



**UJI PROFISIENSI CITRA HASIL EKSPOSI SISTEM RADIOGRAFI  
DIGITAL DI LABORATORIUM FISIKA MEDIK UNNES**

Skripsi  
disusun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Fisika

oleh  
Natalia Putri Eko Wibowo  
4211412032

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2016**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang ujian skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Dosen Pembimbing I

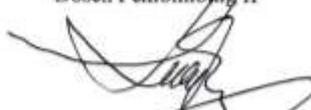


Prof. Dr. Susilo, M.S.

NIP.195208011976031006

Semarang, 26 Juli 2016

Dosen Pembimbing II



Sunarno, S.Si., M.Si.

NIP. 197201121999031003

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 26 Juli 2016



Natalia Putri Eko Wibowo

NIM. 4211412032

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Uji Profisiensi Citra Hasil Eksposi Sistem Radiografi Digital Di  
Laboratorium Fisika Medik UNNES

disusun oleh

Natalia Putri Eko Wibowo

421142032

telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Fisika FMIPA  
Universitas Negeri Semarang pada tanggal 26 Juli 2016



Panitia:

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.  
NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Dr. Suharto Lintuwih, M.Si.  
NIP. 196807141996031005

Ketua Penguji

Dr. An Yulianti, S.Si., M.Eng.  
NIP. 197707012005012001

Anggota Penguji/  
Pembimbing I

Prof. Dr. Susilo, M.S.  
NIP. 195208011976031006

Anggota Penguji/  
Pembimbing II

Sunarno, S.Si., M.Si.  
NIP. 197201121999031003

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN MOTTO**

Motto:

- ❖ Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan usaha yang disertai dengan doa, karena sesungguhnya nasib seseorang manusia tidak akan berubah dengan sendirinya tanpa berusaha.

Persembahan:

Untuk Bapak, Ibu, dan Adikku

Keluarga Besarku

Bapak – Ibu Dosen

Fisika 2012

## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala rahmat, karunia dan berkat-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Puji Tuhan setelah melalui perjuangan dengan berbagai kendala, akhirnya penulis diijinkan-Nya untuk menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Uji Profisiensi Citra Hasil Eksposi Sistem Radiografi Digital Di Laboratorium Fisika Medik UNNES”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk melengkapi kurikulum dan menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu pada Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.

Terselesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum. sebagai Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt. sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si. sebagai Ketua Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si. sebagai Kepala Program Studi Fisika Universitas Negeri Semarang.
5. Prof. Dr. Susilo, M.S. sebagai dosen pembimbing I yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan selalu memberikan masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi.

6. Sunarno, S.Si., M.Si. sebagai dosen pembimbing II yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan penuh perhatian serta meluangkan waktu untuk memberikan masukan, motivasi, dan saran selama penyusunan skripsi.
7. Dr. Agus Yulianto, M.Si., sebagai dosen wali atas bimbingan dan arahan kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
8. Teknisi Laboratorium Fisika, R. Muttaqqin, S.Si., Wasi Sakti Wiwit P., S.Pd., Natalia Erna S., S.Pd., dan Nurseto yang telah membantu selama proses penelitian skripsi ini.
9. Bapak dan Ibu tercinta atas doa yang selalu menyertai setiap langkah-langkah penulis, semangat yang selalu diberikan, cinta dan kasih sayang, kesabaran yang selalu dicurahkan dan dukungan moril maupun materiil yang tak henti-hentinya diberikan.
10. Adikku tersayang, Daniel Dwi Putra Wibowo dan Yohana Dea Wibowo yang selalu menjadi penyemangat dan penghibur dikala suka duka.
11. Ekberd Krey yang selalu memberi dukungan yang luar biasa kepada penulis baik dalam bentuk semangat, pengetahuan tentang materi skripsi dan teman diskusi dalam menyelesaikan skripsi.
12. Kru Radiologi Klinik Rawat Inap Pelayanan Medis Dasar (KRI PMD) Mitra Setia Ungaran Ardela Prawita Sari, Amd. Rad., yang telah membantu dalam proses penelitian menggunakan *Computed Radiography* di KRI PMD Mitra Setia Ungaran.
13. Kru Radiologi Laboratorium Klinik IBL Semarang Surya, Amd. Rad., yang telah membantu dalam proses penelitian menggunakan *Computed Radiography* di Laboratorium Klinik IBL Semarang.

14. Kru Fisika Medik, Clodia Acnes, Itsna Nuzula Rahma, Rosyida Mukkaromah, Esti Melintang, Dhihaa Nuansa Lintang Ayu, Elvira Rizki, Alwiyah, Suparminingsih dan Winda Kusuma Dewi yang telah memberikan warna dan keceriaan yang membangun semangat untuk mendukung penyusunan skripsi ini.
15. Teman – teman Fisika 2012, terimakasih atas kerjasama dan kebersamaannya selama 4 tahun ini, semoga kekeluargaan ini tetap terjaga selamanya.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang membantu menyelesaikan skripsi ini. Semoga amal baiknya mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi pembaca sekalian. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik demi menyempurnakan penelitian ini. Semoga penelitian yang telah dilakukan dapat menjadikan sumbangsih bagi kemajuan dunia riset indonesia.

Semarang, 26 Mei 2016



Penulis

## ABSTRAK

**Wibowo, N.P.E.** 2016. *Uji Profisiensi Citra Hasil Eksposi Sistem Radiografi Digital Di Laboratorium Fisika Medik UNNES*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Prof. Dr. Susilo, M.S dan Pembimbing Pendamping Sunarno, M.Si.

Kata kunci: Uji Profisiensi Kualitas Citra (Kontras), Faktor Eksposi Tegangan, RADIG (Sistem Radiografi Digital Fisika Medik UNNES), CR (*Computed Radiography*), CNR (*Contrast to Noise Ratio*).

Uji Profisiensi adalah uji banding antar laboratorium, sehingga suatu laboratorium dapat memonitor hasil ujinya dari waktu ke waktu dan jika ada ketidaksesuaian atau penyimpangan dapat segera dilakukan perbaikan. Di Laboratorium Fisika Medik Unnes terdapat sistem radiografi digital (RADIG) hasil modifikasi sistem radiografi konvensional menjadi sistem radiografi digital berbasis *intensifying screen* dimana hasil eksposi citra konvensional berupa film menjadi hasil eksposi citra digital berupa file digital. Namun sampai saat ini belum ada uji profisiensi terhadap hasil ekspos RADIG. Untuk melihat kualitas citra RADIG perlu dilakukan uji profisiensi dengan membandingkan citra hasil eksposi antara RADIG dengan CR. Citra radiograf yang dihasilkan dianalisis menggunakan metode CNR dengan bantuan *software* MATLAB. Pada penelitian ini paramater yang digunakan adalah kualitas citra (kontras). Kualitas citra (ketajaman kontras) dianalisis menggunakan analisis CNR. Variasi yang digunakan adalah nilai tegangan mulai dari 40 sampai dengan 70 kV dengan nilai arus sekon dan jarak tetap yaitu 1,6 mAs dan 90 cm. Objek yang digunakan adalah *stepwedge*. Nilai CNR yang paling tinggi digunakan untuk menentukan kualitas citra yang paling bagus. Pada RADIG nilai CNR paling tinggi 83,61 dengan tegangan 65 kV. Pada Uji Profisiensi kualitas citra (kontras) dengan analisis CNR, nilai CNR RADIG masih berada dibawah nilai CNR pada CR dari KRI PMD Mitra Setia Ungaran dan Laboratorium IBL. Tetapi RADIG sudah memiliki pola nilai CNR yang sealur dengan nilai CNR yang dihasilkan citra hasil ekspos dari kedua CR tersebut. Nilai CNR optimum yang didapat oleh RADIG, CR di Mitra Setia, dan CR di Laboratorium IBL berada pada tegangan 65 kV. Nilai CNR optimum pada RADIG, CR dari KRI PMD Mitra Setia Ungaran, dan CR dari Laboratorium IBL secara berurutan adalah 83,61, 87,30, dan 127,91.

# DAFTAR ISI

	Halaman
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
MOTTO DAN PERSEMBAHAN MOTTO.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Sinar-X.....	7
2.1.1 Konsep Dasar Sinar-X.....	7
2.1.2 Pembentukan Sinar-X.....	9
2.1.3 Radiografi Sinar-X.....	10
2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Sinar-X.....	10
2.1.4.1 Tegangan Tabung.....	10
2.1.4.2 Arus Tabung.....	11
2.1.4.3 Jarak Fokus ke Fim.....	12
2.1.5 Pengaruh Faktor Eksposi Terhadap Hasil Radiografi.....	12

2.1.5.1	Pengaruh Tegangan Tabung Terhadap Hasil Radiografi.....	13
2.1.5.2	Pengaruh Arus Tabung dan Waktu Eksposi Terhadap Hasil Radiografi.....	13
2.1.5.3	Pengaruh Jarak Antara tabung dan Image reseptor (FFD) Terhadap Hasil Radiografi.....	13
2.1.6	Interaksi Sinar-X dengan Materi.....	14
2.2	Uji Profisiensi.....	15
2.2.1	Pengertian Uji Profisiensi.....	15
2.2.2	Acuan Uji Profisiensi.....	16
2.2.3	Uji Profisiensi Berdasarkan Persyaratan ISO 17043.....	16
2.2.4	Parameter Uji Profisiensi Pada Sinar-X.....	17
2.3	Computed Radiography (CR).....	18
2.4	Sistem Radiografi Digital.....	19
2.4.2	Sistem Radiografi Digital di Laboratorium Fisika Medik UNNES.....	22
2.5	Pengolahan Citra Radiografi Digital.....	23
2.5.1	Citra Digital.....	24
2.5.2	Penilaian Kualitas Citra dengan CNR (Contrast to Noise Ratio.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		28
3.1	Mekanisme Penelitian.....	28
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.3	Variabel Penelitian.....	29
3.4	Pengambilan Data.....	30
3.4.1	Alat.....	30
1	RADIG (Sistem Radiografi Digital di Laboratorium Fisika Medik UNNES.....	30
2	CR (Coputed Radiography) di KRI PMD Mitra Setia .....	31
3	CR (Computed Radiography) di Laboratorium IBL Semarang.....	34
3.4.2	Bahan.....	36
3.5	Pembuatan Perangkat Lunak.....	37
3.6	Teknik Pengambilan Data.....	38

3.6.1 Pengaturan Kamera DSLR EOS 60D Pada RADIG.....	39
3.6.2 Eksposi Stepwedge Menggunakan RADIG.....	39
3.6.3 Eksposi Stepwedge Menggunakan CR.....	39
3.6.4 Pengambilan Data Nilai CNR Untuk Uji Profisiensi Menggunakan Aplikasi <i>Graphical User Interface</i> (GUI).....	40
3.7 Analisis Data Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1. Uji Profisiensi Kualitas Citra RADIG Dengan CR Menggunakan Analisis CNR.....	42
BAB V PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Perbandingan File Radiograf.....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Skema tabung sinar-X.....	9
2.2 Langkah-langkah penampilan citra pada Computed Radiography.....	19
2.3 Diagram alir Sistem Pencitraan Radiografi Digital Modifikasi dari Sistem Radiografi Konvensional.....	22
3.1 Mekanisme Penelitian.....	28
3.2 Pesawat Sinar-X RADIG.....	30
3.3 Intensifying Screen.....	30
3.4 Pesawat sinar-X dengan model DRX-1824B dan Panel Kontrol.....	31
3.5 Imaging Plate.....	32
3.6 Image Reader.....	33
3.7 Image Console.....	33
3.8 Pesawat sinar-X dengan model KXO 15 R dan Panel kontrol.....	34
3.9 Imaging Plate.....	35
3.10 Image Reader.....	35
3.11 Image Console.....	36
3.12 Stepwedge.....	36
3.13 Tampilan Layout GUI Uji Profisiensi Citra Hasil Eksposi Sistem Radiografi Digital Di Laboratorium Fisika Medik UNNES.....	37
3.14 Menu File.....	38
3.15 Tampilan Layout GUI Uji Profisiensi Citra Hasil Eksposi Sistem Radiografi Digital Di Laboratorium Fisika Medik UNNES.....	40

4.2 Grafik Uji Profisiensi (Uji Banding) Kualitas Citra RADIG, CR dari KRI PMD Mitra Setia, dan CR Laboratorium IBL.....	43
---	----

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil ekspos dengan Radiografi Digital UNNES (RADIG). ....	54
2. Hasil ekspos CR KRI PMD Mitra Setia Ungaran.....	56
3. Hasil ekspos CR Laboratorium IBL.....	58
4. Dokumentasi Penelitian.....	60

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan sinar-X dengan energi rendah dibidang medik digunakan untuk radiodiagnostik dalam pembuatan foto radiografi konvensional. Pada Radiografi Konvensional detektor terdapat pada film, *image intensifier* dan *flat panel detector*. Radiografi Konvensional (RK) masih kurang efektif dalam pemrosesan film karena beberapa faktor, yaitu pasien perlu menunggu beberapa saat untuk pencetakan film radiograf, memerlukan ruang kedap cahaya untuk pemrosesan film, film radiograf tidak selalu berada di dalam ruang arsip, dan dibutuhkan bahan kimia dalam pembuatan film radiograf yang menghasilkan limbah kimia atau limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).

Seiring perkembangan zaman, Radiografi Konvensional (RK) diganti oleh Radiografi Digital (RD) karena pencetakan film lebih efisien, pengarsipan dapat dilakukan secara digital, mengurangi resiko kehilangan film karena adanya *backup file*, serta lebih ramah lingkungan karena tidak memerlukan bahan kimia. Jika ditinjau dari proses konversi Radiografi Digital dikelompokkan menjadi dua yaitu IDR (*Indirect Digital Radiography*) dan DDR (*Direct Digital Radiography*). Proses konversi pada CR dilakukan dengan IDR menggunakan detektor *photostimulable*

*storage phosphor* (PSP) sebagai ganti kaset pada sistem Radiografi Konvensional. Teknologi CR hanya digunakan di rumah sakit dan klinik kesehatan modern sedangkan rumah sakit biasa dan puskesmas masih menggunakan Radiografi Konvensional.

Pada Laboratorium Fisika Medik Unnes terdapat sistem radiografi digital (RADIG) hasil modifikasi dari radiografi konvensional berbasis *intensifying screen*. RADIG diharapkan mampu menjembatani sistem radiografi konvensional menjadi sistem radiografi digital di rumah sakit yang masih menggunakan radiografi konvensional. Upaya modifikasi dilakukan dengan membangun tabung kedap cahaya di belakang *intensifying screen*, sehingga bayangan obyek dapat ditangkap oleh kamera DSLR untuk ditampilkan pada layar monitor PC (radiograf), dengan demikian pemrosesan film radiografi konvensional tidak diperlukan lagi. Sampai saat ini belum ada Uji Profisiensi kualitas citra dari RADIG oleh lembaga akreditasi atau pihak ketiga terhadap hasil ekspos RADIG dengan kualitas citra dari CR.

Berdasarkan *Proficiency Testing By Interlaboratory Comparissons – Guildness* (ISO/IEC Guide 43:1997) bagian 1 perlu adanya uji banding (uji profisiensi) antar laboratorium, sehingga suatu laboratorium dapat memonitor hasil ujinya dari waktu ke waktu dan jika ada penyimpangan dapat segera dilakukan perbaikan. Pada uji profisiensi material uji dan analisis yang digunakan sama, sehingga setiap laboratorium dapat mempertanggungjawabkan kinerjanya masing masing.

Dengan melakukan uji profisiensi dapat terlihat apakah hasil uji suatu laboratorium akurat dan memuaskan (dapat diterima).

Pada pesawat sinar-X perlu dilakukan uji profisiensi karena hasil uji pesawat sinar-X sangat mempengaruhi keselamatan pasien dan pekerja baik secara langsung maupun tidak langsung. Terdapat beberapa parameter yang dapat diujikan, yaitu kuat iluminasi lampu kolimator, kesesuaian dan kelurusan berkas sinar-X dengan cahaya kolimator, akurasi tegangan tabung, akurasi waktu eksposi, laju dosis, reproduksibilitas tegangan Tabung, waktu eksposi dan keluaran radiasi, kualitas berkas sinar-X (HVL), kebocoran tabung sinar-X, kualitas citra (*image*), ukuran *focalspot*, dan informasi dosis pasien. Parameter kualitas citra sesuai dengan RADIG karena RADIG adalah modifikasi sistem radiografi konvensional menjadi sistem radiografi digital dimana hasil eksposi citra konvensional berupa film menjadi hasil eksposi citra digital berupa file digital. Pada penelitian ini dilakukan uji profisiensi terhadap citra hasil eksposi antara RADIG dengan menggunakan CR. Hasil ekspos berupa file digital kemudian dianalisis dengan CNR (*Contrast to Noise Ratio*) menggunakan *software* MATLAB2013a.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana Uji Profisiensi kualitas citra hasil eksposi antara RADIG dengan CR?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengetahui hasil Uji Profisiensi citra hasil eksposi antara RADIG dan CR dengan analisis CNR.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### 1. Bagi Lembaga (Laboratorium Fisika Medik UNNES)

Bermanfaat untuk pengembangan kualitas citra Sistem Radiografi Digital di Laboratorium Fisika Medik UNNES.

### 2. Bagi Pembaca

Semoga penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan rujukan (sumber pustaka) hubungannya dengan kualitas citra hasil eksposi RADIG.

### 3. Bagi Bidang Kedokteran

Sebagai bahan masukan dengan adanya alternatif RADIG untuk diaplikasikan di Rumah Sakit biasa ataupun Puskesmas yang masih menggunakan sistem radiografi konvensional.

## **1.5 Batasan Masalah**

Uji Profisiensi hanya dilakukan dengan membandingkan RADIG dan CR menggunakan satu parameter yaitu kualitas citra. Analisis kualitas citra yang digunakan hanya analisis CNR.

## **1.6 Sistematika Penulisan Skripsi**

Sistematika dalam skripsi ini disusun dengan tujuan agar pokok-pokok masalah yang dibahas dapat urut, terarah dan jelas. Sistematika skripsi ini terdiri dari tiga bagian, yaitu: bagian awal, bagian isi dan bagian akhir. Bagian awal skripsi berisi halaman judul, halaman persetujuan pembimbing, halaman pengesahan, halaman pernyataan, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, halaman abstrak, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran. Bagian isi skripsi terdiri dari 5 (lima) bab yang meliputi :

### **1. Bab 1 Pendahuluan**

Bab ini memuat latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi.

### **2. Bab 2 Landasan Teori**

Bab ini terdiri dari kajian mengenai landasan teori yang mendasari permasalahan skripsi ini serta penjelasan yang merupakan landasan teori yang diterapkan dalam skripsi dan pokok-pokok bahasan yang terkait dalam pelaksanaan penelitian.

### 3. Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini menguraikan metode penelitian yang meliputi: waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, dan prosedur penelitian.

### 4. Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian, semua hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasan terhadap hasil penelitian.

### 5. Bab 5 Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran sebagai implikasi dari hasil penelitian.

Bagian akhir skripsi berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran yang melengkapi uraian pada bagian isi skripsi.