



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**IMPLEMENTASI GENERATOR LANGKAH KAKI UNTUK
MENGOPTIMALKAN POTENSI ENERGI TERBARUKAN
DAN ENERGI KINETIK**

ANDREA SONGKLANAITA

320200402006

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS PERTAHANAN

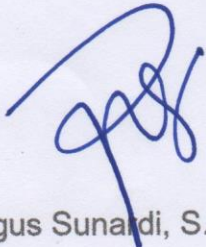
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

BOGOR, 2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Andrea Songklanaita
NIM : 320200402006
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan
Judul Skripsi : Implementasi Generator Langkah Kaki
untuk Mengoptimalkan Potensi Energi
Terbarukan dan Energi Kinetik

Dosen Pembimbing I

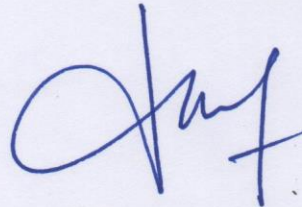


Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han.,
CHRMP

NIDN. 0321077101

Tanggal: 20 Juli 2024

Dosen Pembimbing II



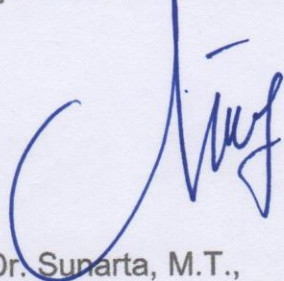
Ir. Apip Miptahudin, Amd., S.T., M.T.,
CIQaR., IPM., ASEAN Eng. ACPE

NIDN. 0406047403

Tanggal: 23 Juli 2024

Mengetahui,

Kepala Program Studi
Sarjana Teknik Elektro



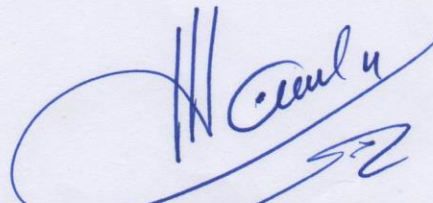
Dr. Sunarta, M.T.,

Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P

Tanggal: 23 Juli 2024

Dekan

Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan



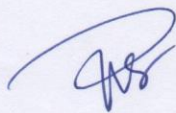
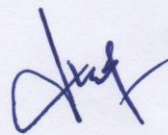
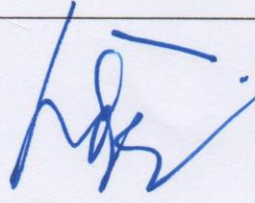
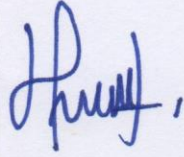

Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng.

Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal: 26 Juli 2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Andrea Songklanaita
NIM : 320200402006
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan
Judul Skripsi : Implementasi Generator Langkah Kaki untuk
Mengoptimalkan Potensi Energi Terbarukan
dan Energi Kinetik

| No | Nama | Tanda Tangan | Tanggal |
|----|---|--|---------------|
| 1 | Dosen Pembimbing I: Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han., CHRMP NIDN. 0321077101 |  | 23/ 7/2024 |
| 2 | Dosen Pembimbing II: Ir. Apip Miptahudin, AMd., S.T., M.T., CIQaR, CIQnR., IPM., Asean Eng. ACPE NIDN. 0406047403 |  | 23/ 7/2024 |
| 3 | Dosen Penguji I: Dr. H. A. Danang Rimbawa, S.Si., M.T., C.E.H., CSBA. Kolonel Laut (E) NRP. 10829/P |  | 25/ 7/2024 |
| 4 | Dosen Penguji II: Dananjaya Ariateja, S.T., M.Eng. Penda Tk. I III/b NIP. 199310272022031002 |  | 25/ 7/2024 |
| 5 | Dosen Penguji III: Agus Haryanto Ikhsanudin, M.Han. Kolonel Sus NRP. 516362 |  | 20/ 7/2024 |

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 26 Juli 2024




Andrea Songklanaita

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yesus, saya dapat menyelesaikan penyusunan naskah skripsi ini dengan judul "Implementasi Generator Langkah Kaki untuk Mengoptimalkan Potensi Energi Terbarukan dan Energi Kinetik".

Penelitian ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Letnan Jendral TNI Jonni Mahroza, Ph.D. selaku Rektor Universitas Pertahanan Republik Indonesia;
2. Dekan FSTP Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan;
3. Dosen Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han., CHRMP sebagai dosen pembimbing satu;
4. Dosen Ir. Apip Miptahudin, AMd., S.T., M.T., CIQaR, CIQnR., IPM., Asean Eng. ACPE. sebagai dosen pembimbing dua;
5. Dosen Dr. H.A. Danang R, S.Si., M.T., M.Tr.Opsla., C.E.H., CSBA., IPM., ASEAN Eng., Dananjaya Ariateja, S.T., M.Eng., dan Agus Haryanto Ikhsanudin, M.Han. selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta kritik dan saran yang konstruktif sepanjang penelitian ini.
6. Ayah dan Ibu, untuk doa serta dukungan yang selalu diberikan.
7. Adik asuh yang telah memberikan dukungan moral sepanjang proses penelitian skripsi ini.
8. Teman-teman Teknik Elektro Cohort-1 seperjuangan yang selalu mendukung dan memberikan motivasi untuk selesainya penelitian ini.
9. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun kepada peneliti.

Naskah skripsi ini disusun dengan harapan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas penelitian dan pengembangan di bidang energi terbarukan. Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan seminar ini. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif untuk menyempurnakan ini di masa yang akan datang.

Bogor, Juli 2024

Andrea Songklanaita

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andrea Songklanaita
NIM : 320200402006
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Implementasi Generator Langkah Kaki untuk Mengoptimalkan Potensi Energi Terbarukan dan Energi Kinetik

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan 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 : Bogor
Pada tanggal : 24 Juli 2024



Andrea Songklanaita
NIM: 320200402006

ABSTRAK

Implementasi Generator Langkah Kaki untuk Mengoptimalkan Potensi Energi Terbarukan dan Energi Kinetik

Andrea Songklanaita

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi generator langkah kaki berbasis piezoelektrik dalam mengonversi energi kinetik dari aktivitas berjalan menjadi energi listrik. Dengan latar belakang krisis energi yang semakin mendalam dan kebutuhan akan inovasi dalam sektor energi terbarukan, penelitian ini memfokuskan pada pemanfaatan energi kinetik yang dihasilkan dari langkah kaki manusia. Penelitian ini dilakukan di dua lokasi berbeda dengan tingkat lalu lintas pejalan kaki yang berbeda untuk menguji kinerja alat dalam kondisi penggunaan padat dan tidak padat. Selain itu, analisis dilakukan terhadap pengaruh berat badan pejalan kaki terhadap voltase yang dihasilkan. Metode penelitian melibatkan instalasi generator langkah kaki di Mess Srikandi dan Cut Nyak Dien, serta pengumpulan data voltase yang dihasilkan dari pijakan pada sensor piezoelektrik. Data dianalisis untuk menentukan hubungan antara berat badan pejalan kaki dan voltase yang dihasilkan, serta untuk mengevaluasi waktu pengisian baterai di kedua lokasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa voltase yang dihasilkan meningkat seiring dengan bertambahnya berat badan pejalan kaki. Pada rentang berat badan 50-56 kg, voltase rata-rata yang dihasilkan adalah 2,1V. Untuk berat badan 57-64 kg, voltase rata-rata mencapai 2,7V. Pada rentang berat badan 65-69 kg, voltase rata-rata yang dihasilkan adalah 3,2V, sedangkan untuk berat badan 70-75 kg, voltase rata-rata mencapai 3,8V. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas pejalan kaki mempengaruhi efektivitas generator. Penelitian ini menyimpulkan bahwa implementasi teknologi piezoelektrik dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengatasi krisis energi dan mendukung transisi ke energi terbarukan di Indonesia.

Kata Kunci: energi terbarukan, piezoelektrik, energi kinetik, generator langkah kaki, voltase

ABSTRACT

Implementation of a Footstep Generator to Optimize Renewable Energy and Kinetic Energy Potential

Andrea Songklanaita

This research aims to evaluate the effectiveness and efficiency of a piezoelectric-based step generator in converting kinetic energy from into electrical energy. With the background of energy crisis and the need for innovation in the renewable energy sector, this research focuses on utilizing the kinetic energy generated from human footsteps. This research was conducted in two different locations with different levels of pedestrian traffic to test the device's performance in dense and non-dense usage conditions. In addition, an analysis was conducted on the influence of body weight on the voltage produced. The research method involved installing a step generator at Mess Srikandi and Cut Nyak Dien, and collecting voltage data generated from stepping on the piezoelectric sensor. The data was analyzed to determine the relationship between body weight and the voltage produced, as well as to evaluate the battery charging time at both locations. The results showed that the voltage produced increased with increasing body weight. In the weight range of 50-56 kg, the average voltage produced was 2.1V. For a weight of 57-64 kg, the average voltage reached 2.7V. In the weight range of 65-69 kg, the average voltage produced was 3.2V, while for a weight of 70-75 kg, the average voltage reached 3.8V. In addition, this study also showed that the density of traffic affects the effectiveness of the generator. This research concludes that the implementation of piezoelectric technology can make a significant contribution to addressing the energy crisis and supporting the transition to renewable energy in Indonesia.

Keywords: renewable energy, piezoelectric, kinetic energy, footstep generator, voltage

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | iii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | Error! Bookmark not defined. |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| ABSTRAK..... | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR SINGKATAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.4.1 Manfaat Teoritis..... | 4 |
| 1.4.2 Manfaat Praktis..... | 4 |
| 1.5 Batasan Penelitian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Landasan Teori..... | 6 |
| 2.1.1 Sensor Piezoelektrik | 6 |
| 2.1.2 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia..... | 7 |
| 2.1.3 Energi Kinetik Langkah Kaki Manusia | 9 |
| 2.1.4 Arduino Nano | 10 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.1.5 | Modul Powerbank 3.7V – 5V | 12 |
| 2.1.6 | Buzzer | 13 |
| 2.1.7 | LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) I2C 16x2 | 14 |
| 2.1.8 | <i>Lithium Battery Protection Board 1S</i> | 16 |
| 2.2 | Hasil Penelitian Terdahulu | 18 |
| 2.3 | Kerangka Berpikir | 25 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 28 |
| 3.1 | Metode dan Desain Penelitian..... | 28 |
| 3.1.1 | Metode Penelitian | 28 |
| 3.1.2 | Desain Penelitian | 28 |
| 3.2 | Tempat dan Waktu Penelitian | 31 |
| 3.3 | Alat dan Bahan..... | 31 |
| 3.4 | Variabel penelitian | 32 |
| 3.4.1 | Variabel Dependen | 32 |
| 3.4.2 | Variabel Dependen | 33 |
| 3.5 | Populasi dan Sampel | 33 |
| 3.6 | Prosedur Penelitian..... | 34 |
| 3.6.1 | Perencanaan Desain secara Digital | 34 |
| 3.6.2 | Pemilihan Material | 35 |
| 3.6.3 | Cara Kerja Alat | 38 |
| 3.6.4 | Perakitan Alat..... | 41 |
| 3.6.5 | Implementasi dan Instalasi Alat..... | 45 |
| 3.6.6 | Pengujian Alat berdasarkan Berat Badan Pejalan Kaki..... | 46 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 48 |
| 4.1 | Hasil | 48 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.1 Hasil Voltase Berdasarkan Berat Badan | 48 |
| 4.1.2 Hasil Berdasarkan Kepadatan Lalu Lintas | 52 |
| 4.2 Pembahasan | 53 |
| 4.2.1 Pembahasan Hubungan antara Berat Badan dengan Besarnya Voltase..... | 53 |
| 4.2.2 Pembahasan Efektivitas Generator pada Tempat Sepi dan Padat..... | 58 |
| BAB V KESIMPULAN..... | 60 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 60 |
| 5.2 Saran..... | 61 |
| DAFTAR PUSTAKA | 62 |
| LAMPIRAN | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Lempengan Sensor Piezoelektrik | 6 |
| Gambar 2. 2 Ilustrasi Tekanan pada Piezo Menghasilkan Lonjakan Voltase | 6 |
| Gambar 2. 3 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia | 8 |
| Gambar 2. 4 Mikrokontroler Arduino Nano | 10 |
| Gambar 2. 5 Konfigurasi Pin dari Arduino Nano | 10 |
| Gambar 2. 6 Modul Powerbank Multi Charger dengan Step Up Protection | 12 |
| Gambar 2. 7 Buzzer 5v | 13 |
| Gambar 2. 8 Tampilan LCD 16x2 I2C | 14 |
| Gambar 2. 9 1S BMS Li-Ion Battery Protection Board | 16 |
| Gambar 2. 10 Kerangka Berpikir | 25 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Desain Penelitian | 28 |
| Gambar 3. 2 Desain Simulasi Generator Langkah Kaki dengan Aplikasi Fusion 360 | 34 |
| Gambar 3. 3 Bagan Input dan Output Energi dari Generator Langkah Kaki | 38 |
| Gambar 3. 4 Desain Skematik Generator Langkah Kaki | 39 |
| Gambar 3. 5 Flowchart Cara Kerja Generator Langkah Kaki | 40 |
| Gambar 3. 6 Susunan Quartz Piezoelektrik pada Uji Coba Pertama | 41 |
| Gambar 3. 7 Susunan Quartz Piezoelektrik pada Uji Coba Terakhir | 42 |
| Gambar 3. 8 Box Control Circuit Sebelum Revisi | 43 |
| Gambar 3. 9 Box Control Circuit Setelah Revisi | 43 |
| Gambar 3. 10 Tampilan Box dari Luar | 44 |
| Gambar 3. 11 Pengujian Alat di Mess Srikandi | 45 |
| Gambar 4. 1 Grafik Besar Voltase yang Dihasilkan Rentang 50-56kg | 49 |
| Gambar 4. 2 Grafik Besar Voltase yang Dihasilkan Rentang 57-64kg | 50 |
| Gambar 4. 3 Grafik Besar Voltase yang Dihasilkan Rentang | |

| | |
|--|----|
| 65-69kg..... | 51 |
| Gambar 4. 4 Grafik Besar Voltase yang Dihasilkan Rentang | |
| 70-75kg..... | 52 |
| Gambar 4. 5 Grafik Besar Voltase yang Dihasilkan pada Golongan Berat Badan Tertentu | 56 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu | 18 |
| Tabel 3. 1 Rencana Jadwal Penelitian..... | 31 |
| Tabel 4. 1 Tabel Hasil Voltase pada Berat Pejalan Kaki dengan Rentang 50-56kg..... | 48 |
| Tabel 4. 2 Tabel Hasil Voltase pada Berat Pejalan Kaki dengan Rentang 57-64kg..... | 49 |
| Tabel 4. 3 Tabel Hasil Voltase pada Berat Pejalan Kaki dengan Rentang 65-69kg..... | 50 |
| Tabel 4. 4 Tabel Hasil Voltase pada Berat Pejalan Kaki dengan Rentang 70-75kg..... | 51 |
| Tabel 4. 5 Besar Voltase yang Dihasilkan pada Golongan Berat Badan Tertentu | 55 |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-------|--|
| IESR | : Essential Service Reform |
| IRENA | : International Renewable Energy Agency |
| KESDM | : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral |
| LCD | : Liquid Crystal Display |
| LED | : Light Emitting Diode |
| 1S | : Lithium-Polymer Tunggal |
| PDL | : Sepatu Dinas Lapangan |