

**PEMODELAN *ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY* DENGAN
FINITE VOLUME METHOD UNTUK DETEKSI ANOMALI PADA
PAYUDARA**

SKRIPSI



ARIF FATKHUR RAHMAN

**PROGRAM STUDI S1-TEKNOBIOMEDIK
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2018**

HALAMAN PERNYATAAN

**PEMODELAN *ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY* DENGAN
FINITE VOLUME METHOD UNTUK DETEKSI ANOMALI PADA
PAYUDARA**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Bidang Teknobiomedik pada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**

Oleh

**ARIF FATKHUR RAHMAN
NIM. 081117036**

**Telah dinyatakan lulus ujian skripsi
Pada tanggal : 26 Januari 2018**

Disetujui oleh :

Pembimbing I



**Dr. Khusnul Ain, S.T., M.Si.
NIP. 197205071997021001**

Pembimbing II



**Dr. Ir. Soegianto Soelistiono, M.Si.
NIP. 197001251993031003**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : *Pemodelan Electrical Impedance Tomography dengan Finite Volume Method* untuk Deteksi Anomali pada Payudara
Penyusun : Arif Fatkhur Rahman
NIM : 081117036
Tanggal Ujian : 26 Januari 2018

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Khusnul Ain, S.T., M.Si.
NIP. 197205071997021001



Dr. Ir. Soegianto Soelistono, M.Si.
NIP. 197001251993031003

Mengetahui,

**Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**



Prof. Dr. Moh. Yasin, M.Si.
NIP. 196703121991021001

**Ketua Prodi S1 Teknobiomedik
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**



Dr. Khusnul Ain, M.Si.
NIP. 197207051997021001

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Arif Fatkhur Rahman
Nomor Induk Mahasiswa : 081117036
Program Studi : S-1 Teknobiomedik
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Strata-1 (S-1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiat dalam penulisan skripsi yang saya yang berjudul:

PEMODELAN ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY DENGAN FINITE VOLUME METHOD UNTUK DETEKSI ANOMALI PADA PAYUDARA

Apabila suatu saat nanti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Surabaya, 17 April 2018

Penulis,



Arif Fatkhur Rahman

081117036

Arif Fatkhur Rahman, 2018. **Pemodelan *Electrical Impedance Tomography* dengan *Finite Volume Method* untuk Deteksi Anomali pada Payudara**. Skripsi dibawah bimbingan Dr. Khusnul Ain, S.T., M.Si.dan Dr. Ir. Soegianto Soelistiono, M.Si., Program Studi S1 Teknobiomedik, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Abstrak

Telah dilakukan penelitian yang berjudul Pemodelan *Electrical Impedance Tomography* dengan *Finite Volume Method* untuk Deteksi Anomali pada Payudara. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat model dari tomografi impedansi listrik dalam mendeteksi keberadaan anomali, dalam hal ini sel tumor pada jaringan payudara. Sistem koleksi data yang digunakan dalam pemodelan ini yaitu *neighboring* dan *opposite* dengan nilai regularisasi Tikhonov yang diperoleh secara trial and error hingga didapatkan nilai yang optimal sebesar $5,5 \times 10^{-18}$. Sistem koleksi data *neighboring* memberikan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0,626% untuk posisi anomali berada di pinggir dan 0,812% untuk posisi anomali berada di tengah. Sistem koleksi data *opposite* memberikan nilai RMSE sebesar 0,629% untuk posisi anomali di pinggir dan 0,765% untuk posisi anomali berada di tengah. Berdasarkan Nilai RMSE yang dihasilkan, sistem koleksi data *neighboring* lebih bagus dalam memberikan hasil ketika anomali berada di pinggir daripada sistem koleksi data *opposite* dan ketika anomali berada di tengah, sistem koleksi data *opposite* memberikan hasil yang lebih bagus daripada sistem koleksi data *neighbouring*.

Kata kunci: tomografi, impedansi, finite volume method, tumor, neighboring, opposite

Arif Fatkhur Rahman, 2018. **Electrical Impedance Tomography Modeling with Finite Volume Method for Detection of Anomalies in Breasts Tissue**. This Final Assignment under guidance of Dr. Khusnul Ain, S.T., M.Si. and Dr. Ir. Soegianto Soelistiono, M.Si., Biomedical Engineering, Departement of Physics, Faculty Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

A research has been done about Electrical Impedance Tomography Modeling with Finite Volume Method for Detection of Anomalies in Breasts Tissue. The purpose of this study is to model the electrical impedance tomography in detecting the presence of anomalies, in this case tumor cells in the breast tissue. The data collection system used in this modeling are neighboring and opposite with the Tikhonov regularization value obtained by trial and error to obtain an optimal value of 5.5×10^{-18} . The neighboring data collection system gives Root mean Square Error (RMSE) value of 0,626% for anomalous positions on the edge of the object and 0,812% for anomalous position in the middle of the object. The opposite data collection system gives the RMSE value 0,629% for the anomalous positions at the edge of the object and 0,765% for the anomalous position in the middle of the object. Based on the resulting RMSE Value, the neighboring data collection system is better at delivering results when the anomaly is on the edge of the object than the opposite data collection system and when the anomaly is in the middle of the object, opposite data collection systems provide better results than the neighboring data collection system.

Keywords: *Tomography, impedance, finite volume method, tumor, neighboring, opposite*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas hidayah serta rahmat-Nya telah menuntun penyusun menyelesaikan naskah skripsi dengan judul “Pemodelan *Electrical Impedance Tomography* dengan *Finite Volume Method* untuk Deteksi Anomali pada Payudara”. Skripsi ini disusun sebagai prasyarat menempuh mata kuliah skripsi yang merupakan salah satu mata kuliah wajib Program Studi S1 Teknobiomedik, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Melalui skripsi ini diharapkan mampu melakukan penelitian dengan baik dan menghasilkan karya yang bermanfaat bagi dunia kedokteran kedepannya. Selain itu juga, skripsi ini diharapkan mampu membantu adik-adik angkatan dalam mengangkat sebuah topik penelitian, khususnya dalam bidang *Electrical Impedance Tomography* dan melakukan penyusunan skripsi. Skripsi ini dapat diselesaikan atas kerja keras dan juga dukungan berbagai pihak yang telah membantu penyusunan naskah skripsi ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik. Sehingga penyusun mengucapkan terima kasih, terutama kepada:

1. Keluarga penulis yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan doa kepada penyusun dalam menyelesaikan naskah skripsi ini.
2. Prof. Dr. Moh. Yasin, Msi selaku Ketua Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

3. Dr. Khusnul Ain, S.T., M.Si selaku Ketua Program Studi S1 Teknobiomedik Universitas Airlangga dan juga pembimbing I yang telah memberikan arahan, masukan, bimbingan dan waktunya kepada penyusun sehingga mampu terselesaikan naskah skripsi ini.
4. Franky Chandra Satria Arisgraha, S.T., M.T., selaku dosen wali yang telah memberikan saran serta motivasi kepada penyusun.
5. Dr. Ir. Soegianto Soelistono, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberi motivasi, arahan serta waktunya kepada penyusun sehingga dapat terselesaikan naskah skripsi ini.
6. Seluruh teman-teman penyusun, khususnya S1 Teknobiomedik yang turut memotivasi penyusun dalam menyelesaikan naskah skripsi ini.

Penyusun menyadari naskah skripsi ini masih banyak kekurangan. Sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk mengembangkan penelitian skripsi ini.

Surabaya, Januari 2018

Penyusun

Arif Fatkhur Rahman

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Pedoman Penggunaan Skripsi	iv
Surat Pernyataan Orisinalitas	v
Abstrak	vi
Abstrack	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Anatomi Normal Payudara.....	6
2.2 Patologi Anatomi Tumor/Kanker Payudara.....	8

2.3 Gejala Kanker Payudara.....	11
2.4 Jenis Kanker Payudara	12
2.5 Stadium Kanker Payudara.....	15
2.6 Permittivitas dan Resistivitas Jaringan Payudara.....	17
2.7 Electrical Impedance Tomography	18
2.8 Sistem Koleksi data EIT.....	19
2.9 Solusi Forward Problem EIT dengan Finite Volume Method	21
2.10 Solusi Invers Problem EIT dengan Finite Volume Method.....	26
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2 Alat dan Bahan.....	29
3.3 Prosedur Penelitian.....	29
3.4 Penyusunan Algoritma Program	30
3.5 Analisis Data	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Pembuatan Mesh	37
4.2 Perhitungan Forward Problem	38
4.2.1 Forward Problem Neighboring	38
4.2.2 Forward Problem Opposite	41
4.3 Perhitungan Matriks Jacobian	44
4.4 Perhitungan Invers Problem.....	44
4.4.1 Invers Problem Neighboring.....	44
4.4.2 Invers Problem Opposite.....	45

4.5 Perbandingan Hasil	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Halaman
2.1	Anatomi Payudara	6
2.2	Anatomi Tumor Payudara	11
2.3	Karsinoma Duktal	13
2.4	Karsinoma Lobular	14
2.5	Sistem koleksi data <i>neighbouring</i>	20
2.6	Sistem koleksi data <i>opposite</i>	21
2.7	Elemen dengan Empat Titik Potensial Tetangganya	24
3.1	Contoh objek penelitian	30
3.2	Pemberian nomor pada masing-masing elemen, warna kuning merupakan elemen elektroda	31
3.3	<i>Flowchart</i> penyelesaian <i>forward problem</i>	33
3.4	<i>Flowchart</i> penyelesaian <i>invers problem</i>	34
4.1	<i>Mesh</i> beserta anomalnya	37
4.2	Pergeseran elektroda dengan sistem koleksi data <i>neighbouring</i> pada <i>forward problem</i>	39
4.3	Garfik beda potensial permukaan pada sistem koleksi data <i>neighbouring</i>	40
4.4	Pergeseran elektroda dengan sistem koleksi data <i>opposite</i> pada <i>forward problem</i>	42
4.5	Garfik potensial permukaan pada sistem koleksi data <i>opposite</i>	43
4.6	Hasil rekonstruksi dari <i>invers problem neighbouring</i>	45
4.7	Hasil rekonstruksi dari <i>invers problem opposite</i>	46
4.8	Perbandingan citra dengan posisi anomali berada di pinggir	47
4.9	Kurva profil garis ketika anomali berada di pinggir	48
4.10	Perbandingan citra dengan posisi anomali berada di tengah	49
4.11	Kurva profil garis ketika anomali berada di tengah	50

DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Halaman
2.1	Perbedaan Antara Sel Normal dengan Sel Kanker	9
2.2	Nilai Permittivitas dan Resistivitas Listrik Suatu Material pada Frekuensi 4 MHz	18

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Nama Lampiran
	<i>Script</i> Program Matlab dari Pemodelan EIT dengan Metode Volume
1	Hingga
	Tabel Distribusi Potensial Listrik Tanpa Anomali dengan Sistem
2	Koleksi Data <i>Neighboring</i>
	Tabel Distribusi Potensial Listrik Tanpa Anomali dengan Sistem
3	Koleksi Data <i>Opposite</i>
	Tabel Distribusi Potensial Listrik Ketika Anomali Berada di Pinggir
4	dengan Sistem Koleksi Data <i>Neighboring</i>
	Tabel Distribusi Potensial Listrik Ketika Anomali Berada di Pinggir
5	dengan Sistem Koleksi Data <i>Opposite</i>
	Tabel Distribusi Potensial Listrik Ketika Anomali Berada di Tengah
6	dengan Sistem Koleksi Data <i>Neighboring</i>
	Tabel Distribusi Potensial Listrik Ketika Anomali Berada di Tengah
7	dengan Sistem Koleksi Data <i>Opposite</i>
	Tabel Distribusi Resistivitas Listrik Ketika Anomali Berada di Pinggir
8	dengan Sistem Koleksi Data <i>Neighboring</i>
	Tabel Distribusi Resistivitas Listrik Ketika Anomali Berada di Pinggir
9	dengan Sistem Koleksi Data <i>Opposite</i>
	Tabel Distribusi Resistivitas Listrik Ketika Anomali Berada di Tengah
10	dengan Sistem Koleksi Data <i>Neighboring</i>
	Tabel Distribusi Resistivitas Listrik Ketika Anomali Berada di Tengah
11	dengan Sistem Koleksi Data <i>Opposite</i>