

HUBUNGAN TEBAL BAHAN TERHADAP KONTRAS FILM DALAM HUBUNGAN RADIOGRAFI METODE TAK LANGSUNG

Karajaya
Arlinah Kusnowo, Chaerul Saleh, Y.M. Kinley A.

Pusat Penelitian Teknik Nuklir

ABSTRAK

HUBUNGAN TEBAL BAHAN TERHADAP KONTRAS FILM DALAM NEUTRON RADIOGRAFI DENGAN NEUTRON RADIOGRAFI METODE TAK LANGSUNG. Untuk dapat melihat gambar neutron radiografi dengan jelas, perlu diketahui kekontrasan film antara kehitaman latar belakang terhadap kehitaman obyeknya karena pengaruh ketebalan obyek. Maka dalam eksperimen neutron radiografi metode tak langsung ini dilakukan penelitian pengaruh tebal dari beberapa macam bahan seperti Plexiglass, Aluminium, Indium, dan Timbal terhadap kontras pada film yang dihasilkan. Dengan variasi tebal dari masing-masing bahan tersebut di atas, dan dengan mempergunakan dua jenis layar Dysprosium didapatkan hubungan yang tidak linear antara kontras film (D) terhadap tebal obyek. Secara umum dari dua jenis layar yang dipergunakan, layar Dysprosium menghasilkan kontras yang lebih baik.

ABSTRACT

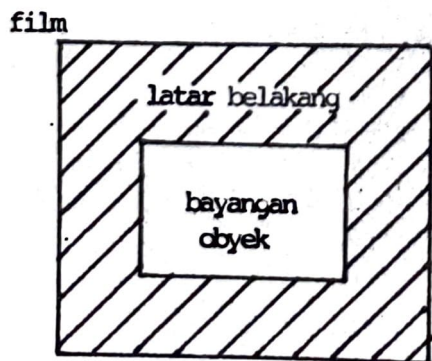
THE RELATIONSHIP BETWEEN MATERIAL THICKNESS AND FILM CONTRAST IN INDIRECT NEUTRON RADIOGRAPHY. In order to obtain a sharp image in neutron radiography the film contrast should be known i.e. the relative darkness of the object with respect to background due to its thickness. In the present study the influence of material thickness on the contrast of the developed film was investigated for Plexiglass, Aluminium, Indium and Lead. By varying material thickness and using two types of screens, Dysprosium and Indium, a non linear relationship was obtained between film contrast (D) and object thickness. In general, it can be seen that the Dysprosium screen produced better contrast.

PENDAHULUAN

Secara umum kekontrasan didefinisikan sebagai selisih kehitaman film latar belakang terhadap kehitaman film karena pengaruh bayangan obyek, yang diukur dengan densitometer bila digambarkan akan menjadi :

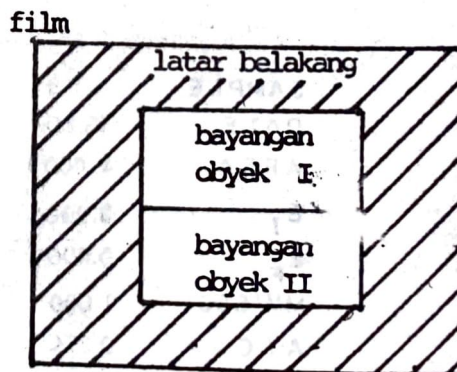
Kehitaman latar belakang dan kehitaman bayangan obyek dapat diukur dengan alat densitometer.

Tetapi kekontrasan dapat juga didefinisikan sebagai :



Gambar 1-1

$$\text{kekontrasan} = \frac{(\text{kehitaman latar belakang}) - (\text{kehitaman bayangan obyek})}{(\text{kehitaman bayangan obyek})}$$



Gambar 1-2

$$\text{Kekontrasan film} = \frac{(\text{kehitaman bayangan obyek I}) - (\text{kehitaman bayangan obyek II})}{(\text{kehitaman bayangan obyek II})}$$

bila kehitaman bayangan obyek I > kehitaman bayangan obyek II) Kekontrasan semacam ini disebut kekontrasan relatif bayangan obyek I terhadap bayangan obyek II.

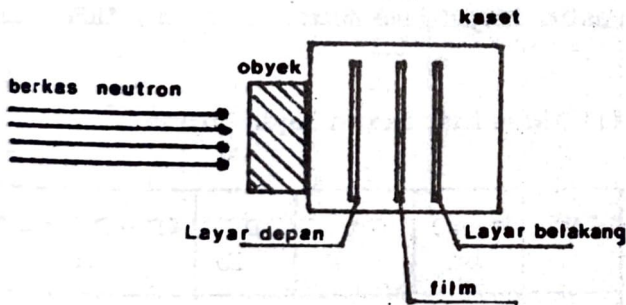
Tetapi dalam tulisan ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh ketebalan suatu obyek terhadap kekontrasan secara umum saja.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh ketebalan suatu obyek terhadap kekontrasan yang dihasilkan. Ternyata kekontrasan bukan merupakan hubungan yang linier terhadap ketebalan obyek, Dari bahan-bahan yang diamati, bahan plexyglass dan bahan indium menghasilkan kontras yang cukup tajam, sedangkan bahan aluminium dan timbal menghasilkan kontras yang kurang tajam.

BAHAN DAN TATA KERJA

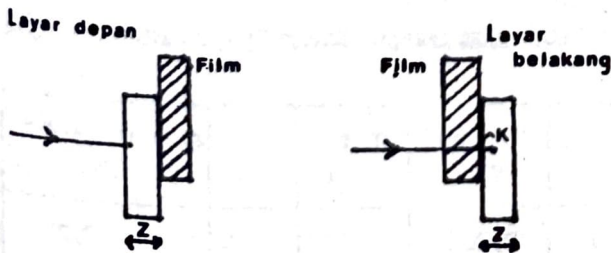
(a) Bahan layar

Dalam pengambilan gambar neutron radiografi, kaset yang dipergunakan mempunyai dua buah layar yaitu layar bagian depan dan bagian belakang (Gambar 2-1).



Gambar 2-1

Tebal layar yang diperlukan untuk mendapatkan kehitaman latar belakang film yang optimum adalah :



Layar depan :

$$z = \frac{1}{k - n} \ln \frac{K}{n} \dots \dots \dots (2 - 1)$$

Layar belakang :

$$z = \frac{1}{K + n} \ln 20 \dots \dots \dots (2 - 2)$$

dengan ketentuan :

$$z = \frac{-1}{(0,52 \cdot 10) - 10,09} \text{ (cm)}$$

- = massa jenis bahan layar
- n = penampang lintang serapan makroskopik dari layar (cm⁻¹)
- z = tebal layar (cm)

Dalam penelitian ini dipergunakan dua macam layar, yaitu layar dari bahan indium dan bahan dysprosium.

Tabel 2-1

Bahan layar	n (cm ⁻¹)	K(cm ⁻¹)	T _{1/2} (menit)
115 In	7,3	17,0	54
164 Dy	30,1	14,7	139

Bila harga-harga pada tabel (2-1) dimasukkan kedalam persamaan (2-1) dan persamaan (2-2) akan diperoleh tebal layar :

(1) Untuk Indium (layar depan)

$$z = \frac{1}{17,0 - 7,3} \ln \frac{17,0}{7,3} = 0,087 \text{ cm} = 0,87 \text{ mm}$$

Layar belakang

$$z = \frac{1}{17,0 + 7,3} \ln 20 = 0,121 \text{ cm} = 1,21 \text{ mm}$$

(2) Untuk Dysprosium

Layar depan

$$z = \frac{1}{14,7 - 30,1} \ln \frac{14,7}{30,1} = 0,046 \text{ cm} = 0,46 \text{ mm}$$

Layar belakang :

$$z = \frac{1}{14,7 + 30,1} \ln 20 = 0,066 \text{ cm} = 0,46 \text{ mm}$$

Fungsi dari pada layar dalam eksperimen ini adalah sebagai converter, yaitu mengubah berkas-berkas neutron menjadi sinar gamma. Sesuai dengan metode aktivasi, layar yang disinari dengan berkas neutron akan menjadi aktif dan di dalam peluruhannya akan memancarkan sinar gamma, sinar gamma yang dipancarkan oleh layar inilah yang berfungsi membentuk bayangan benda pada film.

Dalam radiografi neutron cara tak langsung ini, kehitaman film selain dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya seperti : fluks neutron termal, waktu penyinaran obyek dan layar, waktu paparan film ke layar dalam kaset, jenis film yang dipergunakan dan proses pencucian film di kamar gelap.

(b) Pemilihan Bahan-bahan Obyek

Dalam eksperimen ini dilakukan penelitian kekontrasan film dari bahan-bahan plexy glass, Aluminium, Timbal dan Indium, karena keempat jenis bahan ini dapat mewakili bahan-bahan yang mempunyai penampang lintang serapan neutron kecil, sedang dan besar. Aluminium dan Timbal mempunyai penampang serapan neutron termal yang kecil, plexy glass sedang, dan Indium besar.

Tabel 3-1

Bahan	Tebal				
	t (mm) 1	t (mm) 2	t (mm) 3	t (mm) 4	t (mm) 5
Aluminium	2,20	4,26	6,15	7,83	10,14
Plexy glass	2,20	4,18	5,87	7,75	10,45
Timbal	2,10	4,42	6,16	8,12	10,36
Indium	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75

t_i, dengan i = 1,2,3,4,5 adalah tebal bahan i dalam ukuran milimeter (mm). Jadi tiap-tiap bahan dibuat dalam lima macam ketebalan.

Waktu Penyinaran dan Waktu Paparan Film

Semua bahan-bahan tersebut di atas dalam penyinaran mendapatkan perlakuan yang sama, artinya semua bahan mendapat fluks neutron dari kolimator pada beamport dengan waktu penyinaran yang sama yaitu selama 2 jam dengan daya reaktor 700 Kwatt. Dan waktu tunggu, yaitu waktu dari saat selesai penyinaran ke mulai paparan selama 10 menit. Sedangkan waktu paparan ke layar, untuk layar Dysprosium selama 20 menit, dan untuk layar Indium selama 25 menit.

Pemilihan waktu paparan untuk dysprosium selama 20 menit dan Indium selama 25 menit, ini berdasarkan pada percobaan yang dilakukan sebelumnya, yaitu tentang "Sebuah metoda penentuan selang waktu paparan layar-film dalam pembuatan kurva karakteristik kehitaman film latar belakang dalam radiografi neutron cara tak-langsung", dengan waktu tersebut sudah didapatkan kehitaman latar belakang dengan densitas sekitar 2. Kehitaman latar belakang dengan den-

sitas 2 ini adalah yang lebih baik dari yang lainnya, bila densitas latar belakang jauh lebih besar dari 2 akan tampak terlalu hitam sedangkan bila jauh lebih kecil dari 2 kekontrasan latar belakang dengan obyek kurang jelas.

Film dan Proses Pencucian Film.

Film yang dipergunakan adalah film struktural D7 (Agfa Gaevent) dengan ketebalan 0,18 mm. Semua film dalam proses pencuciannya mendapatkan perlakuan yang sama. Pencucian film dalam larutan pengembang selama 5 menit, kemudian dalam larutan penahan selama 1/2 menit, lalu dalam larutan penutup selama 4 menit dan terakhir dicuci dengan air mengalir selama 15 menit.

Setelah selesai proses pencucian, film dikeringkan dan setelah kering baru dilakukan pengukuran film-film tersebut dengan menggunakan densitometer.

HASIL DAN DISKUSI

Setelah dilakukan pengukuran kehitaman film dari semua bahan-bahan yang diamati, masing-masing dengan lima macam ketebalan, didapatkan :

(1) Aluminium, dengan layar Indium

No.	t (mm) i	D t i	D lb	ΔD = D - D t lb 1
1	2,20	1,73	1,92	0,19
2	4,26	1,61	1,92	0,31
3	6,15	1,55	1,92	0,37
4	7,83	1,51	1,92	0,41
5	10,14	1,48	1,92	0,44

(2) Aluminium dengan layar Dysprosium

No.	t (mm) i	D t i	D lb	ΔD = D - D t lb 1
1	2,20	1,83	2,04	0,21
2	4,26	1,70	2,04	0,34
3	6,15	1,62	2,04	0,42
4	7,83	1,56	2,04	0,48
5	10,14	1,52	2,04	0,52

(3) Plexy glass, dengan layar Indium

No.	t (mm) i	Dt i	D lb	$\Delta D = D - Dt$ lb 1
1	2,20	1,70	1,98	0,28
2	4,18	1,52	1,98	0,46
3	5,87	1,34	1,98	0,64
4	7,75	1,27	1,98	0,71
5	10,45	1,19	1,98	0,77

(4) Plexi glass, dengan layar Dysprosium

No.	t (mm) i	Dt i	D lb	$\Delta D = D - Dt$ lb 1
1	2,20	1,65	1,95	0,30
2	4,18	1,44	1,95	0,51
3	5,87	1,28	1,95	0,67
4	7,75	1,12	1,95	0,83
5	10,45	1,06	1,95	0,89

(5) Timbal dengan layar Indium

No.	t (mm) i	Dt i	D lb	$\Delta D = D - Dt$ lb 1
1	2,10	1,98	2,12	0,14
2	4,26	1,87	2,12	0,25
3	6,15	1,78	2,12	0,34
4	7,83	1,78	2,12	0,39
5	10,14	1,73	2,12	0,43

(6) Timbal, dengan layar Dysprosium

No.	t (mm) i	Dt i	D lb	$\Delta D = D - Dt$ lb 1
1	2,10	1,71	1,88	0,17
2	4,42	1,57	1,88	0,31
3	6,16	1,46	1,88	0,42
4	8,12	1,40	1,88	0,48
5	10,36	1,36	1,88	0,52

(7) Indium, dengan layar Indium

No.	t (mm) i	Dt i	D lb	$\Delta D = D - Dt$ lb 1
1	0,15	1,18	1,86	0,68
2	0,30	0,99	1,86	0,87
3	0,45	0,92	1,86	0,94
4	0,60	0,87	1,86	0,99
5	0,75	0,83	1,86	1,03

(8) Indium, dengan layar Dysprosium

No.	t (mm) i	Dt i	D lb	$\Delta D = D - Dt$ lb 1
1	0,15	1,49	2,08	0,59
2	0,30	1,30	2,08	0,78
3	0,45	1,17	2,08	0,91
4	0,60	1,10	2,08	0,98
5	0,75	1,04	2,08	1,04

t = tebal dari masing-masing obyek (mm) dari i ngan i dari 1 sampai 5

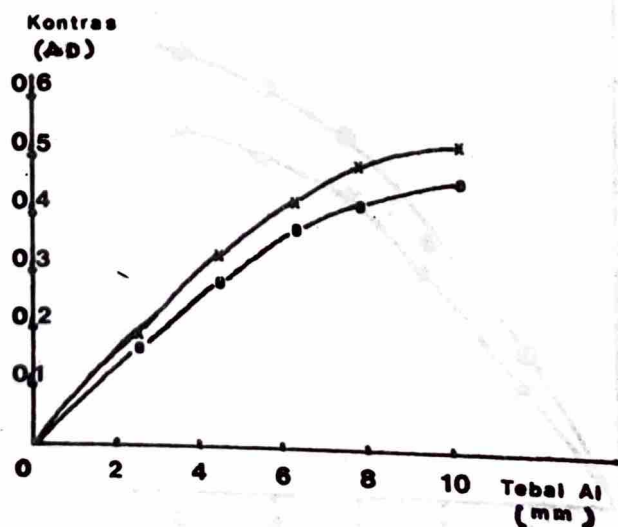
D = densitas film karena pengaruh ketebalan ti obyek t i

D = densitas film latar belakang lb

$\Delta D = D - Dt$ = kontras antara densitas film lb ti latar belakang dengan film karena pengaruh ketebalan obyek.

Bila dibuatkan grafik hubungan antara ketebalan bahan (ti) terhadap kekontrasan (D) akan didapatkan :

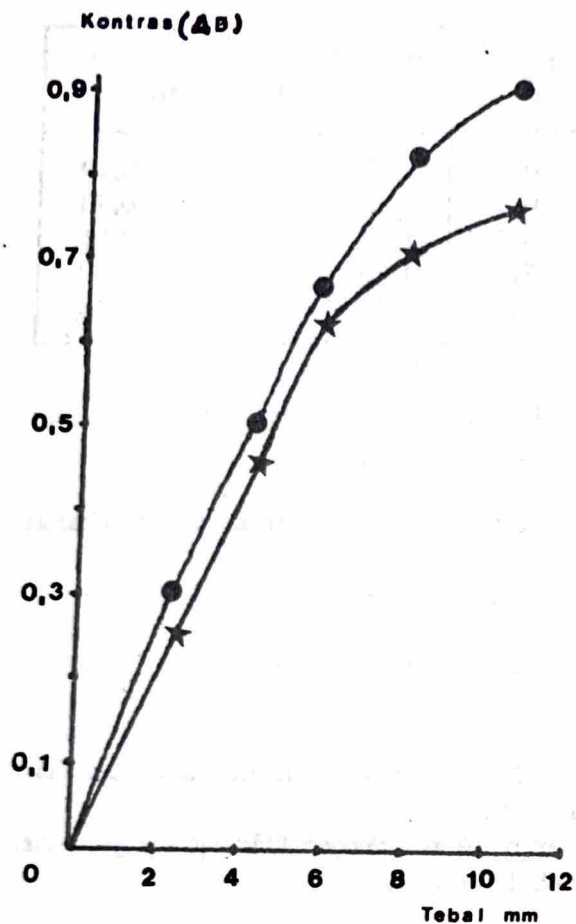
(1) Untuk bahan Aluminium



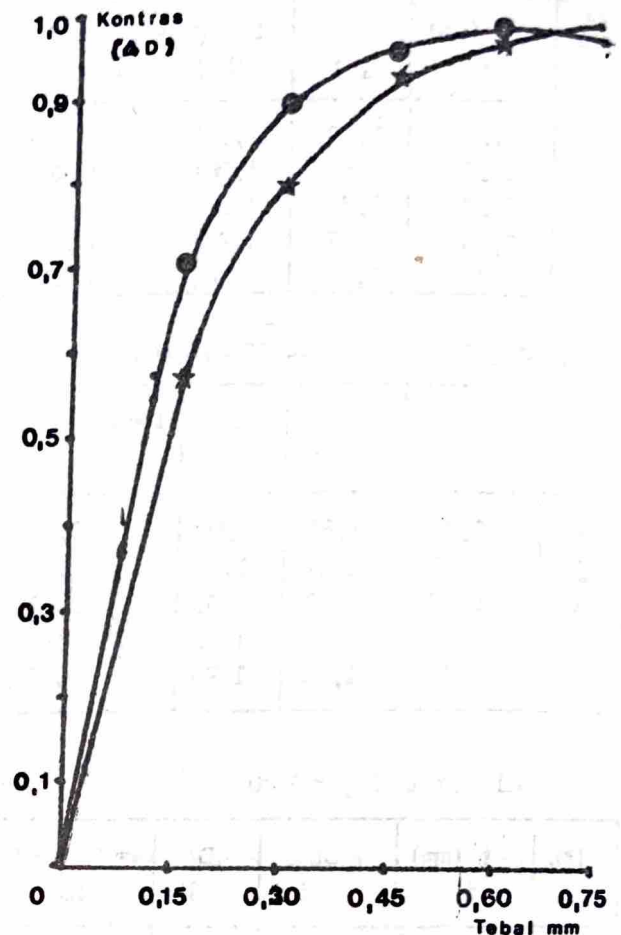
Keterangan :

x, dengan mempergunakan layar Dysprosium
o, dengan mempergunakan layar Indium.

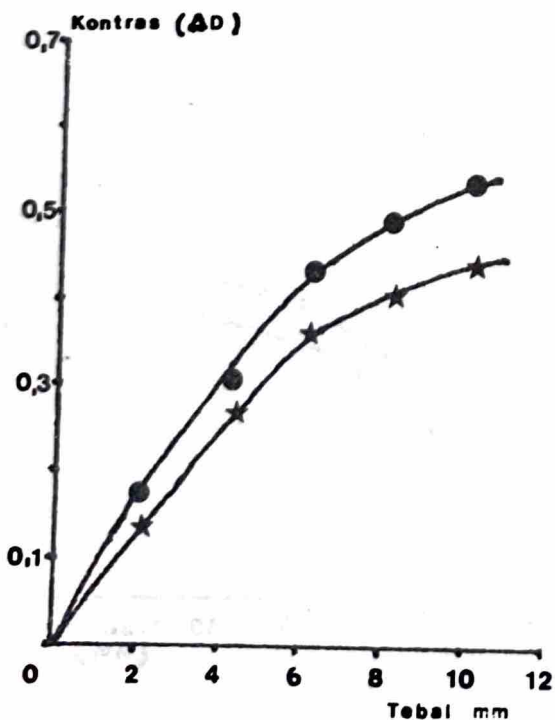
(2) Untuk bahan Plexy glass



(4) Untuk bahan Indium



(3) Untuk bahan Timbal



Dari grafik hubungan antara kontras film terhadap tebal obyek didapatkan, kedua hubungan tersebut bukan merupakan hubungan yang linear. Tetapi kemiringan grafik untuk ketebalan yang lebih rendah adalah lebih besar dibandingkan dengan ketebalan yang lebih tinggi, ini sesuai dengan sifat atenuasi suatu bahan terhadap neutron.

Dari empat jenis obyek yang diamati maka Indium menghasilkan kontras yang paling baik, hanya dengan tebal yang jauh lebih rendah dari bahan-bahan yang lainnya menghasilkan kontras yang jauh lebih tajam. Tetapi antara bahan-bahan Aluminium, Plexyglass dan Timbal yang mempunyai ketebalan yang hampir sama, bahan plexyglass menghasilkan kontras yang lebih baik, dan Aluminium menghasilkan kontras yang paling rendah, hal ini disebabkan Aluminium mempunyai penampang lintang absorpsi paling kecil terhadap neutron termal.

Sedangkan dari kedua jenis layar yang dipergunakan, layar Dysprosium menghasilkan kontras yang lebih baik, ini menunjukkan bahwa kolimator yang kita miliki untuk neutron radiografi metode tak langsung akan lebih baik mempergunakan layar Dysprosium dari pada layar Indium, demikian

juga waktu paparan untuk layar Dysprosium lebih pendek dari layar Indium.

Tetapi bila dilihat hasil untuk nahan Indium, kontras yang dihasilkan dengan mempergunakan layar Indium sedikit lebih baik dibandingkan layar Dysprosium, sampai saat ini belum bisa kami terangkan mengapa hal ini terjadi.

Dalam eksperimen ini ketebalan layar yang diperlukan belum dapat dipenuhi seperti yang disebutkan dapat teori pada awal tulisan ini, jadi masih lebih tipis dari yang harus dipergunakan, tetapi hal ini tidak banyak pengaruhnya karena telah diketahui waktu yang sesuai untuk penyinaran layar dan paparan film pada layar.

DAFTAR PUSTAKA

1. P.Von Der Hardt dan H.Rottger, Neutron Radiography Handbook, D.Reidel Publishing Company, 1981.
2. Harold Berger, The Present State of Neutron Radiography and Its Potential, The President's Honour Lecture, Great Britain, September 1971.
3. Barton, J.P., A Visual Image Quality Indicator (VISQI) for Neutron Radiography, Journal of Material, Vol. 7, No.1, 1972.
4. Chalmeton (V), Neutron Radiography, Acta Electronica, Vol.16 No. 1, 1972.
5. Harms, A.A., Physical Processes and Mathematical Methods in Neutron Radiography, Atomic Energy Review, Vol. 15, No. 2, 1977.