

**DISAIN DAN ANALISIS ALAT *MONITORING*
PENGENDALIAN NILAI TAHANAN TANAH
DI GERBANG TOL PEKANBARU-DUMAI**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

AKMAL ZUHARI

NIM : 1920201043

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri/tidak plagiat, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk pembatalan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh.

Nama : Akmal Zuhari
Nim : 1920201043
Tanggal : 04 Februari 2025

Tanda Tangan



Akmal Zuhari
1920201043

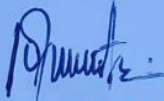
LEMBAR PELAKSANAAN

Judul : Desain dan Analisis Alat Monitoring dan Pengendalian Nilai
Tahanan Tanah di Gerbang Tol Pekanbaru-Dumai
Nama : Akmal Zuhari
Nim : 1920201043
Program Studi : Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji
pada Semester Ganjil Tahun Ajaran 2024/2025

Disetujui Oleh :
TIM PENGUJI

Ketua


Zulfahri, S.T., M.T.
NIDN. 1007097202

Sekretaris


Monice, S.ST., M.T.
NIDN. 1028088304

Anggota Penguji I


Ir. Masnur Putra Halilintar.M.Si.
NIDN. 0020106502

Anggota Penguji II


Elvira Zondra, S.T., M.T.
NIDN. 1022047302

Anggota Penguji III


Hazra Yuvendius, S.T., M.T.
NIDN. 1025047901

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Desain dan Analisis Alat Monitoring Pengendalian Nilai
Tahanan Tanah di Gerbang Tol Pekanbaru-Dumai
Nama : Akmal Zuhari
Nim : 1920201043
Program Studi : Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning, Sesuai dengan Berita Acara Nomor : 576 /FT/Ad/2025

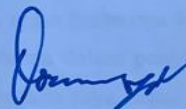
Disetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Abrar Tanjung, S.T., M.T.
NIDN. 1020117001



Dr. Darmansyah, S.T., M.T.
NIDN. 0009127204

Diketahui,

Dekan

Ketua Prodi Teknik Elektro


Dr. Zainuri, S.T., M.T.
NIK. 00 01 198
Zulfahri, S.T., M.T.
NIK. 03 01 207

Sidang Meja Hijau : Pekanbaru, 04 Februari 2025

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rasa puji dan syukur kepada Allah Swt dan atas dukungan dari orang tua tercinta, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu di Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Untuk Orang Tua

Kepada Ayah Syahrizul dan Ibu Gusmawati, yang selalu memberikan dukungan dan selalu mendoakan tanpa henti dalam proses yang saya lalui dan selalu mengajarkan saya menjadi seseorang yang mandiri.

2. Kepada Kakak dan Adik

Kepada kakak Nurul Diana dan adik Abdul Fikri yang selalu memberikan dukungan dan bantuan baik bantuan moril dan materil tanpa henti kepada saya.

3. Kepada Dosen Pembimbing

Kepada Bapak Abrar Tanjung, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Darmansyah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi, saya ingin berterima kasih sebanyak-banyaknya atas masukan, bantuan serta kesabaran dalam penyelesaian skripsi saya. semoga kebaikan yang bapak berikan kepada saya dapat dibalas dengan keberkahan dan rezeki yang tidak terhingga.

Dalam hidup ini, tidak semua yang kita harapkan dapat langsung terwujud akan ada pengorbanan yang harus dilakukan. “Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri” (*QS. Ar-Rad: 11*).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah Swt karena berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning beserta laporan nya yang berjudul:

DESAIN DAN ANALISIS ALAT *MONITORING* PENGENDALIAN

NILAI TAHANAN TANAH DI GERBANG TOL

PEKANBARU-DUMAI

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning. Tidak lupa pula mengucapkan terima kasih atas bantuan dan masukan serta bimbingan dari berbagai pihak baik dalam proses perkuliahan maupun penulisan tugas akhir ini. Sehingga penyusunan tugas akhir ini selesai tepat waktu, dan mengucapkan ribuan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Zainuri, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Bapak Zulfahri, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
3. Bapak Abrar Tanjung, S.T., M.T., selaku Pembimbing I.
4. Bapak Dr. Darmansyah, S.T., M.T. selaku Pembimbing II.
5. Seluruh dosen-dosen pengajar Teknik Elektro, yang telah banyak membantu, membimbing, serta membagikan ilmu kepada saya.
6. Kedua orang tua, yang selalu memberikan doa dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan yang selalu mendukung penulis untuk menyelesaikan Seminar Tugas Akhir ini. Semoga kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini dibalas Allah SWT dengan kebaikan yang berlipat ganda. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Pada penulisan tugas akhir ini masih banyak memiliki kekurangan sehingga penulis memohon maaf agar dapat dimaklumi. Semoga naskah tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca dan yang utama kepada diri penulis sendiri.

Pekanbaru, 15 Januari 2025

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'AKMAL ZUHARI'.

AKMAL ZUHARI

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Lancang Kuning, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Akmal Zuhari

NIM : 1920201043

Program Studi : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non- exclusive Royalty- Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul:

**DESAIN DAN ANALISIS ALAT *MONITORING* PENGENDALIAN NILAI
TAHANAN TANAH DI GERBANG TOL PEKANBARU- DUMAI**

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Royalti Noneksklusif ini Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, 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 sebenar-benarnya.

Dibuat : Pekanbaru

Pada : 12 Mei 2025

Yang menyatakan



Akmal Zuhari

ABSTRAK

Pada instalasi listrik perlu diperhatikan kehandalan instalasi dan keamanan perangkat yang terhubung ke jaringan listrik dan penggunaanya. Sistem pentanahan adalah suatu sistem yang digunakan untuk menghubungkan peralatan listrik atau sebuah instalasi dengan tanah yang memiliki tujuan mengalirkan arus gangguan ke tanah. Semakin kecil nilai pentanahan maka kemampuan mengalirkan arus gangguan ke tanah semakin baik, sehingga arus gangguan tidak mengalir ke peralatan dan tidak membuat dampak kerusakan pada peralatan. Desain dan analisis alat *monitoring* serta pengendalian nilai tahanan tanah bertujuan untuk memastikan bahwa nilai tahanan tanah tetap berada dalam batas yang sesuai dengan standar keselamatan. Uji coba dilakukan pada Tol Pekanbaru-Dumai yaitu pada Gerbang Tol Minas. Komponen utama yang digunakan meliputi Arduino Mega 2560, sensor arus ACS712A, sensor tegangan ZMPT101B, RTC DS3231, LCD 20x4, dan relay dan ESP 32. Pengujian perangkat dilakukan selama 6 jam, menghasilkan data nilai tahanan tanah menggunakan alat yang dibandingkan dengan *earth tester*. Hasil menunjukkan rata-rata persentase *error* sebesar 5,26%, memberikan akurasi pengukuran sebesar 94,74%. Sistem juga dilengkapi pembacaan kelembaban tanah, yang berperan dalam memantau nilai tahanan tanah. Penurunan nilai tahanan dilakukan dengan menambahkan zat aditif berupa garam dan arang, sehingga nilai tahanan tanah menurun dari 10,06 Ohm menjadi 5,04 Ohm, nilai yang didapatkan ini memenuhi standar yang ditetapkan yaitu $PUIL < 5 \text{ Ohm}$. Perhitungan tegangan sentuh dan tegangan langkah dengan hasil masing-masing sebesar 135,954 Volt dan 141,981 Volt, yang memenuhi standar IEEE-80. Kesimpulannya, sistem yang dirancang efektif untuk monitoring dan perbaikan nilai *grounding* serta memenuhi standar keamanan yang berlaku.

Kata kunci : Monitoring, Arduino Mega 2560, Penumaian, *earth tester*.

ABSTRACT

In electrical installations, it is necessary to pay attention to the reliability of the installation and the safety of devices connected to the electrical network and their users. A grounding system is a system used to connect electrical equipment or an installation to the ground with the aim of channeling fault currents to the ground. The smaller the grounding value, the better the ability to conduct fault currents to the ground, so that fault currents do not flow to the equipment and do not cause damage to the equipment. The design and analysis of monitoring tools and control of soil resistance values aims to ensure that soil resistance values remain within limits in accordance with safety standards. The trial was carried out on the Pekanbaru-Dumai Toll Road, namely at the Minas Toll Gate. The main components used include Arduino Mega 2560, ACS712A current sensor, ZMPT101B voltage sensor, RTC DS3231, LCD 20x4, and relay and ESP 32. Testing of the device was carried out for 6 hours, producing data on soil resistance values using a tool compared to an earth tester. The results show an average error percentage of 5.26%, giving a measurement accuracy of 94.74%. The system is also equipped with soil moisture readings, which play a role in monitoring soil resistance values. Reducing the resistance value was carried out by adding additives in the form of salt and charcoal, so that the soil resistance value decreased from 10.06 Ohm to 5.04 Ohm, the value obtained met the set standard, namely $PUIL < 5$ Ohm. Calculation of touch voltage and step voltage with results of 135.954 Volts and 141.981 Volts respectively, which meets IEEE-80 standards. In conclusion, the system designed is effective for monitoring and improving grounding values and meets applicable safety standards.

Keywords: Monitoring, Arduino Mega 2560, Earthing, earth tester.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TIDAK PLAGIAT	ii
LEMBAR PELAKSANAAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Rumusan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Pentanahan.....	4
2.2 Tujuan Pentanahan	5
2.3 Jenis Jenis Pentanahan.....	6
2.3.1 Pentanahan Sistem.....	6
2.3.2 Pentanahan Peralatan	7
2.4 Tegangan Sentuh	7
2.5 Tegangan Langkah	9
2.6 Resistansi Pentanahan	10
2.6.1 Perbaikan Nilai Tahanan Tanah.....	12
2.6.2 Arang	12

2.6.3 Garam	13
2.6.4 <i>Earth Tester</i>	14
2.7 Elektroda Pentanahan	14
2.7.1 Elektroda Batang	16
2.7.2 Elektroda Pita.....	17
2.7.3 Elektroda Pelat.....	18
2.8 <i>Internet of Things</i>	19
2.9 Arduino.....	20
2.9.1 Arduino Mega 2560	20
2.9.2 Arduino UNO	21
2.9.3 Arduino <i>Mini</i>	22
2.10 Sensor Tegangan	23
2.10.1 Sensor Tegangan ZMPT101b.....	23
2.10.2 Sensor ADS1115	23
2.11 Sensor Arus	24
2.11.1 Sensor Arus ACS712A	24
2.11.2 Sensor INA219	25
2.11.3 Sensor PZEM 004T	25
2.12 <i>Liquid Crystal Unit</i> (LCD)	26
2.13 <i>Real Time Clock</i> (RTC) DS3231	27
2.14 Rele.....	27
2.15 Sensor Kelembaban Tanah.....	28
2.16 ESP32	28
2.17 Catu Daya	29
2.18 <i>Software</i> Arduino IDE.....	31
2.19. Perhitungan Kalibrasi	33

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	35
3.2 Data Hasil Pengukuran	35
3.3 Alat dan Bahan	36
3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian	37
3.4.1. Alur Penelitian	38

3.4.2. <i>Blok Diagram</i>	38
3.4.3 <i>Flowchart</i> Sistem.....	41
3.4.4 Perancangan Perangkat Keras.....	42
3.4.5 Pembuatan Program dengan <i>Software</i> Arduino IDE	44
3.4.6 Cara Kerja <i>Monitoring</i> IoT.....	46
3.5 Prinsip Kerja.....	47
3.6 Tahapan Penurunan Nilai Tahanan Tanah	48
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Desain <i>Hardware</i>	51
4.2 Hasil Pembuatan Program	52
4.3 Tampilan <i>Monitoring</i>	55
4.4 Hasil Pengujian Alat.....	56
4.4.1 Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Tanah	56
4.4.2 Hasil Pengukuran Kelembaban Tanah.....	60
4.5 Perhitungan Nilai Tahanan Tanah.....	61
4.5.1 Hasil Perbaikan Nilai Tahanan Tanah Menggunakan Zat Adiktif.....	62
4.6 Perhitungan Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah	63
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	lxvii
LAMPIRAN	lxix

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tegangan Sentuh	8
Gambar 2.2 Tegangan Langkah	9
Gambar 2.3 Arang	13
Gambar 2.4 Garam	14
Gambar 2.5 <i>Earth</i> Tester	14
Gambar 2.6 Elektroda Batang	17
Gambar 2.7 Elektroda Pita	17
Gambar 2.8 Elektroda Pelat	18
Gambar 2.9 Antar Muka <i>Internet Of Thing</i>	19
Gambar 2.10 Arduino Mega 2560	21
Gambar 2.11 Arduino Uno	22
Gambar 2.12 Arduino <i>Mini</i>	22
Gambar 2.13 ZMPT101B	23
Gambar 2.14 ADS1115	24
Gambar 2.15 Sensor ACS712A	25
Gambar 2.16 Sensor INA219	25
Gambar 2.17 Sensor PZEM 004T	26
Gambar 2.18 <i>Liquid Crystal Unit</i> (LCD)	26
Gambar 2.19 <i>Real Time Clock</i> (RTC)	27
Gambar 2.20 Rele	28
Gambar 2.21 Sensor Kelembaban	28
Gambar 2.22 ESP32	29
Gambar 2.23 Blok Diagram Catu Daya	30
Gambar 2.24 <i>Software</i> Arduino IDE	32
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	37
Gambar 3.2 Blok Diagram	39
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Sistem	41
Gambar 3.4 <i>Wiring Diagram</i>	42
Gambar 3.5 Jendela <i>Editor</i>	45
Gambar 3.6 <i>Verify</i>	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada instalasi listrik perlu diperhatikan kehandalan instalasi dan keamanan perangkat yang terhubung ke jaringan listrik dan penggunaannya. Sistem pengamanan gangguan yang terjadi pada peralatan listrik atau jaringan terhadap tegangan lebih seperti petir dan gangguan hubung singkat, disebut dengan sistem pentanahan. Sistem pentanahan adalah suatu sistem yang digunakan untuk menghubungkan peralatan listrik atau sebuah instalasi dengan tanah yang tujuannya untuk mengalirkan arus gangguan ketanah. Sistem pentanahan yang baik mempunyai nilai resistansi pentanahan yang kecil.

Semakin kecil nilai pentanahan maka kemampuan mengalirkan arus gangguan ketanah semakin baik, sehingga arus gangguan tidak mengalir ke peralatan dan tidak membuat dampak kerusakan pada peralatan. Kualitas sistem pentanahan dapat dilihat dari nilai resistansi yang terukur, Menurut standar PUIL 2000, nilai resistansi yang baik adalah antara 0 s/d 5 Ω . Jika hasil pengukuran nilai pentanahan menunjukkan $\geq 5 \Omega$, maka nilai resistansi pentanahan tersebut tidak sesuai dengan standarisasi instalasi listrik yang berlaku. Nilai tahanan tanah yang berubah disebabkan berbagai faktor-faktor yang mempengaruhi adalah curah hujan dan jenis tanah, hal ini membuat operator harus mengukur nilai tahanan tanah setiap waktu, oleh karena itu lah di perlukan nya alat monitoring dan pengendalian tanah secara otomatis sehingga nilai tahanan tanah lebih terjaga dan mempermudah operator dalam memonitoring nilai pentanahan tersebut.

Sejak berdirinya jalan Tol pekanbaru-dumai, permasalahan sering terjadi adalah sambaran petir dan arus berlebih pada Gerbang Tol yang mengakibatkan sistem kontrol peralatan dan sensor sensor menjadi rusak. Sistem kontrol dan sensor memiliki peran yang penting pada saat kendaraan keluar dan masuk jalan Tol. Ini Menyebabkan terjadinya kerusakan peralatan dan mengakibatkan aktivitas transaksi masuk dan keluar pada Gerbang Tol menjadi terganggu. Berdasarkan latar belakang yang diuraikan penulis akan membuat penelitian yang berjudul “Desain dan Analisis Alat Monitoring dan Pegendalian Nilai Tahanan Tanah di Gerbang Tol Pekanbaru-Dumai”.

1.2. Tujuan Penelitian

1. Merancang dan menganalisis alat monitoring dan pengendalian nilai tahanan tanah di Gerbang Tol Pekanbaru-Dumai.
2. Mengetahui berapa persentase *error* kesalahan alat yang dibuat dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur.
3. Mengetahui berapa lama waktu yang digunakan dalam penurunan nilai tahanan tanah setelah dimasukan zat adiktif.

1.3. Manfaat Penelitian

1. Sistem yang dibuat dapat membantu petugas dalam memonitoring nilai tahanan tanah di Gerbang Tol Pekanbaru-Dumai.
2. Untuk dapat mengatasi permasalahan nilai tahanan *grounding* pada Gerbang Tol Pekanbaru-Dumai.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah yang ada bisa dirumuskan:

- a. Bagaimana merancang dan menganalisis alat monitoring dan pengendalian nilai tahanan tanah di Gerbang Tol Pekanbaru-Dumai.
- b. Bagaimana hasil persentase *error* alat yang dibuat dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur.
- c. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk menurunkan nilai tahanan tanah.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibagi menjadi 5 (lima) bab, dimana setiap bab penulis akan membahas dalam suatu sistematika:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penulisan, batasan masalah, rumusan masalah dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori pendukung yang digunakan dalam penulisan tugas akhir.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang peralatan peralatan dan bahan bahan yang digunakan, menjelaskan tahapan tahapan penelitian dalam bentuk *flowchart*, gambaran sistem yang akan diteliti.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang membuat deskriptif dari penelitian, membuat data data hasil pengujian, serta perhitungan dan analisis dari hasil pengujian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan Kesimpulan dan saran dari pembahasan yang sudah dilakukan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisa maka akan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian desain dan analisis alat monitoring dan pengendalian nilai tahanan tanah, alat ini dapat membaca nilai tahanan tanah dan dapat melakukan pengendalian pada nilai tahanan tanah.
2. Hasil penelitian dari perbandingan persentase *error* dari pembacaan alat dan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur *earth tester*. Jumlah rata rata persentase *error* dari 4 kali pengukuran, 94,74%.
3. Dari hasil perbaikan nilai tahanan tanah. Zat adiktif garam dan arang dapat menurunkan nilai tahanan tanah. Dalam waktu 5 jam nilai tahanan tanah pada pengukuran awal yaitu sebesar 10,06 Ohm setelah menggunakan zat adiktif nilai tahanan tanah dapat diturunkan menjadi 5,04 Ohm.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah :

1. Untuk penggunaan zat adiktif terutama pada penggunaan garam, garam tidak disarankan digunakan secara terus menerus dalam menurunkan nilai tahanan tanah, garam dapat membuat batang *grounding* menjadi korosi dan akan merusak tanah pada sekitaran batang elektroda.
2. Lakukan pengujian di berbagai jenis tanah untuk memastikan alat dapat berfungsi secara optimal di berbagai kondisi dan Perbanyak uji coba waktu panjang untuk mengetahui keandalan alat dalam penggunaan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, J. (2021). *Pengukuran Nilai Grounding Terbaik Pada Kondisi Tanah Berbeda*. *Jurnal Eltikom*, 5(1), 40–47.
- Bachri, A., Laksono, A. B., & Maulana, A. F. (n.d.). (2022) *Monitoring Kelembaban Tanah Pada Sistem Pentanahan (Grounding) Instalasi Rumah Tangga Dengan Sistem Arang Aktif-Garam Berbasis Atmega 328*. 14(1), 63–66.
- Budiman, H., Sirait, B., Program, Teknik, S., Jurusan, E., & Elektro, T. (n.d.). *Evaluasi Tegangan Sentuh Tegangan Langkah Dan Tegangan Pindah Gitet 275 Kv Bengkayang*.
- Herawati, A., Pakpahan, R. J., Rodiah, Y., & Anggraini, I. N. (2024). *Perancangan Sistem Pentanahan Pada Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Bengkulu Dengan Metode Two-Layer Soil Vertical Rod Configuration*. *JURNAL AMPLIFIER : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 14(1), 43–50.
- IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding*. (2000).
- Jurnal, M., & Vol. (2014). *Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Pada Area Reklamasi Pantai Citraland*. 1(1).
- Waluyanti, dkk. (2008). *Alat Ukur dan Teknik Pengukuran*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional/
- Lapanporo -, B. P. (2018). *Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P*. VI(01), 26–33.
- Nawir, H., Djalal, M. R., & Sonong, S. (2018). *Rancang Bangun Sistem Pentanahan Penangkal Petir Pada Tanah Basah dan Tanah Kering pada Laboratorium Teknik Konversi Energi*. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 2(2), 1–39.
- Nurdiana, N., Nurdin, A., Aditya, D., & Yoga, P. (2019). *Pengaruh Kedalaman Terhadap Tahanan Pentanahan Di Area Rusunawa Kampus Universitas Pgri Palembang*. *Jurnal ampere*, 4(2).
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Badan Standardisasi Nasional, ICS, 91, 50.
- Sumardjati ,dkk., Direktorat, K., Manajemen, J., Dasar, P., & Menengah, D. (n.d.). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1 Smk*.

- Setiawan, D., Syakur, A., & Nugroho, A. (n.d.). *Analisis Pengaruh Penambahan Garam Dan Arang Sebagai Soil Treatment Dalam Menurunkan Resistansi Pentanahan Variasi Kedalaman Elektroda*.
- Tanjung Jurusan Teknik Elektro, A., Teknik, F., Lancang Kuning Jl Yos Sudarso Km, U., & Pekanbaru, R. (2015). *Analisis Sistem Pentanahan Transformator Distribusi Di Universitas Lancang Kuning Pekanbaru*. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 12(2), 292–299.
- Teknologi, J., & Uda, E. (2019). Studi Pembedaan Peralatan dan Sistem Instalasi Listrik Pada Gedung Kantor Bictpt. Pelindo I (Persero) Belawan. In *Jurnal Teknik Elektro: Vol. VIII* (Issue 2).