

PEMBUATAN *EXPOSURE CHART* DAN PREDIKSI WAKTU PENYINARAN
MENGUNAKAN ALAT *X-RAY* TERHADAP SPESIMEN UJI *STEP WEDGE*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
HISKYA OLAT MANDIRI MANIK
NIM: 41322110056

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

PEMBUATAN *EXPOSURE CHART* DAN PREDIKSI WAKTU PENYINARAN
MENGUNAKAN ALAT *X-RAY* TERHADAP SPESIMEN UJI *STEP WEDGE*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Disusun oleh:

Nama : Hiskya Olat Mandiri Manik
NIM : 41322110056
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
DESEMBER 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Hiskya Olat Mandiri Manik
NIM : 41322110056
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Pembuatan *Exposure Chart* dan Prediksi Waktu
Penyinaran Menggunakan Alat *X-ray* Terhadap
Spesimen Uji *Step Wedge*

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, ST., M.Eng ()
NIDN : 0314109101

Penguji 1 : Dra. I G Ayu Arwati, MT., Ph.D ()
NIDN : 0010046408

Penguji 2 : Henry Carles, ST., MT ()
NIDN : 0301087304

Jakarta, 27 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Hiskya Olat Mandiri Manik

NIM : 41322110056

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Pembuatan *Exposure Chart* dan Prediksi Waktu Penyinaran
Menggunakan Alat *X-ray* Terhadap Spesimen Uji *Step Wedge*

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.

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

Jakarta, 27 Desember 2023

UNIVERSI
MERCU BUANA



Hiskya Olat Mandiri Manik

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucap kan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir yang berjudul **“Pembuatan *Exposure Chart* dan Prediksi Waktu Penyinaran Menggunakan Alat *X-ray* Terhadap Spesimen Uji *Step Wedge*”** disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menyelesaikan program Pendidikan Strata Satu, jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Universitas Mercu Buana.

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 Gilang Awan Yudhistira, ST., MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin
5. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng, selaku pembimbing Tugas Akhir yang meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik
6. Bapak Cekli Sukmawijaya, selaku mentor saya di lapangan yang meluangkan waktu membantu saya dalam pembuatan tugas akhir ini
7. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat, dan doa dalam penyelesaian tugas akhir

Penulis menyadari akan adanya kekurangan dalam penelitian tugas akhir, maka penulis mengharapkan saran yang bersifat membangun agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 02 Desember 2023

Penulis

ABSTRAK

Penggunaan alat x-ray pada *radiography test* saat ini sangat banyak dibidang industri, salah satunya ialah untuk pengecekan hasil pengelasan. Dalam rangka meningkatkan efektifitas *radiography test*, penggunaan *exposure chart* diperlukan untuk menentukan waktu penyinaran. Namun *exposure chart* yang tersedia tidak dapat untuk pelaksanaan *radiography* secara terus menerus. Hal ini karena adanya pergeseran waktu yang terjadi yang disebabkan oleh menurunnya kemampuan alat x-ray. Dengan demikian fokus penelitian ini adalah pembuatan *exposure chart* di tahun 2023 dan prediksi waktu penyinaran untuk tahun selanjutnya. Pembuatan *exposure chart* dilakukan pada *step wedge* berbahan *steel* sesuai dengan kondisi alat x-ray saat ini. Pembuatan *exposure chart* sendiri dimulai dengan tahapan dasar dari pengolahan film *radiography*. Tahapan yang dilakukan pada pembuatan *exposure chart* sendiri dimulai dari tahapan pemrosesan film yang terdiri atas pemotongan film sesuai ukuran, dan pembungkusan film, lalu tahap penyinaran, kemudian pencucian film, diikuti tahapan pengeringan film, dan tahapan pembacaan film untuk memperoleh densitas film dan juga waktu ketika penyinaran berlangsung. Setelah pembuatan *exposure chart* tahun 2023 prediksi waktu penyinaran di tahun selanjutnya dibuat berdasarkan metode regresi linier dengan memanfaatkan *exposure chart* di tahun 2016 sampai tahun 2023. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan waktu penyinaran sebesar 25,6% dari tahun 2023 ke tahun 2026 terjadi di ketebalan *step wedge* 1 mm. Selain itu penambahan waktu penyinaran sebesar 28,1% terjadi di ketebalan 10 mm, sebesar 30,3% di ketebalan 20 mm, dan sebesar 32,4% di ketebalan 30 mm.

Kata Kunci: *Exposure chart, Step wedge, X-ray*



CREATION OF EXPOSURE CHART AND PREDICTION OF IRRADIATION TIME USING X-RAY EQUIPMENT FOR STEP WEDGE TEST SPECIMENS

ABSTRACT

The use of x-ray equipment in radiography tests is currently very much in the industrial field, one of which is to check the results of welding. In order to increase the effectiveness of radiography tests, the use of exposure charts is needed to determine the irradiation time. However, the available exposure chart cannot be used for continuous radiography. This is because of the time shift that occurs due to the decreasing ability of x-ray equipment. The focus of this research is the creation of an exposure chart in 2023 and the prediction of irradiation time for the following year. The creation of the exposure chart was carried out on a step wedge made of steel in accordance with the current condition of the x-ray equipment. The creation of the exposure chart itself begins with the basic stages of radiography film processing. The stages carried out in making the exposure chart itself start from the film processing stage which consists of cutting the film according to size, and wrapping the film, then the irradiation stage, then washing the film, followed by the film drying stage, and the film reading stage to obtain the film density and also the time when the irradiation takes place. After making the exposure chart for 2023, the prediction of the irradiation time in the following year was made based on the linear regression method by utilizing the exposure chart from 2016 to 2023. The results obtained show that an increase in irradiation time of 25.6% from 2023 to 2026 occurs at a step wedge thickness of 1 mm. In addition, an increase in irradiation time of 28.1% occurred at a thickness of 10 mm, 30.3% at a thickness of 20 mm, and 32.4% at a thickness of 30 mm.

Keywords: *Exposure chart, Step wedge, X-ray*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
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	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 <i>RADIOGRAPHY TEST</i>	7
2.2.1 <i>Image Quality Indicator</i>	7
2.2.2 X-Ray Generator	9
2.3 <i>EXPOSURE CHART</i>	12
2.3.1 Energi	16
2.3.2 SFD (<i>Source to Film Distance</i>)	18
2.4 <i>FILM RADIOGRAPHY</i>	20
2.4.1 Densitas Film	23
2.4.2 Proses Pengolahan Film	25
2.5 TEKNIK PREDIKSI WAKTU PENYINARAN	27

BAB III METODOLOGI	29
3.1 DIAGRAM ALIR	29
3.2 ALAT DAN BAHAN	32
3.2.1 Alat Penelitian	32
3.2.2 Bahan Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 ANALISIS DEGRADASI PERUBAHAN WAKTU <i>EXPOSURE CHART</i> 2016 DAN 2023	37
4.2 PELENGKAPAN DATA <i>EXPOSURE CHART</i> SEBELUM 2023	42
4.3 PREDIKSI WAKTU PENYINARAN SAMPAI TAHUN 2026	46
BAB V PENUTUP	49
5.1 KESIMPULAN	49
5.2 SARAN	49
DAFTAR PUSTAKA	50



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 IQI Kawat X-Ray Generator	8
Gambar 2.2 IQI Lubang	8
Gambar 2.3 X-Ray Generator	10
Gambar 2.4 Exposure Chart Rigaku 300M	11
Gambar 2.5 <i>Exposure Chart</i> Material Steel	13
Gambar 2.6 Kurva Hubungan Tebal dan Densitas	14
Gambar 2.7 <i>Exposure Chart</i> Ir-192	15
Gambar 2.8 Hasil <i>Radiography</i> 90 kV	17
Gambar 2.9 Hasil <i>Radiography</i> 100 kV	17
Gambar 2.10 Hasil <i>Radiography</i> 110 kV	17
Gambar 2.11 SFD	20
Gambar 2.12 <i>Film Radiography</i>	21
Gambar 2.13 <i>Exposure chart</i> film Fuji #50	22
Gambar 2.14 <i>Exposure chart</i> film Fuji #100	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir	29
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Penelitian	30
Gambar 3.3 X-Ray Generators dan Control Box	32
Gambar 3.4 Densitometer	32
Gambar 3.5 Surveymeter dan Pocket Dosimeter	33
Gambar 3.6 Tangki Pencucian	33
Gambar 3.7 Tangki Pengeringan	33
Gambar 3.8 <i>Viewer</i>	34
Gambar 3.9 IQI	34
Gambar 3.10 <i>Step Wedge</i>	35
Gambar 3.11 Exposure Chart 2016	35
Gambar 4.1 Grafik Densitas & Tebal	38
Gambar 4.2 Exposure Chart 2023	41
Gambar 4.3 Degradasi Exposure Chart 2016 dan 2023	41
Gambar 4.4 Grafik Penambahan Waktu 2016, 2018, 2020, 2023	44
Gambar 4.5 Grafik Waktu 2016, 2018, 2020, 2023, 2024, 2025, 2026	46
Gambar 4.6 Persentase Penambahan Waktu Per Tahun Ketebalan 1 mm	47

Gambar 4.7 Persentase Penambahan Waktu Per Tahun Ketebalan 10 mm	47
Gambar 4.8 Persentase Penambahan Waktu Per Tahun Ketebalan 20 mm	47
Gambar 4.9 Persentase Penambahan Waktu Per Tahun Ketebalan 30 mm	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Data Waktu penyinaran dan Densitas Film	13
Tabel 2.3 Hubungan Antara Tebal dan <i>Exposure</i>	15
Tabel 2.4 Hasil Analisis Histogram untuk 90, 100, 110 kV	18
Tabel 2.5 Limitasi Ug	19
Tabel 2.6 Klasifikasi Film Standar ASTM	21
Tabel 2.7 Film Fuji	23
Tabel 2.8 Densitas	24
Tabel 3.1 Data <i>Exposure Chart</i> 2016	36
Tabel 4.1 Data Pembuatan <i>Exposure Chart</i>	38
Tabel 4.2 Data Kurva Exposure Densitas 2	39
Tabel 4.3 Persamaan Garis	40
Tabel 4.4 Perbandinagn Data <i>Exposure Chart</i> 2016 dan 2023	42
Tabel 4.5 Perbandingan Data <i>Exposure Chart</i> 2016, 2020, dan 2023	43
Tabel 4.6 Perbandingan Data <i>Exposure Chart</i> 2016, 2018, 2020, dan 2023	43
Tabel 4.7 Perhitungan Regresi Linier Ketebalan 1 mm	45
Tabel 4.8 Perubahan Waktu 2016, 2018, 2020, 2023, 2024, 2025,2026	46