

Uji banding kualitas citra radiograf sistem radiografi digital modifikasi terhadap *computed radiography system* dengan metode *Contrass to Noise Ratio*

Rodhotul Muttaqin^{1✉}, Susilo²

¹PLP Ahli Pertama Laboratorium Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang

²Dosen Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima
16 Desember 2016

Disetujui
17 Januari 2017

Dipublikasikan
24 Januari 2017

Keywords:

contrass to noise ratio (CNR), computed radiography (CR), Digital radiography

Abstrak

Modifikasi sistem radiografi konvensional (RK) menjadi sistem radiografi digital (RD) telah dilakukan di Laboratorium Fisika Unnes. Pengujian kualitas citra sistem radiografi digital yang dikembangkan di Laboratorium Fisika Medik Unnes perlu dilakukan. Sistem *computed radiography (CR)* yang dimiliki oleh Instalasi Radiologi Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) Semarang digunakan sebagai pembanding kualitas citra radiograf dengan menggunakan metode *contrass to noise ratio (CNR)*. Citra radiograf yang dihasilkan oleh kedua sistem radiografi kemudian dianalisis dengan perangkat lunak (*software*) berbasis MATLAB. Penelitian ini menggunakan *phantom* berupa plat logam tembaga yang diekspose dengan sinar X dengan variasi tegangan anoda-katoda 50 kV, 60 kV, 70 kV dan 80 kV. Untuk masing-masing tegangan anoda-katoda dilakukan variasi nilai kuat arus dan waktu eksposi 1,6 mAs, 2,0 mAs, 4,0 mAs, 8 mAs, 16 mAs dan 32 mAs. Perbandingan nilai CNR untuk kedua sistem untuk variasi tegangan tabung (kV) dipilih nilai tetap untuk kuat arus dan waktu eksposi 4 mAs. Perbandingan nilai CNR untuk kedua sistem untuk variasi kuat arus dan waktu eksposi (mAs) dipilih nilai tegangan tabung 70kV.

Abstract

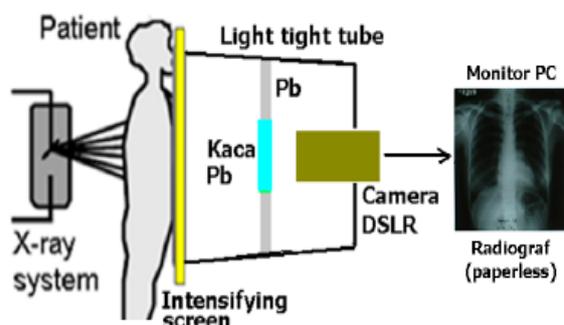
Modification of conventional radiography systems into a digital radiography system was conducted at the Laboratory of Physics Unnes. The image quality of digital radiography system that was developed in the Laboratory of Medical Physics Unnes need to be tested. The computed radiography (CR) system owned by Diponegoro National Hospital was chosen as a comparison with contrass to noise ratio (CNR) methode. Radiograph image generated by both radiography system then analyzed by software based on MATLAB. This study uses a copper plate phantom exposed to X-rays with a variation of anode-cathode voltage of 50 kV, 60 kV, 70 kV and 80 kV. For each voltage to vary the electrical current and expotion time of 1.6 mAs, 2.0 mAs, mAs 4.0, 8 mAs, 16 mAs and 32 mAs. Comparison of CNR for both systems to variations of tube voltage (kV) have a fixed value for the current and expotion time 4 mAs. Comparison of CNR for both systems to variations in current and ekspotion time (mAs) selected tube voltage 70kV.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Laboratorium Fisika Gd D9 kampus Sekaran Gunungpati
Semarang 50229
E-mail: muttaqinfisika@mail.unnes.ac.id

PENDAHULUAN

Radiografi digital merupakan sebuah bentuk pencitraan sinar-X, dimana sensor-sensor sinar-X digital digunakan untuk menggantikan film radiografi konvensional. Selain itu, proses kimiawi pada pencucian film digantikan dengan sistem komputer yang terhubung dengan monitor atau laser printer (Naralywan, 2013). Laboratorium Fisika Unnes telah memiliki sistem radiografi konvensional (RK) yang telah digunakan sebagai sarana penelitian maupun pembelajaran. Sistem radiografi konvensional yang memiliki berbagai kekurangan telah berhasil dimodifikasi menjadi sistem radiografi digital. Upaya modifikasi yang dilakukan adalah dengan membangun tabung kedap cahaya dibelakang *intensifying screen*, sehingga bayangan obyek yang ditembus sinar X dapat ditangkap oleh kamera DSLR. Prinsip kerja modifikasi sistem radiografi digital berbasis kamera DSLR tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Sistem Pencitraan Radiografi Digital modifikasi dari Sistem Radiografi Konvensional (Susilo, 2014).

Citra hasil dari eksposi tersebut selanjutnya langsung dapat ditampilkan pada layar monitor komputer. Dengan adanya sistem radiografi digital tersebut pemrosesan film radiograf konvensional tidak diperlukan lagi.

Computed radiography (CR) merupakan sistem pencitraan radiografi sinar-X konvensional (kombinasi kaset, *intensifying screen* dan film) dimana *intensifying screen* dalam kaset diganti dengan *storage phosphor plate* atau *photostimulating storage phosphor (PSP)* sebagai film pada *imaging plate*. Proses ini membutuhkan

radiasi sinar-X dimana terjadi *electronic latent image* dalam *phosphor plate* yang terbaca oleh *reader* pada proses *scanning*. Proses digitasi rangkaian dalam penghasilan citra menggunakan CR yang tampilannya melalui monitor dan *hard copy* menggunakan *laser printer/imager*. Keuntungan dari teknologi ini memiliki pembacaan hasil citra yang lebih cepat dan dapat diatur tingkat kontras, densitas serta sensitifitas.

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya menggunakan komputer digital untuk menghasilkan citra manipulasi yang kualitasnya lebih baik dari sebelumnya, sehingga citra tersebut dapat diinterpretasikan baik oleh manusia maupun mesin (Muhtadan, 2008).

Kualitas gambar adalah ukuran efektivitas untuk diagnosis yang akan dilakukan. Penilaian kualitas citra dilakukan dengan cara penilaian secara objektif, salah satunya dengan menggunakan besaran CNR (*Contrast to Noise Ratio*). CNR didefinisikan sebagai selisih antara *mean ROI (Region of Interest)* objek dan *mean ROI* latar belakang (*background*), dibagi dengan standar deviasi *background*. Salah satu cara untuk menentukan rasio CNR dapat dilihat pada persamaan (1)

$$CNR = \frac{S_A - S_B}{\sigma_0} \quad (1)$$

dengan S_A : *mean ROI* objek, S_B : *mean ROI background* dan σ_0 : standar deviasi *background*.

Meskipun hanya ada satu pilihan untuk lokasi ROI, ada pilihan yang berbeda untuk *background* yang dapat digunakan untuk analisis. Idealnya *background* yang diambil berdekatan dengan ROI dari gambar utama yang identik (Song, 2004). Hubungan antara CNR dan kualitas diagnostik gambar radiografi adalah sebagai berikut, gambar yang menunjukkan nilai CNR yang tinggi akan mudah untuk diagnosis, sedangkan gambar yang memiliki tingkat CNR rendah tidak dapat diagnosis (Wang, 2013).

METODE PENELITIAN

Pengambilan data untuk sistem radiografi digital dilakukan di Laboratorium Fisika Medik

Universitas Negeri Semarang. Proses pengambilan data dimulai dengan melakukan mengatur parameter eksposi pesawat sinar X meliputi tegangan anoda-katoda (kV) kuat arus (mA) dan waktu eksposi (s). Objek diletakkan dibawah tabung sinar X dengan jarak 90cm. Selanjutnya dilakukan eksposi dengan variasi tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV dan 80kV. Pada masing-masing variasi tegangan tabung dilakukan pula variasi kuat arus dan waktu eksposi 1,6 mAs, 2 mAs, 4 mAs, 8 mAs, 16 mAs dan 32 mAs.

Pengambilan data CR dilakukan di Instalasi radiologi Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) Semarang. Proses pengambilan data diawali dengan *setting* pesawat sinar X meliputi tegangan tabung (kV) dan kuat arus dan waktu tabung (mAs). Objek diletakkan diatas kaset CR pada jarak 90cm. Selanjutnya dilakukan eksposi dengan variasi Selanjutnya dilakukan eksposi dengan variasi tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV dan 81kV. Pada masing-masing variasi tegangan tabung dilakukan pula variasi kuat arus dan waktu eksposi 1,6 mAs, 2 mAs, 4 mAs, 8 mAs, 16 mAs dan 32 mAs. Setelah proses eksposi selanjutnya kaset CR dipindai (*scan*) dengan menggunakan *image reader* untuk mendapatkan citra radiograf.

Selanjutnya data yang diperoleh dari sistem radiografi digital (RD) dan data *computed radiografi* (CR) diolah dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) pengolah citra berbasis MATLAB untuk menentukan nilai CNR (*contrast to noise ratio*).

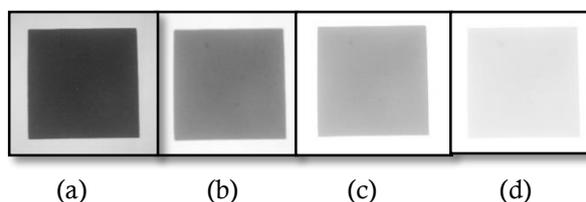
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Nilai CNR Sistem Radiografi Digital Laboratorium Fisika

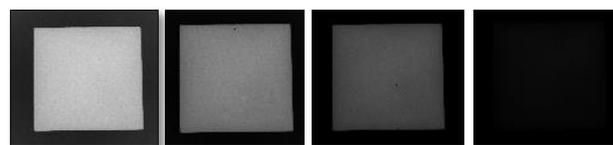
Perhitungan nilai CNR dilakukan dengan menggunakan citra digital yang didapatkan dari sistem radiografi digital. Hasil citra digital yang didapatkan adalah berupa citra asli dengan resolusi 8 *byte* seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Citra hasil sistem RD tidak sesuai dengan citra standard medik, sehingga perlu dilakukan proses inversi citra dengan bantuan *software*

pengolah citra yang dibuat. Inversi citra adalah proses negatif pada citra, dimana nilai citra dibalik dengan acuan *threshold* yang diberikan. Hasil inversi citra pada Gambar 2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Citra digital sistem RD dengan faktor eksposi kuat arus dan waktu tetap 1,6 mAs dan tegangan tabung (a) 50 kV (b) 60 kV (c) 70 kV (d) 80kv



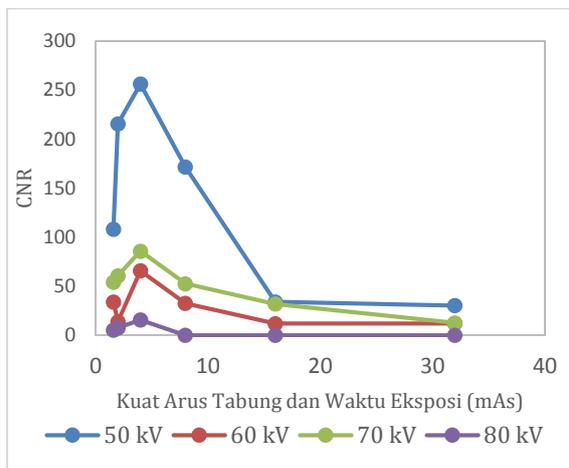
Gambar 3. Citra digital sistem RD hasil inversi

Secara kualitatif, perubahan tegangan tabung sinar-X juga berpengaruh terhadap tingkat keabuan citra radiografi digital yang dihasilkan. Semakin tinggi tegangan yang digunakan maka tingkat keabuan yang dihasilkan semakin rendah. Faktor yang dapat berpengaruh pada pembentukan citra digital antara lain adalah tegangan tabung, arus, waktu paparan, ketebalan bahan hingga kualitas dari pesawat sinar-X yang digunakan (Suyatno, 2008).

Nilai CNR dari citra digital juga dipengaruhi oleh kuat arus dan waktu yang digunakan pada saat eksposi. Hubungan antara parameter kuat arus dan waktu eksposi (mAs) dengan nilai CNR citra dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa untuk masing-masing nilai tegangan yang diberikan memiliki nilai CNR yang optimal pada kuat arus dan waktu eksposi yang sama yaitu 4 mAs. Hal ini sesuai dengan jenis *phantom* yang menggunakan bahan tembaga dengan ketebalan 1 mm. Untuk keperluan radiografi biasanya

dibutuhkan intensitas dan energi rata-rata tertentu yang sesuai dengan jenis dan ukuran spesimen (Kurnianto, 2013).



Gambar 4. Grafik hubungan kuat arus dan waktu eksposi (mAs) terhadap nilai CNR sistem radiografi digital

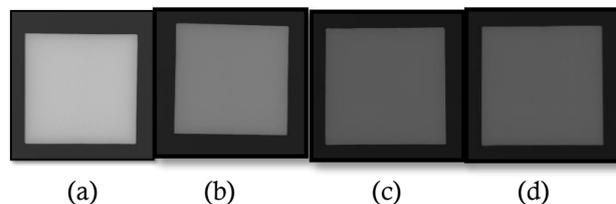
Selanjutnya nilai CNR terus berkurang seiring bertambahnya nilai kuat arus tabung dan waktu eksposi yang diberikan (mAs). Pada nilai 32 mAs semua nilai tegangan tabung memberikan nilai CNR yang paling rendah. Bahkan untuk tegangan 80kV nilai nya nol. Hal ini disebabkan oleh arus yang tinggi akan menghasilkan ketajaman citra yang rendah.

Arus yang tinggi yang dihasilkan oleh tabung sinar-X menyebabkan banyaknya elektron yang menumbuk anoda, sehingga banyak sinar-X yang keluar dari tabung. Objek *phantom* yang digunakan semakin banyak menyerap sinar-X sehingga menghasilkan citra dengan kontras yang rendah. Kontras radiografi adalah perbedaan terang diantara berbagai bagian citra, yang sesuai dengan perbedaan daya serap bagian tubuh terhadap sinar-X. Struktur dari objek tidak akan terlihat, bila nilai kontras disekitarnya tidak cukup (Artawijaya, 2010).

Analisis Nilai CNR Sistem *Computed Radiography* (CR) Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND)

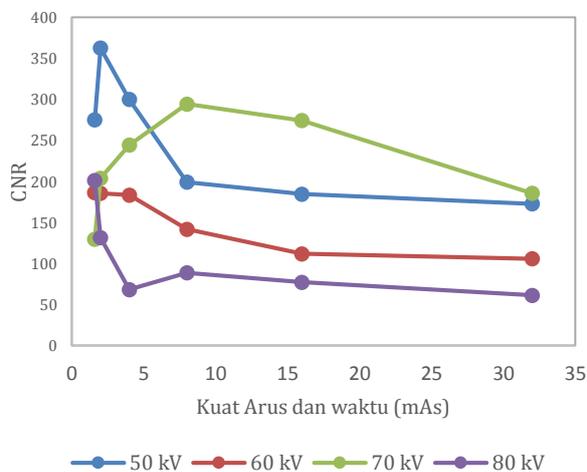
Perhitungan nilai CNR dilakukan dengan menggunakan citra digital yang didapatkan dari sistem CR yang telah dikonversi ke dalam format

JPG. Citra digital dari sistem CR dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Citra Digital sistem CR dengan faktor eksposi 1,6 mAs dan tegangan tabung (a) 50kV (b) 60kV (c) 70kV (d) 80kV

Nilai CNR (*Contrast to Noise Ratio*) dari citra digital yang dihasilkan oleh sistem CR memiliki rata-rata memiliki nilai yang cukup tinggi. Nilai optimal untuk masing-masing nilai tegangan tabung yang diberikan ternyata menghasilkan nilai kuat arus dan waktu eksposi (mAs) yang berbeda. Hubungan parameter kuat arus dan waktu eksposi (mAs) terhadap nilai CNR pada sistem CR yang dimiliki RSND dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan kuat arus dan waktu eksposi (mAs) dengan nilai CNR pada sistem CR

Nilai CNR tertinggi sistem CR terjadi pada tegangan tabung 50kV dan kuat arus dan waktu eksposi 2 mAs. Semakin bertambahnya nilai kuat arus dan waktu eksposi (mAs) nilai CNR semakin turun.

Penurunan nilai CNR ini disebabkan oleh semakin tingginya arus tabung mengakibatkan semakin banyaknya elektron yang menumbuk anoda sehingga sinar-X yang keluar semakin banyak intensitasnya. Intensitas sinar-X yang diterima *phantom* semakin bertambah sehingga mengakibatkan turunnya nilai skala keabuan dari citra digital yang dihasilkan.

Pada kuat arus dan waktu eksposi 32 mAs didapatkan nilai CNR yang paling kecil untuk semua nilai variasi tegangan tabung. Hal ini disebabkan karena pada arus tabung yang tinggi semakin banyak elektron yang menumbuk anoda, sehingga sinar-X yang keluar dari tabung juga semakin banyak. Objek *phantom* yang digunakan semakin banyak menyerap sinar-X sehingga menghasilkan citra dengan kontras yang rendah.

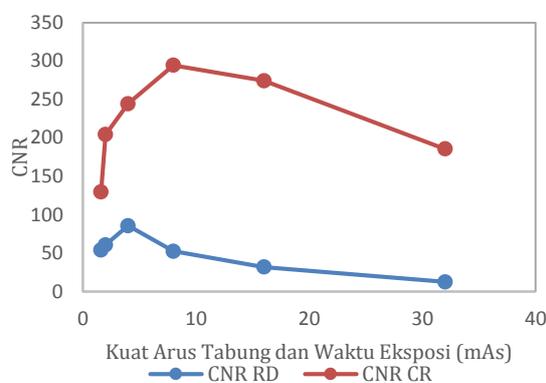
Perbandingan nilai CNR sistem radiografi digital dengan sistem *computed radiography*

Perbandingan sistem CR dengan sistem radiografi digital Laboratorium Fisika dilakukan untuk mengetahui kualitas citra yang dihasilkan pada masing-masing sistem radiografi diagnostik. Perbandingan kualitas citra didapatkan dari analisis pengaruh variasi tegangan tabung (kV) dan nilai kuat arus dan waktu eksposi (mAs) terhadap nilai CNR. Perbandingan nilai CNR kedua sistem radiografi yang menunjukkan hubungan kuat arus tabung dan waktu eksposi (mAs) terhadap nilai CNR pada tegangan tetap 70kV dapat dilihat pada Gambar 7.

Perbandingan kualitas citra yang didapatkan dari hasil analisis untuk tegangan tetap pada masing-masing sistem radiografi diagnostik adalah 70 kV dengan variasi arus tabung sinar-X. Tegangan yang digunakan adalah 70 kV karena pada tegangan tersebut merupakan tegangan yang digunakan untuk kegiatan QC citra sesuai dengan IAEA (*International Atomic Energy Agency*) Nomor 19 Tahun 2012 untuk pesawat diagnostik menggunakan sinar-X.

Sistem CR memiliki nilai kualitas citra yang lebih stabil. Nilai optimal untuk tegangan tabung 70 kV dengan *phantom* plat tembaga

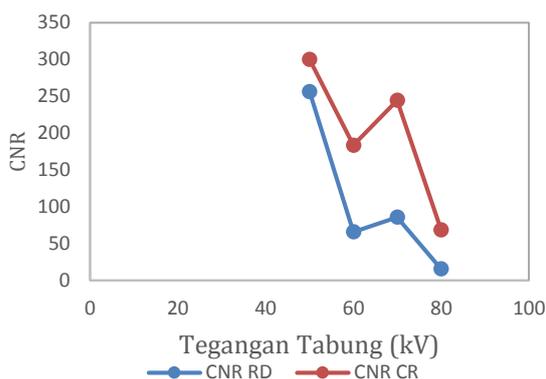
dengan ketebalan 1mm adalah 8 mAs. Nilai CNR optimal sistem CR adalah 294,44 yang terjadi pada 8mAs. Sedangkan nilai CNR optimal sistem RD adalah 85,75 yang terjadi pada 4mAs. Pada nilai kuat arus dan waktu eksposi (mAs) yang semakin tinggi terjadi penurunan nilai CNR yang signifikan. Untuk nilai 32 mAs nilai CNR mencapai titik minimal yang ditunjukkan dengan citra yang semakin kabur. Hal ini disebabkan oleh peningkatan arus tabung sinar X yang mengakibatkan meningkatnya intensitas sinar X yang keluar melalui tabung. Dari nilai CNR yang dihasilkan dapat dikatakan kualitas citra sistem CR lebih baik dari sistem DR.



Gambar 7. Perbandingan nilai CNR untuk variasi kuat arus tabung dan waktu eksposi (mAs) sistem radiografi digital dan sistem CR pada tegangan 70kV

Perbandingan nilai CNR kedua sistem radiografi yang menunjukkan hubungan tegangan tabung terhadap nilai CNR pada kuat arus dan waktu 4 mAs dapat dilihat pada Gambar 8.

Nilai CNR citra pada sistem radiografi digital Laboratorium Fisika memiliki pola yang sama dengan sistem CR. Nilai CNR tertinggi untuk kedua sistem didapatkan pada tegangan 50 kV. Sedangkan nilai CNR citra terendah untuk kedua sistem didapatkan pada tegangan tabung 80 kV. Hal ini terjadi karena semakin besar tegangan tabung mengakibatkan meningkatnya daya tembus sinar-X terhadap bahan.



Gambar 8. Perbandingan nilai CNR untuk variasi tegangan tabung (kV) sistem radiografi digital dan sistem computed radiography (CR) pada tegangan kuat arus dan waktu 4 mAs.

SIMPULAN

Analisis nilai CNR suatu citra radiograf dapat digunakan untuk menentukan kualitas sistem radiografi digital. Nilai CNR tertinggi sistem radiografi digital Laboratorium Fisika adalah 256,25 yang berada pada tegangan tabung 50kV dan kuat arus dan waktu 4 mAs. Nilai CNR tertinggi untuk Sistem computed radiography (CR) adalah 362,78 yang berada pada tegangan 50kV dan kuat arus dan waktu 2 mAs. Sistem computed radiography (CR) memiliki nilai CNR yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem radiografi digital modifikasi di Laboratorium Fisika.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Kepala Laboratorium Fisika Drs. Ngurah Made D.P., M.Si, Ph.D atas kesempatan yang diberikan dalam melaksanakan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada Direktur Utama Rumah Sakit Nasional Diponegoro, Prof. Dr. dr. Susilo Wibowo, M.S.Med., Sp.And. atas ijin penelitian yang diberikan, serta staff instalasi radiologi RSND Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Artawijaya, A., 2010. *Kualitas Citra Radiograf Foto Rontgen*. <http://catatanradiograf.blogspot.co.id/2010/01/kualitas-citra-radiografi-foto-rontgen.html>. diakses tanggal 12 Oktober 2016
- Kurnianto, K., Putra, I. M. dan Susila, I. P., 2013. *Perekayasa Perangkat Radiografi Digital untuk Industri*. Prosiding pertemuan ilmiah perekayasa perangkat nuklir (PRPN). Tangerang. Batan
- Muhtadan, D. H., 2008. *Pengembangan aplikasi untuk perbaikan citra digital film radiografi*. Prosiding seminar nasional IV SDM teknologo nuklir. Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008. ISSN 1978-0176.
- Naralyawan, K., 2013. *Perbandingan Radiografi Konvensional, CR (Computer Radiografi), DR (Digital Radiografi)*. <http://kristinanaralyawan.blogspot.co.id/2013/10/perbandingan-konvensional-cr-computer.html> diakses tanggal 12 Oktober 2016
- Song, X. & Brian, W., 2004. Automated region detection based on the contrast-to-noise ratio in rear-infrared tomography. *Optical Society of America*. New Hampshire
- Susilo, Supriyadi, Sutikno, Sunarno, Setiawan, R., 2014. Rancang Bangun Sistem Penangkap Gambar Radiografi Digital Berbasis Kamera DSLR. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 10 hal. 66-74.
- Suyatno, F. 2008. *Aplikasi radiasi sinar-x di bidang kedokteran untuk menunjang kesehatan masyarakat*. Prosiding seminar nasional IV SDM teknologo nuklir. Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008. ISSN 1978-0176.
- Wang, F., Cao, F., Bai, T., 2013, Modulation Transfer Function of Spatially Variant Sampling Retina-Like Sensor, *Optic* 124 hal. 1342-1345.