

## KURVA KARAKTERISTIK FILM FUJI #100 DAN EKSPOSUR UNTUK KEPERLUAN RADIOGRAFI

UsmanKadir

### Abstrak

Hubungan antara lamanya waktu eksposur (penyinaran) suatu jenis film yang digunakan dalam radiografi dengan densiti atau tingkat kehitaman film dapat direpresentasikan pada kurva yang disebut kurva karakteristik film (Film Characteristic Curve). Selanjutnya kurva karakteristik film ini sangat diperlukan untuk membuat kurva eksposur (Exposure Chart), yang berfungsi untuk menentukan lamanya waktu eksposur yang dibutuhkan untuk mendapatkan gambar radiografi dengan densiti tertentu, lamanya waktu eksposur ini tergantung dari tebal spesimen (benda uji), tegangan tinggi dan jenis film yang digunakan. Dalam tulisan ini akan dijelaskan cara membuat kurva karakteristik film dan kurva eksposur untuk keperluan radiografi. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan pesawat Sinar X Rigaku 300 EGM di Nuclear Establishment Center, NuTEC JAERI- Tokai, Japan.

### PENDAHULUAN

Kurva karakteristik film menggambarkan hubungan antara lamanya waktu eksposur yang dikenakan dari suatu pesawat sinar X pada suatu jenis film dengan densiti yang dapat dihasilkan oleh film tersebut. Oalam kurva karakteristik film harus tertera informasi lain yang dibutuhkan untuk memberikan gambaran yang lengkap kepada pengguna diantaranya :

1. Spesimen yang digunakan.
2. Jenisfilm
3. Pesawat sinar X
4. Tegangan Tinggi Tabung sinar X
5. Jarak film ke focus (FFO)
6. Tebal dan bahan screen
7. Temperatur saat memproses film

Oensiti film adalah tingkat kehitaman film, yang dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut densito meter.

Setelah mengetahui hubungan antara waktu eksposur dengan densiti secara empiris dari eksperimen, selanjutnya dapat dibuat kurva eksposur.

### PERALATAN:

Peralatan dan bahan yang digunakan adalah :

1. Pesawat sinar X RIGAKU 300 EGM
2. Film radiografi - FUJI #100
3. Ruang gelap untuk memproses (mencuci) film dan perlengkapannya.
4. Oensito meter
5. Viewer

### PROSEDUR

#### KURVA KARAKTERISTIK FILM

Pembuatan kurva karakteristik film dan eksposur ini harus dilakukan oleh orang yang telah memiliki izin atau sertifikat Ahli Radiografi/Operator Radiografi dan harus memperhatikan keselamatan terhadap bahaya radiasi.

Prosedur pembuatan kurva karakteristik film sebagai berikut:

1. Siapkan film untuk disinari dalam cassette dan gunakan screen
2. Buat garis bantu dengan spidol pada bagian luar film (cassette) menjadi 7 bagian, seperti gambar 1.



Gambar1. Tujuh bidang penyinaran

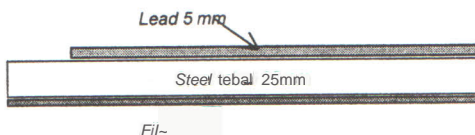
3. Susun waktu penyinaran agar diperoleh densiti film bidang 1 sampai bidang 7, bervariasi dari sekitar 4 sampai 1, seperti contoh pada table 1.

Bidang	Waktu eksposur (men-)							Total
1	0,8	0,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,6	3,6
2	0,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,6	-	2,8
3	0,5	0,6	0,3	0,3	0,6	-	-	2,3
4	0,6	0,3	0,3	0,6	-	-	-	1,8
5	0,3	0,3	0,6	-	-	-	-	1,2
6	0,3	0,6	-	-	-	-	-	0,9
7	0,6	-	-	-	-	-	-	0,6
Total	3,6	2,8	2,3	1,8	1,2	0,9	0,6	-

Tabel1. Waktu penyinaran film dengan Pesawat sinar X

Bidang 1 akan memperoleh total waktu penyinaran 3,6 menit sedangkan bidang 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 masing-masing mendapat total waktu penyinaran 2,8; 2,3; 1,8; 1,2; 0,9 menit dan bidang 7 mendapat waktu penyinaran 0,6 menit,

- Susun film dengan meletakkan spesimen standard, contoh besi (*steef*) setebal 25 mm diatasnya seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Susunan film dan spesimen standar (*Steef*)

- Letakan film dan steel tersebut pada posisi tegak lurus dengan tabung sinar X dan tepat dibawah focus pada jarak tertentu (FFD *focus film distance* atau SFD *Source film distance*).
- Siapkan (Warming/Aging) pesawat sinar X agar siap untuk digunakan dan pilih tegangan kerja ,contoh untuk penyinaran 200 KV.
- Sinari film bidang 1 dengan waktu penyinaran 0,8 menit dan biarkan bidang 2 sampai dengan bidang 7 tertutup *lead* tebal 5 mm.
- Lakukan penyinaran ke dua, yaitu dengan menggeser *lead* ke kanan satu bidang, sehingga hanya bidang 1 dan 2 saja yang tersinari. Waktu penyinaran 0,5 menit.
- Ulangi langkah 8 untuk penyinaran bidang film berikutnya, hingga bidang film 7 (tanpa *lead* diatasnya).
- Proses selanjutnya adalah pencucian film dikamar gelap.
- Setelah proses pencucian film selesai lakukan pembacaan densiti film bidang 1 sampai dengan bidang 7 dengan menggunakan densito meter.

Hasil yang diperoleh dari eksperimen diatas adalah data waktu penyinaran dan densiti film tiap bidang, yaitu :

Total waktu Penyinaran	(men-)	3,6	2,8	2,3	1,8	1,2	0,9	0,6
	FilmA	3,90	2,99	2,59	2,27	1,77	1,45	1,13
DENSITI	FilmS	3,97	3,06	2,66	2,3	1,8	1,5	1,2

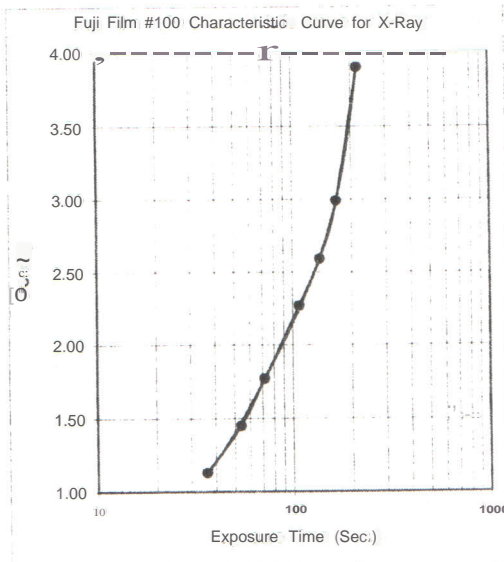
Tabel 2. Densiti Film sebagai fungsi waktu penyinaran

Plot data hasil eksperimen; waktu eksposur versus density pada kertas semi logaritmik akan diperoleh kurva karakteristik film seperti ditunjukkan dalam gambar 3.

### KURVA EKSPOSUR

Prosedur pembuatan kurva Eksposur sebagai berikut:

- Siapkan film untuk disinari dalam cassette dan gunakan *screen*
- Siapkan *Step Weight* atau plat steel tebal 3 mm sebanyak 12 lembar. Susun plat membentuk tangga 6 step (anak tangga), step 1 dengan tebal 12 mm atau 4 lembar , step 2 dengan tebal 15 mm atau 5 lembar plat dan seterusnya, seperti tertera dalam tabel 3.

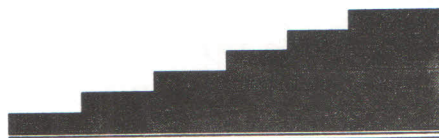


Gambar 3. Kurva karakteristik film

150KV						
Step	1	2	3	4	5	6
Steel (mm)	12	15	18	21	24	27
Plat Steel @ 3 mm (lembar)	4	5	6	7	8	9
200KV						
Steel (mm)	18	21	27	33	36	
Plat Steel @ 3 mm (lembar)	6	7	9	11	12	

Tabel3. "Step weight" disusun oleh 12 plat *steel*

- Susun film dan *step weight* seperti gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi film dan *step weight*

4. Letakan film dan "step weight" tersebut pada posisi tegak lurus dengan tabung sinar X dan tepat dibawah focus pada jarak tertentu (FFD or SFD).
5. Siapkan (Warming) pesawat sinar X agar siap untuk digunakan dan pilih tegangan kerja, untuk penyinaran 150 KV, 200 KV.
6. Sinari film dengan waktu penyinaran 2 menit
7. Proses selanjutnya adalah pencucian film dan pembacaan densiti film. Nilai densiti film sebagai fungsi tebal *step weight* dan tegangan terdapat dalam tabel 4.
8. Waktu eksposur E dalam tabel 4 diperoleh dari kurva karakteristik film, yaitu dengan memasukkan nilai densiti film pada sumbu y kemudian diperoleh nilai waktu eksposur pada sumbu x, contoh: jika densiti film 4.02 maka akan diperoleh waktu eksposur 226 detik. Untuk densiti film 2 maka akan diperoleh waktu eksposur E = 86 atau 90 detik dan seterusnya.

TUBE VOLTAGE: 150KV						
Tebal (mm)	12	15	18	21	24	27
DensHi	4.02	3.5	2.5	2	1.48	1.35
Waktu Eksposur E (sec)	226	190	120	86	56	47
E'	0.8	1.0	1.5	2.1	3.2	3.8
TUBE VOLTAGE: 200KV						
Tebal(mm)	18	21	27	33	36	-
DensHi	3.45	2.9	2	1.5	1.24	-
Waktu Eksposur E (sec)	188	160	91	58	42	-
E'	0.96	1.10	2.00	3.10	4.30	-

Tabel 4. Densiti film sebagai fungsi tebal bahan dan tegangan

9. Waktu eksposur E1 adalah waktu eksposur yang telah dikoreksi terhadap kurva karakteristik film dengan densiti film yang diharapkan muncul adalah 2, yaitu :

$$C' = 2 \text{ menit} \times C_{2.0} / C$$

dimana:

E = waktu eksposur E (detik)  
 E<sub>2.0</sub> = waktu eksposur untuk densiti 2.0 (diperoleh dari kurva karakteristik. Gambar3.)

Untuk waktu eksposur 226 detik akan diperoleh:

$$E' = 2 \text{ menit} \times 90 \text{ detik} / 226 \text{ detik}$$

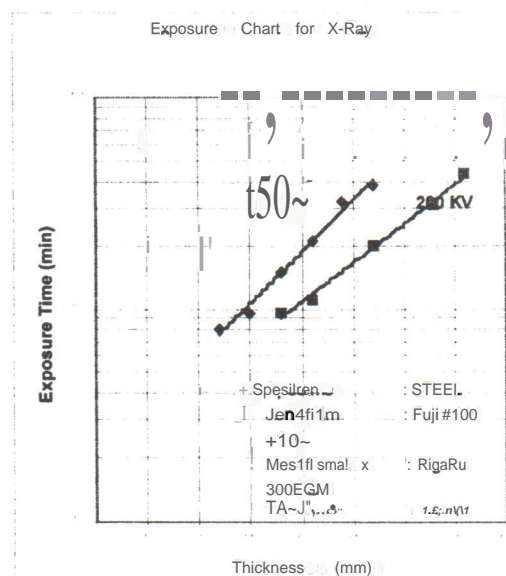
$$E' = 0.8 \text{ menit}$$

10. Waktu eksposur E' untuk tegangan 150 kV dan 200 kV dapat dilihat pada tabel 3.

Langkah terakhir dari prosedur ini adalah membuat kurva Eksposur, yaitu: dengan memplot data tebal spesimen pada sumbu x dan waktu eksposur E' pada sumbu y dengan skala logaritmik, seperti ditunjukkan pada gambar 5.

#### APLIKASI

Kurva eksposur sangat diperlukan oleh seorang ahli atau operator radiografi untuk menentukan waktu yang dibutuhkan untuk mengekspos suatu spesimen dengan pesawat Sinar X atau kamera Gamma. Pemilihan tegangan tinggi untuk mengekspos suatu spesimen berdasarkan tebal dan jenis bahan diatur dalam standard JIS, ASME, DIN dll.



Gambar 5. Kurva Eksposur untuk tegangan 150 kV dan 200 kV

Kurva karakteristik film dan eksposur harus memberikan data : bahan spesimen, jenis film dan merek pesawat sinar X (radioisotop), tegangan, FFD atau SFD, screen dan temperatur saat pemrosesan film di kamar gelap. Semua parameter diatas harus disertakan, karena dapat memberikan koreksi pada hasil film radiografi yang diperoleh.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Eksperimen pembuatan kurva karakteristik film dan kurva eksposur telah dilakukan dan memberikan hasil yang baik, terbukti dengan menggunakan kurva tersebut telah dihasilkan gambar radiografi yang diharapkan sesuai dengan standar JIS. Pengujian kurva eksposur ini dilakukan pada eksperimen lain dengan menggunakan beberapa spesimen plat dan pipa.



Widyanuklida/ol 6 No.2, Desember2005

Mengingat pentingnya penggunaan kurva  $\text{m}^2$ , maka pengetahuan, metode dan pembuatannya sebaiknya dimasukkan dalam kurikulum pelatihan Radiografi Level II Pusdiklat - BATAN sebagai bahan praktikum.

Thanks to:

1. *Mr. Norikazu Ooka*, Radiation Application Development Association (RADA)
2. *Mr. Toshihiro Ohba*, Mechanical Engineering and Electronics Group, Div. Of Engineering Service, JAERI

Reference:

1. JIS (Japan industry standard)
2. *Norikazu Ooka, Toshihiro Ohba*, Lecturing note, Instructor Training program 2003 JAERI for SATAN.
3. *M. Zainuddin, Usman Kadir*, Report on Instructor Training Program, NuTEC - JAERI10 Nov. - 20 Dec. 2003