

SIMULASI MEJA PASIEN PESAWAT SINAR X

DIAGNOSTIK

Karya Tulis ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat

Dalam Menempuh Program Pendidikan

Diploma III Teknik Elektromedik



Disusun Oleh :

Adhitya Mulyawan

NIM 1504002

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

2018



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : SIMULASI MEJA PASIEN PESAWAT SINAR X DIAGNOSTIK

NAMA : ADHITYA MULYAWAN

NIM 1504002

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

Penulis

ADHITYA MULYAWAN



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : SIMULASI MEJA PASIEN PESAWAT SINAR X DIAGNOSTIK

NAMA : ADHITYA MULYAWAN

NIM 1504002

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

Mengetahui,

Pembimbing

Basuki Rahmat, M.T.



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : SIMULASI MEJA PASIEN PESAWAT SINAR X DIAGNOSTIK

NAMA : ADHITYA MULYAWAN

NIM : 15.04.002

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari Selasa tanggal 28 bulan Agustus tahun 2018.

Dewan Penguji:

Anggota 1

Agus Supriyanto, ST
NIDN. -

Anggota II

Basuki Rahmat, MT
NIDN. 0622057504

Ka Prodi DIII TEM

Basuki Rahmat, MT
NIDN. 0622057504

Ketua Penguji

Mulyono, M.Kom
NIDN. 0609088103

ABSTRAK

Proses perbaikan dan *maintenance* selalu memakan banyak waktu karena alat terlalu besar serta blok rangkaian yang ada pun cukup banyak. Jadi sangat sulit untuk menentukan dimana perbaikan yang harus dilakukan selain hanya melihat dari buku manual *service*. Sistem pergerakan meja pasien untuk *fluoroscopy* ini terdiri dari *horizontal (sliding movement)*, *tilting*, dan *treundelenburg*. *Fluoroscopy* adalah pesawat radiologi yang memperlihatkan gambaran struktur tubuh melalui pemanfaatan paparan sinar-x secara *real time*.

Dari masalah itu dibuatlah alat simulasi meja pasien *fluoroscopy* yang digunakan untuk mempermudah seorang radiografer dalam melakukan diagnosa pada pemeriksaan *fluoroscopy* dan mempermudah seorang teknisi elektromedis dalam memahami prinsip kerja pergerakan alat tersebut. Pada simulasi meja pasien ini ditambahkan pergerakan meja pasien *vertical (sliding movement)* agar lebih optimal dan mempermudah seorang radiografer dalam mendiagnosa. Komponen utama alat ini yaitu Motor Servo MG90S untuk pergerakan *horizontal* dan *vertical*, Motor Servo MG995 untuk pergerakan *tilting* dan *treundelenburg*, Mikrokontroler atmega 8535 sebagai pengolah data, potensiometer sebagai sensor pergerakan, LCD sebagai tampilan dan *keypad* sebagai inputan dalam motor di setiap pergerakan meja pasien. Prinsip kerja alat ini yaitu ketika seorang radiografer menekan *keypad* sesuai dengan posisi pergerakan yang di inginkan maka mikrokontroler akan memberikan input 1 (*high*) pada *driver* motor agar motor bekerja sesuai dengan perintah yang dimasukkan.

Setelah dilakukan pengukuran, dapat dilihat dari beberapa data bahwa alat ini mempunyai rata – rata kesalahan sudut 1,36 %, sehingga didapatkan keakurasian sudut 98,64 %. Alat ini dapat menampilkan sudut, *sliding horizontal*, dan *sliding vertical* secara bersamaan. Alat ini juga dapat menampilkan sudut dan jarak meskipun dengan pergerakan 1° atau 1 cm.

Kata Kunci : Motor Servo, ATmega 8535, sensor, lcd, *keypad*

ABSTRACT

The repair and maintenance process always takes a lot of time because the tools are too large and the circuit blocks are quite a lot. So it is very difficult to determine where improvements must be made in addition to only seeing from the manual service book. The patient table fluoroscopy system consists of horizontal (sliding movement), tilting, and treundelenburg. Fluoroscopy is a radiological plane that shows a picture of body structure through the utilization of x-ray exposure in real time.

From that problem was made a table simulation tool fluoroscopy patient used to facilitate a radiographer in diagnosing the fluoroscopy examination and facilitate an electromedical technician in understanding the working principle of the movement of the tool. In this patient table simulation added movement of vertical (sliding movement) patient table to be more optimal and facilitate a radiographer in diagnose. The main components of this tool are Servo MG90S motors for horizontal and vertical movement, Servo MG995 motors for tilting and treundelenburg movement, Microcontroller atmega 8535 as data processor, potentiometer as motion sensor, LCD as display and keypad as input in motor in every movement of patient table. The working principle of this tool is when a radiographer presses the keypad in accordance with the position of the movement in the desired microcontroller will provide input 1 (high) on the motor driver for the motor to work in accordance with the command entered.

After the measurement, it can be seen from some data that this tool has an average error angle of 1.36%, so that the angular accuracy of 98.64% is obtained. This tool can display angles, horizontal sliding and vertical sliding simultaneously. This tool can also display angles and distances even with a movement of 1° or 1 cm.

Keywords : servo motor , ATmega 8535 , sensors , lcd , keypad

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis limpahkan kehadirat Allah SWT, karena atas pertolongan Nya, penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tepat pada waktu yang telah direncanakan sebelumnya. Tak lupa sholawat serta salam Penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat, semoga selalu dapat menuntun Penulis pada ruang dan waktu yang lain.

Karya tulis ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan program Studi Diploma III Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang, dengan judul :

“SIMULASI MEJA PASIEN PESAWAT SINAR X DIAGNOSTIK”

Untuk menyelesaikan karya tulis ini adalah suatu hal yang mustahil apabila penulis tidak mendapatkan bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas limpahan karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Dr. Hargianti Dini Iswandari, dr.g,MM. Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang.
3. Bapak Basuki Rahmat, M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang.
4. Bapak Basuki Rahmat, M.T., selaku pembimbing Tugas Akhir yang dengan kesabaran dan ketekunan memberikan dorongan, perhatian, bimbingan, pengarahan, serta saran dalam pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini dari awal sampai akhir.

5. Seluruh dosen Program Studi Diploma III Teknik Elektro Medik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada yang telah memberikan materi tambahan dalam pembuatan alat dan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Staf Administrasi Program Studi Diploma III Teknik Elektro Medik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada yang telah membantu dalam proses pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini.
7. Bapak, Ibu, Adik dan Kakak tercinta yang telah memberikan motivasi, doa serta bantuan dalam bentuk moril maupun materil, dan sebagai semangat untuk membuka semangat baru.
8. Sefti Belladina S yang selama ini menjadikan saya lebih bersemangat untuk menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini. Motivasinya, perhatiannya, serta doa yang selama ini tidak pernah lepas sedikit pun.
9. Monica dan Sukirmansyah yang telah membantu untuk segalanya.
10. Teman - temanku Mahasiswa D-III Teknik Elektro Medik , atas perhatiannya semoga kita tetap menjalin serta menjaga silaturrahi diantara kita semua, Aamiin.

Penulis berharap semoga karya tulis ini bermanfaat bagi semua pihak dan bila terdapat kekurangan dalam pembuatan laporan ini penulis mohon maaf, karena penulis menyadari karya tulis ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan.

Semarang, Juli 2018

ADHITYA MULYAWAN

15.04.002

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Daftar Istilah.....	2
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Fluoroscopy</i>	4
2.1.1 Proses pergerakan meja pasien <i>fluoroscopy</i>	4
2.2 Resistor.....	6
2.2.1 Pengertian Resistor	6
2.2.2 Simbol Resistor.....	7
2.2.3 Nilai Toleransi Resistor	8
2.2.4 Kode Warna Resistor	9
2.2.5 Kode Huruf Resistor	10
2.3 Kapasitor (Kondensator)	11
2.3.1 Pengertian Kapasitor.....	11
2.3.2 Kapasitansi.....	13
2.3.3 Wujud dan Macam Kapasitor	14
2.3.4 Rangkaian Kapasitor.....	15

2.3.5 Fungsi Kapasitor	16
2.4 <i>Transformator</i>	16
2.4.1 Pengertian <i>Transformator</i>	16
2.4.2 Prinsip Kerja <i>Transformator</i>	17
2.4.3 Jenis – jenis <i>Transformator</i>	18
2.5 Dioda	20
2.5.1 Pengertian Dioda	20
2.5.2 Karakteristik Dioda.....	21
2.5.3 Tipe – tipe dioda	21
2.5.4 Dioda sebagai penyearah	22
2.6 Mikrokontroler Atmega8535.....	28
2.6.1 Pengertian Atmega8535.....	28
2.6.2 Konfigurasi pin Atmega8535.....	29
2.6.3 Arsitektur Atmega8535	30
2.7 IC L293D.....	31
2.7.1 Pengertian IC L293D	31
2.7.2 Karakteristik dan Fungsi PIN.....	31
2.7.3 Cara Kerja IC L293D.....	33
2.8 Motor Servo.....	35
2.8.1 Pengertian Motor Servo	35
2.8.2 Bentuk Motor <i>Servo</i>	36
2.8.3 Prinsip Kerja Motor <i>Servo</i>	36
2.9 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	37
2.10 Keypad.....	40
2.11 <i>Buzzer</i>	41
2.12 LED (<i>Light Emitting Dioda</i>)	42
2.13 Regulator Tegangan	43
2.13.1 Pengertian Regulator Tegangan.....	43
2.13.2 Jenis – Jenis Regulator Tegangan.....	44
2.14 Limit Switch.....	46
BAB III	48
PERENCANAAN	48
3.1 Tahap Perencanaan.....	48
3.2 Spesifikasi Alat.....	49

3.3 Perencanaan Blok Diagram	49
3.3.1 Fungsi tiap – tiap blok diagram	50
3.3.2 Cara kerja blok diagram	51
3.4 Perencanaan Komponen	52
3.5 Perencanaan <i>Wiring Diagram</i>	54
3.5.1 Perencanaan Rangkaian <i>Power Supply</i>	54
3.5.2 Perencanaan Rangkaian <i>Driver Motor</i>	55
3.5.3 Perencanaan Rangkaian Sensor Posisi	56
3.5.4 Perencanaan Rangkaian LCD	57
3.5.5 Perencanaan Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler, <i>Keypad</i> , dan Buzzer	58
3.6 Perencanaan <i>Flowcart</i> Program	59
3.7 Perencanaan Titik Pengukuran	60
3.8 Perencanaan Casing.....	61
3.9 Persiapan Alat dan Bahan.....	61
3.10 Pembuatan Modul.....	62
3.11 Pembuatan Papan Rangkaian (PCB)	62
BAB IV	64
PENGUKURAN DAN PENDATAAN	64
4.1 Gambar Rangkaian Alat Secara Keseluruhan	64
4.2 Cara Kerja Alat.....	64
4.3 Pengertian Pengukuran	65
4.4 Persiapan Pengukuran	65
4.5 Metode Pengukuran.....	66
4.6 Hasil Pengukuran.....	67
4.6.1 Data Hasil Pengukuran TP.....	67
4.6.2 Data Akurasi Sudut.....	69
BAB V.....	70
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	70
5.1 Analisis Data Hasil Pengukuran	70
5.1.1 Analisis TP 1.....	70
5.1.2 Analisis TP 2.....	71
5.1.3 Analisis TP 3	72
5.1.4 Analisis TP 4	73

5.1.5 Analisis TP 5.....	74
5.1.6 Analisis Data Akurasi Sudut.....	75
BAB VI.....	77
PENUTUP.....	77
6.1 Kesimpulan.....	77
6.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN.....	80



DAFTAR GAMBAR

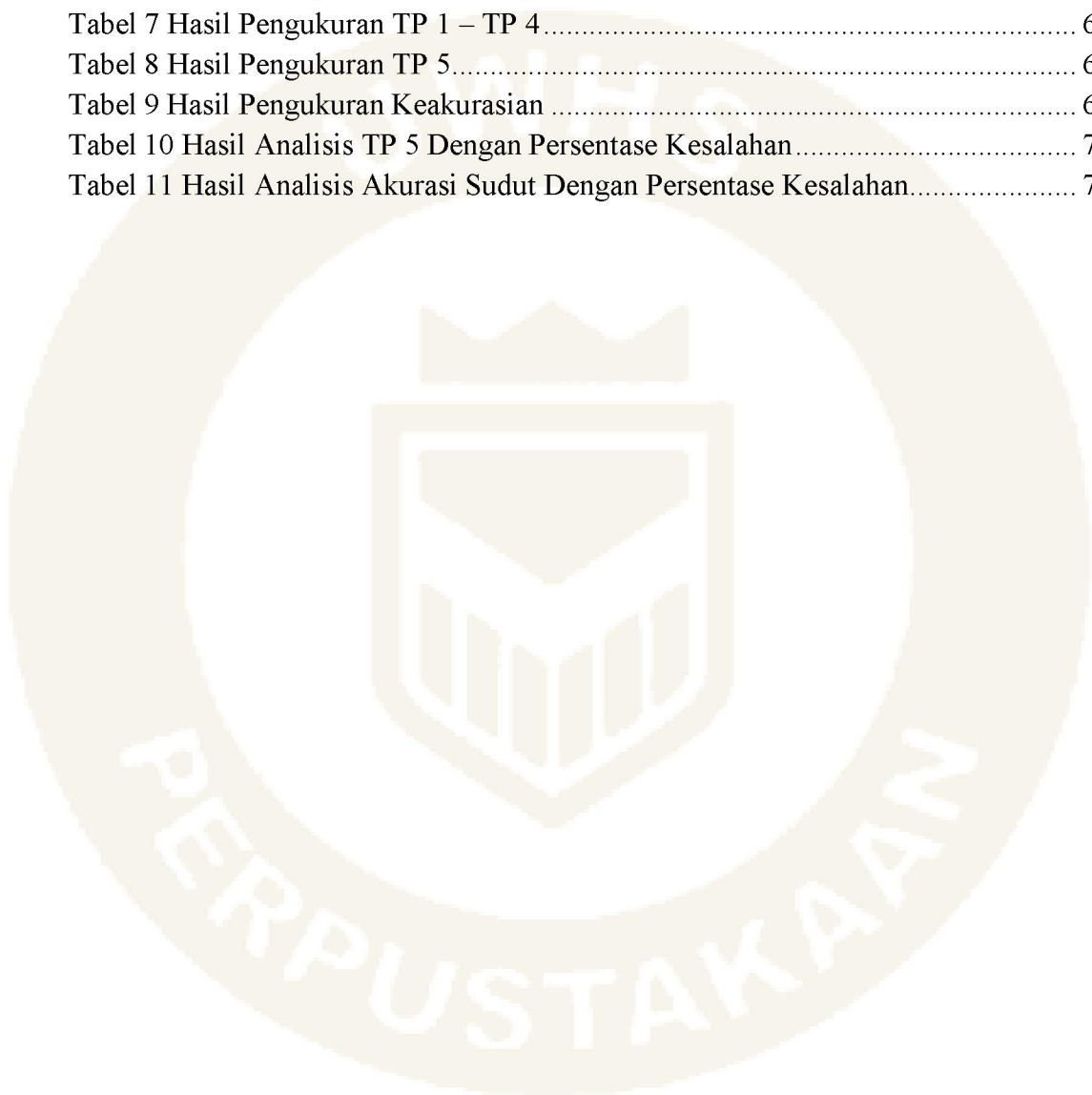
Gambar 1 Pergerakan <i>Tilting</i>	5
Gambar 2 Pergerakan <i>Treundelenburg</i>	5
Gambar 3 Pergerakan <i>Sliding</i>	6
Gambar 4 Rangkaian Resistor Seri	7
Gambar 5 Rangkaian Resistor Paralel.....	7
Gambar 6 Simbol Resistor	8
Gambar 7 Kode Warna Resistor.....	9
Gambar 8 Kode Huruf Resistor.....	10
Gambar 9 Prinsip Dasar Kapasitor	13
Gambar 10 Rangkaian Kapasitor Seri.....	15
Gambar 11 Rangkaian Kapasitor Paralel	15
Gambar 12 Bentuk dan Simbol <i>Transformator</i>	17
Gambar 13 <i>Fluks Transformator</i>	18
Gambar 14 Lilitan <i>Transformator Step Up</i>	19
Gambar 15 Lilitan <i>Transformator Step Down</i>	19
Gambar 16 Lilitan <i>Transformator Autovariabel</i>	20
Gambar 17 Simbol Dioda.....	20
Gambar 18 Gelombang Penyearah Setengah	23
Gambar 19 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang	23
Gambar 20 Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda Positif.....	24
Gambar 21 Gelombang Penyearah 2 Dioda	25
Gambar 22 Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda Negatif	25
Gambar 23 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda Positif.....	26
Gambar 24 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda Negatif	27
Gambar 25 Gelombang Penyearah Penuh 4 Dioda	27
Gambar 26 Penyearah Gelombang Penuh Dengan Kapasitor	28
Gambar 27 Konfigurasi Pin ATmega8535	30
Gambar 28 Konfigurasi Pin L293D	32
Gambar 29 Cara Kerja IC L293D	33
Gambar 30 Kondisi IC L293D Tampak Luar	34
Gambar 31 Bentuk Motor <i>Servo</i>	36
Gambar 32 Pulsa Sinyal dengan Sudutnya.....	37
Gambar 33 Bentuk LCD 16 × 2	38
Gambar 34 Konfigurasi Pin LCD 16 × 2	40
Gambar 35 Struktur <i>Keypad</i>	41
Gambar 36 Bentuk <i>Buzzer</i>	42
Gambar 37 Simbol dan Struktur LED	43
Gambar 38 Struktur <i>Fixed Voltage Regulator</i>	45
Gambar 39 Struktur <i>Adjustable Voltage Regulator</i>	46

Gambar 40 Blok Diagram	49
Gambar 41 Rangkaian <i>Power Supply</i>	54
Gambar 42 Rangkaian <i>Driver Motor</i>	55
Gambar 43 Rangkaian Sensor Posisi	56
Gambar 44 Rangkaian LCD	57
Gambar 45 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler, <i>Keypad</i> , dan Buzzer	58
Gambar 46 <i>Flowchart</i> Program	59
Gambar 47 Perencanaan Casing Alat	61
Gambar 48 Rangkaian Alat Keseluruhan	64



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kondisi Logika IC L293D.....	34
Tabel 2 Daftar Komponen Rangkaian <i>Power Supply</i>	52
Tabel 3 Daftar Komponen Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler	52
Tabel 4 Daftar Komponen Rangkaian <i>Driver Motor</i>	53
Tabel 5 Daftar Komponen Rangkaian Sensor Posisi	53
Tabel 6 Daftar Komponen Pendukung.....	53
Tabel 7 Hasil Pengukuran TP 1 – TP 4.....	67
Tabel 8 Hasil Pengukuran TP 5.....	68
Tabel 9 Hasil Pengukuran Keakurasian	69
Tabel 10 Hasil Analisis TP 5 Dengan Persentase Kesalahan.....	74
Tabel 11 Hasil Analisis Akurasi Sudut Dengan Persentase Kesalahan.....	75



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak ditemukan pertama kalinya oleh *Sir Wilheam Conrad Rontgen* pada tahun 1895 di Jerman, Sinar X juga sering disebut sinar *rontgen* telah membawa kemajuan amat berarti salah satunya didalam dunia teknologi kesehatan. Perkembangan teknologi kesehatan tersebut memungkinkan dokter tidak lagi harus membedah bagian tubuh luar untuk dapat melihat pada organ tubuh bagian dalam yang ingin didiagnosa.

Pada umumnya pesawat *rontgen* yang dipakai untuk pemeriksaan kesehatan dilengkapi dengan meja pasien. Sesuai dengan jenis pemeriksaan, meja pasien ada 2 yaitu: *radiography* dan *fluoroscopy*, dalam pemeriksaan *fluoroscopy* dibutuhkan meja pasien guna mempermudah dalam melakukan diagnosa. Sistem pergerakan meja pasien untuk *fluoroscopy* ini terdiri dari *horizontal (sliding movement)*, *vertical (sliding movement)*, *tilting*, dan *treundelenburg*. Proses perbaikan dan *maintenance* selalu memakan banyak waktu karena alat terlalu besar serta blok rangkaian yang ada pun cukup banyak. Jadi sangat sulit untuk menentukan dimana perbaikan yang harus dilakukan selain hanya melihat dari buku manual *service*.

Berdasarkan beberapa hal tersebut diatas serta ingin meningkatkan pengetahuan tentang alat tersebut maka penulis membuat modul dengan judul “Simulasi Meja Pasien Pesawat Sinar X Diagnostik”.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penyusunan karya tulis ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk membuat alat simulasi meja pasien *fluoroscopy*.
- b. Dapat melakukan pendataan dan analisis dari alat Simulasi Meja Pasien Pesawat Sinar X Diagnostik yang dibuat.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyajian karya tulis ilmiah ini, Simulasi Meja Pasien Pesawat Sinar X Diagnostik penulis akan membatasi masalah, diantaranya :

- a. Membahas pergerakan *tilting, treundelenburg, horizontal (sliding movement), vertical (sliding movement)*.
- b. Membahas mengenai mikrokontroler atmega8535.
- c. Membahas tentang pesawat *x ray fluoroscopy*.

1.4 Daftar Istilah

1.4.1 Tilting

Yaitu pergerakan meja pasien berputar 90° searah jarum jam hingga posisi berdiri tegak.

1.4.2 Treundelenburg

Yaitu pergerakan meja pasien dengan perputaran sebesar $18^\circ - 20^\circ$ berlawanan arah dengan jarum jam. Posisi kepala lebih rendah dari kaki.

1.4.3 Sliding Movement

Yaitu pergerakan meja pasien bergeser ke arah kepala dan ke arah kaki atau ke arah kanan dan ke arah kiri pasien. Biasa disebut *sliding horizontal* atau *sliding vertical*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fluoroscopy

Fluoroscopy adalah pesawat radiologi yang memperlihatkan gambaran struktur tubuh melalui pemanfaatan paparan sinar-x secara *real time*. Paparan sinar-x secara terus-menerus pada bagian tubuh dan diteruskan pada monitor agar dapat terlihat bagian dan gerakan organ secara terperinci^[5].

2.1.1 Proses pergerakan meja pasien fluoroscopy

Pada dasarnya semua pemeriksaan untuk mendiagnosa penyakit dapat dilakukan dengan menggunakan *fluoroscopy*, baik menggunakan bahan kontras ataupun tidak menggunakan. Tetapi yang paling sering menggunakan *fluoroscopy* pada pemeriksaan yang menggunakan bahan kontras. Pemeriksaan menggunakan kontras guna melihat letak kontras dan objek yang ingin di diagnosa^[5].

Pergerakan meja pasien *fluoroscopy* mengikuti dengan pemeriksaan yang akan dilakukan. Pergerakan meja pasien ini diposisikan hingga letak objek yang akan dicari tepat. Apalagi dalam pemeriksaan media kontras. Sudut yang didapat pun tidak mutlak, sudut yang diperoleh dalam pemeriksaannya pun tidak dapat radiografer rencanakan. Kecuali dengan pemeriksaan khusus seperti pemeriksaan lutut dengan kasus *Osteoarthritis* yang posisi meja pasiennya harus diposisikan dalam sudut 90° atau *tilting*.

a. Pergerakan Meja

Ada 3 pergerakan meja dalam pemeriksaan pasien, yaitu:

1. *Tilting* adalah dimana meja berputar 90° searah jarum jam.



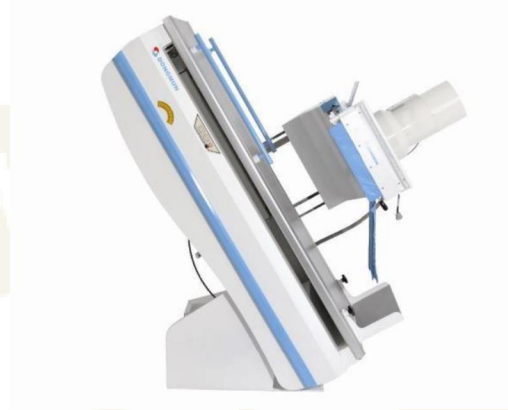
Gambar 1 Pergerakan *Tilting*

2. *Treundelenburg* adalah pergerakan meja pasien dengan perputaran sebesar $18^\circ - 20^\circ$ berlawanan arah dengan jarum jam.



Gambar 2 Pergerakan *Treundelenburg*

3. *Sliding* adalah pergerakan meja pasien bergeser ke arah kepala dan ke arah kaki atau yang biasa disebut pergerakan maju dan pergerakan mundur serta pergerakan ke kanan dan pergerakan ke kiri



Gambar 3 Pergerakan *Sliding*

2.2 Resistor

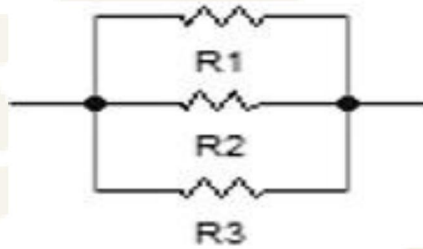
2.2.1 Pengertian Resistor

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 disebut ohm dan dilambangkan dengan simbol *Omega* (Ω). Sesuai hukum ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansi (Ohm) resistansi 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^[1].

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



Gambar 4 Rangkaian Resistor Seri



Gambar 5 Rangkaian Resistor Paralel

Besarnya hambatan pengganti (R_S) dapat dirumuskan dengan:

$$(R_S = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

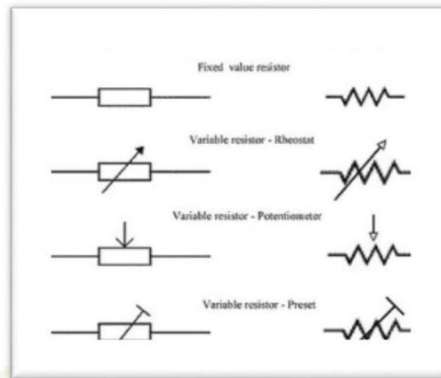
Hambatan (R) yang disusun secara parallel (sejajar) dapat digambarkan sebagai berikut :

Besarnya hambatan pengganti (R_P) dapat dirumuskan dengan :

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

2.2.2 Simbol Resistor

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



Gambar 6 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 potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf “VR” dan “POT”.

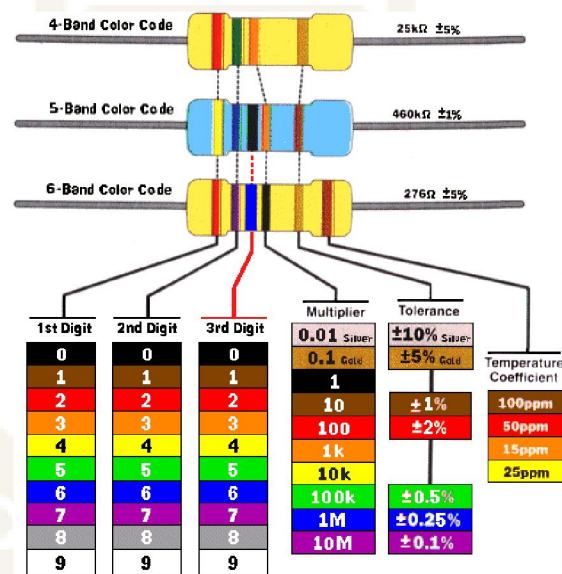
2.2.3 Nilai Toleransi Resistor

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 dinyatakan dalam kondisi baik jika masih berada pada batas atas dan batas bawah toleransi yang terdapat pada resistor.

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%.

2.2.4 Kode Warna Resistor

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



Gambar 7 Kode Warna Resistor

a. Resistor dengan 4 cincin kode warna

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

b. Resistor dengan 5 cincin kode warna

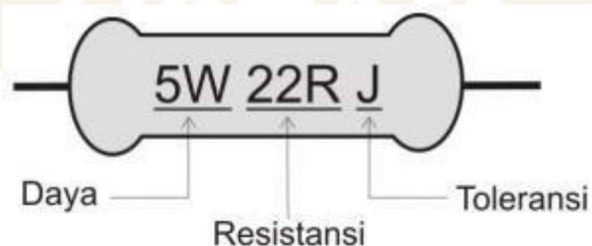
Maka cincin ke-1, ke-2 dan ke-3 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke-4 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke-5 menunjukkan nilai toleransi resistor.

c. Resistor dengan 6 cincin warna

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

2.2.5 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 8 Kode Huruf Resistor

- a. Kode Huruf Untuk Nilai resistansi :
 1. R, berarti x1 (Ohm)
 2. K, berarti x1000 (KOhm)
 3. M berarti x1000000 (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%

2.3 Kapasitor (Kondensator)

2.3.1 Pengertian Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor ditemukan oleh *Michael Faraday* (1791-1867). Satuan kapasitor disebut Farad (F). Satu Farad = $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ yang artinya luas permukaan kepingan tersebut.

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.

Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. pada dasarnya kapasitor dibagi menjadi 2 bagian yaitu kapasitor Polar dan Non Polar, berikut penjelasannya :

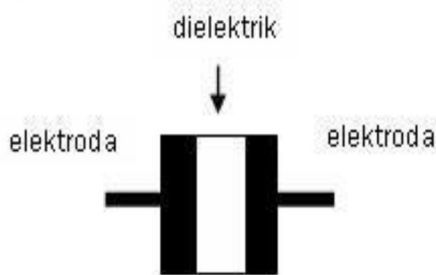
- a. Kapasitor Polar adalah kapasitor yang kedua kutubnya mempunyai polaritas positif dan negatif, biasanya kapasitor Polar bahan dielektriknya terbuat dari elektrolit dan biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang besar dibandingkan dengan kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik kertas atau mika atau keramik.
- b. Kapasitor Non Polar adalah kapasitor yang pada kutubnya tidak mempunyai polaritas artinya pada kutub - kutubnya dapat dipakai secara berbalik. Biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang kecil dan bahan dielektriknya terbuat dari keramik, mika dll.

Satuan-satuan yang sering dipakai untuk kapasitor adalah :

- a. $1 \text{ Farad} = 1.000.000 \mu\text{F}$ (mikro Farad).
- b. $1 \mu\text{Farad} = 1.000 \text{ nF}$ (nano Farad).
- c. $1 \text{ nFarad} = 1.000 \text{ pF}$ (piko Farad).

Sifat dasar sebuah kapasitor adalah dapat menyimpan muatan listrik, dan kapasitor juga mempunyai sifat tidak dapat dilalui arus DC (*direct Current*) dan dapat dilalui arus AC (*alternating current*) dan juga dapat berfungsi sebagai impedansi (resistansi yang nilainya tergantung dari frekuensi yang diberikan).

2.3.2 Kapasitansi



Gambar 9 Prinsip Dasar Kapasitor

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. *Coulombs* pada abad 18 menghitung bahwa 1 *coulombs* = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian *Michael Faraday* membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 *coulombs*. Dengan rumus dapat ditulis :

$$Q = C \cdot V$$

Q = muatan elektron dalam C (coulombs)

C = nilai kapasitansi dalam F (farad)

V = besar tegangan dalam V (volt)

Untuk rangkaian elektronik praktis, satuan farad adalah sangat besar sekali. Umumnya kapasitor yang ada di pasaran memiliki satuan : μF , nF dan pF.

1 Farad = 1.000.000 μF (mikro Farad)

1 μF = 1.000.000 pF (piko Farad)

1 μF = 1.000 nF (nano Farad)

1 nF = 1.000 pF (piko Farad)

1 pF = 1.000 $\mu\mu\text{F}$ (mikro-mikro Farad)

1 μF = 10^{-6} F

1 nF = 10^{-9} F

1 pF = 10^{-12} F

2.3.3 Wujud dan Macam Kapasitor

Berdasarkan kegunaan kondensator di bagi menjadi :

- a. Kapasitor tetap (nilai kapasitor tetap tidak dapat diubah)
- b. Kapasitor elektronik (elektronik Condenser = elco)
- c. Kapasitor variabel (nilai kapasitor dapat diubah-ubah)

Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektronik dan biasanya berbentuk tabung.

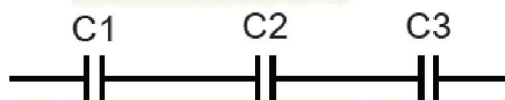
Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas. Lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar 100 $\mu\text{F}/25$ v yang artinya kapasitor / kondensator tersebut memiliki nilai kapasitansi 100 μF dengan tegangan kerja maksimal yang diperbolehkan sebesar 25 volt.

Kapasitor yang ukuran fisiknya kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka, satuannya adalah

pF (pico farads). Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF. Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000, 5 = 100.000 dan seterusnya.

2.3.4 Rangkaian Kapasitor

Rangkaian kapasitor secara seri akan mengakibatkan nilai kapasitansi total semakin kecil. Di bawah ini contoh kapasitor yang dirangkai secara seri.

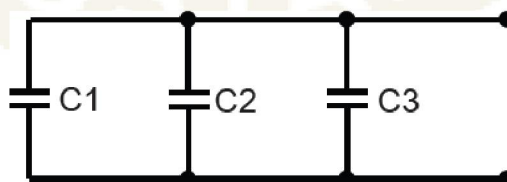


Gambar 10 Rangkaian Kapasitor Seri

Pada rangkaian kapasitor yang dirangkai secara seri berlaku rumus :

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

Rangkaian kapasitor secara paralel akan mengakibatkan nilai kapasitansi pengganti semakin besar. Di bawah ini contoh kapasitor yang dirangkai secara paralel.



Gambar 11 Rangkaian Kapasitor Paralel

Pada rangkaian kapasitor paralel berlaku rumus :

$$C \text{ total} = C1 + C2 + C3 \dots + Cn$$

2.3.5 Fungsi Kapasitor

Fungsi penggunaan kapasitor dalam suatu rangkaian :

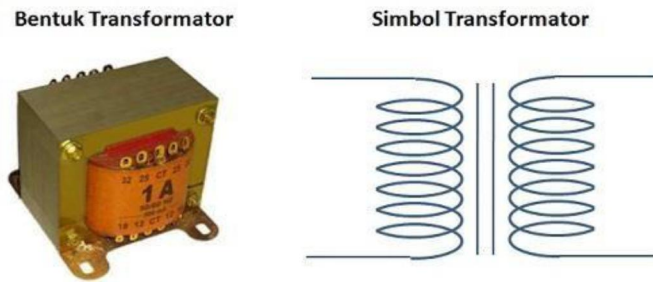
- a. Sebagai kopling antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain (pada *Power Supply*).
- b. Sebagai filter dalam rangkaian *Power Supply*
- c. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian antena.
- d. Untuk menghemat daya listrik pada lampu neon.
- e. Menghilangkan *bouncing* (loncatan api) bila dipasang pada saklar.

2.4 Transformator

2.4.1 Pengertian Transformator

Transformator atau sering disingkat dengan istilah *trafo* adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari perubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan tegangan AC dari 220 VAC ke 12 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 bolak balik (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 *transformator* lainnya menurunkan tegangan listrik tersebut ke tegangan yang diperlukan oleh setiap rumah tangga maupun perkantoran yang pada umumnya menggunakan tegangan AC 220 Volt.

2.4.2 Prinsip Kerja *Transformer*



Gambar 12 Bentuk dan Simbol *Transformer*

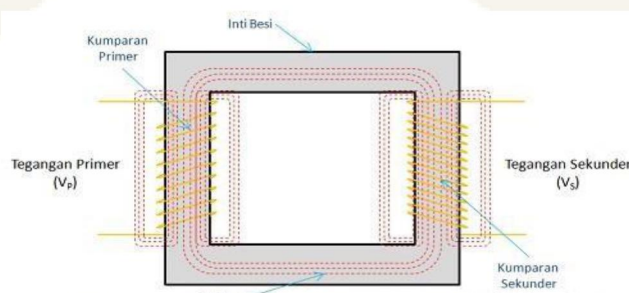
Sebuah *transformator* yang sederhana pada dasarnya terdiri dari 2 lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pada kebanyakan *transformator*, kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan dengan inti besi (*Core*). Ketika kumparan primer dialiri arus AC (bolak-balik) maka akan menimbulkan medan magnet atau *fluks magnetik* disekitarnya. Kekuatan Medan Magnet (Densitas *Fluks Magnet*) tersebut dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang dialirinya. Semakin besar arus listriknya semakin besar pula medan magnetnya. Fluktuasi medan magnet yang terjadi di sekitar kumparan pertama (primer) akan menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) dalam kumparan kedua (sekunder) dan akan terjadi pelimpahan daya dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Dengan demikian, terjadilah pengubahan 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 kegunaannya untuk mempermudah

jalannya *Fluks Magnet* yang ditimbulkan oleh arus listrik kumparan serta untuk mengurangi suhu panas yang ditimbulkan^[3].

Beberapa bentuk lempengan besi yang membentuk inti *transformator* tersebut diantaranya seperti :

- a. E – I Lamination
- b. E – E Lamination
- c. L – L Lamination
- d. U – I Lamination



Gambar 13 *Fluks Transformator*

2.4.3 Jenis – jenis *Transformator*

a. *Step-Up*

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



Gambar 14 Lilitan *Transformator Step Up*

b. *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 15 Lilitan *Transformator Step Down*

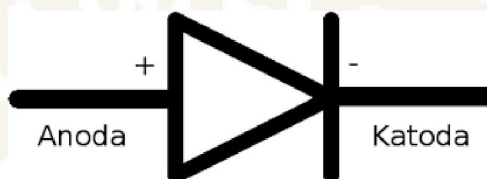
c. *Auto Transformator*

Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Dalam *transformator* ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder. Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan *transformator* biasa. Keuntungan dari *auto transformator* adalah ukuran fisiknya yang kecil dan kerugian yang lebih rendah dari pada jenis dua lilitan. Tetapi *transformator* jenis ini tidak dapat memberikan isolasi secara listrik antara lilitan primer dengan lilitan sekunder.

Gambar 16 Lilitan *Transformator Autovariabel*

2.5 Dioda

2.5.1 Pengertian Dioda



Gambar 17 Simbol Dioda

Dioda adalah komponen aktif dua kutub yang pada umumnya bersifat semikonduktor, yang diperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah (kondisi panjar maju) dan menghambat arus listrik 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 ditunjukkan untuk penggunaan penyearahan. Gambar dan simbol dioda dapat dilihat pada gambar.

Macam-macam dioda :

- a. Dioda penyearah (*rectifier*)
- b. Dioda *zener*
- c. Dioda emisi cahaya (LED)

- d. Dioda cahaya
- e. Dioda *varactor*

2.5.2 Karakteristik Dioda

Bila dioda diberi tegangan maju, maka dengan tegangan kecil saja (minimal 0.7 volt untuk dioda *silicon* dan 0.3 volt untuk dioda *germanium*) arus akan mengalir dari anoda ke katoda.

Bila dioda diberi tegangan balik maka untuk tegangan yang masih dibawah tegangan *break down*. Arus tidak akan mengalir dari anoda ke katoda sampai tegangan yang diberikan mencapai tegangan *break down*, yaitu dimana dioda tidak dapat lagi menahan aliran elektron yang terbentuk di lapisan deplesi.

2.5.3 Tipe – tipe dioda

Dioda Termionik adalah piranti katub yang merupakan susunan elektroda di dalam sampul gelas. Bentuk pertama kali dari dioda termionik hampir sama dengan bola lampu pijar. Di dalam katub dioda termionik, arus listrik yang melalui filamen pemanas secara tidak langsung memanaskan katoda. Elektroda internal lainnya dilapisi dengan campuran barium dan strontium oksida yang merupakan oksida dari logam alkali tanah. Dari kegiatan tersebut menghasilkan pancaran termionik elektron ke ruang hampa. Walaupun demikian, elektron tidak dapat di pancarkan dengan mudah ke permukaan anoda yang tidak terpanasi ketika polaritas tegangan di balik.

Dioda Semikonduktor sebagian besar terdapat pada teknologi pertemuan P-N semikonduktor. Dioda P-N terdapat arus yang mengalir dari sisi Tipe-P (anoda) menuju sisi Tipe-N (katoda), akan tetapi tidak dapat mengalir ke arah sebaliknya. Dioda semikonduktor memiliki tipe lain yaitu dioda *schottky* yang di bentuk dari pertemuan antara logam dan semikonduktor sebagai ganti dari pertemuan P-N konvensional.

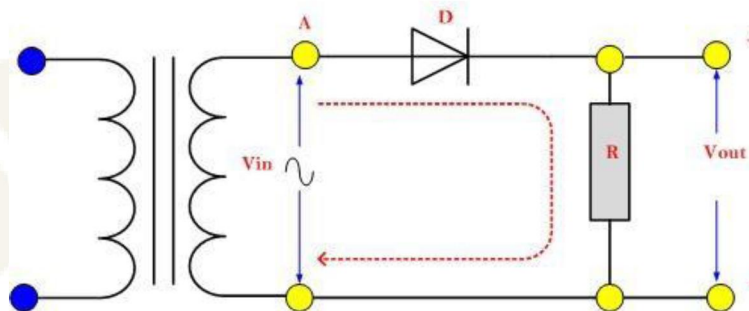
2.5.4 Dioda sebagai penyearah

a. Rangkaian penyearah setengah gelombang (*half wave*)

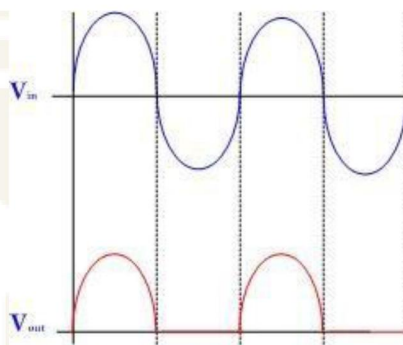
Sebagai penyearah (dioda *rectifier*) dioda berfungsi menyearahkan / merubah tegangan input yang AC (bolak-balik) menjadi DC (searah). Tegangan DC merupakan gelombang sinus bolak-balik, yang akan berganti dari gelombang positif ke negatif terus menerus. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini merupakan rangkaian penyearah setengah gelombang dengan menggunakan satu buah dioda. Resistor dipasang sebagai tahan beban rangkaian. Prinsip kerja rangkaian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Saat titik A mendapatkan tegangan positif (+) dan B negative (-), Dioda dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif. Karena diode dalam kondisi On, maka Arus akan mengalir dari titik A – Dioda – R dan kembali ketitik B-. karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.386$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan output (V_{out}).

2. Saat titik A mendapatkan tegangan negative (-) dan B positif (+), Dioda dalam kondisi dipanjar terbalik karena kaki anoda mendapat tegangan negatif. Sehingga diode dalam kondisi off, maka tidak ada Arus yang mengalir .Kondisi menyebabkan tegangan pada keluaran/output sama dengan 0/tidak ada.



Gambar 19 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang



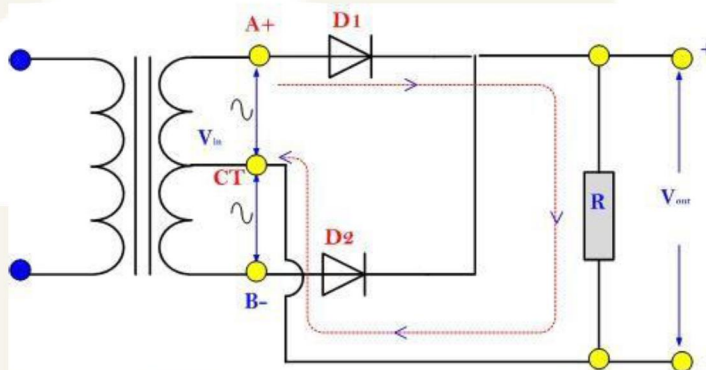
Gambar 18 Gelombang Penyearah Setengah

b. Rangkaian penyearah gelombang penuh (*full wave*)

1. Dengan 2 buah dioda

Penyearah tegangan dengan menggunakan 2 buah dioda memerlukan transformator / trafo yang mempunyai terminal CT (*center tap* / titik tengah). Dioda akan bekerja secara bergantian. Sehingga tegangan pada output akan selalu ada. Prinsip kerja rangkaian bias dijelaskan sebagai berikut:

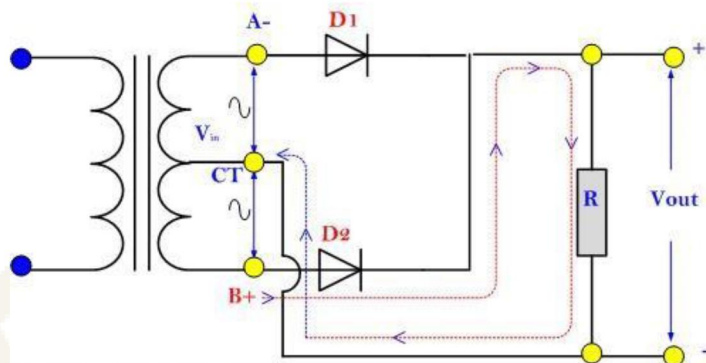
- a) Pada saat titik A mendapatkan tegangan positif (+) dan B negatif (-), dioda D1 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif dan D2 dalam kondisi dipanjar terbalik (*off*). Karena dioda D1 dalam kondisi (*on*), maka arus akan mengalir dari titik A – D1 – R dan kembali ketitik CT. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan *output* (V_{out}).



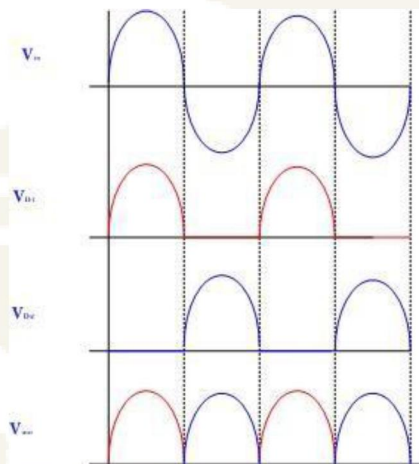
Gambar 20 Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda Positif

- b) Saat titik A mendapatkan tegangan negatif (-) dan B positif (+), dioda D2 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif dan D2 dalam kondisi dipanjar maju (*on*). Karena dioda D2 dalam kondisi (*on*), maka arus akan mengalir dari titik B – D2 – R dan kembali ketitik CT. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan

sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan *output* (V_{out}).



Gambar 22 Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda Negatif



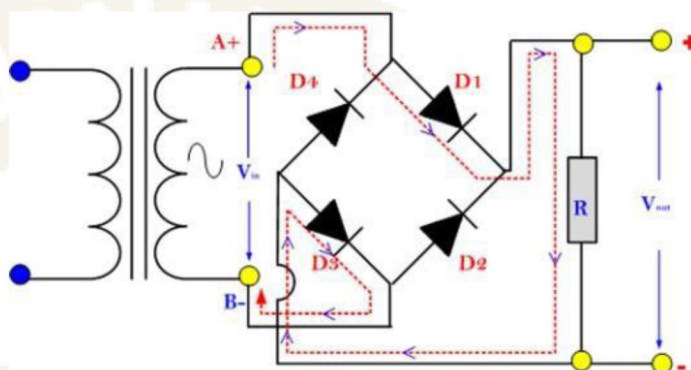
Gambar 21 Gelombang Penyearah 2 Dioda

2. Dengan 4 buah dioda (*bridge* / jembatan)

Prinsip kerja penyearah dengan 4 buah dioda sama dengan penyearah gelombang penuh menggunakan 2 buah dioda, hanya pada penyearah sistem *bridge* ini *transformator* yang digunakan tidak harus CT. Dioda akan bekerja secara berpasangan, jika D1 & D3 On, D2 & D3 off, begitu juga sebaliknya.

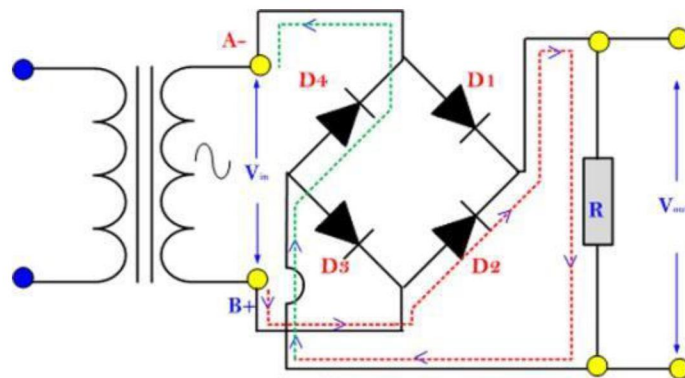
- a) Saat titik A mendapatkan tegangan positif (+) dan B negatif (-), dioda D1 & D3 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda

mendapat tegangan positif dan D2 & D3 dalam kondisi dipanjar terbalik (*off*). Karena dioda D1 & D3 dalam kondisi *on*, maka arus akan mengalir dari titik A – D1 – R - D3 dan kembali ke titik B-. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan *output* (V_{out}).

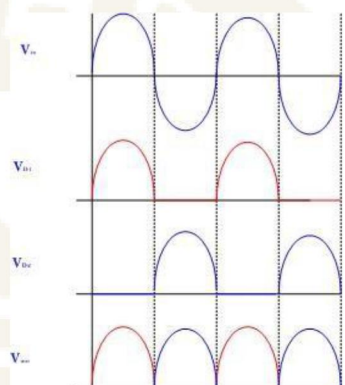


Gambar 23 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda Positif

- b) Saat titik A mendapat tegangan negatif (-) dan B positif (+), dioda D2 & D4 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif (*On*) dan D1 & D3 dalam kondisi dipanjar terbalik (*Off*). Karena diode D2 & D4 dalam kondisi *on*, maka arus akan mengalir dari titik B – D2 – R - D4 dan kembali ke titik A-. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan *output* (V_{out})^[8].



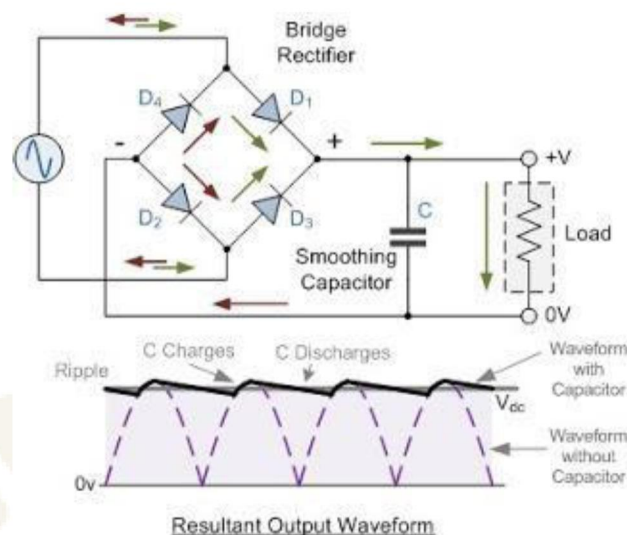
Gambar 24 Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda Negatif



Gambar 25 Gelombang Penyearah Penuh 4 Dioda

3. Penyearah dilengkapi dengan kapasitor

Tegangan yang dihasilkan oleh *rectifier* belum benar - benar rata seperti tegangan DC pada umumnya, oleh karena itu diperlukan kapasitor yang berfungsi sebagai *filter* (penyaring) untuk menekan *ripple* yang terjadi pada proses penyearahan gelombang AC. Kapasitor yang umum dipakai adalah kapasitor jenis ELCO (*Electrolyte Capacitor*). Penyearah dilengkapi *filter* kapasitor agar tegangan penyearah gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang *filter* kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah.



Gambar 26 Penyearah Gelombang Penuh Dengan Kapasitor

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan *ripple* yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang *filter* kapasitor maka *output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (*Direct Current*)^[9].

2.6 Mikrokontroler Atmega8535

2.6.1 Pengertian Atmega8535

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah *chip* di mana di dalamnya sudah terdapat Mikroprosesor, I/O, Memori bahkan ADC, berbeda dengan Mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data.

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* atau dikenal dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing

adalah kapasitas memori, *peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama^[4].

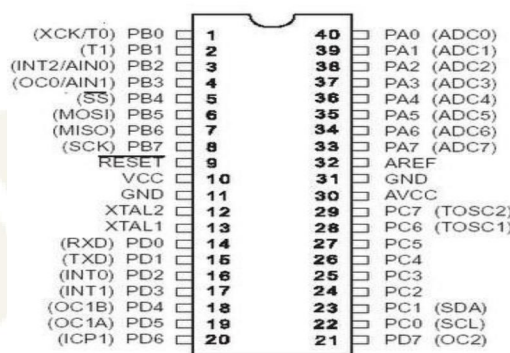
2.6.2 Konfigurasi pin Atmega8535

Secara umum konfigurasi dan fungsi pin ATmega8535 dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. VCC *Input* sumber tegangan (+)
- b. GND Ground (-)
- c. Port A (PA7 ... PA0) Berfungsi sebagai *input* analog dari ADC (Analog to Digital Converter). Port ini juga berfungsi sebagai *port* I/O dua arah, jika ADC tidak digunakan.
- d. Port B (PB7 ... PB0) Berfungsi sebagai *port* I/O dua arah. Port PB5, PB6 dan PB7 juga berfungsi sebagai MOSI, MISO dan SCK yang dipergunakan pada proses *downloading*. Fungsi lain *port* ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
- e. Port C (PC7 ... PC0) Berfungsi sebagai *port* I/O dua arah. Fungsi lain *port* ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
- f. Port D (PD7 ... PD0) Berfungsi sebagai *port* I/O dua arah. Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial. Fungsi lain *port* ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
- g. RESET *Input* reset.
- h. XTAL1 *Input* ke *amplifier inverting* osilator dan *input* ke sirkuit *clock internal*.

- i. XTAL2 *Output* dari *amplifier inverting* osilator.
- j. AVCC *Input* tegangan untuk *Port A* dan *ADC*.
- k. AREF Tegangan referensi untuk *ADC*.

2.6.3 Arsitektur Atmega8535



Gambar 27 Konfigurasi Pin ATmega8535

Dari gambar blok diagram tersebut dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki bagian-bagian sebagai berikut :

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*.
- b. *ADC 8 channel* 10 bit.
- c. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembanding.
- d. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- e. *Watchdog timer* dengan osilator *internal*.
- f. *SRAM* sebesar 512 byte.
- g. Memori *Flash* sebesar 8 KB dengan kemampuan *Read While Write*.
- h. *Interrupt internal* dan *eksternal*
- i. *Port* antarmuka *SPI (Serial Peripheral Interface)*.

- j. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- k. Antar muka komparator analog.
- l. *Port* USART untuk komunikasi serial.

2.7 IC L293D

2.7.1 Pengertian IC L293D

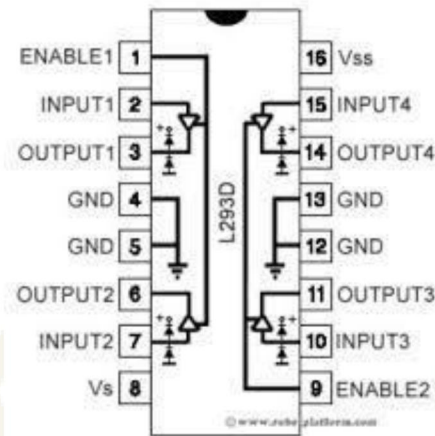
Driver motor digunakan untuk mengontrol arah putaran dan kecepatan motor DC yang merupakan penggerak utama dari rangkaian proyek akhir ini. IC *driver* motor L293D yang didalamnya terdapat rangkaian *H-Bridge* akan mengontrol putaran motor sesuai data masukan digital yang berasal dari PLC Zelio SR2 B201 BD, dan pada IC L293D ini juga terdapat pin untuk pengaturan aplikasi PWM (*Pulse Width Modulator*) yang akan mengatur kecepatan motor dc yang dikendalikannya. L293D memiliki rangkaian dual *H-Bridge*, sehingga mampu mengendalikan dua buah motor DC sekaligus.

2.7.2 Karakteristik dan Fungsi PIN

Karakteristik dari *driver* motor L293D adalah:

- a. Tegangan operasi *supply* sampai dengan 36 Volt.
- b. Total arus DC sampai dengan 1A.
- c. Tegangan *logic* "0" sampai dengan 1,5 Volt.

- d. Memiliki dua *Enable input*.



Gambar 28 Konfigurasi Pin L293D

Fungsi dari tiap-tiap pin *driver* motor L293D adalah sebagai berikut:

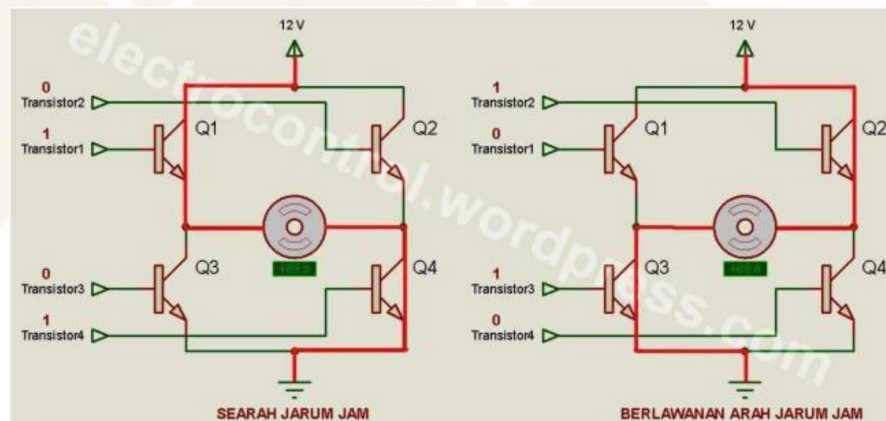
- a. *Output 1* dan *Output 2* (pin 3 dan pin 6)
Pin ini merupakan *output* untuk *bridge A*.
- b. *Vs* (pin 8)
Merupakan pin supply tegangan untuk *output*.
- c. *Input 1* dan *Input 2* (pin 2 dan pin 7)
Pin ini digunakan untuk mengontrol *bridge A*.
- d. *Enable 1* dan *Enable 2* (pin 1 dan pin 9)
Pin ini berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *bridge A* dan *bridge B*.
- e. *Ground* (pin 4, 5, 12, dan 13)
Berfungsi sebagai *grounding* rangkaian *driver*.
- f. *Vss* (pin 16)
Pin ini berfungsi sebagai *supply logic* untuk *driver*.
- g. *Input 3* dan *Input 4* (pin 10 dan 15)
Berfungsi sebagai masukan pada *bridge B*.

h. Output 3 dan Output 4 (11 dan 14)

Merupakan pin *output* untuk *bridge* B.

2.7.3 Cara Kerja IC L293D

Pada dasarnya didalam IC L293D ini terdapat rangkaian H – Bridge yang tersusun dari 4 buah transistor. Pada alat ini dibutuhkan motor DC yang dapat berputar 2 arah untuk menggerakkan meja pasien tersebut. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



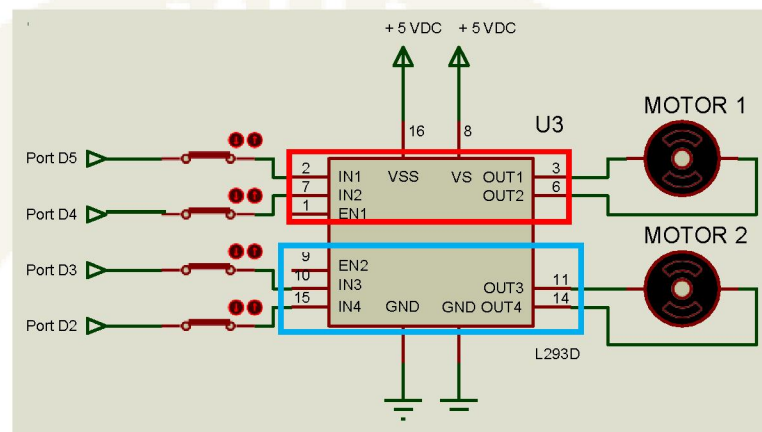
Gambar 29 Cara Kerja IC L293D

Dari gambar diatas terlihat jelas bahwa dengan mengaktifkan transistor1 dan transistor4 akan menyebabkan motor DC berputar searah jarum jam. Dimana arus listrik akan mengalir dari power supply (12 V) melalui transistor1, lalu ke motor DC, lalu ke transistor4 dan akan berakhir di ground. Sedangkan untuk berputar berlawanan arah jarum jam maka harus mengaktifkan transistor2 dan transistor 3 dengan cara memberikan logika high pada kaki Basis transistor tersebut.

Berikut ini adalah tabel dimana kondisi motor dapat berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam sesuai dengan logika *high* atau *low* yang diberikan pada *input* dari mikrokontroler.

Tabel 1 Kondisi Logika IC L293D

IN 1	IN 2	Kondisi Motor
0	0	<i>Fast motor stop</i>
0	1	Putar searah jarum jam
1	0	Putar berlawanan arah jarum jam
1	1	<i>Fast motor stop</i>



Gambar 30 Kondisi IC L293D Tampak Luar

Dari gambar diatas, untuk pengaturan arah dan kecepatan 2 buah motor DC maka hanya tinggal menambahkan sebuah motor pada output3 dan output4. Dan pin EN2 merupakan sebuah pin yang difungsikan untuk meng-enable-kan motor DC 2 (ON/OFF motor DC), oleh karena itu pin EN2 dapat dihubungkan dengan output PWM dari mikrokontroler. Sedangkan pin IN3 dan IN4 digunakan sebagai input logika untuk mengatur putaran motor DC 2 dan dapat juga digunakan untuk memberhentikan motor DC 2 secara cepat (fast motor stop). Tabel input logika IN3 dan IN4 sama dengan tabel logika IN1 dan IN2.

Untuk mempermudah, dari gambar diatas saya tambahkan garis kotak berwarna merah dan berwarna biru. Garis berwarna merah terdiri input dan output untuk mengatur arah dan kecepatan motor DC 1. Sedangkan garis

berwarna biru terdiri dari input dan output untuk mengatur arah dan kecepatan motor DC 2. Pin VS (kaki 8 IC L293D) merupakan power supply untuk motor DC, sedangkan pin VSS (kaki 16 IC L293D) merupakan power supply untuk IC L293D^[10].

2.8 Motor Servo

2.8.1 Pengertian Motor Servo

Motor *servo* adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (*servo*), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor *servo* merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor *servo*, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor *servo*.

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor *servo* berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor *servo*. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

Ada dua jenis motor *servo*, yaitu motor *servo* AC dan DC. Motor *servo* AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor *servo* DC

biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor *servo* yang terdapat di pasaran, yaitu motor *servo rotation 180°* dan *servo rotation continuous*.

- a. Motor *servo standard (servo rotation 180°)* adalah jenis yang paling umum dari motor *servo*, dimana putaran poros *outputnya* terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180° .
- b. Motor *servo rotation continuous* merupakan jenis motor *servo* yang sebenarnya sama dengan jenis *servo standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

2.8.2 Bentuk Motor Servo

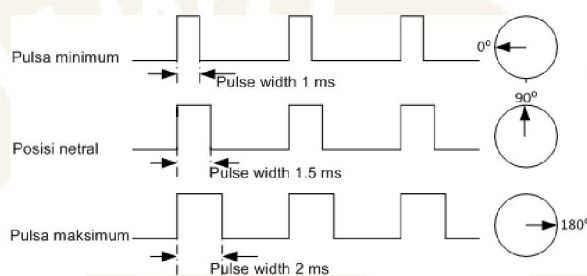


Gambar 31 Bentuk Motor Servo

2.8.3 Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor *servo*. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili

detik) akan memutar poros motor *servo* ke posisi sudut 90° . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 32 Pulsa Sinyal dengan Sudutnya

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (*rating torsi servo*). Namun motor *servo* tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

2.9 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS

logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

Material LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan^[7].



Gambar 33 Bentuk LCD 16 × 2

2.9.1 Pengendali / Kontroler LCD

Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Mikrokontroler pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler *internal* LCD adalah :

- a. DRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- b. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- c. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrik pembuat LCD tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

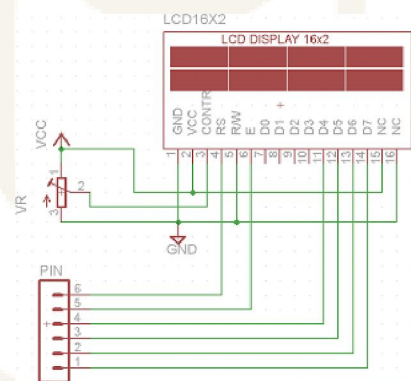
Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah :

- a. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- b. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD diantaranya adalah :

- a. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.

- b. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
- c. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan high baca data.
- d. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- e. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

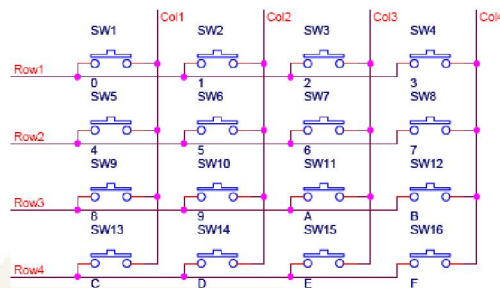


Gambar 34 Konfigurasi Pin LCD 16 × 2

2.10 Keypad

Keypad merupakan komponen elektronik yang digunakan sebagai masukan, disusun dari beberapa tombol / *switch* dengan teknik *matrix*. Berdasarkan penjelasan tersebut, bahwa sebenarnya *keypad* merupakan tombol-tombol yang dirangkai menjadi sebuah paket dengan teknik menghubungkan satu

tombol dengan tombol yang lain dengan teknik *matrix*. Teknik *matrix* adalah bisa dikatakan *array*, memiliki kolom dan baris lebih dari satu. Berikut secara ilustrasi penghubungan tombol-tombol pada *keypad*.



Gambar 35 Struktur Keypad

Konstruksi *matrix keypad* 4×4 diatas cukup sederhana, yaitu terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan *keypad* berupa saklar *push button* yang diletakan disetiap persilangan kolom dan barisnya. Rangkaian *matrix keypad* diatas terdiri dari 16 saklar *push button* dengan konfigurasi 4 baris dan 4 kolom. 8 *line* yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom tersebut dihubungkan dengan port mikrokontroler 8 bit. Sisi baris dari *matrix keypad* ditandai dengan nama Row1, Row2, Row3 dan Row4 kemudian sisi kolom ditandai dengan nama Col1, Col2, Col3 dan Col4. Sisi input atau output dari *matrix keypad* 4×4 ini tidak mengikat, dapat dikonfigurasi kolom sebagai *input* dan baris sebagai *output* atau sebaliknya tergantung programernya.

2.11 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus

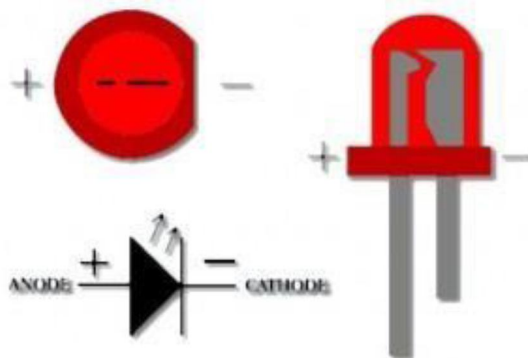
sehingga menjadi *elektromagnet*, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan *polaritas* magnetnya, karena kumparan dipasang pada *diafragma* maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan *diafragma* secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).



Gambar 36 Bentuk *Buzzer*

2.12 LED (*Light Emitting Diode*)

LED adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). LED dapat memancarkan cahaya karena menggunakan *dopping galium*, *arsenic* dan *phosporus*. Jenis doping yang berbeda diatas dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang berbeda. LED merupakan salah satu jenis dioda, sehingga hanya akan mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabil diberikan tegangan listrik dengan konfigurasi *forward bias*. Berbeda dengan dioda pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED cukup rendah yaitu maksimal 20 mA. Apabila LED dialiri arus lebih besar dari 20 mA maka LED akan rusak, sehingga pada rangkaian LED dipasang sebuah resistor sebagai pembatas arus. Simbol dan bentuk fisik dari LED dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 37 Simbol dan Struktur LED

Dari gambar diatas dapat kita ketahui bahwa LED memiliki kaki 2 buah seperti dengan dioda yaitu kaki anoda dan kaki katoda. Pada gambar diatas kaki anoda memiliki ciri fisik lebih panjang dari kaki katoda pada saat masih baru, kemudian kaki katoda pada LED ditandai dengan bagian *body* LED yang di papas rata. Kaki anoda dan kaki katoda pada LED disimbolkan seperti pada gambar diatas. Pemasangan LED agar dapat menyala adalah dengan memberikan tegangan bias maju yaitu dengan memberikan tegangan positif ke kaki anoda dan tegangan negatif ke kaki katoda.

2.13 Regulator Tegangan

2.13.1 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 *power supply* akan berakibat cukup serius. Untuk mendapatkan *supply* tegangan yang stabil diperlukan regulator tegangan^[2].

2.13.2 Jenis – Jenis Regulator Tegangan

a. *Fixed Voltage Regulator* (Pengatur Tegangan Tetap)

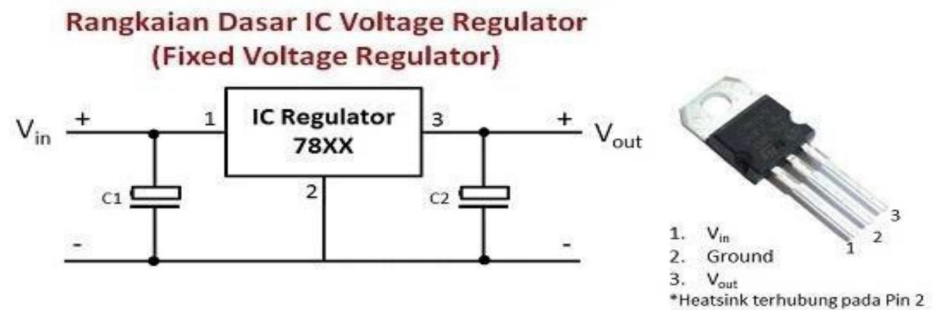
IC jenis Pengatur Tegangan Tetap (*Fixed Voltage Regulator*) ini memiliki nilai tetap yang tidak dapat disetel (*di-adjust*) sesuai dengan keinginan Rangkaiannya. Tegangannya telah ditetapkan oleh produsen IC sehingga Tegangan DC yang diatur juga tetap sesuai dengan spesifikasi IC-nya. Misalnya IC *Voltage Regulator* 7805, maka *Output* Tegangan DC-nya juga hanya 5 Volt DC. Terdapat 2 jenis Pengatur Tegangan Tetap yaitu *Positive Voltage Regulator* dan *Negative Voltage Regulator*.

Jenis IC *Voltage Regulator* yang paling sering ditemukan di pasaran adalah tipe 78XX. Tanda XX dibelakangnya adalah kode angka yang menunjukkan tegangan *output* DC pada IC *Voltage Regulator* tersebut. Contohnya 7805, 7809, 7812 dan lain sebagainya. IC 78XX merupakan IC jenis *Positive Voltage Regulator*.

IC yang berjenis *Negative Voltage Regulator* memiliki desain, konstruksi dan cara kerja yang sama dengan jenis *Positive Voltage Regulator*, yang membedakannya hanya polaritas pada tegangan *outputnya*. Contoh IC jenis *Negative Voltage Regulator* diantaranya adalah 7905, 7912 atau IC *Voltage Regulator* berawalan kode 79XX.

IC *Fixed Voltage Regulator* juga dikategorikan sebagai IC *Linear Voltage Regulator*.

Dibawah ini adalah Rangkaian Dasar untuk IC LM78XX beserta bentuk Komponennya (*Fixed Voltage Regulator*).



Gambar 38 Struktur *Fixed Voltage Regulator*

b. *Adjustable Voltage Regulator* (Pengatur Tegangan yang dapat disetel)

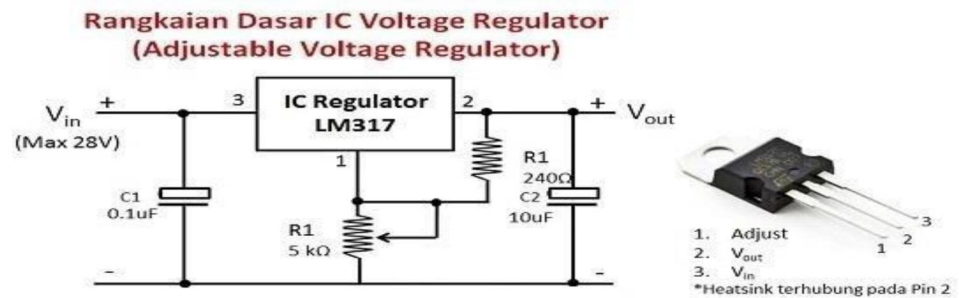
IC jenis *Adjustable Voltage Regulator* adalah jenis IC pengatur tegangan DC yang memiliki *range* tegangan *output* tertentu sehingga

dapat disesuaikan kebutuhan rangkaiannya. IC *Adjustable Voltage Regulator* ini juga memiliki 2 jenis yaitu *Positive Adjustable Voltage Regulator* dan *Negative Adjustable Voltage Regulator*. Contoh IC jenis *Positive Adjustable Voltage Regulator* diantaranya adalah LM317 yang memiliki *range* atau rentang tegangan dari 1.2 Volt DC sampai pada 37

Volt DC. Sedangkan contoh IC jenis *Negative Adjustable Voltage Regulator* adalah LM337 yang memiliki *range* atau jangkauan tegangan yang sama dengan LM317. Pada dasarnya desain, konstruksi dan cara kerja pada kedua jenis IC *Adjustable Voltage Regulator* adalah sama. Yang membedakannya adalah polaritas pada *output* tegangan DC-nya.

IC *Fixed Voltage Regulator* juga dikategorikan sebagai IC *Linear Voltage Regulator*.

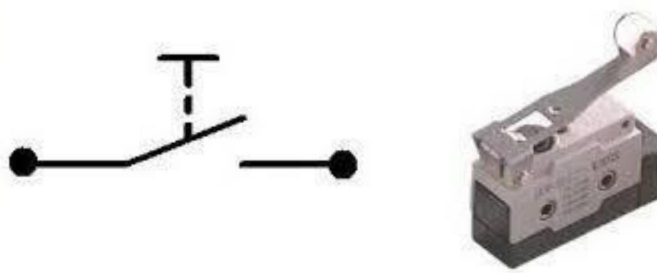
Dibawah ini adalah Rangkaian Dasar IC LM317 beserta bentuk komponennya (*Adjustable Voltage Regulator*).



Gambar 39 Struktur *Adjustable Voltage Regulator*

2.14 Limit Switch

Limit switch (saklar pembatas) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari Normally Open/ NO ke Close atau sebaliknya dari Normally Close/NC ke Open). Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya, limit switch juga hanya mempunyai 2 kondisi, yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi ON atau Off.



Namun sistem kerja limit switch berbeda dengan saklar pada umumnya, jika pada saklar umumnya sistem kerjanya akan diatur/ dikontrol secara manual oleh manusia (baik diputar atau ditekan). Sedangkan limit switch dibuat dengan sistem kerja yang berbeda, limit switch dibuat dengan sistem kerja yang dikontrol

oleh dorongan atau tekanan (kontak fisik) dari gerakan suatu objek pada aktuator, sistem kerja ini bertujuan untuk membatasi gerakan ataupun mengendalikan suatu objek/mesin tersebut, dengan cara memutuskan atau menghubungkan aliran listrik yang melalui terminal kontakannya^[11].



BAB III

PERENCANAAN

3.1 Tahap Perencanaan

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

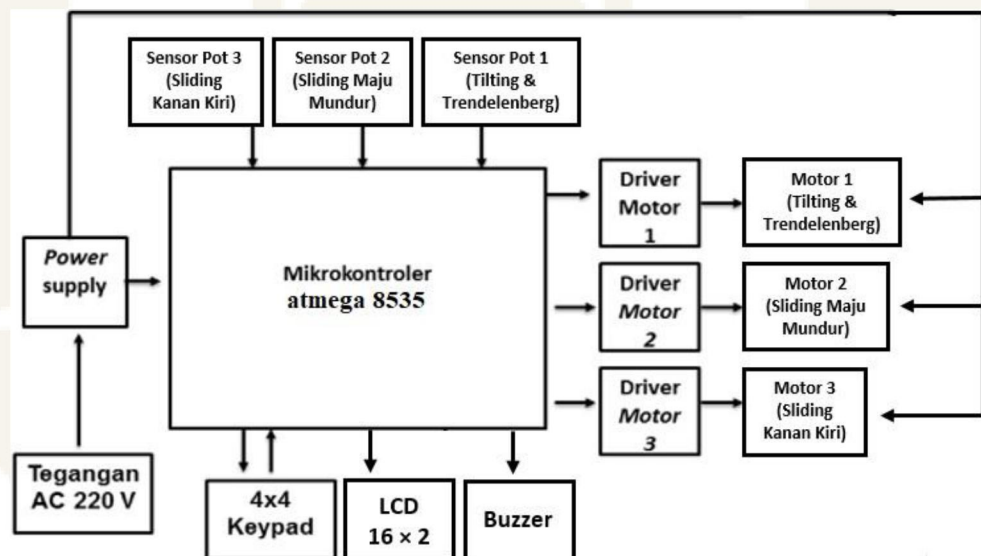
Tahapan-tahapan perencanaan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut:

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

3.2 Spesifikasi Alat

Nama Alat	: Simulasi Meja Pasien Pesawat Sinar – X Diagnostik
Catu Daya	: 12 VDC dan 5 VDC
Ukuran kontrol	: 13 cm (L) x 20 cm (P) x 8,5 cm (T)
Ukuran meja	: 20 cm (L) x 50 cm (P) x 3 cm (T)
Ukuran tiang	: 9 cm (L) x 11 cm (P) x 18 cm (T)
Display	: LCD 16 x 2 karakter
Tombol	: <i>Power</i> dan <i>Keypad</i>
Aksesoris	: <i>Port</i> titik pengukuran (TP)
Lampu Indikator	: 1 LED <i>power</i>

3.3 Perencanaan Blok Diagram



Gambar 40 Blok Diagram

3.3.1 Fungsi tiap – tiap blok diagram

a. *Power Supply*

Berfungsi sebagai mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dan menyuplai tegangan DC ke rangkaian yang membutuhkan.

b. *Keypad*

Berfungsi untuk memberikan input / perintah pergerakan yang setelah itu akan diolah pada mikrokontroler.

c. *Sensor*

Berfungsi sebagai pembacaan pergerakan pada saat motor berputar dan data masuk dalam mikrokontroler sehingga dapat ditampilkan di LCD.

d. *Motor*

Berfungsi sebagai menggerakkan poros dan gear yang telah terhubung dengan meja pasien, sehingga meja dapat bergerak sesuai perintah dan putaran motor tersebut.

e. *Mikrokontroler*

Sebagai pengendali utama atau otak proses kerja alat secara keseluruhan.

f. *Driver Motor*

Rangkaian untuk mengontrol motor dengan menggunakan IC L293D yang akan bekerja saat ada logika *high* atau *low* dari mikrokontroler sehingga motor dapat berputar.

g. LCD

Digunakan untuk menampilkan hasil pergerakan sudut dan pergerakan *sliding*.

h. Buzzer

Digunakan sebagai alarm ketika pergerakan meja pasien telah mencapai posisi maksimal.

i. LED

Digunakan sebagai indikator ketika tegangan 220 VAC sudah ke *power supply*.

3.3.2 Cara kerja blok diagram

Ketika blok rangkaian *power supply* diberi sumber tegangan 220 VAC dan alat dihidupkan, maka *output* tegangan *power supply* menghasilkan tegangan 12 VDC yang akan di *supply* untuk mikrokontroler dan tegangan 5 VDC yang akan di *supply* untuk ketiga motor tersebut. Pada saat inialisasi program selesai, *user* harus menekan *keypad* sesuai dengan pergerakan yang akan digunakan. Ketika *user* menekan tombol “#” lalu tombol “A #” dan menahan tombol “1” maka mikrokontroler akan menerima *inputan* dari *keypad* yang setelah itu *driver* motor akan menerima logika *high* dari mikrokontroler untuk menggerakkan motor 1 agar motor berputar dalam posisi *treundelenberg* hingga pergerakan yang diinginkan sesuai. Selama motor 1 berputar *treundelenberg*, sensor potensiometer 1 akan membaca tegangan pada saat motor berputar yang nantinya akan diubah ke dalam *digital* (ADC) setelah diproses mikrokontroler sehingga mikrokontroler dapat menampilkan berapa sudut pada saat motor berputar.

Pada saat pergerakan telah hampir mencapai maksimal, maka buzzer akan berbunyi dan memberi tanda alarm sebagai pertanda kepada *user*. Sama halnya untuk pergerakan lainnya.

3.4 Perencanaan Komponen

Komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam 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 di bawah ini:

Tabel 2 Daftar Komponen Rangkaian *Power Supply*

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1.	Trafo	2A	1
2.	Fuse	1A	1
3.	Dioda	IN5403	8
4.	Kapasitor	2200 uF / 25V	2
5.	Kapasitor	1000 uF / 16V	2
6.	Voltage Regulator	7805	1
7.	Voltage Regulator	7812	1

Tabel 3 Daftar Komponen Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1.	Mikrokontroler	ATMega 8535	1
2.	Resistor	39 k Ω	1
3.	Kapasitor	100 nF	2

4.	Kapasitor	100 μ F	1
5.	Osilator Kristal	12 MHz	1
6.	Push Button	Push to ON	1
7.	Soket IC	40 pin	1

Tabel 4 Daftar Komponen Rangkaian *Driver* Motor

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1.	IC	L293D	2
2.	Limit Switch	-	6
3.	Motor Servo	MG90S	2
4.	Motor Servo	MG995	1

Tabel 5 Daftar Komponen Rangkaian Sensor Posisi

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1.	Resistor Variabel	10K Ω	3

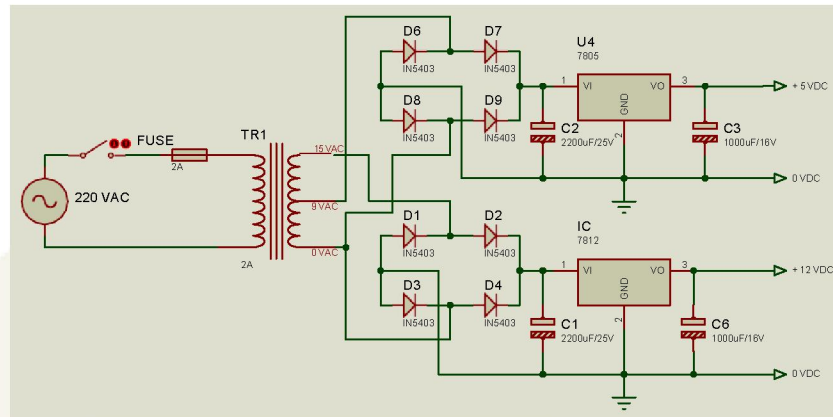
Tabel 6 Daftar Komponen Pendukung

No	Nama Komponen	Type/Nilai	Jumlah
1.	Saklar	ON / OFF	1
2.	LED	Kuning	1
3.	PCB	Single layer	1
4.	Keypad	4 \times 4	1
5.	LCD	16 \times 2	1
6.	Box	Triplek	1
7.	Kabel AC		1

3.5 Perencanaan *Wiring Diagram*

Perencanaan *wiring diagram* dari alat ini dibagi dalam tujuh bagian sebagai berikut:

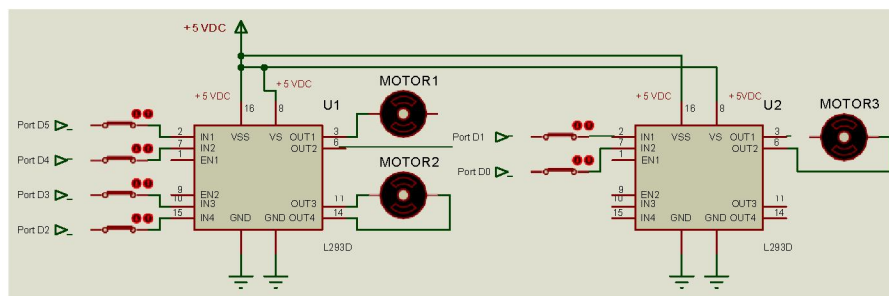
3.5.1 Perencanaan Rangkaian *Power Supply*



Gambar 41 Rangkaian *Power Supply*

Pada rangkaian *power supply* ini mempunyai prinsip kerja dari sumber tegangan 220 VAC mengalir ke trafo setelah saklar dalam keadaan ON. Didalam trafo tegangan tersebut diturunkan menjadi 15 VAC dan 9 VAC. Karena tegangan *output* yang dibutuhkan yaitu 12 VDC dan 5 VDC jadi pada tegangan *stepdown* trafo harus lebih dari *output* agar ketika terjadi penurunan tegangan masih dapat *stabil*. Dari trafo tegangan mengalir pada dioda *bridge* atau dioda penyearah. Tegangan disearahkan dari tegangan AC menjadi tegangan DC. Setelah disearahkan sebelum masuk ke IC regulator, ada kapasitor C1 dan C2 yang disitu sebagai *filter* untuk mengurangi *ripple* tegangan agar tegangan yang masuk kedalam IC regulator murni atau rata. Didalam IC regulator, tegangan tersebut distabilkan dalam 12 VDC dan 5 VDC sesuai kebutuhan. Setelah itu ada kapasitor C3 dan C6 untuk memfilter kembali agar tegangan yang keluar lebih rata sebelum di *supply* ke rangkaian yang membutuhkan tegangan 12 VDC dan 5 VDC.

3.5.2 Perencanaan Rangkaian *Driver Motor*



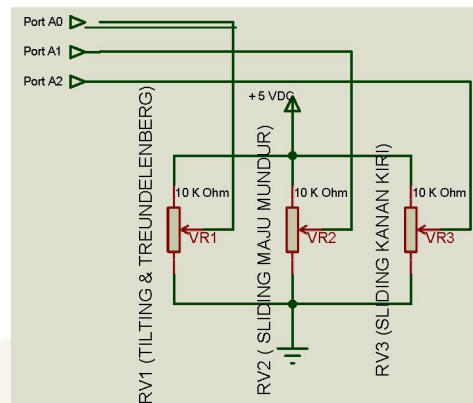
Gambar 42 Rangkaian *Driver Motor*

Rangkaian *driver motor* diatas dirancang untuk menggerakan motor dengan dua arah putaran tergantung kontrol dari mikrokontroller. Pada ketiga motor tersebut mempunyai prinsip kerja yang sama. Rangkaian *driver motor* ini dirancang dengan menggunakan dua buah IC L293D dan enam buah *limit switch*, karena dalam satu buah IC menggunakan dua buah motor *servo*.

Cara kerja dari rangkaian ini dari tegangan 5 VDC masuk pada *H – Bridge* didalam IC tersebut. Jika IN1 diberi logika 1 dan IN2 diberi logika 0, maka motor 1 akan berputar searah jarum jam. Karena tegangan mengalir dari VS dan VSS menuju *H – Bridge* untuk ke output motor 1 sehingga motor 1 berputar dan output 2 harus 0 atau ke ground. Dan sebaliknya jika IN1 diberi logika 0 dan IN2 diberi logika 1, maka motor 1 akan berputar berlawanan arah jarum jam. Demikian juga untuk cara kerja motor 2 dan motor 3 sama dengan cara kerja motor 1.

Limit switch pada rangkaian ini digunakan ketika posisi meja telah mencapai maksimal maka posisi limit switch akan berubah menjadi NO (Normally Open). Sehingga tegangan yang mengalir seketika terputus untuk mnghindari kerusakan pada mekanik karena pergerakan berlebih melampaui titik maksimal.

3.5.3 Perencanaan Rangkaian Sensor Posisi

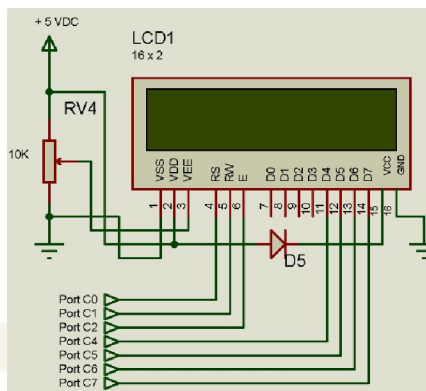


Gambar 43 Rangkaian Sensor Posisi

Pada alat ini terdapat tiga potensiometer sebagai sensor pergerakan. VR1 sensor pergerakan *tilting* dan *treundelenberg* sebagai pembagi tegangan, pada saat posisi 0° perencanaannya sebesar 1,85 VDC dan posisi 90° perencanaannya sebesar 5,08 VDC. Pada VR2 sensor pergerakan *sliding* maju dan *sliding* mundur sebagai pembagi tegangan, pada saat posisi 6 cm (maju) perencanaannya sebesar 0,0 VDC dan posisi -6 cm (mundur) perencanaannya sebesar 1,1 VDC. Pada VR3 sensor pergerakan *sliding* kanan dan *sliding* kiri sebagai pembagi tegangan, pada saat posisi 3 cm (kanan) perencanaannya sebesar 0,1 VDC dan posisi -3 cm (kiri) perencanaannya sebesar 5,0 VDC.

Cara kerja pada rangkaian sensor posisi ini yaitu potensiometer mendapat tegangan 5 VDC. Ketika pada saat motor berputar maka potensiometer akan ikut berputar atau bergerak sesuai dengan motor tersebut. Setiap pergerakan pada potensiometer, nilai resistansinya dan tegangannya pasti berubah – ubah. Semua itu akan dibaca oleh mikrokontroler untuk dikonversi pada ADC, agar setiap sudut atau pergerakan meja tersebut nantinya dapat ditampilkan pada LCD.

3.5.4 Perencanaan Rangkaian LCD

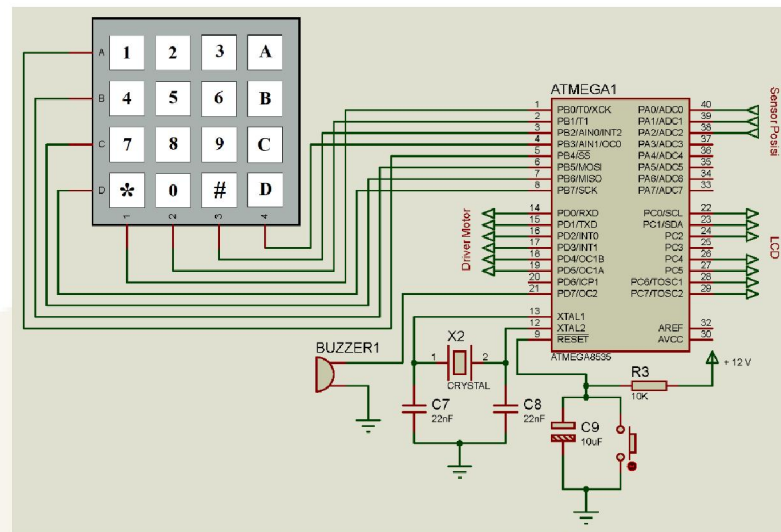


Gambar 44 Rangkaian LCD

Rangkaian LCD terdiri dari sebuah modul LCD yang menggunakan catu tegangan 5V agar dapat bekerja. Pin D4, D5, D6, dan D7 pada LCD merupakan *input* data 4 bit yang dihubungkan dengan *PORTC.4* – *PORTC.7*. Pin RS yang merupakan reset LCD terhubung, pin R/W (*Read/Write*) yang merupakan mode tulis data ke LCD atau baca data dari LCD) terhubung pin 1 dan 3, dan pin E (*enable*) merupakan *input enable* sebagai saklar antara LCD bekerja (*enable*) dan tidak bekerja (*inhibit*).

Cara kerja rangkaian LCD pada alat ini yaitu ketika program yang telah diolah pada mikrokontroler selesai sesuai dengan yang diinginkan. Maka program akan di *input* melalui *port input* data sehingga tampilan yang akan terlihat pada LCD akan sesuai dengan program pada mikrokontroler. Tampilan yang akan terlihat pada LCD yaitu tampilan sudut *tilting* dan *treundenberg*, pergerakan *sliding* kanan kiri, dan *sliding* maju mundur. Agar ketika *user* menggerakkan meja pasien ini dapat mengetahui berapa sudut atau pergerakan meja pasien tersebut.

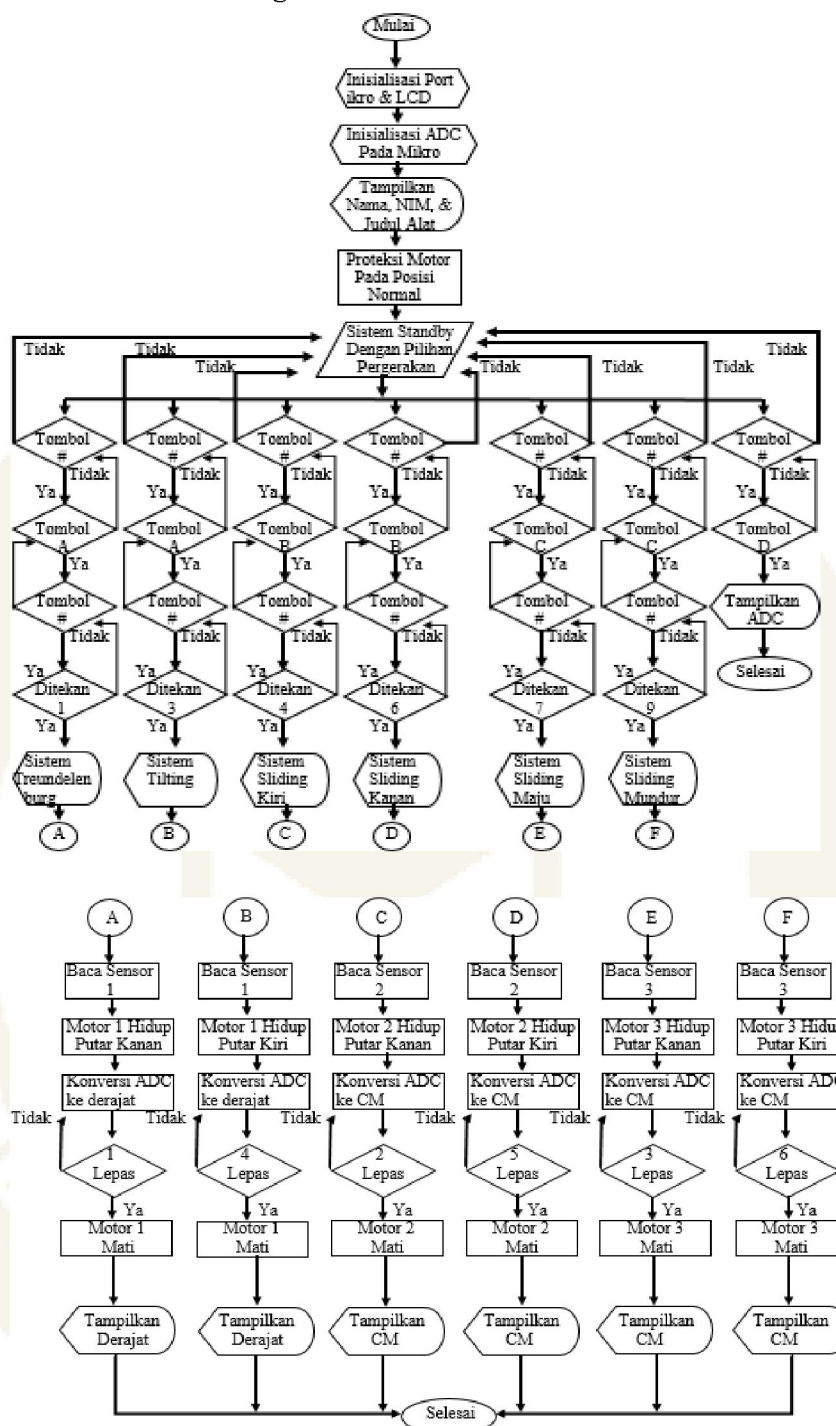
3.5.5 Perencanaan Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler, *Keypad*, dan Buzzer



Gambar 45 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler, *Keypad*, dan Buzzer

Cara kerja pada perencanaan rangkaian ini yang pertama mikrokontroler sebagai inti program pada alat ini. Mikrokontroler mengolah semua data baik masuk ataupun keluar. Port A digunakan untuk sensor posisi, port B untuk keypad, port C untuk tampilan LCD, dan port D untuk driver motor dan buzzer. Ketika keypad kita tekan pada tombol “1” maka data akan dibaca dan diolah didalam mikrokontroler, sehingga akan memberikan logika *high* pada driver motor dan motor akan berputar ke posisi *treundelenberg*. Ketika motor telah hampir mencapai posisi maksimal maka buzzer memberikan tanda sebagai alarm kepada *user*. Sama hal nya tombol “3” untuk pergerakan *tilting*, tombol “4” dan tombol “6” untuk *sliding* kiri kanan, tombol “7” dan tombol “9” untuk *sliding* maju mundur. Buzzer akan berhenti ketika posisi meja pasien sudah tidak lagi dalam posisi maksimal.

3.6 Perencanaan *Flowchart* Program



Gambar 46 *Flowchart* Program

3.7 Perencanaan Titik Pengukuran

Untuk mengetahui keluaran dari beberapa komponen pada alat ini, penulis menentukan titik pengukuran sebagai berikut :

a. Titik Pengukuran 1 (TP1)

Titik Pengukuran 1 (TP1) terletak pada keluaran *Power Supply*.

Untuk mengetahui berapa tegangan yang keluar setelah IC 7812.

b. Titik Pengukuran 2 (TP2)

Titik Pengukuran 2 (TP2) terletak pada keluaran *Power Supply*.

Untuk mengetahui berapa tegangan yang keluar setelah IC 7805.

c. Titik Pengukuran 3 (TP3)

Titik Pengukuran 3 (TP3) terletak pada keluaran sensor yang berupa nilai data ADC dan tegangan pada potensiometer 3 sebesar 10 k ohm untuk mendeteksi jarak sliding kanan kiri.

d. Titik Pengukuran 4 (TP4)

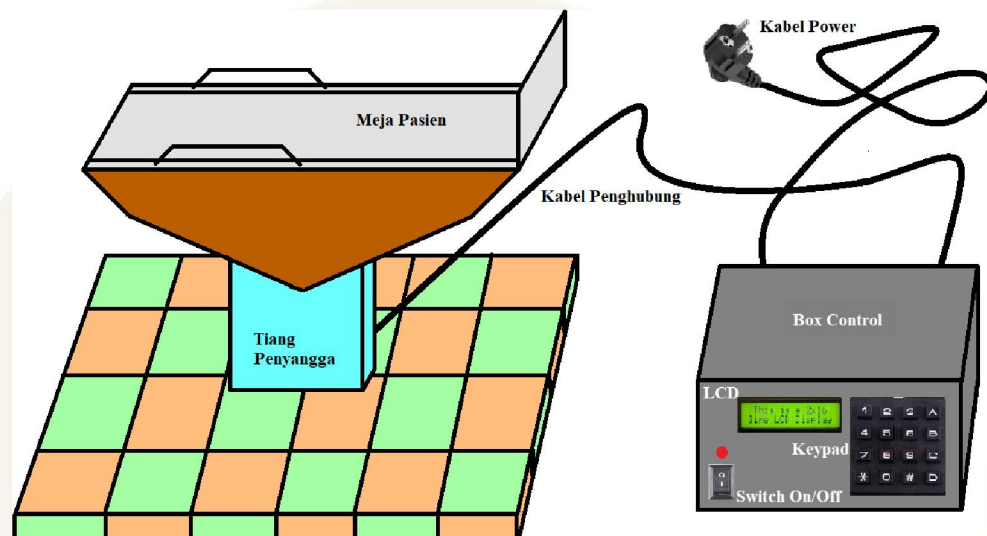
Titik pengukuran 4 (TP4) terletak pada keluaran sensor yang berupa nilai data ADC dan tegangan pada potensiometer 2 sebesar 10 k ohm untuk mendeteksi jarak sliding maju mundur.

e. Titik Pengukuran 5 (TP5)

Titik pengukuran 5 (TP5) terletak pada keluaran sensor yang berupa nilai data ADC dan tegangan pada potensiometer 1 sebesar 10 k ohm untuk mendeteksi sudut *tilting* dan *treundenberg*.

3.8 Perencanaan Casing

Simulasi pergerakan meja pasien pada pesawat *rontgen fluoroscopy* yang akan dibuat memiliki ukuran yang lebih kecil dari ukuran *fluoroscopy* sebenarnya. Perencanaan casing dari modul ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 47 Perencanaan Casing Alat

3.9 Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum memulai pembuatan modul, 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, seperti multimeter
- d. Larutan FeCl_3
- e. PCB polos
- f. Solder dan timah

Komponen - komponen elektronika yang dipersiapkan tertera pada perencanaan komponen.

3.10 Pembuatan Modul

- a. Mempersiapkan gambar skematiknya.
- b. Menentukan komponen yang diperlukan sesuai dengan rangkaian.
- c. Menentukan bagian-bagian yang akan dipasang pada bagian luar
- d. casing, seperti *display*, *keypad*, saklar *on/off*, dan tempat titik pengukuran (TP).
- e. Memastikan tiap titik memiliki hubungan tersendiri untuk dilakukan penyolderan komponen.
- f. Memastikan tidak ada jalur antar penghantar yang saling bersinggungan.
- g. Penggunaan *jumper* diusahakan seminimal mungkin.
- h. Penempatan komponen secara rapi dan mudah dipahami.

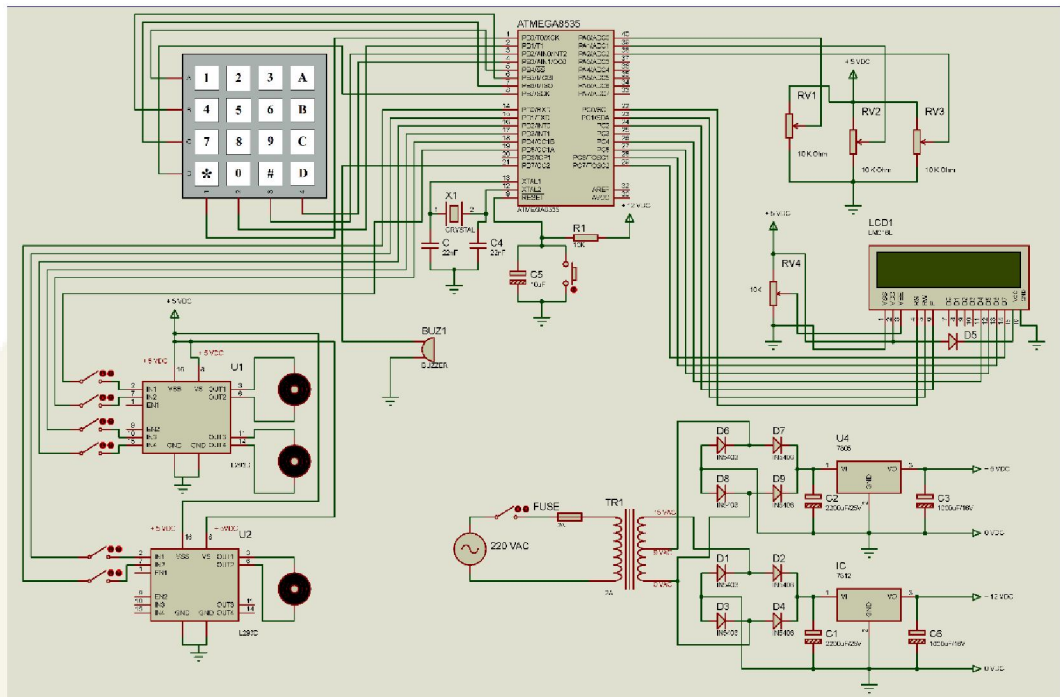
3.11 Pembuatan Papan Rangkaian (PCB)

- a. Mempersiapkan gambar skematik.
- b. Merancang tata letak komponen dan jalur-jalur hubungan antara komponen dan dijaga untuk menghindari hubung singkat.
- c. Selanjutnya memasang komponen yang dibutuhkan di atas papan PCB.
- d. Pembuatan PCB terminal pusat untuk penggabungan tiap *ground* dan *vcc* tiap - tiap blok rangkaian.

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1 Gambar Rangkaian Alat Secara Keseluruhan



Gambar 48 Rangkaian Alat Keseluruhan

4.2 Cara Kerja Alat

Ketika alat mendapatkan sumber tegangan 220 VAC dan dihidupkan, maka tegangan 220 VAC akan menyuplai *power supply*. Rangkaian *power supply* akan menyearahkan tegangan dari AC menjadi DC dan menghasilkan tegangan 5 VDC dan 12 VDC yang kemudian tegangan tersebut akan menyuplai semua rangkaian yang membutuhkan dan motor pada posisi *standby*. Mikrokontroler akan mulai bekerja dan melakukan inialisasi program. Ketika inialisasi program sudah selesai, *user* harus menekan tombol “#” setelah itu memilih dan menekan tombol “A”, “B”, atau “C” pada *keypad* untuk memilih pergerakan meja setelah itu tekan “#”. Setelah itu tekan dan tahan tombol “1” pergerakan

treundelenberg, tombol “3” pergerakan *tilting*, tombol “4” pergerakan *sliding* kiri, tombol “6” *sliding* kanan, tombol “7” *sliding* maju, dan tombol “9” *sliding* mundur. *User* harus menekan tombol sampai sudut atau jarak yang diinginkan melalui *keypad* dan mikrokontroler kemudian memberikan logika *high* pada driver motor sehingga motor dapat bekerja. Pada saat motor dalam kondisi berputar, sensor potensiometer akan ikut bergerak dan mengirimkan nilai data ADC dan tegangan dalam mikrokontroler untuk diolah dalam satuan derajat dan centimeter sehingga ketika motor bergerak pembacaan sudut atau jarak akan ditampilkan pada LCD hingga tombol perintah berhenti ditekan dan motor akan mati.

4.3 Pengertian Pengukuran

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

Hasil pengukuran disajikan dalam tabel untuk mempermudah analisa data.

4.4 Persiapan Pengukuran

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

a. Multimeter

Merk : Fluke

Model : 179

Buatan : USA

4.5 Metode Pengukuran

Titik – titik yang diukur nilainya adalah sebagai berikut :

a. Titik Pengukuran 1 (TP1)

Titik Pengukuran 1 (TP1) terletak pada keluaran *Power Supply*.

Untuk mengetahui berapa tegangan yang keluar setelah IC 7812.

b. Titik Pengukuran 2 (TP2)

Titik Pengukuran 2 (TP2) terletak pada keluaran *Power Supply*.

Untuk mengetahui berapa tegangan yang keluar setelah IC 7805.

c. Titik Pengukuran 3 (TP3)

Titik Pengukuran 3 (TP3) terletak pada keluaran sensor yang berupa nilai data ADC dan tegangan pada potensiometer 3 sebesar 10 k ohm untuk mendeteksi jarak sliding kanan kiri.

d. Titik Pengukuran 4 (TP4)

Titik pengukuran 4 (TP4) terletak pada keluaran sensor yang berupa nilai data ADC dan tegangan pada potensiometer 2 sebesar 10 k ohm untuk mendeteksi jarak sliding maju mundur.

e. Titik Pengukuran 5 (TP5)






Titik pengukuran 5 (TP5) terletak pada keluaran sensor yang berupa nilai data ADC dan tegangan pada potensiometer 1 sebesar 10 k ohm untuk mendeteksi sudut *tilting* dan *treundenberg*.




4.6 Hasil Pengukuran

4.6.1 Data Hasil Pengukuran TP




Pengukuran ini dilakukan pada titik pengukuran yang telah penulis tentukan di atas. Hasil pengukuran ini, penulis menggunakan alat ukur multimeter, hasil pada masing-masing titik pengukuran yang telah ditentukan dapat dilihat pada tabel data.



Tabel 7 Hasil Pengukuran TP 1 – TP 4

TP	HASIL UKUR	KETERANGAN
TP 1		Keluaran IC 7812 pada <i>power supply</i>
TP 2		Keluaran IC 7805 pada <i>power supply</i>
TP 3	A 	Keluaran tegangan ketika motor pada posisi <i>sliding</i> titik tengah
	B 	Keluaran tegangan ketika motor pada posisi <i>sliding</i> kiri maksimal
	C 	Keluaran tegangan ketika motor pada posisi <i>sliding</i> kanan maksimal

TP 4	A		Keluaran tegangan ketika motor pada posisi <i>sliding</i> titik tengah
	B		Keluaran tegangan ketika motor pada posisi <i>sliding</i> maju maksimal
	C		Keluaran tegangan ketika motor pada posisi <i>sliding</i> mundur maksimal

Tabel 8 Hasil Pengukuran TP 5

		SUDUT ALAT	HASIL UKUR
TP 5	A	90°	
	B	60°	
	C	30°	

D	10°	
E	0°	

4.6.2 Data Akurasi Sudut

Pada pengukuran akurasi sudut ini menggunakan teori sudut yaitu busur.

Tabel 9 Hasil Pengukuran Keakurasian

NO	SUDUT ALAT	TEORI SUDUT
1.	90°	90°
2.	60°	58°
3.	30°	29°
4.	10°	10°
5.	0°	0°

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data Hasil Pengukuran

Analisis data hasil pengukuran ini bertujuan untuk :

- Membandingkan antara hasil menurut teori dan hasil ukur pada tiap – tiap titik pengukuran
- Mengetahui besarnya persentase kesalahan (PK) pada tiap titik pengukuran
- Mengetahui kemungkinan penyebab perbedaan antara hasil teori dan hasil ukur.

Persentase Kesalahan (PK) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

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

5.1.1 Analisis TP 1

TP1 merupakan keluaran dari IC *regulator* 7812 untuk sumber daya rangkaian mikrokontroler, dan LED. Secara teori, keluaran IC 7812 adalah tegangan DC dengan nilai minimal 11,5 V, nilai tipikal 12 V, dan nilai maksimal 12,5 V.

Diketahui hasil ukur TP1 sebesar 12,1 V, maka tegangan pada TP1 telah sesuai dengan *datasheet* 7812.

Hasil Teori = 12 V

Hasil Pengukuran = 12,1 V

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

$$PK = \left| \frac{12-12,1}{12} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{-0,1}{12} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,83 \%$$

5.1.2 Analisis TP 2

TP2 merupakan keluaran dari IC *regulator* 7805 untuk Motor, rangkaian *driver*, *buzzer*, dan LCD. Secara teori, keluaran IC 7805 adalah tegangan DC dengan nilai minimal 4,8 V, nilai tipikal 5 V, dan nilai maksimal 5,2 V.

Diketahui hasil ukur TP2 sebesar 5,1 V, maka tegangan pada TP2 telah sesuai dengan *datasheet* 7805.

Diketahui:

Hasil Teori = 5 V

Hasil Pengukuran = 5,1 V

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

$$PK = \left| \frac{5-5,1}{5} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{-0,1}{5} \right| \times 100\%$$

$$PK = 2\%$$

5.1.3 Analisis TP 3

TP3 merupakan keluaran tegangan sensor pergerakan pada saat alat menampilkan *sliding* kiri dan *sliding* kanan. Tabel Pengukuran dapat dilihat sebagai berikut:

TP 3	PERGERAKAN ALAT		TEGANGAN	PERSENTASE KESALAHAN (PK)
	A	Kiri Maksimal	5,0 VDC	0 %
	B	Titik Tengah	2,8 VDC	3,6 %
	C	Kanan Maksimal	0,1 VDC	0,1 %

Diketahui :

V. Ukur = 0,1 VDC (Kanan Maksimal)

V_{in} = 5 VDC

Data bit = 1023

$$\begin{aligned} \frac{ADC}{V_{in}} &= \frac{V_{Ukur}}{V_{in}} \times \text{Data bit} & \text{Hasil Teori} &= \frac{\text{ADC}}{\text{Data bit}} \times V_{in} \\ &= \frac{0,1 \text{ VDC}}{5 \text{ VDC}} \times 1023 & &= \frac{5 \text{ VDC}}{1023} \times 20 \\ &= 20 & &= 0,09 \text{ VDC} \end{aligned}$$

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

$$PK = \left| \frac{0,09 - 0,1}{0,09} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{-0,01}{0,09} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0,1 \%$$

Berdasarkan analisis TP 3 yang merupakan keluaran tegangan pergerakan *sliding* kiri dan *sliding* kanan, rata – rata Persentase Kesalahan (PK) pada tabel data pergerakan tersebut yaitu 1,2 %.

5.1.4 Analisis TP 4

TP4 merupakan keluaran tegangan sensor pergerakan pada saat alat menampilkan *sliding* maju dan *sliding* mundur. Tabel Pengukuran dapat dilihat sebagai berikut:

TP 4	PERGERAKAN ALAT		TEGANGAN	PERSENTASE KESALAHAN (PK)
	A	Maju Maksimal	0,0 VDC	0 %
B	Titik Tengah	0,5 VDC	2 %	
C	Mundur Maksimal	1,1 VDC	0,9 %	

Diketahui :

$V_{Ukur} = 0,5 \text{ VDC}$ (Titik Tengah)

$V_{in} = 5 \text{ VDC}$

Data bit = 1023

$$\begin{aligned} \frac{ADC}{V_{in}} &= \frac{V_{Ukur}}{V_{in}} \times \text{Data bit} & \text{Hasil Teori} &= \frac{\quad}{\text{Data bit}} \times \text{ADC} \\ &= \frac{0,5 \text{ VDC}}{5 \text{ VDC}} \times 1023 & &= \frac{5 \text{ VDC}}{1023} \times 102 \\ &= 102 & &= 0,49 \text{ VDC} \end{aligned}$$

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

$$PK = \left| \frac{0,49 - 0,5}{0,49} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{-0,01}{0,49} \right| \times 100\% \quad PK = 2 \%$$

Berdasarkan analisis TP 4 yang merupakan keluaran tegangan pergerakan *sliding* maju dan *sliding* mundur, rata – rata Persentase Kesalahan (PK) pada tabel data pergerakan tersebut yaitu 0,97 %.

5.1.5 Analisis TP 5

TP5 merupakan keluaran tegangan sensor sudut pada saat alat menampilkan sudut derajat. Tabel Pengukuran dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 10 Hasil Analisis TP 5 Dengan Persentase Kesalahan

TP 5	SUDUT ALAT		TEGANGAN	PERSENTASE KESALAHAN (PK)
	A	90°		5,08 VDC
B	60°		4,05 VDC	3,8 %
C	30°		2,94 VDC	3,4 %
D	10°		2,23 VDC	1,3 %
E	0°		1,85 VDC	1 %

Diketahui :

V. Ukur = 2,94 VDC (Sudut 30°)

Vin = 5 VDC

Data bit = 1023

$$\begin{aligned}
 \frac{ADC}{V_{in}} &= \frac{V_{Ukur}}{V_{in}} \times \text{Data bit} & \text{Hasil Teori} &= \frac{\quad}{\text{Data bit}} \times \text{ADC} \\
 &= \frac{2,94 \text{ VDC}}{5 \text{ VDC}} \times 1023 & &= \frac{5 \text{ VDC}}{1023} \times 601 \\
 &= 601 & &= 2,93 \text{ VDC}
 \end{aligned}$$

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

$$PK = \left| \frac{2,93 - 2,94}{2,93} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{-0,06}{2,88} \right| \times 100\%$$

$$PK = 3,4 \%$$

Berdasarkan analisis TP 5 yang merupakan keluaran tegangan disetiap sudut derajat, rata – rata Persentase Kesalahan (PK) pada tabel data sudut tersebut yaitu 2,54 %.

5.1.6 Analisis Data Akurasi Sudut

Data Akurasi Sudut merupakan data yang diambil dengan menggunakan teori sudut atau busur derajat. Dengan analisis ini dapat diketahui berapa Persentase Kesalahan pada sudut yang terdapat pada alat ini.

Tabel 11 Hasil Analisis Akurasi Sudut Dengan Persentase Kesalahan

NO	SUDUT ALAT	TEORI SUDUT	PERSENTASE KESALAHAN (PK)
1.	90°	90°	0 %
2.	60°	58°	3,4 %
3.	30°	29°	3,4 %
4.	10°	10°	0 %
5.	0°	0°	0 %

Diketahui :

Hasil Teori (Busur Derajat) = 29°

Hasil Ukur (Alat) = 30°

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

$$PK = \left| \frac{29 - 30}{29} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{-1}{29} \right| \times 100\%$$

$$PK = 3,4 \%$$

Berdasarkan hasil data akurasi sudut tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa rata – rata Persentase Kesalahan (PK) pada tabel data keakurasian memiliki rata – rata kesalahan sudut yaitu 1,36 %, sehingga didapatkan 98,64 %.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan seluruh tahap mulai dari pembuatan modul hingga pengukuran dan analisis, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Alat ini mampu menampilkan sudut pada saat tilting maupun treundelenberg.
- b. Alat ini mampu menampilkan jarak sliding kanan kiri maupun maju mundur
- c. Alat ini dapat menampilkan sudut dan jarak meskipun dengan pergerakan 1° atau 1 cm.
- d. Alat ini mempunyai keakurasian cukup bagus yaitu 1,36 %.

6.2 Saran

Secara umum, alat ini sudah bekerja dengan baik. Namun ada beberapa hal yang perlu dilakukan pengembangan untuk memaksimalkan fungsi alat.

- a. Dibuat dua control yaitu pada meja pasien dan control yang di program secara *wireless*. Untuk mempermudah user pada saat melakukan diagnosa pada pasien.
- b. Sebaiknya untuk kedepan dapat dikembangkan dengan menambahkan tombol *standby*, berfungsi untuk mengembalikan semua pergerakan ke posisi *standby*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Resistor, Karakteristik, Nilai Dan Fungsinya* . (n.d.). Retrieved 05 17, 2017, from <http://zoniaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya/>
- [2] Teknik Elektronika. (n.d.). *regulator tegangan*. Retrieved oktober 23, 2015, from <http://teknikelektronika.com/jenis-ic-voltage-regulator-pengatur-tegangan/>
- [3] Elektronika, T. (n.d.). *Pengertian Transformator*. Retrieved Juni 18, 2016, from <http://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/>
- [4] Lingga Wardhana, Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR seri ATmega 8535 : Simulasi, Hardware, dan Aplikasi. Yogyakarta: Andi Publisher, 2006
- [5] Purnomo, R. D. (2013, Oktober 25). *Pemeriksaan Radiologi dengan Media Kontras*. Retrieved from RDP's: <http://rudyday.blogspot.co.id/2013/10/fluoroscopy.html>
- [6] *Tentang Mikrokontroler ATmega8535*. (2010, Juli 17). Retrieved from <http://npx21.blog.uns.ac.id/2010/07/17/atmega8535/>
- [7] Munandar, A. (2012, Juni 27). *Liquid Crystal Display (LCD)*. Retrieved from <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>
- [8] Samudera, B. (2010, Oktober 14). *Dioda Sebagai Penyearah / Rectifier Dioda*. Diambil kembali dari <https://kibogowonto.wordpress.com/2010/10/14/dioda-sebagai-penyearah-rectifier-dioda/>
- [9] 14, A. (2016, Januari 7). *Konsep Dioda Sebagai Penyearah*. Retrieved from <http://hanzalba14.blogspot.com/2016/01/konsep-dioda-sebagai-penyearah.html>

[10] team, e. c. (2011, Mei 25). *Driver Motor DC menggunakan IC L293D*.

Retrieved from <https://electrocontrol.wordpress.com/2011/05/25/driver-motor-dc-menggunakan-ic-l293d/>

[11] Supriyono, M. (2013, Juli 27). *Prinsip Kerja Limit Switch*. Retrieved from

<https://informasicuy.blogspot.com/2013/07/prinsip-kerja-limit-switch.html>





LAMPIRAN