

Pengembangan Fasilitas Radiografi Neutron, RN1, untuk Tomografi

Sutiarso, Bharoto, Setiawan, Juliyan

*Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) - BATAN
Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15314*

ABSTRAK

Pengembangan Fasilitas Radiografi Neutron, RN1, untuk Tomografi. Telah dilakukan pengembangan fasilitas radiografi neutron, RN1 untuk percobaan tomografi. Pengembangan ini meliputi pembuatan meja tomografi yang terdiri dari meja putar (*rotary table*) dan translasi (x,y) serta sistem kontrolnya menggunakan program Visual Basic. Berkas neutron transmisi dari obyek diubah menjadi cahaya tampak oleh skrin sintilator Li⁶-ZnS yang kemudian ditangkap oleh kamera ICCD. Pengambilan data tomografi dilakukan dengan memutar sampel dari 0° hingga 180° dengan selang 1°. Rekonstruksi tomografi dilakukan pada 180 data citra menggunakan algoritma *filtered back projection*. Hasil rekonstruksi memberikan irisan tampak lintang dari obyek untuk berbagai posisi.

Kata Kunci : Radiografi neutron, tomografi, rekonstruksi

ABSTRACT

Development of Neutron Radiography Facility, RN1, for Tomography. The development of neutron radiography facility, RN1 for tomography experiment. The development includes construction of a rotary (w) and translation table (x,y) as well as control system to control the movement using Visual Basic. The neutron beam transmitted by the object is converted into the light beam using Li⁶-ZnS scintillator screen and then captured using ICCD camera. The tomographic data acquisition is carried out by rotating the object from 0° to 180° with the increment 1°. Tomographic reconstruction is done on 180 image data using filtered back projection algorithm. The reconstruction of tomographic data gives rise to present a cross section view of the object for various position.

Keywords : Neutron radiography, tomography, reconstruction

1 Pendahuluan

Fasilitas radiografi neutron yang terpasang pada tabung berkas S2 reaktor RSG-GAS sejak tahun 1992 bersama-sama dengan peralatan hamburan neutron lainnya telah banyak dimanfaatkan untuk menguji kualitas bahan untuk berbagai aplikasi. Metoda yang sering digunakan adalah metoda langsung (*direct method*) yang menggunakan film sebagai detektornya dimana metoda ini telah terakreditasi [1]. Sejak awal, selain menggunakan metoda film fasilitas ini juga dilengkapi dengan kamera CCD yang memungkinkan digunakan untuk mengamati obyek bergerak secara real time dan tomografi. Namun karena kamera CCD yang ada mengalami kerusakan sehingga kegiatan menggunakan metoda kamera tidak dapat dilakukan. Sejak dua tahun terakhir, kegiatan radiografi neutron menggunakan metoda kamera dimulai lagi dengan menggunakan kamera CCD milik PTAPB - BATAN Yogyakarta. Beberapa

kegiatan pengamatan obyek secara real time dan tomografi neutron dapat dihasilkan menggunakan kamera CCD yang dilengkapi dengan penguat sinyal (*intensifier*) buatan Videoscope International tersebut.

Pada kegiatan ini telah dilakukan pengembangan fasilitas tomografi neutron dengan menambahkan sebuah meja putar (*rotating table*) dan meja translasi yang dibuat sendiri. Dengan sistem baru ini gerakan motor pada meja dapat dikontrol dengan akurasi yang tinggi, penggunaan program visual basic pada pembuatan sistem kontrol dapat mempercepat waktu pengujian dan mempermudah akuisisi data (*user friendly*) serta penggunaan kamera ICCD dapat memberikan kualitas citra yang cukup memadai.

Makalah ini akan menjelaskan tentang 'setup' peralatan tomografi neutron serta rekonstruksinya yang dapat menampilkan citra tampak lintang dari obyek yang diamati.

2 Fasilitas Radiografi Neutron, RN1

Salah satu dari peralatan yang terdapat di laboratorium hamburan neutron yang banyak digunakan sebagai uji tak rusak produk industri adalah fasilitas radiografi neutron, RN1 (Gambar1)



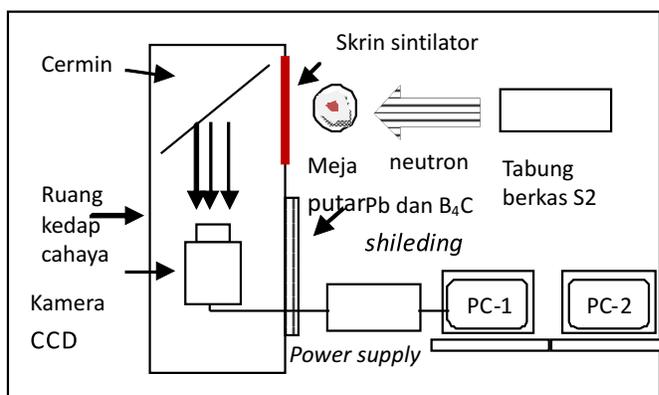
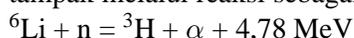
Gambar 1: Fasilitas radiografi neutron, RN1.

Kualitas berkas neutron yang keluar dari tabung berkas selain ditentukan oleh kualitas kamera CCDnya juga ditentukan oleh karakteristik kolimator yang digunakan. Kolimator yang terpasang pada tabung berkas S2 memiliki perbandingan L/D ratio (L : panjang total kolimator dan D : diameter aperatur kolimator) 83. Mengacu pada standar ASTM E-545 sistim kolimator tersebut memberikan jumlah neutron termal: 60,95 %, neutron terhambur: 0,78%, gamma: 0,48%, produksi pasangan : 2,85 %, jumlah garis dan yang terlihat masing-masing : 7 dan 4 [2].

Dari hasil pengukuran kualitas berkas fasilitas radiografi neutron ini masuk dalam kategori kelas III [3]. Meskipun tidak terlalu baik namun banyak obyek-obyek yang dapat diamati menggunakan fasilitas radiografi neutron ini.

3 Teori dan Tata Kerja

Konfigurasi alat untuk percobaan tomografi ditunjukkan oleh Gambar 2. Neutron yang datang dari tabung berkas S2 ditembakkan ke benda uji (obyek), selanjutnya neutron yang ditransmisikan oleh benda uji tersebut dilewatkan ke sebuah skrin sintilator Li6-ZnS yang mengubah neutron tersebut menjadi cahaya tampak yang kemudian ditangkap oleh kamera CCD. Konversi dari neutron menjadi cahaya tampak melalui reaksi sebagai berikut [4]:



Gambar 2: Diagram skematik dari percobaan tomografi neutron.

Untuk melindungi kamera dari berkas langsung digunakan cermin TiO₂ dengan reflektivitas 95% yang diletakkan pada posisi 45o terhadap sinar datang . Cermin, skrin sintilator dan kamera ditempatkan dalam sebuah kotak kedap cahaya (dark box) sehingga hanya cahaya dari sintilator saja yang ditangkap oleh kamera. Kamera CCD dihubungkan dengan sebuah komputer untuk membaca dan menampilkan data yang ditangkap oleh kamera CCD tersebut. Untuk melindungi kamera dari hamburan berkas neutron dan gamma disekitar kamera dipasang pelindung radiasi dari timbal (Pb) dan boron karbida (B₄C).

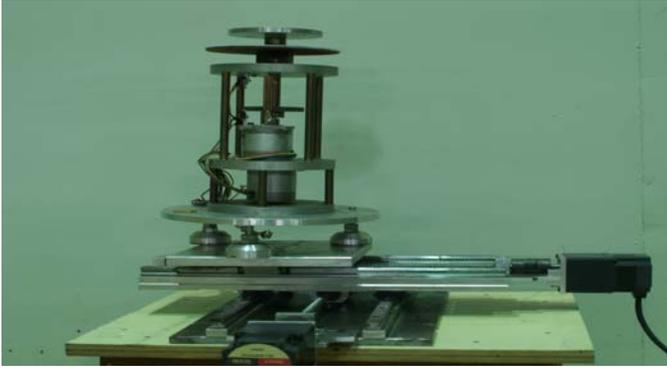
Kamera ICCD yang digunakan adalah H2525F dari videoscope yang memiliki jumlah piksel aktif: 768 (H) x 493(V), ukuran piksel: 11.0 μm (H) x 13.0 μm (V) dengan Quantum Efficiency : 50% dan spectral range: maksimum pada 500 - 800nm Lensa yang digunakan adalah lensa CCD dengan spesifikasi 58 mm F 1.4 yang diatur fokusnya secara manual. Dengan lensa ini dapat ditampilkan secara penuh ukuran skrin sintilator (field of view).



Gambar 3: Kamera ICCD Videoscope.

Rekonstruksi citra tomografi dilakukan menggunakan program ini dibuat sendiri menggunakan program visual

basic , sedangkan rekonstruksi citra dilakukan menggunakan program Ramachandran yang berbasis algoritma filter-back projection [5] . Kedua program tersebut setelah dibuat ditampilkan dalam sebuah window dimana semua perintah dilakukan hanya dalam sebuah display.



Gambar 4: Meja tomografi.



Gambar 5: Driver DT 51 untuk mengontrol pergerakan meja.

4 Hasil dan Pembahasan

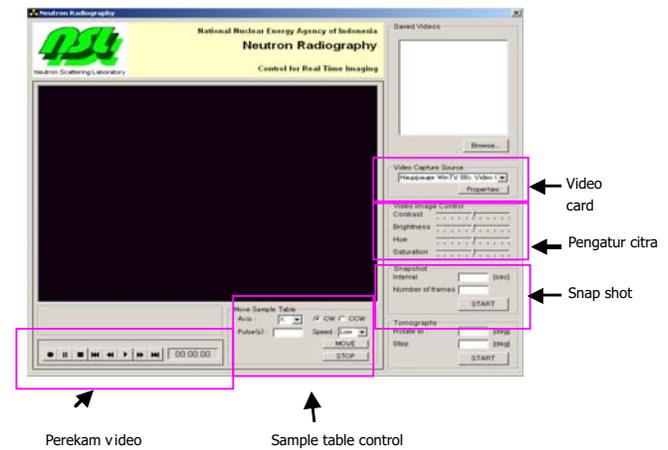
4.1 Perangkat keras

Pada kegiatan ini dihasilkan beberapa perangkat keras yang mendukung percobaan tomografi seperti meja putar dan translasi serta sistem kontrolnya yang dibuat sendiri di PTBIN-BATAN.

Gambar 4 menunjukkan meja rotasi dan translasi yang masing-masing digunakan untuk memutar sampel (obyek) ketika dilakukan pengambilan citra dan untuk menyelaraskan (alignment) berkas neutron, sumbu meja dan kamera. Untuk menggerakkan kedua meja tersebut digunakan empat buah motor stepper untuk masing-masing meja yang dapat dikontrol melalui sebuah komputer (PC).

Sebelumnya, keempat motor tersebut dihubungkan dengan sebuah driver DT-51 yang dibuat sendiri menggunakan sistem yang berbasis microcontroller yang mampu mengontrol sekaligus keempat motor tersebut. Pengoperasian gerakan meja dapat dikontrol sekaligus dengan sistem akuisisi data yang dibuat menggunakan visual basic yang dikendalikan oleh komputer (PC) .

Gambar 5 menunjukkan foto dari driver DT51 yang digunakan untuk menggerakkan meja. Untuk dapat menampilkan citra pada layar monitor digunakan TV tuner card yang diperoleh secara komersial di pasar elektronik dan dipasang pada komputer. TV tuner tersebut berfungsi sebagai pengkonversi sinyal analog ke digital sebelum dilakukan rekonstruksi citra. Gambar 6 menunjukkan tampilan dari sistem akuisisi data yang ditampilkan pada layar monitor.



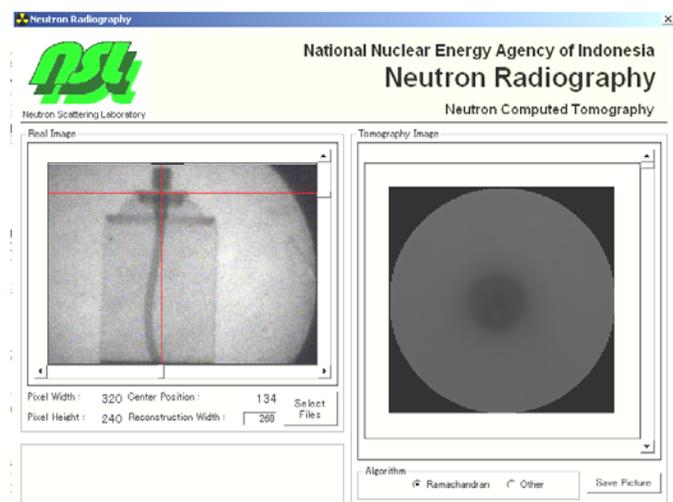
Gambar 6: Tampilan akuisisi data.

4.2 Rekonstruksi Citra

Citra radiografi yang ditangkap oleh kamera CCD masih berupa data analog kemudian setelah melalui perangkat TV tuner didigitasi menjadi data digital. Rekonstruksi tomografi menggunakan metoda berbasis filter back projection yang dapat menampilkan citra hasil rekonstruksi tomografi yang berupa tampak lintang dari obyek yang diamati. Gambar 7 menampilkan contoh dari citra hasil rekonstruksi dari obyek sebuah tabung aerosol. Seperti ditunjukkan oleh gambar 6 tampak bahwa rekonstruksi citra dioperasikan melalui sebuah window Window tersebut dapat menampilkan gambar 2 dimensi dari citra radiografi neutron, kemudian dengan memilih file pada tombol yang tersedia citra akan direkonstruksi secara otomatis dan ditampilkan disebelah kanannya (lihat gambar 6).

Hasil rekonstruksi menunjukkan kesesuaian dengan bentuk geometris dari benda uji sebenarnya, seperti di-

tunjukkan pada Gambar 7. Tomografi berikutnya dilakukan pada benda uji dari sebuah koil mobil kijang. Dari hasil rekonstruksi tomografi tampak bahwa gambar rekonstruksi sesuai dengan bentuk geometry dari benda tersebut (Gambar 8)



Gambar 7: Window untuk rekonstruksi citra.

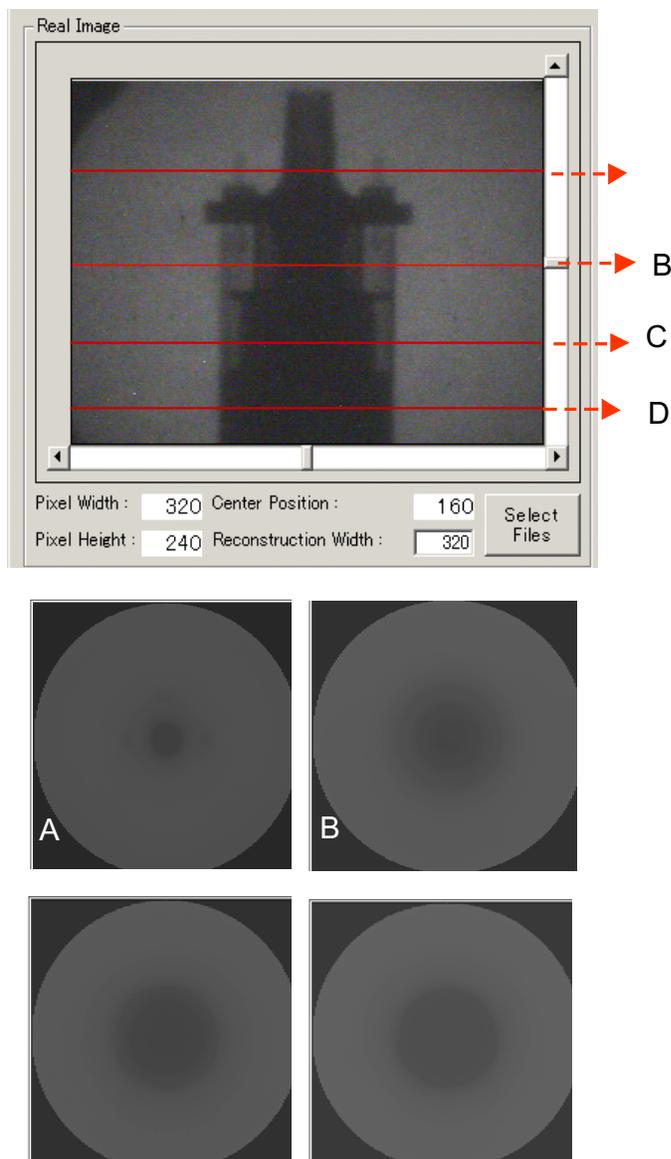
5 Kesimpulan

Peralatan tomografi neutron telah diinstal pada kegiatan ini dan sistem berfungsi dengan baik. Rekonstruksi citra dari obyek yang diamati menunjukkan proyeksi tampak lintang yang benar. Presisi gerak putar meja tomografi perlu ditingkatkan untuk memperoleh rekonstruksi citra 3D yang baik. Dari hasil ini menunjukkan bahwa teknik tomografi telah tersedia di PTBIN dan siap digunakan untuk pengujian dan penelitian bahan industri

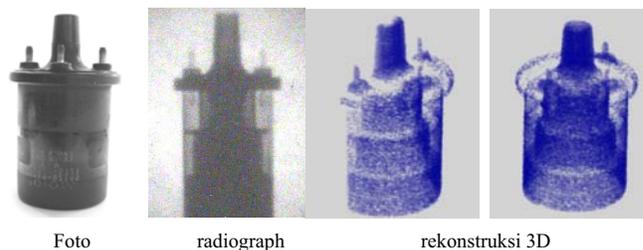
Data tomografi mobil kijang tersebut dicoba untuk direkonstruksi menggunakan perangkat lunak tomografi 3D yang berbasis algoritma NN Moirt yang dikembangkan oleh Dr. Warsito dari Edward Technology [6], hasilnya menunjukkan citra tiga dimensi dari gambar koil tersebut dapat terlihat dengan jelas dimana struktur internal dari koil tersebut dalam 3 dimensi dapat terlihat dengan jelas (Gambar 9)

6 Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Kepala PTBIN-BATAN dan Kepala BSN yang telah membantu secara administrasi sehingga kegiatan ini dapat terlaksana, kepada kepala PTAPB yang telah mengizinkan untuk menggunakan kamera ICCD dan kepada Dr. Warsito yang telah membantu dalam merekonstruksi citra 3dimensi.



Gambar 8: Gambar irisan tampak lintang dari sampel koil mobil kijang.



Gambar 9: Rekonstruksi tomografi 3D.

Daftar Pustaka

- [1] Dokumen LUMBS Radiografi Neutron, PTBIN Serpong, 2009
- [2] Gunawan, dkk., "Penentuan Karakteristik Fasilitas Radiografi Neutron di Batan Serpong Dengan Metoda Film-Konverter Tunggal", *Prosiding PIIB Serpong*, 2009
- [3] Sutiarmo, dkk., "Radiografi Neutron: Teknik Komplementer dari Radiografi Sinar-X Untuk Uji Tak Merusak Produk Industri", *Prosiding Pertemuan Ilmiah Iptek Bahan*, 2008
- [4] Sutiarmo, dkk., "Pengembangan kamera CCD pada fasilitas radiografi neutron, RN1 di Batan Serpong", *Prosiding Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*, STTN Yogyakarta, 2010
- [5] Mardiyanto, dkk., "Tomografi Neutron Sebagai Alternatif Teknik Uji Tak Merusak", *Prosiding Seminar Sains dan Teknologi Nuklir*, PPTN-BATAN Bandung, 19-20 Maret 1997
- [6] Warsito, *Presentasi Seminar Nasional Hamburan Neutron dan Sinar-X ke VII*, Serpong, 2009 .