

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peneliti Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang dilakukan M. Azam, Shoufika Hilyana F. dan Evi Setiawati dalam jurnal tentang “ Penentuan Efisiensi Kepekaan Detektor *Geiger Muller* Terhadap Gelombang Beta dan Gamma ”. Detektor *Geiger Muller* berbeda dengan detektor proporsional dalam beberapa hal. Proses ionisasi di seluruh isi tabung detektor. Pada saat partikel radioaktif menumbuk atom-atom gas, maka akan dihasilkan elektron-elektron bebas. Elektron yang terlepas saat tumbukan itu ditarik ke anoda. Karena melepaskan elektron, atom-atom gas berubah menjadi ion- ion positif. Ion-ion ini kemudian tertarik ke arah katoda. Peristiwa ini berlangsung dalam waktu singkat. Jadi bila ada radiasi *pengion* yang masuk ke dalam tabung tersebut, maka terjadilah ionisasi atom-atom atau molekul- molekul gas dalam tabung itu dan mulai mencacah gelombang radiasi beta atau gamma yang diterima. Ion positif akan bergerak ke katoda sedangkan ion negatif akan bergerak ke anoda. Sebelum digunakan untuk mencacah nilai radiasi yang diterima terlebih dahulu ditentukan tegangan operasional dari detektor *Geiger Muller*. Tegangan diatur bertujuan untuk menentukan nilai efisiensi pencacah radiasi beta dan gamma pada detektor *Geiger Muller* [5]. Pada penelitian diatas, penulis melihat beberapa kekurangan dari alat yang ada. Pada alat tersebut untuk dapat mendeteksi suatu radiasi diperlukan tegangan listrik yang tinggi dengan rangkaian komponen yang cukup banyak untuk menghasilkan cacahan radiasi yang baik oleh detektor. Oleh karena itu dibuat rangkaian generator pembangkit tegangan dengan komponen yang lebih sedikit sehingga ukuran *prototype* dapat lebih kecil.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan Wahyuningsih dan Sri Suliyanto dalam jurnal “ Evaluasi Paparan Radiasi Terhadap Dosis Eksterna Yang Diterima Pekerja Radiasi ”. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur radiasi yang diterima pekerja dalam ruangan radiasi menggunakan *dosimeter* jenis *Thermoluminisence Dosimeter (TLD)*. Dimana proses pembacaannya dengan sistem memanaskan sel luminensi. Data pantauan dosis radiasi yang diterima pekerja dipantau per-minggu kemudian diambil rata-rata untuk menghasilkan data per-bulan. Hasil pantau bulanan, kemudian dihitung rerata dan standar deviasi untuk menghasilkan data tahunan. Dosis radiasi yang terekam oleh *dosimeter TLD* ini dibaca dengan menggunakan peralatan tambahan yaitu *TLD reader* [2]. Kekurangan dari alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu diperlukan peralatan tambahan untuk pembacaannya sehingga hal tersebut tentu tidak efektif dan efisien karena dapat membahayakan keselamatan kerja. Sehingga untuk dapat memantau dosis radiasi yang diterima secara langsung dapat diolah dengan sistem *mikrokontroller* dan nilai dosis ditampilkan melalui *display* digital *OLED* yang memiliki tampilan yang baik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan S. Rudi dan Susilo dalam jurnal “ Pengukuran Paparan Radiasi Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiodiagnostik Untuk Proteksi Radiasi ”. Pemantauan dosis radiasi yang diterima oleh pekerja dengan menggunakan *surveymeter*. Dimana *surveymeter* ini membaca nilai laju dosis saat sebelum melakukan ekspose ataupun setelahnya yang diletakkan disekitar ruangan radiasi, dengan menggunakan sistem analog yaitu pembacaan radiasi yang diterima dilihat melalui pergerakan jarum [3]. Kelemahan dari alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat *dosimeter* yang digunakan memiliki ukuran besar dan hanya

dapat membaca laju dosis di daerah sekitar. Dari masalah diatas maka penulis membuat alat yang *portable*, praktis dan efisien yang tidak hanya membaca laju dosis radiasi sekitar namun dilengkapi dengan nilai dosis yang diterima *radiographer* dengan tampilan melalui display digital.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pesawat Sinar-X**

Pesawat sinar-X merupakan alat yang digunakan untuk keperluan *radiodiagnostik* dengan menggunakan paparan radiasi *pengion* yang berasal dari sinar-X saat dilakukan *expose*. Sinar-X yang dipancarkan oleh tabung *roentgen* diarahkan ke tubuh pasien yang akan didiagnosa, kemudian sinar-X akan menembus tubuh pasien yang kemudian diterima oleh film sehingga dapat ditampilkan gambar bagian tubuh yang telah disinari. [4].

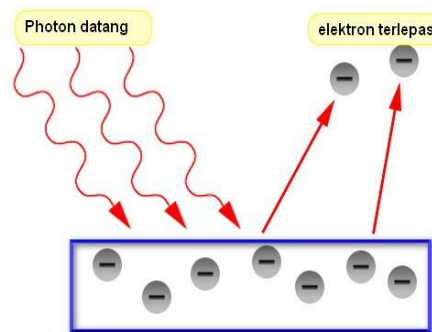
Pesawat sinar-X pada dasarnya menghasilkan sinar-X karena adanya peristiwa tertariknya elektron dari katoda ke target, yaitu anoda dengan kecepatan tinggi hingga menumbuk elektron terdekat dengan inti atom. Elektron yang mengalami tumbukan akan terpental keluar dari orbital tempatnya, dan orbital yang kosong tersebut kemudian diisi oleh elektron dari kulit luar yaitu dengan adanya pelepasan foton (gelombang elektromagnetik) dengan panjang gelombang berbeda [4]. Foton yang keluar inilah yang disebut dengan sinar-X.

### **2.2.2 Radiasi**

Radiasi adalah sesuatu yang tidak dapat dirasakan oleh panca indera manusia dan beberapa jenis radiasi dapat menembus berbagai medium disebut dengan radiasi *pengion*. Sifat dari radiasi *pengion* adalah apabila menembus suatu medium maka akan menghasilkan partikel bermuatan listrik yang disebut ion. Proses

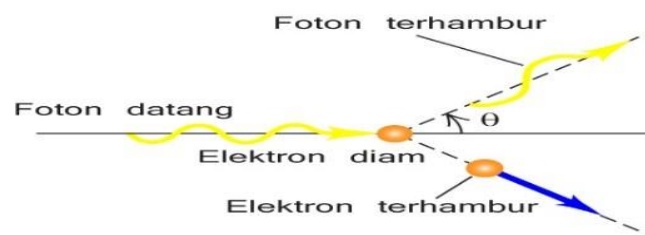
terbentuknya ion ini dinamakan dengan proses ionisasi [1]. Efek yang ditimbulkan dari penggunaan radiasi *pengion* dikenal dengan efek *fotolistrik* dan efek hamburan *compton*.

Efek *fotolistrik*, yaitu efek yang terjadi apabila pancaran foton terhadap suatu medium menyebabkan keluarnya elektron dari susunan atom seperti pada gambar 2.1. Dari hal ini dapat diketahui bahwa sinar-X dapat berinteraksi dengan medium, yaitu dapat menembus tubuh manusia [4].



Gambar 2.1 Efek Fotolistrik [5]

Efek hamburan *compton* yaitu efek yang berbeda dengan efek *fotolistrik*. Energi radiasi yang mengenai medium hanya sebagian yang diserap dan sebagian lagi keluar menjadi radiasi hambur seperti pada gambar 2.2. Radiasi yang terhambur ini memiliki energi yang lemah, yaitu dengan panjang gelombang lebih panjang dari foton asal, karena telah mengalami *attenuasi* yaitu pelemahan karena sebagian energinya diserap tubuh [4].



Gambar 2.2 Efek Hamburan *Compton* [6]

### 2.2.3 Dosimeter

Dosimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur dosis radiasi secara akumulasi. Dosimeter yang digunakan *radiographer* harus praktis dan ringan, seperti dosimeter saku. Adapun kelemahannya tidak dapat menyimpan informasi dosis radiasi yang diterima, tidak dapat menampilkan informasi dosis yang diterima secara langsung karena memerlukan peralatan tambahan untuk membaca penyimpangan jarum. Dosimeter saku jenis lama ini tentu tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan pembacaan karena tidak dapat mengetahui secara langsung informasi dosis yang diterima selama berada di medan radiasi. Maka dirancang alat *Prototype Dosimeter* yang kecil dan ringan dengan menggunakan komponen elektronika maju yang mudah didapatkan dipasaran Indonesia. Pada *prototype* ini *monitoring* nilai dosis dapat dilihat pada *display OLED* sebagai tampilan informasi dosis radiasi yang diterima *radiographer*. Kemudian dilengkapi dengan sistem penyimpanan nilai dosis yang diterima *radiographer* dalam jangka waktu lama menggunakan fasilitas *EEPROM* pada *chip ATmega328p*, fungsinya untuk mengetahui dan mengevaluasi dosis yang telah diterima secara periodik. Pada *prototype* ini ditambahkan *safety* sistem bagi *radiographer* dengan menggunakan *buzzer* dan *led* yang berfungsi sebagai indikator adanya radiasi yang diterima oleh detektor [7]. Dosis radiasi yang diterima oleh *radiographer* selama berada di medan radiasi dapat dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$D = D_0.T$$

(2-1)

Dimana:

D = dosis akumulasi yang diterima pekerja

D<sub>0</sub> = laju dosis dalam medan radiasi

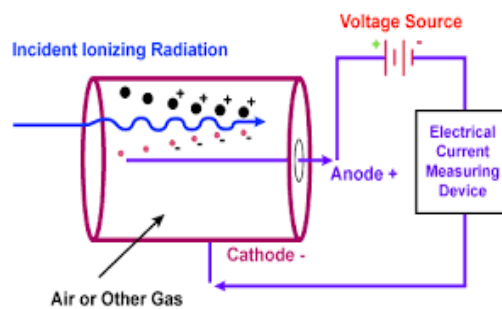
$T$  = lamanya pekerja dalam medan radiasi

### 2.3 Komponen Teknologi

Komponen teknologi adalah bahan pokok yang digunakan dalam membuat *prototype personal dosimeter*, baik komponen elektronika ataupun bahan pendukung lain:

#### 2.3.1 Detektor Radiasi

Detektor yang digunakan untuk pembacaan radiasi pada penelitian ini yaitu detektor *Geiger Muller* pada gambar 2.4. Radiasi yang mengenai detektor ini sebanding dengan intensitas radiasi yang diterima. Kemudian dihasilkan elektron-elektron bebas. Elektron bebas dihasilkan karena ada tumbukan dengan suatu media kemudian elektron tersebut akan ditarik ke anoda. Karena melepaskan elektron, sehingga didalam atom tabung gas akan dihasilkan ion positif. Ion positif ini kemudian ditarik menuju katoda. Peristiwa ini terjadi dengan cepat [8]. Jadi bila ada radiasi *pengion* yang masuk ke dalam tabung tersebut, maka terjadilah ionisasi atom-atom atau molekul- molekul gas dalam tabung itu dan mulai mengakumulasi radiasi yang telah diterima oleh detektor. Prinsip kerja detektor *Geiger Muller* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Prinsip Detektor Radiasi [9]

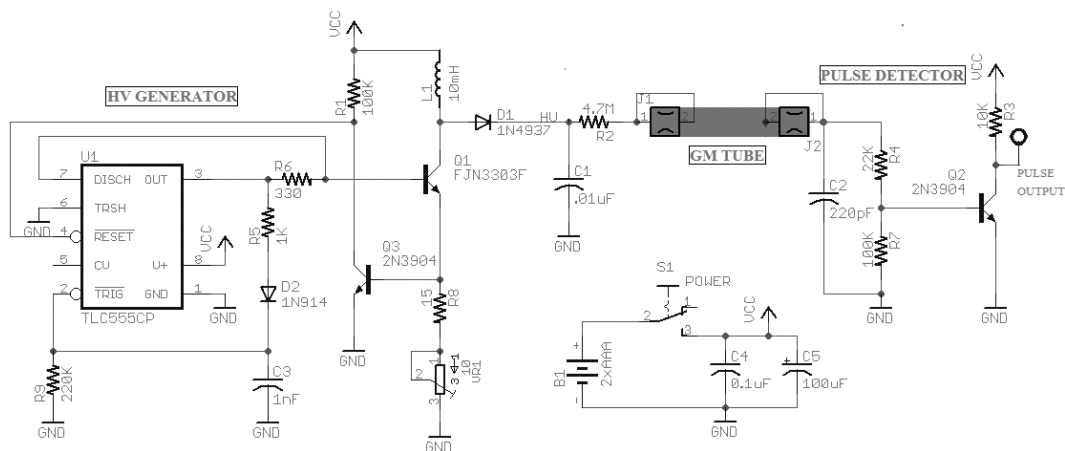


Gambar 2.4 Detektor *Geiger Muller* SBM-20 [9]

### 2.3.2 HV Generator

Di dalam tabung GM (*Geiger Muller*) menyediakan pulsa yang sesuai dengan "peristiwa" dalam tabung yang terjadi dari interaksi dengan radiasi sinar gamma *pengion* ataupun radiasi sinar-X. Peristiwa dihitung oleh *Geiger Counter* selama periode waktu dan akhirnya menghasilkan hitungan per-menit atau *counter per-minute* (CPM). Berbagai model tabung GM sangat bervariasi dalam sensitivitas deteksi radiasi. Perhatikan nilai *output* generator *High Voltage* (HV), dan nilai yang tepat dari resistor anoda sangat penting untuk semua tabung GM.

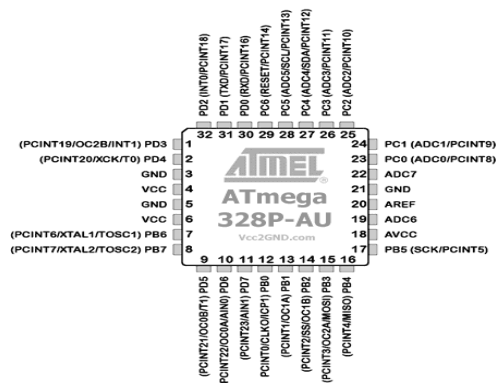
Nilai komponen yang disarankan biasanya diberikan dalam datasheet untuk tabung *geiger muller* SBM-20 seperti pada gambar 2.5. Menggunakan resistor 4.7M tampaknya baik untuk jenis tabung *geiger muller* yang digunakan pada *prototype* tugas akhir ini. Demikian pula, tegangan tinggi operasi yang direkomendasikan sekitar 320-400 volt dc (*direct current*) [10].



Gambar 2.5 Rangkaian HV Generator [10]

### 2.3.3 Mikrokontroler Atmega328

*Mikrokontroler Atmega328* adalah satu *chip* yang memiliki fasilitas yang berupa unit penyimpanan *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) untuk menyimpan nilai informasi dosis yang diterima dengan kapasitas penyimpanan yang cukup besar dalam waktu lama seperti gambar 2.6. Kemudian terdiri dari empat *PORT* sebagai fungsi *input output* data, dan dilengkapi juga dengan pencacah/pewaktu, memiliki komunikasi *serial* yaitu (*Serial Data*) SDA dan SCL (*Serial Clock*), serta fasilitas-fasilitas pendukung proses pembuatan *prototype* yang lainnya. *Output* dari detektor akan diolah oleh *mikrokontroler*, kemudian akan dikonversi menjadi nilai dosis menggunakan perhitungan fisika. Pengisian program pada *mikrokontroler* menggunakan bahasa C dengan *software arduino* [11].



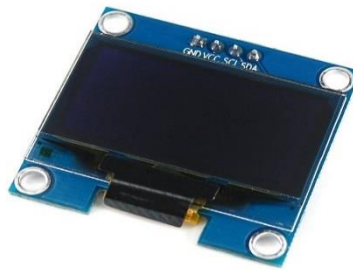
Gambar 2.6 *Chip ATmega328p* [12]

### 2.3.4 Display OLED (*Organic Light Emitting Diode*)

*Display* OLED ssd1306 ini berukuran kecil, hanya sekitar 0,96", tetapi sangat mudah dibaca karena kontras tinggi pada layar OLED seperti pada gambar 2.7. *Display* ini terbuat dari 128x64 individu piksel OLED putih, masing-masing dihidupkan atau dimatikan oleh *chip controller*. IC (*Integrated Circuit*) ini dirancang untuk jenis *common* katoda pada panel OLED. Karena membuat cahaya



sendiri, tidak diperlukan *backlight*. Sehingga OLED ini hemat dalam pengkonsumsian daya. Modul OLED *display* pada gambar 2.7 terdiri dari 128 *segmen* dan 64 *commons*. OLED sangat cocok untuk banyak aplikasi *portable* seperti *display* ponsel dan lain sebagainya [13]. Anda dapat menggunakan tegangan 3.3-5V sebagai sumber catu daya (*Vcc*) .



Gambar 2.7 Modul OLED *Display* SSD1306 I2C [13]

### 2.3.5 Arduino

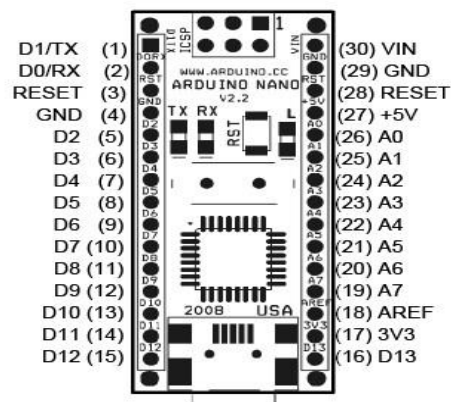
Arduino adalah sebuah *chip* yang bersifat *open source* yang didasarkan pada *input* atau *output* (I/O) sederhana yang mengimplementasikan bahasa pemrograman C. Arduino memiliki beberapa komponen utama, yaitu sebuah *chip* dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer dalam hal ini menggunakan IC *ATmega328p*. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

Arduino dibuat dalam beberapa jenis dan ukuran diantaranya yang digunakan pada pembuatan *prototype* ini yaitu Arduino Nano dengan *ATmega328p* dengan

spesifikasi yang lebih baik. *Board* Arduino Nano terdiri dari 14 buah saluran I/O dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin untuk analog [14].

a. Konfigurasi Pin Arduino Nano dapat dilihat pada gambar 2.8:

1. VIN (Pin30) Fungsinya adalah sebagai tegangan *input* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal.
2. +5V (Pin27) Fungsinya adalah sebagai tegangan *input/output* 5 volt dari regulator atau *power suplay external*.
3. GND (Pin4 dan Pin29) Merupakan pin yang berfungsi untuk *ground*.
4. I/O (Pin1-2 dan Pin5-16) Fungsinya adalah seebagai *input/output* data *digital*.
5. RESET (Pin3 Dan Pin28) Mengulang pembacaan program dari awal.
6. 3V3 (Pin17) Fungsinya adalah sebagai tegangan *output* yang dipasok oleh *chip*.
7. AREF (Pin18) Fungsinya adalah sebagai pengatur tegangan untuk *input analog*.
8. *ANALOG INPUT* (Pin19-26) Fungsinya adalah sebagai *Input/Output* data *analog* yang berjumlah 7 buah pin.



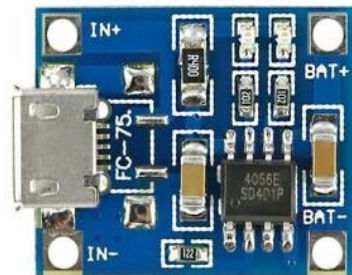
Gambar 2.8 Pin Arduino Nano [14]

### 2.3.6 Modul *Charger*

Mini USB (*Universal Serial Bus*) 1A *Lithium Battery Charger Module* adalah sebuah modul yang dapat digunakan untuk nge-charge Baterai Lithium Ion atau Li-Ion dengan arus *charging* 1A memanfaatkan sambungan USB dari komputer atau piranti lainnya seperti gambar 2.9. Modul ini sangat sederhana dan *simple* dengan komponen SMD (*Surface Mount Device*). Selain bentuk yang simpel, modul ini memiliki sistem proteksi yang baik dan *charging* dengan presisi yang tinggi. Untuk mengetahui status dari *charging* baterai, terdapat dua buah LED *indicator* dimana berfungsi sebagai penanda proses *charging* (biru) dan baterai *full* (merah) [15].

Adapun spesifikasi dari modul ini ialah :

- a. Metode *charging* Linear
- b. Arus *charging* 1A (max)
- c. Kepresisian *charging* 1.5%
- d. Tegangan *input* berkisar dari 4.5V sampai 5.5V
- e. Terdapat dua buah indikator, yaitu proses *charging* (biru) dan *full charge* (merah)
- f. Tegangan *output* pada saat *full charged* 4.2V
- g. Sambungan *input* menggunakan konektor mini USB
- h. Dimensi modul 25 x 19 x 10mm



Gambar 2.9 Modul TP4056 [15]

### 2.3.7 Baterai LIPO

Baterai *Lithium Polimer* atau biasa disebut dengan LiPo merupakan salah satu jenis baterai yang sering digunakan karena memiliki tiga kelebihan utama yang ditawarkan oleh baterai berjenis LiPo daripada baterai jenis lain yaitu [16] :

- a. Baterai LiPo memiliki bobot yang ringan dan tersedia dalam berbagai macam bentuk dan ukuran seperti pada gambar 2.10
- b. Baterai LiPo memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar
- c. Baterai LiPo memiliki tingkat *discharge rate* energi yang tinggi
- d. Spesifikasi dari baterai LIPO sebagai berikut:
  1. 3.7v 1.200mAh
  2. panjang : 5,2 cm
  3. lebar : 2,8 cm
  4. tebal : 0,8 cm



Gambar 2.10 Batterai LIPO [16]

### 2.4 Analisa Data Statistik

- a. Rata – rata

Penghitungan rata-rata dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai data yang didapatkan, kemudian dibagi dengan jumlah keseluruhan data tersebut.

Rata-rata dari data tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

(2-1)

Keterangan:

$\bar{X}$  = Rata-rata data

$\sum Xi$  = Jumlah nilai data

$n$  = Banyaknya data

#### b. Simpangan

Simpangan adalah perbedaan antara nilai yang sebenarnya dengan nilai yang terukur.

$$\text{Simpangan} = Y - X$$

(2-2)

Keterangan:

$Y$  = Nilai yang sebenarnya

$X$  = Nilai yang terukur

#### c. Validitas

Kemampuan alat ukur untuk memberikan indikasi pendekatan terhadap nilai sebenarnya dari obyek yang diukur [18].

$$R = \frac{Y - X}{Y} \times 100\%$$

(2-3)

Keterangan:

$R$  = Validitas (%)

$X$  = Nilai yang terukur

$Y$  = Nilai yang sebenarnya

#### d. Reliabilitas

Kemampuan / keandalan proses pengukuran untuk menunjukkan hasil yang sama dari pengukuran yang dilakukan berulang – ulang dan identik [18].

$$\boxed{\frac{(X_1 - \bar{X}) + (X_2 - \bar{X}) + \dots + (X_n - \bar{X})}{n - 1}} \quad (2-4)$$

Keterangan:

Reliabilitas = ( $\pm$ )

$X_n$  = Nilai terukur

$\bar{X}$  = Rata – rata

$n$  = Banyaknya pengukuran