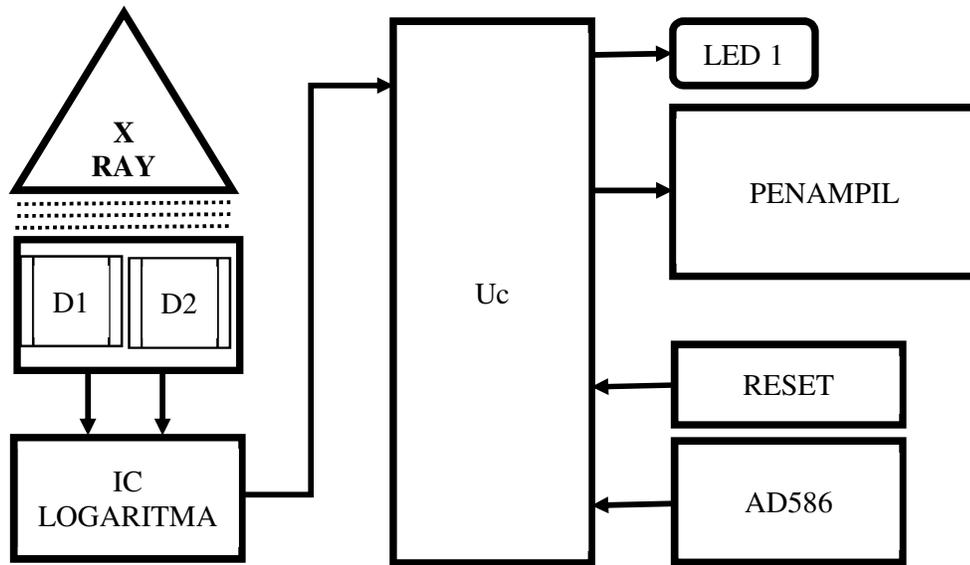


BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem

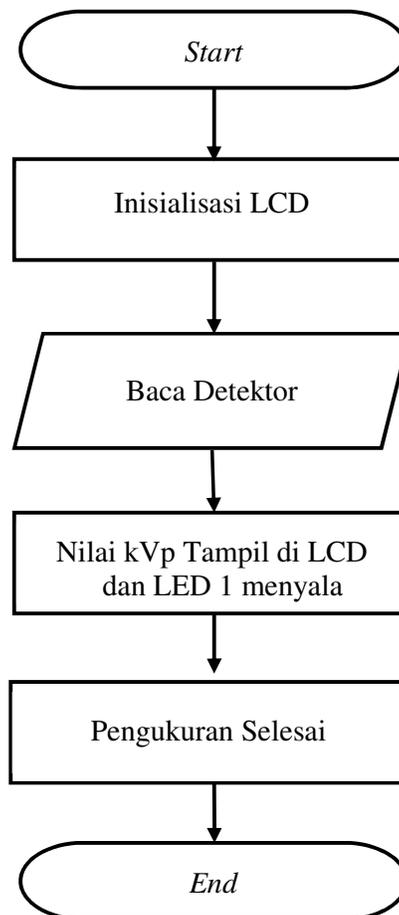
Cara kerja diagram blok sistem yaitu pada saat melakukan pengukuran tegangan tabung pesawat sinar-X, detektor D1 dan D2 akan terpapar sinar-X dengan intensitas berbeda yang disebabkan sinar-X tersaring oleh dua filter aluminium yang mempunyai ketebalan berbeda, akibatnya detektor menghasilkan dua karakteristik arus listrik, kemudian dikuatkan dengan rangkaian *log amplifier* agar dihasilkan tegangan yang stabil dengan rumus perbandingan:

$$V_{out} = 1 \text{ Volt} \cdot \log\left(\frac{I_1}{I_2}\right) \quad (3-1).$$

Tegangan keluaran (V_{out}) tersebut dimasukkan pada pin ADC IC ATmega16 untuk merubah tegangan analog ke digital, agar bilangan biner dari ADC dapat diolah oleh mikrokontroler Atmega 16. Nilai biner dikonversikan ke tegangan

dengan satuan milli volt, dan dikonversikan lagi menjadi nilai kVp pesawat sinar-X dengan rumus fungsi transfer dan hasilnya ditampilkan pada LCD2X16. AD586 berfungsi sebagai penstabil tegangan referensi dari mikrokontroler, pada saat detektor terkena sinar-X maka LED 1 akan menyala. Tombol reset berfungsi untuk menghapus nilai yang telah terbaca, sehingga pengukuran dapat dilakukan kembali. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.2 Diagram Alir

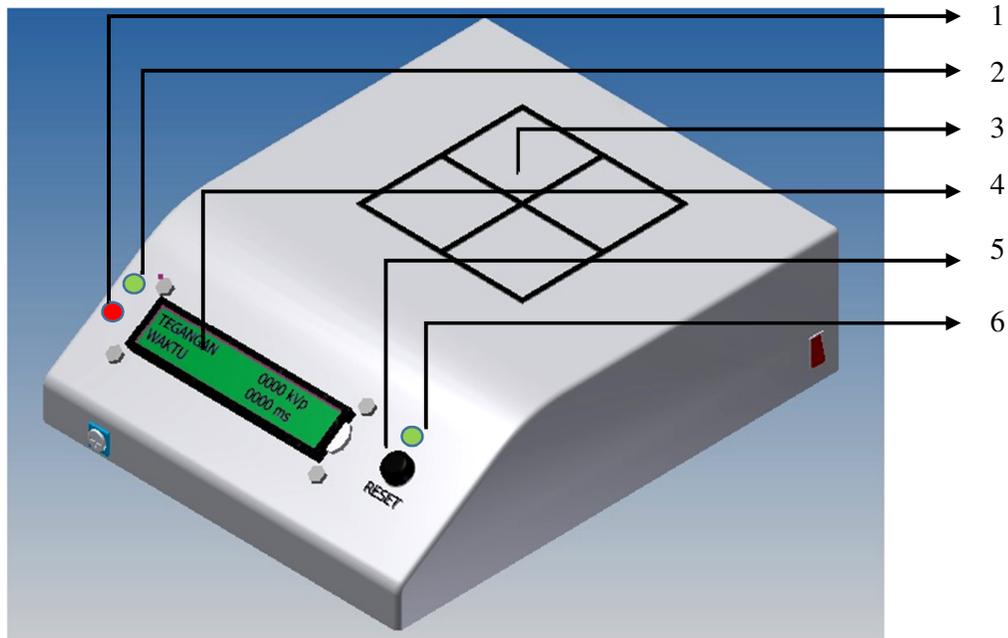


Gambar 3. 2 Diagram Alir proses

Cara kerja diagram alir yaitu pada saat ditekan tombol *start*, alat bekerja dan akan tampil inialisasi di lcd bahwa alat siap untuk melakukan pengukuran

tegangan tabung, ketika proses penyinaran (*expose*), sinar-X akan ditangkap oleh detektor dan merubah sinar-X menjadi tegangan listrik. Selanjutnya nilai tegangan tersebut dirubah menjadi besaran kv standar untuk ditampilkan pada LCD 2x16. Diagram alir proses dapat dilihat pada Gambar 3.2.

3.3 Diagram Mekanis Sistem



Gambar 3. 3 Diagram mekanis

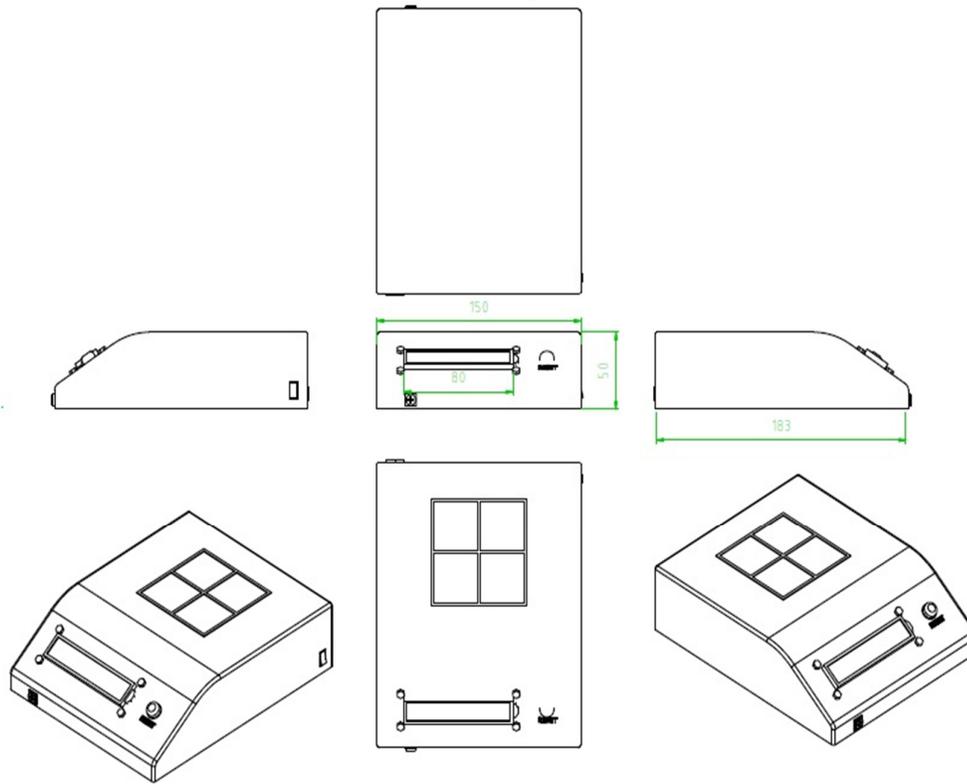
Keterangan:

Panjang : 15 cm

Lebar : 10 cm

Tinggi : 5 cm

- 1 : Indikator pengisian baterai.
- 2 : Indikator baterai penuh.
- 3 : Luas lapangan penyinaran sinar-X.
- 4 : LCD penampil.
- 5 : Tombol reset.
- 6 : Indikator ada/ tidak radiasi sinar-X.



Gambar 3. 4 Gambar Teknik

3.4 Persiapan alat

Dalam penyusunan tugas akhir ini, digunakan beberapa alat penunjang, untuk membuat desain, membuat rangkain, melakukan pengukuran dan perhitungan. Alat penunjang tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Daftar Alat

No	Alat	Jumlah
1	Multimeter Digital	1
2	Osiloskop	1
3	Leptop Acer e14	1
4	Atraktor	1
5	Bor	1
6	<i>Cutter Acrylic</i>	1
7	KVp Meter standar	1

3.5 Daftar Komponen

Tabel 3. 2 Daftar Komponen

NO	Nama Komponen	Jumlah
1	Rangkain Detektor	
	<i>Thermal copper</i>	2
	Photodioda	3
2	Rangkaian Penguat logaritma	
	IC Logaritma	1
	Capasitor	4
	Resistor	3
3	Minimum system	
	ATMEGA 16	1
	Resistor	5
	Kapasitor	2
	Kristal 12 mhz	1
	Regulator 7805	1
	Saklar	1
	Jack dc	1
	Multiturn	1
	Fcp	Sepasang
	Push button	1
	Push on/off	1
4	Display	
	Resistor	1
	LCD 2 X 16	1

3.6 Desain Penelitian

Jenis penelitian dalam tugas akhir ini menggunakan, eksperimental penelitian dilakukan secara terstruktur berdasarkan *blue print prosedur*, dilakukan perbandingan data untuk mengetahui pengaruh perlakuan secara langsung terhadap hal yang ditimbulkan dan diharapkan sehingga mendapat dampak atau akibat dari eksperimen (*variable*).

3.7 Teknik Analisis Data

Dalam mewujudkan kebenaran hasil pengukuran dari kVp meter ini, dilakukan beberapa teknik analisis data yang mana hasil data yang didapatkan pada alat kalibrator ini akan dibandingkan dengan hasil pengukuran kVp meter pembanding dalam beberapa titik pengukuran (*Test Point*), dan dilanjutkan perhitungan akurasi dan presisi dengan rumus berikut:

3.7.1 Presisi (*precision*)

Kemampuan kVp meter untuk memberikan nilai pembacaan yang sama ketika dilakukan pengukuran besaran yang sama secara berulang pada kondisi yang sama (tingkat ketelitian alat) bukan mengukur tingkat benar nilai pengukuran, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa alat dapat bekerja dengan baik. Rumus yang digunakan untuk menghitung tingkat presisi alat ini dapat dilihat pada rumus 3-1.

$$Presisi = \frac{\{[x_1 - \bar{x}] + [x_1 - \bar{x}] \dots \dots \dots + [x_1 - \bar{x}]\}}{(n-1)} \quad (3-1)$$

Keterangan:

\bar{x} = Nilai rata-rata kelompok pengukuran

X_i = Nilai pengukuran dari data pertama ke-i

n = Jumlah pengukuran

3.7.2 Akurasi (*accuracy*)

Akurasi adalah mengetahui seberapa dekat nilai yang terukur oleh kVp meter terhadap nilai sebenarnya. Rumus akurasi dapat dilihat pada 3-2.

$$Akurasi = \frac{[x_n - (\bar{x})]}{x_n} \times 100 \% \quad (3-2).$$

Keterangan:

x_n : Nilai terbaca oleh *Gold Standard* standar.

\bar{x} : Nilai terbaca oleh modul kVp meter.

3.8 Urutan pelaksanaan Penelitian

Metode pelaksanaan yang akan diterapkan dalam pembuatan rancang bangun alat ini dengan membuat kerangka kerja yang menjelaskan secara garis besar tahapan kegiatan yang akan dilakukan. Kerangka kerja kegiatan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Blok Diagram Pelaksanaan penelitian

3.8.1 Studi Literatur

Kajian ini dilakukan dengan mengkaji jurnal ilmiah, artikel dan buku tentang dampak radiasi pengion (sinar-X), uji kesesuaian pesawat sinar-X, jenis alat kalibrasi dan metode dalam pengambilan data khususnya tegangan tabung dan waktu penyinaran (ms). Sehingga diketahui dampak yang ditimbulkan dan metode untuk mengatasi dampak tersebut agar mendapatkan solusi terbaik dan teknik dalam mengatasi masalah yang diakibatkan tegangan tabung pesawat sinar-X.

3.8.2 Rekayasa dan Keteknikan

Berdasarkan cara kerja alat yaitu detektor 1 dan 2 menyerap sinar-X, maka akan dihasilkan dua keluaran arus (I). Kedua arus ini dikalkulasikan dan dikuatkan dengan IC logarithmic amplifier. Tegangan yang dihasilkan akan diolah oleh mikrokontroler sehingga tegangan tabung/ *kilovolt peak* dapat diketahui kemudian ditampilkan pada display LCD 2x16. Dibuat desain rangkaian, memikirkan dan melakukan pendataan terhadap komponen pokok, penunjang, dan hal-hal lain yang mendukung agar dihasilkan kualitas kVp meter yang baik, sesuai dan standar.

3.8.3 Persiapan Alat dan Komponen

Pada tahap ini peralatan yang digunakan yaitu bor, gunting, setrika, solder, obeng full set, tang, mata bor, laptop, pemotong akrilik (PCB). Komponen yang digunakan adalah detektor, filter radiasi (aluminium), IC Log101, mikrokontroler, LCD, handphone android, trafo, box alat dan komponen elektronika (multi turn, resistor, kapasitor, diode, LED dll).

3.8.4 Pembuatan Alat

Tahapan dalam membuat alat ini melalui beberapa proses yang terdiri dari:

1. Tahap Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras adalah dengan membuat modul berdasarkan rangkain hasil “rekaya dan keteknikan”, menjadi modul:

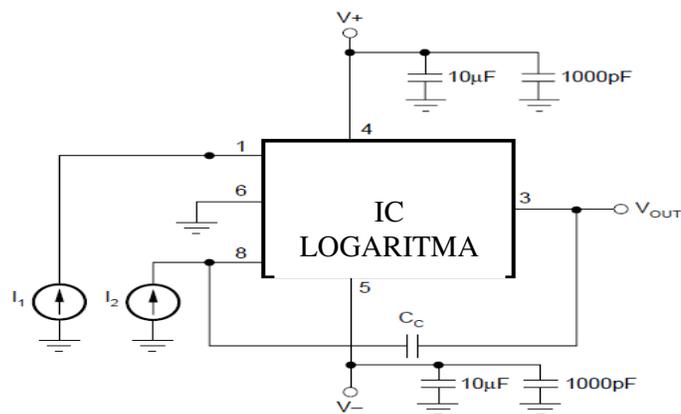
a) Rangkaian Catu Daya :

Untuk memberikan tegangan sumber pada modul digunakan baterai AA yang dapat diisi ulang (*recharge*) baterai dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Baterai AA

b) Rangkain detektor dan penguat logaritma:



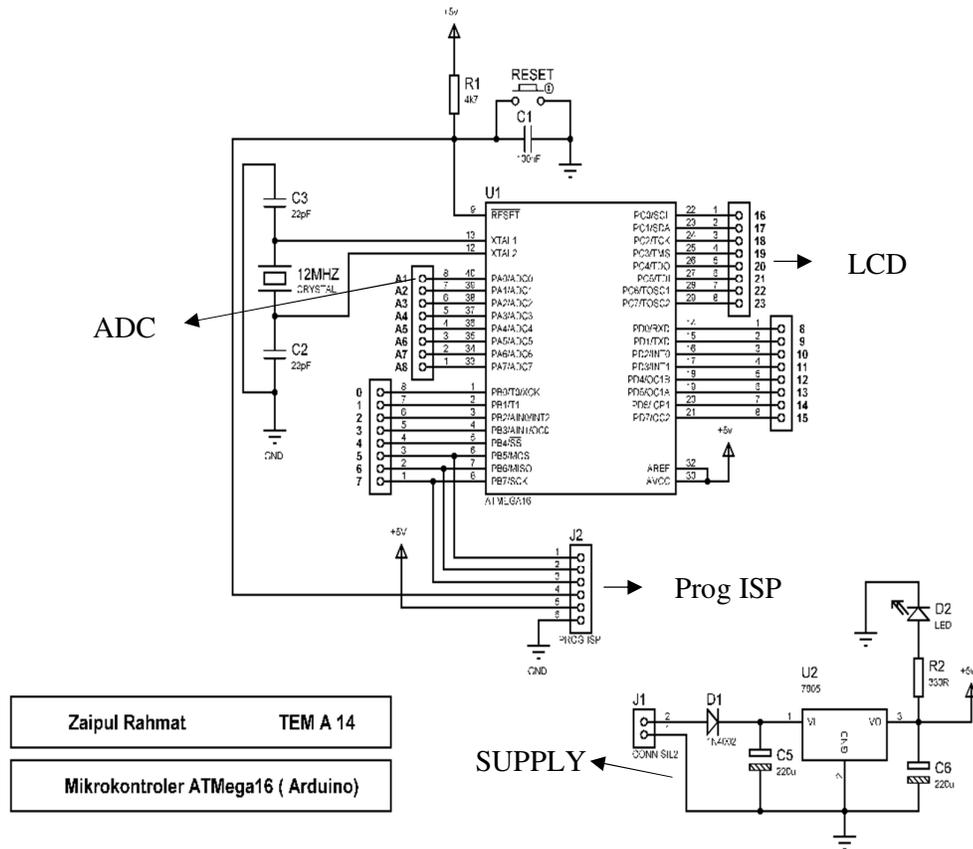
Gambar 3. 7 Rangkaian Detektor Dan penguat logaritma

c) Rangkaian modul gelatino:

Gelatino adalah mikrokontroler AT-Mega 16 yang telah di bootloader/ diisi program agar IC AT-Mega16 dapat deprogram menggunakan Arduino IDE. Bootloader perlu dilakukan karena Arduino gelatino tidak terdapat dipasaran seperti seri Arduino uno, nano dan mega yang telah terdapat fasilitas resmi dari Arduino sendiri sehingga langsung dapat digunakan. Tahap pertama dalam pembuatan Arduino gelatino yaitu membuat minimum system seperti Gambar 3.8 setelah itu dilanjutkan dengan proses download *bootloader* gelatino ke IC AT-Mega16 dengan menggunakan downloader, dan diuji fungsi dengan melakukan apload program dengan menggunakan Arduino IDE.

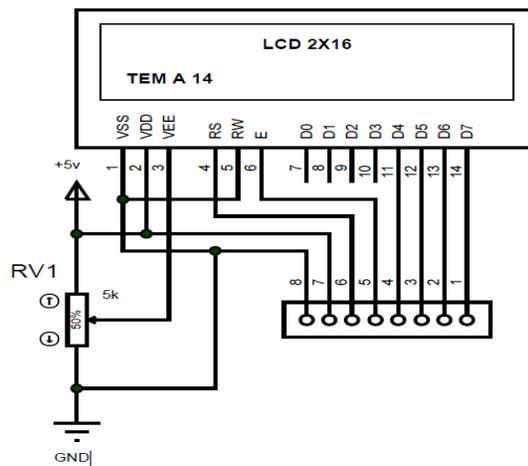


Gambar 3. 8 Minimum sistem Arduino Gelatino



Gambar 3. 9 Rangkaian Minimum system ATmega 16

d) Rangkaian LCD 2x16



Gambar 3. 10 Rangkaian Penampil LCD 2X16

2. Tahap Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan Perangkat Lunak dengan *software* Arduino IDE untuk memprogram perangkat keras *minimum system* Atmega 16, agar data dari penguat *logarithmic* dapat dikonversikan menjadi tegangan sehingga nilai yang di tampilkan sebanding dengan nilai tegangan tabung. Berikut akan dijelaskan program pokok yang digunakan pada pembuatan alat ini sebagai berikut:

a. Membaca Tegangan keluaran detektor

```
value = analogRead(1); //baca adc 1
tegangansensor = value * (Vreff /1023);
//konversi adc ke
```

Listing 3. 1 Program Pengaktifan ADC

Value merupakan keluaran tegangan sensor, dan dibaca pada pin analog1 (ADC1), keluaran sensor yang tebaca masih dalam besaran bilangan biner dalam 10 bit yaitu 0-1024 sehingga untuk itu diperlukan rumus untuk mengkonversika bilangan biner tersebut menjadi besaran tegangan (tegangan detektor).

b. Membaca keluaran tegangan sensor terendah, tertinggi dan tegangan rata-rata.

```
if (value > sensorMax) sensorMax =
value;//nilai tertinggi
if (value < sensorMin) sensorMin =
value;//nilai terendah
total = 0;
```

Listing 3. 2 Program membaca nilai tegangan terendah, tertinggi, dan tegangan rata-rata

Membaca tegangan terendah, tertinggi dan tegangan rata-rata perlu dilakukan untuk melihat karakteristik kemampuan detektor terhadap sinar-X sehingga didapatkan karakteristik pengukuran seperti apa yang paling baik untuk digunakan (tegangan tertinggi, terendah atau rata-rata).

c. Mengkonversikan tegangan sensor menjadi nilai kVp standar

```
#include <math.h>
kvp = 138.63*(ln(tegMax)) - 752.83;
lcd.setCursor (6, 0);
lcd.print(kvp1);
```

Listing 3. 3 Program pengaktifan fungsi matematis dan rumus fungsi transfer

Karena keluaran sensor yang terbaca masih merupakan tegangan analog maka harus dikonversikan menjadi nilai tegangan tabung yang sebanding dengan nilai terbaca pada *Gold Standard* (Radcal kVp Meter), yaitu dengan menggunakan rumus fungsi transfer.

d. Menampilkan nilai kVp yang terbaca pada LCD 2X16

```
#include <LiquidCrystal.h>
lcd.begin(16, 2);
lcd.setCursor (6, 0);
lcd.print(kvp);
```

Listing 3. 4 Prgram Pengaktifan LCD 2X16

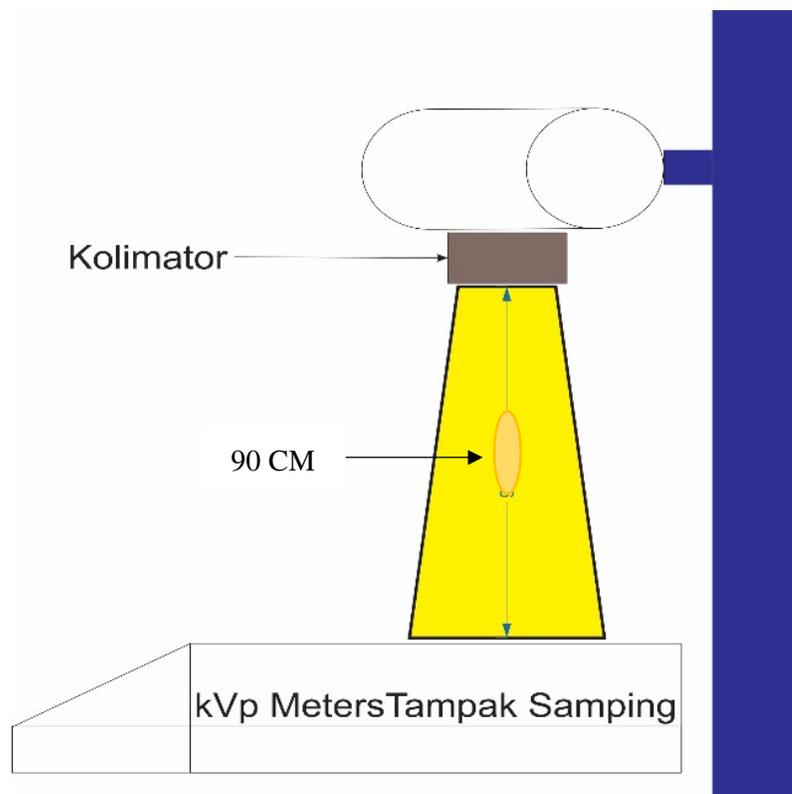
Pada tahap ini nilai besaran kVp terukur dapat ditampilkan pada *display* LCD 2x16, agar nilai tegangan tabung sinar-X (kVp) yang terukur pada alat (tugas akhir) dapat diketahui.

3. Tahapan Pembuatan Alat

- a. Langkah pertama pembuatan alat adalah mempersiapkan rangkaian PCB modul mikrokontroler, komponen elektronik, dan desain.
- b. Selanjutnya membuat dudukan detektor dan memposisikan filter tembaga pada masing-masing detektor.
- c. Mengkoneksikan modul detektor, modul penguat logaritma, modul mikrokontroler, komparator dan LCD 2x16.
- d. Setelah semua komponen telah dirakit seperti desain atau Gambar, langkah selanjutnya penyusunan pemograman pada mikrokontroler.

3.8.5 Pengujian dan Analisis

Skematik proses pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 3.11



Gambar 3. 11 Skematik Pengujian Alat

Pengujian dilakukan menggunakan pesawat sinar-X. Sebagai pembanding hasil ukur alat ini, digunakan kVp meter standar yang terkalibrasi. Cara pengujian yaitu kVp Meter diletakkan 90 cm di bawah kolimator pesawat sinar-X, dengan pengaturan nilai tegangan tabung bervariasi, nilai arus tabung (mA) tetap yaitu 10Ma dengan setingan waktu tetap 0.3 detik [25]. Skematik proses pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 3.11.

Hasil pengukuran akan dianalisis tingkat akurasi dan kepresisiannya sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa alat sebanding atau tidak dengan *Gold Standar* (Radcal kVp Meter) dan bisa dinilai bisa atau tidak untuk digunakan sebagai alat ukur tegangan tabung pada uji kesesuaian pesawat sinar-X. Jika belum bisa melakukan pengukuran tegangan tabung, maka akan dilakukan evaluasi ulang mulai dari tahap rekayasa keteknikan hingga tahap pengujian dan analisis.

3.11 Tempat Dan Jadwal Kegiatan Penelitian

3.11.1 Tempat penelitian

Tempat dilakukan penelitian dan pengambilan data dilakukan di lab. Radiologi Program Vokasi program studi Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Rumah Sakit PKU Gamping Yogyakarta.

3.11.2 Pencatatan pengambilan data

- a. Waktu : 15 - 20 Mei 2017
- b. Tempat : Lab. Radiologi
- c. *Gold Standard* : Radcal kVp Meter
- d. Pesawat x-ray : Mindrif
- e. Laptop : Acer Aspire 14

