

UJI RESOLUSI SPASIAL PADA PERANGKAT LUNAK COMPUTED RADIOGRAPHY MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Hilmi Trian Setyawan dan Suryono

*Lab. Instrumentasi dan Elektronika Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika,
Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail : hilmitriansetyawan@gmail.com*

ABSTRACT

This research conducted the spatial resolution of images in computed radiography using digital imagery. Spatial resolution testing aims to calculate the value of spatial resolution of computed radiography. The spatial resolution of images is useful to show the images of an object that is very useful for the smallest uphold the radiography diagnosis. The method used starts from doing expose on TOR CDR phantom with tube voltage variations, 70 kV, 72 kV, 74 kV, 76 kV, 78 kV, 80 kV, and 82 kV, read on computed radiography, the images is transferred to the computer software and then make a matlab program to calculate the spatial resolution of the image then performed to analysis. The results obtained images on the 70 kV has an average value of spatial resolution of 0,095 mm/pixel. This value is within the specified tolerance limit AAPM number 93 of 2006 which is less than 0,2 or 0,1 mm/pixel. Of spatial resolution values are not influence by tube voltage variation.

Keywords: Spatial resolution, Phanthom TOR CDR, Matlab

ABSTRAK

Penelitian ini melakukan pengujian resolusi spasial citra pada computed radiography menggunakan citra digital. Pengujian resolusi spasial bertujuan untuk menghitung nilai resolusi spasial dari pesawat computed radiography. Resolusi spasial citra bermanfaat untuk memperlihatkan suatu benda terkecil yang sangat berguna untuk menegakkan diagnosa radiografi. Metode yang digunakan dimulai dari melakukan eksposi pada phantom TOR CDR dengan variasi tegangan tabung 70 kV, 72 kV, 74 kV, 76 kV, 78kV, 80 kV dan 82 kV, dibaca pada computed radiography, citra ditransfer ke perangkat lunak komputer kemudian membuat program matlab untuk menghitung resolusi spasial citra selanjutnya dilakukan analisis. Hasil yang diperoleh pada citra dengan 70 kV mempunyai nilai rata-rata resolusi spasial 0,095 mm/pixel. Nilai tersebut masih dalam batas toleransi yang ditetapkan AAPM nomor 93 tahun 2006 yaitu kurang dari 0,2 atau 0,1 mm/pixel. Dari nilai resolusi spasial tidak dipengaruhi dengan variasi tegangan tabung.

Kata kunci: Resolusi spasial, phantom TOR CDR, matlab

PENDAHULUAN

Tujuan utama pencitraan diagnostik adalah untuk memperoleh kualitas gambar yang optimal dan konsisten. Kualitas citra radiografi berperan penting dalam keakuratan proses diagnostik karena interpretasi yang tepat dari gambar radiografi merupakan suatu kebutuhan yang penting untuk tindakan selanjutnya [1].

Dalam dunia radiologi, kualitas gambar adalah ukuran dari efektifitas suatu citra diagnosa klinis dibuat. Resolusi spasial yang baik akan memberikan nilai diagnosa yang baik, karena tidak ada informasi yang hilang

atau tidak tampak akibat kualitas citra yang buruk [2]. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas citra adalah resolusi spasial, kontras, dan *noise*. Ketiga faktor tersebut dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas citra [3].

Quality control(QC) berfungsi untuk mengevaluasi kinerja CR dan analisis menggunakan data citra digital. Petunjuk QC dalam AAPM no 10 tahun 2006 menyediakan protokol QC secara menyeluruh untuk sistem CR. Pengukuran resolusi spasial dilakukan secara subyektif atau obyektif. Pengukuran subyektif diperoleh dengan melihat garis

radiopaque menunjukkan garis dan *radiolucent* menuntukan jarak antar baris. Cara tersebut untuk menentukan *limiting resolution* yang memiliki satuan *line pairs* per milimeter (lp/mm). Kemudian pengukuran secara obyektif dilakukan dengan *Modulation Transfer Function* (MTF) [4].

Perkembangan teknologi terkini membuat sistem komputer memiliki kemampuan komputasi tinggi untuk meningkatkan pengolahan data menjadi sebuah informasi yang dapat disimpan, dicetak dan lain-lain. Salah satu data tersebut bisa berupa gambar atau citra digital suatu radiograf yang mampu diolah untuk mendapatkan informasi yang lebih baik dan efisien karena pengolahan data tersebut dilakukan oleh sistem komputer.

DASAR TEORI

Computed Radiography merupakan proses digitalisasi gambar yang menggunakan lembar atau *photostimulable plate* untuk akuisisi data gambar [5]. Prinsip pencitraan gambar pada CR tidak jauh berbeda dengan radiografi konvensional, perbedaan mendasar pada CR tidak menggunakan *screen* dan film tetapi menggunakan *imaging plate*. Pada *imaging plate* terdapat *Photostimulable Phosphor Plate* dengan ketebalan kurang dari 1 mm. *Photostimulable phosphor* akan menangkap sinyal-sinyal *atenuasi* sinar-X.

Proses terjadinya gambar pada CR dimulai ketika *Imaging Plate* (IP) dieksposi dengan sinar-X, maka akan menghasilkan gambar *laten*. IP yang telah di eksposi ini dimasukkan dalam slot pada *Imaging Plate Reader Device*. IP kemudian discan dengan *helium-neon laser* (emisi cahaya merah dengan panjang gelombang 633 nm) sehingga kristal pada IP menghasilkan cahaya biru-violet (panjang gelombang 390–400 nm). Cahaya ini kemudian dideteksi oleh *photo sensor* dan di kirim melalui *Analog Digital Converter* ke komputer untuk di proses. Setelah gambar di peroleh, IP ditransfer ke bagian lain dari *Imaging Plate Reader Device* untuk menghapus

sisir-sisir gambar agar IP dapat digunakan kembali [6].

Citra (*image*) adalah representasi optis dari sebuah obyek yang disinari oleh sebuah sumber radiasi [7]. Citra digital merupakan perubahan dari gambar analog menuju gambar digital, yang diproses secara digital sehingga memungkinkan untuk dilakukan manipulasi atau pengolahan gambar. Citra digital radiografi adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan gambar radiografi dalam bentuk digital yang dapat ditampilkan di layar monitor.

Berdasarkan warna-warna penyusunnya, citra digital dapat dibagi menjadi tiga macam [8] yaitu:

1. Citra biner, yaitu citra yang hanya terdiri atas dua warna, yaitu hitam dan putih. Oleh karena itu, setiap *pixel* pada citra biner cukup direpresentasikan dengan 1 bit. Meskipun saat ini citra berwarna lebih disukai karena memberi kesan yang lebih kaya dari citra biner, namun tidak membuat citra biner mati.
2. Citra *grayscale*, yaitu citra yang nilai *pixel*-nya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih. Nilai intensitas paling rendah merepresentasikan warna hitam dan nilai intensitas paling tinggi merepresentasikan warna putih. Pada umumnya citra *grayscale* memiliki kedalaman *pixel* 8 bit (256 derajat keabuan), tetapi ada juga citra *grayscale* yang kedalaman *pixel*-nya bukan 8 bit, misalnya 16 bit untuk pengguna yang memerlukan ketelitian tinggi.
3. Citra berwarna, yaitu citra yang nilai *pixel*-nya merepresentasikan warna tertentu. Banyaknya warna yang mungkin digunakan bergantung kepada kedalaman *pixel* citra yang bersangkutan. Citra berwarna direpresentasikan dalam beberapa kanal (*channel*) yang menyatakan komponen-komponen warna penyusunnya. Resolusi spasial merupakan kemampuan untuk dapat menampakkan dua objek yang berdekatan secara terpisah. Dapat disebut juga daya memecah detail suatu objek. Resolusi spasial dipengaruhi *pixel* citra tersebut. Semakin

banyak *pixel* dan ukuran *pixel* yang kecil memberikan detail yang lebih baik, karena setiap *pixel* mewakili informasi suatu citra. Semakin besar matrix *pixel* maka akan memberikan resolusi spasial yang lebih baik [9]. Resolusi spasial dapat disebabkan juga oleh blur akibat faktor geometris, misalnya karena ukuran fokus tabung, difusi cahaya pada *receptor*, bukaan diafragma, dan pergerakan pasien. Dalam diagnostik pencitraan digital, resolusi spasial 2,5–5,0 mm merupakan range optimal dalam menghasilkan citra. Untuk mammografi yang membutuhkan detail tinggi ketika ada mikro kalsifikasi, ataupun tulang yang membutuhkan detail tinggi maka dibutuhkan resolusi spasial yang lebih tinggi [10]. Dalam pencitraan CR penyebab resolusi spasial yang rendah adalah karena hamburan cahaya saat *imaging plate* dibaca. Kejadian ini dapat mengakibatkan *blur* pada saat *imaging plate* dibaca oleh *imaging plate reader*.

Fungsi sebaran titik atau *point spread function* (PSF) merupakan penggambaran respon suatu instrumen pencitraan terhadap sumber yang berbentuk titik. Analisis PSF sangat diperlukan untuk memilih perangkat pencitraan yang memiliki resolusi spasial citra yang diinginkan. Konsep PSF sangat berguna dalam analisis resolusi spasial citra pada peralatan optik, astronomi, mikroskop elektron, teknik pencitraan 3D dan sistem pencitraan tomografi [11].

PSF dapat menjelaskan informasi lengkap yang berkaitan dengan resolusi spasial citra. Untuk memperoleh resolusi spasial citra satu titik dapat diabaikan nilai ketajaman dari citra dan secara sederhana dapat diperoleh dari lebar citra tersebut. Secara spesifik resolusi spasial suatu titik dapat dihitung dari nilai *Full Width at Half Maximum* (FWHM) atau lebar setengah puncak dari grafik intensitas citra terhadap posisi.

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Pesawat sinar-X, *Computed Tomography* (Kodak), *Imagingplate* dan *Imaging Plate Reader* (Kodak), *Phantom TOR CDR*, PERANGKAT LUNAK *mATLAB*

B. Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka resolusi spasial dan pengolahan citra untuk menghitung serta mengidentifikasi suatu objek. Kemudian mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Selanjutnya dilakukan *erase* pada kaset yang akan digunakan agar tidak ada sisa gambar yang tersimpan pada *imaging plate*. Jarak penyorotan (*focus film distance*) diatur sejauh 100 cm, luas lapangan penyorotan (kolimasi) diatur seluas kaset yang digunakan. kaset dieksposi sebanyak 7 kali dengan variasi tegangan tabung 70 kV, 72 kV, 74 kV, 76 kV, 78 kV, 80 kV dan 82 kV. Lalu kaset yang telah dieksposi dibaca menggunakan *imaging plate reader* dan didapatkan citra dalam format DICOM. Citra yang telah diperoleh kemudian dianalisa dengan perangkat lunak Matlab.

Analisa hasil dari penelitian ini adalah resolusi spasial pada CR dapat dilihat dari nilai *grayscale* citra yang dibandingkan dengan nilai standar deviasi yang telah diperoleh. Citra yang dihasilkan oleh CR dikatakan baik jika nilai resolusi spasial dapat memenuhi batasan toleransi yang ditentukan oleh AAPM nomor 93 tahun 2006 yang menyatakan nilai resolusi spasial citra kurang dari 0,2 atau 0,1 mm/*pixel*, sehingga dapat digunakan dalam pemeriksaan radiologi yang dapat memberikan informasi diagnostik secara akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pemrograman

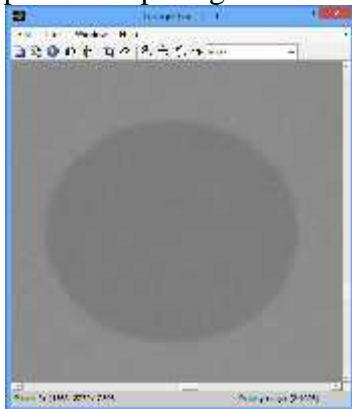
Pada penelitian ini menggunakan listing program matlab versi 2014. Dari Listing program akan menampilkan empat proses yang berbeda-beda. Proses pertama akan menampilkan Citra Dari *phantom TOR CDR* yang dieksposi dengan tegangan tabung 70 kV.

Pengujian resolusi spasial citra menggunakan *phantom* TOR CDR dilakukan dengan tegangan tabung 70 kV yang dapat dilihat pada gambar 1.



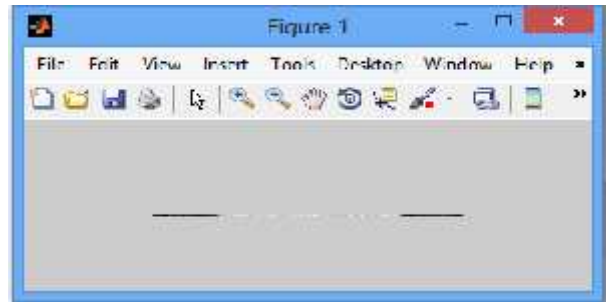
Gambar 1. Citra yang dihasilkan dari *phantom* TOR CDR

Pada proses yang kedua, citra dari gambar 1 dilakukan *cropping* berbentuk kotak pada lima lingkaran besar berdiameter 11 mm. Hasil dari *cropping* akan didapatkan citra lima lingkaran berdiameter 11 mm. Salah Satu dari citra dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Citra yang *dicropping* lingkaran 11 mm

Pada Proses ketiga Selanjutnya setiap citra dilakukan *cropping* lagi berupa satu garis tipis pada pertengahan citra lingkaran tersebut. Hasil dari *cropping* akan didapat lima garis tipis pada pertengahan citra lingkaran tersebut. Salah satu dari citra dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Citra yang *dicropping* satu garis pada lingkaran 11 mm

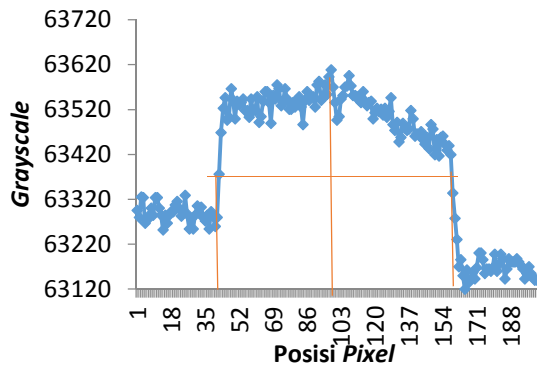
Pada citra yang telah *dicropping* seperti pada gambar 3 diolah menggunakan perangkat lunak matlab2014 akan diperoleh nilai *pixel* dari citra satu garis tersebut. Dari pengolahan citra tersebut diperoleh nilai *pixel* kemudian ditampilkan menggunakan grafik yang dapat dilihat pada gambar 4. Dari histogram tersebut sumbu x menunjukkan urutan *pixel* sedangkan sumbu y menunjukkan nilai *grayscale*.



Gambar 4 Histogram *Grayscale* pada *cropping* satu garis

B. Perhitungan Resolusi Spasial citra

Dari citra *phantom* diambil 5 *cropping* lingkaran kemudian diperoleh grafik dari nilai *pixel* citra tersebut yang ditunjukkan pada gambar 5. Selanjutnya mencari nilai maksimum dan minimum dari grafik tersebut. Lalu dicari nilai 50% atau setengah dari nilai maksimum. Kemudian ditarik garis lurus dari setengah dari nilai maksimum tersebut sehingga diperoleh nilai *pixel* kanan dan *pixel* kiri. Untuk mencari nilai FWHM (*Full Width at Half Maximum*) yaitu dengan cara pembagian antara diameter lingkaran (11 mm) dengan selisih antara *pixel* kanan dan *pixel* kiri. FWHM tersebut menyatakan nilai resolusi spasial citra.



Gambar 5 Histogram Nilai FWHM

Tabel 1 menunjukkan nilai FWHM dari kelima citra. Nilai FWHM berkisar antara 0,093 hingga 0,095. Rata-rata nilai FWHM adalah 0,095 dengan nilai standar deviasi 0,001. Dari hasil pengukuran menunjukkan nilai deviasi yang kecil pada semua titik pengukuran. Semakin kecil nilai standar deviasi, semakin rendah penyimpangan data dari rata-rata hitungannya sehingga dikatakan data memiliki variabilitas rendah. Artinya, data di antara anggota elemen adalah homogen.

Tabel 1 Nilai FWHM

Citra	pixel kanan	pixel kiri	selisih	nilai FWHM (mm/pixel)
1	159	41	118	0,09322034
2	161	44	117	0,09401709
3	158	43	115	0,09565217
4	160	45	115	0,09565217
5	159	44	115	0,09565217
Rata-rata				0,095±0,001

Dari nilai FWHM pada citra bahwa nilai resolusi spasial citra pada pengujian ini sebesar 0,095 mm/pixel. AAPM nomor 93 tahun 2006 nilai resolusi spasial citra kurang dari 0,2 atau 0,1 mm/pixel. Nilai resolusi spasial pada penelitian ini berada dalam batas toleransi. Hal tersebut menunjukkan bahwa CR dalam keadaan baik.

C. Analisis Pengaruh Tegangan Tinggi Tabung terhadap Resolusi Spasial Citra

Pengujian resolusi spasial juga dilakukan dengan variasi tegangan tinggi

tabung 70 kV, 72 kV, 74 kV, 76 kV, 78 kV, 80 kV, 82 kV. Dari ketujuh citra tersebut dicropping sebuah lingkaran berdiameter 11 mm. Kemudian dicropping lagi pada pertengahan lingkaran tersebut. Dengan cara yang sama seperti sebelumnya dapat diperoleh nilai FWHM dari ketujuh citra tersebut yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Nilai FWHM dari variasi tegangan tabung

Tegangan tabung (kV)	nilai FWHM (mm/pixel)
70	0,09322034
72	0,09322034
74	0,09322034
76	0,09322034
78	0,09322034
80	0,09322034
82	0,09322034

Berdasarkan Nilai FWHM ketujuh citra diperoleh 0,093 yang sama. Oleh karena itu, variasi tegangan tinggi tabung tidak mempengaruhi resolusi spasial citra. Hal ini dikarenakan pada tegangan tinggi tabung menghasilkan sinar-x yang memiliki daya tembus tinggi dan menyebabkan atenuasi sinar-x yang diterima *imaging plate* sangat baik sehingga citra yang dihasilkan baik.

KESIMPULAN

A. Uji resolusi spasial pada citra *computed radiography* dapat dilakukan dengan pengolahan citra digital dengan menggunakan perangkat lunak matlab yang dengan tahap sebagai berikut: memuat citra, *cropping* citra, menghitung nilai mm/pixel dan menganalisa hasilnya dengan aturan pada AAPM nomor 93 tahun 2006.

B. Resolusi spasial citra pada perangkat *computed radiography* yang diuji menghasilkan rata-rata 0,095 mm/pixel, nilai tersebut kurang dari 0,2 atau 0,1 mm/pixel, oleh karena itu perangkat *computed radiography* yang diuji masih layak digunakan dalam pemeriksaan radiologi

C. Pada pengujian resolusi spasial dengan variasi tegangan tinggi tabung tidak mempengaruhi resolusi spasial citra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kolando, L. 2010. *Effect of Exposure Charts on Reject Rate of Extremity Radiographs, MA Dissertation*. Nelson Mandela Metropolitan University. Kenya
- [2]. Strauss, L. J., 2012. *Image Quality Dependence on Image Processing Software in Computed Radiography*. Department of Medical Physics, University of The Free State, Bloemfontein.
- [3]. Bushberg, J., 2002. *The Essential Physics of Medical Imaging*. Edisi kedua. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- [4]. Williams, M. B dkk. 2007. *Digital Radiography Image Quality (Image Acquisition)*. Journal of The American College of Radiology. Vol 4. Hal 371-388.
- [5]. Ballinger, P. W., dan Eugene D. F., 2003. *Merrill's Atlas of Radiographic Positions and Radiologic Procedures, Tenth Edition, Volume Three*. Saint Louis : Mosby.
- [6]. Papp, J., 2006. *Quality Management in The Imaging Science, Thrid Edition*. Saint Louis : Mosby.
- [7]. Muhtadan, D. H., 2008. Seminar nasional IV SDM Teknologi Nuklir : Pengembangan aplikasi untuk Perbaikan Citra Digital Film Radiografi. Yogyakarta: 25-26 Agustus 2008.
- [8]. Wijaya, M. C. H., 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab Image Processing Toolbox*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [9]. Tortorici, M. R., 1995. *Advanced Radiographic and Angiographic*

- Procedures with an Introduction to Specialized Imaging*. Philadelphia : F. A. Davis Company.
- [10]. Suetens, P., 2002. *Fundamental of Medical Imaging*. UK : Cambridge University Pers.