



**INVESTIGASI ALGORITMA PARAMETER INPUT NON ITERATIF  
DALAM METODE ART DAN SIRT PADA TOMOGRAFI LINIER**

**SKRIPSI**

Oleh  
**MELANDI JEFRI AGUS NOVIANTO**  
**NIM 071810201070**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**INVESTIGASI ALGORITMA PARAMETER INPUT NON ITERATIF  
DALAM METODE ART DAN SIRT PADA TOMOGRAFI LINIER**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Ilmu Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh  
**MELANDI JEFRI AGUS NOVIANTO**  
**NIM 071810201070**

**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2012**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Muttasila dan Ayahanda Sumari, dan adikku Tuvel Bagas Rizki;
2. Agung Tjahjo Nugroho, S.Si, M.Phil, Endhah Purwandari, S.Si, M.Si, dan Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D;
3. pahlawan tanpa tanda jasa sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
4. Farah Wahidiyah aka JoyFristy, serta sobat-sobat seperjuangan;
5. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTO

*Ad hoc, ad loc  
and quid pro quo  
so little time  
so much to know. \*)*

Ketika saya tidak mempunyai persoalan khusus yang harus dipecahkan oleh pikiran saya, saya sering mengumpulkan dan menyusun kembali bukti-bukti dari teorema matematika dan fisika yang telah saya kenal. Tidak ada maksud dan tujuan lain, itu semata hanyalah kesempatan bagi saya untuk terus memenuhi kesenangan dan kebutuhan berpikir. \*\*)

Buku besar tentang alam selalu terbuka lebar di mata kita dan falsafah yang benar tertulis di situ. Tetapi kita tidak dapat membacanya sebelum kita mempelajari bahasa dan karakter yang digunakan untuk menuliskannya. Buku itu ditulis dalam bahasa matematis dan karakter segitiga, lingkaran, dan gambar geometris lainnya. \*\*\*)

---

\*) Jeremy H. Boob dalam Hendee, W. R. 2002. *Medical Imaging Physics*. New York: Wiley-Liss.

\*\*) Albert Einstein dalam Kanginan, M. 2002. *Fisika 1A*. Jakarta: Erlangga.

\*\*\*) Galileo Galilei dalam Werberg, D., Purcell, E. J., dan Rigdon, S. E. 2003. *Kalkulus Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Melandi Jefri Agus N.

NIM : 071810201070

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Investigasi Algoritma Parameter Input Non Iteratif dalam Metode ART Dan SIRT Pada Tomografi Linier” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,

Yang menyatakan,

Melandi Jefri Agus N.

NIM 071810201070

**SKRIPSI**

**INVESTIGASI ALGORITMA PARAMETER INPUT NON ITERATIF  
DALAM METODE ART DAN SIRT PADA TOMOGRAFI LINIER**

Oleh

Melandi Jefri Agus Novianto

NIM 071810201070

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Endhah Purwandari, S.Si, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D

Dosen Pembimbing Lapang : Dr. Warsito Purwo Taruno, M. Eng

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Investigasi Algoritma Parameter Input Non Iteratif dalam Metode ART dan SIRT pada Tomografi Linier" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat :

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Endhah Purwandari, S.Si, M.Si  
NIP 19811111 200501 2 001

Drs. Yuda C. Hariadi, M.Sc, Ph.D  
NIP 19620311 198702 1 001

Anggota I,

Anggota II

Drs. Sujito, Ph.D  
NIP 19610204 198711 1 001

Puguh Hiskiawan, S.Si, M.Si  
NIP 19741215 200212 1 001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas MIPA,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D  
NIP 19610108 198602 1 001

## RINGKASAN

**Investigasi Algoritma Parameter Input Non Iteratif dalam Metode ART dan SIRT pada Tomografi Linier;** Melandi Jefri Agus Novianto; 071810201070; 2012; 50 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

*Computed Tomography* (CT) merupakan metode untuk melihat kondisi dalam sebuah obyek dengan melakukan pemetaan terhadap kerapatan jaringan berdasarkan intensitas penyerapannya terhadap energi Sinar-X. 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. Akan tetapi, seringkali pada sudut penyinaran lebih dari  $180^{\circ}$ , data proyeksi tidak terdistribusi merata atau tidak dapat dihasilkan, sehingga hal ini tidak memungkinkan untuk menghasilkan data proyeksi dalam jumlah yang banyak. 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 dan SIRT membutuhkan parameter input yang dilakukan secara iteratif, hal ini mengakibatkan proses rekonstruksi berjalan lambat. Oleh karena itu, dilakukan modifikasi parameter input secara non iteratif. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbandingan algoritma



iteratif perekonstruksi sistem 2D menggunakan metode ART dan SIRT pada tomografi linier dengan menggunakan parameter input non iteratif. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai efektivitas proses rekonstruksi dengan melakukan modifikasi terhadap parameter input secara non iteratif.

Penelitian dilakukan berdasarkan tiga tahap, tahap pertama menentukan obyek yang digunakan, dalam hal ini obyek dimisalkan dalam bentuk matriks berdimensi  $100 \times 100$ . 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. Serta 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. Pada tahap ketiga melakukan proses rekonstruksi dengan menggunakan metode ART dan SIRT.

ART memiliki nilai *error* yang menurun seiring bertambahnya sudut proyeksi, sementara itu SIRT memiliki nilai *error* yang semakin besar seiring bertambahnya sudut proyeksi. Hal ini terjadi karena ART tidak membutuhkan terlalu banyak proyeksi dan algoritma ART lebih sederhana jika dibandingkan dengan SIRT. Metode rekonstruksi ART memiliki kecepatan yang tinggi untuk mencapai konvergensi terhadap nilai *error*. Parameter rekonstruksi secara non iteratif sangat efektif jika digunakan pada tomografi linier karena memiliki kecepatan rekonstruksi yang cukup tinggi dan memiliki nilai *error* yang kecil.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Investigasi Algoritma Parameter Input Non Iteratif dalam Metode ART dan SIRT pada Tomografi Linier". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
2. Endhah Purwandari, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan bimbingannya dalam penyusunan tugas akhir ini;
3. Dr. Warsito P. Taruno selaku direktur PT. Edwar Technology yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian tugas akhir ini bersama tim riset *Edwar Technology*;
4. Agung Tjahjo Nugroho, S.Si, M.Phil selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, memotivasi, serta mengenalkan pada bidang tomografi;
5. Drs. Sujito, Ph.D selaku Dosen Penguji I dan Puguh Hiskiawan, S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini;

6. Marlin Ramadhan Baidillah yang telah banyak membantu dalam penelitian yang telah dilakukan;
7. rekan kerja dan sobat sepenanggungan JoyFristy;
8. sobat-sobat Fisika: Hera, Maris, April, Ajeng, terima kasih untuk kesetiaan dan kesabaran dalam menghiasi sebagian kisah hidupku;
9. sobat-sobat Fisika: Ja'far, Heri, Sudarmadi, Wafi, serta seluruh angkatan 2007, terima kasih telah memberi dorongan/semangat dalam penulisan skripsi ini;
10. *Edwar's Visiting Researchers*: Haris, Dona, Ulum, Indra, tempat bertukar pikiran dan berbagi pengalaman. Sobat-sobat Fisika Medis 2008: Ani, Ole, Ipin, Markus, Jannah, Putri, Samuel serta kakak-kakak S2 Fisika Medis, terima kasih telah memberi dorongan/semangat;
11. Edy Sutrisno, Taufik Usman, Budiyo, Sunarto, Erni Sulistyowatie, Aji Priyono, Ansori, Hadi, tim futsal MIPA, serta segenap keluarga besar FMIPA Universitas Jember;
12. seluruh staf dan karyawan PT. Edwar Technology;
13. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Oktober 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>MOTO</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Tomografi</b> .....	4
<b>2.2 Metode Rekonstruksi Citra</b> .....	6
2.2.1 <i>Algebraic Reconstruction Technique (ART)</i> .....	6
2.2.2 <i>Simultaneous Iterative Reconstruction Technique (SIRT)</i> .....	10

<b>2.3 Aplikasi CT dalam Dua Dimensi .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Perkembangan Algoritma Iteratif.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5 Formulasi Parameter Input.....</b>	<b>12</b>
<b>2.6 Matlab .....</b>	<b>13</b>
2.6.1 Bagian Utama Matlab .....	14
2.6.2 Bahasa Pemrograman Matlab.....	15
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Metode Penelitian .....</b>	<b>17</b>
3.3.1 Obyek yang Diteliti .....	19
3.3.2 Parameter Rekonstruksi .....	20
3.3.3 Proses Rekonstruksi .....	24
3.3.4 Penghitungan Nilai <i>Error</i> .....	27
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Matriks Pemberat .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Hasil Rekonstruksi .....</b>	<b>29</b>
4.2.1 Phantom 1 .....	29
4.2.2 Phantom 2 .....	38
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>47</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>51</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses tomografi linier .....	5
2.2 Metode aljabar pada cacahan persegi empat .....	8
2.3 Metode Karcmarz .....	9
2.4 Citra CT bagian perut .....	11
3.1 Proses kerja tomografi linier untuk investigasi algoritma parameter input non iteratif dalam metode ART dan SIRT .....	18
3.2 Model obyek; (a) Phantom 1, (b) Phantom 2 .....	19
3.3 Proses penentuan parameter perekonstruksi .....	20
3.4 Ilustrasi data proyeksi sebelum dirotasi.....	22
3.5 Penentuan data proyeksi: (a) citra obyek awal, (b) citra dirotasi dengan sudut $\theta$ , (c) penentuan piksel citra setelah dirotasi.....	22
3.6 Contoh matriks pemberat.....	23
3.7 Proses rekonstruksi ART .....	25
3.8 Proses rekonstruksi SIRT .....	26
4.1 Hasil rekonstruksi Phantom 1 pada sudut $10^{\circ}$ .....	29
4.2 Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> dengan banyaknya iterasi pada ART dan SIRT .....	30
4.3 Hasil rekonstruksi Phantom 1 pada sudut $15^{\circ}$ .....	31
4.4 Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> dengan banyaknya iterasi pada ART dan SIRT .....	32
4.5 Hasil rekonstruksi Phantom 1 pada sudut $60^{\circ}$ .....	32
4.6 Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> dengan banyaknya iterasi pada ART dan SIRT .....	33
4.7 Hasil rekonstruksi Phantom 1 pada sudut $90^{\circ}$ .....	34

4.8	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> dengan banyaknya iterasi pada ART dan SIRT .....	35
4.9	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> dengan sudut proyeksi phantom 1 pada iterasi pertama .....	36
4.10	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> dengan sudut proyeksi phantom 1 pada iterasi ke-100 .....	36
4.11	Grafik hubungan antara waktu rekonstruksi dengan besarnya sudut proyeksi phantom 1 pada iterasi pertama .....	37
4.12	Grafik hubungan antara waktu rekonstruksi dengan besarnya sudut proyeksi phantom 1 pada iterasi ke-100 .....	37
4.13	Hasil rekonstruksi Phantom 2 pada sudut $10^{\circ}$ .....	38
4.14	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> untuk setiap iterasi pada ART (a) dan SIRT (b) .....	39
4.15	Hasil rekonstruksi Phantom 2 pada sudut $15^{\circ}$ .....	39
4.16	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> untuk setiap iterasi pada ART (a) dan SIRT (b) .....	40
4.17	Hasil rekonstruksi Phantom 2 pada sudut $60^{\circ}$ .....	41
4.18	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> untuk setiap iterasi pada ART (a) dan SIRT (b) .....	41
4.19	Hasil rekonstruksi Phantom 2 pada sudut $90^{\circ}$ .....	42
4.20	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> untuk setiap iterasi pada ART (a) dan SIRT (b) .....	43
4.21	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> dengan sudut proyeksi phantom 2 pada iterasi pertama .....	43
4.22	Grafik hubungan antara nilai <i>error</i> dengan sudut proyeksi phantom 2 pada iterasi ke-100 .....	44
4.23	Grafik hubungan antara waktu rekonstruksi dengan besarnya sudut proyeksi phantom 2 pada iterasi pertama .....	44
4.24	Grafik hubungan antara waktu rekonstruksi dengan besarnya sudut proyeksi phantom 2 pada iterasi ke-100 .....	45