

SIMULASI KOLIMATOR OTOMATIS PADA PESAWAT RONTGEN BERBASIS ATMEGA 328

**Karya Tulis Ini Disusun Sebagai
Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Program
Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik**



Oleh:

Ridwan Faisal Nugraha

NIM 1604060

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

2019



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : *SIMULASI KOLIMATOR OTOMATIS PADA PESAWAT
RONTGEN BERBASIS ATMEGA 328*

NAMA : RIDWAN FAISAL NUGRAHA

NIM : 1604060

“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 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, 27 September 2019

RIDWAN FAISAL NUGRAHA

Penulis



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : *SIMULASI KOLIMATOR OTOMATIS PADA PESAWAT*

RONTGEN BERBASIS ATMEGA 328

NAMA : RIDWAN FAISAL NUGRAHA

NIM : 1604060

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

Menyetujui

Pembimbing

Supriyanto, M.Kom



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : *SIMULASI KOLIMATOR OTOMATIS PADA PESAWAT
RONTGEN BERBASIS ATMEGA 328*

NAMA : RIDWAN FAISAL NUGRAHA

NIM : 1604060

Karya tulis ini telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari Jumat tanggal 27 bulan September tahun 2019.

Dewan Penguji :

Anggota 1

Basuki Rahmat MT
NIDN. 0622057504

Ka. Prodi DIII TEM

Agung Satrio Nugroho, MT
NIDN. 0619058101

Anggota 2

Supriyanto M. Kom
NIDN. 0616037101

Ketua Penguji

Agus Supriyanto, ST
NUPN. 9906977970

ABSTRAK

Kolimator merupakan salah satu bagian dari pesawat sinar-X yang memiliki fungsi untuk mengatur besarnya ukuran lapangan radiasi yang terdiri dari dua set penutup (shutter) timbal yang saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan secara berpasangan. Alat ini mempunyai dua keuntungan yaitu dilengkapi dengan pembatas luas lapangan penyinaran yang dapat diatur dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan titik tengah (central point) sinar-X yang keluar dari window. Kolimator dilengkapi oleh bola lampu, cermin dan dua penutup jendela (shutter) dengan bahan Pb.

Kesalahan yang terjadi pada penggunaan kolimator adalah ketidaktepatan kolimator terhadap luas lapang berkas sinar-X. apabila hasil yang didapatkan adalah berhimpit atau tidak, maka dapat ditentukan ada atau tidaknya pergeseran antara luas lapang berkas radiasi terhadap berkas cahaya. Apabila kolimasi lebih sempit dari luas bidang sinar-X maka dapat terjadi gambar Radiografi yang terpotong sehingga menyebabkan kesulitan dalam pembacaan hasil Radiografi.

Setelah dilakukan seluruh tahapan mulai dari pembuatan modul hingga pengukuran dan analisis, bahwa pada kolimasi atau penyinaran terhadap luas bidang sinar-X sudah sesuai baik pada ukuran 18 x 24 maupun 24 x 30 jika dihitung presentasi kesalahannya masing-masing adalah 0%, begitu juga dengan FFD pada jarak 90 dan 100 sudah berfungsi sesuai tujuan.

Kata kunci : kolimator, kolimasi, sinar-x, radiasi

ABSTRACT

The collimator is one part of an X-ray aircraft that has the function to regulate the size of the radiation field consisting of two sets of lead shutter facing each other and moving in opposite directions in pairs. This tool has two advantages, which is equipped with a limiting area of the irradiation field that can be adjusted and can be used as a reference to determine the center point (X-ray center) out of the window. The collimator is equipped with a light bulb, mirror and two shutter with Pb material.

The error that occurs in the use of collimators is the inaccuracy of the collimator against the area of the X-ray beam. if the results obtained are coincide or not, then it can be determined whether or not there is a shift between the area of the radiation beam field to the light beam. If the collimation is narrower than the area of the X-ray field then a radiographic image can be cut off, causing difficulty in reading the results of the Radiography.

After all stages have been carried out, from module making to measurement and analysis, that in the collimation or irradiation of the area of the X-ray field is suitable both in the size of 18 x 24 and 24 x 30 if the calculated error presentation is 0%, as well as FFD at a distance of 90 and 100 is functioning according to its purpose.

Keywords : collimator, collimation, X-ray, radiation

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penyusunan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul ”*SIMULASI KOLIMATOR OTOMATIS PADA PESAWAT RONTGEN BERBASIS ATMEGA 328*” dapat selesai tepat pada waktunya.

Penyusunan karya tulis ilmiah ini diajukan sebagai syarat menyelesaikan pendidikan gelar Diploma III Teknik Elektro Medik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada. Dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini penulis banyak mendapat bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Hargianti Dini Iswandari, dr.g,MM. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang.
2. Agung Satrio Nugroho, MT. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Elektro Medik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang.
3. Supriyanto, M.Kom selaku Dosen Pembimbing yang dengan kesabaran dan ketekunan memberikan dorongan, pengarahan, serta saran dalam pembuatan karya tulis ilmiah ini
4. Seluruh dosen dan staf Administrasi Program Studi Diploma III Teknik Elektro Medik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada yang telah memberikan materi dan juga motivasi dalam pembuatan alat dan karya tulis ilmiah ini.

5. Kedua orang tua yang telah memberikan motivasi, doa dan bantuan dalam bentuk moril dan material
6. Teman-teman mahasiswa D-III Teknik Elektro Medik, yang juga turut membantu dalam pembuatan alat maupun karya tulis ilmiah ini
7. Dan semua pihak yang telah banyak membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini tidak lepas dari berbagai kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran guna menjadikan pengetahuan yang lebih baik dalam penyempurnaan karya tulis ilmiah ini. Semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, 27 September 2019

Ridwan Faisal N

16.04.060

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Definisi Istilah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sejarah Sinar-X	4
2.2 Pembatas Berkas Radiasi	6
2.3 Arduino Uno	8
2.2.1 Spesifikasi	9
2.2.2 Pemrograman	9
2.2.3 Power Supply	10
2.3 Motor Servo	13
2.4 IC Regulator Tegangan	15
2.4.1 IC 78xx	16
2.5 Potensiometer	16
2.5.1 Jenis Potensiometer	18
2.5.2 Aplikasi Potensiometer	18
2.6 Transformator	19
2.8 Kondensator	22
2.8.1 Kapasitansi	22

2.8.2	Jenis – Jenis Kondensator	22
2.8.3	Rangkaian Seri Dan Paraller Kondensator.....	26
2.9	Dioda	27
2.9.1	Karakteristik Dioda	28
2.10	Sensor Ultrasonik	30
2.10.1	Prinsip Kerja Ultrasonik.....	31
2.11	Relay.....	32
2.11.1	Prinsip Kerja Relay	32
2.12	Fuse	33
2.13	Saklar.....	34
2.13.1	Prinsip Kerja Saklar	35
BAB III	PERENCANAAN.....	36
3.1	Tahapan Perencanaan	36
3.2	Blok Diagram	37
3.3	Wiring Diagram Alat.....	39
3.3.1	Cara Kerja	39
3.4	Gambaran Modul.....	42
3.5	Spesifikasi Alat.....	44
3.6	Perencanaan Komponen dan Rangkaian	44
3.6.1	Rangkaian Power Supply	44
3.6.2	Rangkaian Mikrokontroler	46
3.6.3	Rangkaian Sensor Ultrasonik	47
3.6.4	Rangkaian Sensor Ukuran Kaset.....	48
3.6.5	Rangkaian Timer Lampu.....	49
3.6.6	Rangkaian Kontrol	50
3.6.7	Rangkaian Pengatur Kolimasi.....	51
3.7	Perencanaan Pembuatan Modul	52
3.8	Flowchart.....	54
BAB IV	PENGUKURAN DAN PENDATAAN.....	55
4.1	Pengertian Pengukuran	55
4.2	Persiapan Pengukuran	55
4.3	Metode Pengukuran.....	55
4.4	Hasil Pengukuran	56

4.4.1	Hasil TP 1.....	56
4.4.2	Hasil TP 2.....	57
4.4.3	Hasil TP 3.....	57
4.4.4	Hasil TP 4.....	60
4.4.5	Hasil TP 5.....	62
BAB V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....		63
5.1	Analisa Data Pengukuran.....	63
5.1.1	Analisis TP 1.....	63
5.1.2	Analisis TP 2.....	64
5.1.3	Analisis TP 3.....	65
5.1.4	Analisis TP 4.....	66
5.1.5	Analisis TP 5.....	67
BAB VI PENUTUP.....		68
6.1	Kesimpulan.....	68
6.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN.....		72

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Komponen Power Supply	45
Tabel 2 Mikrokontroler	46
Tabel 3 Rangkaian Sensor Ultrasonik	48
Tabel 4 Komponen Sensor Ukuran Kaset	49
Tabel 5 Komponen Timer Lampu	50
Tabel 6 Komponen Kontrol	51
Tabel 7 Rangkaian Pengatur Kolimasi	52
Tabel 8 Hasil TP 1	56
Tabel 9 Hasil TP 2	57
Tabel 10 Hasil TP 3	58
Tabel 11 Hasil TP 4	60
Tabel 12 Hasil TP 5	62
Tabel 13 Perhitungan Masing-Masing Ukuran Kaset pada TP 3	65
Tabel 14 Perhitungan Masing-Masing Ukuran Kaset pada TP 4	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik.....	5
Gambar 2 Arduino Uno.....	8
Gambar 3 Bentuk Fisik, Simbol & Skematik Motor Servo	13
Gambar 4 Pulsa Kendali Motor Servo	14
Gambar 5 Susunan Kaki IC Regulator Tegangan	15
Gambar 6 potensiometer putar	18
Gambar 7 potensiometer linier.....	18
Gambar 8 Transformator.....	20
Gambar 9 Simbol Transformator <i>Step Up</i>	21
Gambar 10 Transformator <i>Step Down</i>	22
Gambar 11 Simbol & Fisik Kondensator Keramik.....	23
Gambar 12 Simbol & Fisik Kondensator Polyester.....	24
Gambar 13 Simbol & Fisik Kondensator Kertas	24
Gambar 14 Simbol Kondensator Elektrolit.....	25
Gambar 15 Simbol Kondensator Variable	26
Gambar 16 Simbol Kapasitor Trimer.....	26
Gambar 17 Rangkaian Seri Kondensator	26
Gambar 18 Rangkaian Parallel Kondensator	27
Gambar 19 Simbol Dan Bentuk Fisik Diode Standard	28
Gambar 20 Grafik Karakteristik Dioda.....	29
Gambar 21 Bias Maju Dioda.....	30
Gambar 22 Bias Mundur Dioda	30
Gambar 23 sensor ultrasonik.....	31
Gambar 24 prinsip kerja ultrasonik.....	31
Gambar 25 Simbol Dan Bentuk Fisik Relay.....	32
Gambar 26 Prinsip Kerja Relay	33
Gambar 27 Simbol Dan Bentuk Fisik Simbol Fuse.....	34
Gambar 28 Simbol Dan Bentuk Fisik Saklar	34
Gambar 29 Prinsip Kerja Saklar	35
Gambar 30 Blok Diagram	37
Gambar 31 Rangkaian Alat Keseluruhan.....	39
Gambar 32 desain alat keseluruhan.....	43
Gambar 33 Wiring Diagram power supply	45
Gambar 34 Mikrokontroler	46
Gambar 35 Rangkaian Sensor Ultrasonik	48
Gambar 36 Rangkaian sensor ukuran kaset	49
Gambar 37 Rangkaian Timer Lampu.....	50
Gambar 38 Rangkaian kontrol	51
Gambar 39 Rangkaian Pengatur Kolimasi	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan adalah hal yang utama dalam kehidupan manusia, oleh karena itu agar hal tersebut dapat terwujud, maka upaya kesehatan harus dilakukan secara menyeluruh, merata, terpadu dan dapat diterima, serta terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Salah satu bentuk upaya kesehatan tersebut adalah pengembangan alat-alat kesehatan.

Dengan memandang hal-hal diatas, maka peralatan elektromedik menjadi sangat penting. Karena bagian yang satu dengan yang lainnya saling berkaitan bahkan saling membutuhkan. Salah satu contohnya adalah sebuah bagian dari alat rontgen yaitu kolimator yang sering digunakan dalam bidang kesehatan.

Pesawat rontgen adalah alat yang digunakan untuk melakukan diagnostik medis dengan memancarkan sinar-X pada tubuh yang akan di diagnosis. Sinar-X memiliki berbagai manfaat misalnya untuk radioterapi, untuk membunuh sel-sel tumor dan kanker ataupun untuk membantu mengkonfirmasi ada atau tidaknya suatu penyakit maupun cedera pada seorang pasien [1]. Selain memiliki manfaat, sinar-X juga berbahaya bagi tubuh manusia jika dosis penyinaran berlebih (*over exposure*). Oleh karena itu pengaturan mA dan kV harus disesuaikan dengan ketebalan bagian tubuh yang akan diambil gambarnya, sehingga proses penyinaran menjadi efektif.

Kolimator merupakan salah satu bagian dari pesawat rontgen yang memiliki fungsi untuk pengaturan besarnya ukuran lapangan radiasi [2]. Kolimator adalah alat pembatas radiasi yang terdiri dari dua set penutup (*shutters*) timbal yang saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan secara berpasangan. Alat ini mempunyai dua keuntungan yaitu dilengkapi dengan pembatas luas lapangan penyinaran yang dapat diatur dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan titik tengah (*central point*) sinar-X yang keluar dari *window*. Kolimator dilengkapi dengan bola lampu, cermin dan dua penutup jendela (*shutter*) dengan bahan *Pb*.

Kesalahan yang terjadi pada penggunaan kolimator adalah ketidaktepatan kolimator terhadap luas lapang berkas sinar-X. apabila hasil yang didapatkan adalah berhimpit atau tidak, maka dapat ditentukan ada atau tidaknya pergeseran antara luas lapang berkas radiasi terhadap berkas cahaya. Apabila kolimasi lebih sempit dari luas bidang sinar-X maka dapat terjadi gambar Radiografi yang terpotong sehingga menyebabkan kesulitan dalam pembacaan hasil Radiografi [3].

Dari latar belakang diatas, penulis ingin mencoba membuat modul alat dengan judul "*SIMULASI KOLIMATOR OTOMATIS PADA PESAWAT RONTGEN BERBASIS ATMEGA 328*".

1.2 Tujuan

Tujuan pembuatan modul ini yaitu :

- a. Menentukan luas bidang yang disinari secara otomatis

- b. Menentukan ukuran kaset secara otomatis
- c. Menentukan jarak fokus ke film (*FFD*)

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah perancangan ini yaitu:

- a. Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino Uno ATMEGA 328*
- b. Motor yang digunakan hanya motor *servo*
- c. Otomatis pada *FFD* 90 dan 100 cm dan juga pada kaset 18x24 SERTA 24x30
- d. Sensor jarak pada *FFD* menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR 04
- e. Kolimator yang digunakan hanya untuk *patient table*

1.4 Definisi Istilah

Dalam penulisan karya tulis ilmiah ini penulis menggunakan beberapa kata yang tidak umum diantaranya :

- a. Over Exposure : Pemberian sinar-X yang melebihi dosis.
- b. Shutters : Dua set penutup pada kolimator yang diletakkan saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan secara berpasangan.
- c. Kolimasi : Suatu proses pengubahan berkas cahaya (sinar) yang berpencar menjadi berkas sejajar.
- d. Radiasi : Energi yang bergerak melalui media dan diserap oleh benda lain.

BAB II

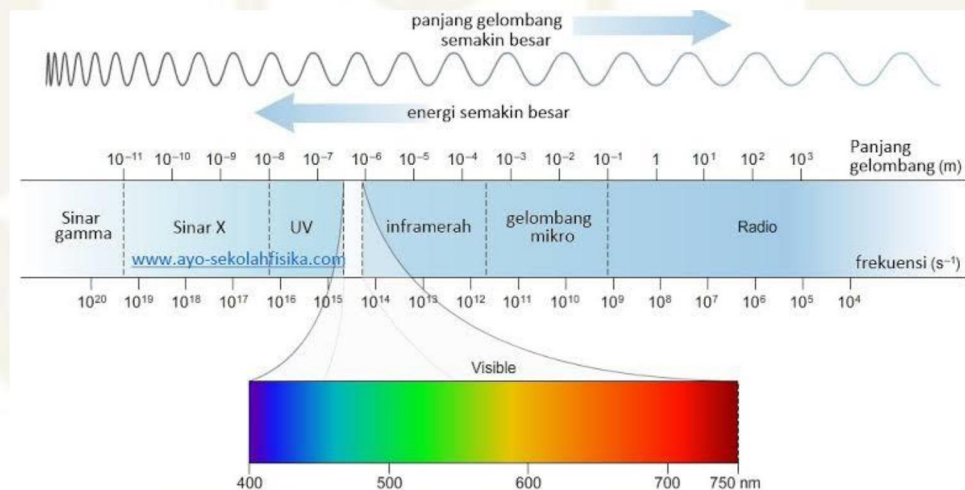
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Sinar-X

Sinar X pertama kali ditemukannya oleh Willhem Conrad Rontgen pada tahun 1895, beliau menggunakan tabung *Geslier* yaitu tabung yang terbuat dari *Glass Envelope* yang didalamnya terdapat gas *Argon* atau *Xenon* yang jika ada perbedaan potensial diantara anoda dan katoda maka gas –gas ini akan terionisasi dan elektron-elektron akan membebaskan diri dari ikatan atomnya. Elektron yang terdekat dengan anoda akan langsung ditarik keanoda sehingga terjadi *hole*. *Hole* ini akan diisi oleh elektron berikutnya, tempat yang ditinggalkan elektron ini akan menjadi *hole* lagi dan terjadi pengisian lagi oleh elektron berikutnya, begitu seterusnya sehingga akan terjadi estafet elektron dan terjadilah rangkaian tertutup dan terjadilah arus elektron yang berkebalikan dengan arus listrik yang kemudian disebut arus tabung . Pada saat yang bersamaan, elektron-elektron yang ditarik ke anoda tersebut akan menabrak anoda dan ditahan. Jika tabrakan elektron tersebut tepat diinti atom disebut peristiwa *Breamstrahlung* dan apabila menabraknya di elektron kulit K, disebut K Karakteristik. Akibat tabrakan ini maka terjadi *hole-hole* karena elektron-elektron yang ditabrak tersebut terpental. *Hole-hole* ini akan diisi oleh elektron-elektron lain. Perpindahan elektron ini akan menghasilkan sesuatu gelombang

elektromagnetik yang panjang gelombangnya berbeda-beda. Gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 0,1 – 1 Å inilah yang kemudian disebut sinar X atau sinar *Rontgen*. Tabung X ray jenis pertama ini disebut *Cold Chatoda Tube*.

Namun pada perkembangan selanjutnya, pada tahun 1913, Collige menyempurnakan penemuan *Rontgen* dengan memodifikasi tabung yang digunakan. Tabung yang digunakan adalah tabung vakum yang didalamnya hanya terdapat 2 elektroda yaitu anoda dan katoda. Tabung jenis ini kemudian disebut *Hot Chatoda Tube* dan merupakan tabung yang dipergunakan untuk pesawat *rontgen* konvensional yang sekarang [4].



Gambar 1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

2.2 Pembatas Berkas Radiasi

Pembatas berkas radiasi adalah suatu cara untuk membatasi sinar-x yang keluar dari tabung yang dipasang pada bagian *window* tabung sehingga sinar-x yang keluar bisa diatur. Pembatas berkas sinar-x meliputi:

a. Diafragma lobang (*apertures diaphragm*)

Diafragma lobang adalah logam dengan lubang di dipertengahannya, tetapi akibatnya penumbra atau bayangan kabur meningkat. Diafragma lobang letaknya dekat dengan fokal spot.

Keuntungan pemakaiannya yaitu mudah diperoleh dan dapat dibuat berbagai ukuran dan kelemahannya yaitu terlalu dekat pemasangannya pada sumber sinar-x, sehingga tidak pernah diperoleh lapangan yang sesuai objek, dalam pemakaian kurang efisien karena terlalu sering mengganti sesuai dengan besar dan ukuran objek. Diafragma lobang ini banyak dipakai pada pesawat skull unit.

b. Konus/silinder

Konus ini bentuknya kerucut, terbuat dari logam Pb dengan ukuran bervariasi dan biasa digunakan pada pesawat mamografi dan pemotretan gigi.

c. Kolimator

Kolimator berbentuk seperti kotak dan jenis ini paling baik dari segala jenis pembatas. Kolimator menggunakan 2 set penutup berkas sinar-x (*shutter*) dari bahan Pb serta dilengkapi lampu dan cermin. Dimana posisi cermin menyudut 45°

terhadap berkas guna dan jarak cermin ke lampu sebanding dengan jarak cermin ke fokus sehingga bayangan yang ditimbulkan cermin pada kaset sama dengan berkas sinar yang akan dikeluarkan oleh fokus.

Keunggulan pemakaian kolimator antara lain:

1. Dapat memperoleh luas yang dapat diatur sesuai dengan keinginan
2. Luas lapangannya identik dengan luas lapangan sinar-x
3. Dapat ditentukan centrasi secara tepat dengan bantuan lampu
4. Tidak perlu mengganti terus seperti pada konus/silinder

Kolimator memiliki beberapa komponen yaitu:

1. Shutter

Shutter ini berfungsi untuk mengatur luas lapangan penyinaran.

2. Cermin

Cermin ini terletak di bawah sumber sinar-x, dan membentuk sudut 45° terhadap sumber berkas sinar-x. Cermin ini terbuat dari bahan *Plexi Glass* sehingga tidak menimbulkan artefak yang berfungsi sebagai filter tambahan yang berguna untuk mengurangi intensitas sinar-x meskipun tidak terlalu banyak.

3. Bola lampu

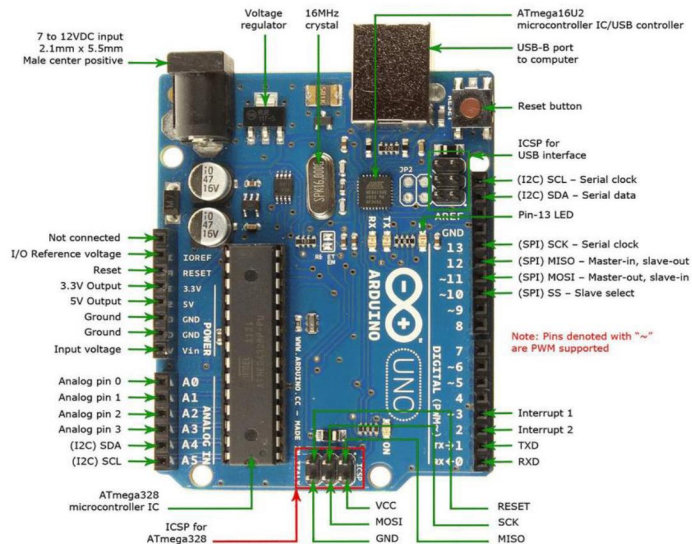
Lampu pada kolimator ini berfungsi untuk mensimulasikan sinar-x yang akan diberikan ke pasien.

4. Meteran

Meteran ini berfungsi untuk mengukur jarak dari fokus ke film [5].

2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu development kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega328.



Gambar 2 Arduino Uno

Arduino Uno R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler supaya bekerja, tinggal colokkan ke *power supply* atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, Arduino Uno ini sudah siap bekerja. Arduino Uno *board* memiliki 14 pin digital *input/output*, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16MHz, koneksi USB, colokan *power input*, *ICSP header*, dan sebuah tombol reset.

2.3.1 Spesifikasi

Berikut spesifikasi teknis dari Arduino Uno R3 board

- Mikrokontroler ATmega328
- Catu Daya 5V
- Tegangan *Input* (rekomendasi) 7-12V
- Tegangan *Input* (batasan) 6-20V
- Pin I/O Digital 14 (dengan 6 PWM *output*)
- Pin *Input* Analog 6
- Arus DC per Pin I/O 40 mA
- Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V 50 mA
- *Flash Memory* 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh *bootloader*
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- *Clock Speed* 16 MHz

2.3.2 Pemrograman

Memprogram Arduino sangat mudah, karena sudah menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi C++ yang mudah untuk dipelajari dan sudah didukung oleh *library* yang lengkap.

Arduino Uno board didukung oleh *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Dengan Arduino IDE inilah dapat melakukan pemrograman, melakukan kompilasi program, *debugging* dan proses *upload* ke Arduino boardnya. Dengan sekali klik, program yang sudah dibuat langsung *tercompile* dan *terupload* ke mikrokontroler yang ada di *Arduino Board* dan Arduino akan langsung bekerja sesuai dengan program yang telah *diupload*.

2.3.3 Power Supply

Development Board Arduino Uno dapat diberi tegangan dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via *power supply* eksternal. *External power supply* dapat dihubungkan langsung ke pin 30 atau *Vin* (*unregulated* 6V - 20V), atau ke pin 27 (*regulated* 5V).

Beberapa pin power pada Arduino Uno:

1. GND. Ini adalah ground atau negatif.
2. Vin. Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan power langsung ke *board* Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V dan *input* tegangan batas 6V - 20V
3. Pin 5V. Ini adalah pin dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator
4. 3.3V Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator

5. REF. Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroller. Biasanya digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V.

2.2.4 Input dan Output (I/O)

Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* (terputus secara *default*) 20-50 kOhm. Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (*Transistor-Transistor Logic*). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari *chip* Serial Atmega16U2 USB-ke-TTL.
- External Interrupts: 2 dan 3. Pin -pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah interrupt (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi *attachInterrupt()* untuk lebih jelasnya.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM *output* dengan fungsi *analogWrite()*.

- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mensupport komunikasi SPI menggunakan SPI *library*.
- LED: 13. Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai *HIGH LED* menyala, ketika pin bernilai *LOW LED* mati.

Arduino UNO mempunyai 6 input analog, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara *default*, 6 input analog tersebut mengukur dari *ground* sampai tegangan 5 *Volt*, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari rangnya dengan menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference()*. Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial:

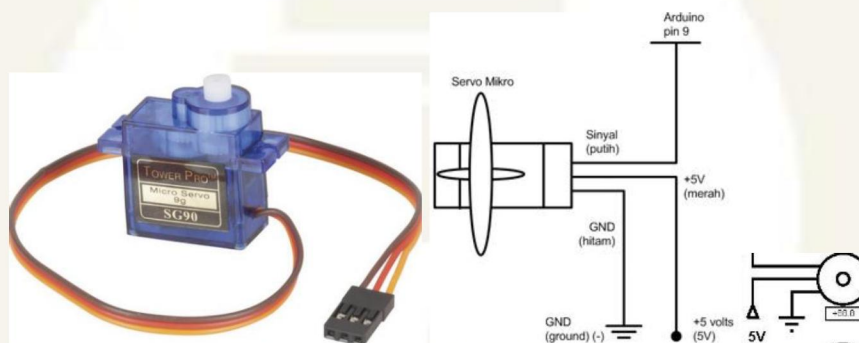
- TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Mensupport komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire library*.

Ada sepasang pin lainnya pada *board*:

- AREF: Referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan *analogReference()*.
- Reset: Membawa saluran ini *LOW* untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblok sesuatu pada *board* [6].

2.4 Motor Servo

Motor DC seringkali disebut juga sebagai motor servo walau dalam realitanya berbeda dengan motor DC. Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi, sudah dilengkapi dengan system control di dalamnya. Dalam aplikasi motor servo sering digunakan sebagai *control loop* tertutup untuk menangani posisi secara tepat dan akurat. Begitu pula dengan pengaturan kecepatan dan percepatan.



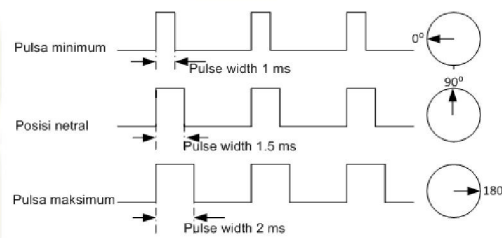
Gambar 3 Bentuk Fisik, Simbol & Skematik Motor Servo

Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan *control* (PWM). Penggunaan PWM pada motor servo berbeda dengan penggunaan PWM pada motor DC. Pada motor servo, pemberian nilai PWM akan membuat motor servo bergerak pada posisi tertentu dan kemudian berhenti (*control* posisi). Pengaturan dapat dilakukan dengan menggunakan delay pada setiap perpindahan posisi awal menuju posisi akhir.

Motor servo dibedakan menjadi 2, yaitu *Continuous Servo Motor* dan *Uncontinuous Servo Motor*. *Continuous Servo Motor* dapat berputar 360° sedangkan *Uncontinuous Servo Motor* hanya dapat berputar 180° [7].

2.3.1 Prinsip kerja motor servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa PWM (*Pulse Wide Modulation*) 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.



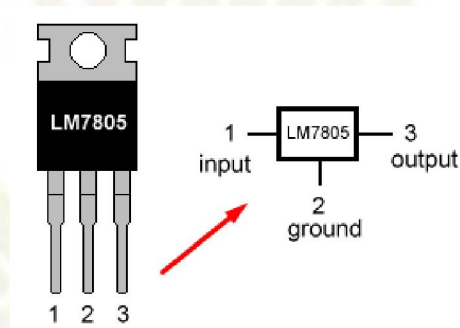
Gambar 4 Pulsa Kendali Motor Servo

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 untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya [8].

2.5 IC Regulator Tegangan

Regulator tegangan biasa digunakan sebagai regulator tegangan DC dengan keluaran positif ataupun negatif (tergantung tipe) dan regulator switching pada rangkaian catu daya.



Gambar 5 Susunan Kaki IC Regulator Tegangan

2.5.1 IC 78xx

Merupakan IC regulator tegangan positif arus DC. Nilai xx pada seri 78 adalah nilai tegangan keluaran yang diinginkan. Karakteristik IC 78xx yaitu:

1. Tegangan catu daya minimal 7 volt
2. Tegangan catu daya maksimal 40 volt
3. Nilai tegangan keluaran berdasarkan kode xx yaitu 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, dan 24 *volt*
4. Arus keluaran maksimal 1 ampere
5. Tipe regulasi tegangan yaitu linier
6. Kemasannya TO-220

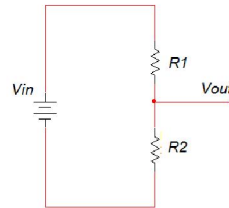
2.6 Potensiometer

Potensiometer merupakan jenis *Variable Resistor* yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah dengan cara memutar atau ada juga yg menggeser porosnya melalui knob. Nilai Resistansi Potensiometer biasanya tertulis di badan Potensiometer dalam bentuk kode angka.

Pada umumnya, perubahan resistansi pada potensiometer terbagi menjadi 2, yakni linier dan logaritmik. Yang dimaksud dengan perubahan secara linier adalah perubahan nilai resistansinya berbanding lurus dengan arah putaran pengaturnya. Sedangkan, yang dimaksud dengan perubahan secara logaritmik

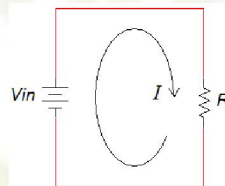
adalah perubahan nilai resistansinya yang didasarkan pada perhitungan logaritmik.

Potensiometer juga berfungsi sebagai pembagi tegangan (*Voltage Divider*) yang dibentuk oleh rangkaian seri dari dua buah hambatan, dengan sebuah suplai tegangan. Diantara kedua hambatan tersebut, diambil sebuah jalur yang akan digunakan sesuai keperluan, misalnya sebagai inputan ke mikrokontroler.



Gambar 6 Rangkaian Dasar Pembagi Tegangan

Asumsi terdapat arus tunggal yang mengalir pada rangkaian tersebut ($I_1 = I_2 = I$), dan dua buah resistor (R_1 dan R_2) yang terhubung secara seri kita jadikan sebagai sebuah hambatan pengganti. Maka rangkaiannya dapat disederhanakan seperti dibawah ini :



Seperti yang telah kita ketahui bahwa $R = R_1 + R_2$, maka arus yang mengalir pada rangkaian adalah:

$$I = \frac{V_{in}}{R} = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots (2.6)$$

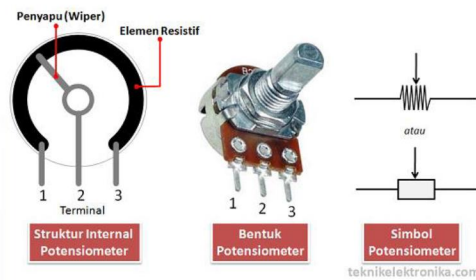
Karena I ekuivalen dengan I_2 , maka V_{out} dapat dicari sebagai berikut :

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Dalam penerapannya, hanya dengan mengatur besar R_1 dan R_2 , kita dapat memperoleh variasi tegangan output V_{out} .

2.6.1 Jenis Potensiometer

- a. Potensiometer putar adalah jenis potensiometer yang paling umum dimana *wiper* bergerak dengan jalan melingkar (memutar).



Gambar 7 potensiometer putar

- b. Potensiometer *linier* adalah jenis potensiometer dimana *wiper* bergerak pada sepanjang jalur linier. Potensio *linier* juga dikenal sebagai *slider*, *pot slide*, atau *fader*.



Gambar 8 potensiometer linier

2.6.2 Aplikasi Potensiometer

Potensiometer digunakan dalam berbagai aplikasi. Baik aplikasi-aplikasi yang ada di industri maupun aplikasi – aplikasi yang ada di rumah biasanya menggunakan potensiometer sebagai komponen pengontrolnya. Potensiometer bisa digunakan sebagai input kontrol, sensor posisi, komponen kalibrasi dan lain sebagainya.

1. *Input control*

Potensiometer sering digunakan pada mesin atau aplikasi – aplikasi yang memerlukan *input* kontrol secara variabel.

2. Kontrol audio

Potensiometer sering digunakan dalam aplikasi audio sebagai kontrol volume.

3. Sensor posisi

Potensiometer juga sering digunakan untuk mengetahui posisi jarak atau sudut.

4. Kalibrasi dan *tuning*

Dalam fabrikasi dan kalibrasi, trimpots sering digunakan. Trimpots adalah potensiometer preset yang sering dipasang pada papan sirkuit dan digunakan untuk *tune* atau menyesuaikan kinerja sirkuit/rangkaian. Mereka digunakan hanya selama kalibrasi sistem dan kebanyakan selalu berada pada posisi tetap. Trimpots sering digerakkan/ disetel dengan obeng minus kecil. Trimpots juga dikenal sebagai preset, *trimmers*, atau potensiometer *trimming*.

2.7 Transformator

Transformator merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menaikkan ataupun menurunkan tegangan dari arus bolak-balik. Selain itu, transformator juga sering disebut sebagai trafo dan terdiri dari sebuah inti besi.



Gambar 9 Transformator

Prinsip kerjanya yaitu ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan *AC*, perubahan arus listrik pada kumparan primer medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul *GGL* induksi. Efek ini dinamakan induksi timbal-balik. Hubungan antara tegangan primer, jumlah lilitan primer, tegangan sekunder, dan lilitan sekunder dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan keterangan:

V_p = tegangan primer (V)

V_s = tegangan sekunder (V)

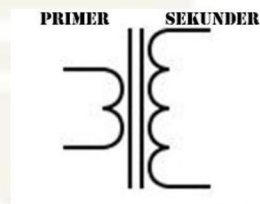
N_p = jumlah lilitan primer

N_s = jumlah lilitan sekunder

Ada dua tipe transformator yaitu :

1. Transformator *step up*

Trafo *step up* merupakan trafo yang memiliki lilitan ataupun kumparan primer yang lebih sedikit dibandingkan dengan kumparan sekunder. Atau yang lilitan sekundernya berjumlah lebih banyak. Sementara fungsi dari trafo *step up* ialah untuk menaikkan tegangan misalnya pada inverter ataupun pada pembangkit listrik atau PLN ketika menaikkan tegangan dari sebuah generator sebelum ditransmisikan pada jarak yang jauh.



Gambar 10 Simbol Transformator *Step Up*

2. Transformator *step down*

Pada trafo jenis ini memiliki kumparan primer dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan kumparan sekundernya. Trafo ini juga menghasilkan tegangan lebih kecil dibagian kumparan sekundernya. Jenis trafo *step down* juga sering digunakan pada adaptor dalam menurunkan tegangan. Seperti tegangan 220v yang dirubah menjadi tegangan 12v.



Gambar 11 Transformator *Step Down*

2.8 Kondensator

Kondensator atau disebut juga kapasitor dan pada ilmu elektronika disingkat dengan huruf (C) adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut *Farad* dari nama Michael Faraday. Kondensator juga dikenal sebagai "kapasitor", namun kata "kondensator" masih dipakai hingga saat ini. Pertama disebut oleh Alessandro Volta seorang ilmuwan Italia pada tahun 1782 (dari bahasa Itali *condensatore*), berkenaan dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya.

2.8.1 Kapasitansi

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

- a. Pikofarad (pF) = 1×10^{-12} F
- b. Nanofarad (nF) = 1×10^{-9} F
- c. Microfarad (μ F) = 1×10^{-6} F

2.8.2 Jenis – Jenis Kondensator

Berdasarkan kegunaannya kondensator dibagi dalam:

- a. Kondensator Tetap

Kondensator tetap ialah suatu kondensator yang nilainya konstan dan tidak berubah-ubah. Kondensator tetap ada tiga macam bentuk:

1. Kondensator Keramik

Bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain-lain. Dalam pemasangan di papan rangkaian (PCB), boleh dibolak-balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif.

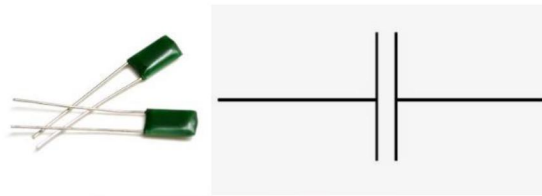


Gambar 12 Simbol & Fisik Kondensator Keramik

Mempunyai kapasitas mulai dari beberapa piko Farad sampai dengan ratusan Nano Farad (nF). Dengan tegangan kerja maksimal 25 volt sampai 100 volt, tetapi ada juga yang sampai ribuan volt.

2. Kondensator Polyester

Pada dasarnya sama saja dengan kondensator keramik begitu juga cara menghitung nilainya. Bentuknya persegi empat seperti permen. Biasanya mempunyai warna merah, hijau, coklat dan sebagainya.



Gambar 13 Simbol & Fisik Kondensator Polyester

3. Kondensator Kertas

Kondensator kertas ini sering disebut juga kondensator padder. Misal pada radio dipasang seri dari spul osilator ke variabel kondensator. Nilai kapasitasnya ada yang tertulis langsung ada juga ada pula yang memakai kode warna.

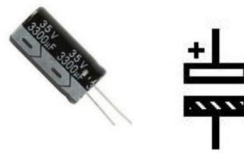


Gambar 14 Simbol & Fisik Kondensator Kertas

b. Kondensator Elektrolit

Kondensator elektrolit (sering disingkat Elco) adalah kondensator yang biasanya berbentuk tabung, mempunyai dua kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai oleh kaki yang panjang positif sedangkan yang pendek negatif atau yang dekat tanda minus (-) adalah kaki negatif.

Nilai kapasitasnya dari 0,47 μF (mikroFarad) sampai ribuan mikroFarad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt.



Gambar 15 Simbol Kondensator Elektrolit

Selain kondensator elektrolit yang mempunyai polaritas pada kakinya, ada juga kondensator yang berpolaritas yaitu kondensator solid tantalum.

c. Kondensator Variabel

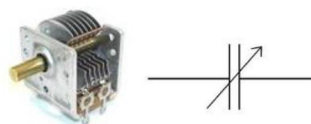
Kondensator variabel dan trimmer adalah jenis kondensator yang kapasitasnya bisa diubah-ubah. Kondensator ini dapat berubah kapasitasnya karena secara fisik mempunyai poros yang dapat diputar dengan menggunakan obeng.

Dan berikut adalah spesifikasi dari kondensator variabel dan trimmer :

1. Kondensator variabel

Kondensator variabel terbuat dari logam, mempunyai kapasitas maksimum sekitar 100 pF sampai 500 pF.

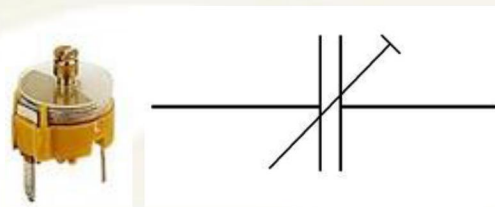
Kondensator variabel dengan spul antena dan spul osilator berfungsi sebagai pemilih gelombang frekuensi tertentu yang akan ditangkap.



Gambar 16 Simbol Kondensator Variable

2. Kondensator trimer

Sedangkan kondensator trimer dipasang paralel dengan variabel kondensator berfungsi untuk mengatur pemilihan gelombang frekuensi tersebut. Kondensator trimer mempunyai kapasitas di bawah 100 pF.



Gambar 17 Simbol Kapasitor Trimer

2.8.3 Rangkaian Seri Dan Paraller Kondensator

a. Rangkaian Seri Kondensator

Rangkaian Seri Kondensator adalah Rangkaian yang terdiri dari 2 buah dan lebih Kondensator yang disusun sejajar atau berbentuk Seri. Seperti halnya dengan Rangkaian Paralel, Rangkaian Seri Kondensator ini juga dapat digunakan untuk mendapat nilai Kapasitansi Kondensator pengganti yang diinginkan.



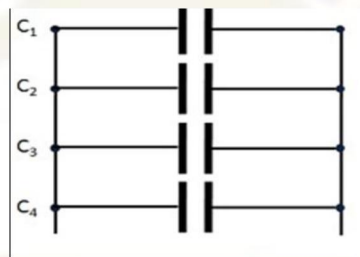
Gambar 18 Rangkaian Seri Kondensator

Rumus kondensator seri:

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

b. Rangkaian Paralel Kondensator

Rangkaian Paralel Kondensator adalah Rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih Kondensator yang disusun secara berderet atau berbentuk Paralel.



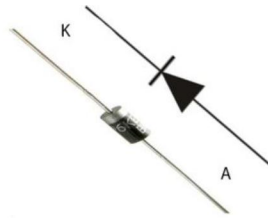
Gambar 19 Rangkaian Paralel Kondensator

Rumus kondensator paralel:

$$C_{\text{total}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots + C_n$$

2.9 Dioda

Dioda adalah komponen aktif semikonduktor yang terdiri dari persambungan (*junction*) P-N. Sifat dioda yaitu dapat menghantarkan arus pada tegangan maju dan menghambat arus pada tegangan balik. Dioda berasal dari pendekatan kata dua elektroda yaitu anoda dan katoda. Dioda semikonduktor hanya melewatkan arus searah saja (*forward*), sehingga banyak digunakan sebagai komponen penyearah arus.

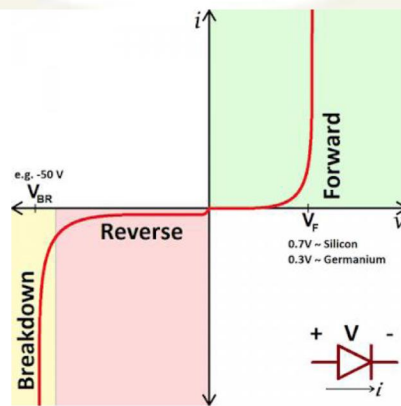


Gambar 20 Simbol Dan Bentuk Fisik Diode Standard

Dioda jenis ini ada dua macam yaitu silikon dan *germanium*. Dioda silikon mempunyai tegangan maju 0.6 V sedangkan dioda germanium 0.3 V. Dioda jenis ini mempunyai beberapa batasan tertentu tergantung spesifikasi. Batasan batasan itu seperti batasan tegangan reverse, frekuensi, arus, dan suhu.

2.9.1 Karakteristik Dioda

Karakteristik dioda adalah perilaku sebuah komponen dioda ketika dia dialiri arus listrik baik searah (DC) atau bolak-balik(AC). Secara sederhana untuk dapat mengamati karakteristik sebuah dioda ketika maju atau mundur dengan indikator on/off biasa. Kemudian lebih detail lagi kita juga bisa mengamati karakteristik kerja dioda melalui grafik sebagai berikut :

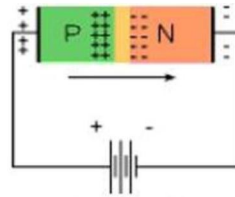


Gambar 21 Grafik Karakteristik Dioda

Pada grafik diatas terlihat bahwa pada tegangan dibawah ambang batas tegangan mundur (*reverse*) sebuah dioda akan tembus (menghantar) dan tidak bisa menahan lagi. Batas ini disebut dengan area tegangan *breakdown* dioda. Kondisi dioda pada area ini adalah tembus atau menghantar dan tidak menghambat. Kemudian pada level tegangan diantara tegangan *breakdown* dan tegangan *forward* terdapat area tegangan reverse dan tegangan *cut off*. Pada area ini kondisi dioda adalah menahan atau tidak mengalirkan arus listrik. Area tegangan reverse adalah daerah pada level tegangan negatif (dibawah nol) dan diatas tegangan *breakdown*. Sedangkan area tegangan *cut off* adalah area diatas nol namun dibawah batas tegangan maju, misal untuk dioda silikon sebesar 0.7V dan untuk germanium sebesar 0.3V. Area ketiga adalah area tegangan dengan level diatas tegangan *forward*. Pada area ini kondisi dioda adalah menghantar.

a. Bias Maju Dioda

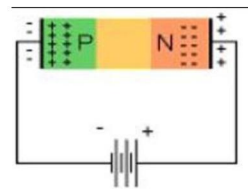
Bias Maju Dioda adalah cara pemberian tegangan luar ke terminal diode. Jika anoda dihubungkan dengan kutub positif baterai, dan katoda dihubungkan dengan kutub negatif baterai, maka keadaan dioda ini disebut bias maju (*forward bias*). Aliran arus dari anoda menuju katoda, dan aksinya sama dengan rangkaian tertutup. Pada kondisi bias ini akan terjadi aliran arus dengan ketentuan beda tegangan yang diberikan ke diode dan akan selalu positif.



Gambar 22 Bias Maju Dioda

b. Bias Mundur Dioda

Sebaliknya bila anoda diberi tegangan negative dan katoda diberi tegangan positif, arus yang mengalir jauh lebih kecil dari pada kondisi bias maju. Bias ini dinamakan bias mundur (*reverse bias*) pada arus maju diperlakukan baterai tegangan yang diberikan dengan tidak terlalu besar maupun tidak ada peningkatan yang cukup signifikan.

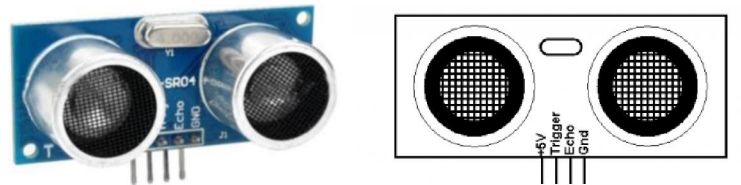


Gambar 23 Bias Mundur Dioda

Sebagai karakteristik dioda, pada saat *reverse*, nilai tahanan diode tersebut relatif sangat besar dan dioda ini tidak dapat menghantarkan arus listrik. Nilai-nilai yang didapat, baik arus maupun tegangan tidak boleh dilampaui karena akan mengakibatkan rusaknya dioda.

2.10 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang berfungsi untuk merubah besaran fisis (suara) menjadi besaran listrik maupun sebaliknya yang dikonversi menjadi jarak.

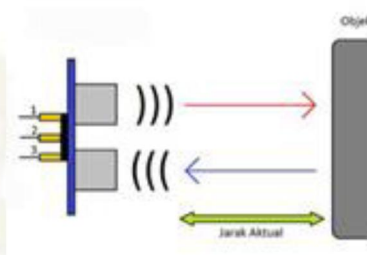


Gambar 24 sensor ultrasonik

Konsep dasar dari sensor ini yaitu memanfaatkan prinsip pemantulan gelombang suara yang dapat diaplikasikan untuk menghitung jarak benda dengan frekuensi yang ditentukan sesuai dengan sumber *oscillator*.

2.10.1 Prinsip Kerja Ultrasonik

Sensor ini dimulai dari gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu yang dibangkitkan melewati alat yang disebut juga dengan nama piezoelektrik sebagai transmitter.



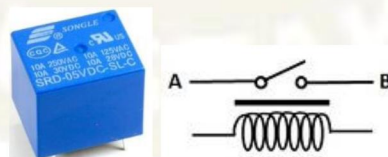
Gambar 25 prinsip kerja ultrasonik

Alat ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik yang berfrekuensi 40kHz (sesuai dengan osilator yang terpasang pada sensor).

Biasanya alat ini akan memancarkan gelombang pada suatu target dan jika sudah mengenai permukaan target, maka gelombang tersebut akan terpantulkan kembali. Pantulan gelombang tersebut akan diterima oleh piezoelektrik (*receiver*) dan kemudian sensor akan mengkalkulasi perbedaan antara waktu pengiriman dan waktu gelombang pantul yang diterima.

2.11 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature* relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

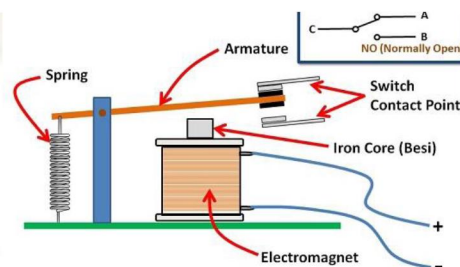


Gambar 26 Simbol Dan Bentuk Fisik Relay

2.11.1 Prinsip Kerja Relay

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
- *Normally Open (NO)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)



Gambar 27 Prinsip Kerja Relay

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *Coil* yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila Kumparan coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *Armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *OPEN* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh relay untuk menarik *contact poin* ke posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

2.12 Fuse

Fuse atau sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam rangkaian elektronika maupun perangkat listrik. *Fuse* (sekering) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh arus listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (*short circuit*).

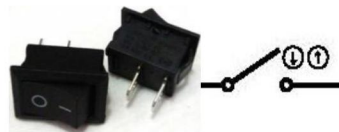


Gambar 28 Simbol Dan Bentuk Fisik Simbol Fuse

Fuse (sekering) terdiri dari 2 terminal dan biasanya dipasang secara Seri dengan rangkaian elektronika/listrik yang akan dilindunginya sehingga apabila *fuse* (Sekering) tersebut terputus maka akan terjadi *open circuit* yang memutuskan hubungan aliran listrik agar arus listrik tidak dapat mengalir masuk ke dalam rangkaian yang dilindunginya.

2.13 Saklar

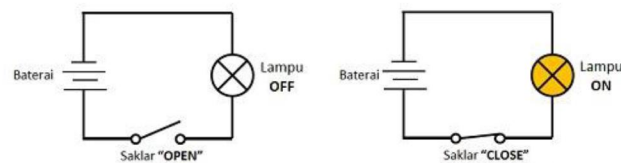
Saklar listrik adalah suatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik. Saklar yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *switch* ini merupakan salah satu komponen atau alat listrik yang paling sering digunakan.



Gambar 29 Simbol Dan Bentuk Fisik Saklar

2.13.1 Prinsip Kerja Saklar

Pada dasarnya, sebuah Saklar sederhana terdiri dari dua bilah konduktor (biasanya adalah logam) yang terhubung ke rangkaian eksternal, Saat kedua bilah konduktor tersebut terhubung maka akan terjadi hubungan arus listrik dalam rangkaian. Sebaliknya, saat kedua konduktor tersebut dipisahkan maka hubungan arus listrik akan ikut terputus.



Gambar 30 Prinsip Kerja Saklar

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

BAB III

PERENCANAAN

3.1 Tahapan Perencanaan

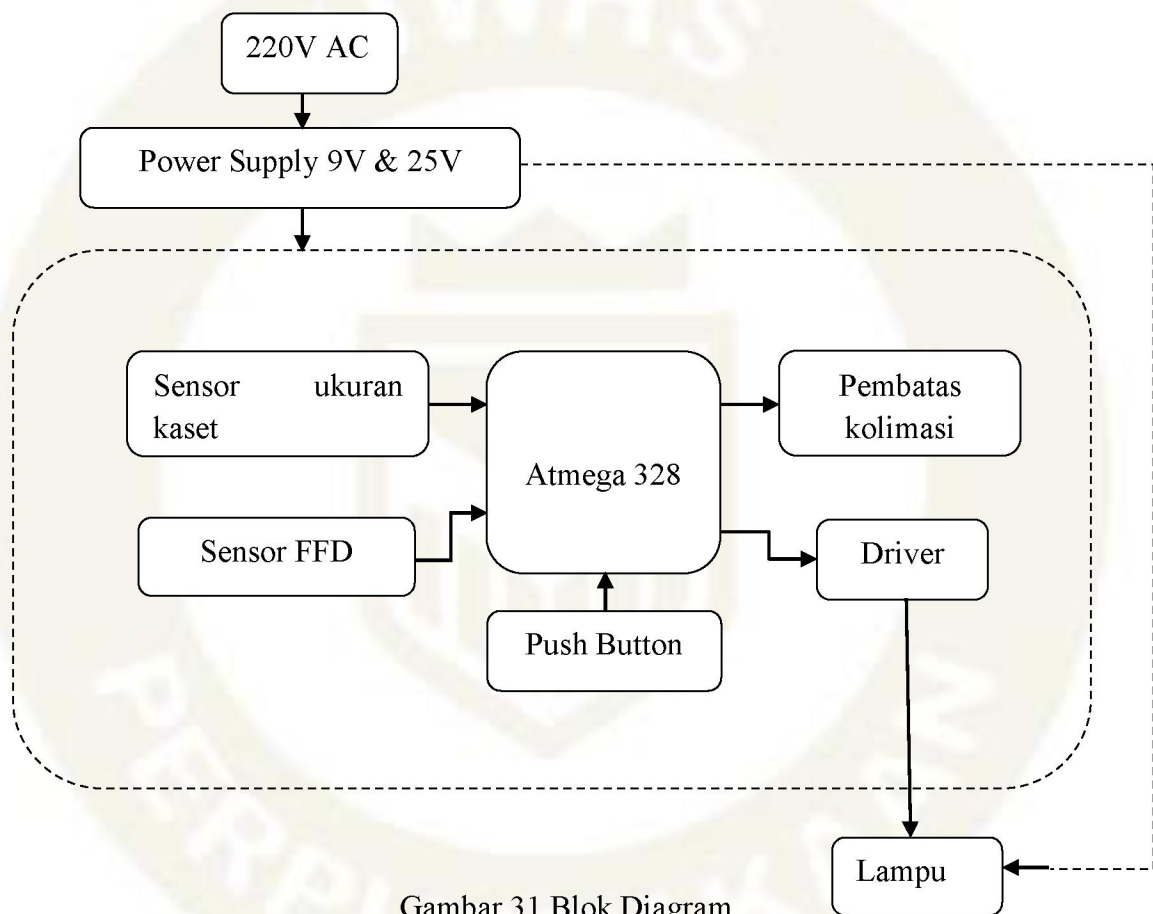
Sebelum pembuatan modul serta karya tulis, penulis terlebih dahulu membuat perencanaan modul yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pembuatan modul serta karya tulis agar hasil yang dicapai sesuai dengan yang dicencanakan.

Adapun tahapan perencanaan dari pembuatan modul adalah sebagai berikut :

- a. Merangkai blok diagram dan wiring diagram dari modul yang akan dibuat berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
- b. Mendesain bentuk alat yang sesuai.
- c. Menentukan spesifikasi alat.
- d. Menentukan komponen-komponen yang akan diperlukan.
- e. Merangkai komponen yang sudah ditentukan.
- f. Mengecek setiap rangkaian pada alat yang sudah dirangkai.
- g. Merancang *flowchart* sesuai dengan cara kerja alat.
- h. Membuat program pada modul untuk selanjutnya di *upload* pada mikrokontroler.
- i. Melakukan uji coba dan perbaikan pada alat.

3.2 Blok Diagram

Pada blok diagram alat ini meliputi tegangan 220V AC sebagai *supply* tegangan utama, *power supply* sebagai penurun tegangan, lalu ada satu mikrokontroler dan komponen-komponen lainnya.



Gambar 31 Blok Diagram

Keterangan:

→ : Alur kerja modul

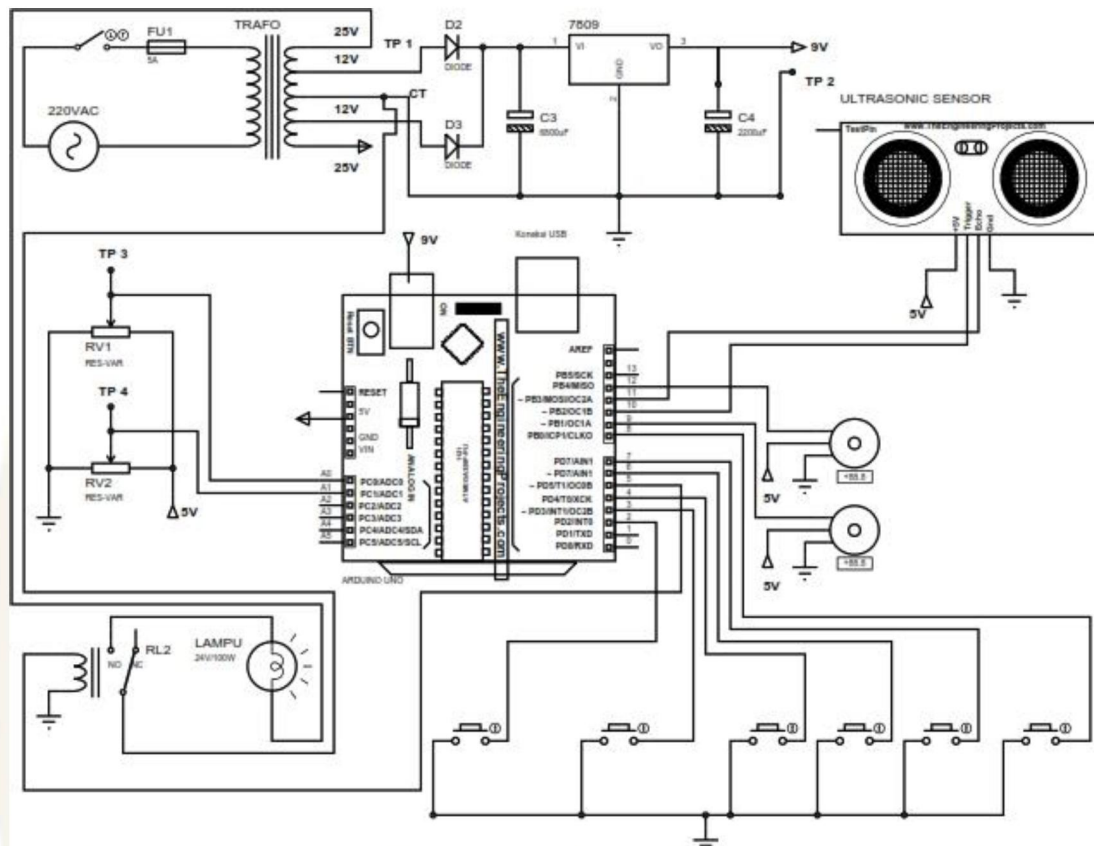
----- : Yang mendapat *supply* tegangan

Cara kerja

Saat saklar pada posisi *ON*, maka tegangan 220V *AC* akan masuk ke rangkaian *power supply* dan diubah arus searah (*DC*), yang akan mengeluarkan output tegangan sebesar 9VDC dan 25VAC. Untuk 9VDC digunakan untuk mensupply tegangan ke arduino sedangkan tegangan 25VAC untuk mensupply tegangan ke lampu.

Pada saat penjepit kaset di geser, maka potensiometer kaset akan ikut bergeser dan resistansinya (hambatan) pun akan berubah, lalu resistansi tersebut akan di baca oleh arduino dan diubah menjadi suatu nilai digital. Nilai-nilai tiap potensiometer tersebut lalu diproses oleh arduino untuk membedakan ukuran kaset yang digunakan. Lalu jika tombol “AT” (*automatic*) ditekan, maka motor akan berputar searah atau berlawanan dengan jarum jam (luas kolimasi membesar ataupun mengecil) sesuai nilai yang didapat dari potensiometer kaset dan dari sudut moro servo. Sedangkan jika salah satu tombol “CONTROL” yang di tekan, maka motor akan berputar searah atau berlawanan dengan jarum (luas kolimasi membesar ataupun mengecil) sesuai tombol yang ditekan. Sensor Ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak FFD (*Focus Film Distance*). Lalu lampu akan menyala ketika tombol “LAMPU” ditekan.

3.3 Wiring Diagram Alat



Gambar 32 Rangkaian Alat Keseluruhan

3.3.1 Cara Kerja

Rangkaian ini membutuhkan sumber tegangan sebesar 220V AC yang akan mensupply tegangan keseluruhan rangkaian. Dimulai dari rangkaian *power supply*, dimana kaki dari kabel power terhubung dengan kaki 0V trafo dan kaki yang lain terhubung dengan saklar. Saklar ini berfungsi sebagai penghubung atau pemutus tegangan, setelah itu kaki saklar terhubung dengan *fuse* yang berfungsi sebagai

pengaman pada rangkaian, jika dialiri arus listrik yang melebihi kapasitas *ampere* pada trafo maka kawat dalam *fuse* akan putus sehingga arus berlebih tadi tidak dapat masuk dan rangkaian tetap aman.

Karena jenis trafo yang digunakan adalah trafo *step down* maka tegangan pada bagian sekunder trafo tegangan menjadi kecil dengan memakai 12V untuk *power supply* dan 25V untuk menyalakan lampu. Karena tegangan tersebut masih berupa tegangan AC (*Alternating Current*) maka diperlukan dioda sebagai penyearah untuk menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Setelah disearahkan kemudian akan masuk ke kapasitor elko yang berfungsi sebagai *filter* atau penyaring tegangan, kemudian tegangan akan distabilkan melalui IC regulator 7809 untuk keluaran positif 9 *volt* yang digunakan untuk mensupply mikrokontroler supaya tegangan keluaran lebih rata dan memperkecil tegangan *ripple* maka diperlukan lagi satu buah elko untuk keluaran 9 *volt*.

Kemudian mikrokontroler berfungsi untuk mengontrol kerja dari beberapa rangkaian seperti sensor ultrasonik, *push button*, potensiometer dan motor servo.

Sensor ultrasonik, motor servo dan juga potensiometer pada modul ini sangat berpengaruh untuk proses otomatisasi. Sensor ultrasonik berfungsi untuk menentukan jarak FFD, dengan jarak ukur 90cm dan 100cm. Pada saat pemicu (*trigger*) sensor aktif maka mikrokontroler akan menghasilkan sinyal frekuensi 40KHz pada sensor yang akan memancarkan sinyal tepat mengenai objek (*transmitter*). Setelah mengenai objek sinyal akan dipantulkan kembali dan

diterima oleh *receiver* pada pin *echo* yang terdapat pada sensor dan akan diproses oleh mikrokontroler untuk menghitung jaraknya dan ditampilkan dalam satuan *Centimeter*.

Motor servo pada modul ini digunakan untuk mengatur luas kolimasi dengan menggunakan dua buah motor servo. Cara kerja dari motor servo pada modul ini yaitu dengan menentukan berapa titik sudut yang dipakai pada masing-masing ukuran kaset sehingga setiap kaset memiliki nilai sudut yang berbeda. Untuk mendapatkan nilai sudut yang sesuai dengan ukuran kaset yang diinginkan perlu penyesuaian terlebih dahulu dengan menggunakan *push button*, jika telah didapat sudut yang sesuai maka mikrokontroler akan mengirimkan sinyal pada masing-masing pin dari motor servo yang terhubung dengan pin PWM dari arduino.

Lalu untuk sensor ukuran kaset pada modul ini menggunakan dua buah potensiometer dimana wipernya tersambung langsung dengan penjepit kaset dan kaki *output* dihubungkan dengan pin ADC pada mikrokontroler sebagai *input*. Ketika penjepit kaset digeser sesuai ukuran kaset yang dipakai maka wiper potensiometerpun akan ikut bergeser dan *output* dari kedua potensiometer akan menghasilkan suatu nilai analog yang berbeda dan akan diproses atau dikonversi oleh mikrokontroler menjadi nilai digital.

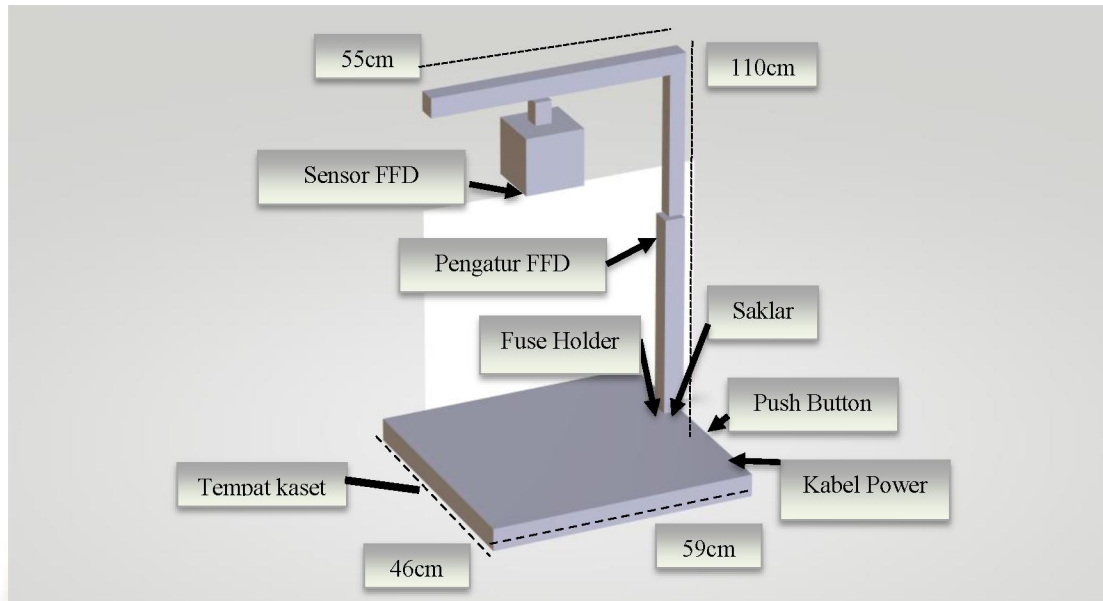
Push button pada modul ini berfungsi sebagai rangkaian pengontrol dengan menggunakan 6 *push button* button, 4 *push button* digunakan untuk menentukan

titik sudut pada motor servo dimana setiap *push button* akan berlogika *low* ketika *push button* ditekan dan motor servo akan berputar sehingga pembatas kolimasi akan bergerak membuka atau menutup. Kemudian 1 *push button* digunakan untuk tombol otomatis ketika semua sudah didapat nilai yang sesuai dari sensor ultrasonik, potensiometer, dan motor servo. Ketika tombol otomatis ditekan maka kedua servo akan berputar otomatis secara berlawanan atau searah jarum jam mengikuti ukuran kaset yang dipakai.

Selanjutnya lampu akan menyala ketika tombol “LAMPU” ditekan., ketika tombol ditekan maka *coil relay* lampu pun akan mendapatkan tegangan dan akan merubah kontak relay yang awalnya di posisi NC berpindah ke NO. Dimana *COM* relay dihubungkan dengan tegangan 24VAC lalu kaki NO di hubungkan ke salah satu kaki lampu. Sehingga lampu akan menyala ketika kontak relay berpindah ke posisi NO.

3.4 Gambaran Modul

Pada tahap ini penulis mendesain sendiri modul yang akan dibuat dengan memperhitungkan berapa tinggi, panjang dan lebar alat. Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah desain yang telah dibuat :



Gambar 33 desain alat keseluruhan

Seperti yang sudah dijelaskan diatas modul ini dibuat dengan memperhitungkan berapa tinggi, panjang dan lebar alat. Alat ini menggunakan tiang penyangga berbentuk L, untuk tingginya sendiri yaitu 110 cm dengan panjang ke depan 55 cm. Pengatur FFD (*Focus Film Distance*) itu bisa *setting* dengan menaik atau menurunkan tiang. Lalu sensor FFD (*Focus Film Distance*) diletakkan pada kolimator dengan posisi menghadap langsung ke luas bidang. Kemudian untuk luas bidang modul ini ialah 46 cm dan panjangnya yaitu 59 cm. Untuk kaset ditempatkan didalam atau berada tepat dibawah luas bidang. Lalu untuk komponen pendukung lainnya seperti kabel power dan *push button* ditempatkan pada bagian belakang modul dan untuk fuse holder serta saklar ditempatkan tepat samping tiang (tanpa mengganggu penyinaran ketika alat bekerja).

3.5 Spesifikasi Alat

Catu daya	: 220V AC/60Hz
Lampu	: Halogen 24V/ 100 watt
Ukuran	: 55x46x131 cm
FFD	: Minimal : 90 cm
	Maksimal : 100 cm
	Otomatis : 90 cm dan 100 cm
Kolimasi	: Manual dan Otomatis
Ukuran Tempat Kaset	: Minimal : 18x18
	Maksimal : 30x30
	Otomatis : 18x24 dan 24x30

3.6 Perencanaan Komponen dan Rangkaian

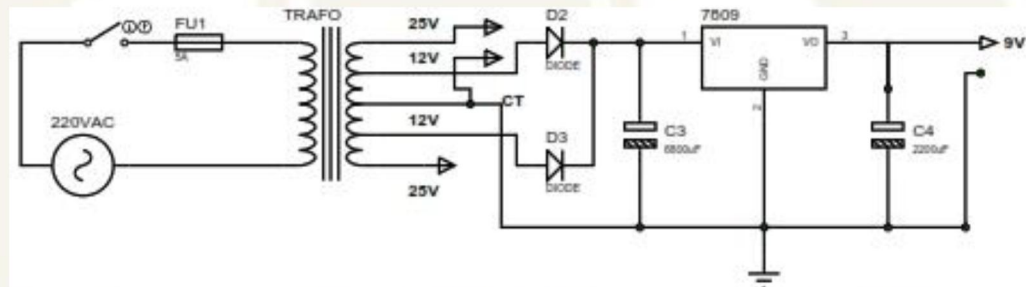
Pada tahap selanjutnya yaitu pemilihan komponen untuk sebuah alat. Dimana pemilihan komponen ini harus sesuai dengan cara kerja alat yang penulis kerjakan.

3.6.1 Rangkaian Power Supply

Rangkaian *power supply* ini berfungsi sebagai *supply* tegangan yang memiliki 2 output tegangan yaitu 9V digunakan untuk mensupply mikrokontroler dan 25V AC digunakan untuk mensupply lampu.

Tabel 1 Komponen Power Supply

No	Nama Komponen	Nilai	Jumlah
1	Trafo CT step down	5 A	1
2	Dioda	6 A	2
3	IC Regulator	7809	1
4	Kapasitor	6800uf/25v	1
		2200uf/25v	1
5	Terminal 2&3 pin	-	1
6	Fuse	5A	1
7	Saklar	-	1



Gambar 34 Wiring Diagram power supply

Tegangan 220V AC di sambungkan pada kawat bagian primer trafo yaitu 0 dan kaki saklar, dari saklar di sambung ke *fuse* lalu masuk ke kawat 220 pada trafo. Pada bagian sekunder terdapat 12V dan 25V AC (*Alternating Current*) yang digunakan untuk mensupply lampu. Tegangan yang diambil untuk dijadikan tegangan DC (*Direct Current*) yaitu tegangan 12V, supaya tegangan tersebut menjadi tegangan searah maka diperlukan dua buah dioda untuk menyearahkan tegangan dan kapasitor sebagai *filter* untuk meredam tegangan *ripple* pada

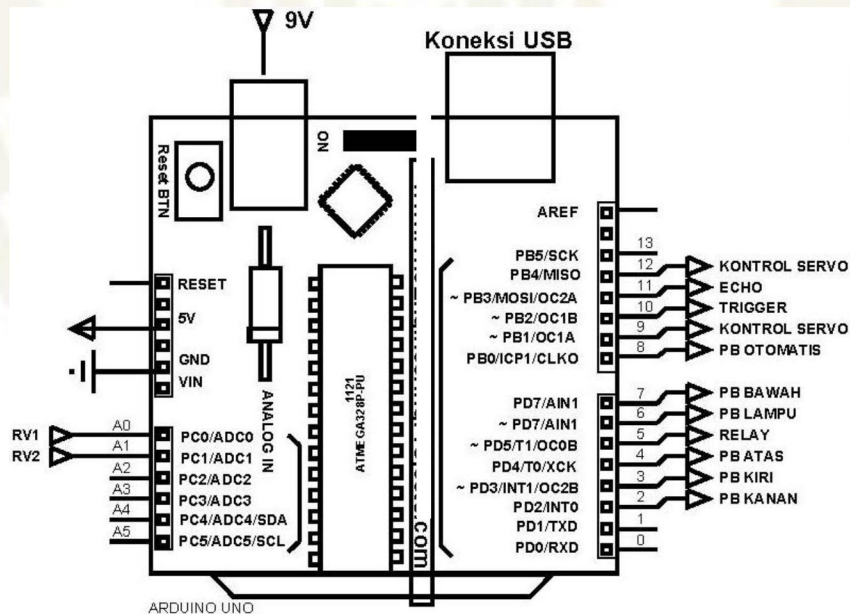
rangkaian sekaligus penyempurna tegangan agar lebih bersih dari *noise*. Untuk mendapatkan nilai tegangan yang diinginkan maka perlu ditambahkan IC regulator 7809 sehingga tegangan stabil dan menurun menjadi 9V DC dipergunakan untuk mikrokontroler.

3.6.2 Rangkaian Mikrokontroler

Modul ini menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk mengontrol beberapa komponen yang sudah dirangkai sebelumnya yang memang memerlukan arduino dalam menjalankannya.

Tabel 2 Mikrokontroler

No	Nama Komponen	Nilai	Jumlah
1	Arduino Uno	-	1



Gambar 35 Mikrokontroler

Arduino Uno pada modul ini berfungsi untuk mengontrol beberapa rangkaian lainnya yang memang membutuhkan program dari arduino supaya dapat bekerja.

Untuk dapat menjalankan sebuah arduino diperlukan sumber tegangan baik berasal dari *jack power* DC, konektor USB, maupun baterai yang masuk ke pin VIN. Pada mikrokontroler ini penulis memilih sumber tegangan yang disediakan *power supply* yang masuk melalui *jack power* DC sebesar 9 volt. Pada gambar diatas terlihat pada pin PWM telah digunakan untuk beberapa rangkaian, seperti pada pin PWM 2, 3, 4, 7, dan 8 pada arduino digunakan untuk rangkaian kontrol dan pin 6 digunakan untuk menyalakan lampu (*push button*), pin 9 dan 12 digunakan untuk kabel kontrol pada motor servo, lalu pin 10 digunakan untuk kaki *trigger* dan 11 digunakan untuk kaki *echo* pada sensor ultrasonik. Pada pin Analog input telah digunakan sebanyak dua pin yaitu A0 dan A1 yang mana keduanya tersambung pada kaki *output* potensiometer.

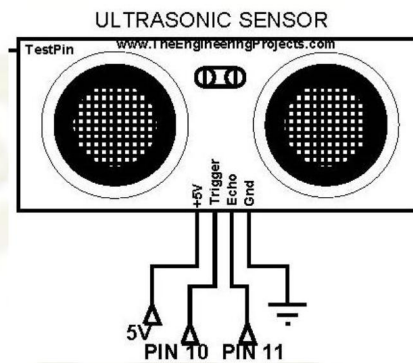
Untuk masing-masing rangkaian semuanya membutuhkan sumber tegangan sebesar 5 volt yang bersumber langsung dari papan arduino melalui pin 5 V yang sudah ter-regulator.

3.6.3 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Rangkaian sensor ultrasonik ini dipakai untuk mengukur jarak pada FFD (*Focus Film Distance*)

Tabel 3 Rangkaian Sensor Ultrasonik

No	Nama Komponen	Nilai	Jumlah
1	Sensor Ultrasonik	HCSR 04	1



Gambar 36 Rangkaian Sensor Ultrasonik

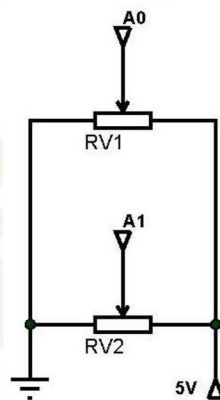
Sensor ultrasonik ini membutuhkan tegangan sebesar 5 volt yang bersumber dari mikrokontroler, dan kaki *trigger* yang dipasang pada pin 10 serta kaki *echo* pada pin 11 dari mikrokontroler. Mikrokontroler akan mentrigger sensor agar menembakan sinyal pendek (*burst*) dengan frekuensi 40khz. Ketika sensor menembakan *burst*, *output* dari sensor ini akan menjadi *high*, menandakan awal burst dipancarkan. Pada saat burst mengenai objek dan kembali dipantulkan ke sensor, *output* sensor akan menjadi low kemudian *echo* dari sensor akan menangkap sinyal pantulan tersebut dan mengubahnya dalam satuan cm, dan panjang pulsa *high* dari *output* sensor sebanding dengan jarak yang ditempuh *burst*.

3.6.4 Rangkaian Sensor Ukuran Kaset

Rangkaian ini berfungsi untuk mendeteksi ukuran kaset yang digunakan. Pada rangkaian ini menggunakan potensiometer geser sebagai sensornya.

Tabel 4 Komponen Sensor Ukuran Kaset

No	NamaKomponen	Nilai	Jumlah
1	Potensiometer slider/geser	10K	2



Gambar 37 Rangkaian sensor ukuran kaset

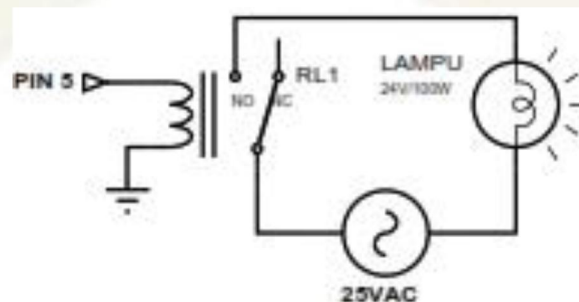
Potensiometer yang dijadikan sebagai sensor ini pada dasarnya adalah sebagai pengatur tegangan. Dimana kaki 2 yang terletak pada masing-masing potensiometer ini adalah *output* yang akan terhubung langsung pada pin ADC mikrokontroler.

3.6.5 Rangkaian Timer Lampu

Rangkaian timer lampu ini digunakan untuk menghidupkan lampu pada kolimator dan akan mati otomatis dalam waktu kurang lebih 30 detik.

Tabel 5 Komponen Timer Lampu

No	Nama Komponen	Nilai	jumlah
1	Relay	5V	1
2	Lampu Halogen	24V/100W	1



Gambar 38 Rangkaian Timer Lampu

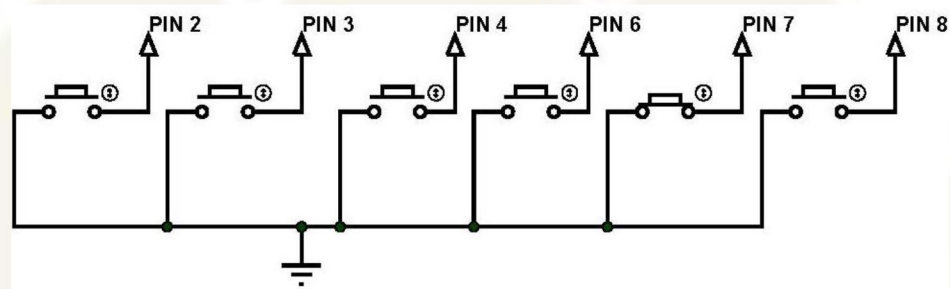
Rangkaian timer lampu adalah rangkaian yang berfungsi untuk menyalakan lampu dengan durasi waktu selama kurang lebih 30 detik guna penghematan energi listrik dan menjaga kualitas lampu agar tetap dalam kondisi yang baik. Pada saat tombol “LAMPU” ditekan maka lampu akan menyala sehingga *coil relay* lampu pun akan mendapatkan tegangan dan akan merubah kontak relay yang awalnya di posisi NC berpindah ke NO. Dimana *COM* relay dihubungkan dengan tegangan 24VAC lalu kaki NO di hubungkan ke salah satu kaki lampu. Sehingga lampu akan menyala ketika kontak relay berpindah ke posisi NO.

3.6.6 Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol ini menggunakan *push button* untuk mengatur (membuka/menutup) *shutter*.

Tabel 6 Komponen Kontrol

No	Nama komponen	Nilai	Jumlah
1	Push Button	NO	6



Gambar 39 Rangkaian kontrol

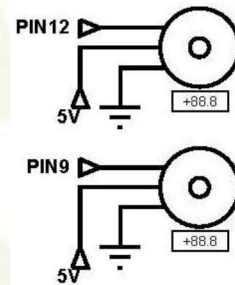
Pada saat tombol ditekan maka pin ADC pada arduino akan berlogika *low* (0) kemudian motor servo akan berputar sesuai dengan tombol yang ditekan.

3.6.7 Rangkaian Pengatur Kolimasi

Rangkaian ini merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengatur luas kolimasi dengan menggunakan dua buah motor servo sebagai penggerak atau buka tutup *shutter*.

Tabel 7 Rangkaian Pengatur Kolimasi

No	Nama komponen	Nilai	Jumlah
1	Motor Servo Mini 180°	-	2



Gambar 40 Rangkaian Pengatur Kolimasi

Cara kerja dari motor servo pada modul ini yaitu dengan menentukan berapa titik sudut yang dipakai pada masing-masing ukuran kaset sehingga setiap kaset memiliki nilai sudut yang berbeda. Untuk mendapatkan nilai sudut yang sesuai dengan ukuran kaset yang diinginkan perlu penyesuaian terlebih dahulu dengan menggunakan push button, jika telah didapat sudut yang sesuai maka mikrokontroler akan mengirimkan sinyal pada masing-masing pin dari motor servo yang terhubung dengan pin PWM dari arduino.

3.7 Perencanaan Pembuatan Modul

Dalam perencanaan pembuatan modul ini penulis mempersiapkan serangkaian tahapan yang perlu dilakukan, dimulai dari pembuatan rangkaian satu demi satu yang sebelumnya sudah direncanakan dalam blok diagram lalu kemudian

menggabungkannya menjadi satu. Sebelum memulai pengerjaannya ada beberapa yang harus dipersiapkan seperti alat dan bahan dan langkah-langkah pengerjaan.

3.7.1 Alat dan Bahan

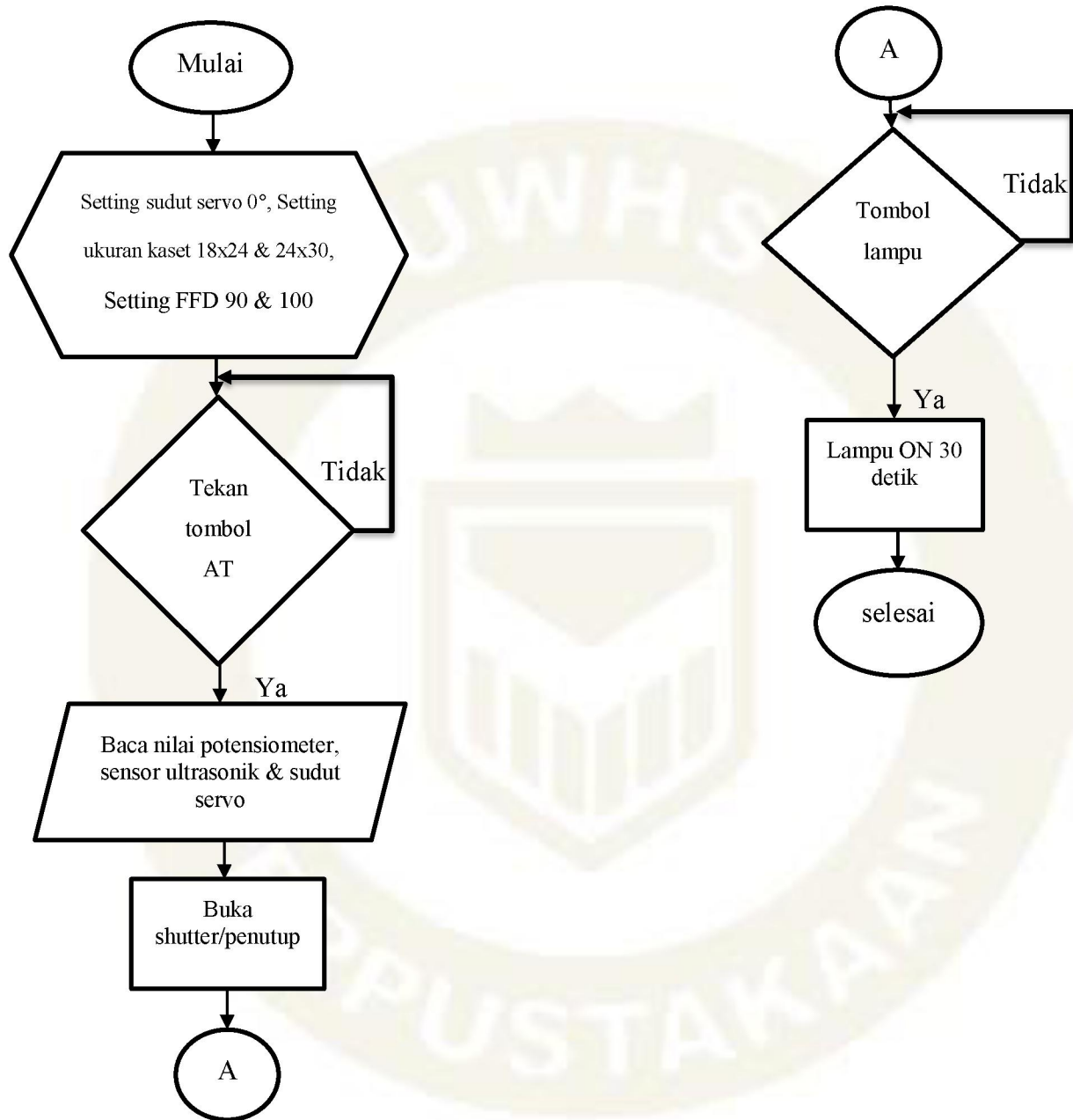
Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengerjaan modul ini yaitu :

- a. *Mini drill*
- b. Project board
- c. Komponen seperti yang sudah disebutkan
- d. Solder dan timah
- e. Kabel *jumper*
- f. Pcb polos dan bolong
- g. Obeng
- h. Multimeter

3.7.2 Langkah-Langkah Pengerjaan

- a. Mempersiapkan wiring diagram alat
- b. Memilih komponen yang akan diperlukan dalam rangkaian
- c. Merangkai rangkaian sesuai wiring
- d. Memastikan bahwa tidak ada jalur yang putus pada rangkaian dan komponen terpasang dengan benar
- e. Menambahkan aksesoris penunjang seperti roda-roda dan rel laci untuk penempatan wadah kaset

3.8 Flowchart



BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1 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 analisis data.

4.2 Persiapan Pengukuran

Untuk mendapatkan data yang diinginkan, penulis menggunakan peralatan sebagai berikut:

- a. Multimeter digital RICHMETERS 101
- b. Stopwatch
- c. Laptop dan kabel USB
- d. Meteran

4.3 Metode Pengukuran

Metode yang digunakan yaitu metode pengukuran dengan multimeter pada setiap titik pengukuran terhadap ground. Titik pengukuran tersebut ditentukan berdasarkan kebutuhan data untuk dianalisa. Titik – titik pengukuran tersebut antara lain:

a. Titik pengukuran pertama (TP 1)

Yaitu titik pengukuran tegangan 25 V pada sekunder trafo

b. Titik pengukuran kedua (TP 2)

Yaitu titik pengukuran pada output tegangan ic regulator 7809

c. Titik pengukuran keempat (TP 3)

Yaitu titik pengukuran pada kaki 2 atau output potensiometer depan (RV2)

d. Titik pengukuran kelima (TP 4)

Yaitu titik pengukuran pada kaki 2 atau output potensiometer samping (RV1)

e. Titik pengukuran kedelapan (TP 5)

Yaitu pengukuran waktu lamanya lampu menyala


4.4 Hasil Pengukuran

Pengukuran ini dilakukan pada titik-titik pengukuran yang telah penulis tentukan dan hasilnya bisa dilihat pada tabel berikut ini:

4.4.1 Hasil TP 1

TP 1 Yaitu titik pengukuran tegangan 25 V pada sekunder trafo. Untuk melihat hasil dari TP 1, bisa dilihat pada tabel dibawah ini:


Tabel 8 Hasil TP 1

Gambar	Hasil	Keterangan
	23,95 V	Hasil output tegangan dari kaki 25V trafo sekunder

4.4.2 Hasil TP 2

TP 2 Yaitu titik pengukuran pada output tegangan ic regulator 7809. Untuk melihat hasil dari TP 2, bisa dilihat pada tabel dibawah ini:





Tabel 9 Hasil TP 2


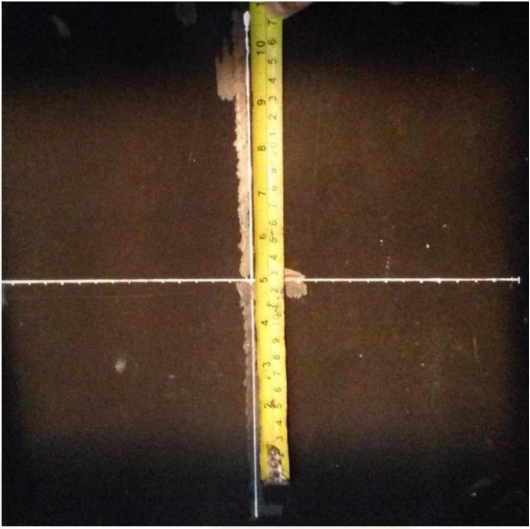



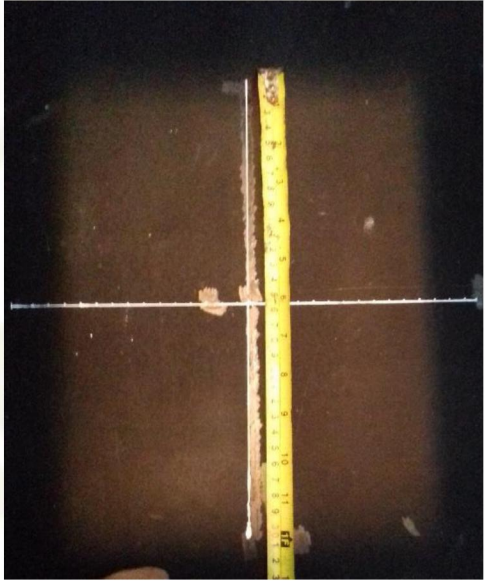


Gambar	Hasil	Keterangan
	9,03 V	Hasil output tegangan dari ic regulator 7809

4.4.3 Hasil TP 3

TP 3 yaitu titik pengukuran pada kaki 2 atau output potensiometer depan (RV2). Untuk melihat hasil dari TP 3, bisa dilihat pada halaman selanjutnya:

Tabel 10 Hasil TP 3





Gambar	Hasil	AD C	Keterangan	Kolimasi
	1,83 V	375	Ukuran kaset 18 cm	
	1,85	376		
	1,86	376		
Rata-rata	1,85 V	375		


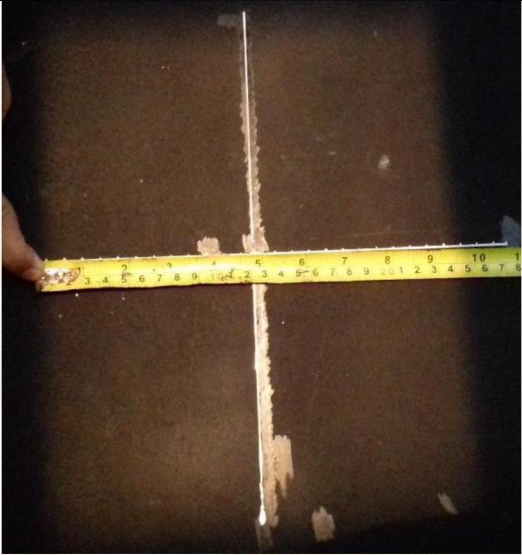



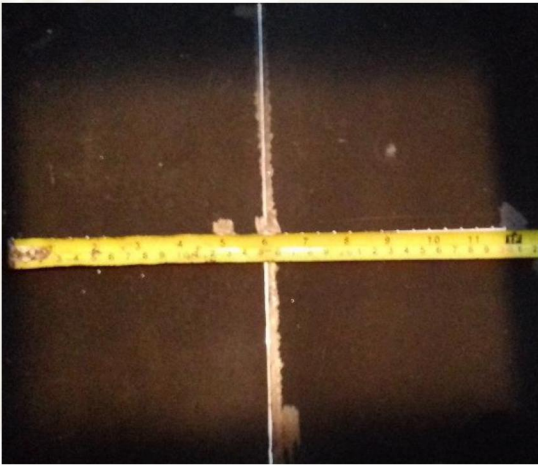


	3,05 V	660	Ukuran kaset 24 cm	
	3,25	660		
	3,31	662		
Rata-rata	3,20 V	660		
	4,71 V	970	Ukuran kaset 30 cm	
	4,74	972		
	4,74	973		
Rata-rata	4,73 V	971		

4.4.4 Hasil TP 4

TP 4 yaitu titik pengukuran pada kaki 2 atau output potensiometer samping (RV1). Untuk melihat hasil dari TP 4, bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 11 Hasil TP 4

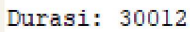
Gambar	Hasil	ADC	Keterangan	Kolimasi
	3,22 V	660	Ukuran kaset 18 cm	
	3,22 V	661		
	3,22 V	660		
Rata-rata	3,22 V	660		

	1,52 V	315	Ukuran kaset 24 cm	
	1,53 V	316		
	1,53 V	320		
Rata-rata	1,53 V	317		
	0 V	1	Ukuran kaset 30 cm	
	0 V	1		
	0 V	1		
Rata-rata	0 V	1		

4.4.5 Hasil TP 5

TP 5 yaitu pengukuran waktu lamanya lampu menyala menggunakan serial monitor. Untuk melihat hasil dari TP 5, bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 12 Hasil TP 5

Gambar	Hasil
	00:30,0

BAB V
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisa Data Pengukuran

Analisa data pengukuran adalah membandingkan hasil yang didapat melalui pengukuran dibandingkan dengan ilmu pengetahuan yang sudah dikemukakan dengan teori-teori nya. Analisa data pengukuran bertujuan sebagai:

1. Membandingkan antara hasil menurut teori dan hasil ukur pada masing-masing titik pengukuran yang sudah ditentukan.
2. Mengetahui besarnya Persentasi Kesalahan (PK) pada masing-masing titik pengukuran yang sudah ditentukan. Nilai PK dihitung menggunakan rumus berikut:

$$PK (\%) = \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100 \dots\dots\dots (5.1)$$

3. Mengetahui kemungkinan penyebab perbedaan antara hasil teori dan hasil ukur.

Adapun analisa data untuk asing-masing TP adalah sebagai berikut:

5.1.1 Analisis TP 1

TP 1 merupakan pengukuran pada lilitan sekunder trafo di tegangan 25V ke CT (*Center Tap*) dengan nilai yang terukur sebesar 23,95 VAC . Lalu untuk mendapatkan nilai presentasi kesalahan (PK), berikut ini merupakan rumus yang digunakan:

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

$$= \left| \frac{25,0 - 23,95}{25,0} \right| \times 100$$

$$= 4,20 \%$$

5.1.2 Analisis TP 2

TP 2 merupakan tegangan keluaran dari IC Regulator 7809 dengan nilai yang terukur sebesar 9,03 Volt, karena berdasarkan *datasheet*, IC Regulator 7809 itu mempunyai tegangan *output* $V_{min} = 8,65 \text{ Volt}$, $V_{typical} = 9,0 \text{ Volt}$ dan $V_{max} = 9,35 \text{ Volt}$ maka nilai dari TP 3 ini masih dalam batas nilai toleransi. Lalu untuk mendapatkan nilai presentasi kesalahan (PK), berikut ini merupakan rumus yang digunakan:

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

$$= \left| \frac{9,0 - 9,03}{9,0} \right| \times 100$$

$$= 0,33 \%$$

5.1.3 Analisis TP 3

TP 3 ini merupakan pengukuran potensiometer pada penjepit kaset depan (RV2) dan pengukuran kolimasi pada setiap ukuran kaset secara vertikal. Nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) dapat dilihat pada *serial monitor* di *software Arduino IDE*. Lalu untuk mendapatkan nilai Hasil Teori (HT), penulis mengkonversi nilai digital yang dibaca oleh mikrokontroler ke nilai analog (DAC= *Digital to Analog Converter*).

Sedangkan untuk nilai Hasil Ukur (HU) didapat dengan mengukur *output* potensiometer menggunakan volt meter. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan:

$$DAC = \frac{5V}{1023} \times ADC \dots\dots\dots (5.2)$$

Untuk perhitungan dari masing-masing ukuran kaset yang digunakan, bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 13 Perhitungan Masing-Masing Ukuran Kaset pada TP 3

Ukuran Kaset	ADC	Hasil Teori (DAC)	Hasil Ukur	Persentase Kesalahan (PK) Potensiometer	Persentase Kesalahan (PK) Kolimasi
18 Cm	375	$DAC = \frac{5V}{1023} \times 375 = 1,83 V$	1,85 V	$PK (\%) = \left \frac{1,83 - 1,85}{1,83} \right \times 100 = 1 \%$	$PK (\%) = \left \frac{18 - 18}{18} \right \times 100 = 0 \%$

24 Cm	660	$\text{DAC} = \frac{5V}{1023} \times 660 = 3,22 V$	3,20 V	$\text{PK (\%)} = \left \frac{3,22 - 3,20}{3,22} \right \times 100 = 0,6 \%$	$\text{PK (\%)} = \left \frac{24 - 24}{24} \right \times 100 = 0 \%$
30 Cm	971	$\text{DAC} = \frac{5V}{1023} \times 971 = 4,74 V$	4,73 V	$\text{PK (\%)} = \left \frac{4,74 - 4,73}{4,74} \right \times 100 = 0,2 \%$	$\text{PK (\%)} = \left \frac{30 - 30}{30} \right \times 100 = 0 \%$

5.1.4 Analisis TP 4

TP 4 ini merupakan pengukuran pada potensiometer pada penjepit kaset samping (RV1) dan pengukuran kolimasi pada setiap ukuran kaset secara horizontal. Nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) dapat dilihat pada *serial monitor* di *software Arduino IDE*. Lalu untuk mendapatkan nilai Hasil Teori (HT), penulis mengkonversi nilai digital yang dibaca oleh mikrokontroler ke nilai analog (DAC= *Digital to Analog Converter*). Sedangkan untuk nilai Hasil Ukur (HU) didapat dengan mengukur output potensiometer menggunakan volt meter. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan:

$$\text{DAC} = \frac{5V}{1023} \times \text{ADC} \dots\dots\dots (5.3)$$

Untuk perhitungan dari masing-masing ukuran kaset yang digunakan, bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 14 Perhitungan Masing-Masing Ukuran Kaset pada TP 4

Ukuran Kaset	ADC	Hasil Teori (DAC)	Hasil Ukur	Persentasi Kesalahan (PK) Potensiometer	Persentasi Kesalahan (PK) kolimasi
18 Cm	660	$\text{DAC} = \frac{5V}{1023} \times 660 = 3,22 V$	3,22 V	$\text{PK (\%)} = \left \frac{3,22 - 3,22}{3,22} \right \times 100 = 0 \%$	$\text{PK (\%)} = \left \frac{18 - 18}{18} \right \times 100 = 0 \%$
24 Cm	317	$\text{DAC} = \frac{5V}{1023} \times 317 = 1,54 V$	1,53 V	$\text{PK (\%)} = \left \frac{1,54 - 1,53}{1,54} \right \times 100 = 0,6 \%$	$\text{PK (\%)} = \left \frac{24 - 24}{24} \right \times 100 = 0 \%$
30 Cm	1	$\text{DAC} = \frac{5V}{1023} \times 1 = 0 V$	0 V	$\text{PK (\%)} = \left \frac{0 - 0}{0} \right \times 100 = 0 \%$	$\text{PK (\%)} = \left \frac{30 - 30}{30} \right \times 100 = 0 \%$

5.1.5 Analisis TP 5

TP 6 merupakan pengukuran lamanya lampu menyala. Dimana didapat nilai rata-rata sebesar 30 detik. Lalu untuk mendapatkan nilai presentasi kesalahan (PK), berikut ini merupakan rumus yang digunakan:

$$\begin{aligned} \text{PK (\%)} &= \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{30 - 30}{30} \right| \times 100 \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan seluruh tahapan mulai dari pembuatan modul hingga pengukuran dan analisis, bahwa pada kolimasi atau penyinaran terhadap luas bidang sinar-X sudah sesuai baik pada ukuran 18 x 24 maupun 24 x 30 jika dihitung presentasi kesalahannya masing-masing adalah 0%, begitu juga dengan FFD pada jarak 90 dan 100 sudah berfungsi sesuai tujuan.

6.2 Saran

Alat ini secara umum sudah berfungsi dengan baik, namun ada beberapa hal yang harus diperhatikan jika ingin dikembangkan lebih lanjut.

1. untuk menentukan berapa jarak FFD yang diatur baik pada 90 maupun 100 harus mengukur secara manual dengan menggunakan meteran, supaya lebih mudah dalam mengetahui berapa FFD yang digunakan dapat menambahkan dengan sebuah LCD.
2. alat ini hanya otomatis pada ukuran kaset dan penyinaran saja, alangkah baiknya jika pengatur ketinggian untuk menentukan jarak FFD juga dibuat dengan sistem otomatis

3. letak kolimator pada alat ini yaitu permanen artinya tidak bisa digerakan sesuai kebutuhan bisa ditambahkan pengaturan untuk pergeseran agar dapat mudah menentukan titik penyinaran yang sesuai dengan kebutuhan



DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. W. Initu.id, "Pengertian X-Ray Dan Radiologi Dalam Kedokteran," *Pengertian Radiologi*, 2018.
- [2] T. Mulyadi, "Manfaat dan Bahaya Sinar-X," Desember 2014. [Online]. Available: budisma.net/2014/12/sejarah-dan-manfaat-sinar-x.html. [Diakses 3 Juli 2019].
- [3] H. Dabukke, "skripsi," in *Pengujian Iluminasi, Kolimasi, Ketegaklurusan dan Kualitas Berkas Pesawat Sinar-X Radiografi umum dan Pesawat Sinar-X Radiografi Mobile*, Medan, Repositori Institusi USU, 2018, pp. 1-2.
- [4] f. "PESAWAT RONTGEN KONVENSIONAL," 2010.
- [5] O. P. Sari, *Fisika Radiasi*, Padang: Universitas Baiturrahmah, 2010.
- [6] Hendri, "Belajar Pemograman Arduino Uno," 2013.
- [7] January 2014. [Online]. Available: <http://fachrozyaulia.blogspot.co.id/2014/01/fungsi-jenis-jenis-dan-pengertian-dioda.html>.
- [8] Maret 2014. [Online]. Available: <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>.
- [9] D. Arifianto, *Kamus Komponen Elektronika*, Jakarta Selatan: PT Kawan Pustaka, 2011.
- [10] O. Bishop, *Dasar-Dasar Elektronika*, Jakarta: Erlangga, 2004.

- [11] Ecadio. [Online]. Available: <http://ecadio.com/mengenal-dan-belajar-arduino-nano>.
- [12] [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/Resistor>.
- [13] [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/Kondensator>.
- [14] [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Kondensator_tetap.
- [15] [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Kondensator_elektrolit.
- [16] [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Kondensator_variabel.
- [17] Oktober 2016. [Online]. Available: <http://webstudi.blogspot.co.id/2016/10/pengertian-resistor-dan-jenis-jenis.html>.
- [18] BAPETEN, “Peraturan Kepala BAPETEN 9/11 Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional”.

LAMPIRAN

