BAB II

DASAR TEORI

2.1. Sinar Gamma

2.1.1. Pengertian Radiasi

Radiasi yang berkaitan dengan masalah proteksi radiasi dibatasi hanya pada radiasi pengion, yaitu radiasi yang apabila melintasi dalam bahan atau jaringan biologi dapat mengionkan bahan atau sel jaringan. Dalam pengertian tercakup antara lain sinar-X, dan sinar gamma, β^-, β^+, α, neutron dan sinar kosmik (Wiryosimin,1995).

2.1.2. Pengertian Sinar gamma

Sinar gamma merupakan gelombang elektromagnetis monokromatis. Sinar gamma dipancarkan dari inti atom yang tereksitasi melalui proses peluruhan radioaktif. Sinar gamma mempunyai panjang gelombang yang pendek, tidak bermuatan dan memiliki daya tembus besar, dapat merusak jaringan tubuh, dan dapat menghitamkan film. Sinar gamma memiliki kecepatan yang sama dengan kecepatan gelombang cahaya yaitu 3×10^8 ms^{-1} dan memiliki daya ionisasi yang kecil (Cember,1983).

Ionisasi yang terjadi karena interaksi radiasi sinar-X atau sinar gamma dengan materi akan lebih banyak daripada yang ditimbulkan oleh partikel bermuatan, karena elektron yang dikeluarkan/dibebaskan dari atom masih mempunyai energi yang cukup besar untuk mengionkan atom lain. Peristiwa-

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

peristiwa utama yang terjadi pada interaksi sinar-X atau sinar gamma adalah fotolistrik, hamburan compton dan produksi pasangan (Roekmantara, 1978).

2.1.3. Pembentukan Sinar Gamma

Sinar gamma dapat terbentuk dari hasil disintegrasi inti atom. Inti atom ^{137}Cs yang mengalami disintegrasi dengan memancarkan β^- membentuk inti baru ^{137}Ba yang memiliki tingkat energi tinggi. Karena inti atom dalam keadaan stabil, maka terjadi peralihan ketingkat energi yang lebih rendah atau ke tingkat energi dasar dengan memancarkan radiasi panjang gelombang elektromagnetis yang disebut sinar gamma (Cember,1983).

2.1.4. Penyerapan eksponensial bahan terhadap sinar gamma

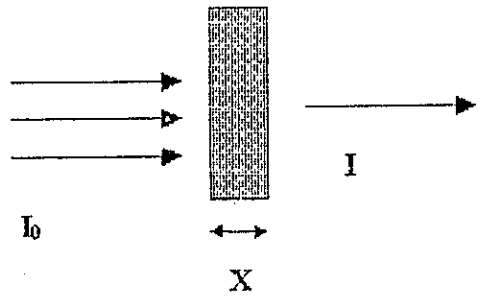
Pelemahan radiasi gamma secara kualitatif berbeda dengan radiasi alfa ataupun radiasi beta. Radiasi alfa dan beta memiliki jangkauan yang pasti dalam materi, dan dengan demikian dapat diserap semuanya, namun radiasi gamma hanya dapat mengurangi intensitasnya dengan menambah ketebalan penyerap, biarpun ketebalan penyerap ditambah (Cember, 1983).

Apabila intensitas sinar gamma sebelum (I_0) dan sesudah (I) melalui suatu bahan dengan ketebalan (x) diukur, maka akan terlihat bahwa pengurangan intensitas radiasi turun secara eksponensial sesuai persamaan.

$$I = I_0 e^{-\mu x} \qquad (2\text{-}1)$$

dengan μ adalah koefisien atenuasi atau kebolehjadian terjadinya interaksi. Gambar penyerapan sinar gamma dapat dilihat pada gambar 2-1.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2-1: Penyerapan sinar gamma (Cember,1983)

2.2. Besaran dan Satuan Radiasi Dalam Proteksi Radiasi

2.2.1. Nilai Pemaparan (*Exposure*)

Nilai pemaparan (X) mengambarkan kemampuan berkas radiasi dalam membentuk ion disuatu titik diudara (ΔQ). Kemampuan berkas radiasi membentuk ion dinyatakan melalui jumlah muatan listrik yang terbentuk dalam suatu volume udara atau dalam suatu massa udara (Δm).

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m} \qquad (2\text{-}2)$$

dengan X adalah pemaparan (Coulomb/kg), ΔQ adalah muatan listrik (Coulomb) dan Δm adalah massa (kg)

Secara opersional nilai penyinaran didefinisikan sebagai;

> *"Nilai penyinaran disuatu titik diudara, ialah hasil bagi antara jumlah muatan listrik yang terkandung dalam udara yang ada dalam suatau elemen volume disekitar titik yang dimaksud, dengan massa udara yang ada dalam elemen volume tersebut"* (Suratman,1996).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Satuan untuk besaran tersebut adalah Coulomb per kilogram udara. Satuan yang lebih khusus adalah Röntgen.

1 R= $2,58 \times 10^{-4}$ C/kg-udara atau ekivalen dengan penyerahan energi sebesar 86,9 erg/g-udara atau $86,9 \times 10^{-4}$ Joule/kg-udara. Satuan ini hanya untuk foton (sinar-X dan sinar gamma) dengan energi beberapa keV sampai 3 meV.

2.2.2. Dosis Serap (*absorbed dose*)

Perubahan fisik atau perubahan biologi akibat penyinaran bergantung kepada jumlah penyerapan energi oleh bahan dan konsentrasi penyerapan energi dalam bahan/jaringan. Konsentrasi penyerapan energi atau banyaknya energi dalam suatu elemen volume diukur dalam besaran dosis.

$$D = \frac{\Delta E_D}{\Delta m} \qquad (2\text{-}3)$$

dengan D adalah dosis (Joule/kg), ΔE_D adalah Energi (Joule) dan Δm adalah massa (kg)

Dosis didefinisakan sebagai," *Dosis serap suatu titik dalam suatu bahan, ialah hasil bagi antara jumlah energi yang diserahkan oleh radiasi pengion kepada bahan yang ada dalam suatu elemen volume disekitar titik yang dimaksud, dengan massa bahan yang ada didalam volume itu*" (Suratman,1996);

Satuan untuk besaran dosis adalah Joule perkilogram-bahan, satuan khusus dipakai *rad* dan dalam satuan SI dipakai Gray.

1 rad = 100 erg/g-bahan atau 10^{-2} Joule/kg-bahan

sehingga

1 rad = 1 Gray=1 Joule/kg-bahan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.2.3. Dosis Ekivalen

Sejumlah energi serap yang sama dari berbagai macam radiasi akan menimbulkan efek yang berbeda. Karenanya dalam pengukuran digunakan istilah RBE (*Relative Biological Effektiveness*) yang didefinisikan sebagai ;

$$RBE = \frac{\textit{dosis serap sinar - x (250 kV) yang menimbulka n efek biologi tertentu}}{\textit{dosis jenis radiasi yang menimbulka n efek biologi yang sama}} \quad (2\text{-}4)$$

Efek biologis suatu radiasi tergantung pada dosis serap dan RBE. Satuan yang dipakai adalah Rem (*Roentgen equivalent man*) sebagai dosis serap radiasi yang secara biologi ekivalen dengan dosis serap satu rad radiasi sinar-X.

$$DE_{(rad)} = D_{(rad)} \times RBE \quad (2\text{-}5)$$

Faktor RBE biasanya digunakan dalam bidang radiobiologi, sedang dalam bidang proteksi radiasi digunakan fakor-faktor modifikasi, ialah QF (*Quality Factor*) yang tergantung pada LET (*Linier Energy Transfer*), dan DF (*Distribution Factor*). Dengan demikian efek biologi distribusi zat radioaktif yang non uniform didalam tubuh dapat dituliskan sebagai:

$$DE = D \times QF \times DF \quad (2\text{-}6)$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Tabel 2-1. Harga QF untuk bermacam radiasi (Roekmantoro,1978):

Radiasi	*Quality Factor*
Sinar-X, gamma, elektron dan β dengan Emaks>30 keV	1
β dengan Emaks < 30 keV	1,7
Neutron cepat dan proton dengan energi sampai 10 MeV	10
Partikel α dari peluruhan radioaktif	10
Inti recoil berat	20
Neutron termik	3
Proton dengan energi ≈ 50 MeV	3,2

2.3. *Film badge*

Film badge merupakan salah satu alat ukur radiasi yang digunakan untuk mencatat dosis radiasi yang terakumulasi selama periode tertentu. *Film badge* ini ringan dan mudah dibawa. Disamping itu juga kuat dan dapat megukur radiasi dari 10 mR sampai dengan 20 R (Meredith, 1977).

Film badge terdiri dari dua bagian, yaitu film monitoring radiasi dan bingkai film (*Film Holder*). Film monitoring ini dibungkus dengan bahan yang kedap cahaya tanpa menggunakan lembaran penguat (*intensifying screen*). Film monitoring radiasi mempunyai dua macam emulsi, yaitu emulsi cepat (*fast emultion*) yang terletak di bagian depan dan emulsi lambat (*low emultion*) yang terletak di bagian belakang (Chesney,1978).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.3.1. Densitas Optik

Bila film di radiasi maka setelah pemrosesan akan terlihat penghitaman(Minder,1989) (Minder,1989). Tingkat penghitaman ini disebut dengan densitas optik atau lebih dikenal dengan densitas. Densitas optik (D_o) merupakan harga log perbandingan antara densitas fluks pancaran yang mengenai film (I_0) dengan densitas fluks pancaran yang menembus film (I_1), sehingga persamaannya:

$$D_O = \log\left(\frac{I_0}{I_1}\right) \tag{2-7}$$

Densitas optik merupakan gabungan dari densitas yang disebabkan oleh radiasi dengan densitas yang disebabkan oleh densitas latar (densitas total). Dan densitas latar sangat tergantung pada jenis film yang dipakai, penyimpanan dan cara pemrosesannya. Sehingga densitas akibat radiasi dedefinisikan sesuai persamaan:

$$D_{or} = D_{ot} - D_{ol} \tag{2-8}$$

dengan D_{or} adalah densitas akibat radiasi, D_{ot} adalah densitas total dan D_{ol} adalah densitas latar.

Apabila jumlah radiasi kecil D_{or} bisa dianggap sebanding dengan dosis radiasi (D).

$$D_{or} = \gamma D \tag{2-9}$$

dengan γ adalah gamma film.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.3.2. Kurva Karakteristik Film

Kurva karakteristik film menjelaskan hubungan antara densitas optik (D_o) dengan paparan radiasi (E). Pemaparan adalah jumlah foton atau energi yang menumbuk satuan luas dari obyek yang diradiasi (Meredith,1977). Pemaparan dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$E = I_o t \tag{2-10}$$

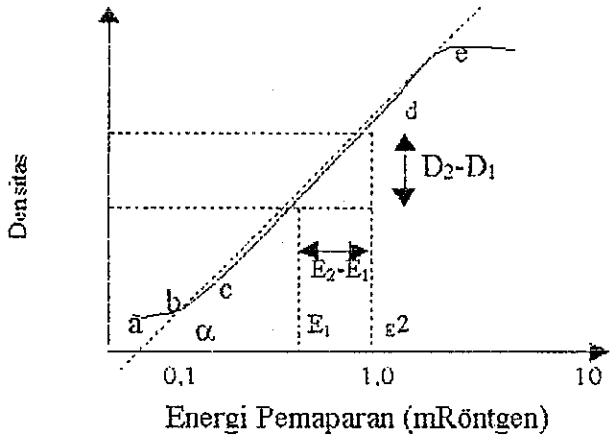
dengan E adalah Energi pemaparan (roentgen), I_0 adalah intensitas radiasi yang mengenai film (roentgen/detik) dan t adalah waktu pemaparan (detik).

Hurter, F dan Driffield, V.C melukiskan kurava karakteristik film dengan densitas film sebagai fungsi logaritma pemaparan. Kurva ini dikenal dengan kurva H-D. Kurva H-D dapat dilihat pada gambar 2-2.

Pada kurva karakteristik ini bagian yang perlu diperhatikan adalah ;

1. Daerah kabut (*fog level*) antara titik a - b
2. Daerah tumit (*toe*) antara titik b - c
3. Bagian garis lurus (*straigh line*) antara c - d
4. Daerah bahu (*shoulder*) antara d – e

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gbr. 2-2 : Kurva karakteristik film (Meredith,1977).

Dari keempat bagian tersebut, pada bagian garis lurus ini yang digunakan sebagai pengukuran radiasi. Karena pada daerah ini (c-d) densitas optik naik secara linier sesuai dengan kenaikan paparan radiasi. Sedang kemiringan (*slope*) merupakan gradien atau gamma (γ) film. Gamma film dapat menyatakan kontras film tersebut. Suatu film mempunyai gamma besar disebut film kontras tinggi, sedang film dengan gamma kecil disebut film dengan kontras rendah (Meredith,1977). Nilai gamma (γ) dapat dinyatakan dengan persamaan ;

$$Gamma,\ (\gamma) = tg\,\alpha = \frac{D_2 - D_1}{\log E_2 - \log E_1} \qquad (2\text{-}11)$$

dengan D_1,D_2 adalah densitas hasil pemaparan dan E_1,E_2 adalah paparan radiasi.

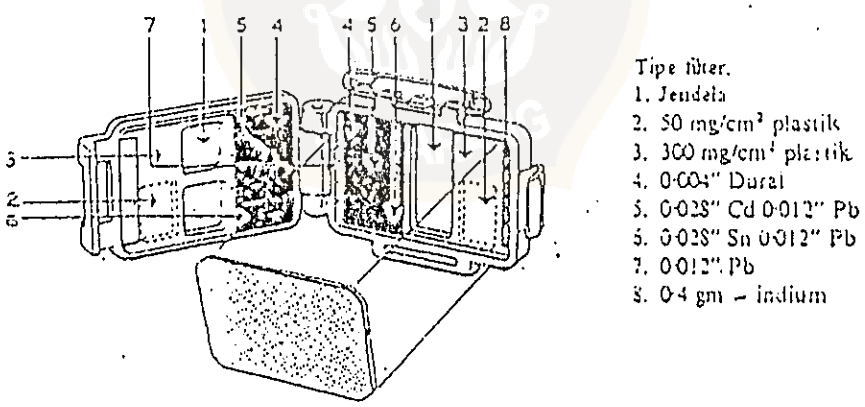
2.3.3. Bingkai Film

Bingkai *film badge* dibuat dari bahan polipropilin yang berbentuk kotak persegi yang diberi engsel dan dapat memuat film monitoring yang ukuranya sama dengan ukuran film gigi standar. Bingkai film ini mempunyai beberapa filter

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

(saringan) seperti pada gambar 2-3. Dengan menggunakan beberapa filter dapat digunakan untuk mengukur dosis radiasi β, γ, sinar-X dan neutron termal (Martin dan Harbison,1979).

Pada bagian film dibalik jendela memberikan respon terhadap semua radiasi yang mampu menembus bungkus film dan berinteraksi dengan emulsi film. Filter plastik 50 mg/cm^2 boleh dikatakan sama sekali tidak menyerap sinar-X dan sinar gamma, tetapi menyerap sinar beta dan elektron. Filter plastik 300 mg/cm^2 disamping ekuivalen dengan kedalaman lensa mata, sedikit menyerap energi foton dengan energi rendah dan menyerap semua sinar beta, kecuali sinar beta yang mempunyai energi yang sangat tinggi. Filter dural (campuran logam aluminium dan logam Cu) dibagian depan dan belakang bingkai film mulai menyerap foton secara berarti pada energi 65 keV. Pada filter timah putih/timah hitam pada energi 65 keV responya mulai menurun (Minder,1989).



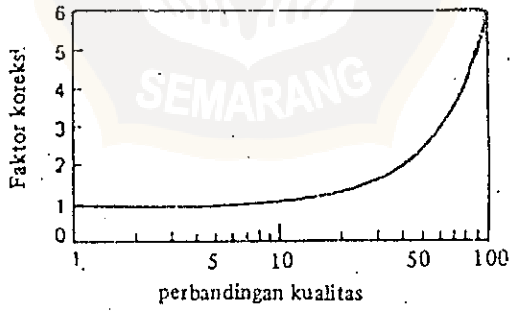
Gambar 2-3. *Film badge* (Martin dan Harbison,1979).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.4. Penghitungan Dosis

Dalam penghitungan ini ada empat metode yang digunakan untuk evaluasi dosis film

1. Foton-foton dengan energi campuran yang lebih besar dari 40 keV dosis diukur dibalik filter timah putih/timah hitam dikalikan dengan faktor koreksi yang sesuai untuk perbandingan bacaan pada filter dural dengan timah putih/timah hitam.
2. Untuk foton dengan energi 20 keV – 40 keV dosis diukur pada filter plastik tebal (300 mg/cm^2) dikalikan faktor koreksi yang sesuai untuk perbandingan dosis filter plastik dengan filter timah putih/timah hitam.
3. Untuk foton dengan energi sedikit lebih besar dari 20 keV pengukuran sama dengan no 2 kemudian ditambah dosis dibalik filter timah putih/timah hitam.
4. Untuk energi foton dibawah 20 keV pengukuran sama dengan no 3 tetapi yang digunakan bukan penghitaman dibalik filter tetapi penghitaman balik jendela (Minder, 1989).



Gambar 2-4 : Faktor koreksi untuk dosis semu yang diukur di balik filter timah putih/timah hitam sebagai fungsi perbandingan kualitas Dural dengan timah putih/timah hitam (Minder, 1989).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Suatu cara lain lagi adalah dengan menyatukan dosis hasil bacaan di berbagai filter dengan menggunakan rumus yang diperoleh melalui percobaan (Minder, 1989).

1. Dosis foton $= D_{t\text{-}p/th} + 0{,}13\ D_{plastik} - 0{,}12 D_{Dural}$ (2-12)

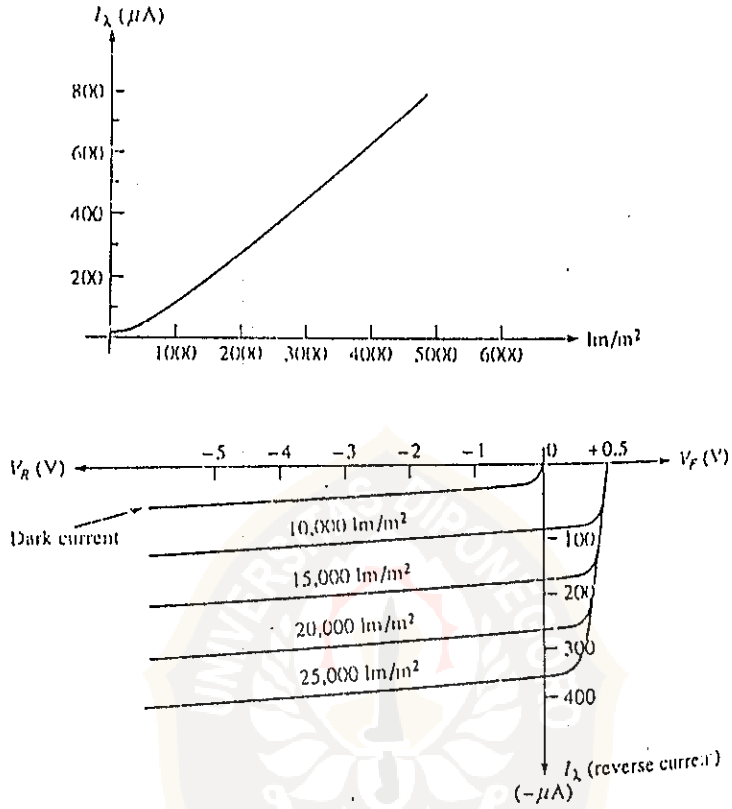
2. Dosis foton $= D_{t\text{-}p/t\text{-}h} + 0{,}02\ D_{Dural} + 0{,}1\ (D_{Plastik} - D_{Dural})$ (2-13)

dengan $D_{t\text{-}p/th}$ adalah dosis terbaca pada filter timah hitam-timah putih, $D_{plastik}$ adalah dosis terbaca pada filter plastik 300 mg/cm^2 dan D_{Dural} adalah dosis terbaca pada filter dural.

2.5. *Photodioda*

Photodioda adalah suatu jenis dioda yang perlawanan terbaliknya berubah-ubah kalau keadaan cahaya yang jatuh pada *photodioda* berubah-ubah intensitasnya. Jika tidak ada cahaya yang mengenai *photodioda* perlawanan terbalik *photodioda* sangat besar, sehingga hampir tak ada arus yang mengalir (*dark current*). Semakin bertambah energi cahaya (lm/m^2) semakin besar arus yang mengalir melalui *photodioda* seperti yang diperlihatkan pada gambar 2-5a dan untuk kurva karakteristik diperlihatkan pada gambar 2-5b.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2-5. Karakteristik *photodioda* (Floyd, 1995).

Dari kurva karakteristik terlihat bahwa pada saat *photodioda* tidak menerima intensitas cahaya, arus yang dihasilkan sekitr 25 μA pada tegangan muka terbalik (*reverse bias*) 3 Volt. Maka hambatan terbalik (R_R) pada saat tidak dikenai cahaya adalah :

$$R_R = \frac{V_R}{I_h} = \frac{3 \text{ volt}}{25\ \mu A} = 120 \quad k\Omega$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

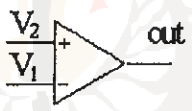
Pada intensitas cahaya 25.000 lm/m^2 arus sekitar 375 μA pada – 3 volt. Maka hambatan terbaliknya pada kondisi tersebut adalah;

$$R_R = \frac{V_R}{I_L} = \frac{3 \text{ volt}}{375 \ \mu A} = 8 \ k\Omega$$

dari gambaran diatas terlihat bahwa *photodioda* bisa digunakan sebagai variabel resistor yang diatur oleh intensitas cahaya (Floyd,1995).

2.6. Penguat Operasional (Op-amp)

Penguat operasional (Op-Amp) adalah suatu penguat gandengan langsung dengan bati tinggi (100.000) yang dilengkapi dengan umpan balik untuk mengendalikan karakteristik tanggapannya secara menyeluruh. Rangkain ini dipakai untuk mengendalikan aneka fungsi linier yang luas jenisnya (rangkaian terpadu linier).



Gambar 2-6. Simbol Op-am (Malvino,1984)

Gambar 2-6 menunjukkan lambang suatu Op-amp. Sejumlah besar penguat operasional mempunyai masukan differensial dengan dua terminal, yaitu tegangan masuk V_1 dan V_2 disalurkan masing-masing kepada terminal membalik (*inverting*) dan terminal tak membalik (*noninverting*). Masukan membalik diberi tanda negatif dan masukan tidak membalik diberi tanda positip.

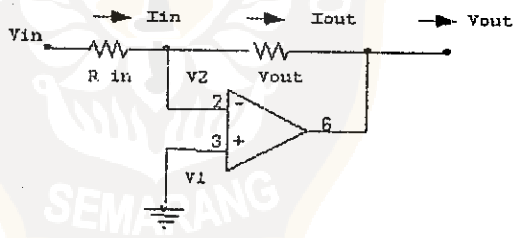
$$V_{out}=A(V_1-V_2) \qquad (2\text{-}14)$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Dengan A adalah bati tegangan simpal terbuka, V_1 adalah tegangan pada masukan membalik V_2 tegangan pada masukan tak membalik dan V_{out} adalah tegangan keluaran.

Jika V_1 dan V_2 di tanahkan, seharusnya menurut persamaan diatas tegangan keluarannya (Vout) akan berharga nol, tetapi ternyata selalu muncul V_{out} yang berharga ± 2 mV. Tegangan yang muncul ini dikenal sebagai tegangan offset keluaran. Munculnya tegangan offset ini disebabkan oleh nilai V_{BE} yang berbeda untuk transistor yang terhubung ke V_1 dan transistor yang terhubung ke V_2. Selisih V_{BE} antara kedua transistor ini disebut offset masukan.

Cara yang umum dan paling baik digunakan untuk mengatasi tegangan offset keluaran ialah menggunakan rangkaian umpan balik negatif. Rangkaian umpan balik negatif dapat dilihat pada gambar gambar 2-7.



Gambar 2-7. Rangkaian umpan balik negatif (Malvino,1984)

Tegangan *offset* keluaran sebagaian diumpankan kembali ke masukan membalik, sehingga setelah diperkuat akan menghasilkan kembali tegangan offset keluaran yang berbeda fase dengan sebelumnya, sehingga akan saling menghilangkan (Malvino, 1984).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

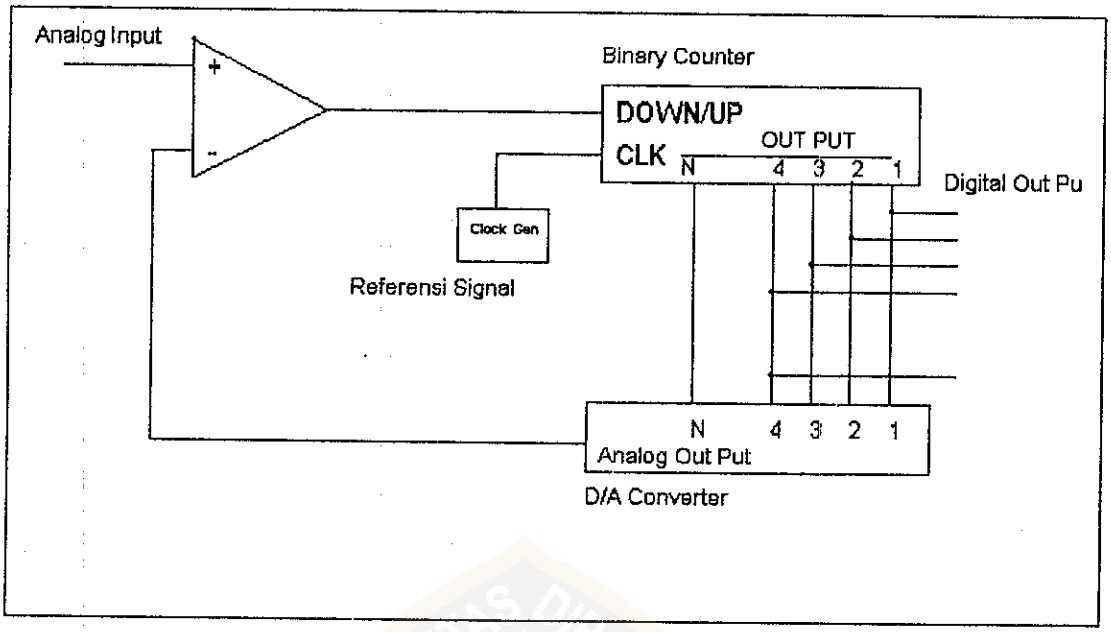
2.7. Pengubah Analog ke Digital (ADC)

Data-data yang keluar dari penguat operasional masih berupa tegangan analog. Agar data-data tersebut bisa terbaca oleh komputer membutuhkan rangkaian pengubah tegangan analog ke tegangan digital yang disebut *Analog Digital Converter* (ADC). Dalam perubahan tegangan analog ke digital ada beberapa jenis ADC yang dapat digunakan, yaitu : *Tracking ADC, SAC Succesive Approximation ADC* dan *Flash ADC*

2.7.1. Tracking ADC

Tracking ADC didasarkan pada teknik pendekatan berulang seperti yang ditunjukkan gambar 2-8. *Tracking ADC* terdiri dari pencacah naik dan pencacah turun, DAC dan komparator. Pada saat konversi mulai, pencacah mulai menghitung dan keluaran pencacah ini oleh DAC diubah menjadi signal analog. Signal analog kemudian oleh kompararor dibandingkan dengan signal masukan. Apabila signal keluaran DAC lebih besar dari signal masukan, maka keluaran komparator akan rendah dan menyebabkan pencacah akan menghitung turun satu LSB. Jika keluaran DAC lebih rendah daripada signal masukan, keluaran komparator akan tinggi dan menyebabkan pencacah menghitung naik satu LSB. Proses ini berulang-ulang sehingga keluaran pencacah akan naik turun satu LSB disekitar nilai yang sebenarnya (Buchla dan McLachlan, 1995).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

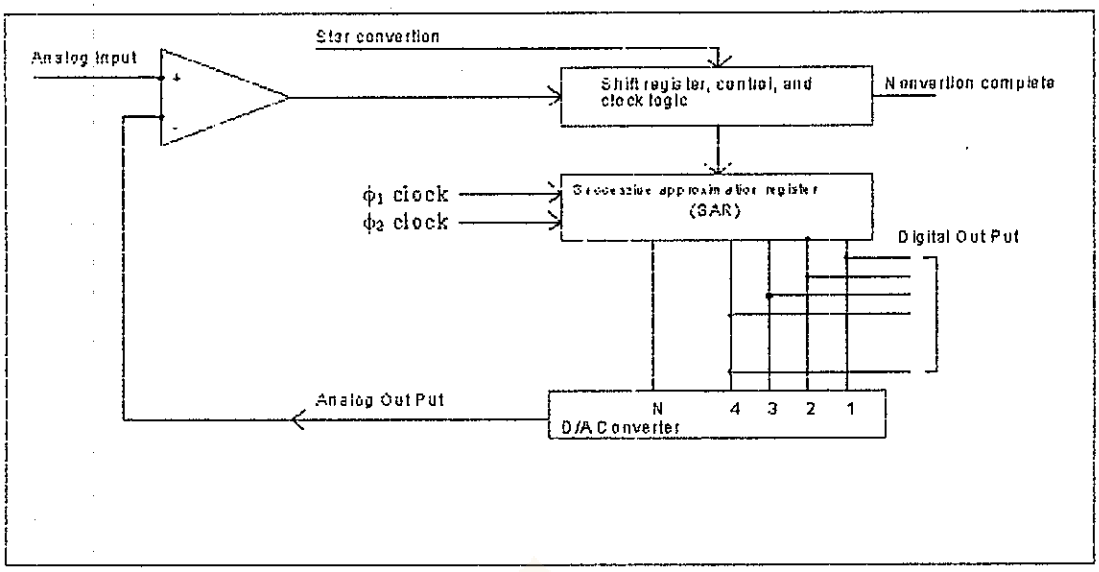


Gambar 2-8. Blok diagram *Tracking ADC* (Buchla dan McLachlan, 1992).

2.7.2. *Successive Approximation Converter* (SAC)

Successive Approximation Conventer juga didasarkan pada teknik pendekatan berulang, sama dengan metode *tracking ADC*. Metode SAC digambarkan gambar 2-9. Pada pendekatan berulang ini *successive-approximation method* (SAR) menghasilkan data-data digital yang merupakan masukan bagi DAC. Keluaran dari DAC dibandingkan dengan signal masukan, perbedaan signal masukan dan signal keluaran digunakan untuk mengontrol *clock logic*. *Clock logic* menggunakan perbedaan signal tersebut untuk menaikkan atau menurunkan pencacah di SAR.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2-9. Blok diagram *Successive Approximation Converter* (Buchla dan McLachlan, 1992).

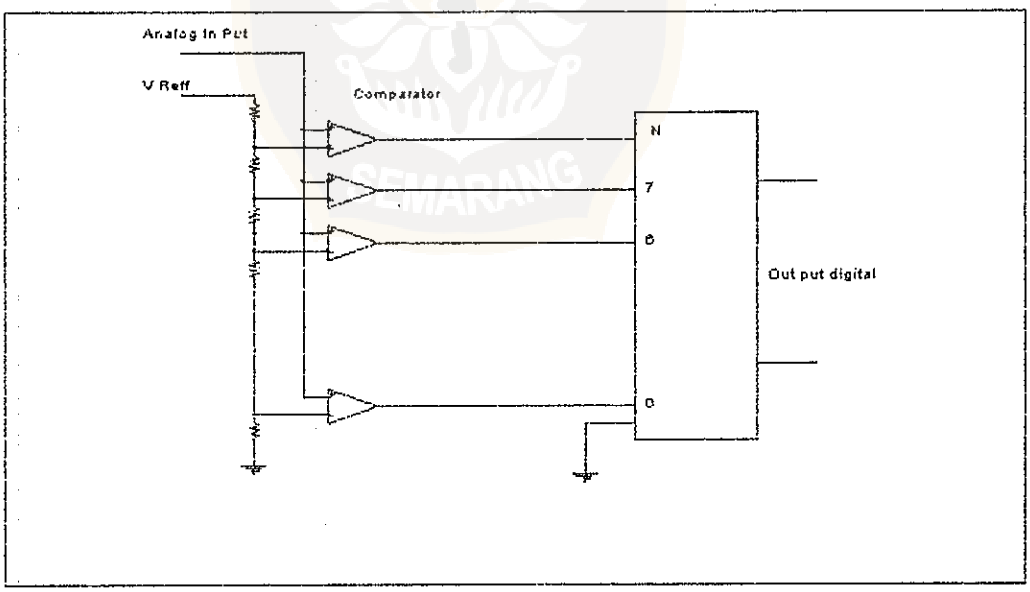
Proses konversi dimulai dengan memberikan signal masukan dari luar dan mengirim ke *Control logic*. *Control logic* membuat semua bit dalam keadaan nol kecuali MSB. Kemudian nilai MSB diubah oleh DAC dan bidandingkan dengan signal masukan. Apabila signal masukan lebih besar daripada MSB maka bit yang lebih rendah akan bernilai satu, sebaliknya apabila lebih kecil dari pada MSB maka bit yang lebih rendah akan bernilai bernilai nol. Proses ini berulang untuk bit-bit berikutnya sampai semua bit. Signal digital akan kelihatan dalam keluaran register pada akhir konversi (Buchla dan McLachlan, 1992). Konverter jenis ini membutuhkan waktu konversi untuk 8 sampai 12 bit sebesar 10 sampai 50 mikrodetik (Link, 1993).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.7.3. *Flash Conventer*

Flash Conventer disebut juga *Simultaneous Conventer* atau *Parralel Conventer* dan konventer jenis ini mempunyai kecepatan satu mikrodetik sampai 10 nanodetik. Untuk setiap bilangan biner dipergunakan sebuat komparator, sehingga untuk delapan bit diperlukan 255 buah komparator (n bit diperlukan 2^n-1 komparator). Sedang tegangan referensi dibagi menjadi 2^n bagian oleh pembagi tegangan yang terdiri dari resistor yang nilainya sama. (Buchla dan McLachlan, 1992.).

Tegangan keluaran untuk dua komparator yang berdekatan akan berselisih $1/2^n$ volt. Apabila tegangan masukan $V_I < 1/2^n$ volt maka keluaran komparator rendah.



Gambar 2-10. Blok diagram *Flash ADC* (Buchla dan McLachlan, 1992).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.8. *Port Parallel Printer Adapter*

LPT1 atau port printer sebenarnya terdiri dari tiga bagian yang masing-masing diberi nama sesuai dengan tugasnya untuk melakukan pencetakkan. Tiga bagian tersebut adalah *Data Port* (DP), *Printer Control* (PC) dan *Printer Status* (PS). DP berfungsi untuk mengirimkan data-data biner dari CPU untuk dicetak oleh printer, PC berfungsi untuk mengirimkan data-data pengontrolan untuk mengatur kerja printer dan PS berfungsi untuk memberitahukan kepada CPU tentang keadan printer.

DP, PC dan PS sebenarnya merupakan port delapan bit, tetapi hanya DP yang benar-benar delapan bit. Nomor dan register paralel port seperti tabel dibawah (Busono,1991).

Tabel 2-2 : Alamat register port-port pada LPT1 (Busosno,1991).

LPT1	Sifat	Alamat Register	Keterangan
DP	R/W	$378	R = Read (bisa dibaca)
PC	R/W	$37A	W = Write (dapat ditulis)
PS	R	$379	

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)