

**IDENTITAS:
RT-2013-219**

LAPORAN AKHIR

Insentif Riset SINas 2013

Judul Topik Penelitian

**RANCANG BANGUN ALAT RADIOGRAFI DIGITAL BERBASIS
INTENSIFYING SCREEN SEBAGAI PENGGANTI ALAT RADIOGRAFI
KONVENSIONAL (*RONTGEN*)**

**Bidang Prioritas Iptek :
Teknologi Kesehatan dan Obat**

**Jenis Insentif Riset :
RISET TERAPAN (RT)**

UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO SEMARANG

**Jln. Imam Bonjol 207 Semarang, Telp (024) 3517261, Fax (024) 3569684
2013**

**IDENTITAS:
RT-2013-219**

LAPORAN AKHIR

Insentif Riset SINas 2013

Judul Topik Penelitian

**RANCANG BANGUN ALAT RADIOGRAFI DIGITAL BERBASIS
INTENSIFYING SCREEN SEBAGAI PENGGANTI ALAT RADIOGRAFI
KONVENSIONAL (*RONTGEN*)**

**Bidang Prioritas Iptek :
Teknologi Kesehatan dan Obat**

**Jenis Insentif Riset :
RISET TERAPAN (RT)**

UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO SEMARANG

**Jln. Imam Bonjol 207 Semarang, Telp (024) 3517261, Fax (024) 3569684
2013**

LAPORAN AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Topik Penelitian Insentif Riset SINas Tahun 2013

Rancang Bangun Alat Radiografi Digital Berbasis *Intensifying Screen* Sebagai Pengganti Alat Radiografi Konvensional (*Rontgen*)

Pengusul wajib memilih dengan melingkari nomor yang sesuai untuk hal berikut, Bidang Prioritas Iptek :

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Teknologi Pangan | 5. Teknologi Informasi dan Komunikasi |
| 2. Teknologi Kesehatan dan Obat | 6. Teknologi Pertahanan dan Keamanan |
| 3. Teknologi Energi | 7. Teknologi Material |
| 4. Teknologi Transportasi | |

Jenis Insentif Riset:

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Riset Dasar (RD) | 3. Riset Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi (KP) |
| 2. Riset Terapan (RT) | 4. Percepatan Difusi dan Pemanfaatan Iptek (DF) |

Lokasi Penelitian:

Lab. Fisika Medis FMIPA Universitas Negeri Semarang dan Lab. Instrumentasi UDINUS

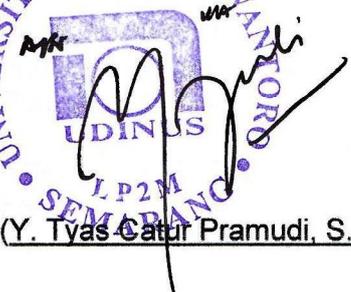
Keterangan Lembaga Pelaksana/Pengelola Penelitian	
A. Lembaga Pelaksana Peneliti	
Nama Peneliti Utama	Dr. I Ketut Swakarma, MT.
Nama Lembaga/Institusi	Universitas Dian Nuswantoro Semarang
Unit Organisasi	Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Dian Nuswantoro Semarang
Alamat	Jalan Imam Bonjol No. 207 Semarang 50131.
Telepon/HP/Fax/e-mail	0243555628/087738980974/0243569684/ tut_udinus@yahoo.co.id
B. Anggota Konsersium	

Rekapitulasi Biaya

No.	Uraian	Jumlah (Rp)
1.	Gaji dan Upah	89,400,000
2.	Bahan Habis Pakai	185,550,000
3.	Perjalanan (tidak untuk perjalanan luar negeri)	7,600,000
4.	Lain-lain	17,450,000
Jumlah Biaya tahun diusulkan		300,000,000

Disetujui oleh

Kepala

LPBM UDINUS

UNIVERSITAS DIAN NESWANTORO
UDINUS
SEMARANG
LP2M
(Y. Tyas Catur Pramudi, S.Si., M.Kom)

Peneliti Utama


(I Ketut Swakarma, Dr., MT)

2. Abstrak

Radiografi digital (RD) selama ini dianggap sebagai teknologi impor yang canggih, mahal, dan memerlukan kemampuan sumber daya manusia yang tinggi. Pengadaan impor cenderung menyerap APBD cukup besar terutama pada pelaksanaan otonomi daerah dan tidak memberi nilai tambah bagi struktur iptek daerah. Melalui penelitian ini dibangun sebuah sistem radiografi digital yang diharapkan dapat meningkatkan pelayanan Rumah Sakit Daerah. Radiografi Konvensional (RK) menggunakan film rontgen untuk menangkap citra obyek (torak pasien). Film rontgen harus melalui proses pencucian di kamar gelap sebelum dapat didianosa oleh doter radiolog. Film rontgen hasil radiografi konvensional disebut radiograf analog. Radiografi konvensional (RK) terdiri dari satu unit pembangkit sinar-x, control table, meja pasien (bed radiography), sistem pelindung radiasi (shield), dan kaset film (Film Rontgen). Radiografi digital (RD) terdiri dari satu unit pembangkit sinar-x, control table, meja pasien (bed radiography), intensifying screen (converter), sistem penangkap citra (image capture), tabung kedap cahaya, kamera Digital Single Lens Reflector (DSLR), rangkaian driver, sistem pelindung radiasi (shield), satu perangkat kendali (Personal Computer), dan perangkat lunak akuisisi data dan pengolah citra. Control table berfungsi sebagai pengatur tegangan tinggi (kV), arus filament (mA), dan pulse duration timer (s). Perangkat kendali berfungsi sebagai akuisisi data, pengolah citra, sekaligus sebagai basis data pasien. Intensifying screen (converter) sebuah lembaran material yang dapat berpendar akibat paparan sinar x. Intensitas pendaran intensifying screen tergantung dari ketebalkan obyek dan pengaturan (setting) kV, mA dan lama paparan (s). Pendaran intensifying screen tersebut yang tangkap (difoto) oleh kamera DSLR. Hasil tangkapan (foto) kamera DSLR disebut radiograf digital. Selanjutnya citra radiograf digital tersebut diolah, disimpan sebagai basis data, dan dapat dicetak ataupun dikirim melalui jaringan internet lokal ke komputer pribadi dokter radiolog untuk diagnosis. Luaran penelitian ini adalah berupa model prototype radiografi digital (tanpa Film Rontgen) untuk pencitraan medis yang nantinya dapat diduplikasi oleh unit kendali mutu yang ada di Rumah Sakit Kota maupun Rumah Sakit Daerah.

Kata kunci: radiografi digital, radiograf digital, radiograf analog, intensifying screen, kamera DSLR.

3. Kata Pengantar

Pertama-tama perkenankan kami mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas terlaksananya pembuatan Laporan Kemajuan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat Radiografi Digital berbasis *Intensifying Screen* Sebagai Pengganti Alat Radiografi Konvensional (*Rontgen*)”. Selama penelitian dan menyelesaikan Laporan Kemajuan penelitian, banyak kendala yang dihadapi dan tidak mungkin dapat teratasi tanpa bantuan pihak lain. Untuk itulah tim peneliti pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kementerian Riset dan Teknologi sebagai penyelenggara dana Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (Insentif Riset SINas) tahun 2013.
2. Universitas Dian Nuswantoro Semarang sebagai Institusi tempat Tim Peneliti bernaung.
3. Universitas Negeri Semarang yang telah memberi ijin kepada Dr. Susilo, MS. Ikut dalam Tim Penelitian Insentif Riset SINas tahun 2013.
4. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang telah memberi ijin penggunaan Laboratorium Fisika Medis untuk lokasi penelitian.
5. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Dian Nuswantoro Semarang yang telah memfasilitasi penelitian Insentif Riset SINas tahun 2013.
6. Sahabatku Mas Helmy Rahadian, S.Si. , M.Eng yang sudah banyak membantu.
7. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu Penelitian Insentif Riset SINas tahun 2013.

Tim Peneliti menyadari bahwa Laporan Kemajuan ini masih jauh dari sempurna, namun Tim Peneliti berharap semoga laporan Kemajuan ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kemajuan perkembangan Teknologi di Indonesia.

Semarang, 21 Oktober 2013

Tim Peneliti

4. Daftar Isi

Lembar identitas dan Pengesahan	i
Ringkasan / Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Sasaran	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	2
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT	3
BAB 4. METODE	3
4.1. Tempat Penelitian	3
4.2. Alat dan Bahan	3
4.3. Rancang Bangun Sistem	4
4.4. Prosedur Kerja	5
4.5. Teknik Pengolahan Data	6
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	8
5.1. Hasil	8
5.2. Pembahasan	9
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	13
6.1. Kesimpulan	13
6.2. Saran	13
Daftar Pustaka	14

5. Daftar Tabel.

6. Daftar Gambar

Gambar 4.1. Sistem Radiografi Konvensional	5
Gambar 4.2. Diagram alir Rancang Bangun Alat Radiografi Digital berbasis <i>Intensifying Screen</i> Sebagai Pengganti Alat Radiografi Konvensional (<i>Rontgen</i>)	5
Gambar 5.1. Foto KIT Arduino Duemilanove ATMEGA328	8
Gambar 5.2. Foto rangkaian driver Relay untuk Expose kamera dan X-Ray	8
Gambar 5.3. Foto set kabel USB untuk komunikasi data image	8
Gambar 5.4. Foto set kabel USB untuk kontrol komunikasi serial	9
Gambar 5.5. Remote shutter camera	9
Gambar 5.6. Foto koneksi antara KIT Arduino dengan Driver Relay	9
Gambar 5.7. Foto koneksi antara KIT Arduino, Driver Relay dengan Laptop	10
Gambar 5.8. Foto koneksi antara KIT Arduino, Driver Relay, Laptop dengan kamera	10
Gambar 5.9. Tampilan Program Radio Grafi pada Laptop	10
Gambar 5.10. Foto tim peneliti sedang diskusi	11

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Penelitian ini didasarkan atas keterbatasan radiografi konvensional yang cenderung bersifat analog dan menggunakan *film rontgen*. *Film rontgen* hasil radiografi konvensional dilihat dengan menggunakan *lightbox*. Hasil diagnostik berbasis visual ini sangat tergantung pada subyektivitas dokter dan kelemahan teknis ketika proses pencetakan *film rontgen*.

Kinerja teknik radiografi Digital (RD) sangat menjanjikan jika diterapkan untuk diagnosis medis di rumah sakit. Teknik RD potensial menjadi teknik yang handal karena beberapa keunggulan relatif terhadap teknik radiografi konvensional, yaitu (1) tanpa film dan bahan kimia untuk proses pengembangan dan fiksasi citra radiograf, (2) format multi-citra digital yang dapat dikemas secara kompak, (3) penghematan biaya operasi dan perawatan sistem, dan (4) output kuantitas hasil inspeksi yang besar (Kusminarto, 1995; Kusminarto, dkk, 1996; Suparta, dkk, 2000; Moenir, 2000; Suparta dkk. 2007). Untuk itulah, penelitian tentang rancang bangun alat radiografi digital berbasis *Intensifying screen* sebagai pengganti alat radiografi konvensional (*Rontgen*) untuk pengembangan layanan Rumah Sakit Daerah dalam pelaksanaan otonomi daerah menjadi penting dan berarti.

Sistem RD yang hendak dikembangkan ini berupaya menggunakan komponen-komponen generik yang tersedia di pasar domestik atau regional (AFTA). Beberapa komponen penting seperti pembangkit sinar-x lengkap telah dapat dibuat, ataupun dirakit oleh BATAN berbasis pada komponen yang diperoleh di pasar primer (*factory direct*). Ini sejalan dengan maksud pemerintah untuk mengurangi ketergantungan produk medik impor dan mendorong perkembangan industri peralatan medik dalam negeri, sehingga dikeluarkan UU No 18 Tahun 2002 tentang Sistem Nasional Iptek yang mewajibkan sinergi antara lembaga litbang pemerintah, universitas, swasta, dan pengguna. Penelitian yang akan dilakukan ini diharapkan menghasilkan suatu luaran berupa prototype radiografi digital, tanpa film, yang hasilnya dapat dilihat langsung melalui layar monitor komputer. Keunggulan lainnya adalah bahwa hasil radiograf digital dapat diproses lebih lanjut, misalnya dengan teknik pengolahan citra (*image processing, pattern recognition* dan *image archieving*). Hasil radiograf digital tersebut dapat dicetak (*printed image*) ataupun dikirim melalui jaringan *Local Area Network* (LAN) maupun jejaring sosial ke komputer pribadi dokter radiolog untuk diagnosis.

1.2 Tujuan dan Sasaran.

Penelitian ini dibatasi pada upaya pembangunan model *site-plan* sistem radiografi digital (RD) untuk pencitraan medis pada model rumah sakit. Sasaran aplikasi RD adalah Divisi Radiologi Rumah Sakit khususnya Rumah Sakit Daerah. Hasil penelitian ini nantinya dapat diduplikasi oleh Rumah Sakit Daerah atas rekomendasi Pemerintah Kota/Daerah. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

Merancang-bangun sistem radiografi digital berbasis *Intensifying Screen*, unit penangkap gambar, unit pembangkit sinar-x, unit kendali (*computer*), dan perangkat lunak untuk akuisisi data dan pencitraan medis.

- a) Menunjukkan bahwa hasil citra radiograf digital dapat dicetak ataupun dikirim melalui jaringan internet lokal ke komputer pribadi dokter radiolog untuk diagnosis
- b) Menunjukkan bahwa proses instalasi dan penerapan teknologi RD sangat hemat, termasuk biaya operasi dan perawatannya.
- c) Menunjukkan bahwa fasilitas sistem radiografi digital untuk pemeriksaan medis memungkinkan pencapaian efisiensi dan efektivitasnya, sekaligus menghasilkan produk bernilai ekonomi lebih tinggi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang membandingkan antara penelitian menggunakan radiografi digital dengan radiografi konvensional, hasilnya dilaporkan bahwa sensitifitas, spesifisitas, dan nilai duga positif pada sistem tersebut meningkat untuk sistem radiografi digital terhadap radiografi konvensional (Linua et al, 2000; Peer et al, 2001; Ludwig et al, 2002; Tony et al, 2002). Penelitian serupa juga dilakukan dengan berbasis pada XRII (*X-Ray Intensifying Image*), yaitu memodifikasi Sistem Radiografi Konvensional menjadi Radiografi Digital (RD) berbasis XRII dengan mode Radiografi (Susilo dkk, 2007), sedang Suparta dkk (2007) membangun sistem Radiografi Digital berbasis XRII dengan mode Fluoroscopy.

Penelitian yang akan dilakukan adalah Rancang Bangun Alat Radiografi Digital berbasis *Intensifying Screen* Sebagai Pengganti Alat Radiografi Konvensional (*Rontgen*), dimana biaya pengadaan unit *Intensifying Screen* ini jauh lebih murah dibanding dengan unit *XRII*, seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh Susilo dkk (2007) dan Suparta dkk (2007), disamping itu screen ini juga mudah dicari dipasaran domestik. Oleh karena itu, penelitian ini bermaksud mengembangkan suatu format teknologi RD untuk pencitraan medis sedemikian sehingga biaya pengadaan peralatan, biaya instalasi, biaya operasi, perawatan dan perbaikan dapat jauh lebih terjangkau bagi Rumah Sakit Daerah terutama

dalam mengantisipasi pelaksanaan otonomi daerah sehingga tak membebani APBD. Kelebihan lainnya bahwa sistem dan proses pencitraan RD tersebut dapat distandarisasi, dikalibrasi, dan dapat dioperasikan dengan aman.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1 Tujuan

Tujuan khusus penelitian ini adalah menghasilkan suatu model sistem radiografi digital untuk pencitraan medis melalui indikasi citra *stepwedge* aluminium, *skull phantom*, dan *chest phantom*, hewan uji dan *volunteer*, sehingga mampu meyakinkan Rumah Sakit Kota/Daerah untuk penggunaannya lebih lanjut. Apabila ada indikasi kelainan anatomi pada foto *rontgen*, hasil analisis atas foto tersebut dapat dijadikan landasan bagi upaya untuk menegakkan diagnose, sehingga kualitas pemeriksaan medis dapat ditingkatkan dan dampaknya dapat meningkatkan layanan rumah sakit.

3.2 Manfaat

Strategi pemanfaatan hasil kegiatan penelitian adalah dengan cara melibatkan *stakeholder*, yakni Pengelola Rumah sakit Daerah/Kota, sehingga hasil kegiatan penelitian akan digunakan secara berkesinambungan.

BAB 4. METODE

4.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dipusatkan di Laboratorium Fisika Medis FMIPA Universitas Negeri Semarang. Perakitan komponen unit pembangkit sinar-x (*x-ray generator*), *control table*, meja pasien (*bed radiography*) dan sistem pelindung radiasi (*shelding*). Unit penangkap gambar (*video capture*) dan pengolah citra akan di *setting* di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang. Uji radiografi dilakukan pada tahun ke-1 di Laboratorium Fisika Medis FMIPA Universitas Negeri Semarang. Sedang tahun ke-2 akan dilakukan optimasi sistem RD sebelum diaplikasikan di Rumah Sakit Daerah/Kota.

4.2 Alat dan Bahan

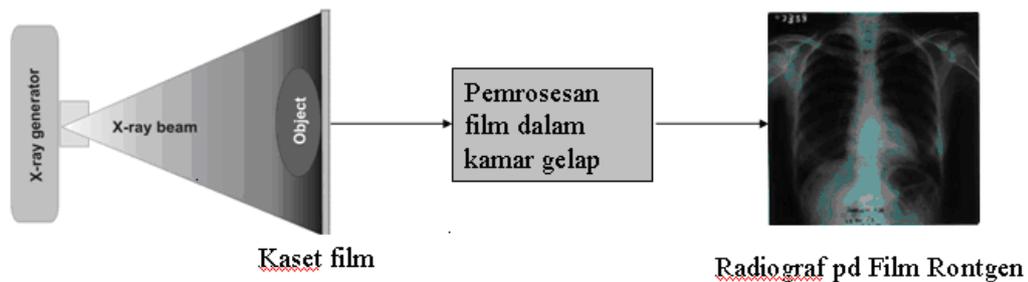
Dalam penelitian ini diperlukan beberapa alat untuk membantu sebagai obyek uji dalam pengujian sistem RD. Alat penelitian yang diperlukan dalam penelitian ini seperti: Phantom thorax, Skull x-ray phantom, Chest x-ray phantom, Penetrameter *stepwedge* (standar), X-ray

survey meter, apron untuk keselamatan radiasi, kacamata timbel, Perangkat patern test, Perangkat gray scale, dan obyek hayati.

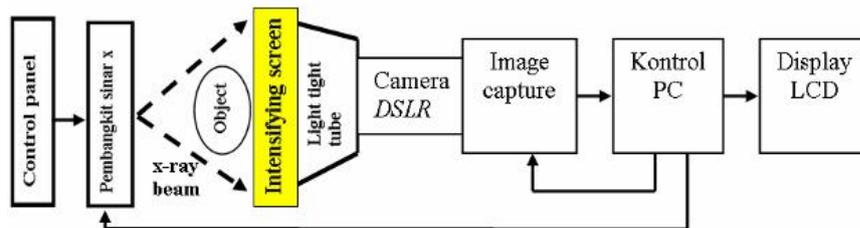
Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu: unit pembangkit sinar-x (*x-ray generator*), *control table*, meja pasien (*bed radiography*), *intensifying screen (inverter)*, sistem penangkap gambar (*video capture* atau *frame-grabber*), tabung kedap cahaya (*Light Tight Tube*), kamera DSLR resolusi tinggi, kolimator, lembaran timbal untuk proteksi radiasi (*shielding*), unit kendali (*computer*), *box panel* dari lembaran aluminium, kabel instalasi tegangan tinggi (HV), rak dari kerangka baja tinggi 1,5 m, dan perangkat lunak pengolah citra. Semua komponen-komponen ini dapat dibeli di pasar lokal.

4.3. Rancang Bangun Sistem

Secara skematis, sistem Radiografi konvensional terdiri dari *x-ray generator*, kaset film, pemroses film dalam kamar gelap dan hasilnya berupa radiograf pada film rontgen seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1. Rancang bangun sistem radiografi digital berbasis *Intensifying Screen* terdiri dari *x-ray generator*, *control table*, *Intensifying Screen*, tabung kedap cahaya (*Light Tight Tube*), kamera DSLR resolusi tinggi, *video capture*, dan note book/ komputer PC seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2. Dengan menambah tabung kedap cahaya (*light tight tube*) dibelakang *intensifying screen* maka bayangan obyek bisa ditangkap oleh camera untuk ditampilkan pada layar monitor PC (*radiograph*), sehingga pemrosesan film radiografi konvensional tidak diperlukan lagi.



Gambar 4.1. Sistem Radiografi Konvensional



Gambar 4.2. Diagram alir Rancang Bangun Alat Radiografi Digital berbasis *Intensifying Screen* Sebagai Pengganti Alat Radiografi Konvensional (*Rontgen*)

Namun, sebelum sistem radiografi digital ini dapat digunakan untuk keperluan pencitraan medis, sistem radiografi digital itu perlu dilakukan uji kinerja dan validitas sistem. Untuk itu, akan dilakukan pengujian kinerja terhadap sistem pembangkit sinar-X, paparan radiasi, uniformitas berkas radiasi, dan linearitas kV-mAs. Kinerja pencitraan digital akan dikaji berdasarkan resolusi dinamik, resolusi ruang, kontras, kecerahan dan ketajaman citra.

Uji validitas dilakukan berbasis pada ketentuan-ketentuan spesifikasi medis minimum, misalnya resolusi ruang, dosis paparan radiasi, dan hasil dengan citra phantom.

Dari metode penelitian ini, luarannya adalah: model prototype Radiografi Digital berbasis *Intensifying Screen*, citra radiograf stepwedge/skull/chest, citra hewan atau volunteer, dan akhirnya rekomendasi untuk aplikasi medis. Sedang indikator luaran yang terukur adalah: kV, mAs, resolusi citra dan kontras citra.

4.4. Prosedur Kerja

Pertama, pembuatan tabung kedap cahaya berbasis *intensifying screen*, berfungsi untuk mengubah sinar-X menjadi sinar tampak sehingga bayangan yang terbentuk dari obyek dapat ditangkap oleh kamera resolusi tinggi. Kegiatan tahap ini dilakukan di Lab. Elektro Instrumentasi Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang.

Kedua, *setting* komponen-komponen pembangkit sinar-x (*x-ray generator*), *control table*, *video capture*, dan meja pasien (*bed radiography*). Kegiatan tahap ini dilakukan di Lab. Fisika Medik FMIPA UNNES Semarang.

Ketiga, *setting* unit *frame grabber* atau penangkap gambar VC (*video capturer*), komputer PC bersama *software* penangkap gambar.

Keempat akan dilakukan instalasi pelindung radiasi untuk menunjang keamanan radiasi bagi pelaksana inspeksi. Pelindung ini berupa suatu ruang timbal dengan ketebalan 3 mm, berukuran 4 x 3 meter persegi, dan tinggi 3 meter.

Seluruh proses eksperimen dilakukan di laboratorium melalui pengukuran dan pengamatan visual secara langsung terhadap kinerja sistem yang dibangun. Proses akuisisi citra akan dilakukan menggunakan perangkat lunak berbasis pada perangkat pencitra *frame-grabber* dan PC. Proses akuisisi ini secara prinsip menggunakan mode radiografi namun diakuisisi dalam waktu mode radiografi (0,25 sec). Dengan mode radiografi, dosis radiasi dapat ditekan minimum karena penggunaan kilo Volt (kV) dan mili Ampere Second (mAs) yang rendah, jauh lebih rendah daripada mode radiografi konvensional.

Berbagai obyek phantom akan diujikan untuk mengetahui kinerja sistem. Untuk setiap phantom akan dikaji kualitas citra yang dihasilkan sebagai fungsi tegangan kV dan arus waktu mAs.

Suatu citra X-ray medis diperoleh ketika sinar-X diaktifkan dan dibiarkan memapari obyek (tubuh phantom) sedemikian sehingga sebuah citra terbentuk pada *Intensifying Screen* pada tabung kedap cahaya. Sebuah citra diagnostik medis tubuh phantom diperoleh melalui proses digitisasi citra radiograf yang ditangkap oleh kamera dalam tabung kedap cahaya melalui perangkat *frame grabber* yang terprogram. Citra analog yang terbentuk pada tabung kedap cahaya dapat diamati melalui TV monitor. Citra hasil digitisasi ini langsung dapat tervisualisasikan di layar monitor komputer. Citra digital tersebut kemudian disimpan dalam memori penyimpan pada *PC* sebagai file citra radiograf digital. Dalam penelitian ini, setiap citra radiograf digital yang diperoleh akan dilengkapi dengan tambahan informasi rekam medis atau database lainnya, untuk keperluan identifikasi.

Untuk menjaga validitas citra dan data-data yang menyertai citra proses digitisasi dirancang untuk dilakukan oleh seorang operator atau radiographer. Selanjutnya, setelah citra diperoleh dan disimpan di dalam server, citra dapat diakses untuk dianalisis oleh dokter. Luaran adalah berbentuk laporan citra radiograf, yang dapat ditambahkan pada file citra digital.

4.5. Teknik pengolahan data

Citra digital yang tersimpan di *server* dapat diakses, dieksplorasi dan diolah menggunakan perangkat lunak pengolah citra yang dikembangkan dan diintegrasikan berbasis bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0. Sebuah program aplikasi komputer akan dibuat khusus untuk para radiolog guna membantu melakukan proses pencitraan medis. Diharapkan dengan perangkat lunak Borland Delphi 7.0. tersebut dilengkapi dengan fitur-fitur *image processing*, pencetakan dan penyimpanan.

Namun, sebelum sistem radiografi digital ini dapat digunakan untuk keperluan pencitraan medis, kepada sistem radiografi digital itu perlu dilakukan uji kinerja dan validitas sistem. Untuk itu, akan dilakukan pengujian kinerja terhadap sistem pembangkit sinar-X, paparan radiasi, uniformitas berkas radiasi, dan linearitas kV-mAs. Kinerja pencitraan digital akan dikaji berdasarkan resolusi dinamik, resolusi ruang, kontras, kecerahan dan ketajaman citra. Uji validitas dilakukan berbasis pada ketentuan-ketentuan spesifikasi medis minimum, misalnya resolusi ruang, dosis paparan radiasi, dan hasil dengan citra phantom.

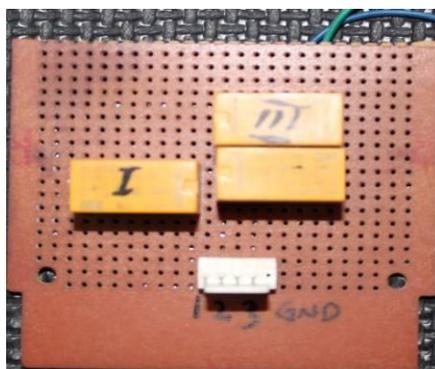
Dari metode penelitian ini, luarannya adalah: model prototype Radiografi Digital berbasis *Intensifying Screen*, citra radiograf digital stepwedge/skull/chest, citra hewan atau volunteer, dan akhirnya rekomendasi untuk aplikasi medis. Sedang indikator luaran yang terukur adalah: kV, mAs, resolusi citra dan kontras citra.

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

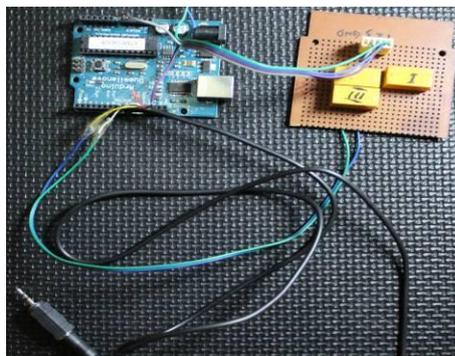
Hasil yang diperoleh dari kegiatan penelitian ini ada 3 (tiga) macam hasil yaitu: sebuah prototipe RD, program RD, dan hasil uji coba prototipe RD. Prototipe RD direalisasikan dari beberapa bagian modul seperti ditunjukkan pada Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.7. Modul-modul yang telah direalisasikan sudah dapat digunakan sebagaimana fungsi masing-masing. KIT Arduino dengan *Driver Relay* sudah bisa terkoneksi dengan baik sesuai rancangan. Begitu juga kamera DSLR dengan Laptop sudah dapat terkoneksi melalui *Remote shutter camera*. Posisi kamera DSLR di dalam kotak kedap cahaya sudah disesuaikan dengan sudut pandang kamera supaya kamera DSLR tepat menerima masukan dari bayangan obyek.



Gambar 5.1. Foto KIT Arduino Duemilanove ATMEGA328



Gambar 5.2. Foto rangkaian driver Relay untuk Expose kamera dan X-Ray



Gambar 5.3. Foto koneksi antara KIT Arduino dengan Driver Relay



Gambar 5.4. Remote shutter camera



Gambar 5.5. Foto koneksi antara KIT Arduino, Driver Relay dengan Laptop



Gambar 5.6. Foto koneksi antara KIT Arduino, Driver Relay, Laptop dengan kamera



Gambar 5.7. Posisi kamera DSLR dalam kotak kedap cahaya

Realisasi bagian kedua dari penelitian ini adalah perangkat lunak RD. Perangkat lunak RD direalisasikan dengan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0. Fungsi perangkat lunak RD ini adalah untuk akuisisi data dan basis data. Akuisisi data adalah untuk menangkap citra obyek (*image capture*) dan basis data adalah untuk pengaturan file citra obyek beserta identitas yang lainnya. Perangkat lunak RD yang telah terealisasi ditunjukkan pada Gambar 5.8 sampai dengan Gambar 5.10. Perangkat lunak RD sudah dapat digunakan untuk menangkap citra obyek (*image capture*) dan basis data.



Gambar 5.8. Tampilan Program Radio Grafi Digital pada Laptop

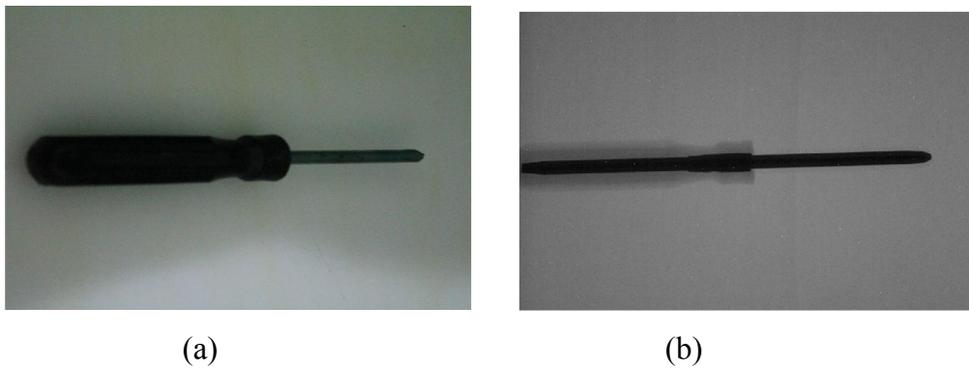


Gambar 5.9. Tampilan rancangan menu Radiorafi Digital.

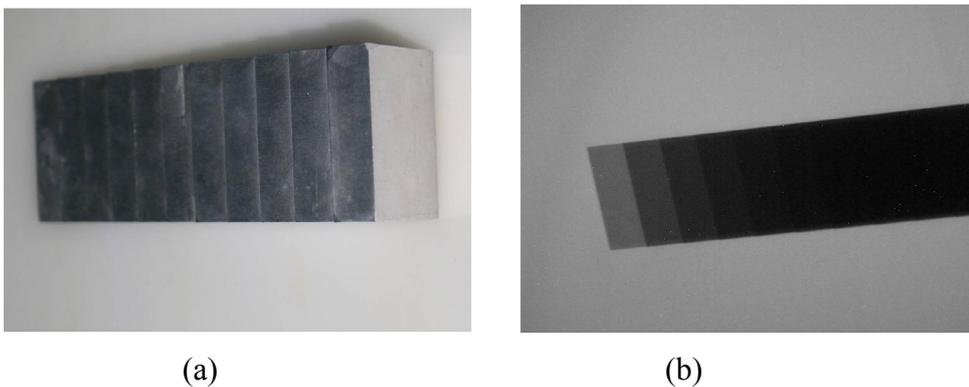


Gambar 5.10. Tampilan menu Radiorafi Digital

Realisasi bagian ketiga dari penelitian ini adalah uji coba RD. Uji coba dilakukan menggunakan obyek obeng, *stepwedge*, hewan kelinci, jemari tangan pasien *volunteer*. Hasil uji coba ditunjukkan pada Gambar 5.11. sampai dengan Gambar 5.15. Hasil uji coba RD menggunakan obyek obeng memperlihatkan mata obeng yang terbuat dari besi tampak lurus sampai ke gagang obeng. Hal ini menandakan bahwa sinar x dapat menembus gagang obeng yang terbuat dari bahan plastik. Demikian juga halnya dengan uji coba obyek jemari tangan kiri pasien *volunteer* dan jemari tangan kanan pasien *volunteer* memperlihatkan perbedaan jaringan lunak dengan tulang. Hal ini menandakan bahwa paparan sinar x lebih terhalang oleh obyek tulang yang mengakibatkan bayangan tulang lebih gelap dari bayangan jaringan lunak (seperti: daging, kulit, pembuluh darah dan lainnya). Begitu juga obyek hewan kelinci seperti jemari tangan pasien *volunteer*.



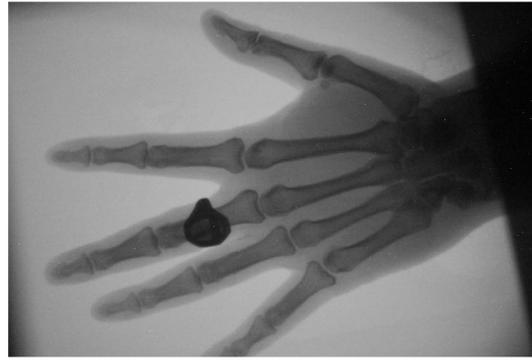
Gambar 5.11. Obyek Obeng. (a) Foto Obeng. (b) Radiograf Digital Obeng



Gambar 5.12. Obyek *stepwedge*. (a) Foto *stepwedge*. (b) Radiograf Digital *stepwedge*



(a)



(b)

Gambar 5.13. Obyek jemari tangan kiri pasien *volunteer*.

(a) Foto jemari tangan kiri *volunteer*. (b) Radiograf Digital jemari tangan kiri *volunteer*



(a)



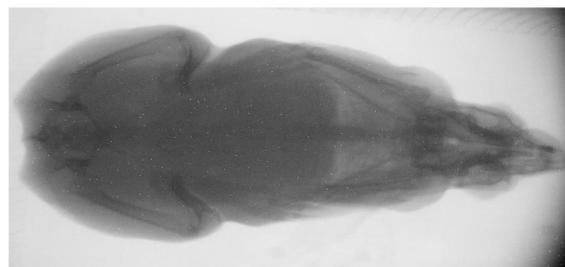
(b)

Gambar 5.14. Obyek jemari tangan kanan pasien *volunteer*.

(a) Foto jemari tangan kanan *volunteer*. (b) Radiograf Digital jemari tangan kanan *volunteer*



(a)



(b)

Gambar 5.15. Obyek Hewan kelinci.

(a) Foto Hewan kelinci. (b) Radiograf Digital Hewan kelinci.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari uraian tersebut di atas adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian driver Relay untuk Expose kamera sudah bisa digunakan untuk kontrol kamera DSLR pada pesawat sinar x.
2. Program RD sudah bisa digunakan untuk menangkap gambar (*Capture Image*).
3. Remote shutter camera sudah dapat terintegrasi dengan KIT Arduino Duemilanove ATMEGA328
4. Prototipe sistem RD berbasis *intensifying screen* telah dibangun sesuai dengan rancangan.
5. Sistem Radiografi digital sudah dapat digunakan untuk mengambil gambar radiograf digital obyek obeng, *stepwedge* aluminium, jari tangan *volunteer*, dan hewan kelinci.
5. Dimensi obyek maksimum sama dengan luas *intensifying screen* 35cm x 35cm

6.2 Saran

Saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah: sebagai berikut.

1. Dilakukan eksperimen sungguhan (*true experiment*) atau uji klinis dengan menggunakan obyek pasien langsung.
2. Pengujian dosis penyinaran untuk variasi ketebalan obyek.

Daftar Pustaka

- Moenir, A.A., 2000, "Perekayasa dan pengembangan teknologi pesawat sinar-x untuk diagnose", *Laporan Penelitian*, Program Terpilih Proyek Pembinaan Kelembagaan dan Program Nuklir, BATAN.
- Kusminarto, G.B. Suparta, B. Supardiyono dan Bagaswoto, 1995, "Sistem Radiografi Fluoresens Digital", Laporan penelitian, Riset Unggulan Terpadu II.
- Kusminarto, G.B. Suparta, B. Supardiyono dan Bagaswoto, 1996, "A Noise reduction and image correction for inhomogeneity of the x-ray beam in a digital fluorescence x-ray radiography system", *Proceeding, The international conf. On Microelectronics*, Bandung.
- Linua Margulls, Jonathan Sunshine, Klaus Mathias, 2000. Diagnosis of gastric cancers: comparison of conventional radiography and digital radiography with a 4 millions-pixel charge-coupled device. *Radiology* 2000, 214:497-502.
- Ludwig Karl, Horst Lenzen, Friedrich Kamm, thomas M. Link, stefan Diederich, Dag Wormanns, and Halter Heindel, 2002. Performance of a flat-panel detector in detecting artificial bone lesions: Comparison with Conventional Screen-film and storage – phosphore radiography. *RSNA 2002*; 222:453-459.
- Suparta, G.B., Isaris, R., Moenir, A.A. and Pongtuluran, M.M., 2000, "Restoration of Real-time Radiographic System for Industry in Indonesia", *Proceeding, The 15th WCNDT*, Roma, Italy, 15-21 October.
- Suparta, G.B., Wahyu Setia Budi, Kusminarto, Susilo, 2007, Diagnose osteoporosis tulang dengan pencitraan radiografi digital sebagai pengganti bone densitometer, Laporan penelitian Insentif Riset Terapan – KMNRT.
- Susilo, Isa Akhlis, Kusminarto, Gede Bayu Suparta, 2007. Pengembangan sistem radiografi digital untuk pemeriksaan medis. Laporan penelitian Hibah Bersaing. DIKTI.