

**PEMODELAN *EXPOSURE INDEX* (EI) PADA SISTEM
RADIOGRAFI DIGITAL MENGGUNAKAN *EXTREME
LEARNING MACHINE* (ELM)**

SKRIPSI



FIFI CINTIA MAHAJASA FAIZI

**PROGRAM STUDI S1 FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

**PEMODELAN *EXPOSURE INDEX* (EI) PADA SISTEM RADIOGRAFI
DIGITAL MENGGUNAKAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM)**

SKRIPSI



FIFI CINTIA MAHAJASA FAIZI

**PROGRAM STUDI S1 FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang S1 FISIKA
Pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Oleh:

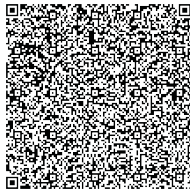
FIFI CINTIA MAHAJASA FAIZI

081811333094

Tanggal Lulus:
01-08-2022

Disetujui Oleh:

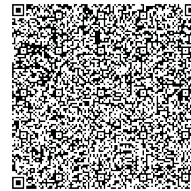
Pembimbing 1



ENDAH PURWANTI S.Si., M.T.

NIP. 197710312009122003

Pembimbing 2



Dr. KHUSNUL AIN S.T, M.Si.

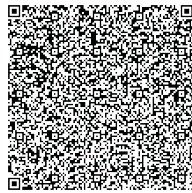
NIP. 197710312009122003

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : PEMODELAN EXPOSURE INDEX (EI) PADA SISTEM RADIOGRAFI
DIGITAL MENGGUNAKAN EXTREME LEARNING MACHINE (ELM)
Penyusun : FIFI CINTIA MAHAJASA FAIZI
NIM : 081811333094
Nama Pembimbing I : ENDAH PURWANTI S.Si., M.T.
Nama Pembimbing II : Dr. KHUSNUL AIN S.T, M.Si.
Tanggal Seminar : 01-08-2022 9:00 AM

Disetujui Oleh:

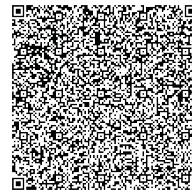
Pembimbing 1



ENDAH PURWANTI S.Si., M.T.

NIP. 197710312009122003

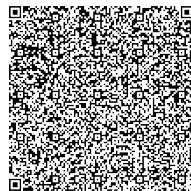
Pembimbing 2



Dr. KHUSNUL AIN S.T, M.Si.

NIP. 197710312009122003

Mengetahui,
Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



HERRI TRILAKSANA S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197712282003121003

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fifi Cintia Mahajasa Faizi
NIM : 081811333094
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyetakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

PEMODELAN EXPOSURE INDEX (EI) PADA SISTEM RADIOGRAFI DIGITAL MENGGUNAKAN EXTREME LEARNING MACHINE (ELM)

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya siap menerima sanksi yang telah ditentukan. Demikian surat pernyataan ini saya buat sebenar benarnya.

Surabaya, 27 Juli 2022



Fifi Cintia Mahajasa Faizi
NIM 081811333094

Fifi Cintia Mahajasa Faizi, 2022. Pemodelan *Exposure Index* (EI) Pada Sistem Radiografi Digital Menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM). Skripsi ini di bawah bimbingan Endah Purwanti, S.Si. M.T dan Dr. Khusnul Ain, M.Si., Program S1 Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Pesawat sinar-x radiografi digital merupakan alat yang digunakan dalam mendiagnosa kelainan medis dengan memancarkan sinar-x ke bagian tubuh pasien yang akan didiagnosa. Sinar-x ditangkap oleh detektor digital dan diproses menggunakan komputer untuk menampilkan gambar bagian dalam tubuh. Sebagian besar hasil pemeriksaan menggunakan pesawat sinar-x radiografi digital mendapatkan hasil penyinaran dalam kategori *underexposure* dan *overexposure*. Kategori tersebut dilihat dari nilai *Deviation Index* (DI) yang tidak optimal. DI merupakan parameter yang menyatakan bagus tidaknya kualitas gambar.

Pada penelitian ini, dilakukan perancangan program yang dapat menentukan nilai *voltage* dan *current time* yang tepat untuk diinputkan ke dalam alat yang menyinari tubuh pasien agar mendapat kualitas gambar yang baik. Proses pembuatan program diawali dengan menentukan variabel target dari variabel terikat yang ada dan mencari korelasi antara seluruh variabel bebas terhadap variabel target. Didapatkan variabel target yang tepat yaitu DI dan nilai korelasi yang paling kuat dengan DI yaitu *voltage*, *current time*, dan BMI. Kemudian dilakukan pemodelan antara *voltage*, *current time*, dan BMI terhadap DI menggunakan *Extreme Learning Machine* dan didapatkan program yang sangat baik dalam menentukan nilai *voltage* dan *current time* yang tepat agar nilai DI sesuai dengan *target range*. Model tersebut dikatakan sangat baik karena nilai MAPE dari model yang dibuat yaitu <20%.

Kata Kunci: Deviation Index, Exposure Index, ELM, Pesawat Sinar-x, Radiografi Digital

Fifi Cintia Mahajasa Faizi, 2022. Exposure Index (EI) Modeling in Digital Radiography System Using Extreme Learning Machine (ELM). Undergraduate research paper, supervised by of Endah Purwanti, S.Si. M.T and Dr. Khusnul Ain, M.Sc., S1 Physics Program, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Digital radiography x-ray machine is a tool used in diagnosing medical disorders by emitting x-rays to the patient's body part to be diagnosed. X-rays are captured by a digital detector and processed using a computer to display images of the inside of the body. Most of the results of the examination using a digital radiography x-ray machine obtained irradiation results in the underexposure and overexposure categories. This category is seen from the Deviatation Index (DI) value which is not optimal. DI is a parameter that states whether the image quality is good or not.

In this research, a program was designed to determine the appropriate voltage and current time values to be input into the device that illuminates the patient's body in order to obtain good image quality. The process of making the program begins with determining the target variable from the existing dependent variable and looking for the correlation between all independent variables and the target variable. The correct target variable is DI and the strongest correlation value with DI is voltage, current time, and BMI. Then the modeling between voltage, current time, and BMI on DI using Extreme Learning Machine was carried out and obtained a very good program in determining the right voltage and current time values so that the DI value was in accordance with the target range. The model is said to be very good because the MAPE value of the model made is <20%.

Keywords: Deviation Index, Exposure Index, ELM, X-Ray Plane, Digital Radiography

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan pemelihara semesta alam atas segala rahmat, hidayah-Nya, serta ridlo-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan naskah skripsi ini dengan judul “**Pemodelan *Exposure Index* (EI) Pada Sistem Radiografi Digital Menggunakan Extreme Learning Machine (ELM)**”. Salawat serta salam tercurahkan kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, beserta keluarga dan seluruh sahabatnya.

Skripsi ini disusun demi memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi. Setiap bab yang telah ditulis, disusun secara komprehensif untuk menentukan nilai tegangan dan arus waktu yang tepat agar nilai *Deviation Index* (DI) berada pada target range.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik, masukan, koreksi, dan saran yang bersikap membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap semoga proposal penelitian ini dapat memberikan manfaat yang optimal bagi semua pihak yang membaca.

Surabaya, 21 Juli 2022

Penulis,



Fifi Cintia Mahajasa Faizi

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala karena atas nikmat, karunia, dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“PEMODELAN *EXPOSURE INDEX* (EI) PADA SISTEM RADIOGRAFI DIGITAL MENGGUNAKAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM)”**. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Rasulullah Shallallahu 'Alaihi wa Sallam sebagai suri teladan yang baik bagi kita semua. Proposal ini disusun sebagai pijakan dalam melakukan penelitian dan penyusunan skripsi sebagai tugas akhir yang merupakan salah satu syarat meraih gelar Sarjana Sains di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut ini yang membantu proses kelancaran penyusunan proposal.

1. Ibu, Bapak, dan Fariq atas doa, dukungan dan semangat yang tiada putusnya, serta senantiasa memberikan dukungan moril dan materiil;
2. Bapak Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Kepala Departemen Fisika dan dosen wali yang selalu membimbing dan membantu dalam proses akademik dan jalannya penyusunan proposal;
3. Ibu Endah Purwanti, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing I atas semua bimbingan, arahan, perhatian, dan kesabaran yang dicurahkan;
4. Bapak Khusnul Ain, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II atas semua bimbingan, arahan, perhatian, dan kesabaran yang dicurahkan;
5. Bapak M. Roeslan Abdul Gani, S.Si., M.Si selaku Pembimbing Lapangan dan juga Fisikawan Medis Rumah Sakit Kanker Dharmais atas bimbingannya dalam proses pengambilan data;
6. Seluruh dosen Departemen Fisika Universitas Airlangga tanpa kecuali, atas didikan dan ilmu pengetahuan yang diberikan selama menempuh Pendidikan S-1 Fisika Universitas Airlangga;

7. Rizky Alif Ramadhan, yang telah membangun ruang bagi segalanya agar tercurah, yang memberikan kesabaran dan dedikasi luar biasa, serta selalu menjadi *support system* yang baik
8. Teman-teman fisika dengan peminatan Fisika Medis yang telah sama-sama berjuang dan saling membantu khususnya Arszyllah, Nuril, Reza, Melani, Siti Silfa, Putri Arum, Tina dan Kamilia.
9. Teman-teman MBKM PT. Sarandi yang telah berjuang bersama dan saling membantu dalam mengerjakan proposal dan project masing-masing, khususnya Ilmi Arifah dan Mar'atus.
10. Christine Natalia, Aghnia Rizky Faradina, Nur Azizaturrohmah yang memberikan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sinar-x	6
2.2 Prinsip Dasar Pembentukan Sinar-x.....	6

2.3	Pesawat Sinar-x	7
2.3.1	Proses Pembentukan Citra Pesawat Sinar-x.....	7
2.3.2	Kualitas Citra	7
2.4	Digital Radiography	8
2.4.1	<i>Exposure Index Target</i> (EIT)	9
2.4.2	<i>Exposure Index</i> (EI)	10
2.4.3	<i>Deviataion Index</i> (DI)	10
2.4.4	<i>Compensated Detector Exposure</i> (CDExp)	12
2.4.5	Faktor Eksposi.....	12
2.4.6	Faktor Fisik Pasien.....	15
2.5	Data Rekam Medik.....	16
2.6	<i>Google Colaboratory</i>	16
2.7	Bahasa Pemrograman Python.....	17
2.8	<i>Machine Learning Modelling</i>	17
2.9	<i>Outlier</i>	18
2.10	<i>Boxplot</i>	18
2.11	<i>Extreme Learning Machine</i>	19
2.12	Korelasi	22
2.13	<i>Root Mean-Squared Error</i> (RMSE)	22
2.14	<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	23
2.15	<i>Mean Absolute Precentage Error</i> (MAPE).....	23
BAB III		25
METODE PENELITIAN		25

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.3 Variabel Penelitian.....	25
3.4 Definisi Operasional	26
3.5 Sampel Penelitian	27
3.6 Rancangan Penelitian dan Metode Analisis Data	27
BAB IV	31
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Pembacaan Data Pada Alat	31
4.2 Praproses Data	34
4.3 Penentuan Variabel Target Untuk Pemodelan	35
4.4 Pemodelan menggunakan ELM Antara Seluruh Variabel Bebas dengan Variabel Target.....	39
4.5 Analisis Korelasi Antara Variabel Bebas Terhadap Variabel Target.....	40
4.6 Pemodelan menggunakan ELM berdasarkan Seleksi Fitur dan Evaluasi Model	46
4.7 Evaluasi Nilai MAPE	63
BAB V.....	65
PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
	Skema Sistem Pesawat Sinar-X Radiografi Digital	
2.1	dalam Mendapatkan Gambar Tubuh, Nilai EI, DI, dan CDExp	9
2.2	Boxplot	19
3.1	Desain Rancangan Penelitian	27
3.2	Diagram Alir Proses Pemodelan	28
4.1	Hasil Pembacaan Nilai EI, DI, CDExp, dan DAP Pada Foto <i>Rontgen</i> Pasien	31
4.2	<i>Outlier</i> pada variabel Luas Area Penyinaran	34
4.3	<i>Outlier</i> pada variabel BMI	34
4.4	<i>Outlier</i> Pada Variabel EI	35
4.5	Hubungan Antara Nilai EI dan DI	36
4.6	Hubungan antara Nilai EI dengan CDExp	37
4.7	Hubungan antara Nilai DI dengan CDExp	38
4.8	Grafik <i>Deviation Index</i> (DI) terhadap <i>Voltage</i>	41
4.9	Grafik <i>Deviation Index</i> (DI) terhadap <i>Current Time</i>	42
4.10	Grafik <i>Deviation Index</i> (DI) terhadap Luas Area Penyinaran	43
4.11	Grafik <i>Deviation Index</i> (DI) terhadap Usia	44
4.12	Grafik <i>Deviation Index</i> (DI) terhadap <i>Gender</i>	44
4.13	Grafik <i>Deviation Index</i> (DI) terhadap BMI	45
4.14	Arsitektur ELM yang Digunakan Dalam Model	47
4.15	Ilustrasi Pembagian Data	47

4.16	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 10	48
4.17	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 20	49
4.18	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 30	49
4.19	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 40	50
4.20	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 50	50
4.21	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 60	51
4.22	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 70	51
4.23	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 80	52
4.24	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 90	52
4.25	Grafik <i>Error</i> Pemodelan ELM Pada <i>Hidden Node</i> 100	53
4.26	Grafik <i>Error</i> dengan Variasi <i>Hidden Node</i> Pada Pemodelan ELM	55
4.27	Program Perhitungan Nilai DI Berdasarkan Inputan <i>Voltage</i> (kVp) dan <i>Current Time</i> (mAs)	61
4.28	Sebaran Persentase Error Absolut	63

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Tingkat Tindakan Terhadap Nilai DI	11
4.1	Sampel Data	32
4.2	Kamus Data	32
4.3	Nilai Error Pemodelan antara Seluruh Variabel Bebas dengan Variabel Target	39
4.4	Nilai Error antara Nilai Prediksi dengan Nilai Aktual Data Test Menggunakan Variasi <i>Hidden Node</i> Pada Pemodelan ELM	54
4.5	Prediksi Nilai <i>voltage</i> (kVp) dan <i>current time</i> (mAs) yang Tepat Pada Data yang Ada	61

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul
1	Analisis Data - Hubungan <i>Deviation Index</i> (DI) dengan variabel bebas, yaitu <i>voltage</i> dan <i>current time</i>
2	Syntax Program Pemodelan
3	Surat Keterangan Lolos <i>Ethical Clearance</i>