

## UJI KESESUAIAN *CT NUMBER* PADA PESAWAT *CT SCAN MULTISLICE* DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD MANGUSADA BADUNG

<sup>1</sup>Muhammad Zakirin\*, <sup>1</sup>Anak Agung Aris Diartama, <sup>1</sup>Maghfirotul Iffah, <sup>2</sup>Burlian Mughnie,  
<sup>1</sup>Ni Putu Rita Jeniyanthi

<sup>1</sup>Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali  
<sup>2</sup>Poltekkes Kemenkes Jakarta

Korespondensi: Muhammad Zakirin  
e-mail: [zakirin.muhammad0520@gmail.com](mailto:zakirin.muhammad0520@gmail.com)

### ABSTRACT

Research has been conducted to determine the accuracy and uniformity of CT Number from CT Scan images using water phantom in the Radiology Installation of Mangusada Badung Regional Hospital. This research is quantitative research with an experimental approach conducted at the Radiology Installation of Mangusada Badung Regional Hospital in April 2019. The population in this study is the entire CT Number test slice on the multi slice CT Scan Plane in the Radiology Installation of the Mangusada Badung Regional Hospital with the sample comprising ten CT Number slices, at five HU measurement points with ROI namely at the center of the image, at 12 o'clock direction, 3 o'clock direction, 6 o'clock direction and 9 o'clock direction. The research data was taken by observing, experimenting and documenting which processed using the calculation method. Hounsfield Unit values are indicated by the placement of ROI (region of interest) with a size of 2 cm, tube voltage 130 kVp, 240 mAs and slice thickness of 10 mm. From the measurement results, the CT Number accuracy value of 10 samples is -0.9; -1.0; -1.0; -1.0; -1.2; -0.3; -0.6; 0.1; -0.0 and -0.9 HU with a passing score of -4 to 4, for the CT Number uniformity value of 0.9; 0.8; 0.9; 1; 0.5; 1.4; 1.2; 1.7; 1.8; 1.1 HU with a passing score of -2 to 2. The accuracy of CT Number showed was still according to PERKA BAPETEN Number 9 of 2011 concerning the Conformity Tests of Radiology Diagnostic and Interventional X-Ray Modality.

**Keywords** : Conformity Test, CT Number, Multi slice CT Scan, Water Phantom, Passed Test Value

**INTISARI**

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui nilai akurasi dan keseragaman CT Number dari citra CT Scan menggunakan water phantom di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung. Jenis penelitian ini kuantitatif dengan pendekatan eksperimen yang dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung pada bulan April 2019. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh slice uji *CT Number* pada Pesawat *CT Scan Multislice* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung dengan sampel penelitian meliputi 10 slice *CT Number*, pada 5 titik pengukuran HU dengan ROI yakni pada pusat citra, pada arah jam 12, arah jam 3, arah jam 6 dan arah jam 9. Data penelitian ini di ambil dengan melakukan observasi, eksperimen dan dokumentasi yang selanjutnya akan diolah dengan menggunakan metode penghitungan. Nilai Hounsfield Unit yang ditunjukkan dengan penempatan ROI (region of interest) dengan ukuran 2 cm, tegangan tabung 130 kVp, 240 mAs dan slice thickness 10 mm. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai akurasi CT Number pada 10 sampel yaitu -0.9; -1.0; -1.0; -1.0; -1.2; -0.3; -0.6; 0.1; -0.0 dan -0.9 HU dengan nilai lolos uji -4 sampai 4, untuk nilai keseragaman CT Number yaitu 0.9; 0.8; 0.9; 1; 0.5; 1.4; 1.2; 1.7; 1.8; 1.1 HU dengan nilai lolos uji -2 sampai 2. maka nilai akurasi CT Number masih sesuai standar PERKA BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011 Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologidiagnostik dan Intervensional.

**Kata Kunci** : Uji Keseuaian, *CT Number*, *CT Scan Multislice*, *Water Phantom*, *Nilai Lolos Uji*

## PENDAHULUAN

*Computed Tomography Scan (CT Scan)* Pertama kali dikenalkan oleh *Sir Godfrey Newbold Hounsfield* seorang insinyur dari *EMI London* dengan *James Ambrosse* seorang teknisi dari *Atkinson Marley's Hospital di Londn Inggris pada tahun 1970*. Pesawat *Computed Tomography Scan (CT Scan)* merupakan perkembangan radiologi secara modern menggunakan kerja tomografi, dan mesin sinar-X yang berbentuk cincin (*gantry*) berputar mengelilingi pasien yang tidur terlentang. Informasi yang diperoleh kemudian dibentuk suatu citra dari jaringan yang sedang diteliti. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini telah diciptakan alat *CT Scan* yang lebih canggih yaitu *Multislice Computed Tomography (MSCT)*. (Bontrager, 2014).

*Quality assurance (QA)* adalah program yang digunakan oleh manajemen untuk mempertahankan kualitas gambar diagnostik yang optimal dengan bahaya minimum terhadap pasien (Human Health Series No. 19, 2012). Salah satu program *quality control* pada pemakaian pesawat *CT Scan* adalah uji ketepatan *CT Number* dan uniformitas pada berbagai posisi fantom. *CT Number* dinyatakan dalam satuan HU (*Hounsfield Unit*). Sementara uniformitas dari *CT Number* dapat diartikan sebagai keseragaman nilai *CT Number* di beberapa titik pada citra (Syamsidar, 2017).

*CT Scan 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 detector. Dengan adanya nilai *CT Number* ini maka dapat digunakan untuk menentukan tindakan yang lebih cepat dan tepat

pada pasien. Dari informasi *CT Number* yang diperoleh dapat ditentukan sifat dan perkiraan jenis bahan. (Ali Roo'in Mas'uul dan Heri Sutanto, 2014).

*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, oleh karenanya diharapkan hasil pengujian dapat menghasilkan nilai *CT Number* yang konsisten atau tetap dengan nilai mendekati 0 karena air mempunyai sifat absorpsi. 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).

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), 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.

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), 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. Uji kesesuaian adalah uji untuk memastikan pesawat sinar-X dalam kondisi andal, baik untuk kegiatan radiologi diagnostik maupun intervensional dan memenuhi peraturan perundang-undangan.

Pesawat *CT Scan 16 slice Merk SIEMENS Serial No 709281292* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung. Pesawat *CT Scan* ini pernah dilakukan uji kesesuaian pada tahun 2017 dan dilakukan uji kalibrasi terakhir pada tahun 2018, seiring berjalannya waktu pemeriksaan yang menggunakan alat *CT Scan* tersebut semakin bertambah, dari hasil surve yang dilakukan pada bulan November 2018 terdapat 355 pasien dengan pemeriksaan *CT Scan*. Berdasarkan ACR (*American College Of Radiology*) tahun 2012 tentang *computed tomography* bahwa pesawat *CT Scan* perlu dilakukan QC (*Quality Control*) untuk menjamin kualitas citra *CT Scan*, salah satu program *quality control* pada pemakaian pesawat *CT Scan* adalah uji ketepatan *CT Number* dan *uniformity* dengan frekuensi uji satu tahun sekali atau setelah layanan yang relevan. Menurut Ali Roo'in Mas'uul dan Heri Sutanto (2014) menyatakan bahwa uji kesesuaian *CT Number* pada pesawat *CT Scan multislice* di unit radiologi RSI Yogyakarta PDHI menyatakan bahwa hasil bacaan *CT Number* pada pesawat *CT Scan multislice* dengan nilai rata-rata yaitu 2.03; 1.38; 1.60; 1.79; 1.83 HU, nilai akurasi pada lima *slice* ini diolah dengan menggunakan dua metode yaitu metode perhitungan dan metode *software* dari BAPETEN yang menghasilkan kesimpulan bahwa

penelitiannya masih memenuhi syarat. Akurasi dan keseragaman *CT Number* dari citra *CT Scan* menggunakan *phantom gammex* dengan hasil nilai akurasi *CT Number* yaitu -3.88; -3.9; -3.5; -3.7 HU dan nilai keseragaman yaitu 0.3; 0.1; 0.5; 0.2 HU yang menyatakan bahwa nilai akurasi *CT Numer* tersebut masih sesuai dengan syarat PERKA BAPETEN (syamsidar, 2017).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Populasi didalam penelitian adalah seluruh *slice* uji *CT Number* pada Pesawat *CT Scan Multislice* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung, dengan menggunakan sampel sebanyak 10 *slice CT Number*, pada 5 titik pengukuran HU dengan membuat ROI yakni pada pusat citra, pada arah jam 12, arah jam 3, arah jam 6 dan arah jam 9, tegangan tabung 130 kVp, 240 mAs dan slice thickness 10 mm.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pesawat *CT Scan 16 slice Merk SIEMENS Serial No 709281292*, dengan menggunakan *Water phantom CT Scan* sebagai objek.



Gambar Pesawat *CT Scan 16 slice Merk SIEMENS Serial No 709281292*



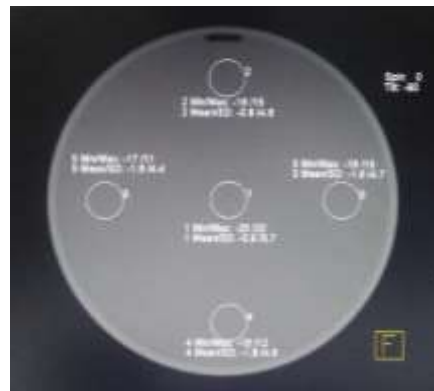
Gambar Water phantom CT Scan

Penelitian dilakukan dengan dihidupkan Pesawat *CT Scan* dan dilakukan pemanasan atau *warming up*, *Water phantom* dipasang pada meja pemeriksaan. dengan panduan sinar laser (*alignment system*). Atur sinar aksial tepat pada pertengahan *water phantom*, berikutnya mengatur sinar koronal pada garis horizontal pada kedua sisi *phantom*, Dilakukan *scanning* awal atau *topogram* kemudian menentukan banyak irisan *scanning*, Untuk Akurasi *CT Number* dipilih gambar yang sesuai dan dibuat ROI (*Regions of Interest*) pada pusat citra kemudian pada tepi dengan diameter ROI 2 cm. ROI diletakkan pada 5 titik pengukuran yaitu pada pusat citra kemudian ROI pada arah jam 12, jam 3, jam 6 dan jam 9, ROI pada *slice* sebelumnya kemudian di *copy* lalu di *paste* pada *slice* berikutnya, nilai *CT Number* dari deviasi standar ROI Dicatat kemudian dilakukan dokumentasi berupa foto, Setelah itu dilakukan penghitungan selisih *CT Number* ke empat tepi terhadap *CT Number* dipusat citra dengan menggunakan *calculator*. Nilai *CT Number* pada posisi ke empat tepi citra merupakan keseragaman *CT Number* sedangkan nilai *CT Number* pada pusat citra merupakan akurasi *CT Number*, Dianalisis akurasi nilai *CT Number* dan keseragaman *CT Number* dari hasil penghitungan kemudian di buat dalam bentuk tabel dan dibuat grafik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *CT Number* yang telah dilakukan pada bulan april 2019 untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan *CT Number* dengan menggunakan *water phantom* pada pesawat *CT Scan* multislice dengan Merk SIEMENS Serial No 709281292 di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat ROI untuk menunjukkan nilai *CT Number* dimana ROI 1 diletakkan pada pusat citra, ROI 2 pada tepi atas citra, ROI 3 pada tepi kanan citra, ROI 4 pada tepi bawah citra dan ROI 5 pada tepi kiri citra. Dimana hasil nilai yang ditunjukkan dari penempatan ROI di analisis dan di hitung untuk mencari selisih antara ROI pusat dengan ROI tepi, yang dimana hasil nilai *CT Number* dinyatakan sesuai apabila tidak melebihi standar Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 9 Tahun 2011 yaitu *CT Number* dari pusat citra (-4 sampai 4), selisih nilai keseragaman *CT Number* (-2 sampai 2).



Gambar Hasil Citra CT Number

Didapatkan nilai hasil uji *CT Number* dari uji kesesuaian *CT Number* pada pesawat *CT Scan multislice* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung seperti tabel akurasi *CT Number* pada *slice*1

Tabel Nilai Akurasi *CT Number slice 1*

Tabel Nilai Akurasi CT Number adalah hasil nilai *CT Number* pada *slice* pertama menggunakan objek *phantom* dengan nilai akurasi - 0.9 HU pada pusat citra. Hasil tersebut masih sesuai dengan standar Peraturan Kepala Badan

Nilai hasil uji keseragaman *CT Number* pada *slice* 1 dari uji kesesuaian *CT Number* pada pesawat *CT Scan multislice* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung seperti tabel nilai keseragaman *CT Number* pada *slice* 1

Tabel Nilai Keseragaman CT Number slice 1

Posisi ROI	CT Number	Deviasi Dengan CT Number pusat	Keseragaman CT Number Pusat dan Tepi	Nilai Lolos Uji	Kesimpulan
Tepi 1	-0,8	-0.1			
Tepi 2	-1,6	0.7		- 2	
Tepi 3	-1,8	0.9	0.9	sampai 2	Sesuai
Tepi 4	-1,6	0.7			

Tabel Nilai Keseragaman *CT Number* merupakan nilai pengukuran *CT Number* pada *slice* pertama dengan nilai pada tepi 1 - 0.8 HU yaitu daerah atas dan tepi 2 dan 4 yang berada pada tepi kanan dan tepi kiri dengan nilai - 1.6 HU dan tepi 3 yaitu daerah bawah - 1.8 HU, nilai *CT Number* pada *slice* pertama sampai ke sepuluh masih sesuai standar yaitu - 2 sampai 2 HU.

Berikut adalah tabel nilai hasil pengukuran akurasi *CT Number* dari uji kesesuaian *CT Number* pada pesawat *CT Scan multislice* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung.

Posisi ROI	CT Number	Nilai Lolos Uji	Kesimpulan
Pusat Citra	-0.9	± 4	Sesuai

Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 9 Tahun 2011 yaitu *CT Number* dari pusat citra (-4 sampai 4).

Tabel Nilai Akurasi CT Number

Slice	Nilai Akurasi CT Number	Nilai Lolos Uji	Kesimpulan
Slice 1	- 0.9		Sesuai
Slice 2	- 1.0		Sesuai
Slice 3	- 1.0		Sesuai
Slice 4	- 1.0		Sesuai
Slice 5	- 1.2	- 4 sampai 4	Sesuai
Slice 6	- 0.3		Sesuai
Slice 7	- 0.6		Sesuai
Slice 8	0.1		Sesuai
Slice 9	- 0.0		Sesuai
Slice 10	- 0.9		Sesuai

Berdasarkan table nilai akurasi *CT Number* didapatkan nilai sebagai berikut dengan penempatan ROI pada pusat citra, dimana nilai akurasi tertinggi terletak pada *slice* 8 dengan nilai 0.1 HU dan nilai terendah terdapat pada *slice* 5 yaitu - 1.2 HU.

Berikut adalah tabel nilai hasil pengukuran keseragaman *CT Number* pusat dengan tepi citra dari uji kesesuaian *CT Number* pada pesawat *CT Scan multislice* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung

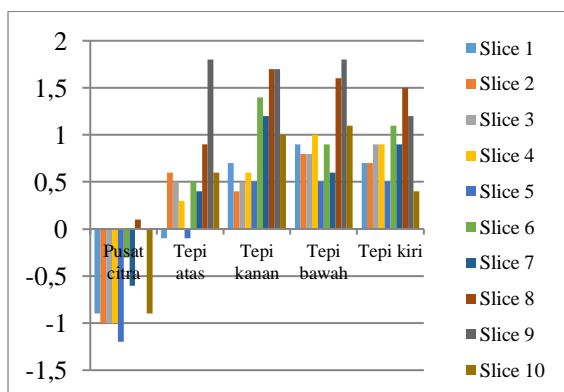
Tabel Nilai Keseragaman CT Number

Slice	Nilai Keseragaman CT Number		Kesimpulan
	Pusat dan Tepi	Nilai Lolos Uji	
Slice 1	0.9		Sesuai
Slice 2	0.8		Sesuai
Slice 3	0.9		Sesuai
Slice 4	1		Sesuai
Slice 5	0.5	-2 sampai 2	Sesuai
Slice 6	1.4		Sesuai
Slice 7	1.2		Sesuai
Slice 8	1.7		Sesuai
Slice 9	1.8		Sesuai
Slice 10	1.1		Sesuai

Berdasarkan table nilai keseragaman CT Number, didapatkan nilai sebagai berikut dengan penempatan ROI pada tepi citra, dimana nilai keseragaman tertinggi terletak pada slice 9 dengan nilai 1.8 HU dan nilai terendah terdapat pada slice 5 yaitu 0.5 HU.

Nilai hasil uji kesesuaian CT Number pada pesawat CT Scan multislice di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung dapat dilihat dalam grafik perbandingan nilai CT Number sebagai berikut.

Grafik Perbandingan Nilai CT Number



Grafik Perbandingan Nilai CT Number menjelaskan bahwa koefisien atenuasi sinar-X di setiap daerah pada slice mendekati sama sehingga *uniformity* citra yang dihasilkan akan lebih baik dan nilai CT Number yang didapat dari setiap slice lebih homogen serta dibuktikan dengan hasil selisih dari ROI pusat dengan ROI tepi tidak melebihi -2 sampai 2. Dengan nilai selisih dari ROI pusat dan ROI tepi pada setiap slice tidak melebihi -2 sampai 2, dan ROI dipusat citra pada setiap slice yang berbeda tidak melebihi batas toleransinya yaitu -4 sampai 4. Maka dapat dipastikan bahwa respon detektor masih baik, distribusi dosis yang diterima pada pasien merata sehingga dapat berdampak pada kualitas citra yang memiliki kontras, ketajaman, detail dan densitas baik direkonstruksi (Ali Roo'in Mas'uul dan Heri Sutanto, 2014).

Setelah melihat nilai hasil CT Number pada ROI pusat disetiap slice tidak melebihi batas toleransinya yaitu -4 sampai 4, dan hasil selisih dari ROI dipusat citra dengan ROI tepi tidak melebihi toleransinya yaitu -2 sampai 2 berdasarkan standar Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Nomor 9 Tahun 2011, maka dapat dinyatakan bahwa nilai akurasi dan keseragaman CT Number dari citra CT Scan yang didapatkan pada penelitian yang di lakukan pada pesawat CT Scan multislice di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung ini menunjukkan nilai lolos uji atau masih sesuai dengan standar PERKA BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011. Hal ini menunjukkan nilai lolos uji kurang dari 4 dapat diartikan bahwa koefisien atenuasi sinar-X untuk air sampai kedetektor masih baik sehingga nantinya akan berdampak pada pengukuran-pengukuran suatu kelainan pada organ yang diperiksa dengan hasil yang tepat (Syamsidar, 2017).



## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian uji kesesuaian *CT Number* pada pesawat *CT Scan multislice* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada badung dengan nilai akurasi *CT Number* dari sampel 10 *slice* yaitu -0.9; -1.0; -1.0; -1.0; -1.2; -0.3; -0.6; 0.1; -0.0; -0.9 HU dengan nilai lolos uji -4 sampai 4 HU, sedangkan nilai keseragaman *CT Number* pusat dengan *CT Number* tepi yaitu 0.9; 0.8; 0.9; 1; 0.5; 1.4; 1.2; 1.7; 1.8; 1.1 HU dengan nilai lolos uji tidak lebih dari -2 sampai 2 HU, maka dinyatakan bahwa nilai akurasi dan keseragaman *CT Number* pada pesawat *CT Scan multislice* di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Badung masih sesuai standar PERKA BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011.

## SARAN

Pengujian ini dilakukan disetiap Rumah sakit secara rutin untuk memperoleh dan memperbaiki hasil citra dari pesawat sinar-X lainnya khususnya pesawat *CT Scan*.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACR (*American College Of Radiology*), 2012. *Computed Tomography Quality Control Manual*.
- Ballinger, Philip W. 2007. *Meril's Atlas of Radiographic Positions and Radiologic Procedures, Volume Two, Tenth Edition*. The CV Mosby Company, St. Louis, Missouri.
- Bontrager, Kenneth L. 2014. *Text Book of Radiographic and Related Anatomy, Seventh Edition*. St. Louis : Mosby Inc.
- Bushong, S.C.2017. *Radiologic Science for Technologist, Fourt Edition*, Mosby Company, Toronto.
- Bushberg, Jerrold, T., 2012, *The Essential Physics of Medical Imaging 3th Edition*, Lippincot William & wilkins Philadelphina, USA.
- Human Health Series No. 19, 2012. *Quality Assurance Programme ForComputed*

*Tomogrphy, Diagnostic and Thetapy Application, International Atomic Energy Agency IAEA*

- Mas'ull, A.R., Sutanto, H., 2014, Uji Kesesuaian *CT Number* pada Pesawat *CT Scan Multi Slice* di Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta, Youngster Physics Journal, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Nomor 9 tahun 2011. Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional.
- Syamsidar, Bualkar Abdullah ,Syamsir Dewang, Mulyadin, Analisis akurasi dan keseragaman *CT Number* dari citra *CT-Scan* menggunakan *phantom gammex, journal*, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar
- Syamsidar. 2017. Analisis Akurasi Dan Keseragaman *CT Number* Dari Citra *CT Scan Menggunakan Phantom Gammex*, Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.