

**INVESTIGASI PENGGUNAAN *SCREEN* BERBAHAN TIMBAL UNTUK
MENINGKATKAN SENSITIVITAS DALAM MENDETEKSI *CRACK*
KEDALAMAN RENDAH BERDASARKAN KETEBALAN BENDA
UJI MENGGUNAKAN SINAR *X-RAY***



BILL HALIM SIMANGUNSONG
NIM: 41323110048

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

INVESTIGASI PENGGUNAAN SCREEN BERBAHAN TIMBAL UNTUK
MENINGKATKAN SENSITIVITAS DALAM MENDETEKSI CRACK
KEDALAMAN RENDAH BERDASARKAN KETEBALAN BENDA
UJI MENGGUNAKAN SINAR X-RAY



Disusun Oleh:

Nama : Bill Halim Simangunsong
NIM : 41323110048
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
DESEMBER 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Bill Halim Simangunsong

NIM : 41323110048

Program Studi ; Teknik Mesin


Judul Laporan Skripsi: Investigasi Penggunaan *Screen* Berbahan Timbal Untuk Meningkatkan Sensitivitas Dalam Mendeteksi *Crack* Kedalaman Rendah Berdasarkan Ketebalan Benda Uji Menggunakan Sinar *X-ray*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Alief Avicenna Luthfie S.T, M.Eng. ()

NIDN : 0314109101

Ketua Penguji : Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T. ()

NIDN : 005087502

Penguji 1 : Fajar Anggara, S.T., M.Eng. ()

NIDN : 0320089101

Penguji 2 : Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT., Ph.D ()

NIDN : 00101146408

Jakarta, 24 Januari 2025

Mengetahui,

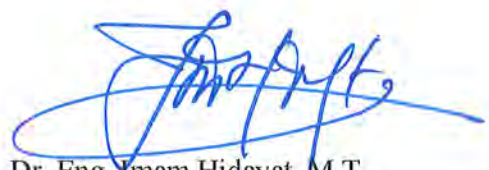
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN. 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T.

NIDN. 005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Bill Halim Simangunsong

NIM : 41323110048

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Laporan Skripsi: Investigasi Penggunaan *Screen* Berbahan Timbal Untuk Meningkatkan Sensitivitas Dalam Mendeteksi *Crack* Kedalaman Rendah Berdasarkan Ketebalan Benda Uji Menggunakan Sinar *X-Ray*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

MERCU BUANA

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 24 Januari 2025



Bill Halim Simangunsong

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini yang berjudul “Investigasi Penggunaan *Screen* Berbahan Timbal Untuk Meningkatkan Sensitivitas Dalam Mendeteksi *Crack* Kedalaman Rendah Berdasarkan Ketebalan Benda Uji Menggunakan Sinar *X-Ray*” dapat diselesaikan tepat waktu meskipun masih jauh dari kata sempurna.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof.Dr.Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Dr.Eng. Imam Hidayat, MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin
4. Bapak Nurato, ST., MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin
5. Bapak Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng., selaku pembimbing Tugas Akhir yang meluangkan waktu untuk membimbing penulis selama proses pembuatan Tugas Akhir sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik
6. Bapak Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D, selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin
7. Orang Tua yang selalu serta memberikan semangat dan doa untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini
8. Bapak Adnan Abdussalam dan Bapak Cekli Sukmawijaya, selaku mentor saya di lapangan yang meluangkan waktu membantu saya dalam pembuatan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan saran yang bersifat membangun agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 24 Januari 2025

Penulis

ABSTRAK

Dalam dunia industri modern, keamanan dan kualitas material merupakan faktor yang sangat krusial, terutama dalam aplikasi-aplikasi kritis seperti di industri penerbangan. Deteksi dini terhadap cacat kecil, seperti *crack*, untuk menjaga keamanan dan kualitas sangat penting untuk mencegah kerusakan material yang signifikan hingga potensi kecelakaan fatal. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mendeteksi cacat internal pada material adalah *x-ray*. Namun, deteksi *crack* dengan kedalaman rendah pada material tebal masih menjadi tantangan karena ketebalan material dapat mengurangi sensitivitas alat *x-ray* dalam menembus objek sehingga gambar yang dihasilkan memiliki resolusi rendah. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh penggunaan *screen* berbahan timbal dalam meningkatkan sensitivitas alat *x-ray* Rigaku RF-300EGM2 dalam mendeteksi *crack* dengan kedalaman rendah pada benda uji. *Screen* berbahan timbal memiliki kemampuan untuk menyerap *scattered radiation* yang memiliki energi rendah karena timbal mempunyai densitas dan nomor atom tinggi yang dapat mengurangi *noise*, meningkatkan kontras dan definisi citra sehingga meningkatkan sensitivitas *radiography*. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi 1) pemrosesan film yang terdiri atas pemotongan film sesuai ukuran, dan pembungkusan film, 2) penyinaran film tanpa atau dengan menggunakan *screen*, 3) pencucian film, diikuti dengan pengeringan film, 4) pembacaan film dan mencatat hasil pada *crack* ukuran mana saja yang dapat terlihat pada film yang kemudian data ini dapat digunakan untuk menganalisa sensitivitas sebenarnya. Hasil pengujian penggunaan *screen* menunjukkan pada energi 200 kV, nilai sensitivitas tanpa *screen* tercatat sebesar 1,78%. Meskipun penggunaan *screen* tidak mengubah nilai sensitivitasnya, hasil *radiography* menunjukkan adanya peningkatan kontras dan definisi, sehingga *crack* yang sebelumnya samar menjadi terlihat jelas. Pada energi 300 kV, nilai sensitivitas tanpa *screen* sebesar 2,08% dan meningkat menjadi 1,78% saat menggunakan *screen*. Dengan demikian, penggunaan *screen* terbukti efektif dalam meningkatkan sensitivitas *radiography* secara keseluruhan.

Kata Kunci: *Screen* berbahan timbal, Sensitivitas, *Crack* kedalaman rendah, *X-Ray*, *Scattered Radiation*

MERCU BUANA

**INVESTIGATION IN THE USE OF LEAD SCREEN TO IMPROVE SENSITIVITY
IN DETECTING SMALL DEPTH CRACKS BASED ON OBJECT
THICKNESS TEST USING X-RAY BEAM**

ABSTRACT

In the modern industrial world, material safety and quality are crucial factors, especially in critical applications such as the aviation industry. Early detection of small defects, such as cracks, to maintain safety and quality is essential to prevent significant material damage and potentially fatal accidents. One method often used to detect internal defects in materials is x-ray. However, low-depth crack detection in thick materials is still a challenge because the thickness of the material can reduce the sensitivity of the x-ray device in penetrating the object so that the resulting image has a low resolution. Based on this, this study aims to investigate the effect of using a lead screen in increasing the sensitivity of the Rigaku RF-300EGM2 x-ray device in detecting low-depth cracks in test specimens. Lead screens have the ability to absorb scattered radiation that has low energy because lead has a high density and atomic number which can reduce noise, increase contrast and image definition thus increasing the sensitivity of radiography. The stages carried out in this study include 1) film processing consisting of cutting the film to size, and wrapping the film, 2) film irradiation without or with the use of screens, 3) film washing, followed by film drying, 4) film reading and recording the results on which size crack can be seen on the film and then this data can be used to analyze the actual sensitivity. Test results using a screen showed that at an energy of 200 kV, the sensitivity value without a screen was recorded at 1.78%. Although the use of a screen did not change the sensitivity value, the radiography results showed an increase in contrast and definition, so that previously faint cracks became clearly visible. At 300 kV energy, the sensitivity value without the screen was 2.08% and increased to 1.78% when using the screen. Thus, the use of a screen proved effective in increasing the overall sensitivity of radiography.

Keywords: *Lead screen, Sensitivity, Low depth crack, X-Ray, Scattered Radiation*

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. RADIOGRAPHY X-RAY	8
2.3. PESAWAT X-RAY	9
2.4. FILM RADIOGRAPH	11
2.5. SFD (SOURCE-TO-FILM DISTANCE)	13
2.6. EFEK PHOTOELECTRIC	15
2.7. EFEK COMPTON	16
2.8. SCATTERED RADIATION	17
2.7.1. <i>Internal Scatter</i>	17
2.7.2. <i>Side Scatter</i>	18
2.7.3. <i>Back Scatter</i>	19

2.9.	SENSITIVITAS RADIOGRAPHY	20
2.10.	SCREEN	23
BAB III METODOLOGI		25
3.1.	DIAGRAM ALIR	25
3.2.	ALAT DAN BAHAN	28
	3.2.1. Alat Penelitian	28
	3.2.2. Bahan Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1.	HASIL PENGUJIAN PENYINARAN BENDA UJI	32
4.2.	PERHITUNGAN NILAI SENSITIVITAS RIGAKU RF -300EGM2	37
	4.2.1. Investigasi Pengaruh Energi Terhadap Sensitivitas	38
	4.2.2. Investigasi Pengaruh Penggunaan <i>Screen</i> Dalam Meningkatkan Sensitivitas	39
BAB V PENUTUP		40
5.1.	KESIMPULAN	40
5.2.	SARAN	40
DAFTAR PUSTAKA		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>X-Ray Generator</i>	10
Gambar 2.2 Komposisi Film <i>Radiography</i>	11
Gambar 2.3 Proses Terjadinya Laten Dalam Kristal Perak Hadila	13
Gambar 2. 4 Contoh Ketidaktajaman Geometris	14
Gambar 2.5 Proses Efek <i>Photoelectric</i>	16
Gambar 2.6 Proses Efek <i>Compton</i>	17
Gambar 2.7 Ilustrasi Radiasi yang Mengalami <i>Internal Scatter</i>	18
Gambar 2.8 Ilustrasi Radiasi yang Mengalami <i>Side Scatter</i>	19
Gambar 2.9 Ilustrasi Radiasi yang Mengalami <i>Back Scatter</i>	19
Gambar 2.10 Faktor-faktor yang Memengaruhi Kualitas Gambar <i>Radiography</i>	20
Gambar 2.11 Perbedaan Film <i>Radiography</i> dengan Kontras Tinggi dan Rendah	21
Gambar 2.12 Perbedaan Film <i>Radiography</i> dengan Definisi Tinggi dan Rendah	23
Gambar 2. 13 Ilustrasi Efek Penggunaan <i>Screen</i> Dalam Menyerap <i>Scattered Radiation</i>	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Pengujian	26
Gambar 3.3 <i>Experimental Setup</i> Penyinaran Benda Uji, Tanpa <i>Screen</i> (a) dan <i>Experimental Setup</i> Penyinaran benda uji, dengan <i>Screen</i> (b)	27
Gambar 3.4 <i>X-Ray Generator</i> RF-300EGM2	28
Gambar 3.5 <i>Densitometer</i>	29
Gambar 3.6 <i>Surveymeter</i>	29
Gambar 3.7 Tangki Pencucian Film	29
Gambar 3.8 Tangki Pengering Film	29
Gambar 3.9 <i>Viewer</i>	30
Gambar 3.10 Benda Uji Ketebalan 12 mm	30
Gambar 3.11 Benda Uji Ketebalan 13 mm	30
Gambar 3.12 Benda Uji Ketebalan 14 mm	31
Gambar 3.13 AGFA D4	31
Gambar 3.14 <i>Lead Screen</i>	31
Gambar 4.1 Hasil Penyinaran Benda Uji 12 mm, 200 kV, Tanpa <i>Screen</i> (a) dan Hasil Penyinaran Benda Uji 12 mm, 200 kV, dengan <i>Screen</i> (b)	32

Gambar 4.2 Hasil Penyinaran Benda Uji 12 mm, 300 kV, Tanpa <i>Screen</i> (a) dan Hasil Penyinaran Benda Uji 12 mm, 300 kV, dengan <i>Screen</i> (b)	33
Gambar 4.3 Hasil Penyinaran Benda Uji 13 mm, 200 kV, Tanpa <i>Screen</i> (a) dan Hasil Penyinaran Benda Uji 13 mm, 200 kV, dengan <i>Screen</i> (b)	33
Gambar 4.4 Hasil Penyinaran Benda Uji 13 mm, 300 kV, Tanpa <i>Screen</i> (a) dan Hasil Penyinaran Benda Uji 13 mm, 300 kV, dengan <i>Screen</i> (b)	33
Gambar 4.5 Hasil Penyinaran Benda Uji 14 mm, 200 kV, Tanpa <i>Screen</i> (a) dan Hasil Penyinaran Benda Uji 14 mm, 200 kV, dengan <i>Screen</i> (b)	34
Gambar 4.6 Hasil Penyinaran Benda Uji 14 mm, 300 kV, Tanpa <i>Screen</i> (a) dan Hasil Penyinaran Benda Uji 14 mm, 300 kV, dengan <i>Screen</i> (b)	34
Gambar 4.7 Grafik Nilai Sensitivitas Rigaku RF-300EMG2	38



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Pengaruh Tegangan dan Arus pada Tabung Pesawat <i>X-Ray</i>	11
Tabel 3. 1 Alat Penelitian yang Digunakan	28
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian yang Digunakan	30
Tabel 4.1 Data Hasil Penyinaran Pada Benda Uji Berketebalan 12 mm Tanpa <i>Screen</i>	34
Tabel 4.2 Data Hasil Penyinaran Pada Benda Uji Berketebalan 12 mm dengan <i>Screen</i>	35
Tabel 4.3 Data Hasil Penyinaran Pada Benda Uji Berketebalan 13 mm Tanpa <i>Screen</i>	35
Tabel 4.4 Data Hasil Penyinaran Pada Benda Uji Berketebalan 13 mm dengan <i>Screen</i>	35
Tabel 4.5 Data Hasil Penyinaran Pada Benda Uji Berketebalan 14 mm Tanpa <i>Screen</i>	36
Tabel 4.6 Data Hasil Penyinaran Pada Benda Uji Berketebalan 14 mm dengan <i>Screen</i>	36
Tabel 4.7 Nilai Sensitivitas Rigaku RF-300EGM2	37

