

FORUM MIPA

JURNAL PENELITIAN DAN KAJIAN ILMIAH MIPA

Vol. 6 No. 1 Desember 2009

**PENGARUH KONSENTRASI INFUSA KECAMBAH KACANG HIJAU
(Phaseolus radiatus) TERHADAP KUALITAS NATA de SOYA**

Trianik Widyaningrum

**PRODUKSI ETANOL SUBSTRAT PATI GANYONG(Canna edulis Kerr.)
SECARA FERMENTASI BERKESINAMBUNGAN DENGAN
INOKULUM BERBEDA**

Hadi Sasongko

**UJI KOMPLEKSITAS ALGORITMA PENCARIAN INTERPOLASI
SECARA EMPIRIK**

Imam Azhari

**FINITE STATE AUTOMATA UNTUK TRANSLITERASI HURUF LATIN
KE JAWA**

Suprihatin

**EKSTRAKSI CIRI SINYAL EEG MENGGUNAKAN SPEKTRAL
DAYA DAN WAVELET**

Bagus Haryadi

**UNJUK KERJA COMPUTED TOMOGRAPHY (CT)-SCAN OPTIK
MENGGUNAKAN LASER DIODE 625 NM**

Margi Sasono

**EKSISTENSI KETUNGGALAN SOLUSI SEMIGROUP MASALAH NILAI
AWAL/BATAS PERSAMAAN TELEGRAF BERDIMENSI SATU**

Bambang Hendriya Guswanto

**ANALISIS DERET WAKTU DALAM MEMODELKAN TEKANAN ALIR PANAS
BUMI PADA SUMUR PRODUKSI**

Jose Rizal

FORUM MIPA
JURNAL PENELITIAN DAN KAJIAN ILMIAH MIPA

Terbit 6 bulan sekali (Juni dan Desember)
Diterbitkan sejak Juni 2002 oleh
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta

Volume 6 Nomor 1, Desember 2009

DEWAN REDAKSI

Pelindung	:	Rektor Universitas Ahmad Dahlan
Penasehat	:	Dekan FMIPA
Pemimpin Redaksi	:	Dr. Moh. Toifur
Sekretaris	:	Arif Rachman, M.T.
Bendahara	:	Sumargiyani, M.Pd.
Redaksi pelaksana	:	- Dr. Dwi Suhartanti - Bagus Hariyadi, M.T. - Sugiarto, M.Si. - Imam Riyadi, M.Kom.

REDAKSI AHLI

Biologi	:	Prof. Dr. Sukarti (UGM)
Fisika	:	Dr. Hariyadi (UAD)
Matematika	:	Prof. Dr. Widodo (UGM)
Sistem Informasi	:	Dr. Jazi Eko Istiyanto (UGM)
Tata Letak Sampul	:	Imam Azhari
Tata Usaha	:	Sugianto

Alamat Redaksi:

FMIPA Universitas Ahmad Dahlan
Kampus III, Jalan Prof. Dr. Soepomo, S.H., Janturan Umbulharjo, Yogyakarta 55164
Telepon (0274) 381 523, 379 418, Fax (0274) 564 604
e-mail: forummipa@uad.ac.id

FORUM MIPA
JURNAL PENELITIAN DAN KAJIAN ILMIAH MIPA

DAFTAR ISI

Volume 6 Nomor 1, Desember 2009

Biologi

PENGARUH KONSENTRASI INFUSA KECAMBAH KACANG HIJAU
(*Phaseolus radiatus*) TERHADAP KUALITAS NATA de SOYA. 1
Trianik Widyaningrum

PRODUKSI ETANOL SUBSTRAT PATI GANYONG(*Canna edulis* Kerr.) SECARA
FERMENTASI BERKESINAMBUNGAN DENGAN INOKULUM BERBEDA 11
Hadi Sasongko

Sistem Informasi

UJI KOMPLEKSITAS ALGORITMA PENCARIAN INTERPOLASI SECARA EMPIRIK 19
Imam Azhari

FINITE STATE AUTOMATA UNTUK TRANSLITERASI HURUF LATIN KE JAWA 25
Suprihatin

Fisika

EKSTRAKSI CIRI SINYAL EEG MENGGUNAKAN SPEKTRAL DAYA DAN WAVELET 31
Bagus Haryadi

UNJUK KERJA COMPUTED TOMOGRAPHY (CT)-SCAN OPTIK MENGGUNAKAN
LASER DIODE 625 NM. 39
Margi Sasono

Matematika

EKSISTENSI KETUNGGALAN SOLUSI SEMIGROUP MASALAH NILAI AWAL/BATAS
PERSAMAAN TELEGRAF BERDIMENSI SATU. 45
Bambang Hendriya Guswanto

ANALISIS DERET WAKTU DALAM MEMODELKAN TEKANAN ALIR PANAS BUMI
PADA SUMUR PRODUKSI. 52
Jose Rizal

UNJUK KERJA *COMPUTED TOMOGRAPHY*(CT)-SCAN OPTIK MENGUNAKAN LASER DIODE 625 NM ABSTRAK

Margi Sasono

Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

ABSTRAK

Rekonstruksi citra dengan metode proyeksi balik hasil unjuk kerja *CT scan* optik telah dilakukan. Rancang-bangun ini merupakan prototipe awal sistem *CT-Scan* optik, sebagai alternatif pengganti alat CT (*Computed Tomography*) *Scan* yang saat ini banyak digunakan dalam dunia kedokteran. Sistem ini menggunakan sepasang laser diode 625 nm sebagai sumber berkas cahaya dan fotodiode sebagai detektor. Phantom (benda uji) yang digunakan adalah sebuah media silinder transparansi dengan di dalamnya ada dua gabus persegi panjang dan segitiga. Proses akuisisi data dilakukan dengan menjatuhkan berkas laser diode ke phantom dan selanjutnya berkas yang lewat mengenainya dideteksi oleh fotodiode. Untuk menghasilkan data proyeksi pada setiap sudut, phantom digerakkan secara translasi dan rotasi. Proses akuisisi data dan gerak mekanik phantom secara keseluruhan dikontrol oleh komputer dengan program Delphi. Citra tomografi optik direkonstruksi dengan menggunakan program MATLAB. Dalam makalah ini, metode rekonstruksi citra proyeksi balik diterapkan sebagai metode yang paling sederhana. Hasil rekonstruksi menunjukkan bahwa citra tomografi optik mirip dengan suatu tampang lintang phantom aslinya meskipun masih nampak kabur. Hasil yang diperoleh telah sesuai dengan standart teknik tomografi konvensional dan menjanjikan untuk dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi kedokteran dan atau dunia industri .

Kata Kunci: Rekonstruksi Citra, Tomografi Optik, Proyeksi Balik, MATLAB

I. PENDAHULUAN

Tomografi Optik (*Optical tomography*) adalah suatu metode pencitraan (*imaging*) dari tampak lintang suatu benda di dalam media dengan memanfaatkan cahaya yang merambat melalui media tersebut. Akhir-akhir ini, teknik tomografi optik telah dikaji secara luas dan diharapkan dapat diterapkan pada berbagai bidang, khususnya bidang kedokteran sebagai alternatif pengganti *CT-scan* atau MRI (Warsito, 2005).

Tomografi Optik dipertimbangkan sebagai suatu teknik ideal tidak invasif (*non-invasive*) disebabkan oleh potensi harganya yang relatif murah dan efek samping yang

$$P_{\theta}(r) = \ln\left(\frac{I_0}{I_t}\right) = \int_{\text{path}(\theta, r)} \mu(x, y) ds \quad (1)$$

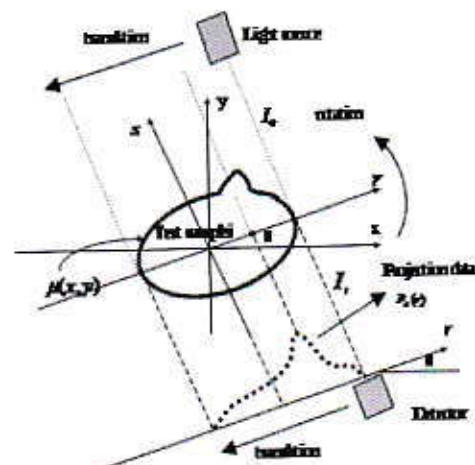
sangat kecil (*non-radiative*) (Watanabe et.al, 2000). Media atau target yang dicitrakan seperti yang telah disebutkan di atas adalah transparan atau semi transparan dan teknik rekonstruksi citra mirip dengan yang digunakan dalam *Computed Tomography (CT) scan* sinar-X.

Langkah awal proses tomografi standart adalah akuisisi data proyeksi benda pada berbagai sudut. Selanjutnya data proyeksi ini direkonstruksi menjadi sebuah citra dengan teknik proyeksi balik. Makalah ini akan menunjukkan unjuk kerja *CT Scan* Optik dalam merekonstruksi sebuah citra dari suatu phantom. Proses akuisisi data dilakukan secara otomatis dengan PC dan proses rekonstruksi citra menggunakan teknik proyeksi balik dengan program MATLAB. Sistem ini merupakan hasil rancang-bangun prototipe awal sebagai usaha mencari alternatif pengganti alat *CT-scan* yang saat ini banyak digunakan dalam diagnosis kedokteran (Wahidi dkk., 2007).

II. LANDASAN TEORI

A. Proses Akuisisi Data

Dalam proses *scanning* tomografi menggunakan berkas cahaya tunggal, data proyeksi diperoleh dengan mentranslasikan berkas cahaya (dalam hal ini laser diode) dan merotasikan benda (sampel) yang diuji, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Teori yang diturunkan di sini berdasarkan asumsi bahwa tidak ada difraksi dan hamburan laser oleh sampel. Dengan menganggap berkas laser mengikuti Hukum Beer Lambert, intensitas berkas yang dilemahkan oleh sampel dapat dinyatakan sebagai I_0 adalah intensitas berkas datang (awal), I_t intensitas terlemahkan, $\mu(x, y)$ koefisien total pelemahan, dan $P_{\theta}(r)$ merupakan data proyeksi pada suatu sudut θ tertentu, serta ds adalah panjang lintasan diferensial sepanjang suatu berkas parallel laser. Dalam proses *scanning* translasi, perubahan posisi berkas laser datang membawa perubahan nilai $\mu(x, y)$. Dalam proses *scanning* rotasi, perubahan sudut θ membawa ke perubahan posisi sample yang disorot (disinari) oleh berkas laser.



Gambar 1. Proses akuisisi data proyeksi dalam teknik tomografi optik (Wahidi dkk., 2007)

Secara matematis, persamaan dari setiap berkas paralel laser dapat didefinisikan sebagai

$$r = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2)$$

Dalam fungsi delta, persamaan (1) dapat ditulis kembali ke dalam

$$P_{\theta}(r) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \mu(x, y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - r) dx dy \quad (3)$$

Fungsi $P_{\theta}(r)$ ini dikenal sebagai fungsi transformasi Radon dari fungsi $\mu(x, y)$ (Sasono, 2005). Citra tampak lintang dari sampel dapat direkonstruksi secara matematis dengan transformasi Radon balik.

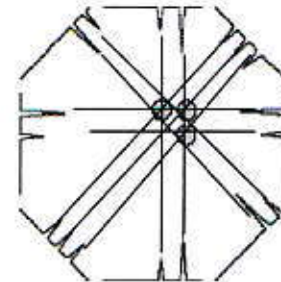
B. Rekonstruksi Citra

Langkah akhir dari keseluruhan proses tomografi adalah rekonstruksi data proyeksi menjadi sebuah citra. Proses rekonstruksi citra adalah membalik persamaan (3), yakni menentukan transformasi balik Radon dari data proyeksi. Karena laser diode yang digunakan memiliki lebar berkas tertentu, maka metode rekonstruksi ini hanya akan menghasilkan estimasi atau hanya penghampiran citra dari distribusi $\mu(x, y)$ sebenarnya (Sasono, 2005).

Metode rekonstruksi paling sederhana adalah menggunakan proyeksi balik (*back-projection*) atau metode penjumlahan. Metode ini menjumlahkan data proyeksi $P_{\theta}(r)$ melintasi ruang citra (sampel), yakni penyusunan proyeksi 1D ke dalam proyeksi balik 2D, dan lalu menjumlahkannya. Secara matematik, proses ini dapat dinyatakan sebagai

$$\text{citra} = \mu(x, y) = \int P_{\theta}(r) d\theta \quad (4)$$

Gambar 2. mengilustrasikan proses rekonstruksi citra dengan metode proyeksi balik.



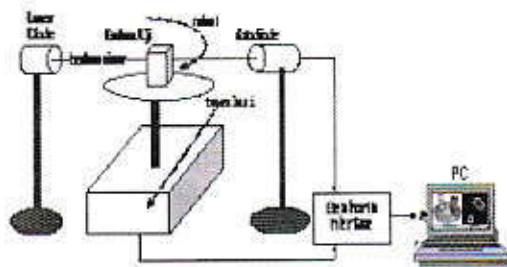
Gambar 2. Ilustrasi proses rekonstruksi citra dengan metode proyeksi balik

III. BAHAN DAN METODE

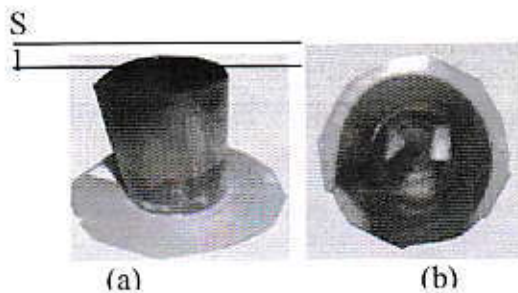
A. Pengaturan Eksperimen

Skema eksperimen akuisisi data proyeksi dalam tomografi optik ditunjukkan pada Gambar 3. Perangkat keras sistem terdiri atas sub sistem mekanik dan elektronik. Sistem mekanik terdiri dari pergerakan translasi dan rotasi phantom (benda uji). Phantom yang digunakan dalam eksperimen ini berupa silinder mika transparan berdiameter 4 cm yang di dalamnya ada dua gabus persegi panjang dan segitiga, dimana gabus persegi panjang lebih tinggi. Gambar 4 menunjukkan foto dari phantom dan tampak lintangnya. Spesifikasi laser diode yang digunakan memiliki panjang gelombang 625 nm dan daya operasional kurang dari 1 mW. Rel pergerakan translasi terbuat dengan memanfaatkan CD Room bekas. Sementara itu, pergerakan rotasi phantom menggunakan *motor stepper*. Kedua pergerakan dikontrol dengan komputer melalui rangkaian antarmuka.

UNJUK KERJA COMPUTED TOMOGRAPHY(CT)-SCAN OPTIK
MENGUNAKAN LASER DIODE 625 NM



Gambar 3. Skema eksperimen akuisisi data proyeksi dalam tomografi optik



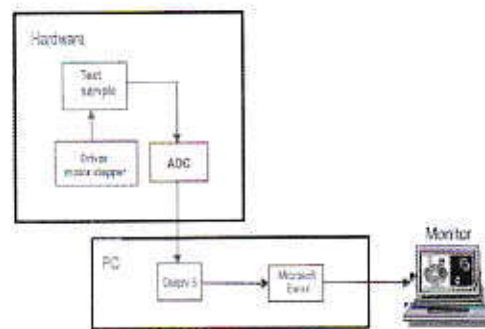
Gambar 4. Phantom yang digunakan dalam eksperimen dengan garis scanning S1 dan S2 (a), tampang-lintang dari phantom (b)

B. Proses Akuisisi Data

Foto Alat akuisisi data proyeksi sistem tomografi optik hasil rancang-bangun ditunjukkan pada Gambar 5a. Sementara itu, diagram alir proses akuisisi data ditunjukkan pada Gambar 5b. Sinyal data proyeksi yang dibaca oleh fotodiode dihubungkan ke ADC (*analog to digital converter*) dan dibaca dengan perangkat lunak Delphi. Selanjutnya data yang terbaca disimpan ke dalam *file* Microsoft Excel. Data inilah yang akan direkonstruksi dengan teknik proyeksi balik menjadi sebuah citra menggunakan MATLAB versi 6.1.



(a)

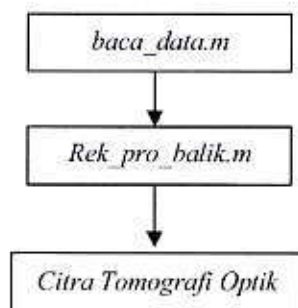


(b)

Gambar 5. Proses akuisisi data. Alat hasil rancang bangun tomografi optik (a), diagram alir proses akuisisi data (b)

C. Implementasi MATLAB

Gambar 7 menunjukkan diagram alir proses rekonstruksi *file* data proyeksi dengan teknik proyeksi balik menggunakan fungsi-fungsi yang dibuat di dalam MATLAB. Proses dimulai dengan pembacaan *file* data proyeksi hasil eksperimen oleh fungsi *baca_data.m*. Selanjutnya, fungsi *rek_pro_balik.m* digunakan untuk merekonstruksi data proyeksi menjadi sebuah citra.



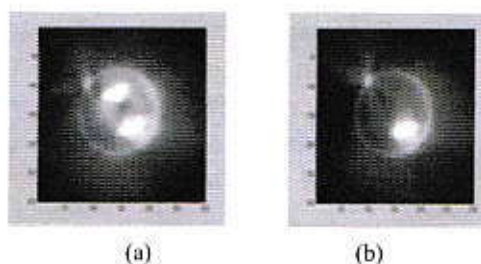
Gambar 7. Diagram alir proses rekonstruksi data proyeksi dengan proyeksi balik menggunakan MATLAB

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam eksperimen ini pengaturan langkah translasi dan rotasi berturut-turut adalah 0, 25 mm dan 1.8° atau 100 data proyeksi. Gambar 8a menunjukkan hasil rekonstruksi citra dari tampang lintang phantom irisan *scanning* S1. Jika dibandingkan dengan tampang lintang phantom aslinya seperti tampak pada Gambar 4b, maka citra terekonstruksi nampak dengan jelas memperlihatkan dua bentuk gabus di dalam silinder mika. Meskipun agak kabur, namun citra yang terekonstruksi sudah secara determinatif mirip atau mendekati dengan bentuk persegi panjang dan segitiga. Menurut Watanabe dkk.(2000) keaburan pada citra hasil rekonstruksi dapat disebabkan dua hal yaitu pertama karena lebar berkas laser (*linewidth*) dan yang kedua karena noise yang muncul pada saat eksperimen dilakukan. Sifat kabur pada citra terekonstruksi secara teoritis dapat dihilangkan misalnya dengan menfilter data hasil eksperimen (Sasono, 2007).

Dalam unjuk kerja ini juga ditunjukkan bagaimana *CT-Scan* ini mampu mengiris phantom, sesuai dengan kata asal tomografi yaitu 'tomos' yang berarti irisan. Dalam hal ini dicoba untuk mengiris phantom dengan melakukan proses *scanning* pada garis S1 dan S2 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4a. Proses ini dilakukan dengan

menggeser secara vertikal pasangan laser dioda dan fotodiode, secara manual. Garis S1 akan mengiris phantom dengan dua gabus di dalamnya. Sementara itu, garis S2 akan mengiris hanya gabus persegi panjang. Hasil citra terekonstruksi ditunjukkan pada Gambar 8b. Dengan jelas kembali diperoleh citra yang hampir mirip dengan phantom sebenarnya yaitu gabus persegi panjang, sementara itu gabus berbentuk segitiga tidak terekonstruksi. Dengan demikian, sistem yang dibuat sudah mampu menunjukkan unjuk kerja mengiris phantom.



Gambar 8. Hasil citra terekonstruksi dengan teknik proyeksi balik berukuran 300 x 300 piksel menggunakan MATLAB untuk irisan *scanning* S1 (a), dan *scanning* S2 (b)

V. KESIMPULAN

Proses rekonstruksi citra data hasil eksperimen tomografi optik dengan teknik proyeksi balik menggunakan MATLAB dapat dilakukan dengan baik. Hasil yang diperoleh sudah mendekati phantom sebenarnya, meskipun masih kabur. Oleh karena itu, teknik tomografi optik menggunakan laser diode sebagai sumber cahaya memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pengganti alat *CT-scan* atau *MRI* dalam dunia kedokteran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh LPP UAD melalui anggaran pendapatan belanja UAD dengan nomor kontrak M-45/LPP-UAD/III/2006. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah

membantu terlaksananya penelitian ini khususnya kepada saudara Wahidi Zulhidayat yang telah membantu dalam proses pengambilan data proyeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Sasono M., 2005, Simulasi MATLAB Rekonstruksi Citra Tomografi Menggunakan Metode Proyeksi Balik, *Proseding Seminar uk Nasional Matematika 2005 FMIPA UI Jakarta*
- Sasono M., 2006, Simulasi MATLAB Rekonstruksi Citra Tomografi Dengan Metode Proyeksi Balik Terfilter, *Proseding Seminar Nasional Matematika 2006 FMIPA ITS Surabaya*
- Warsito, 2005, Review: Komputasi Tomografi dan Aplikasinya dalam Proses Industri, *Semiloka LIPI*
- Wahidi Z., Sasono M., M. Toifur, 2007, Design and Implementation of Projection Data Acquisition for Optical Tomography System, *Proceeding of The International Seminar on Natural Sciences and Applied Natural Sciences FMIPA UAD*
- Watanabe Y, Yuasa T., B. Devaraj B., Akatsuka T., Inaba H., 2000, Transillumination computed tomography of high scattering media using laser linewidth broadening projections, *Optic Communication*