

## **UJI KESESUAIAN CT NUMBER PADA PESAWAT CT SCAN MULTI SLICE DI UNIT RADIOLOGI RUMAH SAKIT ISLAM YOGYAKARTA PDHI**

**Ali Roo'in Mas'uul dan Heri Sutanto**

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*  
E-mail : alieroo'in@gmail.com

### **ABSTRACT**

*CT number is the value of x rays attenuation coefficient determined by the average energy of the x-rays and atomic number absorber and expressed by the attenuation coefficient. function CT number in CT Scan is to assess and differentiate abnormalities in human organs. If there are inaccuracies value of CT number, it can happen misdiagnosis and treatment of patients that successive actions, so the need for periodic compliance of the test. Suitability tests were conducted to value of CT number multislice CT Scan in Radiology Unit of the PDHI Yogyakarta Islamic Hospital. Suitability test were conducted by using a water phantom, 10 mm slice thickness, 140 kV and 280 mAs, gantry tilt of 0°, round or circular ROI with a size of 2-3 cm. Measurement samples were taken from 5 different regions which the first area in the center of the phantom images, as well as four other regions on the edge of the peripheral or phantom image. From the test have been gotten value of CT number for the water phantom at 5 different positions 2.03 ; 1.38 ; 1.60 ; 1.79 ; 1.83 HU. Five different positions has had no single value that is the result exceeds the tolerance limit of  $\pm 4$  HU thus all CT values for the number of water which is within the tolerance limit with a value of -4 up to 4 HU, so it could be concluded that the results of the reading CT number on the multislice CT Scan in Radiology Unit of the Islamic Hospital Yogyakarta PDHI still qualifies as recommended regulatory heads BAPETEN Number 9 In 2011 on quality assurance (QA) or quality control (QC) of the CT Scan.*

**Keywords:** Compliance Test, CT number, Water Phantom, ROI, Tolerance Value.

### **ABSTRAK**

*CT number adalah nilai koefisien atenuasi sinar x yang ditentukan oleh energi rata-rata sinar x dan nomor atom penyerap, hal ini dinyatakan dengan koefisien atenuasi. Perananan CT number dalam pesawat CT Scan yaitu untuk menilai serta membedakan kelainan pada organ manusia. Apabila ada ketidaktepatan nilai CT number maka dapat terjadi kesalahan diagnosa dan tindakan pengobatan pasien yang beruntun, sehingga perlu adanya uji kesesuaian secara berkala. Telah dilakukan uji kesesuaian untuk mengetahui nilai CT number pada pesawat CT Scan Multislice di Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI. Uji kesesuaian dilakukan dengan menggunakan water phantom, slice thickness 10 mm, faktor eksposi 140 kV dan 280 mAs, Gantry tilt 0°, ROI berbentuk bulat atau lingkaran dengan ukuran 2-3 cm. Sampel pengukuran diambil dari 5 daerah yang berbeda yaitu daerah pertama pada pusat citra phantom, serta 4 daerah yang lain pada perifer atau tepi citra phantom. Dari pengujian yang penulis lakukan ternyata nilai CT number untuk water phantom pada 5 posisi yang berbeda yaitu; 2,03; 1,38; 1,60; 1,79; 1,83 HU. Dari ke lima posisi yang berbeda ternyata tidak ada satu nilai pun yang hasilnya melebihi batas toleransi yaitu  $\pm 4$  dengan demikian semua nilai Ct number untuk air berada dalam batas toleransinya yaitu dengan nilai -4 sampai 4, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil bacaan CT number pada pesawat CT Scan Multislice di Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI masih memenuhi syarat seperti yang direkomendasikan PERKA BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011 tentang jaminan kualitas QA atau QC pesawat CT Scan.*

**Kata kunci:** Uji Kesesuaian, CT number, Water Phantom, ROI, Nilai Toleransi.

### **PENDAHULUAN**

CT number adalah nilai koefisien atenuasi (pelemahan energi) sinar x yang ditentukan oleh rata-rata sinar x, besarnya pelemahan sinar x yang telah melewati objek bergantung pada besarnya energi mula-mula

dan nomor atom objek, besarnya pelemahan sinar x berbanding lurus dengan nilai CT number yang terbaca oleh detektor. Dengan adanya nilai CT number ini maka dapat digunakan untuk menentukan tindakan yang lebih cepat dan tepat pada pasien, apakah pasien

perlu segera dioperasi atau tidak. Informasi CT number pada suatu objek yang terlihat pada gambaran CT Scan juga banyak mempunyai manfaat. Dari informasi CT number yang diperoleh dapat ditentukan sifat dan perkiraan jenis bahan. Sebagai contoh diketahuinya angka CT number pada suatu perdarahan otak, maka dapat diperkirakan sifat dan kekentalan darahnya, apakah darahnya masih darah segar, darah yang sudah menggumpal atau darah yang sudah mengering.

CT number yang dihitung dalam satuan HU (Hounsfield Unit) merupakan fasilitas standar yang selalu ada pada pesawat CT Scan. HU adalah satuan dari nilai pelemahan sinar x setelah melewati objek yang nilai tersebut menggambarkan perbedaan suatu organ. Ketepatan hasil perhitungan CT number harus selalu diperhatikan agar tidak memberikan informasi yang salah. Oleh karena itu secara berkala harus dilakukan pengujian dan kalibrasi pada pesawat CT Scan. Pengujian CT number dilakukan dengan menggunakan *water phantom* diketahui dengan baik dimensinya dan bahannya. *Water phantom CT Scan* terbuat dari bahan akrilik berbentuk bulat yang berdiameter 26 cm dan tebal 9 cm serta didalamnya berisi air oleh karenanya diharapkan hasil pengujian dapat menghasilkan nilai CT number yang konsisten atau tetap dengan nilai mendekati 0 karena air mempunyai sifat absorpsi.

Penelitian yang pernah dilakukan Winda (2011), menyebutkan bahwa batas toleransi untuk nilai CT number adalah -7 sampai 7, maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan batas toleransi dari perka BAPETEN yaitu -4 sampai dengan 4 sehingga diharapkan akan meningkatkan kualitas citra dan menekan dosis yang diterima pasien. Penelitian kesesuaian CT number pada pesawat CT Scan *Multislice* di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI juga dilakukan karena sampai saat dilakukan penelitian ini belum pernah dilakukan uji CT number padahal banyak pasien yang menjalani pemeriksaan menggunakan pesawat tersebut serta mempunyai kasus pendarahan ataupun *odema*

yang mengharuskan radiografer untuk menilai kelainan tersebut dengan program Region of Interest (ROI) yaitu marker penanda berbentuk bulat untuk menentukan nilai CT number.

## DASAR TEORI

CT number yaitu nilai koefisien atenuasi (pelemahan energi) sinar x yang ditentukan oleh rata-rata sinar x, besarnya pelemahan sinar x yang telah melewati objek bergantung pada besarnya energi mula-mula dan nomor atom objek, besarnya pelemahan sinar x berbanding lurus dengan nilai CT number yang terbaca oleh detektor.

Nilai CT number juga dipengaruhi oleh besarnya marker penanda berbentuk bulat yang menandai jumlah pixel yang akan di nilai atau biasa disebut ROI. Masing-masing *pixel* dipertunjukkan di monitor pada tingkatan terang dan pada gambaran yang fotografis sebagai tingkatan densitas paling tinggi. Tingkatan ini sesuai dengan bilangan CT atau CT Number dari (-) 1000 sampai (+) 1000 untuk masing-masing *pixel*. CT Number (-) 1000 sesuai dengan udara, sedangkan CT Number (+) 1000 sesuai dengan tulang padat, dan CT Number 0 sesuai dengan air (Thomas, 2012).

Nilai bilangan ini didapat dari besar kecilnya nilai koefisien atenuasi sinar x setelah melewati objek, semakin besar nilai koefisien atenuasi sinar x maka nilai ct number akan semakin besar hal ini ditunjukkan pada tulang padat yang nilai ct numbernya mencapai 1000 HU sedangkan semakin kecil koefisien atenuasi yang diterima detektor maka nilainya semakin kecil pula, hal ini ditunjukkan pada nilai ct number udara yang mencapai - 1000 HU.

Nilai bilangan CT untuk berbagai jaringan berhubungan dengan nilai koefisien atenuasi linier sinar-x. CT Number pada suatu *pixel* mewakili besarnya koefisien atenuasi sinar-x dari suatu *voxel*. Nilai koefisien atenuasi sinar-x ditentukan oleh energi rata-rata sinar-x dan nomor atom efektif penyerap dan dinyatakan dengan koefisien

atenuasi. Nilai suatu *CT Number* dinyatakan oleh:

$$CT\ Number = k \frac{\mu_t - \mu_w}{\mu_w}$$

Keterangan :

$\mu_t$  : koefisien atenuasi jaringan.

$\mu_w$  : koefisien atenuasi terhadap air.

K : konstanta yang menetapkan faktor skala untuk jarak CT number.

Persamaan ini menunjukkan bahwa jumlah CT untuk air selalu nol karena untuk sistem pencitraan CT beroperasi dengan presisi. Respon detektor harus dikalibrasi sehingga air selalu diwakili oleh nol. Ketika k adalah 1000, angka CT adalah unit Hounsfield. Maka, sejumlah besar informasi terbuang ketika rentang dinamis sebenarnya dari gambar adalah 2000, namun gambar ditampilkan pada layar video atau film di tidak lebih dari 32 warna abu-abu. (Bushong,2001).

Penilaian dan batas toleransi pada pengujian *CT Number* pada beberapa item yaitu untuk CT pusat : Nilai ROI *CT Number* dari pusat citra (-4 sampai 4), CT : Selisih *CT Number* dari ROI di pusat citra dengan *CT Number* dari ROI di tepi citra (-2 sampai 2). (Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Nomor 9 Tahun 2011. Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional)

## METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan pesawat *CT Scan* dengan merk *GE Healthcare*, jenis *Hi Speed Dual CT Scanner*, dengan slicethickness 10 mm, faktor eksposi 140 kV, 280 mAs. Kemudian menggunakan water phantom diameter 26,5 cm dan tebal 9 cm.

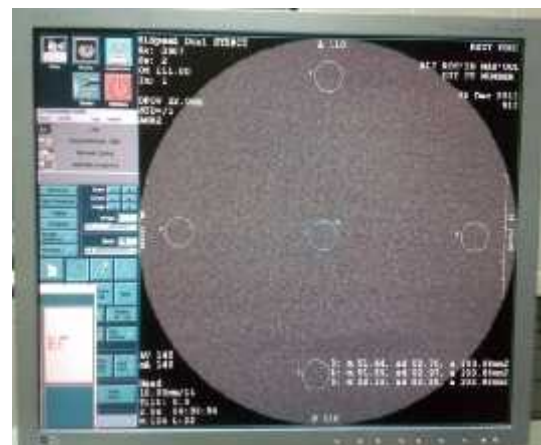
#### Prosedur Penelitian

Tahap pertama yaitu meletakkan *phantom* akrilik pada meja pemeriksaan yang akan bergeser sesuai dengan ketebalan *slice* lalu mengatur tegangan tabung 140 KV (atau yang

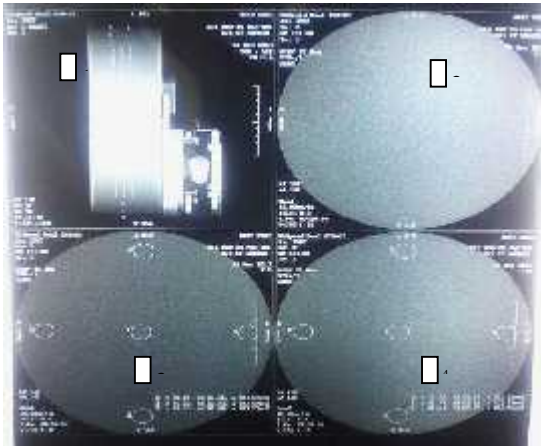
mendekati), arus tabung dan *second* 280 mAs (atau yang mendekati), *slice thickness* 10 mm yang sudah ditentukan dan melakukan pembacaan *CT number* pada 5 lokasi yang sudah berbeda menggunakan bentuk ROI tersedia pada layar monitor pesawat *CT Scan* untuk memilih cara yang dapat digunakan untuk menghasilkan nilai rata-rata *CT number pixel* yang ada pada ROI. Kemudian memperluas daerah ROI yang mana termasuk didalamnya 2-3 cm<sup>2</sup> (sekitar 200 - 300 *pixel*) Memposisikan ROI dekat dengan pertengahan gambaran *phantom* dan nilai rata-rata dari *CT number*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *CT number* yang telah dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan *CT number* dengan menggunakan *water phantom* pada pesawat *CT Scan multislice* di Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

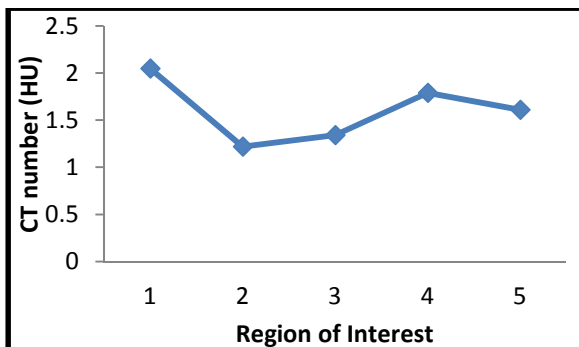


Gambar 1. Hasil Citra Pengujian *CT number* pada Display



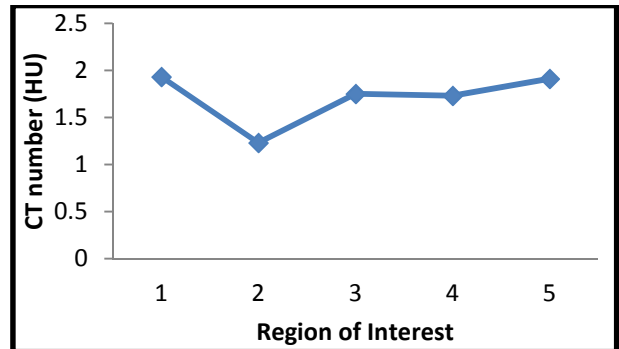
Gambar 2. Hasil Print Out Pengujian CT number

Hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa nomor 1 yaitu scanogram atau area scanning yang dipilih sebelum melakukan scan, untuk nomor 2 yaitu hasil scan sebelum diberi marker penanda atau ROI, lalu untuk nomor 3 dan 4 yaitu nilai bacaan CT number dari ROI 1 sampai dengan 5 yang hasilnya akan disajikan dalam grafik sebagai berikut:



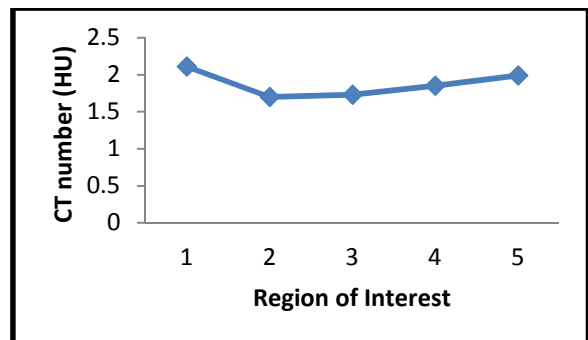
Gambar 3. Grafik Nilai Rerata CT number pada Slice 1

Hasil rata-rata ke tiga pengukuran nilai CT number pada slice 1 lalu dibuat grafik yang menunjukkan nilai CT number tertinggi yaitu pada ROI 1 atau ROI pusat yang bernilai 2,05 HU sedangkan nilai CT number yang terendah yaitu pada ROI 2 dengan nilai 1,22 HU, maka selisih nilai kedua ROI tersebut yaitu 0,83 HU yang mana nilai tersebut tidak melebihi batas toleransinya yaitu 2 HU sehingga untuk selisih nilai dari ke lima ROI yaitu 2,05; 1,22; 1,34; 1,79; 1,61 HU tidak menunjukkan selisih yang melebihi batas toleransi.



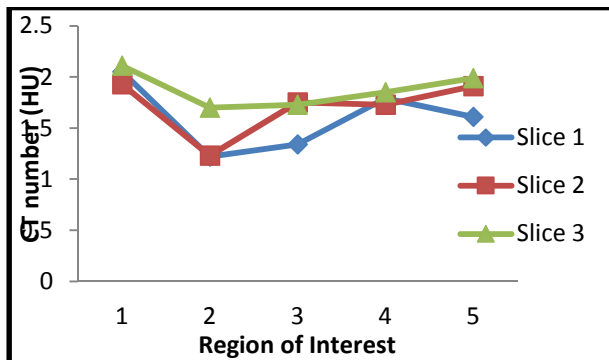
Gambar 4. Grafik Nilai Rerata CT number pada Slice 2

Hasil rata-rata ke tiga pengukuran nilai CT number pada slice 2 lalu dibuat grafik yang menunjukkan nilai CT number tertinggi yaitu pada ROI 1 atau ROI pusat yang bernilai 1,93 HU sedangkan nilai CT number yang terendah yaitu pada ROI 2 dengan nilai 1,23 HU, maka selisih nilai kedua ROI tersebut yaitu 0,70 HU yang mana nilai tersebut tidak melebihi batas toleransinya yaitu 2 HU maka untuk selisih nilai dari ke lima ROI yaitu 1,93; 1,23; 1,75; 1,73; 1,91 HU tidak menunjukkan selisih yang melebihi batas toleransi.



Gambar 4. Grafik Nilai Rerata CT number pada Slice 3

Hasil rata-rata ke tiga pengukuran nilai CT number pada slice 3 lalu dibuat grafik yang menunjukkan nilai CT number tertinggi yaitu pada ROI 1 atau ROI pusat yang bernilai 2,11 HU sedangkan nilai CT number yang terendah yaitu pada ROI 2 dengan nilai 1,70 HU, maka selisih nilai kedua ROI tersebut yaitu 0,41 HU yang mana nilai tersebut tidak melebihi batas toleransinya yaitu 2 HU maka untuk selisih nilai dari ke lima ROI yaitu 2,11; 1,70; 1,73; 1,85; 1,99 HU tidak menunjukkan selisih yang melebihi batas toleransi.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai *CT number* dari ke Tiga Slice yang Berbeda

Perbandingan ke tiga grafik juga menunjukkan hal yang sama bahwa nilai *CT number* tertinggi yaitu pada ROI 1 atau ROI pusat sedangkan nilai *CT number* yang terendah yaitu pada ROI 2, dari hal ini dapat diartikan bahwa koefisien atenuasi sinar x pada setiap daerah pada slice mendekati sama sehingga *uniformity* citra yang dihasilkan akan lebih baik dan nilai *CT number* yang didapat dari setiap lebih homogen serta dibuktikan dengan hasil selisih dari ROI 1 dengan ROI tepi tidak melebihi 2 HU. Dengan nilai selisih ROI pusat dengan ROI tepi pada setiap slice yang tidak melebihi 2 HU maka dapat dipastikan bahwa respon detektor masih baik, distribusi dosis yang diterima pasien merata sehingga berdampak pula pada kualitas citra yang memiliki densitas, ketajaman, detail dan kontras baik saat direkonstruksi. Nilai *CT number* dari ketiga slice juga di rata-rata dan hasilnya dibandingkan dengan batas toleransinya, nilai *CT number* pada kelima ROI yang berbeda yaitu 2,03; 1,38; 1,60; 1,79; 1,83 HU yang mana kelima nilai ini tidak melebihi batas toleransinya yaitu -4 sampai dengan 4 HU. Nilai *CT number* yang kurang dari 4 HU menunjukkan bahwa respon detektor masih baik, distribusi dosis yang diterima pasien merata sehingga berdampak pula pada kualitas citra yang memiliki densitas, ketajaman, detail dan kontras baik.

Untuk menyimpulkan ada atau tidaknya penyimpangan dari kelima nilai tersebut maka dilakukan dua cara, yang

pertama memasukan nilai pada program BAPETEN hasil otomatisnya lolos uji sehingga disimpulkan tidak ada penyimpangan nilai *CT number* pada pesawat CT Scan tersebut lalu membuat tabel yang disertai nilai toleransinya sehingga dapat membandingkan nilai yang didapat dari pengujian dengan batasan toleransinya. Dengan cara pengolahan data ini dapat dilihat secara jelas nilai *CT number* pada lima posisi berbeda yaitu 2,03; 1,38; 1,60; 1,79; 1,83 HU yang kelima nilai ini tidak melebihi dari batas toleransinya yaitu -4 sampai 4 HU sehingga disimpulkan tidak ada penyimpangan atau dengan kata lain lolos uji kesesuaian. Hal ini menunjukkan nilai lolos uji kurang dari 4 dapat diartikan bahwa koefisien atenuasi sinar x untuk air yang sampai ke detektor masih baik sehingga nantinya akan berdampak pada pengukuran-pengukuran suatu kelainan pada organ yang diperiksa dengan hasil yang tepat. Keseragaman gambar dari hasil yang didapatkan juga masih baik hal ini terbukti dalam pengukuran program BAPETEN yang menunjukkan selisih dari ROI pusat dengan ROI di perifer atau tepi tidak melebihi batas yang ditentukan yaitu 2 HU. Nilai *CT number* yang tidak melebihi toleransi juga berhubungan dengan dosis radiasi pada pasien, bila nilai *CT number* masih dalam batas -4 sampai 4 HU maka tidak melebihi ambang dosis yang ditentukan untuk jaringan karena apabila nilai intensitas radiasi yang sampai kedetektor tinggi dapat diartikan kemungkinan penyerapan juga lebih tinggi sehingga akan berdampak pada suatu efek biologi radiasi yang akan diterima oleh pasien.

## KESIMPULAN

Pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai *CT number* untuk *water phantom* pada lima posisi yang berbeda adalah 2,03; 1,38; 1,60; 1,79; 1,83 HU dan semua berada pada rentang nilai toleransinya yaitu -4 sampai 4 HU.

Hasil bacaan *CT number* pada pesawat *CT Scan Multi slice* di Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI yang diolah dengan dua metode yaitu metode perhitungan dan metode software dari BAPETEN menghasilkan kesimpulan yang sama yaitu masih memenuhi syarat seperti yang direkomendasikan PERKA BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011 tentang jaminan kualitas QA atau QC pesawat *CT Scan*.

Company : USA

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Bushberg, J.T. 2003. *The Essential Physics Of Medical Imaging, Second Edition*. Philadelphia, USA.
- [2] Bushong, S.C.2001. *Radiologic Science for Technologist, Fourt Edition*, Mosby Company, Toronto.
- [3] Donis,G.I.R., Guyer, D.E., Pease, A., Fulbright, D.W. 2012. Relation of computerized Tomography Hounsfield Unit measurment and internal components of fresh chestnuts. *Postharvest Biology and Technology* 2012; 64; 74–82.
- [4] GE Medical System.2007. *Operator Manual Scan HiSpeed Dual*.
- [5] Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Nomor 9 tahun 2011. *Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*.
- [6] Sara, S., Paras, S., Kiran, S., A, H. Mark, D.W. 2013. Using Hounsfield Unit Measurement and Urine Parameters to Predict Uric Acid Stones. *Urology* 2013; 82: 22-26.
- [7] Seeram, Euclid, 2001, *Computed Tomography Physical Principles, Clinical Appicantions, and Quality Control, Second Edition*, W. B Saunders