

# INVESTIGASI ALGORITMA PARAMETER INPUT NON ITERATIF DALAM ART DAN SIRT PADA TOMOGRAFI LINEAR

(INVESTIGATION OF NON ITERATIVE INPUT PARAMETER ALGORITHM IN ART AND SIRT ON  
LINEAR TOMOGRAPHY)

Melandi Jefri Agus Novianto<sup>1)</sup>, Endhah Purwandari<sup>1)</sup>, Yuda Cahyoargo Hariadi<sup>1)</sup>, Warsito P. Taruno<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember (UNEJ)

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

<sup>2)</sup>PT. Edwar Technology

Jln. Hartono Raya R:29, Modernland, Cikokol, Tangerang

E-mail: melandi1407@gmail.com

## Abstrak

*Computed Tomography* telah digunakan dalam dunia medis untuk memetakan kerapatan jaringan suatu obyek berdasarkan intensitas penyerapannya terhadap energi Sinar-X. Terbatasnya data proyeksi yang diperoleh akibat keterbatasan waktu penyinaran yang dilakukan, menyebabkan perlunya sebuah metode rekonstruksi yang mampu bekerja dengan data proyeksi yang terbatas. Dalam hal ini, digunakan metode ART dan SIRT sebagai metode perekonstruksi. Untuk meningkatkan efektivitas hasil rekonstruksi sebuah obyek, perlu dilakukan modifikasi terhadap parameter rekonstruksi menjadi bersifat non iteratif. Dalam penelitian ini, matriks beban dibuat dengan memanfaatkan fungsi imrotate dan reshape untuk seluruh variasi sudut proyeksi yang digunakan. Hasil rekonstruksi terbaik diperoleh pada sudut proyeksi 15°. Jika dibandingkan dengan SIRT, ART memiliki kecepatan tinggi untuk mencapai konvergensi nilai *error* pada iterasi pertama sebesar 9,03%. Adapun SIRT mencapai nilai *error* yang konvergen pada iterasi ke 100 sebesar 14,98%. Dengan demikian ART dapat menjadi pilihan dalam proses rekonstruksi citra pada tomografi linier dengan menggunakan parameter perekonstruksi yang bersifat non iteratif.

**Kata Kunci:** ART, data proyeksi, parameter perekonstruksi secara non iteratif, SIRT.

## Abstract

*Computed tomography has been used in medicine for mapping the density of the tissues of an object based on the intensity of the X-ray energy absorption. The limited projection data obtained due to limited exposure time, makes ART and SIRT capable to be used as object reconstruction methods. To improve the effectiveness of the object reconstruction, modification to the input parameter is needed. Here, the parameter has become non-iterative. In this research, the weighting matrix for all variations were built by applying the imrotate and reshape function. These functions have applied to modify the weighting matrix for all variations of the angle of projection. The best reconstruction results, obtained on the projection angle of 15°. Since the error of ART on the first iteration has convergence early of 9.03%, while the SIRT is 14.98% at the 100<sup>th</sup> iteration, ART could become the best choice for object reconstruction in linear tomography.*

**Keywords:** ART, non iterative input parameters, projection, SIRT.

## PENDAHULUAN

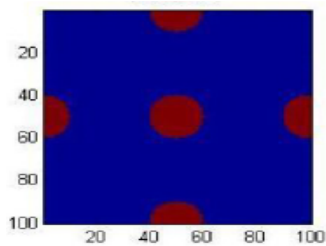
*Computed Tomography* (CT) merupakan salah satu aplikasi tomografi linier yang digunakan untuk melihat kondisi dalam sebuah obyek dengan melakukan pemetaan terhadap kerapatan jaringan berdasarkan intensitas penyerapannya terhadap energi Sinar-X [1]. Untuk menghasilkan sebuah citra, diperlukan sejumlah data proyeksi yang menginformasikan tentang kondisi tubuh yang dilalui oleh sinar-X. Semakin banyak data proyeksi yang digunakan untuk merekonstruksi citra maka semakin baik kualitas citra yang dihasilkan. Dengan kata lain semakin banyak sudut penyinaran yang digunakan maka semakin baik kualitas citra CT [2]. Akan tetapi, seringkali pada sudut penyinaran lebih dari 180°, data proyeksi tidak terdistribusi merata, sehingga hal ini tidak memungkinkan

untuk menghasilkan data proyeksi dalam jumlah yang banyak [3]. Dengan demikian, diperlukan metode yang tepat untuk merekonstruksi citra dengan data proyeksi terbatas. Untuk menghasilkan citra dengan data proyeksi yang terbatas digunakan metode iteratif yakni *Algebraic Reconstruction Technique* (ART) dan *Simultaneous Iterative Reconstruction Technique* (SIRT). Metode ART merupakan metode yang efektif untuk rekonstruksi citra karena nilai koreksi selama iterasi dihitung sekaligus. SIRT merupakan metode iteratif yang menerapkan nilai koreksinya dihitung pada setiap titik [4]. Metode ART dan SIRT membutuhkan parameter input yang dilakukan secara iteratif, hal ini mengakibatkan proses rekonstruksi berjalan lambat. Untuk meningkatkan efektivitas hasil rekonstruksi sebuah obyek, perlu dilakukan modifikasi terhadap parameter rekonstruksi menjadi bersifat non iteratif. Berdasarkan hal tersebut

permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini ialah bagaimana perbandingan metode ART dengan SIRT pada tomografi linier dengan parameter input non iteratif ditinjau dari kualitas hasil dan efektivitas proses rekonstruksi. Dengan demikian tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan algoritma iteratif perekonstruksi sistem 2D menggunakan metode ART dan SIRT pada tomografi linier dengan melakukan modifikasi terhadap parameter input.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan berdasarkan tiga tahap, tahap pertama menentukan obyek yang digunakan, dalam hal ini obyek dimisalkan dalam bentuk matriks berdimensi  $100 \times 100$  seperti Gambar 1.



**Gambar 1.** Model obyek yang dinamakan phantom

Dari Gambar 1, untuk Phantom diperoleh dengan menggunakan persamaan matematika sederhana, yaitu persamaan dari suatu lingkaran. Tahap kedua menentukan parameter perekonstruksi secara non iteratif, dengan cara menentukan variasi sudut proyeksi yang terdiri dari  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$ . Banyaknya data proyeksi diperoleh dengan membagi besar sudut putar maksimum terhadap variasi sudut proyeksi. Kemudian menentukan matriks beban yang memiliki dimensi matriks  $W=N \times M$  dimana  $N$  merupakan perkalian antara banyaknya proyeksi dengan ukuran matriks benda, sedangkan  $M$  merupakan jumlah piksel dari matriks benda. Nilai dari setiap sel pada matriks  $W$  menunjukkan intensitas sinar yang melalui sel pada suatu proyeksi. Dalam penelitian ini, matriks pemberat dibuat dengan cara non iteratif dengan memanfaatkan fungsi "imrotate" dan "reshape". Fungsi "imrotate" digunakan untuk melakukan putaran sudut proyeksi dan menghitung luas area yang dilewati oleh sinar, sedangkan fungsi "reshape" digunakan untuk mengubah ukuran matriks menjadi ukuran tertentu. Jika diasumsikan lebar sel sama dengan lebar berkas sinar, maka sel yang dilewati sinar sepenuhnya akan bernilai 1, sedangkan yang tidak dilewati sinar akan bernilai 0. Untuk sel yang hanya dilewati sebagian, maka nilainya diantara 0 dan 1. Pada tahap ketiga melakukan proses rekonstruksi dengan menggunakan metode ART dan SIRT.

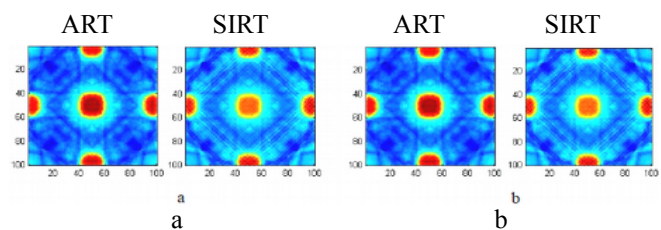
## HASIL PENELITIAN

Adapun hasil parameter perekonstruksi secara non iteratif dapat ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Ukuran matriks pemberat ( $w$ ) dalam variasi putaran sudut

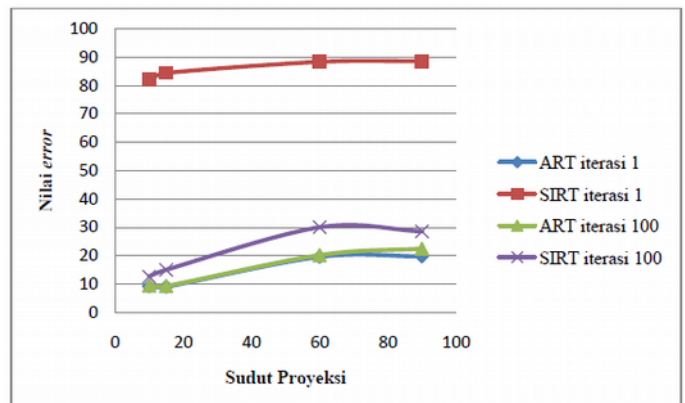
Putaran sudut ( $^\circ$ )	Jumlah data proyeksi	W
10	18	$1800 \times 10000$
15	12	$1200 \times 10000$
60	3	$300 \times 10000$
90	2	$200 \times 10000$

Untuk mengetahui efektivitas metode ART dan SIRT, rekonstruksi obyek Phantom dilakukan dengan memvariasi sudut proyeksi pada dua keadaan iterasi yaitu iterasi pertama dan iterasi 100. Adapun parameter relaksasi yang digunakan dalam metode SIRT adalah sebesar 0,3. Pemilihan terhadap parameter tersebut didasarkan pada kualitas citra dan nilai *error* terbaik yang dihasilkan. Hasil rekonstruksi Phantom pada sudut  $15^\circ$  dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



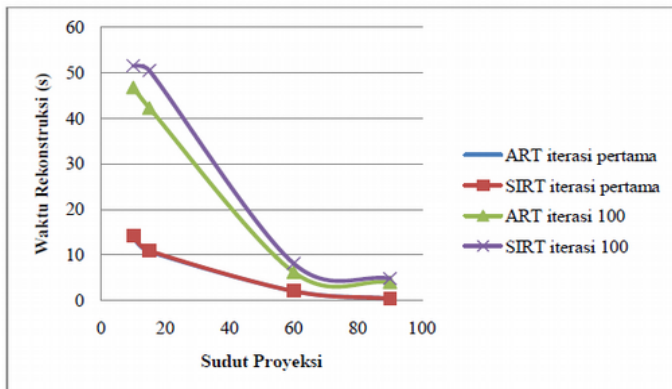
**Gambar 2.** Hasil Rekonstruksi Phantom pada Sudut  $15^\circ$  ART dan SIRT pada Iterasi Pertama (a) dan Ke-100 (b)

Hubungan antara nilai *error* dengan sudut proyeksi pada Phantom dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Hubungan Antara Nilai *error* dan Sudut Proyeksi Phantom pada Iterasi Pertama

Hubungan antara waktu rekonstruksi dengan sudut proyeksi pada Phantom dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara waktu rekonstruksi dengan sudut proyeksi phantom pada iterasi pertama

## PEMBAHASAN

Dari matriks pemberat yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa semakin besar sudut proyeksi yang digunakan maka dimensi matriks pemberat yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini terjadi karena semakin besar sudut proyeksi akan menghasilkan jumlah proyeksi yang sedikit. Berdasarkan hasil rekonstruksi dari Phantom pada Gambar 2 dapat diamati nilai *error* ART cenderung turun seiring bertambahnya sudut proyeksi atau berkurangnya jumlah proyeksi, ART lebih cepat mencapai konvergensi dari nilai *error*. Sementara itu untuk SIRT memiliki nilai *error* yang besar seiring bertambahnya sudut proyeksi. Hal ini dikarenakan ART tidak membutuhkan terlalu banyak proyeksi [5]. Oleh karena itu penentuan parameter yang dilakukan secara non iteratif sangat efektif digunakan dalam melakukan proses rekonstruksi citra. Pada penelitian ini masih terdapat efek *blurring* pada hasil citra rekonstruksi. Efek *blurring* terjadi karena metode ART dan SIRT merupakan suatu metode rekonstruksi yang menjumlahkan seluruh matriks pada setiap baris dan kolom kemudian nilai penjumlahan tersebut dikembalikan ke dalam setiap sel dengan cara membagi rata hasil penjumlahan dengan banyaknya sel. Hal ini memungkinkan terjadinya penumpukan di sekitar obyek. Efek *blurring* ini juga disebabkan oleh banyaknya proyeksi, semakin sedikit jumlah proyeksi memungkinkan adanya sel yang hanya terkena sebagian sinar, sehingga bagian tersebut akan menjadi kabur [6].

## KESIMPULAN DAN SARAN

Metode rekonstruksi ART memiliki kecepatan tinggi untuk mencapai konvergensi nilai *error*. Hal ini dapat dilihat dalam hasil rekonstruksi pada iterasi pertama sebesar 9,03%. Sedangkan SIRT mencapai nilai *error* yang konvergen pada iterasi ke 100 sebesar 14,98%. Penggunaan parameter rekonstruksi secara non iteratif sangat efektif digunakan pada tomografi linier karena memiliki kecepatan rekonstruksi yang cukup tinggi dan memiliki nilai *error* yang kecil. Untuk mendapatkan hasil rekonstruksi yang lebih baik pada tomografi linier, dapat ditambahkan filter pada metode rekonstruksi yang akan digunakan, misalnya

ialah Shepp Logan, Ram-Lak, dan sebagainya. Filter ini dapat mengurangi *noise* atau efek *blurring* yang terjadi pada proses rekonstruksi.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis M.J.A.N. mengucapkan terima kasih kepada Agung Tjahjo Nugroho, S.Si, M.Phil yang telah membimbing, memotivasi, serta mengenalkan pada bidang tomografi. Kepada PT. *Edwar Technology* yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian tugas akhir bersama tim riset *Edwar Technology*. Kepada Drs. Sujito, Ph.D dan Puguh Hiskiawan, S.Si, M.Si untuk masukan yang diberikan demi penyempurnaan karya tulis ini.

## Daftar Pustaka

- [1] Suetens, P. 2009. *Fundamental of Medical Imaging*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [2] Haryati, E. 2011. *Optimasi Sudut Proyeksi pada Rekonstruksi Citra CT*. Bandung: ITB.
- [3] Kak, A. C., dan Slaney, M. 2001. *Principles of Computerized Tomographic Imaging*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- [4] Atkinson, C.H. dan Soria, J. 2007. Algebraic Reconstruction Technique for Tomographic Particle Image Velocimetry. *Australasian Fluid Mechanics Conference*, **16** (1): 191-198.
- [5] Bangliang, Lihui, Danya, dan Baofen. 1999. An Improved Simultaneous Iterative Reconstruction Technique. *World Congress on Industrial Process Tomography*, **1** (79): 418-422.
- [6] Novianto, M. J. A. 2012. *Investigasi Algoritma Parameter Input Non Iteratif dalam Metode ART dan SIRT pada Tomografi Linier*. Jember: FMIPA Universitas Jember.