

Rekonstruksi Citra Tomografi Neutron Untuk Aplikasi Teknologi Nuklir

Fahrurrozi Akbar, Sutiarso, Setiawan, Juliyani

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN)-Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang – Banten 15314
Fahrurrozi_akbar@yahoo.com

ABSTRAK

Rekonstruksi Citra Tomografi Neutron untuk Aplikasi Teknologi Nuklir. Teknik tomografi neutron merupakan salah satu teknik uji tak merusak yang banyak digunakan untuk mengamati struktur internal bahan industri. Citra bahan industri diambil menggunakan kamera CCD (Charge Couple Device), kemudian direkonstruksi menggunakan software perekonstruksi tomografi berbasis algoritma backprojection hingga menjadi gambar tiga dimensi. Telah dilakukan rekonstruksi citra dari data tomografi neutron yang diambil menggunakan fasilitas tomografi neutron di PTBIN-BATAN. Hasilnya menunjukkan bahwa proses perekonstruksian berhasil merekonstruksi sampel yang diamati dan memberikan informasi lengkap tentang struktur internal bahan uji dalam bentuk gambar tiga dimensi.

Katakunci : rekonstruksi citra tomografi neutron, Octopus 8.5, Vg studio 2.1.

ABSTRACT

Image Reconstruction of Neutron Tomography for Nuclear Technology Application. Neutron tomography is one of non destructive technique used to investigate the internal structure of materials. The image of the object is obtained by CCD (Charge Couple Device) camera and the reconstruction software based on filtered back projection algorithm. Image reconstruction has been done on the neutron tomographic data taken by neutron tomography facility at PTBIN-BATAN. The result show that the reconstruction process has been able to reconstruct the object and it gives comprehensive information about internal structure of the object in 3D image.

Keywords : reconstruction of neutron tomography, octopus 8.5 , vg studio 2.1

1. PENDAHULUAN

Tomografi neutron merupakan salah satu teknik uji tak-merusak berbasis komputer yang berguna untuk mengamati struktur *internal* bahan.

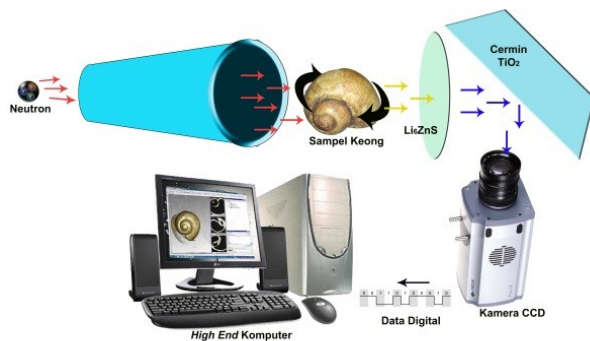
Pengujian tomografi neutron dilakukan menggunakan fasilitas radiografi neutron RN1 yang berada di PTBIN-BATAN Serpong. Sampel yang diuji disinari oleh berkas neutron yang memancar dari tabung berkas tangensial S2 reaktor RSG-GAS Serpong. Berkas neutron yang ditransmisikan selanjutnya akan diubah menjadi cahaya tampak oleh skrin *scintillator* Li^6ZnS , kemudian dipantul-

kan oleh cermin dengan reflektisitas tinggi TiO_2 . Kamera CCD akan menangkap gambar hasil pantulan cermin dan mengirimkan data gambar dengan format digital ke komputer, kemudian data gambar diolah oleh *software* perekonstruksi tomografi. Hasil akhir berupa gambar tiga dimensi yang mengandung informasi lengkap struktur internal dan eksternal sampel yang diuji. Proses perekonstruksian citra pada sampel keong menggunakan *software* perekonstruksi tomografi neutron yang akan dibahas pada makalah ini dapat menjadi contoh teknik alternatif dalam proses perekonstruksian dan pengujian teknik tomografi neutron di PTBIN BATAN Serpong.

2. TEORI

Radiografi neutron adalah teknik pencitraan yang menggunakan neutron sebagai sumber penyinaran bahan ujinya. Penyinaran yang digunakan pada eksperimen dapat diperoleh dari pelbagai sumber, seperti akselerator, radioisotop dan reaktor nuklir, sedangkan cara pengujiannya dapat menggunakan metoda film (metoda langsung) dan metoda kamera (*real time* dan tomografi) [1]. Dalam makalah ini akan dibatasi pada pengujian radiografi neutron dengan metoda kamera untuk percobaan tomografi neutron.

CT (*Computer Tomography*) merupakan salah satu alat yang biasa digunakan sebagai pengontrol kualitas bahan dalam industri. Perkembangan CT yang sangat pesat menghasilkan kualitas gambar yang semakin baik, sehingga memungkinkan peneliti untuk mengamati detail suatu sampel bahan, terutama bagian dalam sampel tersebut [2].



Gambar 1 Cara Kerja Tomografi Neutron

Dari gambar 1 (cara kerja tomografi neutron), sumber melewati tabung berkas neutron kemudian menyinari sampel keong. Karena adanya penyerapan neutron oleh sampel maka berkas yang melewati skrin *scintillator* akan berbeda. Skrin *scintillator* akan merubah neutron menjadi cahaya tampak untuk diteruskan kepada kamera CCD. Kamera CCD ini memiliki kemampuan untuk menangkap cahaya-cahaya intensitas rendah. Kamera CCD akan mengirimkan data gambar yang diterima dalam bentuk digital kepada komputer. Proses penting perekonstruksian data gambar menjadi gambar tiga dimensi terjadi didalam komputer.

2.1 Software Perekonstruksi Tomografi Neutron

Software perekonstruksi tomografi neutron membutuhkan data gambar berekstensi *.tiff. Gambar didapat dengan memutar meja sampel sepanjang 180°. Data ke 180° tidak digunakan sebagai proses rekonstruksi, tetapi digunakan untuk mendapatkan titik tengah data gambar yang direkonstruksi. Software perekonstruksi tomografi juga membutuhkan gambar *open beam* dan *dark image* yang nantinya akan

digunakan sebagai penyempurna dan pengkoreksi kualitas gambar. Software ini juga memiliki fasilitas penghilang *noise* yang terdapat pada data gambar sebelum proses rekonstruksi. Software ini dilengkapi *back-projection* untuk mengkoreksi kemiringan gambar, sehingga didapatkan proses rekonstruksi yang optimal [3].

Proses akhir dari software perekonstruksi adalah mengolah data gambar dari kamera CCD yang telah di koreksi kemiringan dan di hilangkan noise-nya menjadi gambar tiga dimensi (berorientasi pada jenis *voxel* data) [4].

3. TATAKERJA

3.1 Bahan dan Alat

Sampel Bahan yang digunakan dalam penelitian pada tomografi neutron mengandung bahan yang mampu menyerap neutron agar diperoleh kontras yang cukup baik, karena sifat absorpsi bahan terhadap neutron sangat berpengaruh terhadap hasil akhir rekonstruksi.

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari, peralatan utama fasilitas RN1 (Radiografi Neutron) yang terpasang pada berkas tangensial S2 reaktor RSG-GAS di Serpong, meja putar yang berfungsi memutar sampel sepanjang 180°, meja sampel yang mampu bergerak dalam arah X,Y dan Z, *Dark box* yang berguna untuk tempat meletakkan skrin scintilator Li⁶ZnS, cermin yang telah dilapisi TiO₂ dan kamera CCD beresolusi 1024 x 1024 pixel, *high-end* komputer dan Software perekonstruksi tomografi berbasis *voxel* data tiga dimensi.

3.2 Metoda Perekonstruksian

Proses perekonstruksian melalui dua tahap dan dengan menggunakan dua software yang berbeda. Software pertama digunakan untuk menghasilkan gambar penampang irisan *volume* dua dimensi, sedangkan pada software kedua digunakan untuk menggabungkan dan mengolah data gambar penampang irisan *volume* menjadi gambar tiga dimensi.

Pada tahap pertama menggunakan software *octopus 8.5*. Perekonstruksian dimulai dengan men-setting tempat tujuan pengambilan data gambar dan tempat yang akan digunakan untuk menyimpan data gambar hasil rekonstruksi akhir. Selanjutnya mengkonversi gambar hingga didapat gambar-gambar berekstensi *.tiff. Gambar masukan harus berekstensi *.tiff sebagai syarat untuk melakukan proses selanjutnya.

Gunakan formula 1 dan 2 untuk mereduksi tingkat kehitaman gambar sebesar 30 persen. Proses pereduksian tingkat kehitaman merupakan salah satu tahapan dalam pengkonversian gambar menjadi gambar berekstensi *.tiff.

$$\frac{(G2-G1)}{100} \times 30 = G_{30} \quad (1)$$

$$G2 - Gm = Ga \quad (2)$$

Dimana G_1 adalah nilai *grey level* minimum data gambar, G_2 adalah *grey level* maksimum data gambar, G_{30} adalah nilai *grey level* 30 persen dan G_a adalah *grey level* akhir. *Grey level* tidak memiliki nilai satuan (SI).

Proses *wizard* digunakan untuk menghasilkan normalisasi gambar dan gambar *sinograms*. Proses ini juga akan mereduksi *noise* serta mengkoreksi sumbu dan kemiringan gambar dengan algoritma *back-projection*.

Gambar *sinogram* yang dihasilkan pada proses *wizard* akan menghasilkan gambar penampang irisan *volume*. Satu *sinogram* akan menghasilkan satu penampang irisan *volume*.

Gambar penampang irisan *volume* ini akan digunakan sebagai data inputan *software* *vg studio 2.1*. *Software* ini merupakan tahap kedua yang akan merekonstruksi data inputan menjadi sampel gambar tiga dimensi berbasis *voxel*.

4. Hasil dan Pembahasan

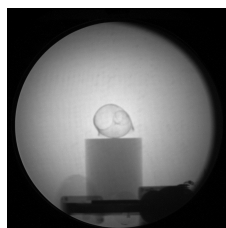


Gambar 2 Sampel Keong untuk Uji Coba

Gambar 2 (sampel keong untuk uji coba) merupakan sampel yang akan direkonstruksi menggunakan fasilitas tomografi neutron. Sampel keong diletakan pada meja putar yang mampu berputar sepanjang 360° . Untuk keperluan rekonstruksi tomografi neutron di PTBIN data yang dibutuhkan tidak harus berputar sepanjang 360° , tetapi cukup dengan memutar sumbu meja sepanjang sumbu 180° .

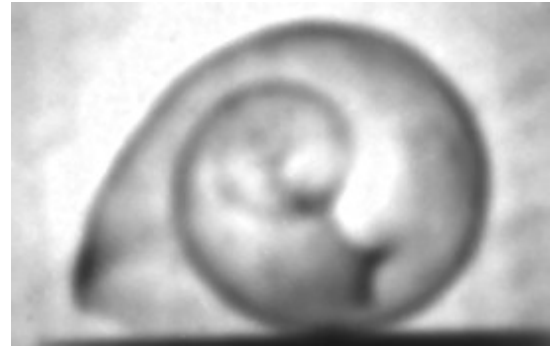
Pengambilan data gambar sepanjang sumbu 180° akan menghasilkan data sebanyak 181 gambar, dimulai dari gambar pada sumbu ke 0° hingga gambar pada sumbu 180° . Data gambar diambil menggunakan kamera CCD Andor dengan resolusi 1024×1024 pixel. Data gambar tampak seperti pada gambar 3 (gambar keong sepanjang sumbu 180°).

Selain gambar keong, terdapat pula gambar meja putar dan gambar alat tambahan yang digunakan memosisikan keong pada bagian tengah *scintillator*. Peletakan sampel pada bagian tengah berkas karena penyebaran intensitas neutron yang tidak merata, sehingga cahaya pada bagian tengah tampak begitu terang.



Gambar 3 Gambar Keong yang diambil Sepanjang Sumbu 180°

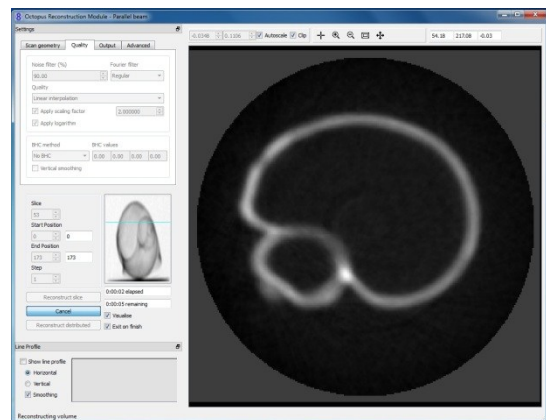
Data gambar seperti pada gambar 3 (gambar keong yang diambil sepanjang sumbu 180°) merupakan data gambar inputan yang digunakan oleh *software* rekonstruksi *octopus 8.5*. *Software* ini akan menghasilkan beberapa gambar yang digunakan untuk menghasilkan data akhir berupa gambar irisan *volume*. Gambar irisan *volume* bukan merupakan gambar tiga dimensi.



Gambar 4 Hasil Konversi dengan *Octopus 8.5*

Gambar 4 (hasil konversi dengan *octopus 8.5*) merupakan gambar hasil konversi *octopus 8.5* dengan memperhitungkan *grey level* gambar yang direkonstruksi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan formula 1 dan 2. Dengan nilai G_1 bernilai 10, G_2 bernilai 31907 didapatkan nilai G_a sebesar 22337,9.

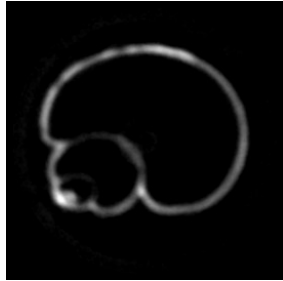
Penggunaan *spot filter* pada gambar inputan dilakukan guna menghilangkan bintik-bintik *noise* yang tidak diinginkan. Penggunaan *cropping* dilakukan untuk memfokuskan rekonstruksian gambar yang diinginkan.



Gambar 5 Tahap Akhir Perekonstruksian *Octopus 8.5*

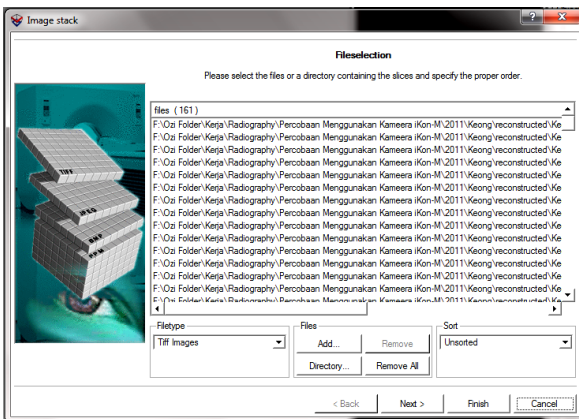
Gambar 5 (tahap akhir perekonstruksian *octopus 8.5*) merupakan langkah akhir yang digunakan oleh *vg studio 2.1* dalam menghasilkan gambar tiga dimensi. Pada tahap ini tidak ada setingan khusus, karena proses *tiltting* dan *filtering* telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

Gambar 5 menggunakan konsep algoritma *back-projection* untuk menghasilkan gambar irisan *volume*. Gambar irisan *volume* yang dihasilkan tentunya telah memperhitungkan gambar *sinogram* yang dihasilkan oleh proses *wizarding* dipereonstruksian awal gambar.



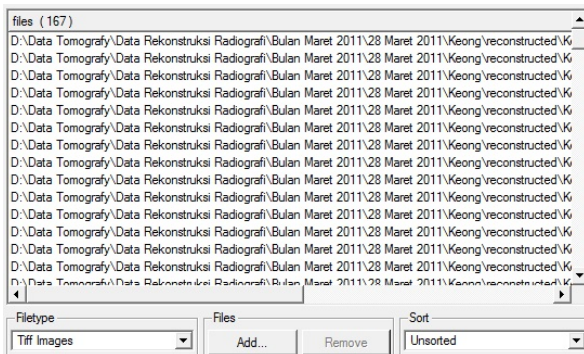
Gambar 6 Hasil Akhir Gambar Irisan *Volume* menggunakan *Octopus 8.5*

Gambar 6 merupakan hasil akhir yang didapat setelah proses perekonstruksian gambar irisan *volume* (gambar 5) selesai. Gambar yang dihasilkan pada proses perekonstruksian ini berjumlah 167 buah dan siap digunakan untuk proses perekonstruksian tiga dimensi menggunakan *software* *vg studio 2.1*. Terdapat beberapa jenis format gambar yang dapat digunakan oleh *vg studio 2.1*, diantaranya *.jpg*, *.tiff*, *.bmp*. *Octopus* sendiri menghasilkan gambar akhir dalam format *.tiff*, sehingga format ini sesuai dengan format yang tersedia pada *vg studio 2.1*.



Gambar 7 Proses memasukan data gambar irisan *volume* dari *Octopus 8.5*

Gambar 8 merupakan proses penentuan data gambar masukan dari *software* *octopus 8.5*. gambar yang akan direkonstruksi merupakan gambar penampang irisan *volume* keseluruhan.

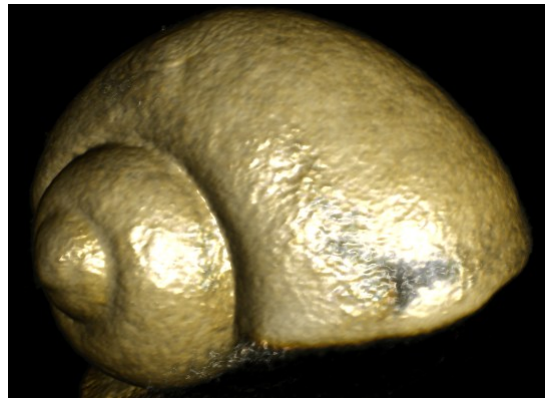


Gambar 8 Pemilihan Format Gambar Inputan pada *Vg studio 2.1*

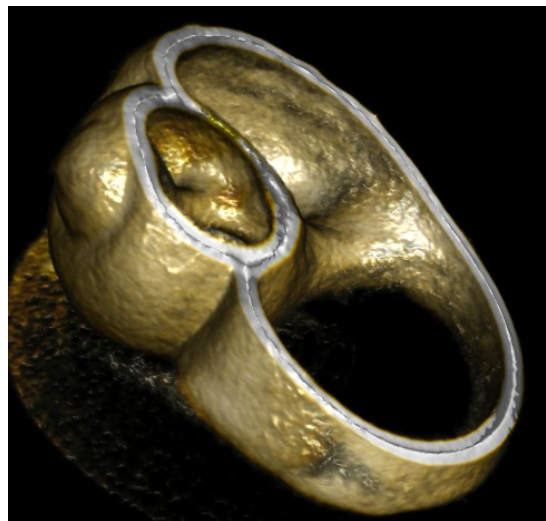
Format data gambar inputan dapat dipilih , tetapi karena hasil akhir dari *octopus 8.5* adalah *.tif*, maka gunakan format *.tiff* pada *vg studio 2.1*. Gambar 8 (pemilihan format gambar inputan pada *vg studio 2.1*) adalah tahap memasukan gambar irisan *volume* kedalam *software* *vg studio 2.1*.

Tidak ada setingan khusus yang akan digunakan pada *software* ini, karena proses-proses yang digunakan untuk mengoptimalkan gambar telah dilakukan oleh *software octopus 8.5*.

Hasil akhir perekonstruksian berupa gambar tiga dimensi yang dapat diputar dan diiris dari pelbagai arah. Gambar hasil rekonstruksi sampel keong secara tiga dimensi dapat dilihat pada gambar 9 (keong tiga dimensi dengan *vg studio 2.1*). Hasil ini memberikan gambaran detail bagian keong secara menyeluruh baik dari bagian internal keong ataupun bagian eksternal keong .



Gambar 9 keong tiga dimensi dengan *vg studio 2.1*



Gambar 10 Irisan Keong dengan *Clipping Tools Vg studio 2.1*

Gambar 10 (irisn keong dengan *clipping tools* *vg studio 2.1*) merupakan contoh tampang irisan keong menggunakan fasilitas *clipping* *vg studio 2.1*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian proses rekonstruksi menggunakan *software* rekonstruksi tomografi neutron di PTBIN-BATAN Serpong didapatkan proses perekonstruksian membutuhkan kemampuan komputer yang tinggi agar perekonstruksian gambar berjalan optimal.

Software octopus 8.5 dan *vg studio 2.1* berhasil merekonstruksi sampel keong dengan baik, sehingga informasi internal dan eksternal keong dapat diamati.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Alim Tarigan, Kepala PRSG (Pusat Reaktor Serba Guna) dan teman-teman operasi reaktor yang telah menyediakan neutron untuk penelitian tomografi ini. Terimakasih juga kepada kepala bidang spektrometri neutron dan teknisi serta seluruh staf yang telah membantu dalam penyelesaian masalah ini.

7. Daftar Pustaka

1. Domanus, J.C., "Practical Neutron Radiography", ed., Bayon, G., Greim, L., et.al, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, (1992).
2. Reinhart, C., Poliwida, C., et.al. Modern Voxel Based Data And Geometry Analysis *Software Tools For Industrial CT*, (2004). Available : http://www.ndt.net/article/wcndt2004/pdf/radiography/566_reinhart.pdf
3. ANONYMOUS, *Octopus 8.5 Manual*. InCT, Belgium, (2011)
4. ANONYMOUS. *Vg studio 2.1 Reference Manual. Volume Graphics, Heidelberg, (2011)*