



LAPORAN PENELITIAN  
DIK RUTIN UNIVERSITAS AIRLANGGA  
TAHUN ANGGARAN 2003

## PEMBUATAN SIMULATOR SISTEM TOMOGRAFI KOMPUTER DENGAN METODE SAMPLING POLA HEXAGONAL

Peneliti:

Nuril Ukhrowiyah, S.Si., M.Si.  
Khusnul Ain, S.T., M.Si.

### LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai Oleh Dana DIK Rutin Universitas Airlangga Tahun 2003  
SK Rektor Universitas Airlangga Nomor 4623/J03/PG/2003  
Tanggal 13 Juni 2003  
Nomor Urut 25

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS AIRLANGGA

Nopember, 2003

✓  
LP 127/05  
Ukh  
p



LAPORAN PENELITIAN  
DIK RUTIN UNIVERSITAS AIRLANGGA  
TAHUN ANGGARAN 2003

## PEMBUATAN SIMULATOR SISTEM TOMOGRAFI KOMPUTER DENGAN METODE SAMPLING POLA HEXAGONAL

Peneliti:

Nuril Ukhrowiyah, S.Si., M.Si.  
Khusnul Ain, S.T., M.Si.

### LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai Oleh Dana DIK Rutin Universitas Airlangga Tahun 2003  
SK Rektor Universitas Airlangga Nomor 4623/J03/PG/2003  
Tanggal 13 Juni 2003  
Nomor Urut 25

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS AIRLANGGA

012705141

Nopember, 2003



## LEMBAGA PENELITIAN

- |                                        |                                       |                                                  |
|----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Puslit Pembangunan Regional         | 5. Puslit Pengembangan Gizi (5995720) | 9. Puslit Kependudukan dan Pembangunan (5995719) |
| 2. Puslit Obat Tradisional             | 6. Puslit/Studi Wanita (5995722)      | 10. Puslit/ Kesehatan Reproduksi                 |
| 3. Puslit Pengembangan Hukum (5923584) | 7. Puslit Olah Raga                   |                                                  |
| 4. Puslit Lingkungan Hidup (5995718)   | 8. Puslit Bioenergi                   |                                                  |

Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo Surabaya 60115 Telp. (031) 5995246, 5995248, 5995247 Fax. (031) 5962066  
E-mail : lpunair@rad.net.id - http://www.geocities.com/Athens/Olympus/6223

### IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN

|                                   |                                                                                                               |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Judul Penelitian               | : Pembuatan Simulator Sistem Tomografi Komputer dengan Metode Sampling Pola Heksagonal                        |
| a. Macam Penelitian               | : <input type="checkbox"/> Fundamental <input type="checkbox"/> Terapan <input type="checkbox"/> Pengembangan |
| b. Kategori Penelitian            | : <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III                         |
| 2. Kepala Poyek Penelitian        |                                                                                                               |
| a. Nama lengkap dan Gelar         | : Nuril Ukhrowiyak, S.Si.,M.Si.                                                                               |
| b. Jenis kelamin                  | : Perempuan                                                                                                   |
| c. Pangkat/Golongan dan NIP       | : Penata Muda (Gol. III/a) 132230839                                                                          |
| d. Jabatan Sekarang               | : Staf Pengajar                                                                                               |
| e. Fakultas/Puslit/Jurusan        | : Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam                                                               |
| f. Univ./Ins./Akademi             | : Universitas Airlangga                                                                                       |
| g. Bidang Ilmu yang diteliti      | :                                                                                                             |
| 3. Jumlah Tim Peneliti            | : 2 (dua) orang                                                                                               |
| 4. Lokasi Penelitian              | :                                                                                                             |
| 5. Kerjasama dengan Instansi lain |                                                                                                               |
| a. Nama Instansi                  | : -                                                                                                           |
| b. A l a m a t                    | : -                                                                                                           |
| 6. Jangka waktu penelitian        | : 6 (enam) bulan                                                                                              |
| 7. Biaya yang diperlukan          | : Rp. 3.500.000,00                                                                                            |
| 8. Hasil Penelitian               | ( ) Baik Sekali (V) B a i k<br>( ) S e d a n g ( ) K u r a n g                                                |

Surabaya, 19 Mei 2004

Mengetahui/Mengesahkan

a.n. Rektor

Ketua Lembaga Penelitian,



Prof. Dr. H. Sarmanu, M.S.

NIP 130 701 125

**RINGKASAN PENELITIAN**

**Judul Penelitian** : Pembuatan Simulator sistem Tomografi Komputer  
 Dengan Metode Sampling Pola Heksagonal

**Ketua Peneliti** : Nuril Ukhrowiyah, S.Si., M.Si.

**Fakultas/ Puslit** : MIPA Universitas Airlangga

**Sumber Dana** : Dik Rutin Universitas Airlangga Tahun 2003

**Nomor S.K. Rektor:** 4623/J03/PG/2003

**Tanggal:** 13 Juni 2003

---

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab permasalahan-permasalahan berikut: (1) Bagaimana membuat simulator sistem tomografi komputer yang menggunakan proses pemayaran (scanning) dengan metode sampling pola heksagonal (2) Bagaimana kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram dengan data pola heksagonal dari proses scanning dengan menggunakan simulator ini.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) Membuat simulator sistem tomografi komputer yang menggunakan proses scanning dengan metode sampling pola heksagonal. (2) Membandingkan kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram dengan data pola heksagonal hasil proses scanning dengan menggunakan simulator tersebut terhadap kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram dengan data pola square. (3) Membandingkan kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram dengan data pola heksagonal hasil proses scanning dengan menggunakan simulator tersebut terhadap kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram dengan data pola heksagonal yang diperoleh dari sinogram dengan data pola square.

Penelitian ini dilakukan secara simulasi dengan menggunakan personal computer (PC) yang memiliki spesifikasi pentium III dengan RAM 128 MB. Obyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah obyek sintetik. Obyek discan untuk menghasilkan sinogram. Proses scanning menggunakan dua metode sampling, yaitu pola sampling square dan pola sampling heksagonal. Proses scanning dengan metode sampling pola square menggunakan program Scanpar dan menghasilkan sinogram dengan data pola square. Proses scanning dengan metode sampling pola heksagonal menggunakan simulator yang dibuat dalam penelitian ini dan menghasilkan sinogram dengan data pola heksagonal. Sinogram dengan data pola heksagonal diperoleh juga dari sinogram dengan data pola

square yang diambil secara selang-seling. Sinogram dengan data pola heksagonal diinterpolasi pada arah horisontal, vertikal dan cross untuk menghasilkan sinogram dengan data pola square. Sinogram dengan data pola square dan sinogram dengan data pola heksagonal direkonstruksi untuk menghasilkan citra. Citra-citra hasil rekonstruksi dari sinogram dengan data pola heksagonal dibandingkan dengan citra hasil rekonstruksi dari sinogram dengan data pola square dan terhadap obyek sintetik asal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) Telah dapat dibuat simulator sistem tomografi komputer yang menggunakan proses scanning dengan metode sampling pola heksagonal. (2) Kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram pola heksagonal hasil proses scanning dengan menggunakan simulator ini yang diinterpolasi pada arah vertikal adalah relatif sama dengan kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram dengan data pola square. (3) Kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram pola heksagonal hasil proses scanning dengan simulator ini yang diinterpolasi pada arah vertikal adalah relatif sama dengan kualitas citra hasil rekonstruksi sinogram dengan data pola heksagonal yang diperoleh dari sinogram dengan data pola square.

## SUMMARY

### MAKING OF SIMULATOR OF COMPUTED TOMOGRAPHY SYSTEM BY HEXAGONAL SAMPLING SCHEME METHOD

This research is conducted to reply these following problems: (1) How to make the simulator of computed tomography system that used scanning process by hexagonal sampling scheme method. (2) How reconstructed image quality from hexagonal sinogram data, which is produced by scanning process used this simulator.

The research aimed to: (1) Make the simulator of computed tomography system that used scanning process by hexagonal sampling scheme method. (2) Compare between reconstructed images quality from hexagonal sinogram data, which is produced scanning process used this simulator and reconstructed images quality from square sinogram data. (3) Compare between reconstructed image quality from hexagonal sinogram data, which produced by scanning process used this simulator and reconstructed image quality from hexagonal sinogram data, which produced from square sinogram data.

This research used the Personal Computer (PC) with the specification of Pentium III have RAM 128 MB. Object used in this research is simulation object. **This research is done by simulation. Object scanned by simulator to produce the sinogram.** The scanning process used two sampling methods, that is square sampling scheme and hexagonal sampling scheme. The hexagonal sinogram data is produced from scanning object with this simulator and from square sinogram data that is miss interleaved. A sinogram that is sampled with hexagonal grid is interpolated in horizontal, vertical and cross direction to form a sinogram that is sampled with square grid. The square sinogram data and hexagonal sinogram data are reconstructed to yield reconstructed images. These reconstructed images from hexagonal sinogram data were compare to associated result reconstructed images from square sinogram data and to original object.

The research result indicates that: (1) Have made successfully a simulator of computed tomography system that use scanning process by hexagonal sampling scheme method. (2) Reconstructed images quality from hexagonal sinogram data with interpolation along vertical direction, which produce scanning process used

this simulator yielded similar quality to reconstructed images from square sinogram data. (3) Reconstructed image from hexagonal sinogram data, which produced by scanning process used this simulator yielded similar quality to reconstructed image from hexagonal sinogram data, which produced from square sinogram data.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan bimbingan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan penelitian ini kedalam bentuk tulisan ilmiah. Penulis melakukan penelitian ini dengan tujuan membuat simulator sistem tomografi komputer dengan metode sampling pola heksagonal yang akan dikembangkan di Jurusan Fisika FMIPA UNAIR.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Airlangga dan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, yang telah menyetujui S.K. kegiatan penelitian ini.
2. Dekan FMIPA Universitas Airlangga, yang telah memberikan persetujuan kegiatan penelitian ini.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa tulisan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun selalu penulis harapkan demi kesempurnaan hasil penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini memberikan manfaat bagi semua pihak yang berminat pada tomografi komputer. Amin.

Surabaya, April 2004

Penulis

**DAFTAR ISI**

|                                                               | Halaman |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| RINGKASAN PENELITIAN                                          | i       |
| SUMMARY                                                       | iii     |
| KATA PENGANTAR                                                | v       |
| DAFTAR ISI                                                    | vi      |
| DAFTAR TABEL                                                  | viii    |
| DAFTAR GAMBAR                                                 | ix      |
| BAB I    PENDAHULUAN                                          | 1       |
| 1.1. Latar Belakang Masalah                                   | 1       |
| 1.2. Rumusan Masalah                                          | 3       |
| BAB II    TINJAUAN PUSTAKA                                    | 4       |
| 2.1. Prinsip Kerja Sistem Tomografi Komputer Translasi-Rotasi | 4       |
| 2.2. Cara Sampling Sinogram                                   | 6       |
| 2.2.1 Cara Sampling Pola Square                               | 7       |
| 2.2.2 Cara Sampling Pola Heksagonal                           | 10      |
| 2.8. Metode Rekonstruksi Citra                                | 12      |
| BAB III    TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN                      | 15      |
| 3.1. Tujuan Penelitian                                        | 15      |
| 3.2. Manfaat Penelitian                                       | 15      |
| BAB IV    METODE PENELITIAN                                   | 17      |
| 4.1. Waktu dan Tempat Penelitian                              | 17      |
| 4.2. Bahan dan Peralatan Penelitian                           | 17      |
| 4.3. Proses Simulasi                                          | 18      |
| 4.3.1. Proses Pemayaran (Scanning)                            | 18      |

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.2. Proses Rekonstruksi                                                         | 19        |
| 4.3.3. Metode Analisis                                                             | 22        |
| <b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                                  | <b>24</b> |
| 5.1. Simulator Proses Sampling Sistem TK dengan Metode<br>Sampling Pola Heksagonal | 24        |
| 5.2. Proses Rekonstruksi                                                           | 27        |
| 5.3. Analisis Hasil                                                                | 28        |
| 5.4. Pembahasan                                                                    | 39        |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>                                                 | <b>41</b> |
| 6.1. Kesimpulan                                                                    | 41        |
| 6.2. Saran                                                                         | 41        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                                              | <b>43</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                                                                                                       | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Tabel 5.1</b> Perbandingan statistik antara citra hasil rekonstruksi terhadap citra referensi untuk obyek SEGITIGA (dengan $\mu_{\max} = 60,0 \text{ cm}^{-1}$ )                                                                   | 29      |
| <b>Tabel 5.2</b> Perbandingan statistik antara citra hasil rekonstruksi dari sinogram pola heksagonal terhadap citra hasil rekonstruksi dari sinogram pola square untuk obyek SEGITIGA (dengan $\mu_{\max} = 45,52 \text{ cm}^{-1}$ ) | 31      |
| <b>Tabel 5.3</b> Perbandingan statistik antara citra hasil rekonstruksi sinogram pola heksagonal dari sinogram pola square terhadap citra referensi untuk obyek SEGITIGA (dengan $\mu_{\max} = 60,0 \text{ cm}^{-1}$ )                | 38      |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Gambar 2.1.</b> Susunan sistem tomografi komputer generasi pertama                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5       |
| <b>Gambar 2.2.</b> Kisi square hasil dari cara sampling pola square untuk pemayaran sampai 180°                                                                                                                                                                                                                                                              | 9       |
| <b>Gambar 2.3.</b> Kisi sampling pola heksagonal untuk pemayaran 180°                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11      |
| <b>Gambar 4.1.</b> Obyek sintesis Segitiga                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 17      |
| <b>Gambar 4.2.</b> Proses Simulasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 18      |
| <b>Gambar 4.3a.</b> Proses interpolasi horisontal dari kisi data heksagonal (i) ke kisi data square                                                                                                                                                                                                                                                          | 21      |
| <b>Gambar 4.3b.</b> Proses interpolasi vertikal dari kisi data heksagonal (i) ke kisi data square                                                                                                                                                                                                                                                            | 21      |
| <b>Gambar 4.3c.</b> Proses interpolasi cross dari kisi data heksagonal (i) ke kisi data square                                                                                                                                                                                                                                                               | 21      |
| <b>Gambar 5.1.</b> Tampilan simulator sistem TK dengan metode sampling pola heksagonal                                                                                                                                                                                                                                                                       | 24      |
| <b>Gambar 5.2.</b> Tampilan program Scanhex                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 26      |
| <b>Gambar 5.3.</b> Tampilan program InterpolatorSinc                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 27      |
| <b>Gambar 5.4a.</b> Plot antara rmsd dengan jumlah suku interpolasi untuk obyek SEGITIGA dari tabel 4.1                                                                                                                                                                                                                                                      | 30      |
| <b>Gambar 5.4b.</b> Plot antara $e_{max}$ dengan jumlah suku interpolasi untuk obyek SEGITIGA dari tabel 4.1                                                                                                                                                                                                                                                 | 30      |
| <b>Gambar 5.5a.</b> Plot antara rmsd dengan jumlah suku interpolasi untuk obyek SEGITIGA dari tabel 4.2                                                                                                                                                                                                                                                      | 32      |
| <b>Gambar 5.5b.</b> Plot antara $e_{max}$ dengan jumlah suku interpolasi untuk obyek SEGITIGA dari tabel 4.2                                                                                                                                                                                                                                                 | 32      |
| <b>Gambar 5.6.</b> Sinogram hasil scanning untuk obyek SEGITIGA                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 34      |
| <b>Gambar 5.7.</b> Citra SEGITIGA hasil rekonstruksi dari sinogram gambar 5.6                                                                                                                                                                                                                                                                                | 35      |
| <b>Gambar 5.8.</b> Perbandingan profil garis horisontal antara citra hasil rekonstruksi dari sinogram yang tersampling dengan pola square terhadap obyek referensi untuk obyek SEGITIGA                                                                                                                                                                      | 36      |
| <b>Gambar 5.9.</b> Perbandingan profil garis antara citra hasil rekonstruksi dari sinogram yang tersampling dengan pola heksagonal terhadap citra hasil rekonstruksi dari sinogram yang tersampling dengan pola square untuk obyek SEGITIGA<br>a.SGHEXH01, SGHEXH07 dengan SG3SQR<br>b.SGHEXV01, SGHEXV07 dengan SG3SQR<br>c.SGHEXC01, SGHEXC07 denga SG3SQR | 37      |