

## **PENGARUH ATTENUASI SINAR-X TERHADAP GREY VALUE COMPUTED RADIOGRAPHY**

### **ATTENUATION EFFECT OF X-RAY ON GREY VALUE COMPUTED RADIOGRAPHY**

**Djoli Soembogo**

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi-BATAN, Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440.

Email :

Diterima: 16 Oktober 2018, diperbaiki : 23 Oktober 2018, disetujui : 8 Nopember 2018

#### **ABSTRAK**

**PENGARUH ATTENUASI SINAR-X TERHADAP GREY VALUE COMPUTED RADIOGRA-PHY.** Studi aplikasi radiografi digital dengan sinar-X dan media Imaging Plate dengan pemindai Computed Radiography. Radiografi ini menggunakan Imaging Plate blue (25 mikron) untuk mendapatkan kontras tinggi, kepekaan tinggi dan kualitas bayangan (image) yang baik karena butiran kristal halus. Tujuan radiografi digital menggunakan pemindai Computed Radiography adalah untuk mengetahui pengaruh ketebalan filter screen Pb terhadap grey value radiografi. Telah dilakukan pengujian radiografi menggunakan sinar-X pada Ignition Coil dengan metoda ketebalan tunggal bayangan tunggal menggunakan media Imaging Plate blue dengan pemindai Computed Radiography dan sinar-X dengan parameter pengamatan grey value radiografi. Waktu paparan sinar-X adalah 120 detik. dengan menggunakan tegangan tinggi 130 kV, arus 5 mA, dan jarak sumber ke film (SFD) tegak lurus adalah 1200 mm. Hasil pengujian radiografi digital dengan media Imaging Plate blue dengan pemindai Computed Radiography pada Ignition Coil dengan metoda ketebalan tunggal bayangan tunggal menghasilkan parameter grey value rerata 55429,24; 32759,32; 20616,99; 13122,75; 8825,85 pada ketebalan filter screen Pb (perisai) 0; 0,125 mm; 0,25 mm; 0,375 mm; 0,5 mm. Semakin tebal filter screen Pb menghasilkan grey value yang semakin rendah.

Katakunci : Computed Radiography, filter screen Pb, grey value.

#### **ABSTRACT**

**ATTENUATION EFFECT OF X-RAY ON GREY VALUE COMPUTED RADIOGRAPHY.** This study applies digital radiography using X-rays and uses Imaging Plate media with a Computed Radiography scanner. This radiography uses an Imaging Plate blue (25 microns) to get high contrast, high sensitivity and good image quality because of fine crystalline granules. The purpose of digital radiography using a Computed Radiography scanner is to determine the effect of the thickness of the screen Pb filter on the grey value of radiographic. Radiographic testing using X-rays on Ignition Coil was carried out using a single shadow thickness method using Imaging Plate blue media with Computed Radiography and X-ray scans with observation parameters of gray value radiography. X-ray exposure time is 120 seconds. by using a high voltage of 130 kV, a current of 5 mA, and a perpendicular source to film (SFD) distance is 1200 mm. The results of digital radiography testing with Imaging Plate blue media with a Computed Radiography scanner on Ignition Coil with a single shadow single thickness method resulted in a mean gray value parameter of 55429.24; 32759.32; 20616.99; 13122.75; 8825.85 in screen filter thickness Pb (shield) 0; 0.125 mm; 0.25 mm; 0.375 mm; 0.5 mm. The thicker the Pb screen filter produces the lower gray value.

Keyword : Computed Radiography, screen Pb filter, grey value.

## PENDAHULUAN

Keterbatasan pengoperasian tegangan tinggi mesin sinar-X dari pabrikan (yaitu minimal 130 kV), maka diperlukan reduksi tegangan tinggi dibawah 130 kV, sehingga didapatkan *grey value* radiografi yang sesuai untuk material uji. Pengurangan tegangan tinggi dibawah 130 kV dilakukan menggunakan *filter screen* Pb. Pengurangan tegangan tinggi ini setara dengan attenuasi energi sinar-X yang akan berpengaruh pada reduksi *grey value* radiografi. Jika tidak dilakukan pengurangan tegangan tinggi, maka akan menghasilkan *grey value* radiografi sangat tinggi dan tidak dapat dibaca. Penelitian ini mengaplikasikan radiografi digital menggunakan sinar-X, media *Imaging Plate blue* atau *IP blue* (perekam bayangan laten akibat radiasi sebagai pengganti film radiografi) dengan pemindai *Computed Radiography* dengan melihat pengaruh ketebalan *filter screen* Pb. Penggunaan *filter screen* Pb bertujuan mengurangi (attenuasi) energi dari sinar-X karena penggunaan tegangan tinggi sinar-X minimal 130 kV. Radiografi ini menggunakan *Imaging Plate blue* (25 mikron) untuk mendapatkan kontras tinggi, kepekaan tinggi dan kualitas bayangan (*image*) yang baik. Tujuan radiografi digital menggunakan media *Imaging Plate blue* adalah untuk mengetahui pengaruh ketebalan *filter screen* Pb terhadap tingkat *grey value* (tingkat kehitaman bayangan laten dalam digital radiografi). Metode pemeriksaan/pengujian dengan teknik radiografi menggunakan ketebalan ganda bayangan tunggal [1].

## TEORI

Prosedur radiografi digital menggunakan *Imaging Plate Blue* dan pemindai *Computed Radiography* dengan melihat pengaruh ketebalan *filter screen* Pb mengacu pada *ASME section V* [1] untuk teknik radiografi dan *ASTM Reference Radiographs for Heavy walled (51 to 114 mm) Steel Castings* [2] atau *ASTM Reference Radiographs for Steel Castings up to 51 mm in thickness* [3] untuk standar penerimaan hasil radiografi.

*Grey value* menunjukkan kecerahan piksel. *Grey value* minimum adalah 0, *grey value* maksimum bergantung pada kehitaman digitisasi gambar. Untuk gambar 16 bit tingkat kehitaman adalah 65536. Secara teori *grey value* yang diijinkan untuk radiografi digital adalah antara 6109 sampai 56649 [4].

*Screen filter* Pb merupakan material yang bersifat mereduksi atau menyerap energi radiasi foton, dirumuskan sebagai berikut :

$$Dt = Do. \text{Exp} (-\ln 2 \times t/\text{HVL})$$

Dt = Dosis setelah melewati panahan *screen filter* Pb

Do = Dosis sebelum melewati panahan *screen filter* Pb

t = tebal panahan *screen filter* Pb

HVL = Nilai tebal paro panahan *screen Filter* Pb

Intensitas radiasi yang diterima oleh *Imaging plate blue* akan berkurang karena panahan *screen filter* Pb yang mengakibatkan proses penghitaman *Imaging plate blue* berkurang.

## TATAKERJA (BAHAN DAN METODE)

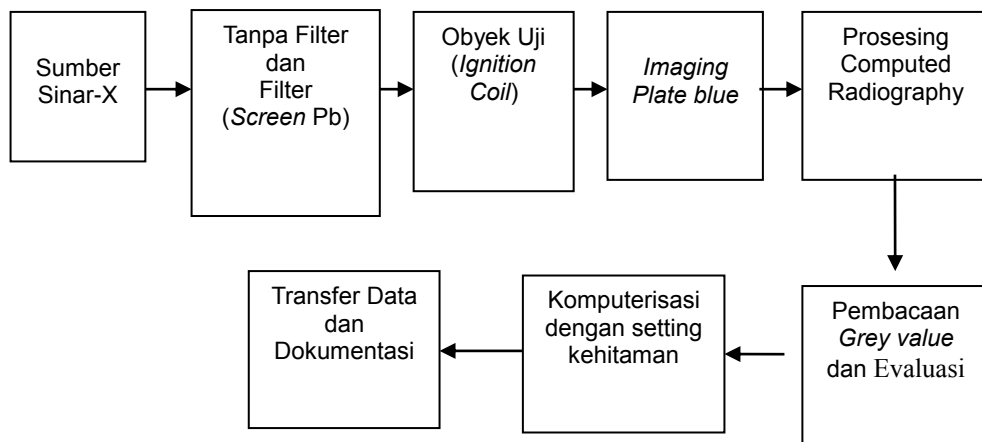
Bahan radiografi pada metal adalah sebagai berikut :

1. Benda uji *Ignition Coil* dengan ketebalan bervariasi.
2. *Imaging Plate blue* 1 set

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Sumber sinar-X 1 unit
2. *Computed Radiography Durr* 1 unit
3. Pb lembaran tebal 3 mm 2 lembar
4. *Lead Letter* Pb 1 set
5. *Longtang* 1 set
6. *Surveymeter* 1 set
7. *Rollmeter* 1 set
8. Statip pendukung 1 set
9. *Filter screen* Pb 4 set

Radiografi ini menggunakan metode ketebalan tunggal bayangan tunggal (*single wall single image (SWSI)*) dengan obyek uji *Ignition Coil*, Sumber sinar-X Rigaku RF 300 EGM2 dengan tegangan tinggi 130 kV dan arus 5 mA, Film Fuji 100, Filter screen Pb dengan 1 tebal 0,125 mm, SFD adalah 1200 mm, waktu paparan 120 detik. Dalam pengujian ini menggunakan langkah-langkah kerja seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah kerja

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini menggunakan obyek uji adalah *Ignition Coil*, mempunyai ketebalan material yang bervariasi. Berdasarkan tebal obyek uji dengan menggunakan kurva paparan sinar-X (Lampiran 1) mendapatkan waktu paparan *trial by error* adalah 120 detik untuk radiografi dengan jarak tegak lurus antara sumber dan film (*Source Film Distance* atau *SFD*) tegak lurus adalah 1200 mm dan dimensi sumber adalah 2,50 mm. *Imaging Plate* yang digunakan adalah *blue* dengan butiran kristal 25 mikron. Pengujian ini mengamati parameter tingkat *grey value* radiografi akibat dari variabel parameter ketebalan

*filter screen* Pb. Tingkat *grey value* tanpa *filter screen* Pb dan dengan *filter screen* Pb diproses melalui evaluasi *software Computed Radiography* [4], [5], [6], [7].

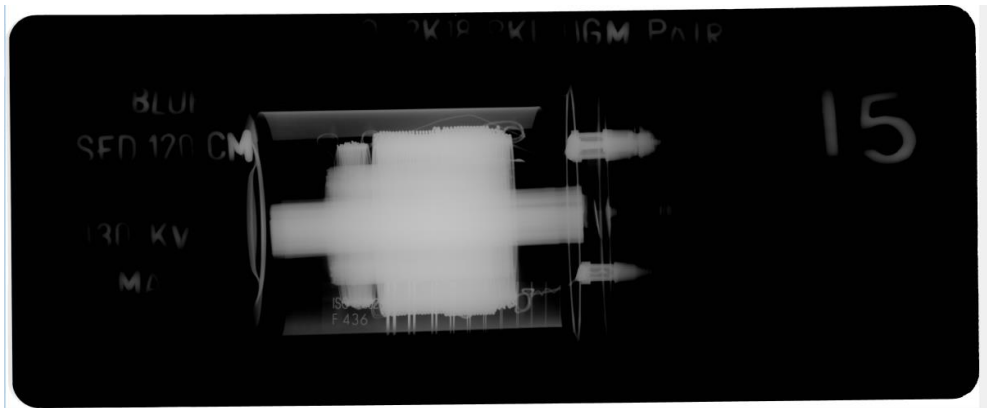
Hasil pengujian radiografi digital pada *Ignition Coil* dengan metoda ketebalan ganda bayangan tunggal menghasilkan parameter rerata radiografi *grey value* 55429,24; 32759,32; 20616,99; 13122,75; 8825,85 pada ketebalan *filter screen* Pb (perisai) 0; 0,125 mm; 0,250 mm; 0,375 mm; 0,5 mm (lihat tabel 1). Rerata radiografi *grey value* didapat secara otomatis pada waktu memindai *Imaging Plate* hasil radiografi digital. Semakin tebal *filter screen* Pb menghasilkan *grey value* yang semakin rendah. Optimal *grey value*

pada 32759,32 dengan ketebalan *filter screen* Pb (perisai) 0,125 mm. Hal tersebut diatas disebabkan reduksi energi sinar-X dengan *filter screen* Pb yang berasal dari efek fotolistrik atau efek *Compton*.

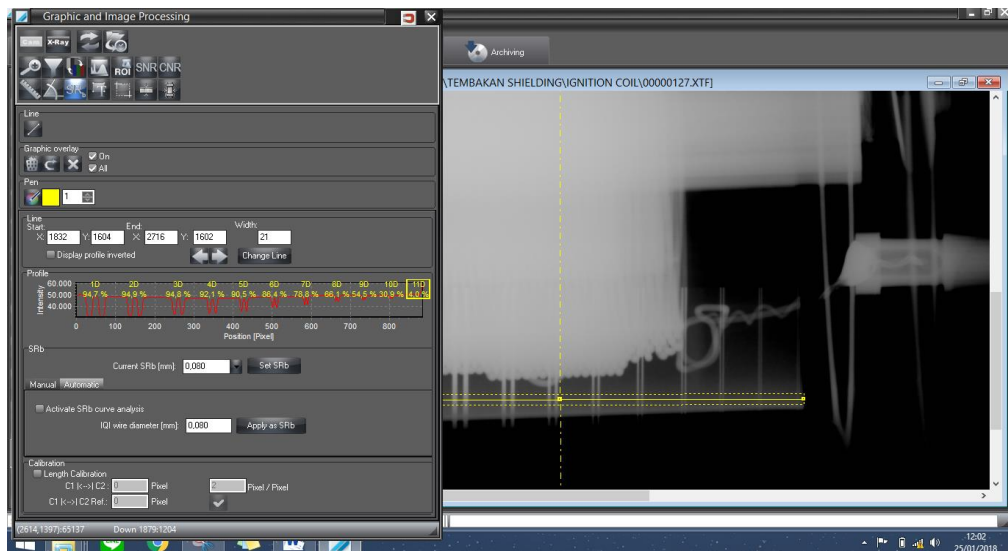
Hasil pemindaian *Imaging Plate blue* berupa radiografi digital yang memungkinkan untuk proses transfer

data digital atau penyimpanan data digital secara komputerisasi. Hasil pemindaian *Imaging Plate blue* dapat dilihat pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 16.

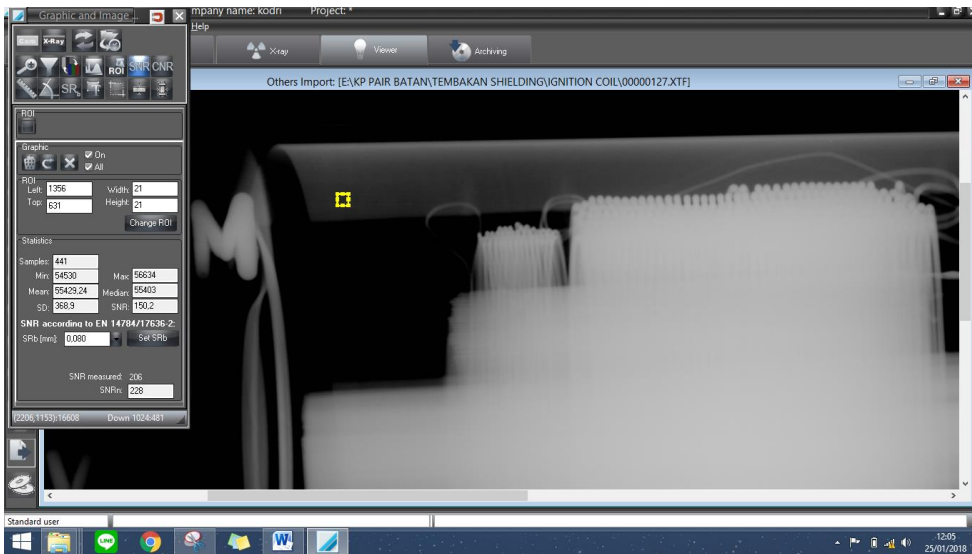
*Ignition Coil* dengan penembakan sinar-X tegangan 130 kV, arus 5 mA, waktu 120 detik, SFD 1200 mm tanpa *filter screen* Pb sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil Pemindaian *IP blue* tanpa *filter screen* Pb.



Gambar 3. Terbaca duplex ke 11  $SR_b = 0,08$  mm

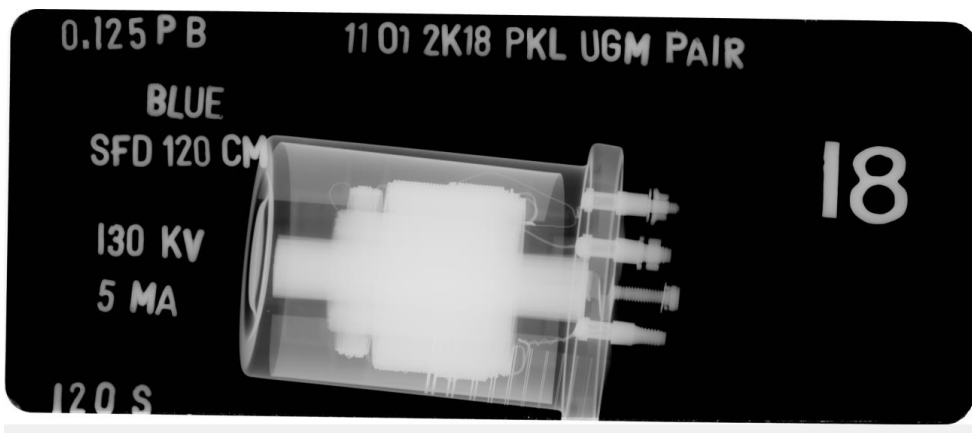


Gambar 4. Terbaca Grey value = 55429,24.

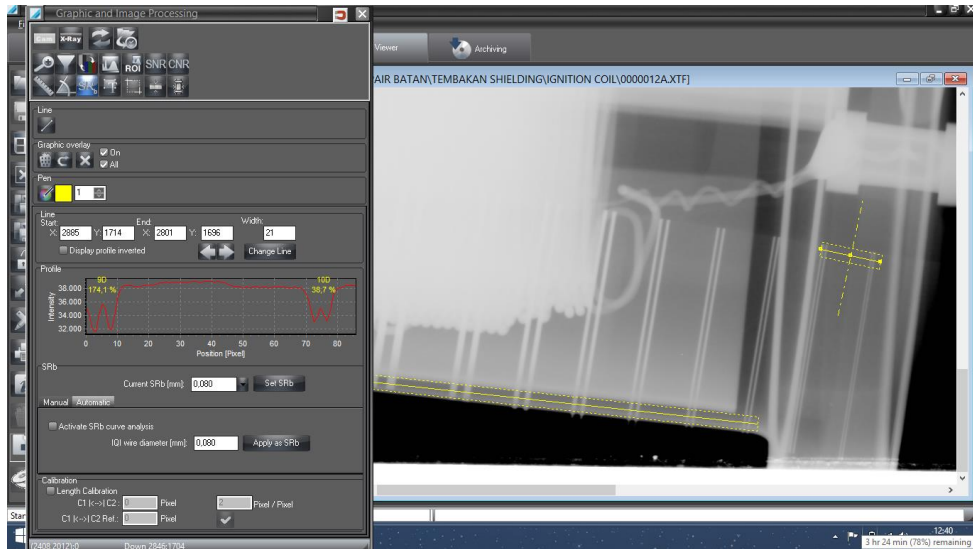
Tabel 1. Hasil pemindaian IP blue tanpa filter screen Pb

Duplek	SR <sub>b</sub>	Grey Value
Ke 11	0,08 mm	55429,24

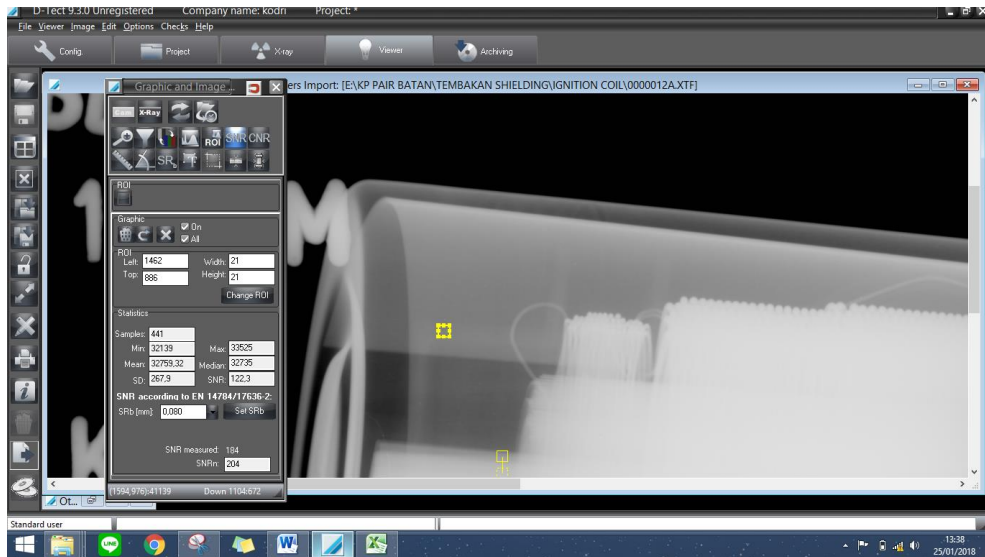
Ignition Coil dengan penembakan sinar-X tegangan 130 kV, arus 5 mA, waktu 120 detik, SFD 1200 mm dengan filter screen Pb 0,125 mm sebagai berikut :



Gambar 5. Hasil Pemindaian IP blue dengan filter screen Pb 0,125 mm.



Gambar 6. Duplex yang dapat terbaca hanya sampai duplex ke 11 dengan persentasi intensitas 38,7% dengan  $SR_b = 0,08$

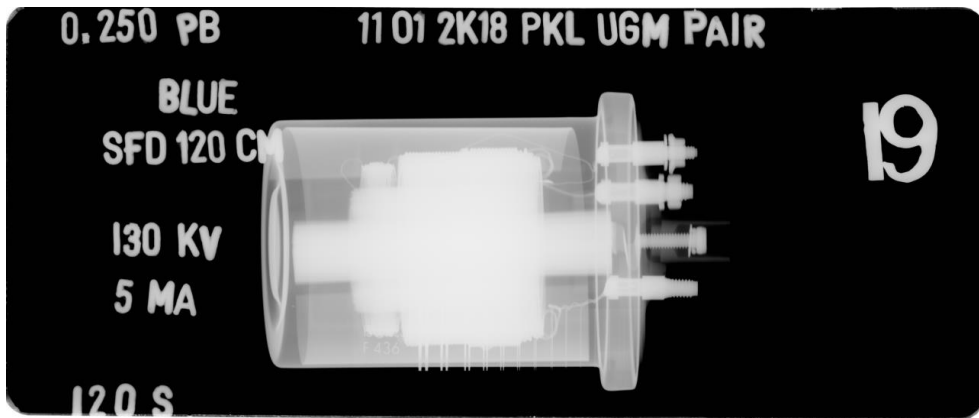


Gambar 7. Terlihat *Greyvalue* = 32759,32.

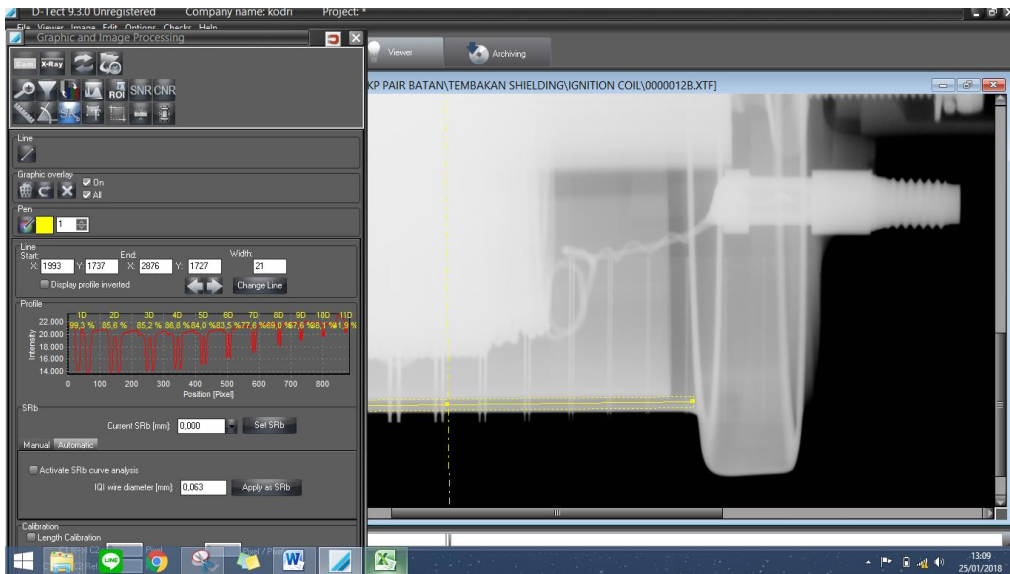
Tabel 2. Hasil pemindaian IP blue dengan filter screen Pb 0,125 mm

Duplek	$SR_b$	<i>Grey Value</i>
Ke 11	0,08 mm	32759,32

*Ignition Coil* dengan penembakan sinar-X tegangan 130 kV, arus 5 mA, waktu 120 detik, SFD 1200 mm dengan filter screen Pb 0,250 mm sebagai berikut :



Gambar 8. Hasil Pemindaian IP blue dengan filter screen Pb 0,250 mm.



Gambar 9. Duplex yang dapat terbaca hanya sampai duplex ke 11 dengan persentasi intensitas 22,9% dengan  $SR_b = 0,08$



Gambar 10. Terlihat Grey value = 20616,99.

Tabel 3. Hasil pemindaian IP blue dengan filter screen Pb 0,250 mm

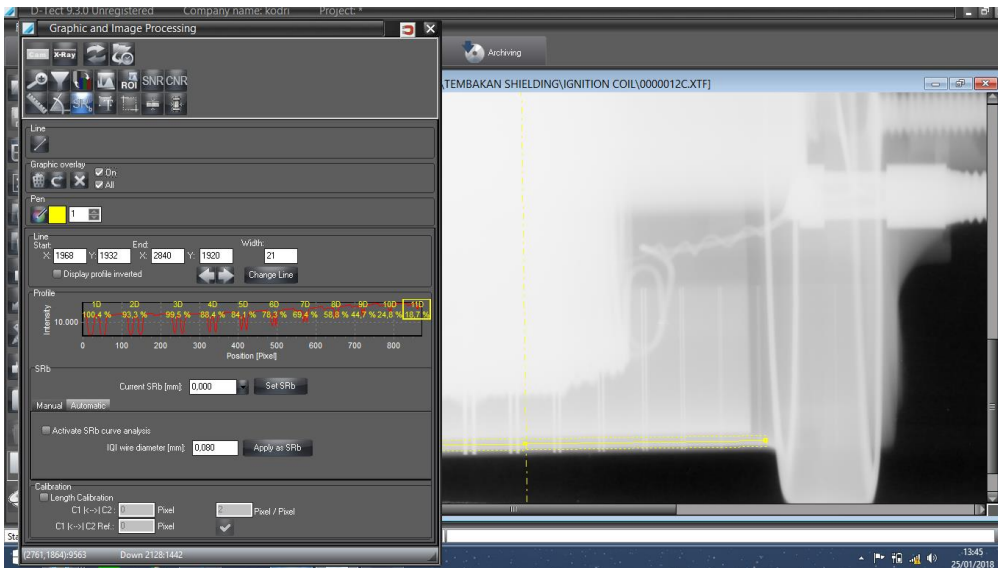
Duplek	SR <sub>b</sub>	Grey Value
Ke 11	0,08 mm	20616,99

Ignition Coil dengan penembakan sinar-X tegangan 130 kV, arus 5 mA, waktu 120 detik, SFD 1200 mm dengan filter screen Pb 0,375 mm sebagai berikut :

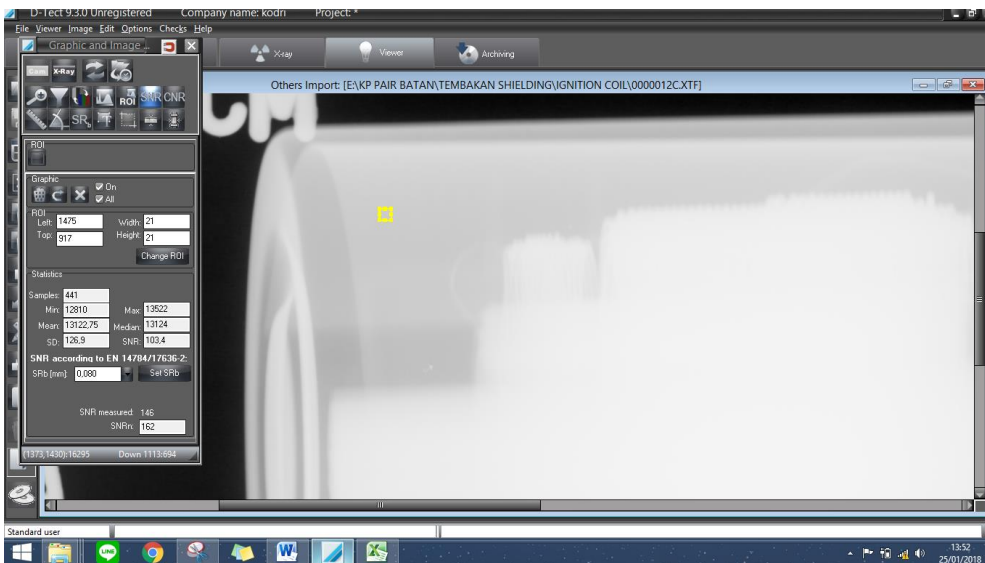


Gambar 11. Hasil Pemindaian IP blue dengan filter screen Pb 0,375 mm.





Gambar 12. Ketelitian duplex terkecil pada duplex ke 11 (D11) dengan intensitas sebesar 18,7% sehingga  $SR_b = 0,08$  mm.

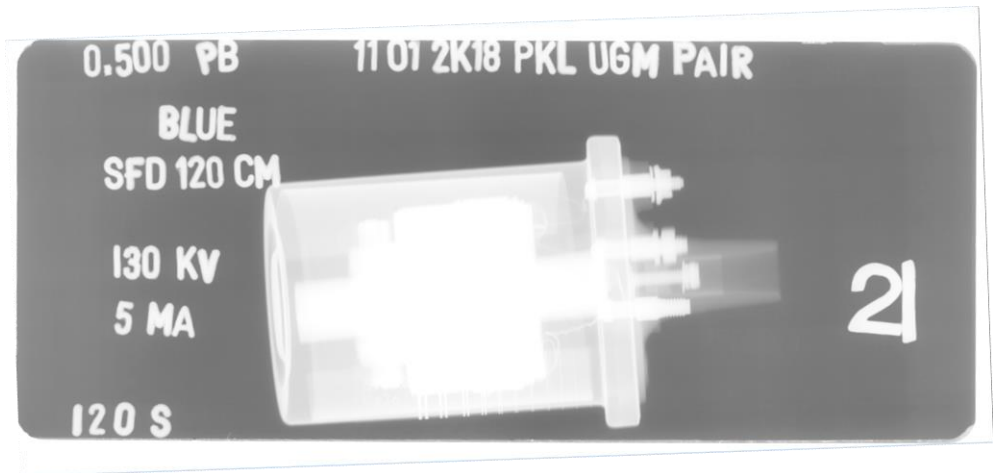


Gambar 13. Terlihat Grey value = 13122,75

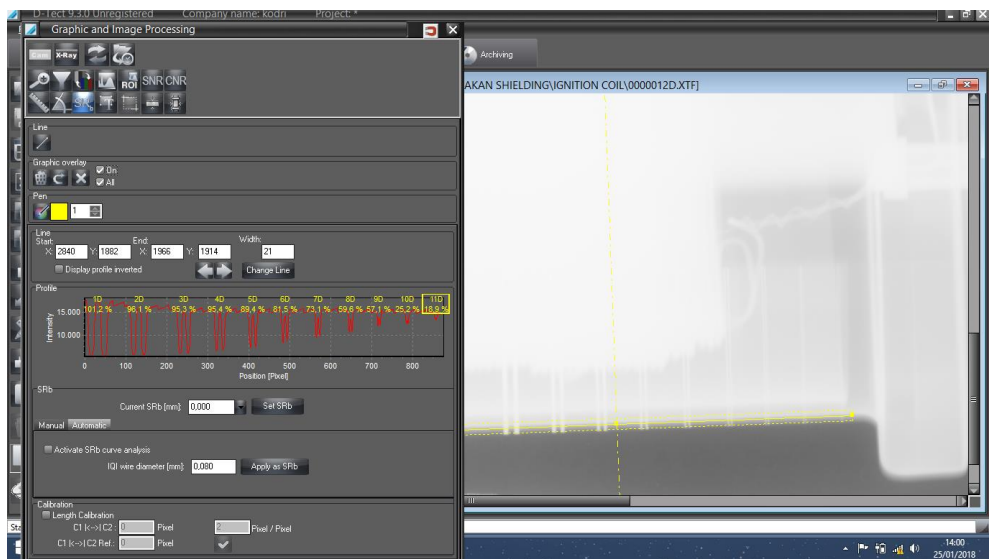
Tabel 4. Hasil pemindaian IP blue dengan filter screen Pb 0,375 mm

Duplek	$SR_b$	Grey Value
Ke 11	0,08 mm	13122,75

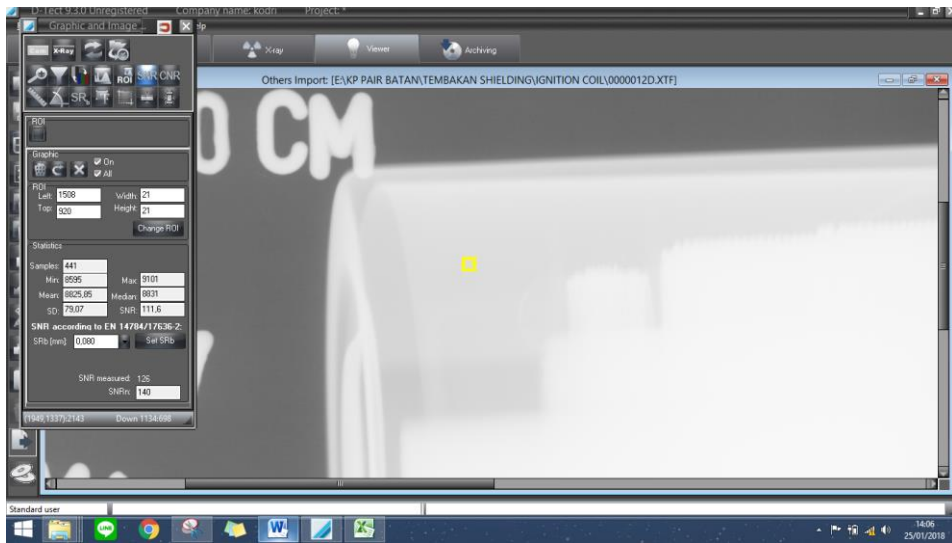
Ignition Coil dengan penembakan sinar-X tegangan 130 kV, arus 5 mA, waktu 120 detik, SFD 1200 mm dengan filter screen Pb 0,500 mm sebagai berikut :



Gambar 14. Hasil Pemindaian IP blue dengan filter screen Pb 0,500 mm.



Gambar 15. Ketelitian duplex terkecil pada duplex ke 11 (D11) dengan intensitas sebesar 18,9%  $SR_b = 0,08$  mm.



Gambar 16. Terlihat Grey value = 8825,85.

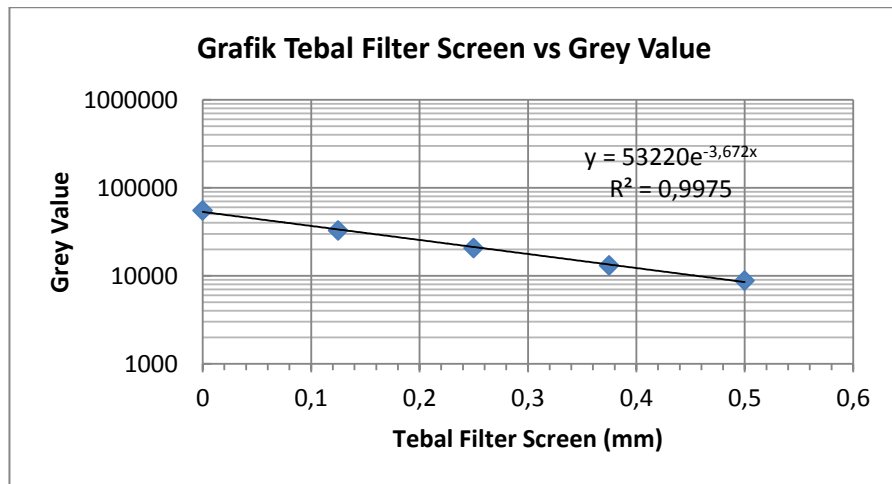
Tabel 5. Hasil pemindaian IP blue dengan filter screen Pb 0,500 mm

Duplek	SR <sub>b</sub>	Grey Value
Ke 11	0,08 mm	8825,85

Data tersebut diatas terlihat bahwa Grey value akan terpengaruh oleh tingkat ketebalan filter screen Pb, nilai Grey value menurun jika filter screen Pb semakin tebal. SR<sub>b</sub> (tingkat sensitivitas mendeteksi kawat terkecil pada duplex) cenderung tidak terpengaruh oleh tingkat ketebalan filter screen Pb.

Tabel 1. Hasil kualitas gambar pada Ignition Coil dengan variasi tebal filter screen Pb.

Sampel Uji INJECTION COIL		
No.	Tebal filter screen (mm)	Grey value
1	0	55429,24
2	0,125	32759,32
3	0,250	20616,99
4	0,375	13122,75
5	0,500	8825,85



Grafik 1. Hubungan tebal *filter Screen* dan *Grey value*.

Berdasarkan data Tabel 1 tersebut diatas, dapat dilihat bahwa *filter Screen* Pb mempengaruhi tingkat kehitaman (*grey value*) radiografi. Hal ini disebabkan oleh energi sinar-X yang mengalami pengurangan (*attenuasi*) sebelum mengenai benda uji (*Ignition Coil*) sehingga pembentukan bayangan laten *Imaging Plate* radiografi juga mengalami pengurangan energi (*attenuasi*), akibatnya *grey value* akan tereduksi. Berdasarkan Gambar 2 sampai dengan Gambar 16 dan data tersebut diatas, maka terlihat jelas *Grey value* optimal pada 32759,32 dengan ketebalan *filter screen* Pb pada 0,125 mm.

### KESIMPULAN

Dengan adanya penggunaan *filter screen* Pb akan menghasilkan sinar-X yang mengalami *attenuasi*, hal ini mengakibatkan reduksi *grey value* pada *Computed Radiography*. Besarnya reduksi *grey value* *Computed Radiography* bergantung pada ketebalan *filter screen* Pb. *Grey value* didapat minimal 8825,85 dan maksimal 55429,24 sudah sesuai dengan yang diijinkan dan

optimalnya *grey value* adalah 32759,32.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Kelompok Investigasi Tak Merusak dan Diagnosis di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi yang telah membantu terbentuknya tulisan ini.

### DAFTAR PUSTAKA

1. ASME, ASME section V, article 2 Radiographic Examination, New York, (2013).
2. ASTM, ASTM Reference Radiographs for Heavy walled (51 to 114 mm) Steel Castings, Philadelphia (1998).
3. ASTM, ASTM Reference Radiographs for Steel Castings up to 51 mm in thickness, Philadelphia (1998).
4. IAEA, IAEA/RCA Regional Training Course on Digital Industrial Radiology and Computed Tomography Applications in Industry, Kajang, Malaysia, 2-6 November (2009).

5. 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).
6. PUSDIKLAT BATAN, *Radiografi Level II Standar dan Petunjuk Praktikum*, Jakarta (2013).
7. Durr NDT, *CR 35/HD-CR 35 NDT Plus Instalation and Operating Instructions*, Germany, 13 April 2011.

#### **LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Kurva hubungan paparan sinar-X dan ketebalan metal baja (dari buku manual alat mesin sinar-X Rigaku RF-300EGM2).

Lampiran 1

(4) RF-300EGM2 standard exposure chart 1/2

X-ray film	:	Fuji #100
Intensifying screen	:	Lead foil, 0.03 mm × 2 (front, back)
Film-to-X-ray focus distance	:	60 cm
Processing	:	20°C, 5 min (Fuji Rendor, tank processing)
Film density	:	D = 2.0

