

BAB IV

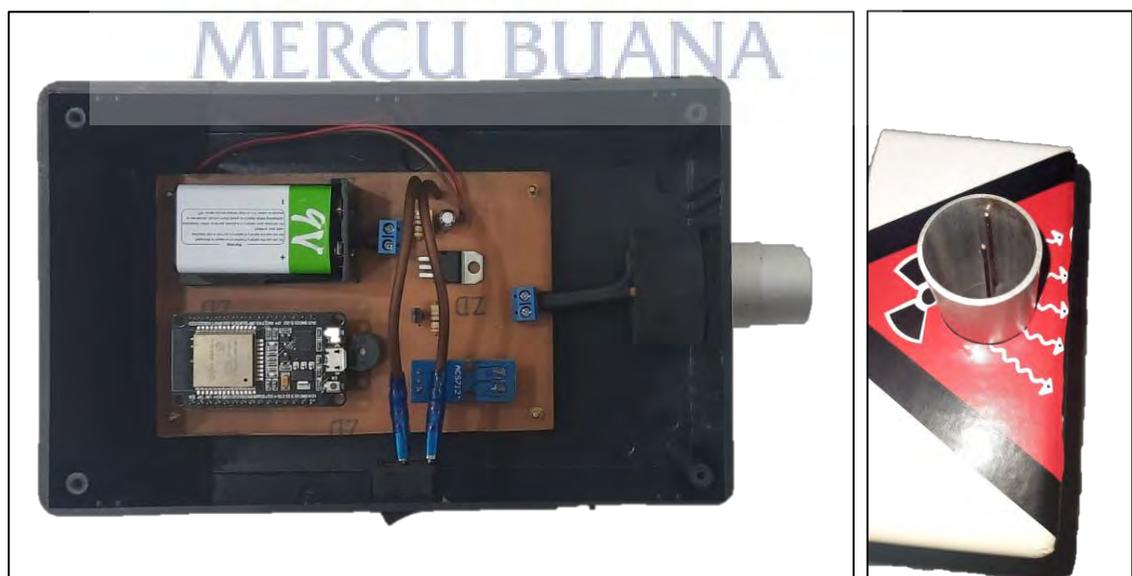
HASIL RANCANG BANGUN ALAT

4.1 Hasil Perancangan

Pada bab akan membahas mengenai perancangan perangkat keras, perangkat elektrik, dan pengujian dari setiap rangkaian serta hasil dari pengujian prototipe detektor radiasi sinar-X.

4.1.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

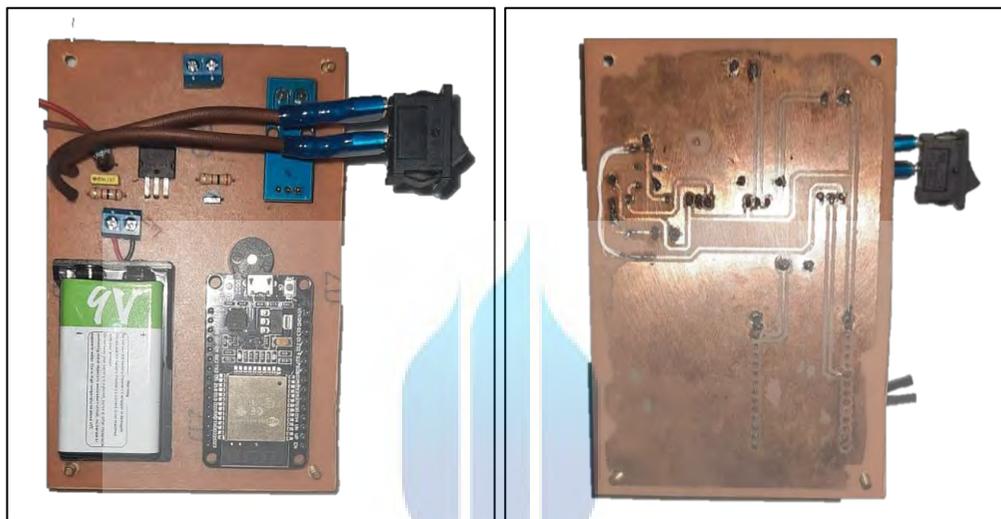
Perancangan perangkat keras ini terdiri dari skematik prototipe detektor radiasi sinar-X, dan perancangan detektor kamar ionisasi. Cara kerja sistem prototipe detektor radiasi sinar-X adalah dengan mendeteksi perubahan arus ketika radiasi memasuki detektor dan mengionisasi gas didalam tabung detektor maka menghasilkan perubahan arus, dan sudah diprogram dengan baik agar sensor arus ACS712 30A dapat mendeteksi perubahan arus dari rentang -30A – 30A. Pada sisi samping diberi lubang untuk tombol ON/OFF alat. Perancangan alat ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.1 berikut:



Gambar 4.1.1 Hasil Rangkaian dan Detektor Kamar Ionisasi

4.1.2 Hasil Perancangan Elektrik

Perancangan elektrik terdiri dari rangkaian baterai, sensor arus ACS712 30A, ESP32, Buzzer, tombol Push Button on/off, IC Regulator 7805, yang saling terhubung sesuai dengan fungsinya masing-masing. Hasil perancangan elektrik dapat dilihat pada Gambar 4.1.2 berikut.



Gambar 4.1.2 Hasil Rangkaian Elektrik

Daftar komponen dan modul yang digunakan untuk merakit prototipe detektor radiasi sinar-X dapat dilihat pada Tabel 4.1.2

Tabel 4.1.2 Daftar Komponen

No.	Komponen	Jumlah
1	Transistor BC517	2
2	Resistor	3
3	Buzzer	1
4	IC Regulator 7805	1
5	Kapasitor	2
6	ESP32	1
7	LED	1

4.2 Pengujian Prototipe

Tahap pengujian alat merupakan bagian yang harus dilakukan karena dengan melakukan pengujian akan diketahui apakah peralatan yang dibuat bisa bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan. Pada pengujian alat ini, terdapat pengujian komponen dan sistem secara keseluruhan.

4.2.1 Pengujian Baterai Sebagai Power Supply

Pengujian baterai untuk mengetahui nilai tegangan baterai menggunakan alat ukur multimeter pada skala volt. Pemeriksaan tegangan menggunakan multimeter dilakukan dengan cara tetapkan selektor pada skala DC Volt, pasang probe merah ke terminal positif baterai dan probe hitam ke terminal negatif baterai.



Gambar 4.2.1 Pengujian Baterai

Tegangan baterai yang baik yaitu menunjukkan angka 9Volt sesuai dengan spesifikasi baterai yang digunakan. Bila tegangan baterai kurang maka ada kemungkinan baterai butuh di charger atau baterai sudah rusak.

4.2.2 Pengujian Sensor Arus ACS712 30A

Cara kerja sensor ini adalah arus mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalam modul sensor ACS712 yang menghasilkan medan magnet kemudian di tangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional tegangan proporsional inilah yang dibaca. Ketelitian dalam

pembacaan sensor bergantung pada tegangan VCC sensor yang stabil maka hasil pembacaan akan optimal.

Pengujian sensor arus ACS712 30A dan dengan menggunakan ESP32 sebagai Microcontrollernya. Mengacu pada datasheet ACS712 30A. Kondisi tanpa beban terdeteksi pada tegangan 0V. Selanjutnya dilakukan pengukuran tegangan output sensor ACS712 pada rangkaian prototipe detektor radiasi sinar-x, sebagai berikut:



Gambar 4.2.2 Output Voltage Rangkaian

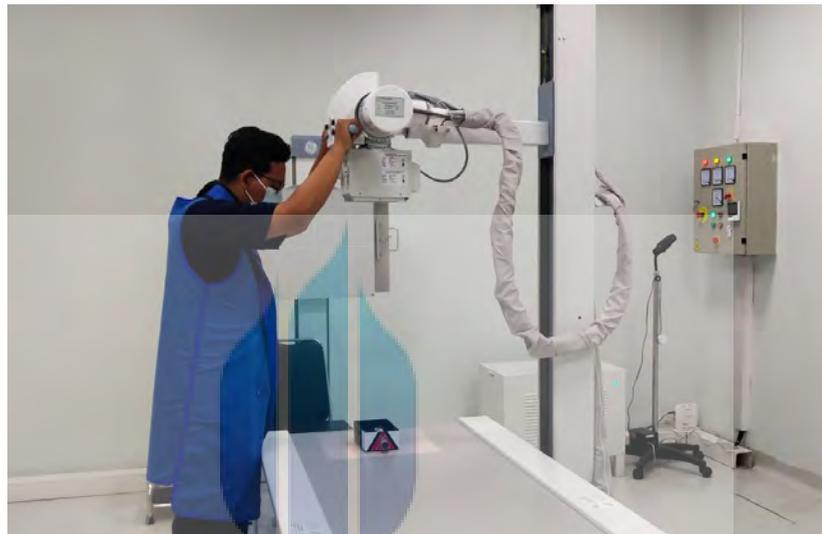
Maka dari itu disesuaikan dengan pembuatan programnya agar sensor ACS712 30A yang digunakan dapat berfungsi dengan baik dan normal sesuai spesifikasinya membaca arus sebagai berikut:

```
int acs = 26;

int adc = analogRead(acs);
float voltage = adc * 5 / 1023.0;
float current = (voltage - 2.5) / 0.66;
if (current >= 5.58)
{
  digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
  delay(50);
  digitalWrite(buzzerPin, LOW);
  delay(50);
}
```

4.2.3 Pengujian Sensitivitas Detektor

Pengujian sensitivitas ini adalah untuk menunjukkan selang waktu antara datangnya radiasi dan terjadinya perubahan arus atau dengan kata lain kecepatan detektor berinteraksi dengan radiasi, serta untuk mengetahui karakteristik dari detektor. Untuk mendapatkan perubahan intensitas sinar-x maka dilakukan perubahan kV dan mAs pada panel kontrol sinar-x.



Gambar 4.2.4 Pengujian Detektor Dengan Mesin Pembangkit Sinar-X

Pada pengujian ini dilakukan percobaan dengan menempatkan prototipe detektor radiasi sinar-x dibawah mesin pembangkit sinar-x yang nantinya akan dilakukan ekspose radiasi sinar-x dengan setting beberapa kondisi tertentu pada mesin pembangkit sinar-x, semua pengujian dilakukan pada jarak 100cm dari sumber radiasi ke prototipe detektor. Pengukuran waktu menggunakan stopwatch. Hasil pengujian prototipe detektor radiasi sinar-x dengan mesin pembangkit sinar-x dapat dilihat pada Tabel 4.2.4 berikut:

Tabel 4.2.4 Pengujian Sensitivitas Detektor Pertama

No.	Kondisi		Respon Waktu (s)	Intensitas Alarm Buzzer
	kV	mA/s		
1	40	1.00	1.38	Bunyi Lambat
2	50	2.00	1.19	Bunyi Lambat

3	60	3.20	1.20	Bunyi Lambat
4	70	4.00	1.24	Bunyi Lambat
5	80	5.00	1.18	Bunyi Lambat
6	90	6.30	1.11	Bunyi Lambat
7	100	8.00	1.02	Bunyi Lambat
8	110	10.0	0.92	Bunyi Lambat

Pada table Pengujian Sensitivitas Detektor Pertama dilakukan pengujian dengan kondisi kV 40 – 110, dan mA/s 1.00 – 10.0. Dari hasil pengujian pada tabel diatas diperoleh bahwa intensitas alarm buzzer berbunyi lambat pada jarak 100cm dengan sumber pembangkit sinar-x. Untuk mengetahui nilai rata-rata pada pengujian pertama menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{rata - rata respon waktu} = \frac{\text{jumlah respon waktu}}{\text{jumlah pengujian}}$$

$$\text{rata - rata respon waktu} = \frac{9.24}{8} = 1.15\text{second}$$

Tabel 4.2.4 Pengujian Sensitivitas Detektor Kedua

No.	Kondisi		Respon Waktu (s)	Intensitas Alarm
	kV	mA/s		
1	110	1.00	1.29	Bunyi Lambat
2	100	2.00	1.30	Bunyi Lambat
3	90	3.20	1.31	Bunyi Lambat
4	80	4.00	1.27	Bunyi Lambat
5	70	5.00	1.27	Bunyi Lambat
6	60	6.30	1.24	Bunyi Lambat
7	50	8.00	1.28	Bunyi Lambat
8	40	10.0	1.21	Bunyi Lambat

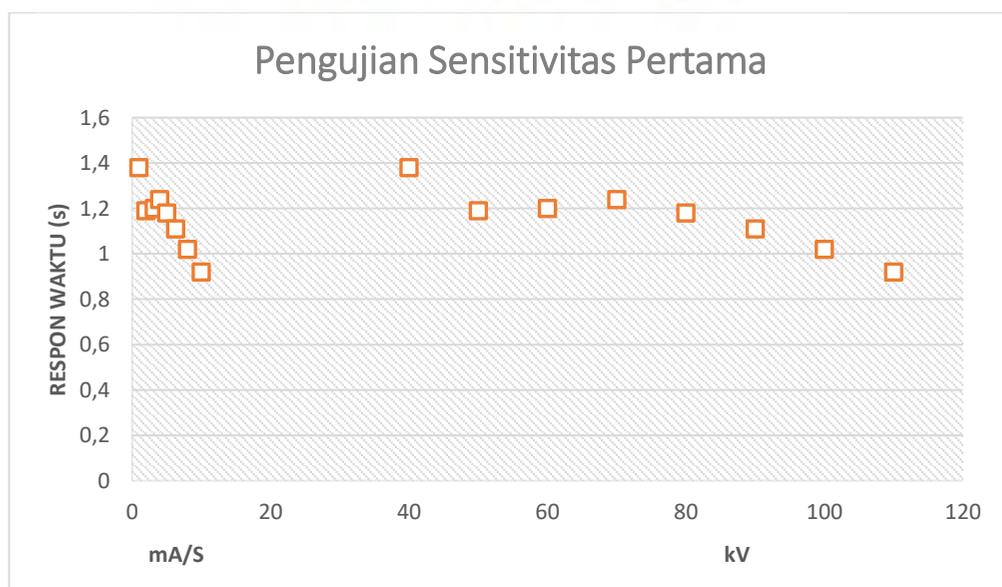
Berikut perhitungan rata-rata respon waktu tabel Pengujian Sensitivitas Detektor Kedua:

$$\text{rata - rata respon waktu} = \frac{\text{jumlah respon waktu}}{\text{jumlah pengujian}}$$

$$\text{rata - rata respon waktu} = \frac{10.17}{8} = 1.27 \text{second}$$

Terdapat 2 pengaturan pada pesawat sinar-x yaitu pengaturan arus filamen (mA) dan pengaturan tegangan antara anoda dan katoda (kV). Pengaturan arus mA akan menyebabkan perubahan jumlah elektron yang dihasilkan filamen dan intensitas berkas elektron sehingga mempengaruhi intensitas sinar-x. Pengaturan tegangan (kV) akan menyebabkan perubahan gaya tarik anoda terhadap elektron sehingga kecepatan elektron menuju target akan berubah. Semakin besar mA akan menghasilkan intensitas sinar-X yang semakin besar. Hal ini menyebabkan energi sinar-X dan intensitas sinar-X yang dihasilkan akan mengalami perubahan. Semakin besar (kV) akan menghasilkan energi dan intensitas sinar-X yang semakin besar.

Grafik dibawah ini merupakan hasil pengujian sensitivitas detektor pertama dan kedua dalam bentuk grafik line chart, dengan respon waktu prototipe detektor ketika pertama kali mendeteksi radiasi sinar-x pada jarak 100 cm.



Gambar 4.2.3 Tabel Pengujian Sensitivitas Pertama

Tabel a Pengujian Pada Jarak 50 cm

No.	Kondisi		Intensitas Alarm Buzzer
	kV	mA/s	
1	40	1.00	Bunyi Cepat
2	50	2.00	Bunyi Cepat
3	60	3.20	Bunyi Cepat
4	70	4.00	Bunyi Cepat
5	80	5.00	Bunyi Cepat
6	90	6.30	Bunyi Cepat
7	100	8.00	Bunyi Cepat
8	110	10.0	Bunyi Cepat

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa prototipe detektor radiasi sinar-x memberikan alarm berupa bunyi buzzer yang cepat ketika proses ionisasi terjadi, karena ada kenaikan arus yang dibaca oleh sensor arus ACS712 30A.

b. Pengujian Pada Jarak 60 cm

Pengujian dilakukan dengan memberikan jarak 60 cm antara prototipe detektor dengan mesin pembangkit sinar-x. Indikator terjadinya interaksi radiasi sinar-x dengan detektor adalah dengan alarm buzzer. Hasil pengujian sistem pada jarak 60 cm dapat dilihat pada Tabel a Pengujian Pada Jarak 60 cm.

Tabel b Pengujian Pada Jarak 60 cm

No.	Kondisi		Intensitas Alarm Buzzer
	kV	mA/s	
1	40	1.00	Bunyi Cepat
2	50	2.00	Bunyi Cepat
3	60	3.20	Bunyi Cepat
4	70	4.00	Bunyi Cepat

5	80	5.00	Bunyi Cepat
6	90	6.30	Bunyi Cepat
7	100	8.00	Bunyi Cepat
8	110	10.0	Bunyi Cepat

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa prototipe detektor radiasi sinar-x memberikan alarm berupa bunyi buzzer yang cepat ketika proses ionisasi terjadi, karena ada kenaikan arus yang dibaca oleh sensor arus ACS712 30A.

c. Pengujian Pada Jarak 70 cm

Pengujian dilakukan dengan memberikan jarak 70 cm antara prototipe detektor dengan mesin pembangkit sinar-x. Indikator terjadinya interaksi radiasi sinar-x dengan detektor adalah dengan alarm buzzer. Hasil pengujian sistem pada jarak 70 cm dapat dilihat pada Tabel a Pengujian Pada Jarak 70 cm.

Tabel c Pengujian Pada Jarak 70 cm

No.	Kondisi		Intensitas Alarm Buzzer
	kV	mA/s	
1	40	1.00	Bunyi Lambat
2	50	2.00	Bunyi Lambat
3	60	3.20	Bunyi Lambat
4	70	4.00	Bunyi Cepat
5	80	5.00	Bunyi Cepat
6	90	6.30	Bunyi Cepat
7	100	8.00	Bunyi Cepat
8	110	10.0	Bunyi Cepat

Dari hasil pengujian didapatkan 3 kondisi kV dan mA/s yang intensitas alarm buzzer berubah menjadi lambat, hal ini dikarenakan jarak 70cm dan kondisi kV, dan mA/s yang kecil.

d. Pengujian Pada Jarak 80 cm

Pengujian dilakukan dengan memberikan jarak 80 cm antara prototipe detektor dengan mesin pembangkit sinar-x. Indikator terjadinya interaksi radiasi sinar-x dengan detektor adalah dengan alarm buzzer. Hasil pengujian sistem pada jarak 80 cm dapat dilihat pada Tabel a Pengujian Pada Jarak 80 cm.

Tabel d Pengujian Pada Jarak 80 cm

No.	Kondisi		Intensitas Alarm Buzzer
	kV	mA/s	
1	40	1.00	Bunyi Lambat
2	50	2.00	Bunyi Lambat
3	60	3.20	Bunyi Lambat
4	70	4.00	Bunyi Lambat
5	80	5.00	Bunyi Cepat
6	90	6.30	Bunyi Cepat
7	100	8.00	Bunyi Cepat
8	110	10.0	Bunyi Cepat

Pengujian pada jarak 80cm didapatkan 4 kondisi kV dan mA/s yang intensitas alarm buzzer berubah menjadi lambat.

e. Pengujian Pada Jarak 90 cm

Pengujian dilakukan dengan memberikan jarak 90 cm antara prototipe detektor dengan mesin pembangkit sinar-x. Indikator terjadinya interaksi radiasi sinar-x dengan detektor adalah dengan alarm buzzer. Hasil pengujian sistem pada jarak 90 cm dapat dilihat pada Tabel a Pengujian Pada Jarak 90 cm.

Tabel e Pengujian Pada Jarak 90 cm

No.	Kondisi		Intensitas Alarm Buzzer
	kV	mA/s	

1	40	1.00	Bunyi Lambat
2	50	2.00	Bunyi Lambat
3	60	3.20	Bunyi Lambat
4	70	4.00	Bunyi Lambat
5	80	5.00	Bunyi Lambat
6	90	6.30	Bunyi Lambat
7	100	8.00	Bunyi Lambat
8	110	10.0	Bunyi Lambat

Dari beberapa kali pengujian maka didapat faktor penyebab daya tangkap detektor menjadi lemah adalah jarak 90cm, dan nilai kondisi. Ketika mA/s ditingkatkan, kuantitas radiasi juga meningkat atau sebanding. mA mempengaruhi jumlah sinar-x yang menuju target.

4.2.5 Pengujian Perbandingan Alat

Pengujian perbandingan alat dilakukan dengan mengukur kenaikan arus akibat interaksi detektor dengan radiasi sinar-x. Pengujian menggunakan alat rancangan dan menggunakan alat pembanding yaitu Detektor Geiger Muller. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2.5 dibawah ini:



Gambar 4.2.5 Pengujian Perbandingan Alat

Tabel 4.2.5 Pengujian Perbandingan Alat

No.	Kondisi kV, mA/s	Jarak Dengan Sumber	Hasil Prototipe	Hasil Alat Pembanding	Selisih Hasil
1	100kV, 20mA/s	50cm	20A	21A	1
2	100kV, 20mA/s	50cm	21A	23A	2
3	100kV, 20mA/s	50cm	23A	24A	1
4	100kV, 20mA/s	50cm	21A	26A	5
5	100kV, 20mA/s	50cm	22A	25A	3
6	100kV, 20mA/s	50cm	21A	24A	3
7	100kV, 20mA/s	50cm	20A	23A	3
8	100kV, 20mA/s	50cm	23A	24A	1
9	100kV, 20mA/s	50cm	24A	25A	1
10	100kV, 20mA/s	50cm	23A	24A	1
11	100kV, 20mA/s	50cm	24A	26A	2
12	100kV, 20mA/s	50cm	19A	25A	6
13	100kV, 20mA/s	50cm	23A	22A	1
14	100kV, 20mA/s	50cm	21A	25A	4
15	100kV, 20mA/s	50cm	24A	24A	0

Pada tabel pengujian tersebut, menunjukkan selisih hasil pengukuran dari alat rancangan dengan alat Detektor Geiger Muller pada jarak 50cm. Untuk mengetahui berapa persen error penyimpangannya, maka dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%error = \frac{\text{jumlah selisih}}{\text{jumlah sample}} \times 100\%$$

$$\%error = \frac{34}{15} \times 100\% = 2.26\%$$

Berdasarkan pengujian tersebut, maka persen penyimpangan dari hasil perbandingan antara alat rancangan dengan alat detektor geiger muller dengan percobaan jarak pada 50cm adalah sebesar 2,26%.