

PEMBUATAN KOTAK PENANGKAP CITRA SINAR-X BERBASIS LAYAR PENDAR

Wiranto Budi Santoso dan Abdul Jalil
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir – BATAN,
Gedung 71, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang

ABSTRAK

PEMBUATAN KOTAK PENANGKAP CITRA SINAR-X BERBASIS LAYAR PENDAR. Telah dilakukan pembuatan kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar. Pada perangkat sinar-X berbasis layar pendar, suatu citra dihasilkan dengan menangkap citra sinar-X dari obyek yang terbentuk di layar pendar. Kotak penangkap citra digunakan untuk memastikan bahwa citra obyek yang terbentuk pada layar pendar dapat ditangkap oleh kamera di dalam kotak. Dengan demikian kotak harus tidak dapat ditembus cahaya dari luar. Cahaya di dalam kotak hanya berasal dari citra obyek yang terbentuk pada bagian layar pendar. Ukuran kotak harus kompak tetapi cukup besar untuk dapat menampung layar pendar, kaca timbal, kamera digital, dan catu daya. Posisi kamera di dalam kamera juga dapat diatur sehingga fokus lensa kamera dapat menangkap citra pada layar pendar. Kotak untuk menangkap citra sinar-X berbasis layar pendar terbangun dibuat menggunakan bahan aluminium f 19 untuk bagian samping dan belakang. Bagian dalam dari panel aluminium dicat hitam untuk menghindari pantulan cahaya. Bagian depan kotak dibuat dari bahan fiberglass yang diberi bingkai dari stainless steel (SS). Dimensi kotak adalah 284x364x820 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kamera dalam kotak dapat menangkap citra sinar-X dari obyek yang terbentuk pada layar pendar. Citra yang dihasilkan ditentukan oleh tegangan operasional (KV) perangkat sinar-X. Semakin besar KV, semakin kontras citra yang dihasilkan. Resolusi citra tergantung pada resolusi kamera yang digunakan.

Kata kunci: layar pendar, perangkat sinar-X, citra

ABSTRACT

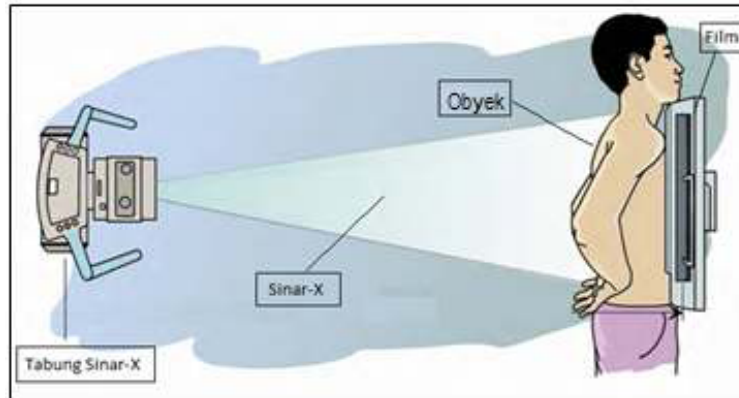
CONSTRUCTION OF FLOURESCENSE SCREEN BASED X-RAY IMAGE CAPTURING BOX. A box for capturing X-ray image based on flourescence screen has been developed. In flourescence screen based X-ray machine, an image is produced by capturing X-ray image of object formed in flourescence screen. The box is used to make sure that the object image formed in the flourencense screen can be captured by camera inside the box. Therefore the box should not be able penetrated by lights. The light inside the box come only from the image of object formed in flourencense screen. Its size should be compact and large enough to accommodate flourescence screen, lead glass, digital camera, and its power supply inside. Furthermore, the camera's position inside the box can be adjusted so that the lens focus of the camera can capture the formed image in flourescence screen. The built box for capturing X-ray image based on flourescence screen is constructed using aluminium f 19 for the surrounding and back sides. The inside aluminium panels are painted in black color to avoid light reflection. The front side of the box is constructed using fiberglass framed by stainless steel (SS). The box dimension is 284x364x820 mm. The test result shows that the camera in the box can capture X-ray image of the object formed in the flourescence screen. The resulting images are determined by X-machine's operating voltage (kV). The images are showed more contrast in higher operating voltage. The image resolution depends on the camera resolution.

Keywords: flourescence screen, X-ray machine, image

1. PENDAHULUAN

Perangkat sinar-X merupakan salah satu alat diagnosa medis yang dapat mencitrakan struktur anatomi tubuh tanpa melalui operasi^[1]. Pada pesawat sinar-X konvensional, hasil pencitraan ditangkap menggunakan film. Sinar-X dipancarkan oleh

tabung sinar-X melalui obyek menuju ke film. Prinsip kerja perangkat sinar-X konvensional menggunakan film dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prinsip kerja perangkat sinar-X konvensional menggunakan film^[1].

Sebagian intensitas sinar-X yang menembus obyek akan diserap oleh obyek tergantung pada kerapatan (densitas) obyek yang dilalui. Film akan menerima intensitas sinar-X sesuai dengan intensitas yang dapat menembus obyek. Film tersebut kemudian diproses dengan menggunakan bahan kimia untuk mendapatkan citra organ tubuh sehingga bisa diamati oleh dokter. Proses pencucian film menggunakan bahan kimia dan membutuhkan waktu serta biaya tambahan. Selain itu limbah bahan kimia untuk pemrosesan film ini dapat membahayakan lingkungan.

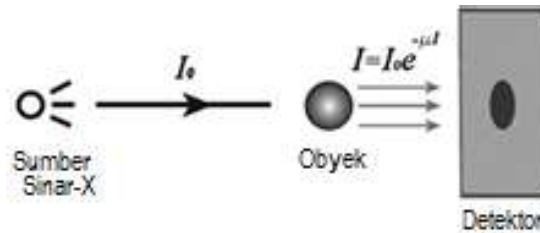
Pada saat ini sudah ada pesawat sinar-X tanpa film yang sudah dilengkapi dengan modul penangkap citra berbasis teknologi *solid state*. Pada perangkat sinar-X jenis ini, hasil pencitraan langsung berupa citra digital yang selanjutnya dapat diproses dengan mudah di komputer. Namun demikian, harga modul jenis ini masih sangat mahal.

Perekayasaan modul penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar ini dilakukan untuk mengembangkan modul penangkap citra sinar-X yang dapat menghasilkan citra digital dan dengan biaya produksi yang murah^[2]. Modul ini terdiri dari layar pendar (*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^[3].

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, dan menghemat waktu dan biaya karena hasil pencitraan segera bisa diperoleh dalam bentuk berkas digital yang dapat ditampilkan maupun dicetak dengan murah dan mudah.

2. DASAR TEORI

Sinar-X yang menembus obyek akan berinteraksi dengan obyek tergantung dengan kerapatan (densitas) dan tebal obyek yang dilalui.



Gambar 2. Interaksi sinar-X dengan obyek^[3]

Bila suatu berkas sinar-X dengan intensitas I_0 masuk pada suatu bidang dari obyek, maka pada suatu tebal x di dalam obyek tersebut intensitasnya akan berkurang. Dengan penambahan jarak dx pada x , terjadi pengurangan lebih lanjut dari intensitas I dengan dI . Bahan yang dilewati mempunyai koefisien atenuasi linier (*linear attenuation coefficient*) yang dinyatakan μ dengan satuan cm^{-1} . Pengurangan intensitas di dalam dx dapat ditulis^[4] sebagai berikut:

$$-dI = \mu I dx \dots\dots\dots(1)$$

Penyelesaian persamaan itu adalah

$$I = I_0 e^{-\mu x} \dots\dots\dots(2)$$

dimana: I adalah intensitas sinar-X setelah melewati obyek
 I_0 adalah intensitas sinar-X sebelum melewati obyek
 μ adalah densitas obyek
 x adalah tebal obyek

Material fosfor pada layar pendar akan berpendar sesuai dengan intensitas sinar-X yang diterima pada suatu titik di layar pendar. Perbedaan intensitas sinar-X setelah melewati obyek akan membentuk citra dari obyek yang dilalui sinar-X.

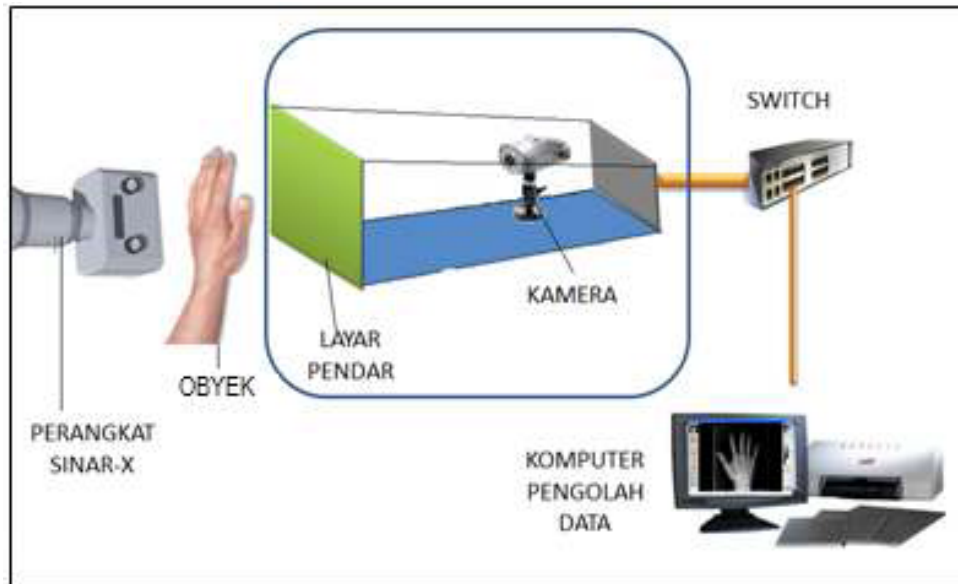
3. METODOLOGI

Kegiatan pembuatan kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar ini merupakan bagian dari perancangan modul penangkap citra sinar-X. Tahapan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Pada tahap pertama akan dilakukan desain dasar dari modul yang akan dibuat. Desain dasar ini akan memuat komponen-komponen yang ada dalam modul yang meliputi: kamera, antarmuka dengan komputer, catu daya, dan perangkat lunak pengolah citra, serta blok diagram yang menggambarkan hubungan antar komponen.
2. Selanjutnya akan dilakukan desain detil yang meliputi rancangan detil dari tiap-tiap komponen. Dari tahap ini dapat diketahui komponen-komponen apa yang ada pada kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar berikut spesifikasi teknis seperti dimensi dan berat komponen-komponen tersebut.
3. Tahapan berikutnya adalah pengadaan komponen dan pembuatan kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar.
4. Setelah kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar dibuat, tahapan selanjutnya adalah uji fungsi.
5. Tahapan terakhir adalah analisis data hasil pengujian untuk mengevaluasi unjuk kerja modul yang dibuat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

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^[2]

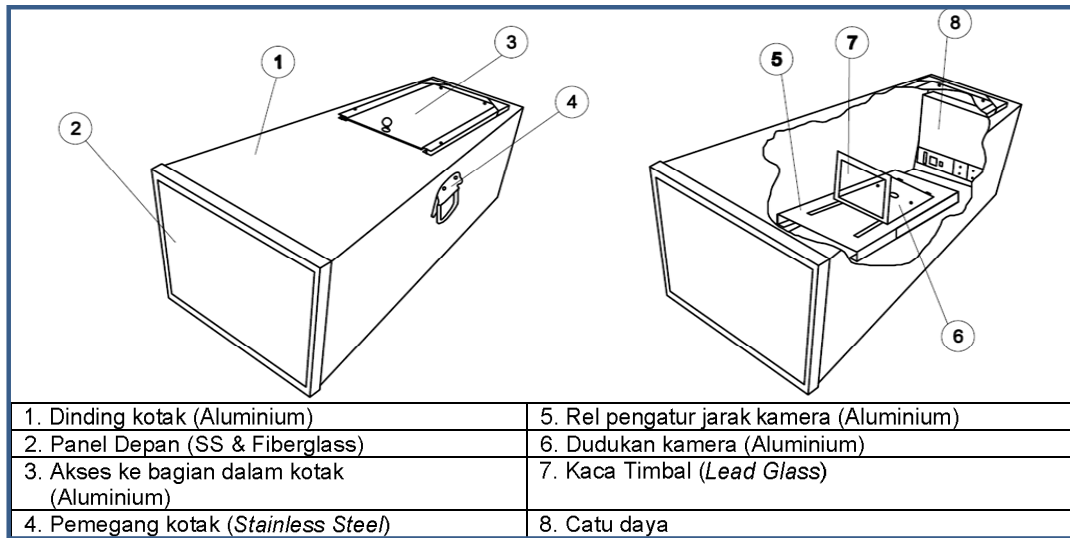
Modul penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar terdiri dari layar pendar, kamera IP, dan catu daya. Layar pendar merupakan lapisan fosfor yang akan berpendar jika berinteraksi dengan sinar-x^[6]. Kamera IP merupakan kamera penangkap citra pada layar pendar. Kamera IP dilengkapi dengan protokol internet sehingga citra yang didapat kamera dapat ditransmisikan melalui jaringan internet^[6].

Layar pendar dapat menghasilkan citra obyek 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, semakin berpendar atau semakin terang bagian tersebut. Intensitas sinar-X yang sampai pada layar pendar tergantung dari kerapatan (μ) dari bagian obyek yang dilalui oleh sinar-X tersebut. Perbedaan intensitas sinar-X setelah melalui obyek akan menghasilkan perbedaan intensitas cahaya yang dipendarkan oleh layar pendar. Perbedaan inilah yang membentuk citra obyek yang dilalui sinar-X.

Citra obyek 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.

Kotak Penangkap Citra Sinar-X Berbasis Layar Pendar

Kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar secara garis besar didesain seperti ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini.



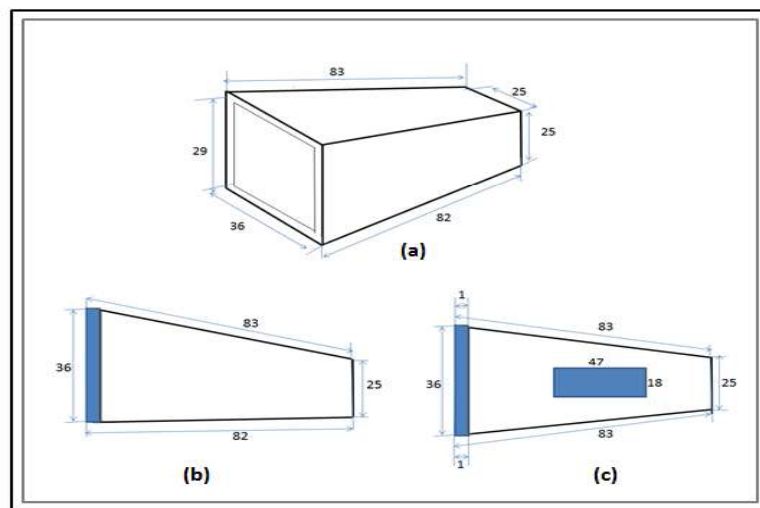
Gambar 4. Gambaran umum kotak penangkapan citra sinar-X

Kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar didesain tanpa tiang penyangga, karena fokus penelitian untuk membuktikan bahwa kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar dapat menghasilkan citra sinar-X dari obyek. Pada tahap ini kotak dilengkapi dengan pemegang kotak di kedua sisinya.

Kotak didesain seringan mungkin dan kuat menahan beban dari komponen-komponen yang ada dalam di dalam kotak. Dinding samping dan belakang kotak dibuat dari aluminium f 19 sehingga memenuhi kriteria di atas.

Bagian dalam dinding kotak yang terbuat dari aluminium dicat dengan warna hitam yang tidak mengkilap sehingga tidak terjadi pantulan sinar di dalam kotak. Hal ini dimaksudkan agar kamera hanya menangkap citra yang dihasilkan langsung dari layar pendar.

Pada bagian atas kotak disediakan akses ke bagian dalam kotak untuk mengatur jarak kamera sehingga didapatkan fokus yang tepat. Kamera diletakkan di dudukan kamera di atas rel pengatur jarak kamera, sehingga memudahkan pengaturan fokus kamera. Kaca timbal diletakkan di depan lensa kamera untuk melindungi kamera dari sinar-X.



Gambar 5. Dimensi kotak penangkapan citra sinar-X berbasis layar pendar

Gambar 5 menunjukkan dimensi dari kotak penangkapan citra sinar-X berbasis layar pendar. Gambar 5(a) menunjukkan kotak dalam pandangan perspektif. Kemudian Gambar 5(b) menunjukkan kotak samping, sedangkan Gambar 5(c) menunjukkan kotak dari sisi atas. Pada Gambar 5(c) ditampilkan pula dimensi dari akses ke bagian dalam kotak untuk mengatur jarak kamera.

Kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 6, 7, dan 8. Gambar 6 menunjukkan tampak belakang, Gambar 7 menunjukkan tampak perspektif, dan Gambar 8 menunjukkan bagian dalam dari kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar.



Gambar 6. Tampak belakang kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar

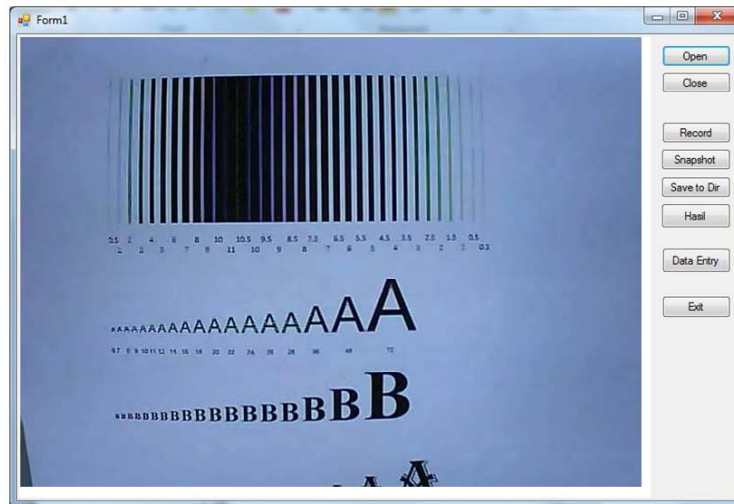


Gambar 7. Tampak perspektif kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar



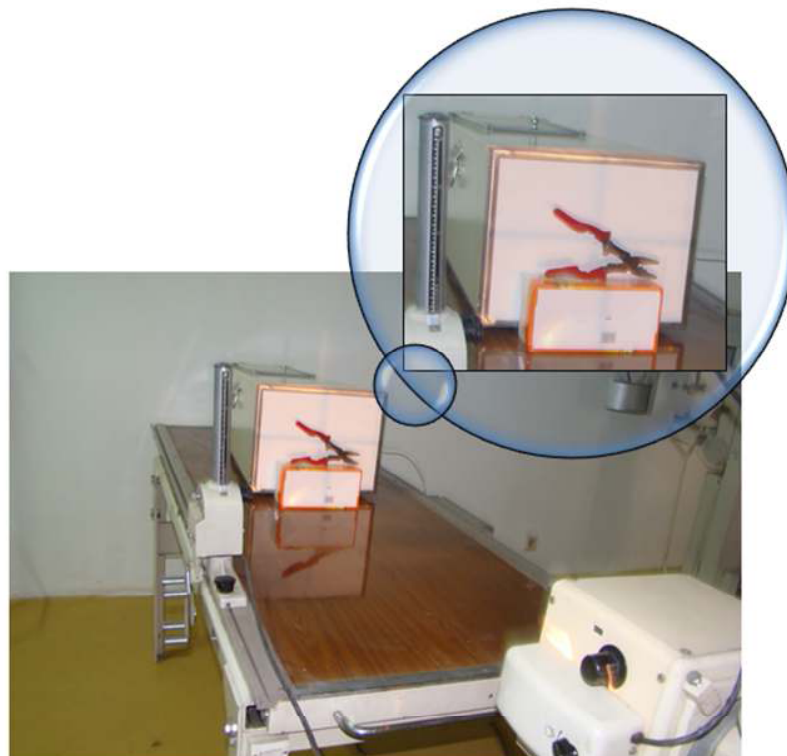
Gambar 8. Bagian dalam kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar

Pengujian pertama dilakukan untuk menentukan fokus dan rentang cakupan kamera yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan menempatkan pola yang telah ditentukan pada posisi layar pendar. Kemudian, posisi kamera digeser untuk menentukan fokus dan rentang cakupan yang tepat. Citra hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 9.

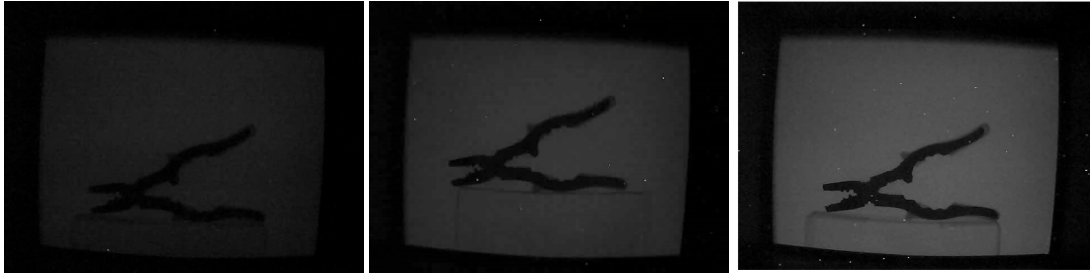


Gambar 9. Penentuan fokus dan rentang cakupan kamera

Konfigurasi pengujian dengan menggunakan sinar-X ditunjukkan pada Gambar 10. Obyek yang digunakan berupa perkakas tang yang mengandung bahan plastik dan metal.



Gambar 10. Pengujian dengan menggunakan sinar-X



Gambar 11. Citra hasil pengujian menggunakan sinar-X dengan tegangan 55, 60, dan 70 KV (dari kiri ke kanan)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kotak penangkap citra sinar-X dapat memfasilitasi kamera pada modul penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar untuk menghasilkan citra obyek yang terbentuk pada layar pendar. Dari Gambar 11 dapat disimpulkan bahwa semakin besar KV pada tegangan operasional perangkat, obyek akan terlihat lebih kontras. Hal ini disebabkan oleh pendaran fosfor pada layar pendar akan semakin terang jika dikenai oleh sinar-X dengan tegangan yang tinggi. Dari Gambar 11 juga terlihat bahwa resolusi citra yang dihasilkan tidak terlalu bagus. Hal ini sesuai dengan resolusi kamera yang digunakan. Untuk meningkatkan kualitas citra dapat digunakan kamera dengan resolusi yang tinggi.

5. KESIMPULAN

Telah dihasilkan kotak penangkap citra sinar-X berbasis layar pendar yang dapat memfasilitasi kamera untuk menangkap citra obyek yang dilewati sinar-X yang terbentuk pada layar pendar. Kotak untuk menangkap citra sinar-X berbasis layar pendar terbangun dibuat dari bahan aluminium f 19 untuk bagian samping dan belakang. Bagian dalam dari panel aluminium dicat hitam untuk menghindari pantulan cahaya. Bagian depan kotak dibuat menggunakan bahan *fiberglass* yang diberi bingkai dari *Stainless Steel* (SS). Dimensi kotak adalah 284x364x820 mm.

Citra yang dihasilkan ditentukan oleh tegangan operasional perangkat sinar-X yang digunakan. Semakin besar KV pada tegangan operasional perangkat sinar-X, semakin kontras obyek. Hal ini disebabkan oleh pendaran fosfor pada layar pendar akan semakin terang jika dikenai oleh sinar-X dengan tegangan yang tinggi. Resolusi citra yang dihasilkan tergantung pada resolusi kamera yang digunakan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala PRPN, Kepala dan staf BIKK, serta anggota tim PI-PKPP PEREKAYASAAN PERANGKAT PENANGKAP CITRA SINAR-X BERBASIS LAYAR PENDAR atas ide, saran, dan kerjasamanya dalam pelaksanaan kegiatan dan pembuatan makalah ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Spiegel, Peter K., 1994, *The First Clinical X-ray Made in America—100 years*, American Journal of Roentgenology, 164 (1), 241-243
- [2] Wiranto Budi Santoso, 2011, Laporan Teknis Perekayasaan Perangkat Penangkap Citra Sinar-X Berbasis Layar Pendar, PRPN, Jakarta.

- [3] Wiranto Budi Santoso dkk, November 2011, Perangkat Penangkap Citra Sinar-X Berbasis Layar Pendar, Jurnal Perangkat Nuklir, Volume 05 Nomor 02.
- [4] *Basic Physics of Digital Radiography/The Basics*, diakses 1 April, 2015, https://en.wikibooks.org/wiki/Basic_Physics_of_Digital_Radiography/The_Basics,
- [5] Wikipedia, *Phosphor Screen*, diakses 1 April 2015, Available : <http://en.wikipedia.org/wiki/Phosphor>
- [6] Wikipedia, *IP camera*, diakses 1 April 2015, Available : http://en.wikipedia.org/wiki/IP_camera
- [7] Hongyu Chen dkk, 2012, *Advances in Functional X-ray Imaging Techniques and Contrast Agents*, Physical Chemistry Chemical Physics, Issue 39.