

METODE EKSTRAKSI INFORMASI FISIS MULTI-CITRA RADIOGRAFI DIGITAL

Sri Lestari, Waskito Nugroho, dan Gede Bayu Suparta
Jurusan Fisika FMIPA UGM Yogyakarta,

ABSTRAK

Sebuah unit radiografi digital XR11 yang dikembangkan di Laboratorium Fisika Citra UGM mampu menghasilkan 20 citra untuk satu kali proses paparan radiasi sinar-x. Masing-masing citra mempunyai intensitas yang berbeda sehingga menampilkan informasi yang berbeda. Kontras citra radiografi yang rendah, kontras yang terlalu tinggi, citra kabur dan citra tidak jelas cenderung menyulitkan proses interpretasi citra. Karena itu, penelitian untuk mengekstraksi informasi fisis dari hasil multi-citra radiografi digital itu dilakukan sehingga informasi fisis citra yang lebih banyak dan lebih teliti dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode kalkulasi citra yang meliputi operasi ADD (penambahan), SUBSTRACT (pengurangan), DIFFERENCE (perbedaan), dan MULTIPLY (perkalian) antara dua buah citra. Setiap operasi dilakukan pada dua citra input untuk menghasilkan sebuah citra output. Citra hasil kalkulasi kemudian dibandingkan terhadap citra referensi. Proses analisis yang meliputi analisis visual, histogram, dan profil garis citra dilakukan menggunakan software Analyzer 1.0. Dari hasil penelitian, disimpulkan bahwa operasi MULTIPLY dapat menghasilkan kualitas citra terbaik yang cenderung memiliki informasi seperti citra referensi. Sebaliknya operasi ADD cenderung menghilangkan informasi fisis citra. Operasi DIFFERENCE dan SUBSTRACT cenderung menghasilkan citra dengan detail yang tajam.

Kata-kata kunci: radiografi sinar-x, citra radiografi, kalkulasi citra, dan pengolahan citra.

PHYSICAL INFORMATION EXTRACTION METHOD FOR MULTIPLE DIGITAL RADIOGRAPHS

ABSTRACT

A digital radiography system that has been developed in the Physics of Imaging Laboratory at the Gadjah Mada University was able to produce twenty images at once exposure of x-ray. Each image has its own intensity, so that it has DIFFERENT physical information. Radiography images at low contrast, too high contrast, or blur image tend to provide difficulties on interpreting radiograph. A research on physical information extraction method of multiple digital radiographs has been done. In this research, the image calculation method of ADD (Addition), SUBSTRACT (Subtraction), DIFFERENCE (Difference), and MULTIPLY (Multiplication) operation between two images was used. Each operation was applied to two input images to produce an output image. Then, the output images were compared to the reference image. The analysis process such as visualization, histogram, and line profile for the images used the Analyzer 1.0 software. The results show that the MULTIPLY operation can provide the best image quality, relative to the reference image. On the contrary, the ADD operation tends to suppress the physical information. The DIFFERENCE and SUBSTRACT tend to produce a sharp image that is able to display the details.

Keywords: X-ray radiography, radiographic image, image calculation, and image processing.

I. PENDAHULUAN

Satu unit radiografi digital XRII telah dikembangkan di Laboratorium Fisika Citra FMIPA UGM. Sistem ini mampu menghasilkan 20 citra dengan intensitas berbeda dari satu obyek yang sama dalam satu kali proses paparan radiasi (Suparta dkk, 2005). Masing-masing citra mengandung informasi fisis yang berbeda terhadap citra yang lain. Oleh karena itu, dilakukan proses kalkulasi citra dengan tujuan untuk menggabungkan informasi pada 2 buah citra, sehingga dihasilkan 1 buah citra dengan informasi fisis yang lebih banyak dan lebih akurat (Lestari, 2008). Dengan demikian diharapkan akan dapat membantu radiologis dalam melakukan interpretasi citra radiograf untuk tujuan diagnosa. Sistem pengolahan citra berbasis mikrokomputer *IMAGEPRO* pernah dikembangkan (Marihot, 1994). Sistem ini menyediakan fasilitas untuk peningkatan kontras, filtering, deteksi sisi, penghalusan, ekstraksi sumbu tengah, binarisasi, invers, simulasi derau, penggabungan citra dengan metode aljabar logika dan aritmatika, analisis kualitas menggunakan histogram keabuan dan metode-metode statistik. Sebagian besar aplikasi itu kini dapat dilakukan menggunakan software aplikasi seperti *Adobe® Photoshop®*.

II. TEORI

Sinar-x ditemukan oleh W.C Roentgen tahun 1895. Radiograf tangan Lady Roentgen menjadi salah satu tonggak sejarah aplikasi radiografi di bidang medis. Sinar-x merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 0,02-10 angstrom, merambat dengan kelajuan cahaya, tidak dapat dibelokkan oleh prisma dan lensa biasa, namun dapat dihamburkan oleh Kristal (Beiser, 1984).

Berdasarkan proses terjadinya, radiasi sinar-x dapat dibedakan menjadi sinar-x karakteristik dan kontinu. Sinar-x karakteristik terjadi ketika elektron dari katoda menumbuk atom pada anoda sehingga elektron orbit atom pada anoda tersebut tereksitasi, lalu terjadi deeksitasi elektron dengan disertai pancaran sinar-x. Sinar-x kontinu terjadi jika elektron dari katoda mengalami perlambatan ketika menuju elektron, sehingga terjadi perubahan energi kinetik. Sinar-x ini biasa disebut *bremstrahlung*. Dalam aplikasi medis, termasuk radiografi digital XRII, radiasi

bremsstrahlung inilah yang digunakan (Quinn and Sigl, 1980). Energi elektron ketika menumbuk anoda dapat dinyatakan dalam persamaan (1).

$$E_E = eV_A \quad (1)$$

dengan e adalah muatan elektron ($e=1,602 \times 10^{-19}$) coulomb. E_E dinyatakan dengan satuan elektron volt (eV). Ketika elektron bertumbukan dengan atom anoda, maka dihasilkan foton sinar-x dengan energi

$$E_p = hf \quad (2)$$

dengan h adalah konstanta Planck ($h = 6,625 \times 10^{-34}$ J.s) dan f adalah frekuensi foton. Ketika sinar-x melewati suatu materi, maka sinar-x akan mengalami pelemahan intensitas menurut hukum Lambert pada persamaan (3)

$$\ln I/I_0 = -\mu x \quad (3)$$

dengan I adalah intensitas sinar-x, I_0 adalah intensitas awal, μ adalah koefisien serapan bahan, dan x adalah tebal bahan. Interaksi fotolistrik terjadi ketika foton sinar-x menumbuk atom dan menyebabkan elektron berpindah lintasan atau keluar dari orbitnya. Hamburan terjadi pada saat foton sinar-x berinteraksi dengan salah satu elektron penyerap (materi). Jika tumbukan ini elastis, maka terjadi hamburan yang koheren (hamburan Rayleigh). Hamburan inkoheren (Compton) terjadi ketika proses tumbukan sehingga fraksi kecil energi foton sinar-x dating berpindah (Krane, 1992).

Pada radiografi digital berbasis X-Ray Image Intensifier (XRII), terdapat tabung XRII dengan detektor CsI(Tl) di dalamnya sebagai pengganti film. Detektor ini akan berpendar ketika ditumbuk oleh partikel berenergi tinggi. Cahaya yang dihasilkan lalu dikonversi menjadi elektron ketika melewati fotokatoda. Elektron dipercepat dengan tegangan 25 kV diantara dua elektroda, dan difokuskan menuju output window. Citra cahaya yang dihasilkan kemudian ditangkap oleh kamera. Selanjutnya citra radiograf dapat ditampilkan pada layar monitor PC dan diolah menggunakan pengolah citra.

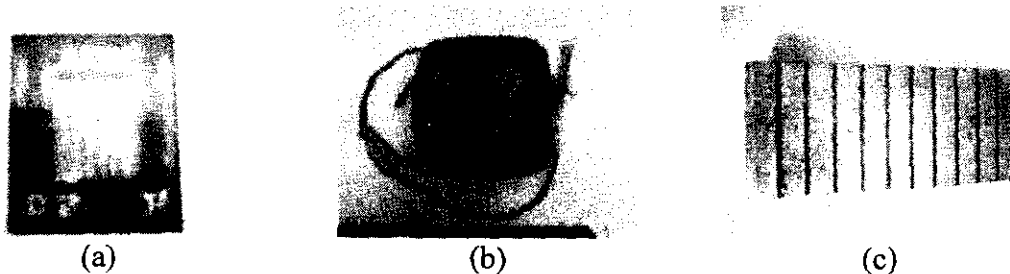
Kalkulasi dua citra (Philips, 1994) antara lain (Tabel 2.1) untuk mengkalkulasikan dua citra yang tampak berbeda. Hasil kalkulasi dapat melengkapi informasi citra obyek yang kurang lengkap atau menunjukkan kesamaan atau perbedaan antara dua citra obyek.

Tabel 2.1. Fungsi, operasi, dan deskripsi kalkulasi multicitra (Lestari, 2008)

Fungsi	Operasi	Deskripsi
ADDimage (penambahan citra)	Hasil = sumber + operator	Menambahkan 2 citra
DIFFERENCE (DIFFERENCE)	Hasil = Sumber-Operator+Q	Beda positif terang, beda negatif gelap
MULTIPLYimage (perkalian citra)	Hasil = (Sumber*Operator) / 255	Mengalikan dua citra
Subimage (pengurangan citra)	Hasil = Sumber - Operator	Mengurangkan dua citra

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Citra FMIPA UGM. Peralatan yang digunakan adalah sistem radiografi digital XRII. Obyek yang digunakan adalah *American Standard of Testing Material* (ASTM), phantom paraffin jaringan, tulang, dan pembuluh darah, dan step wedge Al (gambar 1).



Gambar 1. (a) Standard ASTM, (b) obyek phantom paraffin, (c) step wedge.

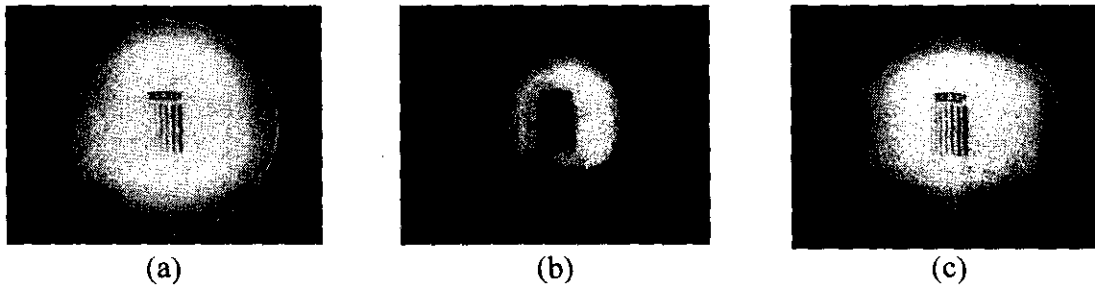
Penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan. Obyek yang akan diradiograf diletakkan di atas detektor CsI(Tl) pada tabung XRII. Jarak antara tabung sinar-x dengan tabung XRII diatur pada $(66,0 \pm 0,5)$ cm. Setelah HV diaktifkan, pada kontrol panel diset pada 60 kV, 50 mA, dan 0,25 ms. Selanjutnya dilakukan proses pencitraan. Citra yang dihasilkan dalam tabung XRII ditangkap dengan software *DrGraber 4.0* (Suparta dkk, 2005) yang telah diinstalasikan pada komputer pengendali sehingga dari proses ini dihasilkan 20 buah citra digital radiografi 8-bit yang tersimpan dalam format bitmap (*.bmp). Untuk keperluan kalkulasi citra diperlukan dua buah citra input. Dan sebagai citra pembanding, satu citra yang menampilkan detail fisis terbaik

untuk masing-masing obyek diseleksi, dan selanjutnya disebut citra referensi. Informasi fisis yang ingin ditampilkan dari obyek ASTM adalah detail perbedaan ketebalan atau diameter kawat aluminium ditampilkan. Untuk obyek phantom paraffin, ingin dimunculkan informasi model jaringan, bagian-bagian tulang, dan pembuluh darah. Sedangkan pada citra step wedge seharusnya tertampil detail setiap step.

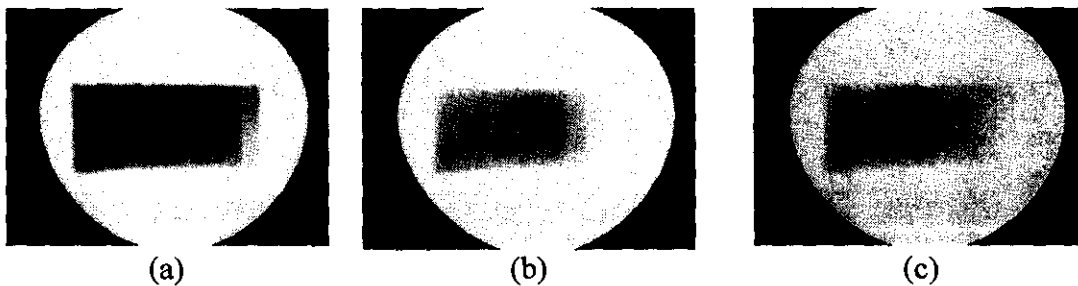
Proses kalkulasi citra dilakukan menggunakan *Adobe® Photoshop® CS2* dengan *Image → Calculation* terhadap dua citra input. Proses seleksi citra input dilakukan dengan memilih citra yang mampu menampilkan informasi fisis di antara ke-20 citra hasil. Citra hasil kalkulasi disimpan dalam format bitmap 8-bit. Analisis dilakukan menggunakan software *Analyser 1.0*. Analisis dilakukan berdasarkan visual, histogram, dan profil garis.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

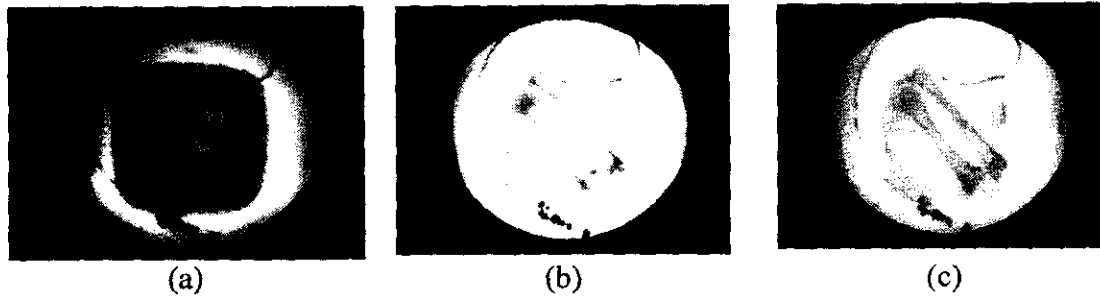
Gambar 2, 3 dan 4 berikut merupakan citra radiografi digital setelah dilakukan seleksi.



Gambar 2. Citra ASTM hasil proses radiasi dengan intensitas citra yang berbeda (a) Picture5. BMP; (b) Picture6. BMP; (c) Picture4.BMP – referensi.



Gambar 3. Citra step wedge hasil proses radiasi dengan intensitas citra yang berbeda (a) Picture3.BMP; (b) Picture4.BMP; (c) Picture_referensi.BMP

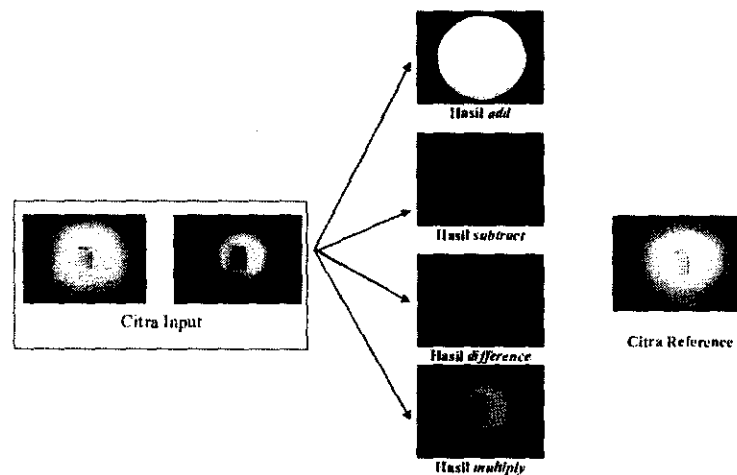


Gambar 4. Citra phantom paraffin tulang, jaringan, dan pembuluh darah hasil proses radiasi dengan intensitas citra yang berbeda (a) Picture2.BMP; (b) Picture3.BMP; (c) Picture referensi.BMP

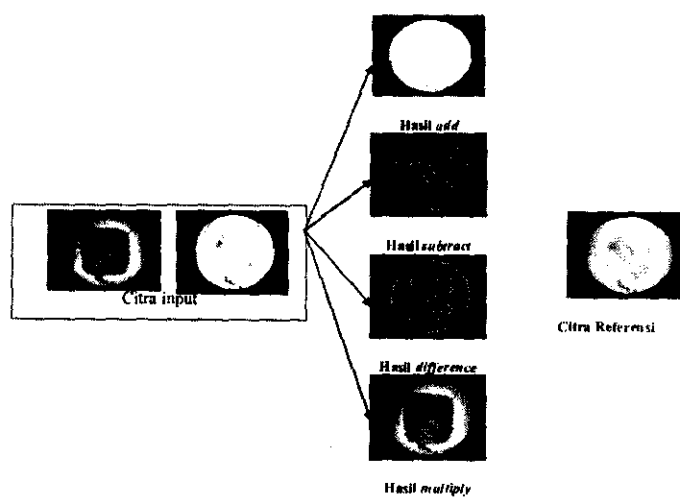
Proses kalkulasi dilakukan dengan memasukkan citra input pertama sebagai citra sumber dan citra input kedua sebagai citra operator, kecuali pada operasi SUBSTRACT yang harus menempatkan citra input dengan intensitas lebih rendah sebagai citra sumber. Hasil proses kalkulasi citra terhadap masing-masing citra obyek penelitian disajikan pada Gambar 6.

Gambar 6, 7 dan 8 menampilkan bagan perbandingan visual citra input, hasil kalkulasi, dan citra referensi. Jika dibandingkan terhadap citra referensi, maka visual citra hasil kalkulasi ADD jauh berbeda dengan citra referensi. Secara keseluruhan, hasil operasi ADD untuk masing-masing obyek menunjukkan bahwa citra mempunyai kontras dan ketajaman (sharpness) yang rendah. Detail fisis yang tertampil pada kedua citra input tidak dapat ditampikan pada citra hasil kalkulasi ADD tersebut. Visualisasi citra menunjukkan bahwa citra tertampil sangat cerah, sehingga sulit untuk dilakukan pengamatan. Dengan demikian tidak banyak informasi fisis yang bisa diperoleh dari citra hasil operasi ADD antara kedua citra inputnya. Operasi kalkulasi SUBSTRACT menghasilkan citra dengan kontras dan ketajaman yang relatif tinggi, namun dengan tingkat kecerahan yang relative rendah. Citra hasil operasi SUBSTRACT relatif gelap daripada citra referensi. Citra hasil operasi SUBSTRACT dapat digunakan untuk melihat detail yang terdapat di dalam obyek mengingat deteksi tepi yang cukup baik pada citra tersebut. Detail fisis yang jelas terlihat kurang jelas pada salah satu citra input, dapat ditampikan dengan jelas pada citra hasil kalkulasi SUBSTRACT, karena citra ini mempunyai kontras yang tinggi. Citra hasil operasi SUBSTRACT lebih memudahkan untuk mendeteksi tepi-tepi pada obyek, dengan tampilan yang jelas.

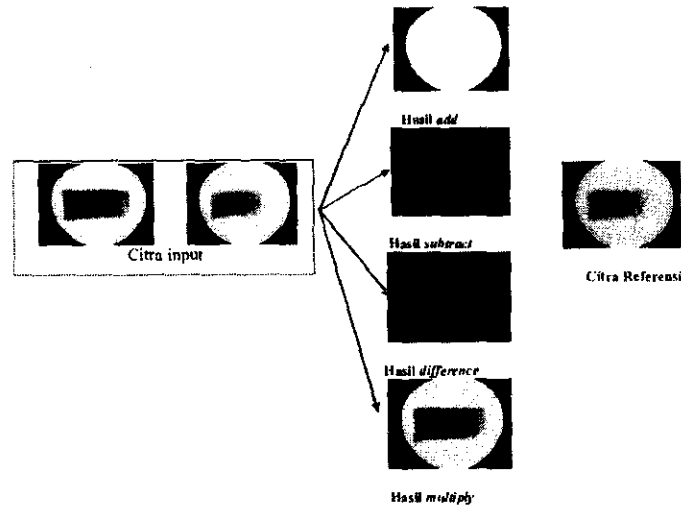
Citra hasil operasi DIFFERENCE tidak jauh berbeda dengan citra hasil operasi SUBSTRACT. Pada operasi ini tidak menjadikan masalah, penentuan mana citra yang menjadi operator dan citra yang sumber, karena hasil keduanya relatif sama. Secara umum hasil operasi DIFFERENCE lebih detail dalam menampilkan informasi mengenai pendeteksian tepi dalam obyek. Citra ini mempunyai kontras dan ketajaman yang relatif tinggi, namun tingkat kecerahan yang dimiliki relatif rendah sehingga citra cenderung gelap. Informasi yang tertampil relatif optimal untuk kedua citra referensi dan hasil DIFFERENCE, namun citra hasil operasi DIFFERENCE relatif lebih mampu menghadirkan detail citra.



Gambar 6. Bagan citra input, hasil kalkulasi, dan referensi obyek ASTM.



Gambar 7. Bagan citra input, hasil kalkulasi, dan referensi obyek phantom paraffin.



Gambar 8. Bagan citra input, hasil kalkulasi, dan referensi obyek step wedge.

Citra hasil operasi MULTIPLY cenderung mendekati referensi. Secara umum, citra hasil operasi kalkulasi MULTIPLY mempunyai kontras dan ketajaman citra yang relatif tinggi, serta kecerahan citra yang tinggi. Deteksi tepi yang dimiliki cukup bagus, sehingga detail obyek dapat ditampilkan. Pada citra hasil MULTIPLY ini baik bahan keras dan lunak dapat ditampilkan dengan cukup jelas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan berikut:

1. Metode kalkulasi citra pada software *Adobe® Photoshop® CS2* dapat digunakan untuk mengekstraksi informasi antara dua buah citra radiograf yang masing-masing memiliki informasi yang berbeda, namun tentang obyek yang sama. Metode kalkulasi citra yang dapat digunakan adalah metode operasi ADD, SUBSTRACT, DIFFERENCE, dan MULTIPLY.
2. Operasi kalkulasi ADD menghasilkan citra dengan kontras, dan ketajaman yang rendah, namun tingkat kecerahan yang tinggi. Hal ini mengakibatkan sangat sedikit sekali atau bahkan tidak ada informasi yang dapat diperoleh dengan metode ini.

3. Operasi kalkulasi SUBSTRACT merupakan inverse dari kedua citra inputnya. Namun, operasi SUBSTRACT tidak bersifat komutatif. Citra ini memiliki kontras dan ketajaman yang relatif tinggi, namun tingkat kecerahan citra cenderung rendah.
4. Citra hasil kalkulasi DIFFERENCE mempunyai kontras dan ketajaman yang relatif tinggi, serta kemampuan deteksi tepi yang baik.
5. Operasi MULTIPLY menghasilkan citra dengan kontras dan ketajaman yang tinggi, serta tingkat kecerahan citra yang cukup. Diantara citra hasil operasi kalkulasi yang lain, maka hasil MULTIPLY ini yang paling mendekati citra referensi

DAFTAR PUSTAKA

- Beiser, A., 1984. *Concepts of Modern Physics*, 3rd ed, Mc-Graw Hill, Singapore.
- Krane, K.S., 1992, *Fisika Modern*, UI-Press, Jakarta.
- Lestari, S., 2008. "Metode Ekstraksi Informasi Fisis Multi-citra Radiografi Digital", Skripsi S-1, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Marihot, F.S., 1994. "Pengolahan Citra untuk Diagnosa Radiografi Medis", *Skripsi S-1*, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Philips, D., 1994. *Image Processing in C++*, R&D Publication Inc., Kansas.
- Quinn, R.A., and C.C. Sigl, 1980. *Radiography in Modern Industry*. 4th Ed. Eastman Kodak Company, Rochester, New York.
- Suparta, G.B., A.A. Moenir, dan I. K. Swakarma, 2005, "Sistem Radiografi Digital untuk Medis", *Proceeding*, The Kentingan Physics Forum 2005, UNS Solo, 24 Sept 2005.