



PEREKAYASAAN PERANGKAT PENANGKAP CITRA SINAR-X BERBASIS LAYAR PENDAR

Wiranto Budi Santoso¹, Istofa², Budi Santoso³ dan Yan Bony Marsahal⁴

^{1,2,3,4} Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK

PEREKAYASAAN PERANGKAT PENANGKAP CITRA SINAR-X BERBASIS LAYAR PENDAR. Perekayasa perangkat penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar telah dilakukan. Pesawat sinar-x merupakan salah satu alat diagnosa medis yang dapat mencitrakan struktur anatomi tubuh tanpa melalui operasi. Pada pesawat sinar-x konvensional, hasil pencitraan ditangkap dengan menggunakan film, kemudian film tersebut dicuci untuk mendapatkan citra organ tubuh sehingga bisa diamati langsung oleh dokter. Proses pencucian film ini umumnya menggunakan bahan kimia, membutuhkan waktu serta biaya tambahan. Selain pesawat sinar-x konvensional, saat ini sudah ada pesawat sinar-x yang sudah dilengkapi dengan modul penangkap citra berbasis teknologi solid state. Pada pesawat sinar-x jenis ini, hasil pencitraan langsung diubah menjadi citra digital yang selanjutnya dapat diproses dengan mudah di komputer. Akan tetapi, harga modul jenis ini masih sangat mahal. Berangkat dari permasalahan-permasalahan inilah maka kami melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan modul penangkap citra sinar-x yang dapat menghasilkan citra digital dan dengan biaya produksi yang murah. Pada penelitian ini, akan dilakukan perekayasa modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar. Modul ini terdiri dari fluorescence screen yang akan mengubah sinar-x menjadi cahaya tampak, CCD kamera, serta modul kendali dan akuisisi data hasil pencitraan yang dihubungkan ke komputer sebagai pengolah citra digital. Dengan menggunakan modul ini, hasil pencitraan dari pesawat sinar-x segera bisa ditransfer ke komputer sebagai citra digital. Dibandingkan dengan cara konvensional yang menggunakan film, keuntungan dari penggunaan modul ini adalah lebih ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia untuk mendapatkan hasil pencitraan, kemudian menghemat waktu dan biaya karena hasil pencitraan segera bisa diperoleh dalam bentuk berkas digital yang dapat ditampilkan maupun dicetak dengan murah dan mudah. Akan tetapi, agar bisa diaplikasikan untuk diagnosa medis, perlu ada data yang menunjukkan bagaimana efektifitas dari modul ini jika dibandingkan dengan film konvensional. Oleh karena itu, pada penelitian ini selain perekayasa modul dan uji fungsi, juga akan dilakukan perbandingan unjuk kerja dengan cara membandingkan hasil pencitraan yang diperoleh menggunakan modul yang dibuat dan hasil pencitraan yang ditangkap dengan film. Dari hasil yang diperoleh, disimpulkan bahwa perangkat ini belum dapat diaplikasikan untuk keperluan medis. Citra yang didapatkan belum setajam hasil pencitraan dari film. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperkuat citra yang dihasilkan oleh layar pendar sebelum ditangkap oleh kamera. Kamera yang digunakan sebaiknya dapat diatur kemampuan penerimaan intensitas cahayanya.

Kata kunci: sinar-x, layar pendar, citra digital, tanpa film

ABSTRACT

ENGINEERING OF FLUOROSCENE SCREEN BASED X-RAY IMAGE CAPTURING EQUIPMENT. The engineering of fluoroscene screen based x-ray image capturing equipment has been done. An x-ray machine is a medical diagnoses equipment which can produce anatomical body structure images without carrying out operation. In conventional x-ray machine, imaging results are captured by utilizing films. Then the film is developed to get a body organ image so that it can be directly observed by a doctor. This film developing process generally uses chemical substances and it needs times and additional expenses. Beside conventional x-ray machine, now days there are x-ray machines which equipped with solid state based image capturing modules. In this type of x-ray machine, the resulting image is directly converted to digital images.



Furthermore this image can be easily processed in computer. But the price of this type of modules are very expensive. Based on the above problems, this activity will be carried out to develop an x-ray image capturing module which can produce digital image and low production cost. In this activity, it will carry out an engineering of a fluorescence screen-based x-ray image capturing module. This module consists of a fluorescence screen which will convert x-ray to visible ray, a CCD camera, and a control and data acquisition module, and it will be connected to a computer as digital image processor. By using this module, resulting images from x-ray machine can be transferred to computer in the form of digital images. Compared to conventional way which using films, the advantages of using this module is more environmental friendly since there is no chemical substances used. Furthermore this module can shorten processing time and cost since the resulting image can be produced directly in digital form which can be cheaply and easily displayed or printed. But, in order to be applicable for a medical diagnoses tool, it needs data which show affectivity of this module compared to conventional film. Therefore, in this activity besides engineering module and functional test, it also can be carry out performance comparison by means of comparing between resulting images got by this module and by film. From the result, it can be concluded that this equipment has not been applicable for medical purposes. The resulting images are not clearer compared to x-ray film images. Therefore it needs more research to increase images intensity before they are captured by camera. The camera being used should capable to be adjust its light intensity reception.

Keywords: x-ray, fluorescence screen, digital imaging, filmless

1. PENDAHULUAN

Penggunaan x-ray berawal dari penemuan Wilhelm Röntgen pada tahun 1895 yang melakukan penelitian mengenai keberadaan sinar yang tidak tampak oleh mata telanjang dan dapat menembus objek seperti buku, kertas dan lain sebagainya [1]. Penggunaannya untuk keperluan medis diawali ketika dia mendapati gambar tangan istrinya yang dihasilkan dari sinar-x. Pada gambar tersebut terlihat jelas tulang-tulang yang ada dalam jari-jari tangan.



Gambar 1. Citra sinar-x dari telapak tangan istri Wilhelm Röntgen [2]

Saat ini, selain untuk keperluan diagnosis medis, x-ray juga digunakan diberbagai bidang seperti keamanan, karakterisasi unsur, pengecekan cacat pada produk, dan lain sebagainya. Dalam dunia medis sendiri, terdapat berbagai jenis perangkat diagnosis yang berbasis sinar-x. Perangkat-perangkat itu seperti, pesawat x-ray konvensional yang menggunakan film untuk menangkap citra organ tubuh, pesawat sinar-x fluoroscopy untuk keperluan diagnosis secara real-time, pesawat sinar-x digital yang menggunakan image intensifier maupun detektor solid state untuk menangkap citra, maupun CT (computed tomography) scan yang dapat menghasilkan citra tiga dimensi dari organ tubuh [3]. Di Indonesia sendiri, pesawat sinar-x banyak terdapat di rumah sakit maupun di klinik-klinik. Hal ini disebabkan karena pengoperasian dan perawatan pesawat sinar-x



relatif mudah, karena hanya membutuhkan daya listrik saat dioperasikan. Selain itu, pengaruh radiasi sinar-x hanya ada saat alat dioperasikan.

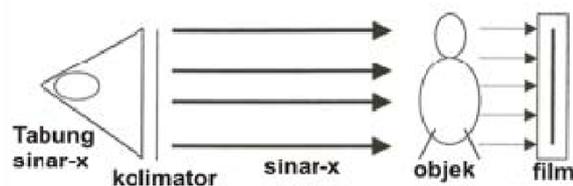
Pesawat sinar-x yang ada pada klinik maupun rumah sakit umumnya adalah pesawat sinar-x konvensional yang menggunakan film untuk menangkap citra organ tubuh. Jika dibandingkan dengan pesawat sinar-x digital yang menggunakan *image intensifier* atau detektor *solid state* sebagai penangkap citra, harga dari pesawat sinar-x konvensional jauh lebih murah. Akan tetapi, untuk mendapatkan citra, film yang digunakan harus diproses dengan bahan kimia. Umumnya fasilitas pemrosesan film, tidak terdapat pada semua klinik yang mengoperasikan pesawat sinar-x, namun hanya terdapat di kota. Oleh karena itu, hasil pencitraan tidak bisa didapatkan dengan segera dan tentu saja memerlukan tambahan biaya untuk pemrosesan film.

Berangkat dari permasalahan-permasalahan inilah maka kami melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan modul penangkap citra sinar-x yang dapat menghasilkan citra digital dan dengan biaya produksi yang murah. Pada penelitian ini, akan dilakukan perekayasaan modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar (*fluorescence screen*) yang bisa didapatkan dengan harga relatif murah. Apabila sinar-x mengenai layar pendar, akan keluar cahaya dari layar tersebut yang intensitasnya tergantung dari banyaknya sinar-x yang mengenainya. Dengan kata lain, layar pendar ini dapat mengubah sinar-x menjadi cahaya tampak. Cahaya tampak tersebutlah yang akan ditangkap dengan menggunakan CCD (*Charge Coupled Device*) kamera. Citra yang dihasilkan oleh CCD kamera kemudian ditransfer ke komputer dalam bentuk data digital untuk diolah dan ditampilkan atau dicetak.

Dibandingkan dengan cara konvensional yang menggunakan film, keuntungan dari penggunaan modul ini adalah lebih ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia untuk mendapatkan hasil pencitraan, kemudian menghemat waktu dan biaya karena hasil pencitraan segera bisa diperoleh dalam bentuk berkas digital yang dapat ditampilkan maupun dicetak dengan murah dan mudah.

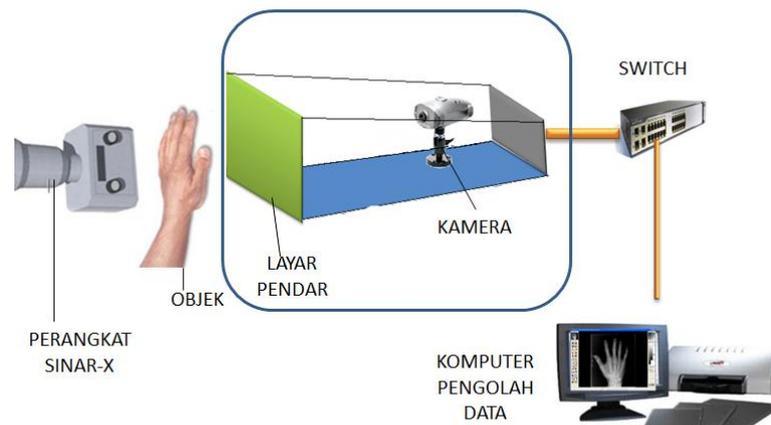
Akan tetapi, agar bisa diaplikasikan untuk diagnosa medis, perlu ada data-data yang menunjukkan bagaimana efektifitas dari modul ini jika dibandingkan dengan film konvensional. Oleh karena itu, kegiatan ini selain untuk perekayasaan modul dan uji fungsi, juga bertujuan untuk mendapatkan data mengenai unjuk kerja modul jika dibandingkan dengan metode konvensional yang menggunakan film.

Pada pesawat sinar-x konvensional objek yang akan diteliti diposisikan di antara sumber sinar-x berupa tabung pemancar sinar-x dan film khusus untuk sinar-x. Pada waktu melewati objek, intensitas sinar-x akan berkurang karena diserap oleh unsur penyusun objek tersebut. Penyerapan intensitas sinar-x tergantung dari kerapatan objek yang dilewati. Citra objek tidak dapat langsung dilihat. Film harus diproses menggunakan bahan kimia. Tahapan pemrosesan film hingga menghasilkan citra objek adalah: pengembangan (*developing*), pencucian (*rinsing*), pemantapan (*fixing*), pencucian (*rinsing*), dan pengeringan (*drying*). Proses penangkapan citra sinar-x secara konvensional dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Proses penangkapan citra sinar-x dari objek secara konvensional

Pada kegiatan ini fungsi film sebagai penangkap citra sinar-x akan digantikan dengan modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar. Proses penangkapan citra sinar-x dengan menggunakan modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses penangkapan citra sinar-x menggunakan modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar

Modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar terdiri dari layar pendar, kamera IP, dan catu daya. Layar pendar merupakan lapisan fosfor yang akan berpendar jika berinteraksi dengan sinar-x [4]. Kamera IP merupakan kamera penangkap citra pada layar pendar. Kamera IP dilengkapi dengan protokol internet sehingga citra yang didapat kamera dapat ditransmisikan melalui jaringan internet [5].

Layar pendar dapat menghasilkan citra objek karena lapisan fosfor pada layar pendar akan berpendar jika berinteraksi dengan sinar-x. Semakin tinggi intensitas sinar-x yang mengenai suatu bagian dari layar pendar maka bagian tersebut akan berpendar semakin terang. Intensitas sinar-x yang sampai pada layar pendar tergantung dari kerapatan (μ) dari bagian objek yang dilalui oleh sinar-x tersebut. Perbedaan intensitas sinar-x setelah melalui objek akan menghasilkan perbedaan intensitas cahaya yang dipendarkan oleh layar pendar. Perbedaan inilah merupakan citra dari objek yang dilalui sinar-x.

Citra objek pada layar pendar akan ditangkap oleh kamera IP. Kamera IP merupakan kamera CCD (*Charge-Coupled Device*) yang dilengkapi dengan protokol jaringan internet (IP - *Internet Protocol*). Kamera ini mendapat tegangan kerja dari modul catu daya. Citra yang ditangkap oleh kamera kemudian diubah menjadi data digital pada kamera IP tersebut. Data digital dari citra dapat diakses oleh komputer yang terhubung dengan jaringan internet.

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah untuk mewujudkan prototip modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar. Modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar diharapkan dapat menggantikan penggunaan film dalam pemanfaatan sinar-x untuk pelayanan kesehatan.

Dengan menggunakan modul penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar, tidak diperlukan bahan kimia untuk menghasilkan citra seperti jika menggunakan film. Dengan demikian dapat menghemat biaya operasional dan meniadakan limbah bahan kimia. Selain itu hasil pencitraan dapat diketahui seketika.

2. TATA KERJA

Kegiatan penelitian ini difokuskan pada perancangan modul penangkap citra sinar-x, sedangkan untuk pesawat sinar-x yang digunakan untuk pengujian, akan memanfaatkan yang sudah ada di Poliklinik PPTN Serpong, BATAN. Tahapan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pada tahap pertama akan dilakukan desain dasar dari modul yang akan dibuat. Dalam desain dasar ini akan memuat komponen-komponen yang ada dalam modul meliputi: kamera, antarmuka dengan komputer, catu daya, dan perangkat lunak pengolah citra, serta blok diagram yang menggambarkan hubungan antar komponen.



- b. Selanjutnya akan dilakukan desain detil yang meliputi rancangan detil dari tiap-tiap komponen (gambar schematic, PCB), protokol untuk akuisisi data dan kendali, serta rancangan detil dari perangkat lunak akuisisi data.
- c. Tahapan berikutnya adalah pengadaan komponen, pembuatan modul dan perangkat lunak pengolahan citra.
- d. Setelah modul dibuat, tahapan selanjutnya adalah uji fungsi serta komparasi unjuk kerja dengan cara membandingkan citra yang diperoleh melalui dengan metode konvensional yang menggunakan film.
- e. Tahapan terakhir adalah analisis data hasil pengujian untuk mengevaluasi unjuk kerja modul yang dibuat serta penyusunan makalah dan dokumen laporan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. PERANGKAT PENANGKAP CITRA SINAR-X BERBASIS LAYAR PNDAR

Perangkat penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar terdiri dari:

a. Layar pendar (*fluorescence screen*)

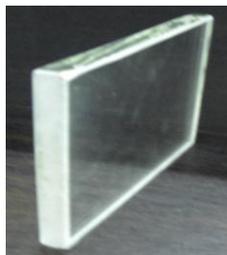
Layar pendar berfungsi untuk mengubah sinar-x yang datang menjadi cahaya tampak. Layar pendar yang digunakan berukuran 28 cm x 35 cm. Gambar 4 memperlihatkan foto dari layar pendar yang digunakan



Gambar 4. Layar pendar (*fluorescence screen*)

b. Kaca timbal (*lead glass*)

Kaca timbal (*lead glass*) merupakan kaca yang terbuat dari timbal (Plumbum – Pb). Kaca timbal berfungsi untuk melindungi kamera dan peralatan elektronik lain dari paparan sinar-x. Dimensi kaca timbal yang digunakan adalah 15 cm x 20 cm dengan ketebalan 15 mm. Daya serap sinar-x dari kaca timbal yang digunakan setara dengan timbal setebal 0,35 mm. Gambar 5 memperlihatkan foto dari kaca timbal yang digunakan



Gambar 5. Kaca timbal (*lead glass*)

c. Kamera

Kamera berfungsi untuk menangkap citra yang terbentuk pada layar pendar akibat interaksi sinar-x dengan objek yang diamati. Kamera yang digunakan adalah kamera



CCD (*Charge-Coupled Device*) yang dilengkapi dengan protokol jaringan internet (IP - *Internet Protocol*). Kamera ini dihubungkan dengan NIC (*Network Internet Card*) pada komputer. Dengan demikian citra yang ditangkap oleh kamera dapat dikirimkan ke komputer dengan menggunakan protokol internet. Kamera ini mendapat pasokan catu daya dari modul catu daya. Pada kegiatan ini kamera yang digunakan adalah kamera TP-LINK tipe TL-SC3171. Gambar 6 memperlihatkan foto dari kamera yang digunakan



Gambar 6. Kamera IP (*Internet Protocol Camera*)

d. Catu daya (*power supply*)

Catu daya berfungsi untuk memasok tegangan kerja bagi kamera. Catu daya ini mengubah tegangan jala-jala listrik PLN 220 Vac menjadi tegangan DC sebesar 12 Vdc. Gambar 7 memperlihatkan foto dari catu daya yang digunakan.



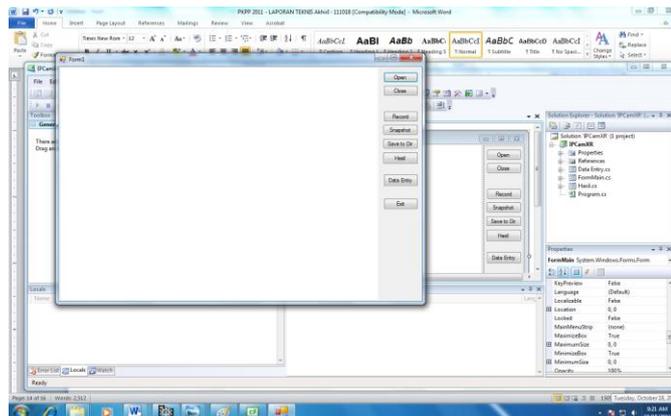
Gambar 7. Catu daya (*power supply*)

e. Pengolah data

Pengolah data terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang digunakan berupa komputer jinjing (*notebook*) yang dilengkapi dengan kartu jaringan internet (*Network Internet Card* - NIC). Pada dasarnya setiap komputer yang mempunyai kartu jaringan internet dapat digunakan untuk perangkat keras pengolah data ini. Gambar 8 memperlihatkan foto dari perangkat keras pengolah data yang digunakan. Perangkat lunak yang digunakan beroperasi menggunakan sistem operasi Windows 7. Sistem operasi Windows XP sp.2 dapat pula digunakan untuk mengoperasikan perangkat lunak ini. Perangkat lunak dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman c-sharp (c#). Gambar 9 memperlihatkan foto dari perangkat lunak pengolah data yang digunakan.

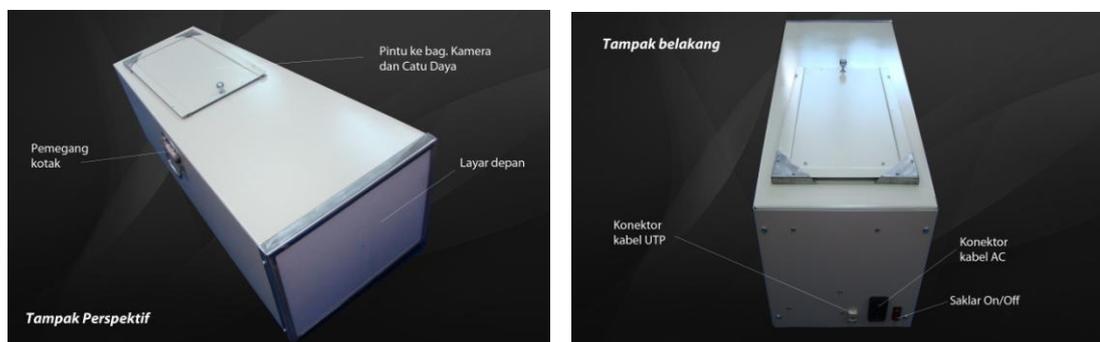


Gambar 8. Perangkat keras pengolah data



Gambar 9. Perangkat lunak pengolah data

Komponen layar pendar, kaca timbal, catu daya, dan kamera diletakkan pada kotak aluminium yang kedap terhadap cahaya. Pada bagian belakang kotak aluminium ini terdapat konektor-konektor untuk kabel data UTP dan untuk catu daya dari tegangan 220 VAC dari jala-jala PLN. Perangkat penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 10.

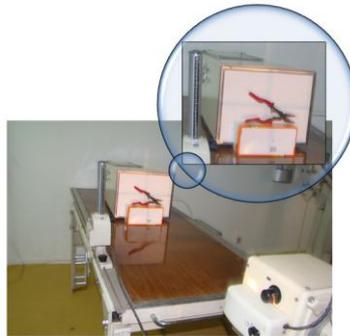


Gambar 10. Perangkat penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar

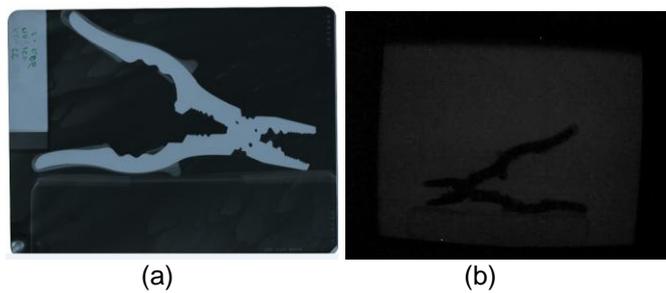
3.2. HASIL PENGUJIAN

Perangkat penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar kemudian diuji dengan menggunakan sinar-x di poliklinik PKTN - BATAN, Serpong. Pengujian dilakukan dengan pengaturan parameter perangkat sinar-x 150mA, 0,06detik. Sedangkan tegangan perangkat sinar-x divariasi dengan nilai

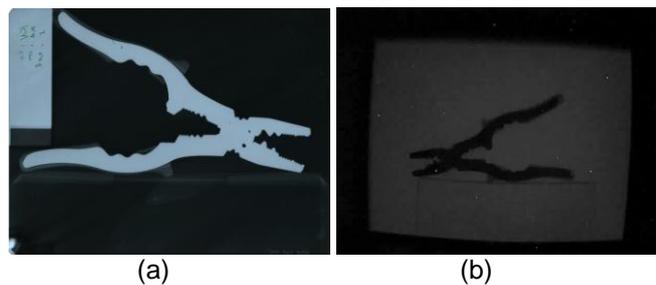
55, 60, dan 70 kV. Hasil pencitraan menggunakan film dan penangkap sinar-x dapat dilihat pada gambar berikut ini.



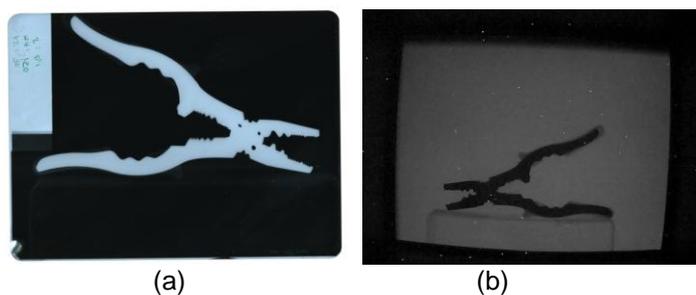
Gambar 11. Pengujian menggunakan sinar-x dengan objek plastik dan metal



Gambar 12. Citra objek dengan parameter 55kV (a) Film (b) Penangkap citra



Gambar 13. Citra objek dengan parameter 60kV (a) Film (b) Penangkap citra



Gambar 14. Citra objek dengan parameter 70kV (a) Film (b) Penangkap citra



4. KESIMPULAN

Dari kegiatan perancangan perangkat penangkap citra sinar-x berbasis layar pendar ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Layar pendar dapat menghasilkan citra dari objek yang diberi paparan sinar-x. Citra ini ditangkap oleh kamera IP dan kemudian diubah menjadi data digital. Data digital ini ditransmisikan ke pengolah data. Proses penangkapan citra ini diakhiri dengan menampilkan citra pada layar monitor. Dengan menggunakan prinsip proses penangkapan citra ini telah dibuat perangkat penangkap citra berbasis layar pendar.
- b. Dari hasil pengujian yang dengan parameter 55, 60, 70 kV dan dengan objek berbahan metal serta plastik terlihat bahwa citra pada tegangan 70 kV menghasilkan citra objek yang baik. Sedangkan pada tegangan 55 dan 60 kV, citra yang dihasilkan tidak terlalu baik.
- c. Pada aplikasi medis untuk pemeriksaan toraks, tegangan yang umumnya digunakan adalah tegangan 55 dan 60 kV. Dengan demikian perangkat ini perlu disempurnakan agar dapat menghasilkan citra yang baik pada tegangan 55 dan 60 kV.
- d. Dengan kondisi yang sekarang, perangkat ini belum dapat digunakan untuk aplikasi medis. Masih diperlukan peningkatan ketajaman citra yang dihasilkan dengan penggunaan layar pendar yang sesuai.
- e. Namun demikian, perangkat ini dapat digunakan untuk keperluan pengambilan citra dari objek yang terbuat dari bahan metal dan plastik seperti pada uji tak rusak pada industri.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah mendanai kegiatan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala PRPN yang telah memberikan izin untuk menggunakan fasilitas serta peralatan untuk melakukan kegiatan ini. Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan kegiatan ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Peters, Peter (1995), W. C. Roentgen and the discovery of x-rays, Chapter 1 Textbook of Radiology, Medcyclopedia.com, General Electric Healthcare. Available: <http://www.medcyclopaedia.com/library/radiology/chapter01.aspx>. Diakses 1 April 2011
2. Spiegel, Peter K., The first clinical X-ray made in America—100 years, American Journal of Roentgenology, 164 (1) (1994), 241-243.
3. I Putu Susila, Ferry Sujatno, Istofa, dan Sukandar, Perancangan Pesawat Sinar-X Fluoroscopy: Rancangan, Prosiding Pertemuan Ilmiah Rekayasa Perangkat Nuklir, PRPN-BATAN, 2010
4. Wikipedia, Phosphor Screen, Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Phosphor> Diakses 1 April 2011
5. Wikipedia, IP camera, Available: http://en.wikipedia.org/wiki/IP_camera Diakses 1 April 2011



PERTANYAAN :

1. Apakah kamera yang digunakan telah dimodifikasi untuk keperluan perangkat ini, dan apakah tidak rusak terkena sinar-X karena ditayangkan tidak ada pelindungnya? (HASRIYATI S)
2. Aplikasinya kemana, karena pada kesimpulan menyebutkan bisa untuk keperluan uji tak rusak pada industri seperti contohnya untuk industri *wheel* (pelek) ? (BANDI PARAPAK)
3. Apa perbedaan pesawat sinar-X fluoroscopy dan pesawat sinar-X digital yang signifikan? (SUJATNO)
4. Apa yang berpengaruh pada intensitas hitam dan putihnya film? (SUJATNO)

JAWABAN :

1. Kamera yang di gunakan jenis CCD dan tidak ada modifikasi pada kamera kecuali di tambahkan kaca timbal(Pb) untuk mengurangi efek radiasi sinar-X dan penempatan kaca timbal di antara *fluorescence screen* dan kamera
2. Tujuan dari pembuatan perangkat ini adalah untuk aplikasi medis, namun saat ini, tahapan untuk aplikasi medis belum bisa diberlakukan.
3. Kalo pada pada sinar-X fluoroscopy, obyek (cahaya tampak) dari screen dilihat menggunakan kamera CCD sedangkan pada pesawat sinar-X digital yang menggunakan *image intensifier* atau detektor *solid state*.
4. Hitam/putihnya film tergantung dari banyak/sedikitnya intensitas sinar-X yang mengenai film. Semakin sedikit intensitas sinar-X yang diteruskan maka semakin putih efeknya pada film, semakin banyak maka semakin hitam.