

## **Pengaruh Kecepatan Penguatan Lembar Penguat Terhadap Densitas Radiograf**

**Darmini<sup>1</sup>, Ngrah Ayu<sup>2</sup> dan Muhammad Nur<sup>3,4</sup>**

1. Politeknik Kesehatan Semarang

2. Laboratorium Fisika Zat Padat, Jurusan Fisika Universitas Diponegoro

3. Laboratorium Fisika Atom dan Nuklir Jurusan Fisika Universitas Diponegoro

4. Pusat Studi Aplikasi Radiasi dan Rekayasa Bahan, Lembaga Penelitian UNDIP

### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh kecepatan penguatan lembar penguat terhadap densitas, pada pengambilan radiograf dalam menegakkan diagnosa. Pengaruh kecepatan penguatan lembar penguat terhadap densitas diperoleh melalui pengukuran nilai eksposi pada densitas yang hampir sama untuk jenis lembar penguat kecepatan tinggi, kecepatan sedang dan kecepatan rendah dengan obyek stepwedge. Hasil penelitian ini menunjukkan, bahwa lembar penguat jenis kecepatan sedang memerlukan 2 kali lebih besar nilai eksposi dari lembar penguat kecepatan tinggi, sedangkan lembar penguat kecepatan rendah memerlukan 1,5 kali lebih besar nilai eksposi dari lembar penguat kecepatan sedang

*Kata kunci : faktor eksposi (V.i.t), densitas, eksposi (dosis radiasi).*

### **Abstract**

A research about influence of speed of the intensifying screen to density on a radiograph in diagnose has been done. The influence speed of the intensifying screen to density has been carried out by measuring the exposure values at the same densities for intensifying screen high speed, medium speed and low speed with step wedge as object. The result of this research indicated that the intensifying screen medium speed is needed 2 times greater exposure value than intensifying screen high speed, while intensifying screen low speed is needed 1,5 times greater exposure value than intensifying screen medium.

*Keyword : Exposure factor (V.i.t), density, radiation dose.*

### **PENDAHULUAN**

Efek *luminisensi* dapat muncul pada suatu garam logam tertentu. *Luminisensi* adalah suatu peristiwa terpancarnya cahaya dari sebuah bahan yang sebelumnya terkena radiasi. Efek *luminisensi* dapat dimanfaatkan dalam bidang radiologi yaitu untuk menambah respon fotografik pada film. Dalam hal ini bahan *fluoresensi* digunakan oleh lembar penguat yang ditempatkan secara kontak film dalam suatu wadah yang disebut kaset. Lembar penguat ini berfungsi untuk mengubah berkas sinar-X menjadi cahaya tampak dan akan berinteraksi dengan film membentuk bayangan laten.

Kecepatan lembar penguat adalah kemampuan lembar penguat dalam mengubah energi sinar-X

menjadi cahaya tampak (Bushong,1988).

Kecepatan lembar penguat terbagi kedalam tiga tingkatan yaitu kecepatan rendah, kecepatan sedang, dan kecepatan tinggi (Chesney,1980). Pada kecepatan rendah jumlah penyinaran yang dibutuhkan banyak tetapi menghasilkan *detil* yang tinggi, pada kecepatan sedang diperoleh perbandingan yang baik antara kecepatan dan ketajaman. Pada kecepatan tinggi jumlah penyinaran yang diperlukan sedikit tetapi *detil* yang dihasilkan kurang, namun dapat digunakan dalam pemeriksaan radiografi dengan resiko ketidaktajaman akibat gerakan tinggi (Chesney,1980). Oleh karena itu pengaruh kecepatan penguatan lembar penguat untuk ketiga

jenis yaitu kecepatan rendah, kecepatan sedang dan kecepatan tinggi terhadap densitas amat penting untuk diteliti. Adapun dalam penelitian ini dibatasi pada jenis kecepatan lembar penguat pada radiodiagnostik yang berbeda terhadap densitas. Densitas yang hampir sama pada lembar penguat jenis kecepatan rendah, sedang dan tinggi

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mencari densitas yang hampir sama guna memperoleh nilai eksposi yang diperlukan pada lembar penguat kecepatan tinggi, kecepatan sedang dan kecepatan rendah. Dari sini dapat diperoleh nilai eksposi yang diperlukan untuk jenis lembar penguat kecepatan tinggi, kecepatan sedang dan kecepatan rendah. Secara umum penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan mutu pelayanan kesehatan.

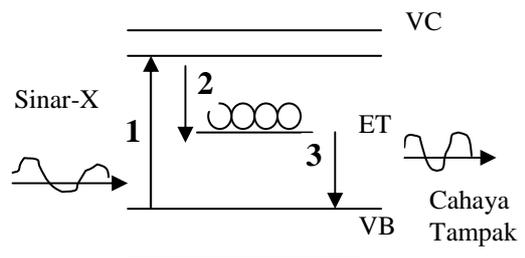
## DASAR TEORI

### Lembar Penguat

Lembar penguat merupakan suatu perangkat yang dipasang dalam kaset yang berfungsi untuk mengubah berkas sinar-X yang menembus obyek menjadi cahaya tampak dan akan berinteraksi dengan film membentuk bayangan laten.

Pada proses *fluorescent* (lihat gambar 2.3) berkas foton sinar-X yang diserap lembar penguat akan berinteraksi dengan elektron yang kemudian memicu transisi elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Kekosongan yang ditinggalkan elektron pada pita valensi akan segera diisi oleh elektron yang mengalami transisi dari jebakan elektron ke pita valensi yang disertai pancaran foton cahaya tampak, dengan warna cahaya sesuai dengan bahan yang digunakan (sifat panjang gelombang dari bahan). Elektron yang naik ke pita konduksi akan segera mengisi jebakan elektron

yang kosong dan siap untuk proses berikutnya (Meredith dan Massey, 1977). Dengan waktu hidup elektron pada jebakan yang relatif jauh lebih lama dibanding waktu hidup elektron pada pita konduksi, maka apabila bahan *fluorescent* terkena radiasi akan terjadi perpendaran yang tidak langsung berhenti bila radiasi dihentikan.



Gambar 2.3 Proses *fluorescent* pada kristal

Dalam gambar 2.3, (1) transisi elektron menuju pita konduksi, (2) transisi elektron menuju jebakan elektron (*elektron trap*), dan (3) transisi elektron menuju pita valensi (Meredith dan Massey, 1977)

Bahan *fluoresensi* yang digunakan dalam lembar penguat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu : Bahan *fluoresensi* murni dan bahan *fluoresensi* dengan pengaktif, yaitu merupakan bahan *fluoresensi*

Struktur lembar penguat terdiri dari beberapa lapisan, yaitu: Lapisan dasar, lapisan *reflektif* atau lapisan *absorptive*, lapisan *substratum*, lapisan bahan *fluoresensi*, lapisan pelindung

Kecepatan lembar penguat adalah kemampuan lembar penguat dalam mengubah energi sinar-X menjadi cahaya tampak pada eksposi yang diperlukan untuk menghasilkan densitas pada radiograf yaitu densitas yang besarnya sama dengan satu (Carrol, 1985).

Jenis lembar penguat menurut kecepatannya dapat dibagi menjadi tiga : 1. Jenis lembar penguat kecepatan rendah

2. Jenis lembar penguat kecepatan sedang
3. Jenis lembar penguat kecepatan tinggi

**Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan lembar penguat**

Jenis bahan *fluoresensi*, ketebalan lapisan bahan *fluoresensi* / kepadatan lapisan bahan *fluoresensi*, adanya lapisan *reflektif*, adanya lapisan *absorptive*, ukuran kristal bahan *fluoresensi*, pemilihan nilai tegangan tabung

Faktor Intensifikasinya diperoleh dengan persamaan;

$$IF = \frac{E_2}{E_1} \quad 2-1$$

dengan  $E_2$  adalah eksposi tanpa menggunakan lembar penguat dan  $E_1$  adalah eksposi dengan menggunakan lembar penguat .

**Spesifikasi bahan dasar pembuatan lembar penguat**

Syarat utama bahan dasar dan pembuatan lembar penguat, adalah :

- a. Memiliki koefisien serap yang tinggi, biasanya bahan dengan nomor atom yang tinggi.
- b. Mampu memancarkan cahaya yang kuat dengan warna yang sesuai dengan film yang digunakan (Meredith dan Massey,1977).

**Densitas Optik**

*Densitas optik* didefinisikan sebagai persamaan:

$$D = \log \frac{I_0}{I_i} \quad 2-2$$

Dengan  $I_0$  adalah intensitas awal,  $I_i$  adalah intensitas setelah menembus obyek dan  $D$  adalah densitas optik .

**Faktor eksposi**

Produksi sinar-X sangat ditentukan oleh pengaturan faktor eksposi yang terdiri dari tegangan tabung, arus tabung dan waktu eksposi.

faktor eksposi inilah yang menentukan intensitas sinar-X yang dihasilkan. Menurut Bushong (1988) faktor-faktor yang menentukan intensitas tersebut adalah:

- a. Tegangan tabung ,

Hubungan antara beda potensial dengan intensitas dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^2 , \quad 2-3$$

dengan  $I$  adalah intensitas sinar-X ( $\text{watt/m}^2$ ) dan  $V$  adalah beda potensial (kV).

- b. Kuat arus tabung

Kuat arus tabung (dalam milliampere) didefinisikan sebagai muatan listrik yang mengalir persatuan waktu melalui suatu penampang. Hubungan ini dinyatakan dalam rumus :

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{I_1}{I_2} \quad 2-4$$

Dengan  $i$  adalah kuat arus (ampere) dan  $I$  adalah intensitas ( $\text{watt/m}^2$ )

- c. Waktu eksposi
- d. Waktu eksposi (dalam detik) akan menentukan lamanya eksposi yang dilakukan. Meningkatkan waktu eksposi berarti menambah jumlah radiasi yang mencapai obyek dan film. Jarak film-fokus (FFD)

Perubahan pada FFD berakibat pada perubahan nilai intensitas sinar- X yaitu:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2 , \quad 2-5$$

dengan  $d$  adalah jarak film-fokus (meter) dan  $I$  adalah intensitas.

**METODE PENELITIAN**

**Alat dan bahan**

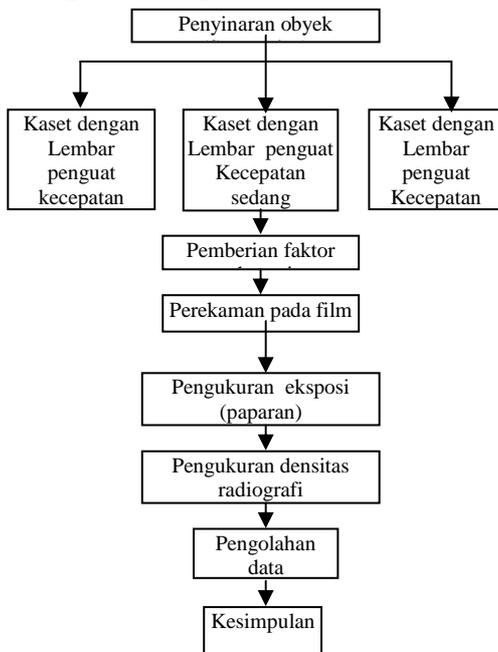
Alat dan bahan dalam penelitian ini terdiri dari :

Pesawat sinar-X, Kaset dan lembar penguat, Film, Elektrometer, Densitometer, Stepwedge / baji bertingkat, Processing otomatis.

**Prosedur Penelitian**

Uji pengaruh kecepatan penguatan lembar penguat terhadap densitas dilakukan dengan pemotretan obyek *stepwedge* pada masing-masing lembar penguat kecepatan rendah, sedang dan tinggi dengan jarak pemotretan diatur antara fokus tabung sinar-X dengan film (FFD) 90 cm dan luas lapangan penyinaran sesuai dengan ukuran *stepwedge*-nya. Kemudian diberikan beberapa uji coba kenaikan faktor eksposi pada masing-masing jenis kecepatan untuk mendapatkan densitas yang hampir sama. Setelah mendapatkan faktor eksposi pada densitas yang hampir sama, kemudian mengukur eksposi (paparan) yang dilakukan dengan meletakkan elektrometer di atas kaset.

**Diagram alur penelitian**



**Variabel Penelitian**

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel bebas yaitu faktor eksposi.

Sedangkan variabel terikatnya berupa densitas yang hampir sama pada kecepatan lembar penguat jenis kecepatan rendah, sedang dan tinggi .

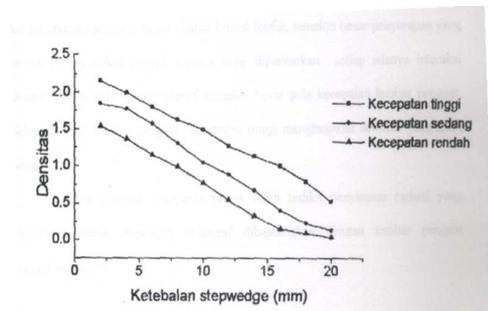
**Analisa Data**

Nilai eksposi diukur dengan menggunakan elektrometer. Pengukuran dilakukan pada densitas yang hampir sama dengan densitometer yang diperoleh dari hasil uji coba faktor eksposi pada masing-masing jenis kecepatan lembar penguat. Perbandingan hasil eksposi pada masing-masing kecepatan lembar penguat ditunjukkan dalam grafik hubungan antara eksposi yang dihasilkan dengan densitas pada masing-masing kecepatan lembar penguat.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengaruh Kecepatan penguatan Lembar Penguat Terhadap Densitas**

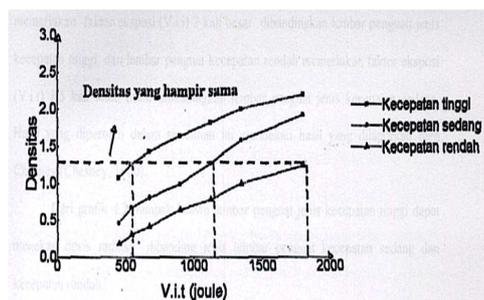
Grafik pada gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara densitas dengan ketebalan *stepwedge*. Nilai dari hubungan ini digunakan untuk menentukan densitas lembar penguat jenis kecepatan tinggi, sedang, dan rendah untuk faktor eksposi yang sama. Dari sini dapat dilihat bahwa pada lembar penguat kecepatan tinggi (lembar penguat dengan ukuran butiran kecil) densitasnya lebih tinggi dibandingkan pada kecepatan sedang dan kecepatan rendah.



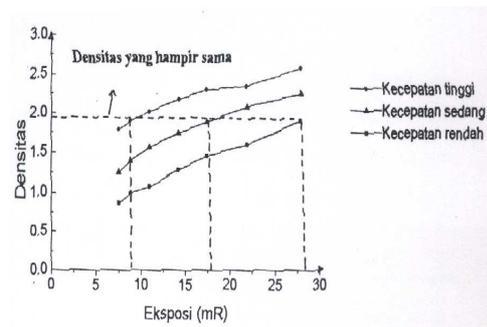
Gambar 4.1 Grafik hubungan ketebalan *stepwedge* dan densitas pada faktor eksposi 55 kV dan 10 mAs

Untuk lembar penguat jenis kecepatan tinggi diperoleh densitas 0,52 s/d 2,15, kecepatan sedang 0,13 s/d 1,84 dan kecepatan rendah diperoleh densitas 0,04 s/d 1,54. Hal ini disebabkan karena intensitas radiasi cahaya tampak yang dihasilkan oleh bahan *fluoresensi* berbeda pada lembar penguat yang berbeda ukuran kristalnya. Dimana semakin besar ukuran kristal fosfornya, semakin besar pula penyerapan yang terjadi. Dan semakin banyak cahaya yang dipancarkan dari setiap interaksinya dengan energi sinar-X, semakin besar pula kecepatan lembar penguatnya. Oleh karena itu hasil memperlihatkan bahwa jenis lembar penguat kecepatan tinggi menghasilkan densitas yang lebih tinggi.

Grafik hubungan faktor eksposi (V.i.t) dan densitas pada ketebalan 6 mm ditunjukkan pada gambar 4.2. Pada gambar tersebut nilai densitas hampir sama untuk ketebalan 6 mm ( $D$ ) = 1,26, 1,28, 1,25. Lembar penguat jenis kecepatan tinggi pada densitas 1,26 membutuhkan faktor eksposi 540 joule, lembar penguat jenis kecepatan sedang pada densitas 1,28 membutuhkan faktor eksposi 1125 joule, sedangkan lembar penguat jenis kecepatan rendah pada densitas 1,25 membutuhkan faktor eksposi 1800 joule. Untuk ketebalan yang lain pada densitas yang hampir sama dapat dilihat pada tabel 4.1.



Gambar 4.2 Grafik hubungan faktor eksposi (V.i.t) dan densitas pada ketebalan *stepwedge* 6 mm



Gambar 4.3 Grafik hubungan densitas dan eksposi (mR) pada ketebalan *stepwedge* 2 mm

Pada Gambar 4.3 diperlihatkan bahwa untuk mendapatkan densitas yang hampir sama pada ketebalan 2 mm. Untuk lembar penguat jenis kecepatan tinggi pada densitas 1,89 memerlukan eksposi 8,76 mR, lembar penguat kecepatan sedang pada densitas 1,88 memerlukan eksposi 17,37 mR, dan lembar penguat kecepatan rendah pada densitas 1,90 memerlukan eksposi 27,80 mR.

Tabel 4.1 adalah hasil pengukuran nilai eksposi pada densitas yang hampir sama untuk lembar penguat jenis kecepatan tinggi, sedang dan rendah. Dari hasil pengukuran nilai eksposi diperoleh bahwa untuk lembar penguat kecepatan tinggi memerlukan 8,76 mR, kecepatan sedang 17,37 mR dan kecepatan rendah 27,80 mR.

Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa pada lembar penguat kecepatan sedang memerlukan nilai eksposi 2 kali lebih besar dari lembar penguat kecepatan tinggi. Sedangkan lembar penguat kecepatan rendah memerlukan nilai eksposi 11/2 kali lebih besar dari lembar penguat kecepatan sedang. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini mendekati hasil yang dilaporkan oleh Chesney ( Chesney, 1980).

Pada lembar penguat jenis kecepatan tinggi, penyinaran radiasi yang diperlukan adalah sedikit, tetapi ketajaman gambar yang dihasilkan berkurang. Pada lembar penguat

kecepatan sedang ada keseimbangan antara ketajaman dan jumlah radiasi yang diperlukan. Pada lembar penguat jenis kecepatan rendah jumlah penyinaran yang diperlukan banyak sekali namun dia menghasilkan ketajaman yang lebih baik.

Ditinjau dari obyek radiografi, lembar penguat jenis kecepatan tinggi lebih tepat digunakan untuk pemotretan obyek yang bergerak dan sensitif terhadap radiasi guna menekan dosis radiasi, misalnya pada pemeriksaan *gastro intestinal* (alat pencernaan). Sedangkan lembar penguat jenis kecepatan rendah lebih tepat digunakan untuk obyek yang tidak bergerak dan tidak terlalu memperhatikan dosis radiasi, misalnya pada pemeriksaan *ekstremitas* (alat gerak).

#### KESIMPULAN

1. Pada faktor eksposi yang sama 55 kV, 10 mAs, lembar penguat kecepatan tinggi diperoleh rentang densitas optik 0,52 s/d 2,15, kecepatan sedang 0,13 s/d 1,84 dan kecepatan tinggi 0,04 s/d 1,54.
2. Hasil yang diperoleh untuk mendapatkan densitas hampir sama adalah untuk lembar penguat jenis kecepatan tinggi memerlukan faktor eksposi (V.i.t) 540 joule, kecepatan sedang memerlukan faktor eksposi (V.i.t) 1125 joule, dan kecepatan rendah memerlukan faktor eksposi (V.i.t) 1800 joule.
3. Untuk menghasilkan densitas yang hampir sama, eksposi yang dihasilkan lembar penguat kecepatan tinggi adalah 8,76 mR, kecepatan sedang 17,32 mR dan kecepatan rendah 27,80 mR. Jadi kecepatan lembar penguat kecepatan sedang memerlukan 2 kali lebih besar nilai eksposi dari lembar penguat kecepatan tinggi, sedangkan kecepatan rendah memerlukan 1 1/2 kali lebih besar

nilai eksposi dari lembar penguat kecepatan sedang. Penggunaan lembar penguat kecepatan tinggi pada radiografi memerlukan dosis yang lebih rendah dibanding dengan lembar penguat kecepatan rendah, tetapi kekurangannya adalah ketajaman gambar yang dihasilkan berkurang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bushong, Stewart.C,1988, *Radiologic Science for tehnologist Physic, Biologi and Protection*, 4<sup>th</sup> edition The CV Mosby Company, Washington,DC.
- Carrol, B. Quinn dan Fuch's, 1985, *Principles of Radiographic Exposure Processing and Quality Control*, third edition, Charles C. Thomas Publisher, Illinois.
- Chesney D.N., dan Chesney O.M, 1980, *Radiographic Imaging*, Penerbit Oxford London.
- Curry, Thomas S, Dowdey, James E, Murry Jr,Robert C, 1984, *Cristensen's Introduction to The Physic of diagnostic Radiology*, third edition. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Edwards Cris, Statkiewicz S, Ritenour Russell E., 1990, *Perlindungan Radiasi Bagi Pasien dan Dokter Gigi*, cetakan I, Penerbit Widya Medika, Jakarta.
- Hoxter E, 1973, *Teknik Memotret Rontgen*, Terjemahan Sombu P., Penerbit Erlangga Jakarta.
- Jenskins D., 1988, *Radiographic, Photographic and Imaging Process*, Mary land Aspen Publication, Canada.
- Meredith, W.J.and Massey, J.B.,1977, *Fundamental Phisics of radiology*, edisi IV, John Wright and Sons Ltd, Bristol.

Roberts, Derrick. P dan Smith, Nigel.  
L.1988, *Radiographic  
Imaging A Practical  
Approach*, Churchill  
Livingstone, New York.

Wilks J. Robin, 1987, *Principles of  
radiological physics*, 3<sup>th</sup>  
Edition, Melbourne.

Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran eksposi pada lembar penguat jenis kecepatan tinggi, kecepatan sedang dan kecepatan rendah untuk mendapatkan densitas yang hampir sama

Nomor	Densitas		
	Kecepatan tinggi pada eksposi 8,76 mR	Kecepatan sedang pada eksposi 17,37 mR	Kecepatan rendah pada eksposi 27,80 mR
1	1,89	1,88	1,90
2	1,66	1,65	1,66
3	1,26	1,28	1,25
4	0,66	0,64	0,67
5	0,48	0,48	0,44
6	0,30	0,28	0,32
7	0,25	0,23	0,29
8	0,21	0,20	0,23
9	0,17	0,18	0,19
10	0,16	0,18	0,19