STUDI PERBANDINGAN TEGANGAN LANGKAH AKTUAL DI LAPANGAN DENGAN SIMULASI *TRAINER KIT*

Laporan Akhir Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro

OLEH

NABILA SHADA
062230310439

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025

STUDI PERBANDINGAN TEGANGAN LANGKAH AKTUAL DI LAPANGAN DENGAN SIMULASI *TRAINER KIT*

OLEH

NABILA SHADA

062230310439

Palembang, Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
Anton Firmansyah, S.T., M.T.	**Indah Susanti, S.T., M.T.**
NIP. 197509242008121001	**NIP. 198809132014042002**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro	Koordinator Program Studi D-III Teknik Listrik
Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM	**Yessi Marniati, S.T., M.T.**
NIP. 197907222008011007	**NIP. 197603022008122001**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414
Laman: http:/polsri.ac.id, Pos El : info@polsri.ac.id

BERITA ACARA
PELAKSANAAN UJIAN LAPORAN AKHIR

Pada hari ini, Selasa tanggal 15 bulan Juli tahun 2025 telah dilaksanakan Ujian Laporan Akhir kepada mahasiswa Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya:

Nama	: Nabila Shada
Tempat/Tgl Lahir	: Palembang / 30 Mei 2005
NPM	: 062230310439
Ruang Ujian	: 01
Judul Laporan Akhir	: Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya untuk Implementasi pada *Trainer Kit* Simulasi Tegangan Langkah

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Hairul, S.T., M.T.	Ketua	
2	Herman Yani, S. T., M.Eng.	Anggota	
3	Nofiansyah, S.T., M.T.	Anggota	
4	Indah Susanti, S.T., M.T.	Anggota	

Mengetahui,
Koordinator Program Studi

Yessi Marniati S.T., M.T.
NIP. 197603022008122001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama	:	Nabila Shada
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir	:	Palembang, 30 Mei 2005
Alamat	:	Jl. Jaya VII Lr. Ilham Perumahan Griya Paras Jaya Blok F No. 21
NPM	:	062230310439
Program Studi	:	D-III Teknik Listrik
Jurusan	:	Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir	:	Studi Perbandingan Tegangan Langkah Aktual di Lapangan Dengan Simulasi *Trainer Kit*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindak plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat Menyelesaikan segala urusan peminjaman/pengantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkip (ASLI & SALIN). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2025
Yang Menyatakan,

Nabila Shada

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Pada akhirnya, setiap hal yang selesai bukan hanya tentang seberapa kita bisa, tetapi juga tentang seberapa kita keras kepala untuk terus mencoba."

Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, laporan akhir ini penulis persembahkan untuk:

- Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Anton Firmansyah dan Ibu Eci Lusiana, pelita yang menerangi setiap langkahku dan sandaran yang menguatkanku di setiap ragu. Terima kasih atas cinta yang tak bersyarat, kasih sayang yang tak mengenal jeda, serta doa yang tak pernah berhenti mengetuk pintu langit. Segala pencapaian ini hanyalah cerminan dari pengorbanan, keteguhan, dan ketulusan kalian yang tak ternilai.
- Saudara dan saudariku tersayang, Ade Zahrah Aliyah, Maritza Kasyfa, dan Dimas Raditya Abrar, yang mungkin tak pandai mengucap sayang dengan kata, tapi selalu hadir dengan cara yang tak terduga. Terima kasih untuk tawa yang kadang lebih manjur dari nasihat, untuk ejekan yang diam-diam jadi penyemangat, dan untuk kehadiran kalian yang membuat langkah ini terasa lebih ringan.
- Diriku sendiri, yang dulu sempat ragu untuk memilih program studi ini karena terlalu sibuk menghitung kekurangan dan terlalu takut pada kemungkinan gagal. Namun melalui laporan akhir ini, kamu telah membuktikan bahwa dirimu mampu, dan layak untuk melangkah lebih jauh. Kamu sampai di titik ini bukan semata karena kuat, tetapi karena kamu mau bertahan.

ABSTRAK

STUDI PERBANDINGAN TEGANGAN LANGKAH AKTUAL DI LAPANGAN DENGAN SIMULASI *TRAINER KIT*

(2025 : xvi + 55 Halaman + Gambar + Tabel + Lampiran)

Nabila Shada
062230310439
Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya

Tegangan langkah merupakan beda potensial yang terjadi antara dua titik di permukaan tanah akibat adanya arus gangguan seperti sambaran petir atau hubung singkat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik teganganp langkah melalui tiga pendekatan, yaitu perhitungan teoritis, pengujian langsung di lapangan, dan simulasi menggunakan *trainer kit*. Pengujian lapangan dilakukan dengan metode injeksi arus satu fasa sebesar 220 V pada sistem pentanahan batang vertikal, sedangkan *trainer kit* dikembangkan sebagai media pembelajaran yang aman untuk mensimulasikan fenomena tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan langkah dipengaruhi oleh resistivitas tanah, arus gangguan, dan jarak terhadap titik gangguan. Tegangan langkah cenderung menurun seiring dengan bertambahnya jarak dan menurunnya resistivitas tanah. Perbandingan ketiga pendekatan menunjukkan pola distribusi tegangan yang konsisten, meskipun terdapat perbedaan nilai akibat kondisi aktual lapangan dan keterbatasan simulasi. Penelitian ini mendukung penggunaan *trainer kit* sebagai media edukatif yang efektif dalam memahami potensi bahaya tegangan langkah pada sistem pentanahan.

Kata Kunci: Tegangan, langkah, pentanahan, resistivitas, tanah

ABSTRACT

COMPARISON STUDY BETWEEN ACTUAL STEP VOLTAGE MEASUREMENTS AND TRAINER KIT SIMULATIONS

(*2025 *:* xvi + 55 *Pages* + *Pictures* + *Tabels* + *Attachments)

Nabila Shada
062230310439
Electrical Engineering
Sriwijaya State Polytechnic

Step voltage is the potential difference that occurs between two points on the ground surface due to a fault current such as lightning strikes or short circuits. This study aims to analyze the characteristics of step voltage through three approaches: theoretical calculation, direct field testing, and simulation using a trainer kit. Field testing was conducted using a single-phase 220 V injection method on a vertical rod grounding system, while the trainer kit was developed as a learning medium to safely simulate the phenomenon. The results show that step voltage is influenced by soil resistivity, fault current, and distance from the fault point. Step voltage decreases with increasing distance and decreases as soil resistivity decreases. Comparisons among the three approaches show consistent voltage distribution patterns, although numerical differences were found due to real field conditions and simulation limitations. This research supports the development of the trainer kit as an effective educational tool to better understand step voltage hazards in grounding systems.

Keywords: *Voltage, step, grounding, resistivity, soil*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul, "Studi Perbandingan Tegangan Langkah Aktual di Lapangan Dengan Simulasi *Trainer Kit*" dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan masa studi di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D-III Teknik Listrik, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam proses penyusunan laporan akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.kom., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D-III Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Indah Susanti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Ayah, Ibu, Saudara dan Saudari penulis yang telah senantiasa memberikan semangat, motivasi, serta dukungan penuh baik dalam segi moral maupun materiel selama proses pengerjaan alat dan penyusunan laporan akhir ini.
7. Siti Khofifah, selaku rekan satu tim yang telah berkontribusi besar melalui kerja sama, semangat, dan dedikasi selama proses merancang dan membangun *trainer kit* simulasi tegangan langkah ini.
8. Desva Kurnia Mentari, selaku rekan seperjuangan selama menempuh pendidikan di bangku perkuliahan dan penyusunan laporan akhir ini.
9. Najwa Esthi Latifah, Annisa Rahma Nurhaliza, Natasya Fauzia, dan Sisca Anggraini, selaku rekan seperjuangan sejak masa SMA hingga akhirnya wisuda bersama.

10. Rekan-rekan kelas LB 2022 atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah memberikan warna tersendiri selama proses perkuliahan.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan laporan akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi yang berguna di masa depan.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Hal

LEMBAR JUDUL ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
LEMBAR BERITA ACARA ..... **iii**
LEMBAR PERNYATAAN ..... **iv**
MOTTO DAN PERSEMBAHAN ..... **v**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan dan Manfaat 2
1.3.1 Tujuan 2
1.3.2 Manfaat 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Metode Penulisan 3
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Kejut Listrik 6
2.2 Arus Fibrilasi 7
2.3 Resistansi Awal Tubuh Manusia 8
2.4 Tegangan Langkah 11
2.4.1 Tegangan Langkah Maksimum yang Diizinkan 12

2.4.2 Tegangan Langkah Maksimum yang Sebenarnya 13
2.5 Resistivitas Tanah..... 14
2.6 Sistem Pentanahan 16
2.7 *Trainer Kit* Simulasi Tegangan Langkah 18
2.8 Komponen pada *Trainer Kit* Simulasi Tegangan Langkah 20
2.8.1 *Miniature Circuit Breaker* (MCB) 20
2.8.2 Sekering (*Fuse*)..... 22
2.8.3 Resistor 23
2.8.4 Potensiometer..... 24
2.8.5 Amperemeter 25
2.8.6 Voltmeter..... 26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28
3.1 Tujuan, Tempat, dan Waktu Penelitian..... 28
3.1.1 Tujuan 28
3.1.2 Tempat 28
3.1.3 Waktu 29
3.2 Metode Penelitian..... 29
3.3 Instrumen Penelitian..... 30
3.4 Objek Penelitian 33
3.5 Prosedur Penelitian..... 34
3.5.1 Pengukuran Resistansi Elektroda Pentanahan 34
3.5.2 Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya 37
3.5.3 Implementasi Pengujian Tegangan Langkah Melalui *Trainer Kit*..... 40
3.6 Teknik Pengolahan dan Analisis Data..... 41
3.7 Diagram Alir Penelitian..... 43
BAB IV PEMBAHASAN..... 44
4.1 Perhitungan Resistivitas Tanah 44
4.2 Hasil Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya 45
4.3 Perhitungan Tegangan Langkah Sebenarnya 46
4.4 Analisis Hasil Perhitungan Tegangan Langkah Sebenarnya..... 47

4.5 Analisis Hasil Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya 48
4.6 Perbandingan Hasil Perhitungan dan Hasil Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya..... 49
4.7 Hasil Implementasi Pengujian Tegangan Langkah Melalui *Trainer Kit* 51
4.8 Perbandingan Hasil Pengujian dan Hasil Implementasi Tegangan Langkah Melalui *Trainer Kit*..... 52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 54
5.1 Kesimpulan 54
5.2 Saran..... 55
DAFTAR PUSTAKA..... 56
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Hal

Gambar 2. 1 Zona Waktu dan Efek Fisiologis Kejut Listrik pada Manusia ... 6
Gambar 2. 2 Distribusi Tegangan Langkah di Sekitar Titik Gangguan 11
Gambar 2. 3 Tegangan Langkah dan Rangkaian Penggantinya..... 12
Gambar 2. 4 Pengukuran Resistansi Pentanahan dengan *Three-Point Method*..... 15
Gambar 2. 5 Sistem Pentanahan Batang Tunggal *Single Rod* 17
Gambar 2. 6 Diameter Elektroda Pentanahan *Lightning Arrester* Gardu Portal Gedung Laboratorium Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya..... 18
Gambar 2. 7 *Trainer Kit* Simulasi Tegangan Langkah 18
Gambar 2. 8 *Miniature Circuit Breaker* (a) MCB 1 Fasa (b) MCB 3 Fasa ... 20
Gambar 2. 9 Konstruksi pada *Miniature Circuit Breaker*..... 21
Gambar 2. 10 Sekering Tipe Tabung..... 23
Gambar 2. 11 Resistor Keramik..... 24
Gambar 2. 12 Resistor *Wirewound*..... 24
Gambar 2. 13 Resistor Variabel 24
Gambar 2. 14 Potensiometer Tipe *Rotary*..... 25
Gambar 2. 15 Amperemeter..... 26
Gambar 2. 16 Voltmeter..... 27
Gambar 3. 1 Gardu Portal Gedung Laboratorium Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya 28
Gambar 3. 2 Ruang Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya 29
Gambar 3. 3 *Earth Tester* Digital..... 30
Gambar 3. 4 Stop Kontak Kabel 30
Gambar 3. 5 Kabel NYAF 1,5 mm^2 31
Gambar 3. 6 *Banana Jack Male*..... 31
Gambar 3. 7 *Jack* Penjepit 31
Gambar 3. 8 *Test Pen* 32
Gambar 3. 9 Elektroda Bantu..... 32
Gambar 3. 10 Meteran 33
Gambar 3. 11 Multimeter Digital..... 33
Gambar 3. 12 Rangkaian Pengukuran Resistansi Elektroda Pentanahan 34
Gambar 3. 13 Rangkaian Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya..... 37
Gambar 3. 14 Rangkaian Perpindahan Posisi Voltmeter 39

Gambar 3. 15 Rangkaian Pengujian Tegangan Langkah Melalui *Trainer Kit* 40
Gambar 3. 16 Diagram Alir Penelitian..... 43
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Tegangan Langkah Terhadap Resistivitas Tanah 47
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Tegangan Langkah Terhadap Jarak Gangguan 48
Gambar 4. 3 Perbandingan Hasil Perhitungan dan Pengujian pada Variasi Langkah 0,3 Meter 50
Gambar 4. 4 Perbandingan Hasil Perhitungan dan Pengujian pada Variasi Langkah 0,8 Meter 51
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Implementasi Pengujian Tegangan Langkah Melalui *Trainer Kit* 52

DAFTAR TABEL

Hal

Tabel 2. 1 Efek Fisiologis Kejut Listrik pada Manusia 7
Tabel 2. 2 Impedansi Tubuh Total untuk Jalur Arus ke Tangan dengan Arus AC 50/60 Hz, untuk Area Permukaan Kontak yang Luas dalam Kondisi Kering 9
Tabel 2. 3 Impedansi Tubuh Total untuk Jalur Arus ke Tangan dengan Arus AC 50/60 Hz, untuk Area Permukaan Kontak yang Luas dalam Kondisi Basah 10
Tabel 2. 4 Impedansi Tubuh Total untuk Jalur Arus ke Tangan dengan Arus AC 50/60 Hz, untuk Area Permukaan Kontak yang Luas dalam Kondisi Basah Air Asin 10
Tabel 2. 5 Tegangan Langkah yang Diizinkan Berdasarkan Lama Gangguan 13
Tabel 2. 6 Resistivitas Tanah 16
Tabel 3. 1 Acuan Jarak Elektroda Bantu 35
Tabel 3. 2 Hasil Pengukuran Resistansi Elektroda Pentanahan pada Jarak 0,3 Meter per Area 36
Tabel 3. 3 Hasil Pengukuran Resistansi Elektroda Pentanahan pada Jarak 0,8 Meter per Area 36
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Resistivitas Tanah pada Jarak 0,3 Meter Per Area 44
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Resistivitas Tanah pada Jarak 0,8 Meter Per Area 45
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya dengan Variasi Jarak Langkah Manusia 0,3 Meter 45
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya dengan Variasi Jarak Langkah Manusia 0,8 Meter 45
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Tegangan Langkah Sebenarnya dengan Variasi Jarak Langkah Manusia 0,3 Meter 46
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Tegangan Langkah Sebenarnya dengan Variasi Jarak Langkah Manusia 0,8 Meter 47
Tabel 4. 7 Hasil Implementasi Pengujian Tegangan Langkah Melalui *Trainer Kit* dengan Variasi Jarak Langkah Manusia 0,3 Meter 51
Tabel 4. 8 Hasil Implementasi Pengujian Tegangan Langkah Melalui *Trainer Kit* dengan Variasi Jarak Langkah Manusia 0,8 Meter 52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I

Lampiran 2 Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II

Lampiran 3 Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I

Lampiran 4 Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II

Lampiran 5 Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir

Lampiran 6 Dokumentasi Pengambilan Data Resistansi Elektroda Pentanahan dan Tegangan Langkah Sebenarnya

Lampiran 7 Dokumentasi Hasil Pengukuran Resistansi Elektroda Pentanahan *Lightning Arrester*

Lampiran 8 Dokumentasi Hasil Pengujian Tegangan Langkah Sebenarnya

Lampiran 9 Dokumentasi Hasil Implementasi Pengujian Tegangan Langkah Melalui *Trainer Kit*