

## OTOMATISASI SISTEM TOMOGRAFI RESISTANSI LISTRIK

Ayuk Widyayanti, Suryasatriya Trihandaru, Andreas Setiawan  
Program Studi Fisika  
Universitas Kristen Satya Wacana  
Jl. Diponegoro 55-60 Salatiga Indonesia

andreas.setiawan@staff.uksw.edu

### ABSTRAK

Tomografi resistansi listrik merupakan suatu metoda rekonstruksi citra berdasarkan pola resistivitas listrik yang terukur pada bidang batas suatu obyek. Sumber tegangan searah diinjeksikan pada sebuah elektroda, dan pengukuran beda potensial pada elektroda lainnya. Injeksi sumber tegangan dilakukan pada 7 buah elektroda yang berbeda dari 16 elektroda terpasang mengelilingi obyek dan pengukuran potensial dipecah menjadi 2 tahap. Tahap pertama mengukur potensial pada elektroda 1-8 dan tahap kedua elektroda 9-16. Untuk itu dibutuhkan suatu perangkat sistem yang dapat mengukur potensial dengan cepat. Pada penelitian ini dikembangkan suatu otomatisasi sistem tomografi listrik menggunakan modul antarmuka yang dapat menunjang algoritma rekonstruksi citra.

**Kata kunci:** tomografi resistansi listrik, sumber tegangan tetap, modul antarmuka

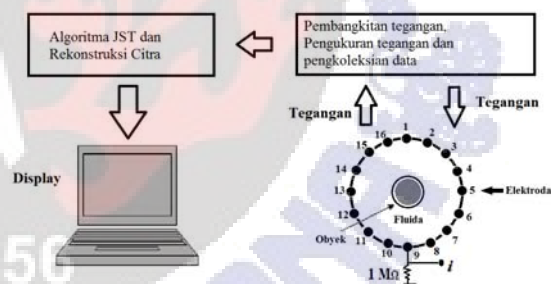
### I. PENDAHULUAN

Tomografi resistansi listrik merupakan suatu metode pencitraan distribusi resistivitas listrik suatu obyek berdasarkan pengukuran potensial pada bidang batas obyek [1, 2]. Teknik ini bekerja dengan menginjeksikan arus listrik searah melalui elektroda yang terpasang pada permukaan obyek dan mengukur potensial listrik pada antar elektrodanya. Berdasarkan data arus listrik yang diketahui dan potensial listrik yang diukur, rekonstruksi dilakukan sehingga diperoleh distribusi resistivitas internal obyek [3].

Adapun beberapa kelebihan dari tomografi listrik ini di antaranya: aman karena menggunakan listrik yang bertegangan rendah sehingga tidak membahayakan tubuh dan tidak merubah struktur yang dilihat, sederhana dan murah karena perancangan alat tomografi ini tidak membutuhkan teknologi yang rumit.

Secara umum sistem tomografi resistansi listrik terdiri atas sejumlah elektroda yang ditempatkan di sekeliling obyek, sistem akuisisi data yang terdiri atas sumber tegangan dan pengukuran tegangan serta komputer sebagai unit komputasi dan *display*. Gambar 1 menunjukkan skema umum sistem tomografi resistansi listrik. Sumber tegangan DC searah diinjeksikan ke sebuah

elektroda, kemudian tegangan yang timbul dideteksi pada elektroda lainnya. Data yang terkumpul diolah melalui suatu algoritma rekonstruksi citra pola distribusi resistivitas obyek.



**Gambar 1.** Konfigurasi umum sistem tomografi resistansi listrik dengan sumber tegangan tetap.

### II. METODE PENELITIAN

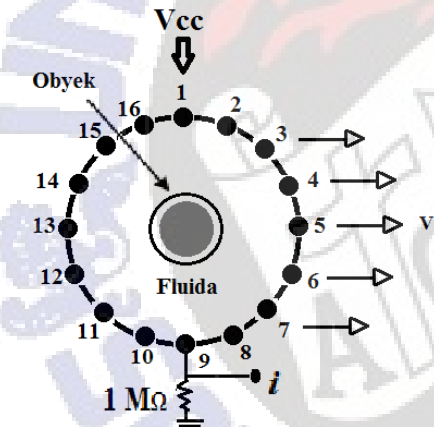
#### 2.1. Metode Koleksi Data

Terdapat beberapa metode pengkoleksian data pada tomografi listrik yaitu metode berpasangan (*adjacent method*), metode bersilangan (*cross method*), metode berlawanan (*opposite method*), metode multireferensi (*multireference method*), dan metode adaptif (*adaptive method*) [1].

Pada studi ini digunakan metode berpasangan yang dalam 1 set pengambilan data, sumber tegangan akan dipindah pada 7 tempat berbeda.

Pada metode ini distribusi arus yang terjadi tidak merata, karena kemungkinan sebagian besar akan mengalir di sekitar elektroda. Sehingga rapat arus pada pusat obyek relatif rendah dan data pada pengukuran pada elektroda tidak sensitif pada perbedaan resistivitas di tengah obyek. Namun metode ini relatif mudah dalam implementasi [4].

Sumber tegangan akan diinjeksikan pada sebuah elektroda dan potensial listrik yang terbangkitkan pada elektroda lainnya akan diukur. Penginjeksian sumber tegangan pada 7 buah elektroda yang berbeda, sehingga dalam 1 set pengukuran terdapat 112 data. Gambar 2 merupakan skema penginjeksian sumber tegangan searah dan pengukuran tegangan pada elektroda lainnya. Sebuah elektroda digunakan sebagai *ground* bertujuan untuk mengetahui arus yang mengalir dalam obyek dengan prinsip pembagi tegangan.

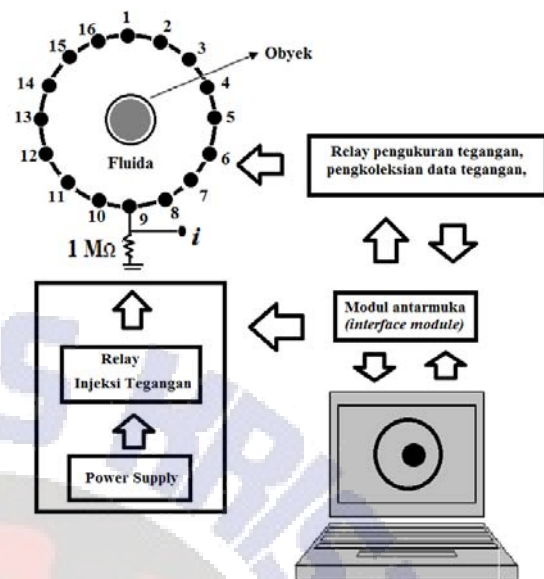


**Gambar 2.** Obyek dengan 16 elektoda, 1 elektroda di aliri tegangan tetap dan elektroda ke-9 sebagai *ground*.

### 2.2. Instrumen Akuisisi Data

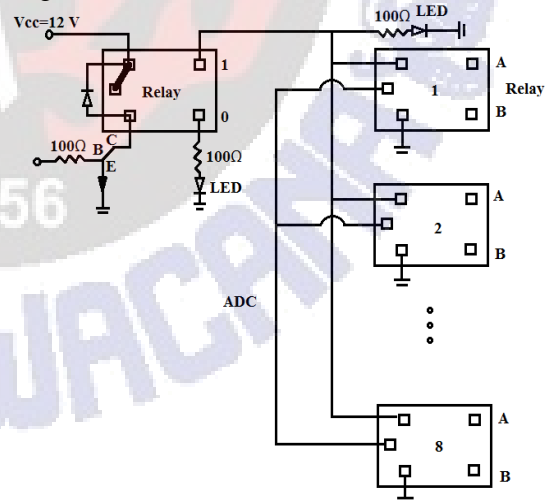
Instrumen akuisisi data yang dikembangkan untuk mengalirkan tegangan dan pengukuran tegangan ditunjukkan pada gambar 3.

Sebuah modul antarmuka digunakan untuk mengatur pembangkitan tegangan, pengukuran dan pengkoleksian data.



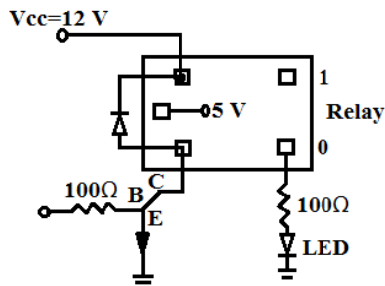
**Gambar 3.** Instrumen akuisisi data

Pengukuran 16 elektroda dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama yaitu mengukur elektroda ke 1-8, tahap kedua mengukur elektroda ke 9-16. Untuk itu digunakan relay sebanyak 8 buah sebagai saklar pengukuran tegangan oleh pengontrol mikro. Jika bernilai 1 maka modul mengukur elektroda tahap pertama dan sebaliknya. Gambar 4 merupakan rangkaian relay yang terhubung dengan modul.



**Gambar 4.** Rangkaian relay pengukuran tegangan.

Sedangkan penginjeksian sumber tegangan di 7 buah elektroda berbeda, digunakan 7 buah relay yang dikendalikan oleh modul antarmuka. Gambar 5 merupakan skema injeksi sumber tegangan ke elektroda.



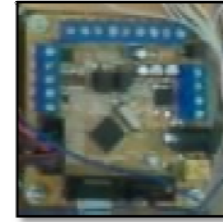
Gambar 5. Skema penginjeksian sumber tegangan

Modul antarmuka memiliki 4 fungsi utama, yaitu:

1. Melakukan pengontrolan secara digital ke relay pengukuran tegangan. Pengontrolan ini bertujuan agar koleksi data dapat berjalan sesuai dengan keinginan.
2. Melakukan pengontrolan injeksi tegangan. Pengontrolan ini bertujuan agar pengaliran tegangan ke elektroda sesuai keinginan.
3. Menerima data analog melalui ADC port.
4. Mengubah data analog menjadi data digital untuk dikirim ke PC.

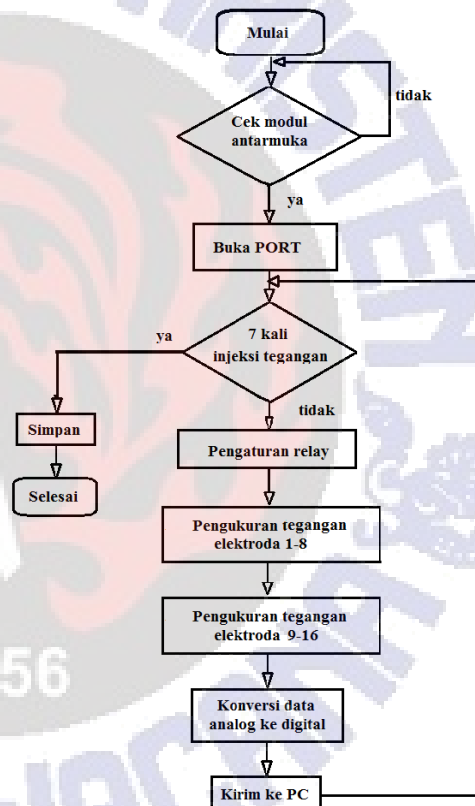
Modul antarmuka yang digunakan adalah PC-LINK USB SMART I/O dengan IC ATmega32U4. Modul tersebut merupakan divais USB yang berfungsi sebagai pengendali beberapa jalur *input/output* dan antarmuka. Contoh aplikasi PC-LINK USB SMART I/O adalah sebagai pengendali relay/LED, membaca sinyal analog dari sensor, sebagai pembaca kondisi saklar, penghitung pulsa *counter*, komunikasi dengan modul-modul via antarmuka UART, komunikasi dengan sensor/RTC/EEPROM via antarmuka I<sup>2</sup>C<sup>®</sup>.

Terdapat 8 pin analog sebagai analog *input* (*Analog to Digital Converter*) dengan jumlah 10 bit, digital *output* atau *input*. Serta 8 pin digital sebagai digital *ouput* atau *input* dan 5 pin *general purpose* yang dapat difungsikan sebagai digital *output* atau *input* (dengan atau tanpa resistor *pull-up* internal). Komponen modul antarmuka dapat dilihat dalam Gambar 6.



Gambar 6. Modul antarmuka

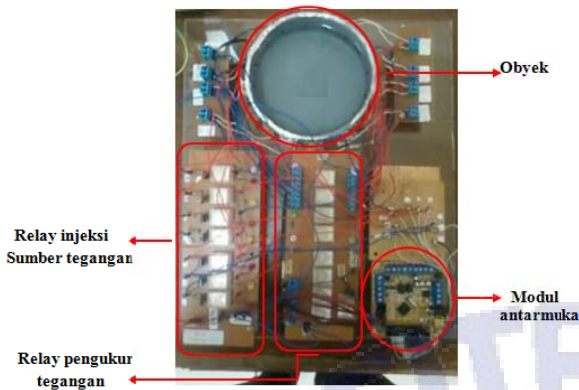
Data yang terukur pada modul antarmuka dikirim ke komputer dan dikumpulkan ke dalam satu berkas untuk kemudian diolah dengan algoritma rekonstruksi citra sehingga penampang obyek akan terbentuk. Algoritma pengukuran tegangan dapat dilihat dalam Gambar 7.



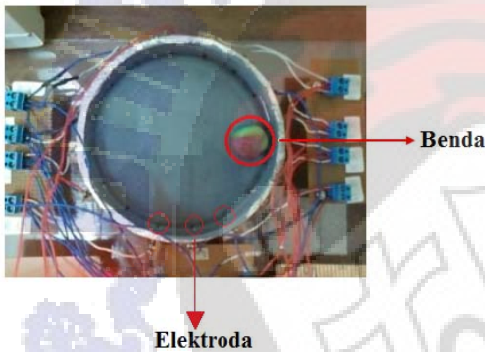
Gambar 7. Diagram alir pengontrolan injeksi sumber tegangan dan pengukuran tegangan oleh modul antarmuka

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem otomatisasi tomografi resistansi listrik terdapat dalam Gambar 8. Elektroda terbuat dari batang karbon (C) dengan diameter 2 mm.

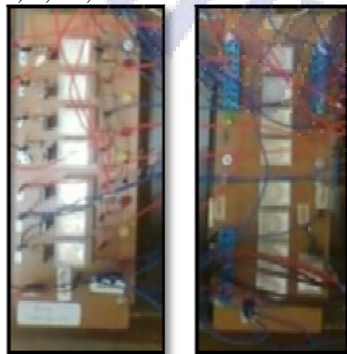


**Gambar 8.** Set alat tomografi resistansi listrik. Obyek dikelilingi 16 buah elektroda, benda diletakan dalam obyek yang terisi fluida penghantar yaitu aquades terdapat pada Gambar 9.



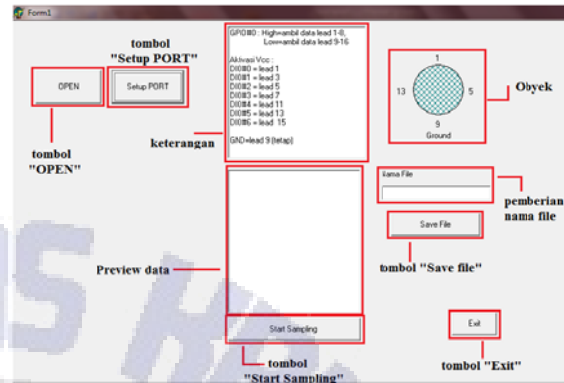
**Gambar 9.** Obyek dengan 16 buah elektroda

Sedangkan relay pengatur injeksi tegangan dan relay pengatur pengukuran tegangan serta pengkoleksian data ditunjukkan dalam Gambar 10. Sumber tegangan DC sebesar 5 V secara simultan pada 7 buah elektroda yaitu elektroda ke-1, 3, 5, 8, 11, 13 dan 15.



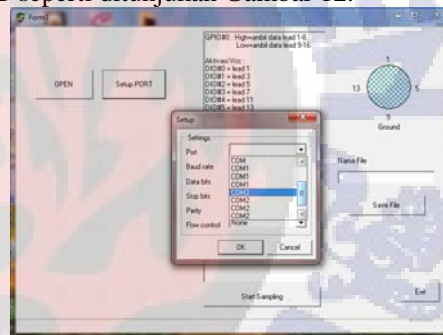
**Gambar 10.** Relay pengatur injeksi sumber tegangan DC konstan (kiri), relay pengatur pengukuran tegangan dan pengkoleksian data (kanan).

Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Delphi. Tampilan saat penelitian dapat dilihat dalam Gambar 11.



**Gambar 11.** Tampilan jendela modul antarmuka.

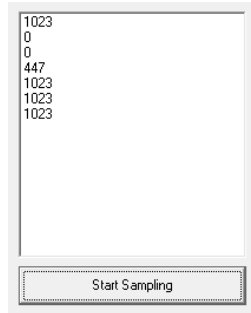
Langkah awal dalam pengoperasian modul adalah dengan mengecek apakah komputer telah terhubung dengan hardware modul antarmuka dengan memilih "setup PORT" sesuai dengan USB seperti ditunjukkan Gambar 12.



**Gambar 12.** Tampilan pemilihan PORT

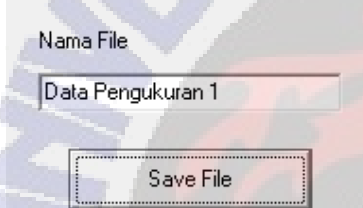
Pilih "OPEN" untuk membuka PORT terpilih. Untuk memulai pengaturan pengaliran sumber tegangan DC tetap dan pengukuran tegangan pilih "Start Sampling"

Saat pengukuran, hasil sementara akan ditampilkan pada box preview data. Data tersebut berbentuk data digital seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



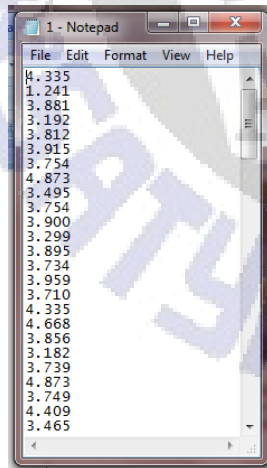
Gambar 13. Preview data pengukuran

Pengkoleksian 112 data tersimpan dalam 1 berkas dengan format “txt” yang dapat diberi nama file sesuai keinginan dengan memasukan nama dalam kotak dialog “Nama File”. Contoh pemberian nama file pada Gambar 14.



Gambar 14. Input nama berkas

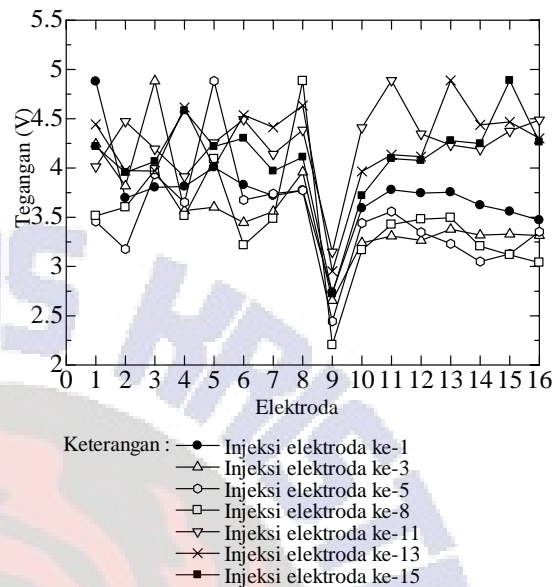
Gambar 15 merupakan gambar berkas hasil dari pengukuran sistem.



Gambar 15. Berkas hasil pengukuran

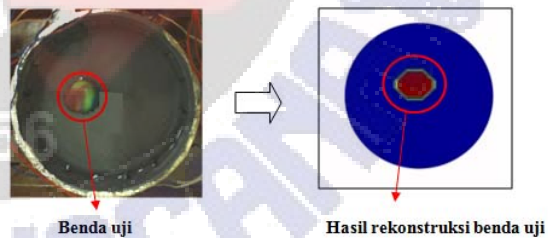
Dalam setiap set pengukuran potensial, besar maksimal tegangan yaitu mendekati 5 V yang berada pada elektroda dimana saat itu dialiri sumber tegangan. Sedangkan tegangan terukur paling kecil berada pada elektroda ke-9 yang digunakan sebagai *ground* tetap. Apabila

digambarkan dengan grafik akan terlihat dalam Gambar 16.



Gambar 16. Grafik hasil pengukuran tegangan

Melalui teknik ini dapat digunakan sebagai pengumpulan data dalam rekonstruksi citra, seperti halnya yang digunakan dalam penelitian “Rekonstruksi Tomografi Penampang Benda 2 Dimensi Melalui Metode Jaringan Syaraf Tiruan Tipe Propagasi Balik”, akan menghasilkan seperti Gambar 17.



Gambar 17. Perbandingan hasil rekonstruksi citra menggunakan prinsip tomografi resistansi listrik. Benda uji (kanan) yang direkonstruksi dengan hasil rekonstruksi citra (kiri).

#### IV. KESIMPULAN

Metode otomatisasi tomografi resistansi listrik dapat menjangkau pengukuran 16 buah elektroda secara langsung yang besarnya mempunyai rentang antara 0-5 V, dan menyimpan data 1 set pengukuran dalam satu berkas, sehingga metode ini digunakan dalam penelitian “Rekonstruksi

Tomografi Penampang Benda 2 Dimensi Melalui Metode Jaringan Saraf Tiruan Tipe Propagasi Balik” sebagai teknik pengumpulan data.

#### **PUSTAKA**

- [1] M. Cheney, D. Isaacson & J.C. Newell. 1999. *Electrical Impedance Tomography*, SIAM Review Vol. 41-1, p.85-101.
- [2] D. Kurniadi. 2006. *Electrical Impedance Tomography and Its Application in Medical Imaging*, Proc. International Conference on Biomedical Engineering, Bandung, p.53-58.
- [3] Khusnul. 2012. *Peningkatan Kualitas Citra Rekonstruksi melalui Kombinasi Citra Tomografi Listrik dan Akustik*. Prosiding Seminar Fisika Terapan III, UNAIR-Surabaya.
- [4] Kurniadi, Deddy. Suprijanto. M.I. Tanjung. 2008. Tomografi Elektrik untuk Rekonstruksi Citra 2-D Penampang Lintang Objek Sirkular dengan algoritma Iteratif Berbasis Model. *Jurnal Instrumentasi*, vol 32,no 1.
- [5] Tanjung, Indrawan. 2006. *Studi Pembuatan Perangkat Akusisi Data Tomografi Elektrik*. Skripsi. ITB.Bandung.



Nama Penanya : Debora

Instansi : FSM UKSW

Pertanyaan :

1. Apa bedanya dengan penelitian pak Alfa yang juga menggunakan JST (Jaringan Syaraf Tiruan)

Jawaban :

1. Berbeda

