



**EFEKTIVITAS METODE *ALGEBRAIC RECONSTRUCTION TECHNIQUE*  
UNTUK SISTEM KOORDINAT POLAR DAN *RECTANGULAR*  
PADA TOMOGRAFI KAPASITANSI**

**SKRIPSI**

Oleh  
**FARAH WAHIDIYAH**  
**NIM 071810201068**

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



**EFEKTIVITAS METODE *ALGEBRAIC RECONSTRUCTION TECHNIQUE*  
UNTUK SISTEM KOORDINAT POLAR DAN *RECTANGULAR*  
PADA TOMOGRAFI KAPASITANSI**

**SKRIPSI**

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

Oleh  
**FARAH WAHIDIYAH**  
**NIM 071810201068**

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

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Dwi Lestari dan Ayahanda Jauhari, adik-adikku Faris Rahmatullah dan Faizatul Hasanah yang tercinta, serta *the dearest brother* Farid Al-Aziz;
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. Melandi Novianto, serta sobat-sobat seperjuangan;
5. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTO

*NEVER GIVE UP,  
even if things become difficult,  
fight for your goal,  
even if it were the last thing you do..\*)*

*If you believe, you can achieve..  
And you will be surprised  
How your dreams can come true,  
one by one..\*\*)*

---

\*) Ricky. 2011. *A Great Quote*. <http://www.58marcosimoncelli.it/?lang=eng>.

\*\*) Anonim. 2005. *Favourite Quotes*. <http://www.brainyquote.com/quotes/keywords/favourite.html>.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farah Wahidiyah

NIM : 071810201068

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Efektivitas Metode *Algebraic Reconstruction Technique* untuk Sistem Koordinat Polar dan *Rectangular* pada Tomografi Kapasitansi” 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,

Farah Wahidiyah

NIM 071810201068

**SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS METODE *ALGEBRAIC RECONSTRUCTION TECHNIQUE*  
UNTUK SISTEM KOORDINAT POLAR DAN *RECTANGULAR*  
PADA TOMOGRAFI KAPASITANSI**

Oleh  
Farah Wahidiyah  
NIM 071810201068

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 "*Efektivitas Metode Algebraic Reconstruction Technique* untuk Sistem Koordinat Polar dan *Rectangular* pada Tomografi Kapasitansi" 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

Nurul Priyantari, S.Si, M.Si  
NIP 19700327 199702 2 001

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

**Efektivitas Metode *Algebraic Reconstruction Technique* untuk Sistem Koordinat Polar dan Rectangular pada Tomografi Kapasitansi;** Farah Wahidiyah, 071810201068; 2012: 41 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tomografi kapasitansi merupakan salah satu teknologi tomografi yang banyak dikembangkan dalam dunia industri, khususnya untuk keperluan kontrol pipa minyak, pencampuran dua zat kimia, maupun pemrosesan hidrokarbon. Tomografi kapasitansi memiliki kecepatan *scanning* yang sangat tinggi, sehingga jumlah proyeksi atau pengukuran untuk keperluan rekonstruksi citra menjadi sangat terbatas. Oleh sebab itu, diperlukan suatu algoritma perekonstruksi untuk meningkatkan kualitas citra pada jumlah proyeksi yang terbatas, dan dalam hal ini algoritma iteratif dalam metode *Algebraic Reconstruction Technique* (ART) dapat menjadi pilihan untuk perbaikan kualitas citra hasil rekonstruksi. Namun demikian, kesesuaian metode ini dengan geometri obyek yang akan dicitrakan perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil rekonstruksi maksimal. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dilakukan kegiatan rekonstruksi citra untuk mengetahui efektivitas metode ART pada sistem koordinat polar dan *rectangular* yang biasa digunakan dalam tomografi 2D untuk bidang industri. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai efektivitas metode rekonstruksi yang digunakan dengan geometri obyek yang dicitrakan.



Penelitian dilakukan melalui simulasi tomografi kapasitansi 3D menggunakan software COMSOL Multiphysics 3.5. Data yang diperoleh kemudian direkonstruksi menggunakan metode ART dengan bahasa pemrograman MATLAB. Selanjutnya, hasil rekonstruksi ditampilkan dalam bentuk penampang melintang (*slice*) 2D untuk mengetahui efektivitas metode rekonstruksi yang digunakan. Untuk simulasi 3D, obyek dikondisikan pada dua keadaan, yakni keadaan permitivitas tinggi yang diwakili oleh permitivitas listrik relatif air ( $\epsilon_r = 80$ ) dan permitivitas rendah yang diwakili oleh permitivitas listrik relatif udara ( $\epsilon_r = 1$ ). Sedangkan obyek dalam penelitian ini diberi nilai permitivitas listrik relatif yang berada di antara kedua nilai permitivitas tersebut. Selanjutnya, obyek dicacah sebanyak  $32 \times 32 \times 32$  cacahan atau sel, sehingga piksel yang dihasilkan sejumlah 32768. Setelah dilakukan proses rekonstruksi, citra hasil rekonstruksi kemudian ditampilkan dalam bentuk irisan-irisan penampang melintang sepanjang sumbu  $z$  sejumlah 32 irisan.

Metode ART cukup efektif untuk melakukan rekonstruksi pada dua sistem koordinat, yakni polar dan *rectangular*. Meskipun demikian, obyek hasil rekonstruksi belum dapat menggambarkan obyek yang sebenarnya. Pada hasil rekonstruksi tampak efek *blurring* atau kondisi kabur di sekitar obyek. Kondisi ini cenderung berkurang seiring bertambahnya jumlah iterasi. Dengan melihat kualitas citra dan nilai korelasi citra yang dihasilkan, sistem koordinat polar memberikan hasil yang lebih baik dari pada sistem koordinat *rectangular* untuk proses rekonstruksi menggunakan metode ART. Nilai korelasi citra yang dihasilkan pada iterasi ke-1, 10, dan 100 yakni sebesar 0,027; 0,084; dan 0,266 untuk sistem koordinat polar, sedangkan untuk sistem koordinat *rectangular* sebesar 0,021; 0,066; dan 0,208.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Efektivitas Metode Algebraic Reconstruction Technique Untuk Sistem Koordinat Polar dan Rectangular pada Tomografi Kapasitansi*". Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk 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, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. kedua orang tua dan keluarga atas segala kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang tiada akhir;
2. Endhah Purwandari, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan segenap perhatian dalam penyusunan skripsi 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, memberikan motivasi, serta mengenalkan penulis pada dunia tomografi;

5. Nurul Priyantari, S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji I dan Puguh Hiskiawan, S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan arahan demi penyempurnaan skripsi ini;
6. Marlin Ramadhan Baidillah yang telah banyak membantu mengatasi setiap kesulitan yang penulis hadapi;
7. rekan kerja dan sobat sepenanggungan, Melandi Novianto, terima kasih atas setiap keceriaan dan perjuangan dalam berburu kereta, tiket, serta berbagai hal lain demi selesainya skripsi ini;
8. keluarga Pandawi QS2: Hera, Maris, April, Ajeng, sobat-sobat Fisika: Heri, Rita, Ninik, Ja'far, Sudarmadi, Abdul Wafi, serta seluruh angkatan 2007, terima kasih atas setiap waktu yang kalian luangkan untuk berdiskusi dan saling mengisi;
9. *Edwar's Visiting Researchers*, sobat-sobat S1 dan S2 Fisika Medis, serta seluruh staf dan karyawan PT. Edwar Technology;
10. Edy Sutrisno, Erni, Sunarto, Aji, Khusnul, Taufik Usman, Budiyo, Ansori, Hadi, serta segenap keluarga besar FMIPA Universitas Jember;
11. semua pihak yang turut membantu demi selesainya tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Mengingat kemampuan dan pengalaman penulis yang terbatas, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, segala kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk perkembangan selanjutnya dibidang tomografi, khususnya metode rekonstruksi citra.

Jember, Oktober 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN 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> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Tomografi</b> .....	5
<b>2.2 Tomografi Kapasitansi</b> .....	7
<b>2.3 Metode Rekonstruksi Citra</b> .....	9
<b>2.4 Algebraic Reconstruction Technique (ART)</b> .....	13

<b>2.5 Sistem Koordinat 2 Dimensi</b> .....	14
2.5.1 Sistem Koordinat <i>Rectangular</i> .....	14
2.5.2 Sistem Koordinat Polar .....	15
2.5.3 Hubungan Koordinat <i>Rectangular</i> dengan Koordinat Polar .....	16
<b>2.6 Simulasi COMSOL Multiphysics</b> .....	17
<b>2.7 Bahasa Pemrograman MATLAB</b> .....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	22
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	22
<b>3.2 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	22
<b>3.3 Metode Penelitian</b> .....	22
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	29
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	38
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	38
<b>5.2 Saran</b> .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	39
<b>LAMPIRAN</b> .....	42

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Sistem tomografi kapasitansi .....	7
2.2 Bentuk sensor pada tomografi kapasitansi .....	9
2.3 Sistem koordinat <i>rectangular</i> .....	15
2.4 Sistem koordinat polar .....	16
2.5 Hubungan koordinat <i>rectangular</i> dan polar .....	16
3.1 Proses kerja tomografi kapasitansi untuk sistem polar dan <i>rectangular</i>	23
3.2 Proses rekonstruksi metode ART .....	25
3.3 Obyek yang diteliti .....	26
3.4 Geometri obyek dalam sistem 3D .....	27
4.1a Hasil citra 3D untuk sistem koordinat polar .....	29
4.1b Hasil citra 3D untuk sistem koordinat <i>rectangular</i> .....	30
4.2a Hasil citra 2D untuk sistem koordinat polar pada iterasi 1 .....	32
4.2b Hasil citra 2D untuk sistem koordinat polar pada iterasi 10 .....	32
4.2c Hasil citra 2D untuk sistem koordinat polar pada iterasi 100 .....	33
4.3a Hasil citra 2D untuk sistem koordinat <i>rectangular</i> pada iterasi 1 .....	34
4.3b Hasil citra 2D untuk sistem koordinat <i>rectangular</i> pada iterasi 10 .....	34
4.3c Hasil citra 2D untuk sistem koordinat <i>rectangular</i> pada iterasi 100 .....	35