



SISTEM MONITOR DAN PENGENDALIAN RESISTANSI PEMBUMIHAN TIPE MESH GARDU PORTAL TEGANGAN MENENGAH

TESIS

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**
ACHMAD SUBARDJO
2009511036

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

DEPOK

JANUARI 2023

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**SISTEM MONITOR DAN PENGENDALIAN
RESISTANSI PEMBUMIHAN TIPE MESH GARDU PORTAL
TEGANGAN MENENGAH**

TESIS

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat Magister
Terapan dalam Bidang Rekayasa Tenaga Listrik**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

ACHMAD SUBARDJO

2009511036

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
JANUARI 2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta






HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Achmad Subardjo
Nim : 2009511036
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Judul Tesis : **Sistem Monitor Dan Pengendalian Resistansi
Pembumian Tipe Mesh Gardu Portal Tegangan
Menengah**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Terapan Teknik Elektro pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro, Program Pasca Sarjana, Politeknik Negeri Jakarta.

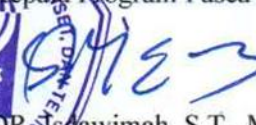
DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang	:	DR. A. Tossin Alamsyah, S.T., M.T	()
Pembimbing I	:	DR. Isdawimah, S.T., M.T	()
Pembimbing II	:	Ikhsan Kamil, S.T., M.Kom	()
Penguji I	:	Drs. Asrizal Tatang, S.T., M.T	()
Penguji II	:	Drs. Kusnadi, S.T., M.T	()

Ditetapkan di: Depok
Tanggal: 28 Januari 2023

Politeknik Negeri Jakarta
Kepala Program Pasca Sarjana,




DR. Isdawimah, S.T., M.T
NIP. 196305051988112001



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan dengan sebenarnya, bahwa tesis ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Jika di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diajukan oleh Politeknik Negeri Jakarta kepada saya.

Depok, 28 Januari 2023

Pihak yang membuat pernyataan,



Achmad Subardjo

Nim. 2009511036



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS



Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Achmad Subardjo

Nim : 2009511036

Tandatangan : 

Tanggal : 28 Januari 2023

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Achmad Subardjo
Nim : 2009511036
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Judul Tesis : **Sistem Monitor Dan Pengendalian Resistansi Pembedaan Tipe Mesh Gardu Portal Tegangan Menengah**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

” **Sistem Monitor Dan Pengendalian Resistansi Pembedaan Tipe Mesh Gardu Portal Tegangan Menengah** ”

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Tanggal : 28 Januari 2023
Yang membuat pernyataan,



Achmad Subardjo
Nim. 2009511036



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rachmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul:

” Sistem Monitor Dan Pengendalian Resistansi Pembumian Tipe Mesh Gardu Portal Tegangan Menengah”

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. DR. Isdawimah, S.T., M.T, sebagai dosen pembimbing dan Ketua Program Pasca Sarjana, yang dengan penuh kesabaran membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Ikhsan kamil, S.T., M.Kom, sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
3. DR. A. Tossin Alamsyah, S.T., M.T, selaku Kepala Program Studi MTTE sekaligus sebagai penguji.
4. Drs. Asrizal Tatang, S.T., M.T, dan Drs. Kusnadi, S.T., M.T, selaku Penguji.
5. Istri tercinta yang penuh perhatian dan kesabaran mendukung penulis selama melaksanakan kuliah di Politeknik Negeri Jakarta.

Semoga tesis ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana praktik mahasiswa dan terus dikembangkan di Laboratorium Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, sehingga layak untuk dimanfaatkan di industri.

Depok, 28 Januari 2023

Penulis,



Achmad Subardjo
Nim. 2009511036



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme	iii
Halaman Pernyataan Orisinalitas	iv
Halaman Persetujuan Publikasi	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Permasalahan Dalam Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Metoda Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Review Literatur	6
2.2. Pembumian Model Mesh	8
BAB III RANCANGAN PENELITIAN	12
3.1. Rancangan Penelitian	12
3.3. Foto Alat Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Pengujian Alat	25
4.2. Data Hasil Pengujian dan Analisis	25
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran	33
Daftar Pustaka	36
Lampiran	L



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Nama Gambar	Halaman
Gambar 1.1	Diagram alir metodologi penelitian	4
Gambar 2.1	Kontruksi pembumian model <i>Mesh</i>	8
Gambar 2.2	Teknik pengukuran resistansi pembumian <i>3-pole-fall-of-potential</i>	10
Gambar 2.3	Contoh alat ukur resistansi pembumian digital <i>3-pole-fall-of-potential</i>	11
Gambar 3.1	Rancangan arsitektur alat penelitian	13
Gambar 3.2	Diagram kerja kontrol yang direncanakan	14
Gambar 3.3	Konfigurasi peralatan untuk menghasilkan arus 0,01 sin wt A 128 Hz	14
Gambar 3.4	Sub-program untuk menghasilkan arus 0,01 sin wt A 128 Hz	16
Gambar 3.5	Konfigurasi peralatan pengukuran resistansi pembumian	16
Gambar 3.6	Pengukuran resistansi pembumian metoda <i>3 pole fall of potential</i>	18
Gambar 3.7	Rancangan tampilan <i>Dashboard</i> pada Host	19
Gambar 3.8	Rancangan tampilan <i>Dashboard</i> pada Client	19
Gambar 3.9	Source code pada Real-Time Processor	20
Gambar 3.10	Source code pengukuran resistansi	20
Gambar 3.11	Source code datalogger	20
Gambar 3.12	Source code TCP/IP Host	21
Gambar 3.13	Source code TCP/IP Client	21
Gambar 3.14	Sampel pembumian model mesh	22
Gambar 3.15	Pemasangan <i>grounding mesh</i> , bentonit, dan instalasi injeksi air	23
Gambar 3.16	Foto alat penelitian	24
Gambar 4.1	Konfigurasi pengujian sumber arus konstan	26
Gambar 4.2	Hasil pengukuran V_{peak} dan frekwensi menggunakan osiloskop	27
Gambar 4.3	Pengujian sumber arus konstan	27

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.4	Diagram alur pengujian sub bagian kontrol	29
Gambar 4.5	Grafik data hasil pengujian sub bagian kontrol	29
Gambar 4.6	Hasil data yang disimpan secara kontinyu setiap detik	30
Gambar 4.7	Grafik data hasil uji sampel pembumian	31



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Nomor	Nama Tabel	Halaman
Tabel 1-1	Spesifikasi Alat	2
Tabel 1-2	Komponen Alat (Hard & Software)	3
Tabel 2-1	Resistifitas Beberapa Jenis Tanah	9
Tabel 3-1	Spesifikasi Alat Penelitian	12
Tabel 3-2	Spesifikasi Pengukuran	15
Tabel 3-3	Spesifikasi Program Aplikasi	17
Tabel 4-1	Data Hasil Pengujian Sumber Arus Konstan	27



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Pembumian sangat penting untuk keamanan manusia dan peralatan listrik. Pengukuran kualitas pembumian didasarkan pada nilai resistansinya, dimana nilai ini sangat tergantung pada kondisi tanah, kedalaman penanaman elektroda, luas penampang elektroda dan type elektroda. Pada pembumian yang telah terpasang masih ada kemungkinan nilai resistansi berubah karena perubahan kondisi tanah. Kondisi tanah berubah pada saat terjadi perubahan musim, misalnya dari musim hujan menjadi musim kemarau dan sebaliknya. Pada musim kemarau pembumian akan mengalami kenaikan resistansi karena kelembaban tanah menurun. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian nilai resistansi pembumian secara otomatis, agar nilai resistansi pembumian tetap memenuhi standar yang berlaku pada saat musim berubah. Dalam penelitian ini dirancang alat yang dapat memonitor dan mengendalikan resistansi pembumian secara otomatis, dengan cara menginjeksikan air sumur ke dalam tanah di lokasi penanaman pembumian. Kontrol yang digunakan jenis Hysterisis dengan metoda pengukuran resistansi 3-pole fall of potensial. Alat ini dirancang untuk daerah ukur resistansi 0,1 – 500 ohm, dan kesalahan efektif < 1%.. Data disimpan tiap detik dalam bentuk file teks (DATALOG.txt). Software yang digunakan adalah LabVIEW 2015. Hasil uji menunjukkan, alat mampu mengendalikan resistansi pembumian 0,1 – 100 ohm, dengan kesalahan pengukuran resistansi sebesar $\pm 0,7\%$

Kata kunci: Monitor, Pengendalian, Resistansi Pembumian

ABSTRACT

Earthing is essential for the safety of people and electrical equipment. The measurement of earthing quality is based on its resistance value, which is highly dependent on soil conditions, electrode planting depth, electrode cross-sectional area and electrode type. In installed earthing, there is still a possibility of the resistance value changing due to changes in soil conditions. Soil conditions change during seasonal changes, for example from the rainy season to the dry season and vice versa. In the dry season, earthing will experience an increase in resistance because soil moisture decreases. Therefore, it is necessary to control the earthing resistance value automatically, so that the earthing resistance value still meets the applicable standards when the season changes. In this research, a device is designed that can monitor and control the earthing resistance automatically, by injecting well water into the soil at the earthing planting location. The control used is Hysterisis type with 3-pole fall of potential resistance measurement method. This tool is designed for resistance measurement area of 0.1 - 500 ohms, and effective error < 1%. Data is stored every second in the form of text files (DATALOG.txt). The software used is LabVIEW 2015. The test results show that the tool is able to control the earthing resistance of 0.1 - 100 ohms, with a resistance measurement error of $\pm 0.7\%$.

Keywords: Monitoring, Control, Earthing Resistance



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG PENELITIAN

Sistem pembumian (*earth grounding*) sangat penting untuk melindungi keselamatan manusia dan menjaga keandalan peralatan listrik. Bangunan tempat tinggal, perkantoran, maupun pabrik harus dilengkapi dengan sistem pembumian. Untuk menurunkan resistansi pembumian, sering digunakan bahan kimia di sekitar elektroda. Penggunaan elemen-elemen ini tidak dapat mencapai resistansi yang sangat kecil terutama dalam kasus tanah liat kering. Selain itu, harganya cukup mahal [1]. Selain itu, tipe pembumian (seperti Rod, Mesh, dan lainnya) juga sangat berpengaruh. Akan tetapi, performa sistem pembumian jenis apapun sangat bergantung pada musim. Ketika musim penghujan resistansinya akan terpenuhi, akan tetapi ketika musim kemarau umumnya resistansinya akan naik. Atas dasar hal tersebut, maka dalam penelitian ini peneliti mencoba mengendalikan resistansi pembumian tipe Mesh, dengan cara menyuntikkan air secara otomatis ke dalam ground mesh ketika resistansinya naik di atas ambang batas yang diijinkan (terutama saat musim kemarau).

Sampel alat penelitian dipasang pada Gardu Portal Tegangan Menengah di Laboratorium Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta. Pembumian menggunakan tipe Mesh dengan ukuran 4 x 4 menggunakan jenis kawat tembaga serabut tanpa isolasi (*bare conductor*) diameter 10 mm, dimana masing-masing mesh berukuran 25 cm x 25 cm, ditanam di dalam tanah dengan kedalaman 1 m. Hasilnya diharapkan mampu mengendalikan resistansi pembumiannya sesuai yang dipersyaratkan dalam Persyaratan Umum PUIL.

Dalam penelitian ini, sistem pengukuran resistansi pembumian menggunakan metode *3-pole-fall-of-potential*. Proses injeksi arus, akuisisi tegangan, dan penyuntikkan air dilakukan secara otomatis oleh komputer, menggunakan software LabVIEW. *Software* ini didedikasikan khusus untuk *Automated Test and Automated Measurements* [2].



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1.2 RUMUSAN PERMASALAHAN DALAM PENELITIAN

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah memonitor dan mengendalikan resistansi pembumian tipe Mesh menggunakan metode *3-pole-fall-of-potential* sesuai persyaratan standar IEEE.80-2000 [3], yaitu merancang arsitektur sistem; menentukan spesifikasi sistem; membangun sistem (*hard & software*); mengevaluasi hasil.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah mendesain dan merealisasi alat untuk Memonitor dan Mengendalikan resistansi pembumian tipe Mesh, sesuai persyaratan standar *IEEE.80-2000*.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Mengingat penelitian ini dibatasi oleh waktu dan ketersediaan dana yang terbatas, maka peneliti membatasi sebagai berikut:

a. Pembumian

Pembumian model Mesh ukuran 4x4 dengan dimensi elemen mesh masing-masing 25 cm x 25 cm, menggunakan kawat tembaga serabut diameter 10 mm, ditanam ke dalam tanah sedalam 1 m.

b. Sumber arus eksitasi

Arus ac konstan 10 sin ωt mA (*ac current source*) dengan frekuensi sebesar 128 Hz diinjeksi dari elektroda E ke C.

c. Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem dirancang sesuai Tabel 1-1

Tabel 1-1 Spesifikasi Alat

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan/Keterangan
1. Arus Eksitasi	Iext	10 sin ωt mA, 128 Hz	
2. Daerah Ukur Resistansi	Rg	0.1 to 560	Ω
3. Kepresisian Pengukuran	U	1	<i>Digit of presisian</i>
5. Metode Pengukuran			<i>3-pole-fall-of-potential</i>
6. Metode Kontrol	Ctrl	On-Off	
Histerisis	H	$\pm 0,5$	Ω

Fasilitas:

- File *datalogger*
- HMI (*human machine interface*)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

d. Membangun sistem

Sistem dibangun dengan menggunakan komponen (*hard & software*) sesuai Tabel 1-2.

Tabel 1-2 Komponen Alat (*hard & software*)

No	Komponen	Merk/Tipe	Keterangan
1	<i>Application Program</i>	LabVIEW 2015	National Instruments, US
2	<i>Data Acquisition</i>	NI-9174, NI-9265, NI-MyRIO 1900	National Instruments, US
3	<i>Current source</i>	10 sin ωt mA/f=128Hz	
4	<i>Grounding Mesh</i>	1 x 1 m	Custom

e. Mengevaluasi sistem

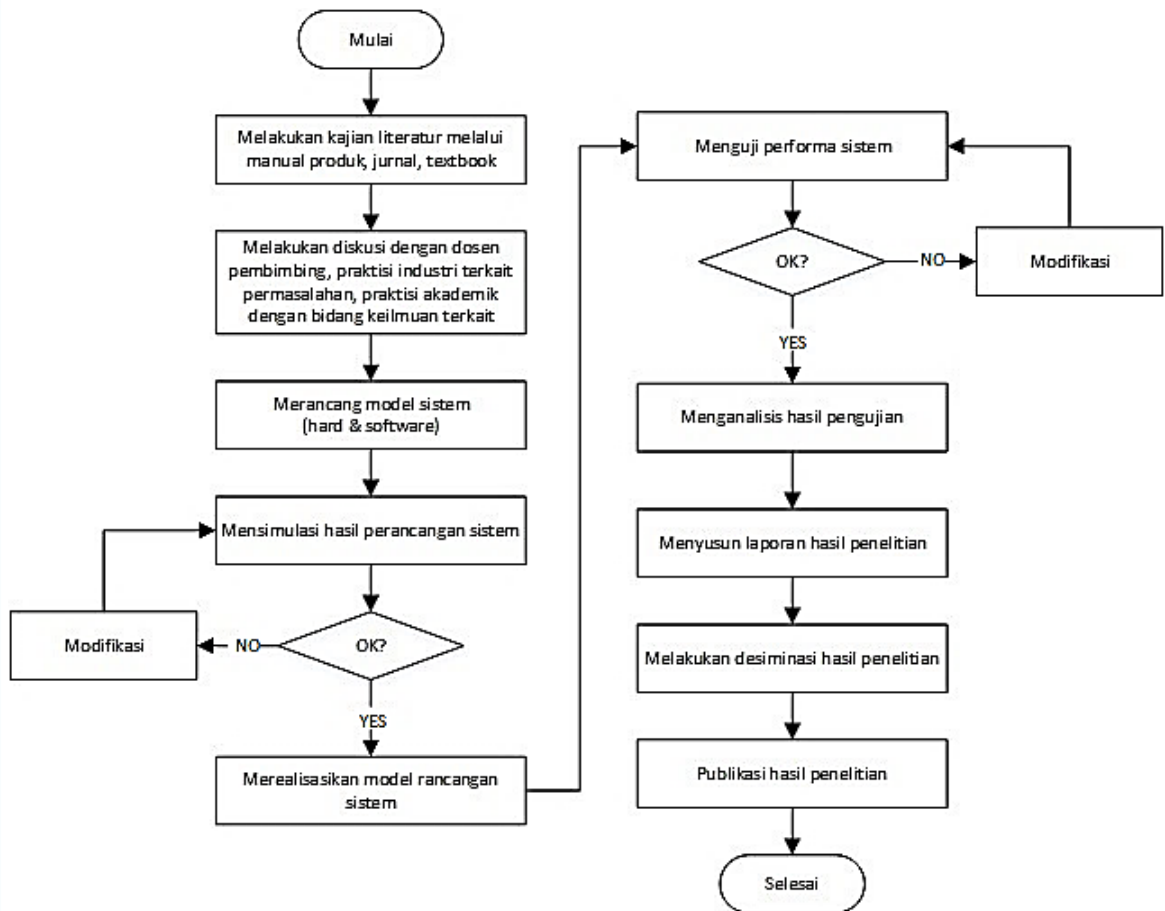
Untuk mengetahui performa sistem, evaluasi dilakukan selama 3 x 24 jam kontinyu tanpa terputus.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini masih dalam tahap validasi dengan menggunakan peralatan data akuisisi standar industri (National Instruments, US) dan LabVIEW 2015. Luaran penelitian ini dapat digunakan sebagai sarana praktik mahasiswa di Lab. Teknik Listrik, Teknik Elektro, PNJ. Untuk tujuan komersil, rancangan arsitektur dan algoritma alat ini bisa dikembangkan lebih lanjut menjadi prototipe (siap produk massal dan sudah tersertifikasi). Agar nilai ekonominya bisa bersaing di pasaran, maka platform teknologi bisa menggunakan mikrokontroler.

1.6 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram alir metodologi penelitian

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Kajian Literatur

Kajian literatur meliputi teori fundamental; jurnal penelitian tentang pbumian, standar IEEE 80-2000 tentang Grounding; melakukan konsultasi dengan para pakar terkait dan dosen pembimbing; dan menyusun proposal penelitian.

2. Mendesain Model Sistem

Meliputi desain model prototipe sistem pengukuran otomatis untuk mengevaluasi resistansi pbumian.

3. Simulasi Hasil Desain

Melakukan simulasi pengukuran, perekaman dan pengolahan data ke dalam bentuk laporan pengujian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Modifikasi Pertama
Modifikasi pertama meliputi modifikasi rancangan jika hasil simulasi belum sesuai dengan yang direncanakan.
5. Realisasi
Merealisasikan hasil rancangan sistem menjadi prototipe alat (*hard & software*).
6. Menguji Prototipe Alat
Pengujian dilakukan di Lab. Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta untuk mendapatkan performa prototipe alat, apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan. Parameter yang diuji adalah pengukuran resistansi pbumian, penyimpanan data, dan *reporting*.
7. Modifikasi Kedua
Modifikasi kedua dilakukan pada *hardware* jika hasil pengujian belum sesuai dengan yang direncanakan.
8. Melakukan Evaluasi Data
Melakukan komparasi antara data hasil pengukuran dengan alat yang dimiliki oleh Lab. Teknik Listrik untuk mendapatkan besarnya kesalahan hasil pengukuran.
9. Menyusun Laporan Hasil Penelitian
Menyusun laporan hasil penelitian sesuai dengan apa yang dilakukan dan hasil yang didapatkan.
10. Mempertanggung-jawabkan Hasil Penelitian
Peneliti melakukan diseminasi dan publikasi hasil prenelitian dihadapan penguji.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Didasarkan pada data hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, maka didapat simpulan sebagai berikut:

- a. Alat berfungsi sesuai yang direncanakan, yaitu dapat mengukur, memonitor, dan menyimpan data hasil pengukuran resistansi pembumian secara kontinyu menggunakan metoda *3 pole fall of potensial*.
- b. Performa sumber arus konstan alat ini adalah sebesar 9,966 mA (peak) dengan kesalahan efektif sebesar $\pm 0,697\%$ untuk daerah ukur 0,1 – 560 Ω , sehingga memenuhi persyaratan rancangan.
- c. Frekwensi rancangan adalah $128 \text{ Hz} \leq \pm 1\%$, terukur $126,05 \text{ Hz} \pm 1\%$, sehingga terjadi kesalahan sebesar -1,95 Hz.
- d. Hasil pengujian sampel, pembumian tipe mesh yang terpasang di Lab. Teknik Listrik memiliki kualitas baik, dengan nilai resistansi $< 5\Omega$.
- e. Pengendalian resistansi pembumian dengan menggunakan injeksi air tanah dari alat ini, sangat signifikan untuk menjaga rentang nilai resistansi pembumian yang diinginkan, sehingga layak untuk dijadikan pilihan alternatif, terutama pada saat musim kemarau.
- f. Alat yang dihasilkan masih dalam tahapan validasi (bukan merupakan prototipe), sehingga nilai ekonominya belum diperhitungkan.

5.2. Saran

Jika hasil penelitian ini akan dikembangkan lebih lanjut menjadi prototipe, maka penulis menyarankan untuk fokus pada bagian akuisisi arus dan pewaktuannya, agar frekwensinya tepat $128 \text{ Hz} \pm 1\%$. Selain itu, agar bias bersaing di pasaran dari sisi nilai ekonomi, pemilihan platform teknologi mikrokontroler untuk kontroler dan akuisisi data bisa dijadikan alternatif pilihan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. El-tous and S. A. Alkhaldeh, "An Efficient Method for Earth Resistance Reduction Using the Dead Sea Water," *Energy Power Eng.*, vol. 6, no. April, pp. 47–53, 2014.
- [2] National Instruments, "Introduction to LabVIEW and Computer Based Measurement," NI, US, January, 2010.
- [3] M. A. O. Schroeder, M. M. Afonso, T. A. S. Oliveira, and S. C. Assis, "Computer Analysis of Electromagnetic Transients in Grounding Systems Considering Variation of Soil Parameters with Frequency," vol. 2012, no. December, pp. 475–480, 2012.
- [4] N. A. Shalash, A. M. A. Haidar, K. A. Sattar, and E. T. Al, "Grounding Locations Assessment of Practical Power System," vol. 2012, no. January, pp. 19–27, 2012.
- [5] R. M. Kamel, A. Chaouachi, and K. Nagasaka, "Design and Testing of Three Earthing Systems for Micro-Grid Protection during the Islanding Mode," vol. 2010, no. November, pp. 132–142, 2010.
- [6] I W. A. Premei Artha, I G.N. Janardana, I W. Arta Wijaya, "Analisis Dan Desain Sistem Pembumian Gardu Distribusi Pada Lahan Sempit Di Tanah Berbatu", *Jurnal SPEKTRUM* Vol. 8, No. 1, 2021.
- [7] Mehta Arjunsingh A, Singh S. N., Singhal M.K, "Earthing System Design for Small Hydropower (SHP) Station- A Review". *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*. 2012 June; Vol.4.
- [8] W. Keith Switzer, "Practical Guide to Electrical Grounding", Salon, Ohio44139: ERICO, 199. III p, 15p.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

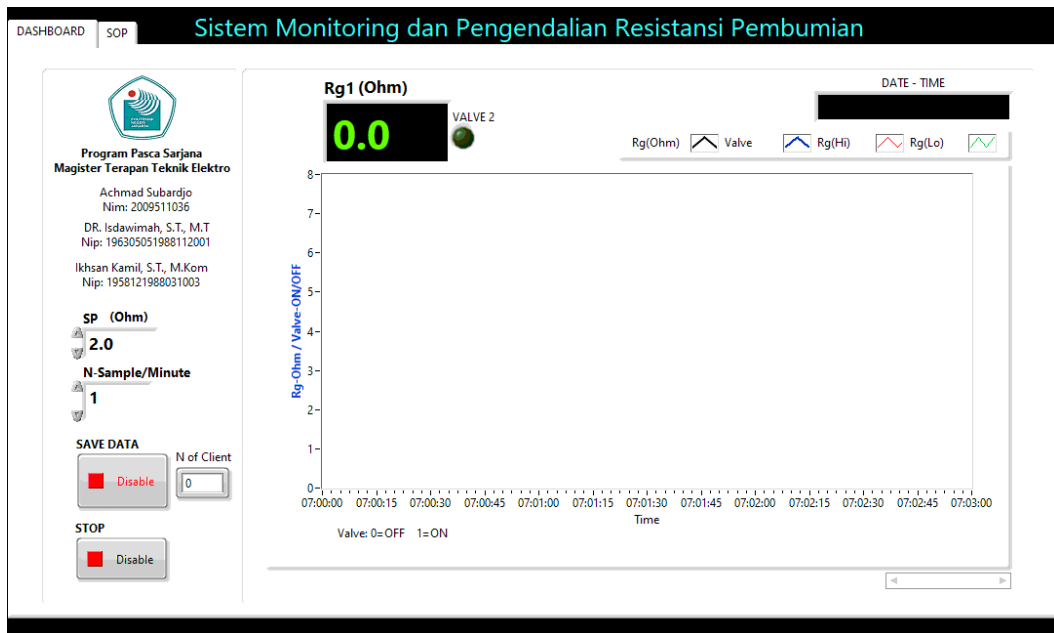
LAMPIRAN 1: Dashboard dan Source code program keseluruhan alat penelitian



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



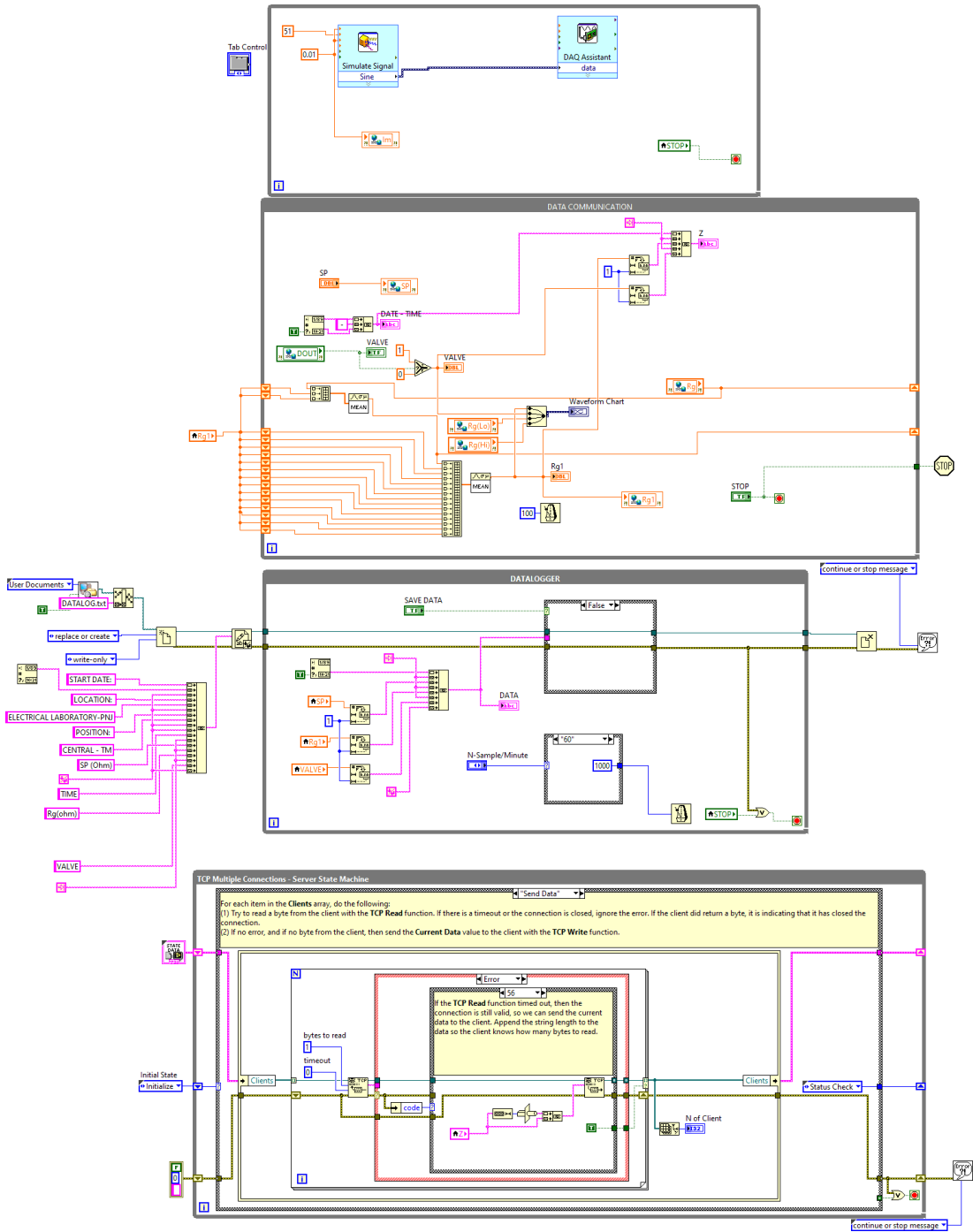
Gambar L-1: Dashboard utama (Komputer Host)

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar L-2 Source code program keseluruhan alat penelitian