

## **PENGARUH ARUS TABUNG TERHADAP NOISE DAN KONTRAS CITRA PADA PESAWAT CT SCAN**

**Slamet Riyanto<sup>1</sup>, Wahyu Setia Budi<sup>2</sup>, dan Choirul Anam<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Instalasi Radiologi Rumah Sakit Sultan Agung, Semarang, Jawa Tengah.*

<sup>2</sup>*Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah.*

Email: [anam@fisika.undip.ac.id](mailto:anam@fisika.undip.ac.id)

Received: 05 Juli 2019; revised: 04 Agustus 2019; accepted: 06 Agustus 2019

### **Abstract**

*This study aims to evaluate the effect of tube current on noise and low contrast resolution in CT scan images. Determination of the noise and the low contrast resolution was carried out using the built-in phantom of CT scan. To determine the noise, a phantom section consisting of homogeneous water (water filled phantom) was used, and to determine the low contrast resolution, a phantom section consisting of a polystyrene box was used. The images were taken in an axial mode using a voltage of 120 kVp, rotation time of 2 seconds, beam collimation of 10x2.5 mm, and slice thickness of 7 mm. The tube current was varied from 80 mA to 200 mA. At each scanning, 3 (three) slices were taken. The results show that an increase of the tube current from 80 mA to 200 mA causes a decrease in noise, but does not affect the low contrast resolution. At the same low contrast resolution, an increase of the noise decreases object detectability.*

*Keywords: tube current, image noise, low contrast resolution, axial scanning, CT scan*

### **Intisari**

*Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh arus tabung terhadap noise dan resolusi kontras pada citra CT scan. Penentuan noise dan resolusi kontras menggunakan fantom bawaan CT scan. Untuk penentuan noise menggunakan fantom bagian air (water filled phantom) dan penentuan resolusi kontras menggunakan bagian fantom yang terdiri kotak polystyrene yang memiliki lubang dengan variasi diameter dan lubang tersebut terisi oleh air. Pengambilan citra dilakukan menggunakan mode axial dengan menggunakan tegangan 120 kVp, waktu rotasi 2 detik, lebar kolimasi 10x2,5 mm, dan tebal irisan sebesar 7 mm. Arus tabung divariasikan dari 80 mA hingga 200 mA. Masing-masing scanning diambil 3 (tiga) potongan (slice). Diperoleh hasil bahwa kenaikan arus tabung dari 80 mA sampai 200 mA menyebabkan penurunan noise, namun tidak berpengaruh pada resolusi kontras. Pada kontras yang sama, kenaikan noise menurunkan object detectability.*

*Kata kunci: arus tabung, image noise, low contrast resolution, axial scanning, CT scan*

### **PENDAHULUAN**

Saat ini CT scan dimanfaatkan untuk pemeriksaan hampir semua organ tubuh [1]. Bahkan untuk pemeriksaan kepala, CT scan

dianggap sebagai *gold standard*. Indikasi pemeriksaan CT scan kepala antara lain: tumor, trauma, *corpus alienum*, stroke, dan lain-lain. Pemeriksaan CT scan kepala dapat menggunakan teknik spiral dan aksial [2].

Penggunaan teknik spiral dapat menghasilkan citra aksial yang dapat direkonstruksi ulang menjadi potongan sagital, koronal, dan tiga dimensi (3D) yang berkualitas. Sedangkan menggunakan teknik aksial, citra tidak dapat direkonstruksi untuk mendapatkan potongan sagital, koronal, dan 3D. Jika dipaksakan direkonstruksi maka citra yang dihasilkan tidak halus, tetapi mengalami suatu pola seperti anak tangga [1].

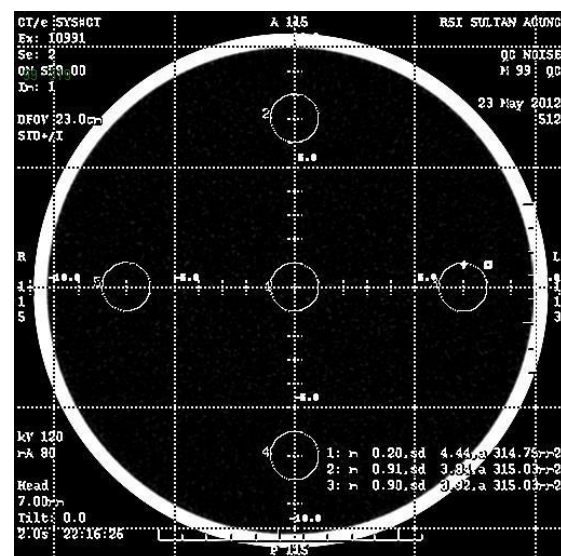
Parameter *input* seperti tegangan dan arus tabung saat *scanning* berpengaruh pada dosis radiasi yang diterima oleh pasien [3] dan berpengaruh pada *noise* citra [4]. Agar diperoleh nilai *noise* yang minimal dibutuhkan faktor eksposi yang tinggi. Namun faktor eksposi yang tinggi menyebabkan dosis radiasi yang diterima pasien menjadi besar [3]. Oleh sebab itu, diperlukan optimasi parameter *input*, yaitu dengan cara mengatur variasi parameter *input scanning* sehingga dosis radiasi terhadap pasien dapat diminimalkan, namun kualitas citra yang dihasilkan masih mampu untuk menegakkan diagnosis [5].

Kualitas citra dikarakterisasi dengan beberapa besaran seperti *noise*, resolusi kontras, resolusi spasial, dan ketiadaan artefak [6]. *Noise* adalah fluktuasi nilai-nilai pixel secara acak (*random*) pada sebuah citra. Semakin tinggi *noise*, dapat dikatakan kualitas citra semakin menurun [7]. Banyak faktor yang mempengaruhi *noise*, diantaranya besarnya arus tabung (mA), tegangan tabung (kVp), kecepatan rotasi tabung (s), ketebalan *slice*, jenis filter rekonstruksi citra, dan lain-lain [8]. Sementara resolusi kontras citra adalah kemampuan sistem pencitraan untuk membedakan dua obyek atau lebih pada suatu citra yang memiliki perbedaan densitas yang sangat rendah (*low contrast resolution*). Resolusi kontras suatu citra dipengaruhi oleh beberapa parameter *input*, meski terdapat beberapa parameter *input* yang tidak berpengaruh pada kontras suatu citra.

Riset ini berusaha mengkaji hubungan antara besarnya arus tabung terhadap *noise* dan resolusi kontras suatu citra CT scan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada pesawat CT scan yang diinstall di Instalasi Radiologi, Rumah Sakit Islam Sultan Agung, Semarang, Jawa Tengah. Fantom yang digunakan adalah fantom standar bawaan pesawat CT scan yang biasa digunakan untuk *quality control* secara rutin. Pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan mode aksial, dengan menggunakan tegangan tabung 120 kVp. Arus tabung divarisi, yaitu: 80 mA, 100 mA, 130 mA, 160 mA, dan 200 mA. Tiap-tiap *scanning* diambil 3 (tiga) potongan (*slice*).



Gambar 1. Perhitungan *noise* dilakukan pada 5 daerah ROI, yaitu dengan menghitung nilai deviasi standar dari nilai-nilai piksel dalam ROI. Sebuah ROI terletak pada tengah citra dan empat ROI terletak di daerah pinggir citra pada posisi jam 3, jam 6, jam 9, dan jam 12.

Fantom di-*scan* pada bagian *water filled phantom*, yang terdiri atas air secara

homogen. Setiap *slice* diambil 5 lokasi *region of interest* (ROI) yaitu satu pada pusat citra dan empat lainnya pada bagian tepi citra dan pada posisi: jam 3, jam 6, jam 9, dan jam 12 (Gambar 1).

Ukuran ROI berbentuk lingkaran dengan diameter 2 cm. Dari setiap ROI dihitung nilai *CT number* dan deviasi standar dari nilai-nilai pikselnya. Kemudian nilai deviasi standar dari tiap ROI dirata-rata. Rata-rata nilai deviasi standar ini menggambarkan *noise* citra CT scan.

Sementara untuk pengujian kontras resolusi dilakukan dengan melakukan *scanning* terhadap fantom pada daerah *low contrast resolution*, yang terdiri atas bahan polystyrene dengan tebal 0.75 mm dan terdapat lubang dengan ukuran diameter 10 mm, 7,5 mm, 5 mm, 3 mm, dan 1,5 mm. Pada bagian fantom ini diisi air, sehingga bagian yang berlubang akan terisi oleh air. Setelah diperoleh citra fantom, kemudian dilakukan pengukuran nilai *CT number* pada ROI, yaitu pada bagian air di sebelah

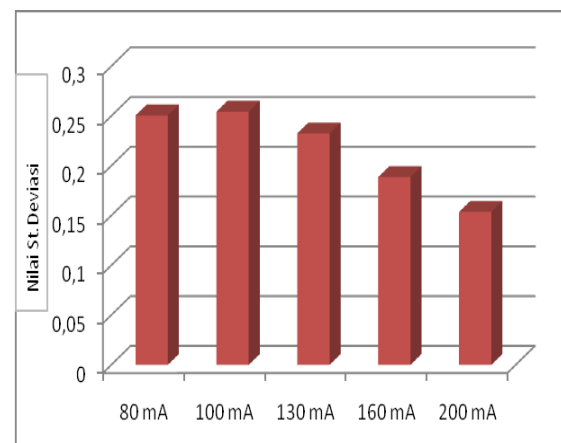
### HASIL DAN PEMBAHASAN

*Noise* dapat diketahui dengan mengukur deviasi standar nilai-nilai piksel pada daerah ROI. Selanjutnya nilai deviasi standar tersebut dirata-rata. Nilai *noise* untuk variasi arus tabung ditampilkan pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 tampak bahwa kenaikan arus tabung menyebabkan penurunan *noise* suatu citra. Hanya saja, pada arus tabung 80 mA, *noise* tampak sama dengan pada arus tabung 100 mA. Nilai *noise* untuk arus tabung 80 mA sebesar 0,25 HU dan pada arus tabung 100 mA didapatkan nilai *noise* sebesar 0,25 HU. Sementara itu, untuk kenaikan arus tabung dari 100 mA hingga 200 mA, *noise* mengalami penurunan secara kontinyu.



Gambar 2. Posisi ROI untuk pengukuran resolusi kontras citra. Terdapat 2 ROI di dalam kotak *polystyrene* dan 2 ROI di air di luar kotak *polystyrene*. ROI berbentuk persegi.



Gambar 3. Grafik hubungan *noise* terhadap arus tabung. Tampak bahwa *noise* turun dengan kenaikan arus tabung.

Penurunan *noise* karena kenaikan arus tabung disebabkan oleh kenaikan jumlah foton yang diproduksi pada tabung sinar-X. Peningkatan foton yang diproduksi menyebabkan peningkatan foton yang sampai dan ditangkap oleh detektor untuk membentuk suatu citra.

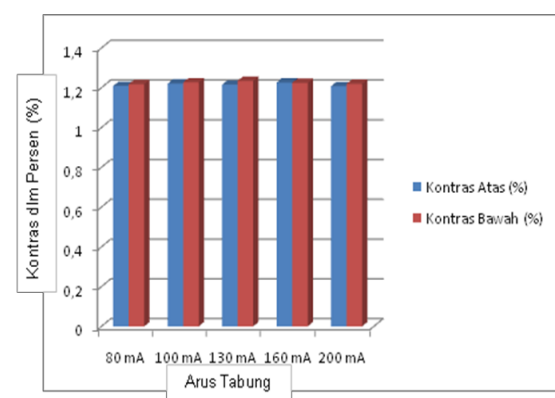
Diketahui bahwa *noise* berbanding terbalik dengan akar jumlah foton ( $N$ ). Artinya, jika foton meningkat maka, *noise* akan menurun.

Hanya saja, karakterisasi *noise* menggunakan nilai deviasi standar pada suatu ROI tidak dapat menentukan frekuensi dari *noise* yang diukur. Untuk mengetahui berbagai frekuensi *noise* biasanya digunakan metrik *noise power spectrum* (NPS) [9].

Pengaruh arus tabung terhadap resolusi kontras antara air dan polystyrene ditunjukkan oleh Gambar 4. Dari Gambar 4 tampak nilai kontras pada arus tabung 80 mA untuk ROI di atas lingkaran-lingkaran *polystyrene* sebesar 1,21%, sedangkan untuk ROI di bawah lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,22%. Pada arus tabung 100 mA untuk ROI di atas lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,22%, sedangkan untuk ROI di bawah lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,23%. Pada arus tabung 130 mA untuk ROI di atas lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,22%, sedangkan untuk ROI di bawah lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,23%. Pada arus tabung 160 mA untuk ROI di atas lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,23%, sedangkan untuk ROI di bawah lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,22%. Pada arus tabung 200 mA untuk ROI di atas lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,21%, sedangkan untuk ROI di bawah lingkaran-lingkaran *polystyrene* nilainya sebesar 1,22%. Jadi perubahan arus tabung tidak menyebabkan adanya perubahan secara signifikan terhadap nilai resolusi kontras.

Untuk nilai resolusi kontras yang sama, keterlihatan obyek (*object detectability*) dipengaruhi oleh *noise* citra. *Object detectability* menurun seiring dengan kenaikan *noise* citra [10]. Contoh

*object detectability* dengan variasi diameter dapat dilihat pada Gambar 2. Analisis secara visual menunjukkan bahwa lingkaran-lingkaran yang terlihat adalah sebagai berikut: Pada arus tabung 80 mA dan 100 mA, lingkaran yang tampak jelas sebanyak 2 lingkaran. Pada arus tabung 130 mA, lingkaran yang tampak jelas sebanyak 3 lingkaran. Sedangkan pada arus tabung 160 mA dan 200 mA, lingkaran yang tampak jelas sebanyak 4 lingkaran. Semakin banyak lingkaran yang terlihat, maka *object detectability* semakin baik.



Gambar 4. Grafik resolusi kontras citra terhadap variasi arus tabung.

## KESIMPULAN

Kenaikan arus tabung menyebabkan penurunan nilai *noise*. Sebab dengan meningkatnya arus tabung, lebih banyak foton yang diproduksi pada tabung sinar-X, sehingga jumlah foton yang sampai dan diterima oleh detektor juga meningkat. Kenaikan arus tabung tidak berpengaruh secara signifikan terhadap resolusi spasial. Namun demikian, kenaikan arus tabung berpengaruh terhadap *object detectability*. Hal ini disebabkan *object detectability* dipengaruhi oleh *noise* citra, dan *noise* dipengaruhi oleh arus tabung.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Seeram E. Computed tomography: Physical principles and recent technical advances. *J Med Imaging Radiat Sci.* 2010;41:87-109.
- [2] Kalender WA. X-ray computed tomography. *Phys Med Biol.* 2006;51:R29–R43.
- [3] Anam C, Fujibuchi T, Haryanto F, Widita R, Arif I, Dougherty G. An evaluation of computed tomography dose index measurements using a pencil ionisation chamber and small detectors. *J Radiol Prot.* 2019;39:112–124.
- [4] Anam C, Budi WS, Adi K, et al. Assessment of patient dose and noise level of clinical CT images: automated measurements. *J Radiol Prot.* 2019;39:783–793.
- [5] Pace E, Borg M. Optimisation of a paediatric CT brain protocol: A figure-of-merit approach. *Radiat Prot Dosimetry.* 2018;182(3):394–404.
- [6] McCann C, Alasti H. Comparative evaluation of image quality from three CT simulation scanners. *J Appl Clin Med Phys.* 2004;5(4):55-70.
- [7] Khoramian D, Sistani S, Firouzjah RA. Assessment and comparison of radiation dose and image quality in multi-detector CT scanners in non-contrast head and neck examinations. *Pol J Radiol.* 2019;84:e61-e67.
- [8] Solomon JB, Li X, Samei E. Relating noise to image quality indicators in CT examinations with tube current modulation. *Am J Roentgenol.* 2013;200:592–600.
- [9] Dolly S, Chen HC, Anastasio M, Mutic S, Li H. Practical considerations for noise power spectra estimation for clinical CT scanners. *J Appl Clin Med Phys.* 2016;17(3):392-407.
- [10] Zhou Y, Scott II A, Allahverdian J, et al. On the relationship of minimum detectable contrast to dose and lesion size in abdominal CT. *Phys Med Biol.* 2015;60:7671–7694.