

ISSN : 2540-8062  
**PROSIDING**



**SENPATEN**

**SEMINAR NASIONAL PENDAYAGUNAAN TEKNOLOGI NUKLIR**  
**National Seminar on Nuclear Technology Utilization in conjunction**  
**with FNCA Workshop on Research Reactor Utilization**

**PUSPIPTEK - Serpong, 21 - 23 November 2017**

Nuclear Technology Utilization  
in the fields of Food, Health, Industry and Environment  
through strengthening regional collaboration



**FNCA**  
Forum for Nuclear Cooperation in Asia





**Seminar Pendayagunaan Teknologi Nuklir 2017**  
**Badan Tenaga Nuklir Nasional**  
**Tangerang Selatan 21-23 November 2017**



---

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas petunjuk dan karunia-Nya **Prosiding Seminar Nasional Pendayagunaan Teknologi Nuklir (SENPATEN) 2017** dapat diterbitkan. Prosiding ini merupakan dokumentasi yang memuat karya tulis ilmiah para peserta SENPATEN 2017 yang diselenggarakan bersamaan dengan *FY2017 FNCA Workshop on Research Reactor Utilization Project*. Kegiatan tersebut diselenggarakan di Gedung 720 Auditorium Pusat Inovasi dan Bisnis Teknologi, Kawasan PUSPIPEK Serpong, Tangerang Selatan, pada tanggal 21-23 November 2017, dengan mengambil tema "*Pendayagunaan teknologi nuklir di bidang pangan, kesehatan, industri dan lingkungan melalui penguatan kerjasama regional*".

Pada Seminar Pendayagunaan Teknologi Nuklir 2017 panitia menerima sebanyak 81 makalah dari BAPETEN, BATAN, BPFK-Jakarta, ITB, STIKES Guna Bangsa Yogyakarta, Universitas Indonesia, Universitas Nasional, Universitas Pamulang, dan setelah dilakukan seleksi serta evaluasi, diputuskan 30 makalah dipresentasikan secara *oral*, dan sisanya disajikan dalam bentuk poster.

Setelah melalui proses penyuntingan, dalam Prosiding Seminar Nasional Pendayagunaan Teknologi Nuklir 2017 ini, sebanyak 77 makalah dicantumkan sebagai makalah lengkap yang diklasifikasikan kedalam beberapa bidang yaitu pangan, kesehatan, industri, lingkungan, energi, keselamatan dan keamanan, metrologi serta bidang lainnya yang terkait dengan pedayagunaan teknologi nuklir. Semoga prosiding ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi untuk memacu kegiatan penelitian, pengembangan serta pendayagunaan teknologi nuklir di Indonesia. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan Prosiding ini.

Serpong, Maret 2018

Dewan Editor



**Seminar Pendayagunaan Teknologi Nuklir 2017**  
**Badan Tenaga Nuklir Nasional**  
**Tangerang Selatan 21-23 November 2017**



**DAFTAR ISI**

<b>Kata Pengantar</b>	.....	i
<b>Sambutan Deputi Pendayagunaan Teknologi Nuklir</b>	.....	ii
<b>SK Kepala BATAN No. 232/KA/X/2017</b>		
<b>Tentang Penyelenggaraan Seminar Nasional</b>		
<b>Pendayagunaan Teknologi Nuklir – Workshop FNCA, dan</b>		
<b>Pembentukan Panitia</b>	.....	iii
<b>Daftar Isi</b>	.....	ix
<b>Daftar Pemakalah</b>	.....	x
<b>Bidang Pangan</b>	.....	1 – 13
<b>Bidang Kesehatan</b>	.....	15 – 181
<b>Bidang Industri</b>	.....	183 – 301
<b>Bidang Lingkungan</b>	.....	303 – 336
<b>Bidang Energi</b>	.....	337 – 434
<b>Bidang Keselamatan dan Keamanan</b>	.....	435 – 497
<b>Bidang Metrologi</b>	.....	499 – 514
<b>Bidang Lainnya</b>	.....	515 – 519



## RADIOGRAFI Co-60 PADA CORAN HUB

Djoli Soembogo

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi-BATAN, Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440.  
[djoli@batan.go.id](mailto:djoli@batan.go.id)

### ABSTRAK

Radiografi ini menggunakan sumber radiasi dari isotop Co-60. Pengaplikasian radiografi Co-60 sudah berkembang dan sudah banyak dimanfaatkan di industri pengecoran logam carbonsteel. Pengujian menggunakan film AGFA D7 sebagai penangkap gambar untuk mendapatkan kontras medium, kepekaan medium dan kualitas bayangan yang baik. Radiografi pada coran Hub bertujuan untuk mengetahui cacat atau diskontinuitas pada material coran Hub yang beresiko tinggi terjadi kegagalan saat beroperasi jika melebihi yang distandarkan. Telah dilakukan pengujian radiografi pada coran Hub dengan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal menggunakan Co-60 dengan parameter pengamatan densitas film radiografi dan bentuk cacat pada daerah uji. Waktu paparan Co-60 adalah 9,87 menit untuk metal coran Hub 55 mm dengan aktivitas Co-60 adalah 17,3 Ci. Hasil pengujian radiografi Co-60 pada coran Hub dengan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal didapat parameter densitas film radiografi untuk film AGFA D7 adalah antara 2,00 sampai dengan 4,00, penumbra hasil radiografi didapat dibawah 0,51 mm untuk ketebalan dibawah 50 mm dan penumbra hasil radiografi didapat dibawah 0,76 mm untuk ketebalan antara 50,8 mm sampai dengan 76,2 mm, sensitivitas film radiografi adalah dibawah 2,00%, dan ditemukan cacat Shrinkage tipe A level 5 dan cacat Shrinkage tipe B level 4 yang signifikan. Status radiografi Co-60 dapat diterima karena densitas film sudah sesuai dengan standar yang diacu dan status cacat coran Hub tidak dapat diterima, karena tidak sesuai dengan standar yang diacu.

Kata kunci : Radiografi Co-60, coran Hub, Shrinkage.

### ABSTRACT

*This radiography using a source of radiation from isotope Co-60. The application of Co-60 radiography has been developed and has been used in metal casting industry of carbonsteel. The examination using film AGFA D7 as image capture to get a contrast medium, medium sensitivity and good image quality. Radiographs of the casting Hub aims to find defects or discontinuities in the casting material Hub that is high risk failure occurs during operation if it exceed standardized. Radiography testing has been conducted on the casting Hub with Single Wall Single Image method using Co-60 observations with the parameter radiographic film density and defect type at the area test. Co-60 exposure time is 9.87 minutes for a thickness of 55 mm Hub metal casting with activity of Co-60 is 17.3 Ci. The test results of Co-60 radiography in Hub casting with Single Wall Single Image method obtained radiographic film density parameter for the film AGFA D7 is between 2.00 until 4.00, the unsharpness geographyc of radiographic results obtained under 0.51 mm for a thickness of less than 50 mm and the unsharpness geographyc of radiographic results obtained under 0.76 mm in thickness between 50.8 mm to 76.2 mm, the sensitivity of the film radiografi is below 2.00%, and there were found Shrinkage defects of type A level 5 and shrinkage defects of type B level 4 that are significant level. Status Co-60 radiography can be accepted because the density of the film is in conformity with the standards referred and Hub Casting disability status is not acceptable, because it does not conform with the standards referred.*

*Key words : Radiography Co-60, Hub casting, Shrinkage.*



## 1. PENDAHULUAN

Radiografi ini menggunakan sumber radiasi dari isotop Co-60. Pengaplikasian radiografi Co-60 sudah berkembang dan sudah banyak dimanfaatkan di industri pengecoran logam *carbonsteel*. Radiografi ini menggunakan film AGFA D7 sebagai penangkap gambar untuk mendapatkan kontras medium, kepekaan medium dan kualitas bayangan yang baik.

Radiografi Co-60 pada coran *Hub* bertujuan untuk mendeteksi/mengetahui cacat atau diskontinuitas material coran *Hub* seperti retak (*crack*), penyusupan benda asing (*slag inclusion*), porositas, *Shrinkage*, *Insert* sesuai standar yang diacu dengan cara membandingkan gambar film hasil pengujian dengan film standar.

## 2. TEORI

Prosedur radiografi Co-60 pada coran *Hub* menggunakan film AGFA D7 dan larutan *Fixer-Developer* yang mengacu pada *ASME section V* [1] untuk teknik radiografi dan *ASME section VIII, Division 1, Mandatory Appendix 7, Examination of steel casting* [2] atau *ASTM Reference Radiographs for Steel Castings up to 51 mm in thickness* [3] dan *ASTM Reference Radiographs for Heavy walled 51 to 114 mm Steel Casting* [4] untuk standar penerimaan hasil radiografi. Sesuai dengan persyaratan standar *ASME section V article 2* [1], code T-282.1, densitas film radiografi untuk sumber Co-60 yang terbaca pada alat densitometer mempunyai rentang 2,00 – 4,00 dan mengacu *ASME section V article 2* [1], code T-282.2, densitas bervariasi pada daerah periksa antara minus 15% dan plus 30%, dibandingkan densitas pada daerah *penetrrometer*. Gambar 1 memperlihatkan film standar *IWW* cacat *shrinkage* tipe A level 5 dan Gambar 2 memperlihatkan film standar *IWW* cacat *shrinkage* tipe B level 4.



Gambar 1. Film standar *IWW* cacat *shrinkage* tipe A level 5.



Gambar 2. Film standar *IWW* cacat *shrinkage* tipe B level 4.

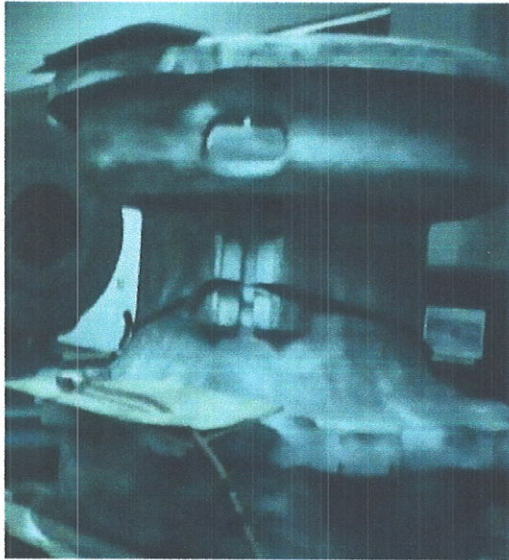
## 3. BAHAN DAN PERALATAN

3.1. *Bahan* radiografi Co-60 pada coran *Hub* adalah sebagai berikut :

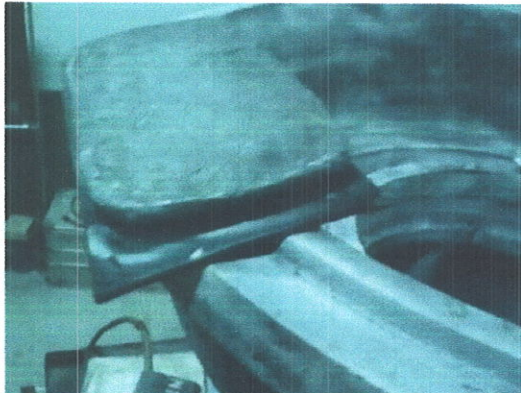
1. Coran *Hub* jenis material *Carbonsteel* [4] dengan ketebalan antara 22 mm dan 84 mm.
2. Larutan pemroses film terdiri dari *developer* 20 liter, *air stopbath* 20 liter, *Fixer* 20, *air bersih pembilas* 30 liter
3. Film kecepatan sedang AGFA D7 ukuran 7 x 17 inci<sup>2</sup> 50 film

Coran *Hub* yang diradiografi Co-60 diperlihatkan pada gambar 3, Posisi film yang diradiografi Co-60 diperlihatkan pada gambar 4, dan Posisi sumber Co-60 yang terkolimasi diperlihatkan pada gambar 5.

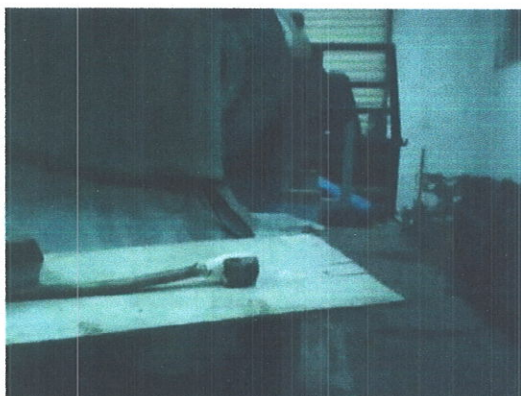




Gambar 3. Coran Hub yang diradiografi Co-60.



Gambar 4. Posisi film yang diradiografi Co-60 (posisi 1-22).



Gambar 5. Posisi sumber Co-60 yang terkolimasi (posisi 23-46).

3.2. Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Sumber Co-60, kamera, dan kabel *crank* pengendali 1 unit
2. Pb tebal 3 mm 2 lembar
3. Penetrameter ASTM 1B dan ASTM 1C a 1 set
4. Lead Letter Pb 1 set
5. Hanger 7 x 17" 12 set
6. Stopwatch 1 set
7. Longtang 1 set
8. Surveymeter 1 set
9. Rollmeter 1 set
10. Statip pendukung 1 set

Alat isotop Co-60 dalam wadah kamera dengan aktivitas 17,3 Ci dan Surveumeter diperlihatkan pada gambar 6.

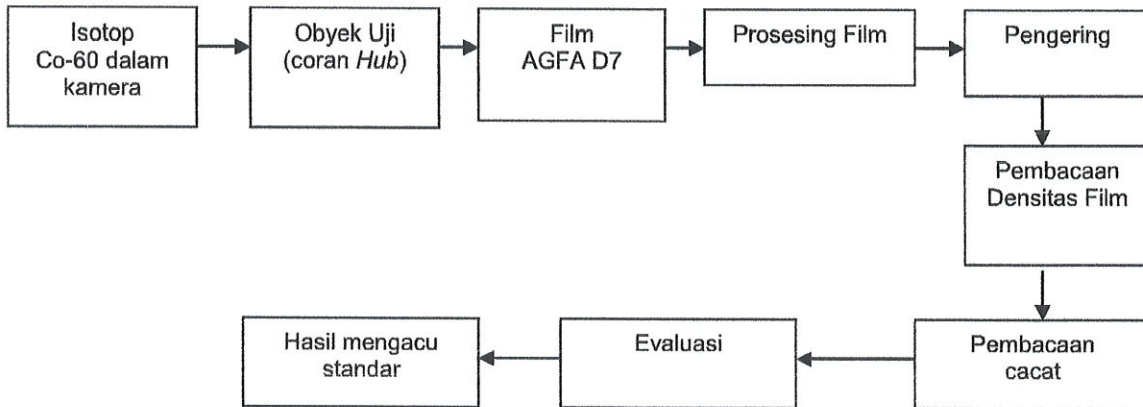


Gambar 6. Isotop Co-60 dalam wadah kamera dan Surveymeter.

#### 4. TATA KERJA

Radiografi ini menggunakan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal atau *Single Wall Single Image (SWSI)* dengan 1 penetrameter ASTM 1B atau ASTM 1C berlokasi letak di tengah menghadap sumber (*source side*) tegak lurus diatas coran Hub. Jarak tegak lurus antara sumber dan film (*Source Film Distance* atau *SFD*) bervariasi antara 420 mm sampai dengan 670 mm dan dimensi sumber adalah 3,81 mm. Dalam pengujian ini menggunakan langkah-langka kerja seperti diperlihatkan pada gambar 6.





Gambar 6. Langkah-langkah kerja.

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tebal spesimen dengan menggunakan kurva paparan Co-60 (Lampiran 1) diperoleh waktu paparan *trial and error* adalah 9,87 menit untuk radiografi tebal metal coran *Hub* 55 mm dengan jarak antara sumber dan film (*Source Film Distance*) tegak lurus adalah 670 mm dan dimensi sumber Co-60 adalah 3,81 mm dengan aktivitas 17,3 Ci. Dalam hal ini film yang digunakan adalah AGFA D7 berukuran 7 x 17 inci<sup>2</sup>. Radiografi menguji coran *Hub* (jenis material *Carbonsteel* dengan tebal 22 mm sampai dengan 84 mm) dengan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal didapat densitas film AGFA D7 bervariasi antara 2,00 sampai dengan 4,00, penumbra hasil radiografi didapat dibawah 0,51 mm untuk ketebalan dibawah 50 mm dan penumbra hasil radiografi didapat dibawah 0,76 mm untuk ketebalan antara 50,8 mm sampai dengan 76,2 mm, sensitivitas film radiografi adalah dibawah 2,00% sesuai standar yang diacu [1], [6], [7], [8].

Hasil uji radiografi Co-60 pada coran *Hub* dapat dilihat pada tabel 1 dan hasil uji ditemukan cacat pada posisi 9 adalah *Shrinkage* tipe B level 4, pada posisi 12 adalah *Shrinkage* tipe A level 5, pada posisi 16 adalah *Shrinkage* tipe B level 4 yang menyerupai gambar film standar. Hasil radiografi metal coran *Hub* ditemukan cacat yang menyerupai gambar film standar yang signifikan dan indikasi relevan. Berdasarkan data tersebut diatas, maka status metal coran *Hub* tidak dapat diterima karena telah melebihi batas maksimal *severity level* yaitu level 3 sesuai standar [2]. Cacat coran *Hub* ini kemungkinan disebabkan pengecoran metal yang tidak mengikuti prosedur kerja yang standar atau *human error*.

Tabel 1. Hasil radiografi Co-60 pada coran *Hub*.

No.	Metode/Film/Posisi	Cacat tipe level	Tebal (mm)	Level penerimaan	Status	Keterangan
1	DWSII/AGFA D7/1	ITR	55	1	Diterima	ITR adalah Indikasi Tidak Relevan. B1 adalah cacat Pasir dan <i>Slag</i> inklusi CA1 adalah cacat <i>Shrinkage</i> tipe A level 1. CB5 adalah cacat
2	DWSII/AGFA D7/2	ITR	55	1	Diterima	
3	DWSII/AGFA D7/3	CA1	55	1	Diterima	
4	DWSII/AGFA D7/4	ITR	55	1	Diterima	
5	DWSII/AGFA D7/5	CA1	55	1	Diterima	

6	DWSII/AGFA D7/6	CA1	55	1	Diterima	Shrinkage tipe B level 5.
7	DWSII/AGFA D7/7	CA1	55	1	Diterima	
8	DWSII/AGFA D7/8	CA1	55	1	Diterima	
9	DWSII/AGFA D7/9	CB4	32	3	Ditolak	
10	DWSII/AGFA D7/10	B1	32	3	Diterima	
11	DWSII/AGFA D7/11	B1	32	3	Diterima	
12	DWSII/AGFA D7/12	CA5	32	3	Ditolak	
13	DWSII/AGFA D7/13	CB2	32	3	Diterima	
14	DWSII/AGFA D7/14	ITR	32	3	Diterima	
15	DWSII/AGFA D7/15	B2	32	3	Diterima	
16	DWSII/AGFA D7/16	CB4	32	3	Ditolak	
17	DWSII/AGFA D7/17	ITR	48	3	Diterima	
18	DWSII/AGFA D7/18	B1	48	3	Diterima	
19	DWSII/AGFA D7/19	Cacat film	48	3	Diterima	
20	DWSII/AGFA D7/20	ITR	48	3	Diterima	
21	DWSII/AGFA D7/21	B1	48	3	Diterima	
22	DWSII/AGFA D7/22	ITR	48	3	Diterima	
23	DWSII/AGFA D7/23	ITR	22	3	Diterima	
24	DWSII/AGFA D7/24	ITR	22	3	Diterima	
25	DWSII/AGFA D7/25	ITR	22	3	Diterima	
26	DWSII/AGFA D7/26	CA1	22	3	Diterima	
27	DWSII/AGFA D7/27	ITR	22	3	Diterima	
28	DWSII/AGFA D7/28	ITR	28	3	Diterima	
29	DWSII/AGFA D7/29	ITR	84	2	Diterima	
30	DWSII/AGFA D7/30	ITR	84	2	Diterima	
31	DWSII/AGFA D7/31	ITR	84	2	Diterima	
32	DWSII/AGFA D7/32	ITR	84	2	Diterima	
33	DWSII/AGFA D7/33	ITR	84	2	Diterima	
34	DWSII/AGFA D7/34	ITR	84	2	Diterima	
35	DWSII/AGFA D7/35	ITR	84	2	Diterima	
36	DWSII/AGFA D7/36	ITR	84	2	Diterima	
37	DWSII/AGFA D7/37	ITR	84	2	Diterima	



38	DWSII/AGFA D7/38	ITR	84	2	Diterima
39	DWSII/AGFA D7/39	B1	50	3	Diterima
40	DWSII/AGFA D7/40	B1	50	3	Diterima
41	DWSII/AGFA D7/41	B1	50	3	Diterima
42	DWSII/AGFA D7/42	CA1	50	3	Diterima
43	DWSII/AGFA D7/43	CA1	50	3	Diterima
44	DWSII/AGFA D7/44	B1	50	3	Diterima
45	DWSII/AGFA D7/45	B2	50	3	Diterima
46	DWSII/AGFA D7/46	ITR	50	3	Diterima

Hasil uji radiografi Co-60 pada coran *Hub* dapat dilihat pada tabel 1 dan hasil uji ditemukan cacat pada posisi 9 adalah *Shrikage* tipe B level 4, pada posisi 12 adalah *Shrikage* tipe A level 5, pada posisi 16 adalah *Shrikage* tipe B level 4 yang menyerupai gambar film standar. Hasil radiografi metal coran *Hub* ditemukan cacat yang menyerupai gambar film standar yang signifikan dan indikasi relevan. Berdasarkan data tersebut diatas, maka status metal coran *Hub* tidak dapat diterima karena telah melebihi batas maksimal *severity level* yaitu level 3 sesuai standar [2]. Cacat coran *Hub* ini kemungkinan disebabkan pengecoran metal yang tidak mengikuti prosedur kerja yang standar atau *human error*.

## 6. KESIMPULAN

Hasil pengujian radiografi Co-60 pada coran *Hub* dengan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal menemukan cacat pada posisi 9 adalah *Shrikage* tipe B level 4, pada posisi 12 adalah *Shrikage* tipe A level 5, pada posisi 16 adalah *Shrikage* tipe B level 4 yang menyerupai gambar film standar. Status densitas film dapat diterima, karena densitas film sesuai dengan standar yang diacu dan status cacat coran *Hub* tidak dapat diterima, karena ada cacat yang melebihi level cacat standar yang diacu.

## 7. SARAN

Coran *Hub* ini dilakukan proses peleburan ulang, kemudian dilakukan proses pencetakan ulang Coran *Hub*, dan dilakukan

pengujian radiografi dengan Co-60 sehingga sesuai dengan kriteria standar.

## 8. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Kelompok Uji Tak Rusak di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi yang telah membantu terbentuknya makalah ini.

## 9. DAFTAR PUSTAKA

1. **ASME**, *ASME section V, article 2 Radiographic Examination*, New York, (2013).
2. **ASME**, *ASME section VIII, Division 1, Mandatory Appendix 7, Examination of steel casting*, New York, (2013).
3. **ASTM**, *ASTM Reference Radiographs for Steel Castings up to 51 mm in thickness*, Philadelphia, (1998).
4. **ASTM**, *ASTM Reference Radiographs for Heavy walled 51 to 114 mm Steel Castings*, Philadelphia, (1998).
5. Komunikasi internet, <http://www.total-materia.com/articles/Art98.htm>, tanggal 27 Juni 2016.
6. **IAEA**, *IAEA/RCA Regional Training Course on Digital Industrial Radiology and Computed Tomography Applications in Industry*, Kajang, Malaysia, 2-6 November (2009).
7. **IAEA**, *IAEA/RCA Regional Training Course on the Use of Isee and aRTist Software fo Digital Industrial Radiography (DIR) Image Analysis and Interpretation*, Kajang, Malaysia, 25-29 July (2011).
8. **PUSDIKLAT BATAN**, *Radiografi Level II Standar dan Petunjuk Praktikum*, Jakarta (2013).

## 10. LAMPIRAN

Lampiran 1.

Kurva hubungan paparan radiasi Co-60 dan ketebalan metal coran.

### Kurva Exposure Co-60

