

See discussions, stats, and author profiles for this publication at:  
<https://www.researchgate.net/publication/320487360>

# PENENTUAN PENUMBRA PADA RADIOGRAFI BENDA BERGERAK

**Conference Paper** · October 2017

---

CITATIONS

0

---

READS

22

**3 authors**, including:



[Zaenal Abidin](#)

Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir (STTN)

**10** PUBLICATIONS **0** CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

**Some of the authors of this publication are also working on these related projects:**



Pelatihan XRF [View project](#)



Radiografi [View project](#)

All content following this page was uploaded by [Zaenal Abidin](#) on 30 January 2018.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

## PENENTUAN PENUMBRA PADA RADIOGRAFI BENDA BERGERAK

Zaenal Abidin, Angga Fernando, Djoko Marjanto

Jurusan Teknofisika Nuklir, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Jl. Babarsari PO BOX 6101 / YKBB Yogyakarta 55281, Telp. (0274)484085; Fax : (0274) 489715  
email: [zaenal@batan.go.id](mailto:zaenal@batan.go.id)

### ABSTRAK

**PENENTUAN PENUMBRA PADA RADIOGRAFI BENDA BERGERAK.** Pergeseran benda uji adalah satu dari faktor yang mempengaruhi kualitas film radiografi, standart ASME V *mandatory appendix I* menjelaskan tentang persyaratan yang harus dipenuhi dalam pengendalian pergeseran radiografi. Penelitian mengenai benda bergerak dilakukan untuk mengetahui pengaruh pergerakan terhadap kualitas film radiografi dalam bidang industri. Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji yang dirancang untuk dapat bergerak secara horizontal. Pergerakan dilakukan dengan pergeseran sebesar 0,5 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm, dan 4 cm dengan variasi tegangan 120 kV, 140 kV, 160 kV dan 180 kV. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan ketidaktajaman geometri terhadap pengaruh pergeseran benda uji sesuai standart ASME V. Hasil penelitian tanpa pergeseran radiografi dengan memvariasi kV dapat mempengaruhi densitas dan kontras subyek pada film radiografi, sedangkan pengujian pergeseran radiografi, dengan memvariasi kV dan jarak pergeseran dapat mempengaruhi kontras subyek dan ketidaktajaman geometri. Pada percobaan pergeseran radiografi masih diterima dengan jarak pergeseran 0,5 cm - 3 cm pada tegangan 140 kV, 160 kV dan 180 kV dengan nilai Ug < 0,51 mm sesuai standart ASME.

Kata Kunci : Pergeseran radiografi, ketidaktajaman pergeseran, cacat, ASME V, Radiografi.

### ABSTRACT

**DETERMINATION OF PENUMBRA IN RADIOGRAPHY MOVING OBJECT.** *The object movement is the one of factor that cause the film radiographic quality, and it's explained by ASME V standard mandatory appendix I for the requirement of movement control in industrial. The research of movement object is conducted to determine effects of movement to radiographic quality film. This research was conducted by moving the tested horizontally. The distance of the movement is 0.5 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm and 4 cm, the voltage used is 120 kV, 140 kV, 160 kV and 180 kV. The purpose of this study was to determine the effect of moving object to unsharpness geometry based on ASME V. The radiographic test without object moving by varying voltage can affect the density and contrast of radiographic film, while movement radiographic testing, by varying the voltage and moving distance can affect the contrast and the unsharpness geometry. This test can still be done with the moving distance of 0.5cm-3cm at a voltages of 140 kV, 160 kV and 180 kV, resulting Ug value <0.51 mm that is meet the ASME requirement.*

*Keywords: in-motion radiography, in-motion unsharpness geometry, defect, ASME V, Radiography.*

### PENDAHULUAN

Radiografi adalah salah satu metode uji tak rusak atau disingkat UTR yang banyak digunakan untuk pengujian kualitas komponen yang banyak digunakan dibidang industri termasuk pengujian komponen, bahan, perpipaan dan sebagainya, sehingga menghasilkan produk yang berkualitas [1,2]. Produk berkualitas merupakan kebutuhan manusia akan jaminan mutu (Quality Assurance) untuk mendapatkan produk-produk yang bebas cacat (menghindari kegagalan teknis) serta memiliki masa pakai yang lama. Berbagai cacat yang muncul dalam produk harus teridentifikasi baik ukuran (dimensi), jenis cacat dan lokasi sedemikian hingga cacat-cacatnya sesuai dengan kriteria yang dipersyaratkan oleh standart yang terkait.

Radiografi dapat dilakukan dengan dua jenis radiasi yaitu dengan sinar-X dan sinar gamma sebagai sumber radiasi. Perbedaan diantara kedua jenis radiasi yang digunakan dalam pengujian adalah pada radiasi sinar gamma berasal dari suatu radionuklida yang tidak stabil yang memancarkan radiasi alfa, beta dan gamma, sedangkan pada radiasi sinar-X, radiasi

yang dihasilkan oleh tumbukan elektron cepat dengan target bernomor atom tinggi. Ketentuan dari pengujian dengan metode radiografi adalah film yang dibuat harus memenuhi standart penerimaan film radiografi. Untuk membaca film radiografi diperlukan seorang ahli yang berlisensi. Informasi yang diperoleh dari hasil radiografi sangat penting untuk perencanaan program perawatan komponen sehingga dapat diperoleh tingkat kualitas dari produk yang optimum, serta dapat mencegah terjadi kegagalan produksi bahkan kemungkinan kecelakaan akibat keberadaan cacat pada komponen.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas film radiografi, salah satunya adalah pergerakan radiografi. Pergerakan radiografi adalah teknik radiografi yang mana obyek yang diradiografi dan/atau sumber radiasi bergerak selama penyinaran. Standart ASME V mandatory appendix I menjelaskan tentang persyaratan yang harus dipenuhi dalam pengendalian pergeseran radiografi.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan pengaruh pergerakan terhadap kualitas film radiografi berdasarkan ASME V, Artikel 2, mandatory appendix 1 (In-motion Radiography) [2].

## TEORI

Gambar pada film radiografi dengan menggunakan pesawat sinar-X akan dipengaruhi oleh beberapa faktor:

### Pengaruh Tegangan dan Arus

Kualitas atau energi sinar-X ditentukan oleh energi elektron yang menumbuk target. Energi elektron tersebut dapat dikontrol dengan mengatur besarnya beda tegangan antara anode dan katode yang dinyatakan dalam orde kilovolts (kV). Semakin besar beda tegangan tersebut, semakin besar kecepatan elektron yang menumbuk target, sehingga makin besar energi/daya tembus dari sinar-X yang dihasilkan. Kuantitas atau intensitas sinar-X tergantung pada besarnya jumlah elektron yang menumbuk target, dan ini dapat dikendalikan dengan mengatur besarnya arus filamen yang digunakan (mA). Makin besar arus filamen, makin bertambah jumlah elektron yang menumbuk target sehingga makin bertambah kuantitas atau intensitas [1,3,4].

### Pengaruh Waktu Penyinaran

Bila waktu penyinaran yang dipilih ditingkatkan atau dipersingkat akan mengakibatkan gambar yang dihasilkan pada film menjadi kurang tajam (kontras rendah). Apabila waktu penyinaran semakin lama dengan tegangan penyinaran yang sama akan memberikan ketajaman yang tinggi (kontras tinggi) pada hasil film radiografi [1,4].

### Pergeseran Radiografi (in-motion radiography)

Pergeseran radiografi adalah salah satu teknik radiografi yang ada di dalam ASME V yang harus dipenuhi apabila terjadinya pergeseran radiografi [2]. Pergeseran radiografi akan mempengaruhi kualitas radiograf, pergeseran akan menyebabkan nilai dari ketidaktajaman geometri menjadi besar, hal ini tidak dikehendaki dalam radiografi, sehingga ASME mengatur lebar berkas penyinaran dengan rumus:

$$w=c(F+a)/b+a \quad (1)$$

dengan, w : lebar berkas penyinaran, c: jarak diafragma ke sumber; F: lebar focal sport; a: lebar diafragma (jarak Antara dua sekat pembatas); b: jarak benda ke diafragma [2]  
Ketidaktajaman pergeseran ( in-motion unsharpness) ditentukan dengan rumus:

$$UM= w.d/D \quad (2)$$

dengan UM: ketidaktajaman pergeseran; w : lebar berkas penyinaran; d: jarak lasan sisi sumber dengan film radiografi; D: jarak sumber radiasi dengan benda yang akan diradiografi [2].

## METODOLOGI

Penelitian ini merupakan pengujian radiografi pada umumnya namun benda yang diuji dibuat seolah bergerak secara horizontal dan dibandingkan dengan yang tidak bergerak, meliputi:

a. Bahan yang diperlukan :

- Bahan Uji (Plat carbon stell yang dilas dengan teknik SMAW, tebal bahan 8,9 mm, tinggi mahkota lasan 4,18 mm); film radiografi; screen Pb; process film; step wedge; jangka sorong; simbol
- b. Alat yang digunakan :
  - Pesawat sinar-X Lorad LPX 200; motor servo DC dengan kontrol Arduino; kamar gelap dan kelengkapannya; alat proteksi radiasi (dosimeter dan surveymeter); alat baca film radiografi (densitometer dan viewer).
- c. Urutan Pengujian
  - Alat dan bahan dipersiapkan.
  - Preparasi sampel dilakukan pada  $w = 167,67$  mm dan  $UM = 4,503$  mm dengan perincian  $a = 100$  mm,  $b = 300$  mm,  $c = 200$  mm,  $F = 1,5$  mm,  $D = 486,92$  mm dan  $d = 13,08$  mm
  - Tahapan penyinaran disesuaikan dengan standar dalam ASME V yaitu menentukan jarak sumber ke film, tegangan penyinaran, waktu penyinaran, selanjutnya variasi tegangan penyinaran dilakukan pada kV 120, 140, 160 dan 180.
  - Pergeseran radiografi dilakukan dengan jarak pergeseran (mm) 0,5, 1, 2, 3, 4 pada setiap tegangan penyinaran, pergeseran dilakukan dengan menggunakan motor servo kontrol arduino.
  - Film hasil radiografi diproses dan hasilnya disebut radiograf
  - Radiograf dianalisa.[4,5,6,7,8,9,10]

### Menentukan Kecepatan Pergeseran

Kecepatan pergeseran radiografi dihitung dari kondisi penyinaran dengan jarak sumber ke film 500 mm, jarak objek ke film 0 mm, arus 5 mA, dengan jarak pergeseran (cm) 0,5, 1, 2, 3 dan 4, yang dilakukan pada tegangan penyinaran 120 kV selama 254 detik, pada kV: 140 selama 123 detik, kV: 160 selama 63 detik, dan 180 kV selama 59 detik. Hasil perhitungan ada pada Tabel 1.

**Tabel.1** Kecepatan Pergeseran Radiografi  
Waktu

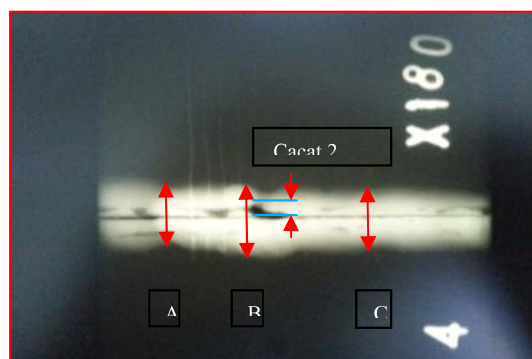
	254 detik	123 detik	63 detik	59 detik
Pergeseran 0,5 cm	$1,96 \times 10^{-3}$ cm/dt	$4,06 \times 10^{-3}$ cm/dt	$7,93 \times 10^{-3}$ cm/dt	$8,47 \times 10^{-3}$ cm/dt
Pergeseran 1 cm	$3,93 \times 10^{-3}$ cm/dt	$8,13 \times 10^{-3}$ cm/dt	$1,58 \times 10^{-2}$ cm/dt	$1,69 \times 10^{-2}$ cm/dt
Pergeseran 2 cm	$7,87 \times 10^{-3}$ cm/dt	$1,62 \times 10^{-2}$ cm/dt	$3,17 \times 10^{-2}$ cm/dt	$3,38 \times 10^{-2}$ cm/dt
Pergeseran 3 cm	$1,18 \times 10^{-2}$ cm/dt	$2,43 \times 10^{-2}$ cm/dt	$4,76 \times 10^{-2}$ cm/dt	$5,08 \times 10^{-2}$ cm/dt
Pergeseran 4 cm	$1,57 \times 10^{-2}$ cm/dt	$3,25 \times 10^{-2}$ cm/dt	$6,35 \times 10^{-2}$ cm/dt	$6,77 \times 10^{-2}$ cm/dt

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pencucian film radiografi memenuhi persyaratan ASME, radiograf ini dianalisis sebagai berikut:

#### 1. Hasil Film Radiografi

Radiograf diukur sesuai dengan posisi pengukuran seperti Gambar 1



**Gambar 1.** Posisi pengukuran

Hasil pengukuran densitas pada lasan dan penetrameter pada spesiemen dengan pergeseran dan tanpa pergeseran menunjukkan bahwa semakin tinggi kV yang digunakan, densitasnya semakin tinggi pula seperti terlihat pada Tabel 2, hal ini sesuai dengan hukum penyinaran dan hasil penelitian referensi [6,7,8,9,10].

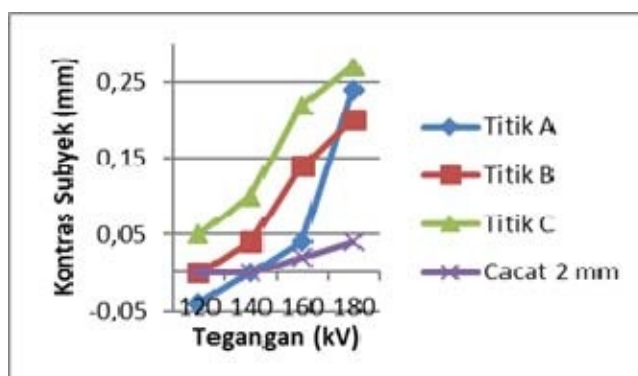
**Tabel 2.** Densitas radiograf

kV	Tanpa pergeseran			Pergeseran 1 cm		
	Densitas lasa	Densitas peny	Variasi densitas	Densitas lasa	Densitas peny	Variasi densitas
120	2,21; 2,07; 1,93	2,05	-5,80 s/d 7,80	1,92; 1,87; 1,82	1,88	-3,19 s/d 2,12
140	2,24; 2,23; 2,18	2,20	-0,90 s/d 1,81	2,22; 2,12; 2,00	2,03	-1,47 s/d 9,35
160	2,28; 2,23; 2,00	2,23	-10,31 s/d 2,19	2,20; 2,14; 2,12	2,14	-0,93 s/d 2,80
180	2,95; 2,90; 2,85	2,88	-1,04 s/d 2,43	2,71; 2,70; 2,61	2,64	-1,13 s/d 2,65

## 2. Evaluasi Eksperimen Radiografi

### 2.1 Tanpa Pergerakan

Hasil pengukuran radiograf untuk specimen yang diberi cacat 2 mm dan pengukuran lebar las pada titik A, B, dan C pada penyinaran kV 120, 140, 160, dan 180 dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 terlihat bahwa cacat 2 mm pada kV 120 dan 140 selisih pengukurannya sedikit artinya bayangan kelihatan jelas atau kontrasnya baik, kemudian pada kV 160 dan 180 selisih ukuran cacatnya naik atau kontras berkurang (terlihat kabur), Jadi semakin tinggi kV kontrasnya semakin menurun.



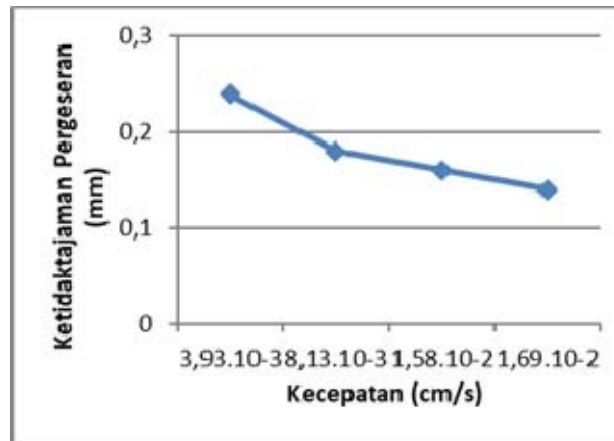
**Gambar 2.** Dampak variasi tegangan penyinaran

Dari hasil pengujian yang dilakukan densitas film memenuhi dari standart yang diacu yaitu 1,8 sampai dengan 4 yang diukur dengan alat pengukur tingkat kehitaman (densitometer), hasil variasi densitas maksimum kurang dari 30% dan variasi densitas minimum lebih dari -15%, selain itu kawat penetrameter yang harus muncul sesuai standart adalah sebanyak 4 kawat, hasil dari pengujian film ditemukan kawat penetrameter sebanyak 6 kawat pada semua pengujian.

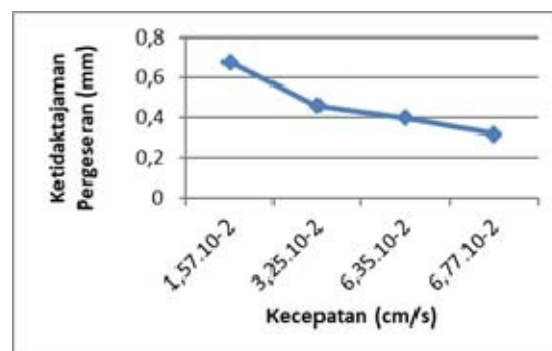
### 2.2 Dengan Pergerakan

Pengujian ini adalah pengujian yang dilakukan dengan menggerakkan film beserta benda uji dengan bantuan motor servo (DC) dan kontrol arduino untuk mengatur kecepatan pergeseran yang akan dilakukan. Pergeseran dilakukan beberapa kali dengan tujuan mengetahui seberapa besar pengaruh pergeseran yang terjadi pada film radiografi sehingga gambar atau cacat pada film dapat meragukan dalam membaca film radiografi. Sedangkan variasi tegangan (kV) dilakukan untuk mempersingkat waktu penyinaran sehingga mengurangi bayangan yang tergambar pada proses penyinaran, selain itu pada pengujian pergeseran radiografi memiliki persyaratan yang disesuaikan dengan perancangan pergeseran radiografi yang diatur dalam standart ASME V Artikel 2 Mandatori Apendik 1,

dalam pergeseran radiografi digunakan untuk menentukan lebar penyinaran dan ketidaktajaman pergeseran. Dari rancangan dengan standart yang diacu didapatkan nilai dari ketidaktajaman pergeseran disingkat ( $U_m$ ) sebesar 4,503 mm. Nilai batas dari ketidaktajaman film radiografi dengan ketebalan benda uji kurang dari 50 mm, baik pergerakan radiografi ataupun tanpa pergerakan nilai ketidaktajaman geometri atau disingkat ( $U_g$ ) yaitu kurang dari 0,51 mm. Hasil pengukuran ketidaktajaman pergeseran pada pergeseran dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik pergeseran 1 cm



Gambar 4. Grafik pergeseran 4 cm

Pada Gambar 3 dan 4 terlihat hasil yang serupa yaitu ketidaktajaman pergeseran berbanding lurus (linear) terhadap jarak pergeseran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan adanya pergeseran akan menambah lebar lasan, besarnya bayangan yang terjadi linier terhadap jarak pergeseran. Variasi tegangan digunakan untuk mendapatkan waktu penyinaran yang singkat, sehingga pergeseran yang terjadi dapat mengurangi ketidaktajaman geometri dari pergeseran, menurut standart ASME, ini terjadi karena tingginya tegangan (kV) yang digunakan akan memberikan energi radiasi yang besar, sehingga daya tembus dari radiasi akan semakin cepat, oleh sebab itu waktu yang dibutuhkan menjadi lebih singkat.

Dari hasil pengukuran densitas pergeseran film radiografi yang diukur dengan densitometer bahwa densitas film masih berada pada batas persyaratan yang ditetapkan dalam standar ASME yaitu antara 1,8 – 4 dengan variasi densitas minimum <-15% dan variasi densitas maksimum >30%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, pengujian tanpa pergeseran radiografi dengan memvariasi kV dapat mempengaruhi densitas dan kontras subyek pada film

radiografi, sedangkan pengujian pergeseran radiografi, dengan memvariasi kV dan jarak pergeseran dapat mempengaruhi kontras subyek dan ketidaktajaman geometri. Pada percobaan pergeseran radiografi masih diterima dengan jarak pergeseran 0,5 cm - 3 cm pada tegangan 140 kV 160 kV dan 180 kV dengan nilai  $U_g < 0,51$  mm sesuai standart ASME.

#### SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, untuk melakukan pengujian pergeseran radiografi dengan mempertimbangkan pergeseran vertikalnya (getaran).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abidin, Zaenal, Aplikasi Teknik Nuklir, 2010, STTN-BATAN, Yogyakarta
- [2] ASME V, 2013, Section 2 Radiography Examination, New York.
- [3] GE Inspection Technologies, 2007, Industrial Radiography Image Formin Techniques, General Electric, Houston.
- [4] Suparno, Hanurajie, 2008, TEKNIK RADIOGRAFI, Asosiasi Uji Tak Rusak Indonesia (AUTRI).
- [5] Instruksi Kerja Pesawat Sinar-X Rigaku EGS 250 ES di Laboratorium STTN-BATAN.
- [6] Juwairiah, 2013, Analisis Kualitas Radiografi Pada Objek Bergerak dan Objek Tidak Bergerak dengan Menggunakan Variasi Ekspose, USU, Medan.
- [7] Mutiara, Sagita Adninya, 2011, Hubungan Tegangan dan Energi Pesawat Sinar-X Rigaku Radioflex 250EG-S3 Menggunakan Film AGFA D7, STTN-BATAN, Yogyakarta.
- [8] Septiadi J., Anam C., dan Azam M., Pengaruh Kenaikan Suhu Cairan Developer Terhadap Densitas Radiograf, Berkala Fisika, Vol 11, No. 3, Juli, 2008, Hal 75 – 77.
- [9] Suyatno, Ferry, dkk, 2008, Rekayasa Sistem Pengatur Parameter Pesawat Sinar-X Diagnostik Berbasis Mikrokontroler Keluarga Mcs 51, Yogyakarta, SEMINAR NASIONAL IV SDM TEKNOLOGI NUKLIR.
- [10] Taufiq, Nasyeh, 2014, Analisis Sambungan Las SS 304 pada Tabung Alat Pemadam de Radiografi Sinar-X, STTN-BATAN, Yogyakarta.