur – alur pada permukaannya untuk tempat melilitkan kumputaran jangkar. Bahan yang digunakan dalam pembuatan jangkar ini adalah dari kombinasi dari baja dan silikon. Bentuk ini paling umum dalam penggunaan motor arus searah (Motor DC). Dimana ggl induksi akan timbul pada area ini.

f. Kumputaran Jangkar

Kumparan jangkar pada konstruksi motor arus searah (Motor DC) merupakan tempat yang penting dalam membentuk ggl induksi pertamakali.

Ada 3 jenis kumparan jangkar pada rotor, yaitu :

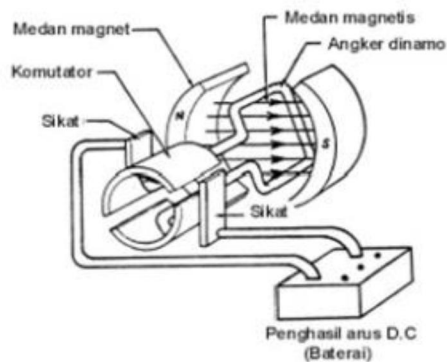
1. Kumparan jerat (lap winding)
2. Kumparan gelombang (wave winding)
3. Kumparan zig – zag (frog – leg winding).

g. Komutator

Komutator terdiri dari sejumlah segmen tembaga yang berbentuk lempengan – lempengan yang disusun ke dalam silinder terpasang pada poros. Tiap lempengan atau segmen komutator terisolasi dengan baik antara satu sama lainnya. Komutator sering diasosiasikan dengan penyearah (rectifier). Maka agar dihasilkan tegangan arus searah yang constant, maka diperlukan komutator dengan jumlah yang banyak jumlahnya. Bahan isolasi ini yang digunakan pada komutator adalah mika.

h. Celah Udara

Celah Udara adalah salah satu komponen yang sangat penting juga. Celah udara merupakan ruang atau celah antara permukaan sepatu kutub yang menyebabkan jangkar tidak bergesekan dengan sepatu kutub . Fungsi utamanya adalah tempat mengalir fluks yang dihasilkan oleh kutub – kutub medan.



Gambar 25 Bagian-bagian Motor DC

2.12 Komparator

Komparator adalah sebuah rangkaian yang dapat membandingkan besar tegangan masukan. Komparator biasanya menggunakan Op-Amp sebagai piranti utama dalam rangkaian. V_{ref} di hubungkan ke +V supply, kemudian R_1 dan R_2 digunakan sebagai pembagi tegangan, sehingga nilai tegangan yang di referensikan pada masukan + op-amp adalah sebesar :

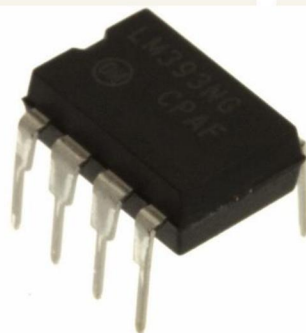
$$V = [(R_1 / (R_1 + R_2))] \dots \dots \dots (2.2)$$

V_{supply} Op-amp tersebut akan membandingkan nilai tegangan pada kedua masukannya, apabila masukan (-) lebih besar dari masukan (+) maka, keluaran op-amp akan menjadi sama dengan $-V_{supply}$, apabila tegangan masukan (-) lebih kecil dari masukan (+) maka keluaran op-amp akan menjadi sama dengan $+V_{supply}$. Jadi dalam hal ini jika V_{input} lebih besar dari V maka keluarannya akan menjadi $-V_{supply}$, jika sebaliknya, V_{input} lebih besar dari V maka keluarannya akan menjadi $+V_{supply}$. Untuk op-amp yang sesuai untuk di pakai pada rangkaian op-amp untuk komparator biasanya menggunakan op-amp dengan tipe LM339 yang banyak di pasaran.

Komparator merupakan rangkaian elektronik yang akan membandingkan suatu input dengan referensi tertentu untuk menghasilkan output berupa dua nilai (high dan low). Suatu komparator mempunyai dua masukan yang terdiri dari tegangan acuan ($V_{reference}$) dan tegangan masukan (V_{input}) serta satu tegangan output (V_{output}).

Dalam operasinya opamp akan mempunyai sebuah keluaran konstan yang bernilai "low" saat V_{in} lebih besar dari $V_{reference}$ dan "high" saat V_{in} lebih kecil dari $V_{reference}$ atau sebaliknya. Nilai low dan high tersebut akan ditentukan oleh desain dari komparator itu sendiri. Keadaan output ini disebut sebagai karakteristik output komparator.

kerja dari komparator hanya membandingkan V_{in} dengan V_{ref} -nya maka dengan mengatur V_{ref} , kita sudah mengatur kepekaan sensor terhadap perubahan tingkat intensitas cahaya yang terjadi. Dimana semakin rendah V_{ref} semakin sensitif komparator terhadap perubahan tegangan V_{in} yang diakibatkan oleh perubahan intensitas cahaya.

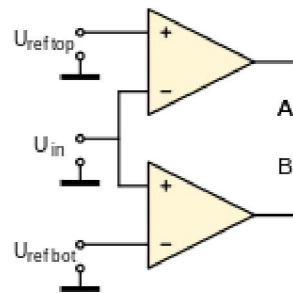


Gambar 26 IC Komparator

2.12.1 Window Komparartor

Rangkaian *window* komparator atau rangkaian detektor batas tepi ganda digunakan untuk menentukan apakah input yang tidak dikenal berada di antara dua tegangan ambang referensi yang tepat. Ini menggunakan dua komparator untuk mendeteksi tegangan berlebih atau di bawah tegangan.

Setiap satu komparator mendeteksi tegangan input pada salah satu dari dua tegangan referensi, biasanya batas atas dan bawah. Output di belakang gerbang logika seperti AND mendeteksi input seperti pada rentang yang disebut *window* antara referensi atas dan bawah.



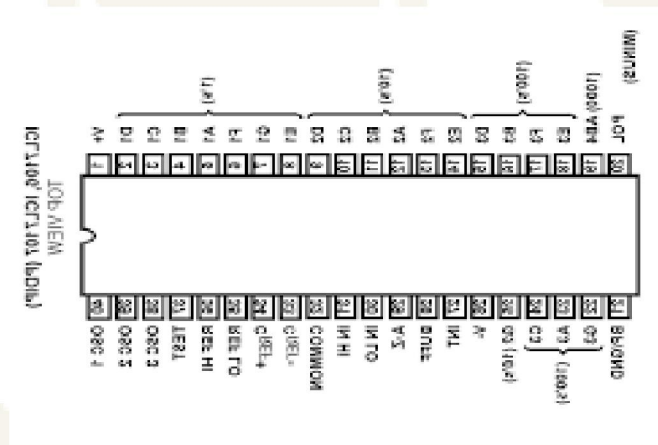
Gambar 27 Window Komparator

2.13 Analog to Digital Converter (ADC)

Analog To Digital Converter atau yang juga kita kenal dengan istilah ADC adalah perangkat yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog ke sinyal digital. Bentuk ADC bermacam-macam, ada yang berupa modul rangkaian elektronika, ada pula yang berupa chip atau IC.

Pada prakteknya, ADC atau Analog To Digital Converter berfungsi untuk menjembatani pemrosesan sinyal analog oleh sistem digital. Dalam kehidupan sehari-hari, Analog To Digital Converter punya banyak sekali manfaat, diantaranya untuk pengatur proses industri, komunikasi digital, serta rangkaian pengukuran atau pengujian.

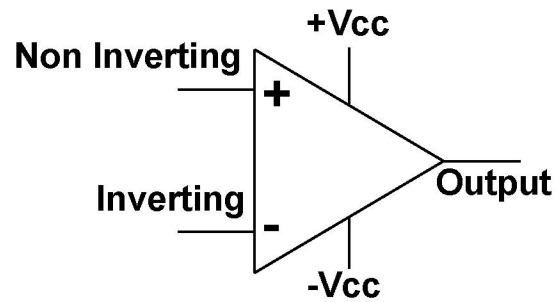
ADC juga banyak digunakan sebagai sensor yang mayoritas berupa analog dengan sistem komputer seperti sensor suhu, sensor cahaya, sensor tekanan atau berat, sensor aliran dan lain sebagainya, kemudian diukur dengan menggunakan sistem digital (komputer). ADC memiliki dua karakter prinsip yakni kecepatan sampling dan juga resolusi [12].



Gambar 28 ADC TC 7107

2.14 Op-Amp

Operational Amplifier (Op-Amp) adalah IC (*Integrated Circuit*) yang dibentuk dari beberapa rangkaian transistor. Salah satu IC penguat operasional yang digunakan adalah IC CA3140. IC tersebut terdapat dua input penguatan yaitu inverting dan non inverting [13].



Gambar 29 Simbol IC Op-Amp

Terminal – terminal Op-Amp

1. Terminal daya

Terminal daya ditandai dengan +V (daya input positif) maupun -V (daya input negatif).

2. Terminal Input

Memiliki dua input yaitu membalik (-) dan tak membalik (+) keduanya biasanya disebut sebagai terminal differensial karena tegangan keluaran terminal output tergantung pada perbedaan tegangan antara kedua input.

3. Terminal output

Tegangan output (V_o) diukur terhadap ground, karena dalam sebuah Op-Amp hanya ada satu keluaran, keluaran ini disebut keluaran berujung tunggal.

Karakteristik Op-Amp

a Impedansi Input

Idealnya impedansi inputnya sangat tinggi, sehingga diharapkan tidak terjadi drop tegangan.

b Impedansi Output

Idealnya impedansi outputnya sangat rendah, sebab jika outputnya diberi beban maka tegangan pada *output* tetap.

c Penguatan

Faktor penguatan besarnya sampai tak terhingga, jika terjadi sedikit perubahan pada *input*, akan menyebabkan perubahan pada *output*.

d CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*)

Jika kedua jalan input Op-Amp diberi inputan lebih positif/lebih negatif, pada kondisi ini harusnya tidak ada *output*.

e Lebar Jalur

Dapat menguatkan sembarang frekuensi dan menerima berapapun besarnya.

BAB III

PERENCANAAN ALAT

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. Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teori-teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

3.2 Spesifikasi Alat

Nama alat : *Simulasi Tilting Table Dengan Pengatur Sudut*

Power supply : 220V AC/ 50Hz

Fuse : 1A

Media : -

Display : *Seven Segment Display*

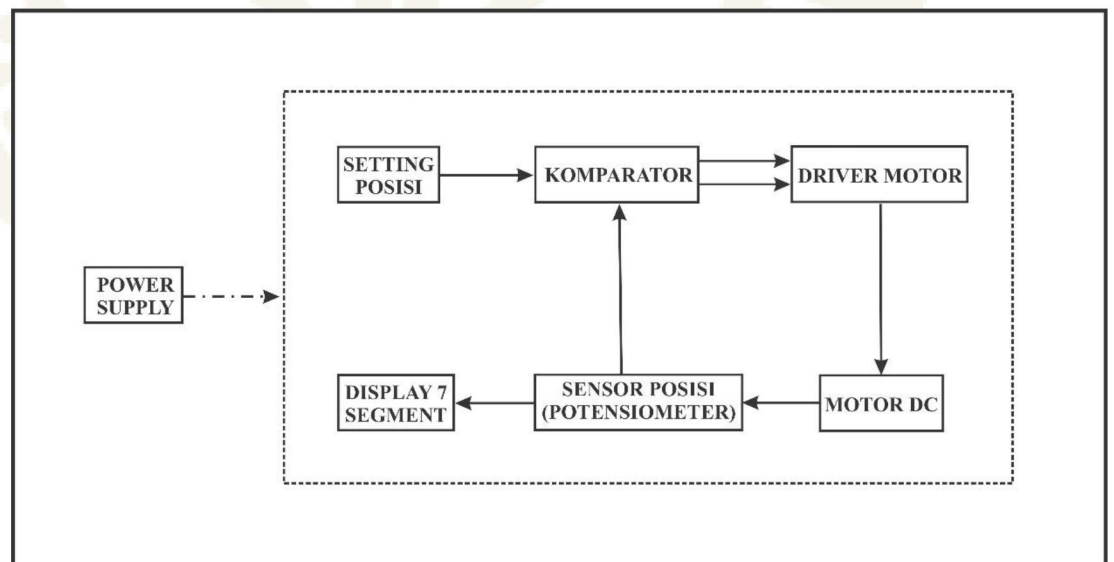
Chassing : *Box kayu*

Ukuran *chassing* : 50cm (P) x 25cm (L) x.20cm (T)

3.3 Blok Diagram

Diagram blok rangkaian simulasi *Tilting Table Dengan Pengatur Sudut*.

Untuk mempermudah pengertian sistem secara keseluruhan maka penulis membagi rangkaian menjadi beberapa blok rangkaian, masing-masing blok rangkaian memiliki fungsi yang berbeda. Adapun fungsi dari masing-masing blok rangkaian akan dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 30 Blok Diagram *Simulasi Tilting Table*

Keterangan jalur blok

- : Tegangan dari Power Supply
- : Tegangan keseluruhan dari Power Supply
- : Tegangan per blok

Fungsi dari masing-masing blok diagram simulasi *tilting table* dengan pengatur sudut :

a. *Power Supply*

Power supply berfungsi sebagai catu daya utama yang mengalirkan tegangan/arus dan untuk seluruh rangkaian komponen.

b. *Setting Posisi*

Setting Posisi berfungsi sebagai pengatur sudut pada gerakan motor dc.

c. Komparator

Komparator sebagai komponen pembanding agar motor bias memilih harus bergerak maju atau mundur.

d. *Driver Motor*

Driver Motor sebagai komponen yg memerintahkan motor bergerak.

e. *Sensor Posisi*

Sensor Posisi sebagai komponen yang digunakan pembacaan sudut dari komparator yg diteruskan ke Motor DC dan *Seven Segment Display*.

f. Motor DC

Motor DC bekerja untuk menggerakkan lengan mekanis yang ada di bawah bed.

g. *Seven Segment Display*

Seven Segment Display berfungsi sebagai output pemberitahu pada posisi berapa derajatkah yang sedang ditunjukkan.

3.4 Penjelasan Blok Diagram

Tegangan 220 VAC masuk ke rangkaian *power supply*. Pada *power supply* digunakan untuk mensuplai tegangan ke seluruh rangkaian yang sebelumnya akan diregulasi menjadi tegangan 12 VDC untuk memberikan tegangan ke *relay* dan 5VDC untuk mensuplai tegangan ke blok *driver motor*, komparator dan ADC.

Saat *Setting* Posisi diubah atau dinyalakan, maka akan memberi tegangan pada 2 komparator yang disebut *Window Komparator*. Lalu di dalam *window komparator* tersebut diubah menjadi 2 outputan dimana output tersebut digunakan untuk memberikan tegangan pada *driver motor*, setelah *driver motor* menyala, maka outputannya digunakan untuk menyuplai tegangan pada motor DC. Kemudian dari motor DC tersebut tersambung atau terintegrasi pada sensor posisi yang berfungsi sebagai pembaca sudut yang kemudian diteruskan atau outputnya ditampilkan pada *Seven Segment Display*.

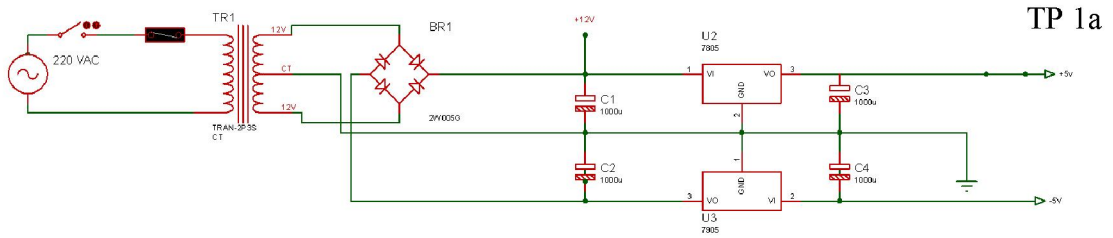
3.5 Perencanaan *Wiring Diagram* dan Komponen

Setelah *blok diagram* dibuat berdasarkan teori-teori yang ada, langkah selanjutnya adalah membuat *wiring diagram* serta menentukan komponen-komponen elektronika yang diperlukan.

Komponen – komponen elektronika yang digunakan dalam pembuatan alat ini, ditentukan sesuai dengan fungsi dan karakteristik komponen serta tujuan pemanfaatan komponen. Daftar komponen – komponen yang digunakan dalam pembuatan modul tertera pada tabel – tabel dibawah ini.

3.5.1 Perencanaan Rangkaian Power Supply

Rangkaian *power supply* berfungsi sebagai sumber tegangan DC untuk mensuplai tegangan pada alat. Ketika sakelar dihidupkan, maka tegangan 220VAC akan diturunkan oleh trafo menjadi tegangan 12VAC. Kemudian tegangan 12VAC disearahkan oleh dioda *bridge* menjadi tegangan 12 VDC. *Output* dari dioda tersebut akan masuk ke kapasitor yang bekerja untuk mengurangi tegangan *ripple*. Kemudian tegangan akan diatur oleh regulator 7805 dan 7905 menjadi +5V DC dan -5V DC yang digunakan untuk mensuplai rangkaian ADC, *driver* motor, komparator. Pada rangkaian ini dilengkapi dengan pengamanan *fuse* 1A agar mengamankan rangkaian dari *high voltage*. *Wiring diagram* yang di rencanakan dapat dilihat pada gambar 31.



Gambar 31 *Wiring Diagram* Rangkaian *Power Supply*

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 | 1A | 1 |
| 2 | Sakelar | SPST | 1 |
| 3 | Trafo | 1A CT | 1 |
| 4 | Dioda Bridge | 1A | 1 |
| 5 | Kapasitor | 1000µf | 4 |
| 6 | Regulator | 7805 | 1 |
| 7 | Regulator | 7905 | 1 |

3.5.2 *Perencanaan Rangkaian Window Komparator*

Rangkaian ini berfungsi sebagai pemberi perintah kepada driver motor agar motor bergerak kanan atau kiri. Di dalam rangkaian ini terdapat 2 komparator yg disebut sebagai *Window Komparator*. Cara kerja rangkaian ini membandingkan nilai keluaran tegangan sensor sudut dengan tegangan referensi. Rangkaian ini memiliki 2 nilai refrensi, nilai refrensi 1 digunakan untuk menggerakkan motor ke putaran kanan menyebabkan meja bergerak turun dan nilai refrensi 2 digunakan untuk menggerakkan motor ke putaran kiri

menyebabkan meja bergerak naik. Dan hasil dari nilai $V_{ref 1}$ dan $V_{ref 2}$ adalah sebagai berikut :

Besar tegangan referensi pada komparator 1 yang diinginkan adalah 208,3mV (0°), 1,118V (25°), 1,856V (45°), 3,46V (90°). Nilai besaran tegangan referensi 1 tersebut didapat ketika penulis ingin menentukan setting pilihan sudut yang ditentukan yaitu $0^\circ, 25^\circ, 45^\circ$, dan 90° , dengan cara menyetting VR 4, VR 5, VR 6, VR 7 dan kemudian diukur tegangan referensinya menggunakan multimeter. Perencanaan nilai hambatan window komparator untuk masing-masing nilai setting sudut adalah sebagai berikut :

$$VR = 10.000 \Omega = 100\%$$

$$100 \Omega = 1\%$$

a. Setting sudut $0^\circ = 208,3\text{mV}$

$$VR4 = \frac{208,3 \text{ mV}}{5000 \text{ mV}} \times 100\%$$

$$VR4 = 4,166\%$$

$$VR4 = \frac{4,166\%}{100\%} \times 10.000\Omega$$

$$VR4 = 416,6 \Omega$$

b. Setting sudut $25^\circ = 1,118\text{V} = 1.118 \text{ mV}$

$$VR5 = \frac{1.118 \text{ mV}}{5000 \text{ mV}} \times 100\%$$

$$VR5 = 22,36\%$$

$$VR5 = \frac{22,36\%}{100\%} \times 10.000\Omega$$

$$VR5 = 2.236 \Omega$$

c. Setting sudut $45^\circ = 1,856\text{V} = 1.856 \text{ mV}$

$$VR6 = \frac{1.856 \text{ mV}}{5000 \text{ mV}} \times 100\%$$

$$VR6 = 37,12\%$$

$$VR6 = \frac{37,12\%}{100\%} \times 10.000\Omega$$

$$VR6 = 3.712\Omega$$

d. Setting sudut $90^\circ = 3,46\text{V} = 3.460 \text{ mV}$

$$VR7 = \frac{3.460 \text{ mV}}{5000 \text{ mV}} \times 100\%$$

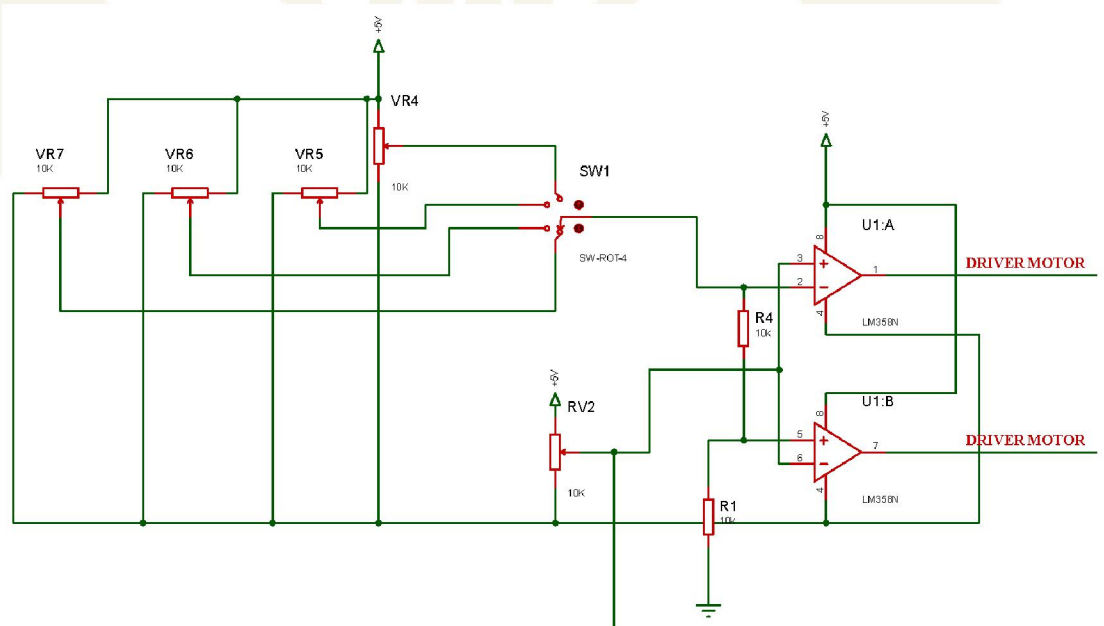
$$VR7 = 69,2\%$$

$$VR7 = \frac{69,2\%}{100\%} \times 10.000\Omega$$

$$VR7 = 6.920\Omega$$

Wirring diagram yang penulis rencanakan dapat dilihat pada gambar

32.



Gambar 32 *Wirring Diagram* Rangkaian Window Komparator

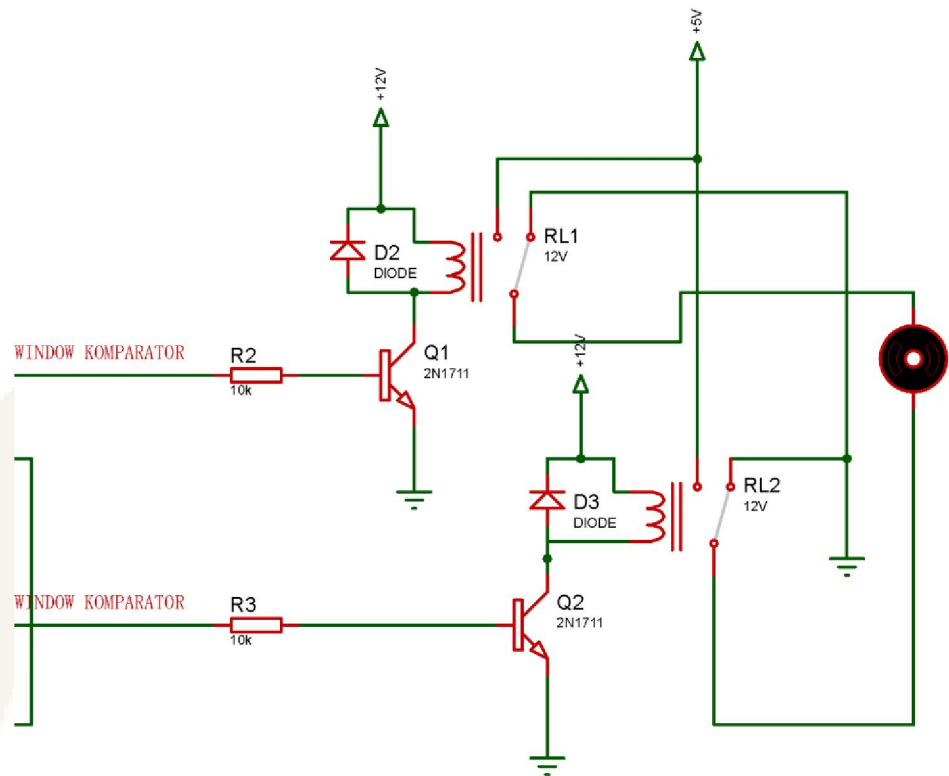
Rangkaian *Window* Komparator yang dirancang penulis terdiri dari berbagai komponen yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Daftar Komponen Rangkaian *Komparator*

| No | Nama Komponen | Tipe / Nilai | Jumlah |
|----|-------------------------------|--------------|--------|
| 1 | Sensor Posisi (Potensiometer) | 10k Ω | 1 |
| 2 | Resistor | 10k Ω | 2 |
| 3 | LM358N | | 2 |
| 4 | Resistor Variabel | | 4 |

3.5.3 *Perencanaan Rangkaian Driver Motor*

Rangkaian ini berfungsi sebagai otak perintah kerja motor, yaitu motor harus bergerak naik atau turun. Rangkaian ini digunakan untuk menggerakkan motor DC *gear box*, dan prinsip kerjanya apabila transistor 1 mendapat tegangan maka *driver* motor akan memerintahkan motor untuk bergerak naik, dan apabila transistor 2 mendapat tegangan maka *driver* motor akan memerintahkan motor untuk bergerak turun.



Gambar 33 *Wiring Diagram* Rangkaian Driver Motor

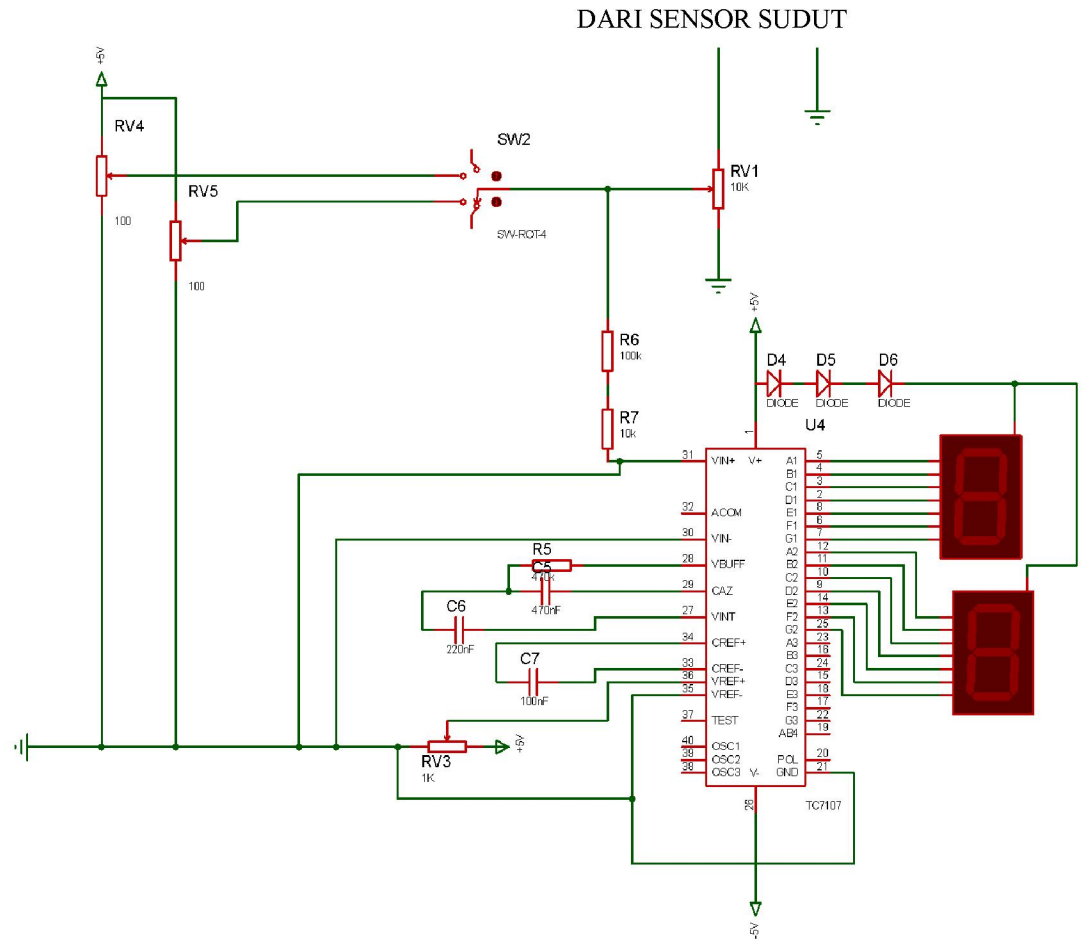
Rangkaian driver motor yang dirancang penulis terdiri dari berbagai komponen yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Daftar Komponen Rangkaian Driver Motor

| No | Nama Komponen | Tipe / Nilai | Jumlah |
|----|---------------|--------------|--------|
| 1 | Resistor | 10K Ω | 2 |
| 2 | Relay | 12V | 2 |
| 3 | Transistor | 2N1711 | 2 |
| 4 | Dioda | | 2 |
| 5 | Motor DC | 5V DC | 1 |

3.5.4 Perencanaan Rangkaian ADC

Rangkaian ADC berfungsi untuk pengolah data digital yang kemudian di tampilkan pada *Seven Segment Display*. Data yang ditampilkan disini sebagai penunjukan posisi sudut meja, sistem kerjanya tegangan output DC sensor posisi kemudian masuk ke rangkaian ADC dan nilai tegangan yang diolah di ADC kemudian ditampilkan pada *seven segment display*. Agar tampilan pada ADC dan sudut pada meja sama, perlu dilakukan proses kalibrasi. Yaitu dengan cara menggerakan meja pada posisi 90° , kemudian setting keluaran RV 1 ke nilai 900 mV, yang merupakan inutan ADC pada sudut 90° . Kemudian kita gerakan meja pada posisi 45° . Jika tampilan ADC belum 45° maka setting RV 4 sampai tampilan ADC menjadi 45. Kemudian kita gerakan meja ke sudut 25° , jika tampilan ADC belum 25° maka setting RV 5 sampai tampilan ADC menjadi 25 *Wiring diagram* yang penulis rencanakan dapat dilihat pada gambar 34.



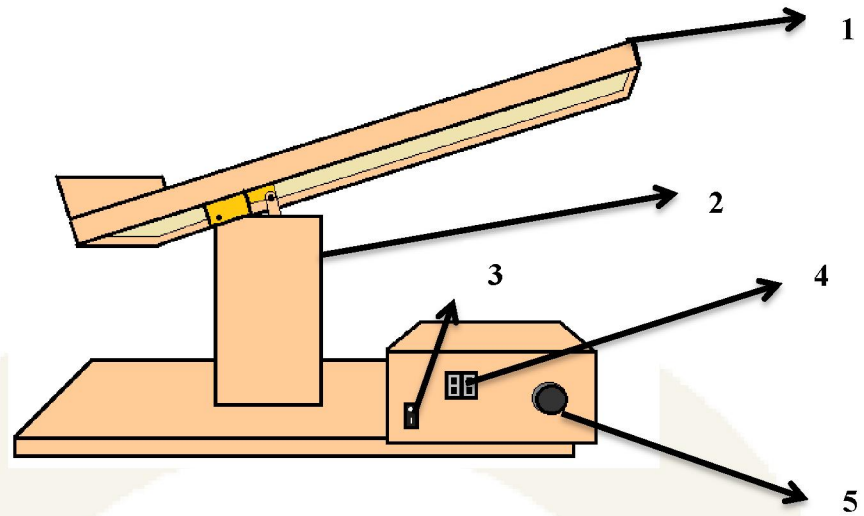
Gambar 34 Wiring Diagram Rangkaian ADC

Rangkaian ADC yang dirancang penulis terdiri dari berbagai komponen yang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Daftar Komponen Rangkaian ADC

| No | Nama Komponen | Tipe / Nilai | Jumlah |
|----|-------------------|---------------------|--------|
| 1 | Resistor Variabel | 10K Ω | 2 |
| 2 | Resistor | 470K Ω | 1 |
| 3 | IC ADC | TC 7107 | 1 |
| 4 | Kapasitor | 470nF, 100nF, 220nF | 1 |
| 5 | 7 Segment | Com Anode | 2 |
| 6 | Dioda | | 3 |

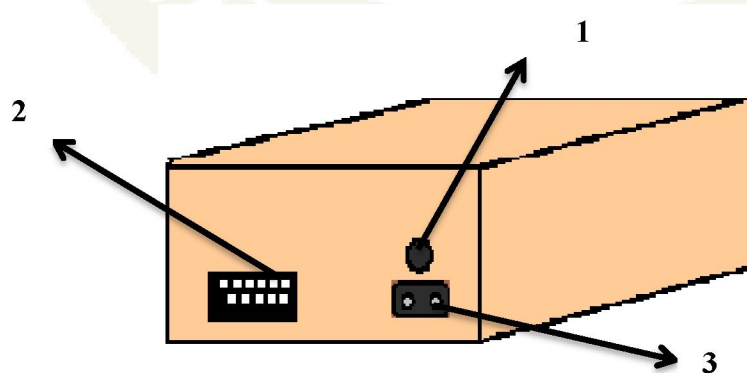
3.6 Perencanaan Chassing



Gambar 35 Chassing Control dan Bed Simulasi Tilting Table Tampak Depan

Keterangan :

- 1 *Bed Pasien*
- 2 *Motor DC dan Lengan Penggerak*
- 3 *Saklar ON/OFF*
- 4 *Seven Segment Display*
- 5 *Selektor pengatur sudut*



Gambar 36 Chassing Control Simulasi Tilting Table Tampak Belakang

Keterangan :

- 1 Fuse
- 2 *Output* 9 pin ke driver motor
- 3 *Input* 220VAC

3.7 Perencanaan Pemakaian *Simulasi Tilting Table*

a. Persiapan

Persiapan yang dilakukan pada pemakaian *simulasi tilting* diantaranya :

1. Persiapkan bed simulasi *tilting*, remote pengatur, dan kabel konektor diatas meja
2. Siapkan manekin (boneka) berukuran 15cm yang seolah-olah sebagai pasien, kemudian letakan manekin tersebut diatas bed .
3. Sambungkan kabel power ke stop kontak 220 VAC dan sambungkan juga kabel konektor remote ke bed.

b. Pemakaian

Berikut merupakan beberapa cara untuk pemakaian alat simulasi *tilting table* :

1. Sambungkan kabel *power* ke sumber tegangan AC 220V
2. Tekan tombol ON pada sakelar *power*.
3. Putar switch sesuai dengan sudut yang dibutuhkan,terdapat 4 sudut pilihan 0°, 25°, 45°, 90°.
4. Tunggu sampai alat bekerja.
5. Setelah alat bekerja, matikan alat dengan menekan tombol OFF pada sakelar *power*.

3.8 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. Papan PCB polos
- f. Spidol permanen warna hitam
- g. Solder dan timah

3.9 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.

3.10 Pembuatan Papan Rangkaian (PCB)

- a. Mempersiapkan papan skematiknya.
- b. Merancang tata letak komponen dan jalur-jalur hubungan antara komponen dan dijaga untuk menghindari hubungan singkat.
- c. Merancang layout rangkaian yang akan digunakan menggunakan spidol permanen yang digambarkan pada papan PCB.

- d. Setelah hasil layout jadi, kemudian mengebor/melubangi PCB tersebut dengan bor PCB sesuai dengan letak pin komponen yang telah dibuat.
- e. Melarutkan PCB yang telah dilayout dengan $FeCl_3$ dan air panas.
- f. Selanjutnya memasang komponen yang dibutuhkan diatas papan PCB.



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 : Sanwa

Model : CD800a & CD700E

Buatan : Jepang

Model : GDS-1052-U

4.3 Metode pengukuran

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

a. Titik pengukuran TP 1

Titik pengukuran TP 1 terletak pada *output* IC regulator 7805 dan 7905 untuk mengetahui tegangan *output* dari IC regulator. Metode yang digunakan yaitu membandingkan nilai pada TP 1 terhadap *output* dari IC Regulator 7805 dan 7905.

b. Titik pengukuran TP 2

Titik pengukuran TP 2 terletak pada *output* variabel resistor yaitu VR5, kemudian pada *output* sensor posisi (TP 2b) dan tegangan referensi komparator 2 (TP 2c) untuk mengetahui tegangan referensi komparator 1, pada *output* sensor dan *input* tegangan referensi komparator 2 .

c. Titik pengukuran TP 3

Titik pengukuran TP 3 terletak pada rangkaian driver motor, yaitu pada *output* komparator 1 (TP 3a), *output* komparator 2 (TP 3b) pada saat motor bergerak naik atau turun .

d. Titik pengukuran TP 4



Titik pengukuran TP 4 terletak pada *output* display dengan akurasi sudut pada penggaris busur, untuk membandingkan nilai pada display dan nilai pada penggaris busur.

4.4 Hasil Pengukuran




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

Adapun hasil pengukuran ini, digunakan alat ukur multimeter jenis *digital*. Pada masing - masing titik pengukuran yang telah ditentukan sebagai berikut ini :





Tabel 6 Pengukuran TP 1 Menggunakan Multimeter Digital

| TP 1 | Multimeter | Hasil Ukur | Keterangan |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------|
| TP1a |  | 5,01 V | Tegangan <i>output</i> IC Regulator 7805 |
| TP1b |  | -5,02 V | Tegangan <i>output</i> IC Regulator 7905 |





Tabel 7 Pengukuran TP 2 Menggunakan Multimeter Digital

| Titik Pengukuran | Setting Sudut (°) | Hasil Pengukuran | Multimeter | Keterangan |
|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| TP 2.a | 25° | 1,19V |  | Output Selektor saat Setting Sudut 25° |
| TP 2.b | 25° | 1,18V |  | Output Sensor Posisi saat Setting Sudut 25° |
| TP 2.c | 25° | 1,18V |  | Input V Referensi Komparator 2 saat Setting Sudut 25° |





Tabel 8 Pengukuran TP 3 Menggunakan Multimeter Digital

| TP | Hasil ukur Motor saat Turun (1) | Hasil ukur Motor saat Naik (2) | Multimeter (1) | Multimeter (2) | Keterangan |
|--------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TP 3.a | 3,69 V | 0,2 mV |  |  | Tegangan <i>output</i> komparator 1 |
| TP 3.b | 04,7 mV | 3,67 V |  |  | Tegangan <i>output</i> komparator 2 |

Tabel 9 TP 4 Membandingkan Sudut Tampilan dan Sudut Aktual

| Setting Sudut | Hasil Ukur | Gambar |
|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 0° | 0° |  |
| 25° | 24° |  |
| 45° | 45° |  |
| 90° | 89° |  |

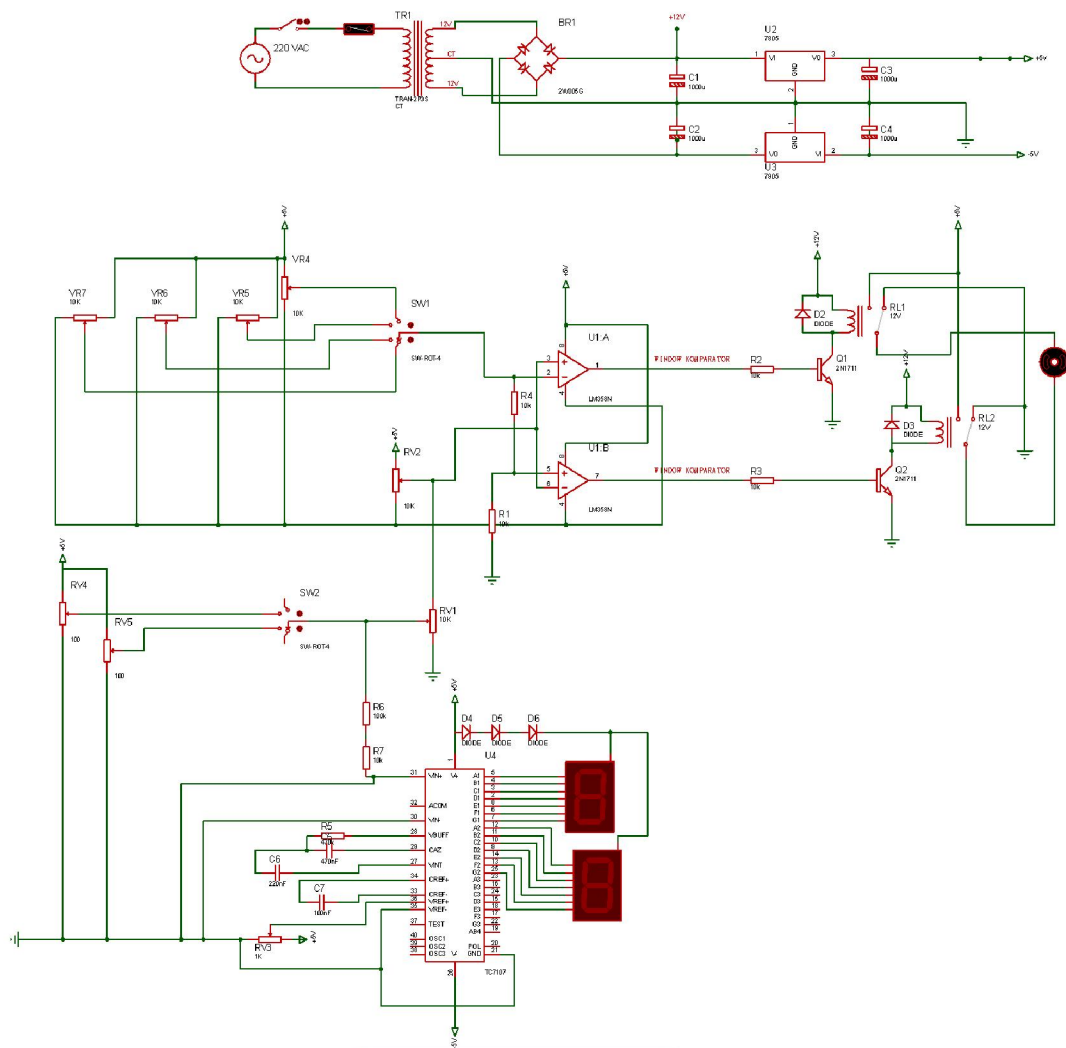
Tabel 10 TP 5 ADC

| SUDUT | MULTIMETER |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 90° |  |
| 45° |  |
| 25° |  |
| 0° |  |

BAB V

PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 37 Rangkaian Pengendali Keseluruhan

5.2 Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan

Saat saklar dihidupkan tegangan 220 VAC akan diturunkan oleh *transformator* menjadi 12VAC. Tegangan VAC tersebut akan disalurkan

menjadi VDC oleh 1 buah dioda bridge, kapasitor digunakan untuk menyaring tegangan agar tidak ada *ripple*. Tegangan diregulasi oleh IC regulator 7805 dan 7905, agar *output* tegangan menjadi 5VDC dan -5VDC. Tegangan 5VDC digunakan untuk mensuplai rangkaian selektor, sensor suhu, komparator, driver motor, dan ADC. Kemudian -5VDC digunakan untuk mensuplai rangkaian ADC.

Pada *setting* sudut penulis membuat sudut dengan *setting* 0° , 25° , 45° , 90° , ketika output dari *setting* sudut memberi tegangan pada *window* komparator. Maka sensor posisi akan memberi tegangan *window* komparator juga.

Setelah tegangan *setting* sudut di proses pada komparator, maka *output* pada komparator digunakan untuk memberi perintah pada driver motor. Ketika komparator 1 posisi *logic high* itu berarti memerintahkan *driver* motor untuk menggerakkan motor ke atas, dan jika yang mendapat *logic high* komparator 2 maka *driver* motor memerintahkan motor untuk bergerak turun.

Kemudian *output* sensor sudut juga dihubungkan pada *variable* resistor, dimana variabel resistor tersebut digunakan untuk mengatur IC ADC agar memberi perintah *output* tampilan pada *seven segment display* sama dengan penunjukan selektor sudut.

5.3 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 *Analisa TP 1a dan 1b*

TP1a merupakan titik pengukuran *output* IC Regulator tegangan 7805 yang direncanakan sebesar 5 Volt dan TP1b merupakan titik pengukuran *output* IC Regulator tegangan 7905 yang di rencanakan sebesar -5Volt. Pada hasil pengukuran menggunakan multimeter didapatkan nilai sebagai berikut : hasil pengukuran IC Regulator 7805 yaitu 5,01 Volt masih pada titik toleransi pada IC Regulator 7805 yaitu sebesar 5,2 Volt dan hasil pengukuran IC regurator 7905 yaitu -5,02 Volt masih pada titik toleransi pada IC Regulator 7905 yaitu sebesar -5,2 Volt.

5.3.2 *Analisa TP 2 dan TP 3*

TP 2 merupakan titik pengukuran *output* selektor sudut. Serta *output* sensor posisi dan tegangan referensi komparator 2, dengan tegangan supply aktual yang digunakan 5 V DC sehingga di dapat nilai pengukuran saat selektor pada posisi 25° yaitu :

Tabel 11 Pengukuran Saat Selektor Pada Posisi 25 Derajat

| Selektor sudut 25° | Hasil pengukuran motor turun | Hasil pengukuran motor naik |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------|
| TP 2a | 1,19 V | 1,98 V |
| TP 2b | 1,18 V | 1,64 V |
| TP 2c | 1,18 V | 1,96 V |
| TP 3a | 3,66 V | 0,2 mV |
| TP 3b | 04,7 mV | 3,67 V |

Berdasarkan dari tabel diatas dapat diketahui bahwa ketika motor bergerak turun output komparator 1 high dan komparator 2 low. Hal ini sesuai dengan prinsip kerja window komparator dimana ketika V_{in} lebih besar dari $V_{ref 1}$ maka akan berlogic high, dan ketika V_{in} lebih besar dari $V_{ref 2}$ maka akan berlogic low.

5.3.3 Analisa Akurasi Penampil Sudut

TP 4 merupakan pengukuran *output* dari *seven segment display* dengan sudut yang diatur sesuai dengan selektor *switch*. Perencanaan dan hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

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

$$PK = \frac{45^\circ - 45^\circ}{45^\circ} \times 100\%$$

$$PK = 0\%$$

Tabel 12 Hasil Analisa TP 4

| Tampilan | Hasil Ukur | Hasil PK |
|------------------|------------|----------|
| Seven Segment | | |
| 90° | 89° | 1% |
| 45° | 45° | 0% |
| 25° | 24° | 1% |
| 0° | 0° | 0% |

5.3.4 Analisa TP 5 ADC

TP 5 merupakan pengukuran V_{in} ADC dan V_{ref} ADC. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel dan rumus dibawah ini :

$$\text{Count} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1000$$

$$\text{Count} = \frac{40,792}{887} \times 1000$$

$$\text{Count} = 45,98$$

Tabel 13 Analisa TP 5 ADC

| SETTING SUDUT | HASIL UKUR | HASIL PERHITUNGAN |
|------------------|------------|----------------------|
| 90° | 80,67 mV | 90,94 |
| 45° | 40,792 mV | 45,98 |
| 25° | 22,643 mV | 25,52 |
| 0° | 0,139 mV | 0,14 |

Berdasarkan data tabel diatas penampilan pada seven segment yang penulis gunakan yaitu hanya 2 angka di depan koma pada hasil perhitungan TP ADC.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan seluruh tahap mulai dari pembuatan modul hingga pengukuran dan analisa pada alat simulasi *tilting table elektrik* untuk terapi berdiri yang telah dibuat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat “SIMULASI TILTING TABLE ELEKTRIK UNTUK TERAPI BERDIRI” dapat berkerja dengan baik dan dapat melakukan pengaturan sudut dengan teratur.
2. Adapun persentase kesalahan pada pembacaan sudut pergerakan tilting table yaitu 0%.

6.2 Saran

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

1. Alat ini masih bisa dikembangkan lebih lanjut agar menjadi lebih baik, karena alat ini masih bersifat sederhana. Dalam pengembangan lebih lanjut agar nantinya bisa digunakan sebagai alat terapi yang sesungguhnya.

2. Jika ingin dikembangkan kedepan mungkin bisa ditambahkan sistem otomatis dengan menggunakan mikrokontroler, dan bisa mengganti sensor posisi analog menjadi sensor posisi yang digital.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kelompok, 01 2017. [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org>.
- [2] S. Segment. [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org>.
- [3] “Pembacaan Cincin Resistor,” 2017. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/cara-menghitung-nilai-resistor/>. [Diakses 2018].
- [4] T. Elektronika, “Pengertian dan Fungsi Fuse (Sekering) serta Cara Mengukurnya,” 2017. [Online]. Available: <http://teknikelektronika.com/mengukur-pengertian-fungsi-fuse-sekering/>.
- [5] “Transformator,” [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Transformator#Hubungan_primer-sekunder.
- [6] Daryanto, Ketrampilan Kejuruan Teknik Elektronika, Cetakan I penyunt., H. Martin, Penyunt., Bandung: PT.Sarana Tutorial Nurani Sejahtera, 2010.
- [7] wiwik. [Online]. Available: <http://www.wikikomponen.com/pengertian-cara-kerja-dioda-bridge-dan-kelebihannya/>.
- [8] D. Kho, Desember 2016. [Online]. Available: <http://teknikelektronika.com/pengertian-saklar-listrik-cara-kerjanya/>.
- [9] “Sensor Posisi Potensiometer,” 2013. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/jenis-potensiometer-dan-aplikasinya-sebagai-sensor/>. [Diakses 12 09 2018].
- [10] Juli 2012. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>.
- [11] R. S. Arindya, Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik., Yogyakarta: GRAHA ILMU, 2013.
- [12] “Analog To Digital Converter,” 2015. [Online]. Available: <http://belajarelektronika.net/adc-analog-to-digital-converter/>. [Diakses 12 09 2018].
- [13] Wikipedia, “Op amp,” 16 Januari 2018. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Penguat_operasional.

