

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TANGGA PENGHASIL LISTRIK
BERBASIS PIEZOELEKTRIK**

***DESIGN AND PROTOTYPE OF ENERGY HARVESTING STAIR
BASED ON PIEZOELECTRIC***

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata Satu (SI)

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

WAHYU SARI AGUSTININGSIH

NIM: 20140120114

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, dengan sebenarnya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini saya susun tanpa adanya tindak plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Apabila di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan oleh jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, 17 April 2018



Wahyu Sari Agustiningsih



MOTTO

*"Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya; hidup di tepi jalan
Sdan dilempari orang dengan batu, tetapi dibalas dengan buah." (Abu
Bakar Sibli)*

*"Ilmu tanpa agama adalah lumpuh, agama tanpa ilmu adalah buta."
(Albert Einstein)*

*"Kita berdoa kalau kesusahan dan membutuhkan sesuatu, mestinya
kita juga berdoa dalam kegembiraan besar dan saat rezeki melimpah."
(Kahlil Gibran)*

*"Sukses bukanlah akhir dari segalanya, kegagalan bukanlah sesuatu
yang fatal: namun keberanian untuk meneruskan kehidupanlah yang
di perhatikan." (Sir Winston Churcjill)*

*"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka
apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja
keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah
engkau berharap." (QS. Al-Insyirah, 6-8)*

*"Kesuksesan bukan dilihat dari hasilnya, tapi dilihat dari prosesnya.
Karena hasil direkayasa dan dibeli sedangkan proses selalu jujur
menggambarkan siapa diri kita sebenarnya." (Aristoteles)*

*"Ilmu itu ada dimana-mana, pengetahuan dimana-mana tersebar,
kalau kita bersedia membaca, dan bersedia mendengar."
(Felix Siauw)*

HALAMAN PERSEMBAHAN



Assalamualaikum wr wb

Alhamdulillahirobbilalamiin, Sujud syukur padaMu Allah Azza Wa Jalla, Tuhan yang Maha Esa, Maha Tinggi, Maha Adil dan Maha Penyayang yang selalu memberikan banyak kenikmatan dan jalan keluar bagi umat-Nya. Salah satu nikmat-Nya adalah nikmat ilmu, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, izinkan penulis mempersembahkan karya kecil ini kepada:

1. Allah SWT Yang Maha Pemurah, Yang Maha Tinggi serta Maha Kuasa atas segala sesuatu yang terjadi di muka bumi ini,
2. Kedua orang tua, Bapak Sartono dan Ibu Mardiyah yang selalu memberikan hal-hal terbaik sampai saat ini, yang selalu mendoakan kebahagiaan dan kelancaran dunia dan akhirat. Terimakasih atas pengobarnan yang sangat luar biasa ini semoga Allah membalas dengan surge dan perlindungan-Nya,
3. Kakak tercinta Wahyu Aristyaningsih dan keponakanku Leilani Hasna Nafisah yang selalu memberi doa, dukungan dan motivasi agar menjadi seorang yang lebih baik,
4. Keluarga besar yang selalu memberi dorongan,
5. Noor Pratama Apriyanto yang selalu membimbing, mengingatkan dan memberi masukan,
6. Adik tersayang Sri Indah Lestari dan Nisfi Nurrlailatul Masfiah yang selalu menemani, memberi semangat dan menjagaku,
7. Sahabat terbaik yang selalu memberi motivasi dan dukungan: Galih Wisnu Brata, Tri Dewi Kartini, Deniarta Unsang Wibowo Saputra, Yulianti, dan Irma Mega Mawarni,

8. Teman-teman organisasi IMM Fakultas Teknik UMY yang selalu mengajak berlomba dalam kebaikan,
9. Teman-teman organisasi KMTE yang selalu mengajak agar menjadi orang yang tidak mudah putus asa dalam membangun diri dan prestasi,
10. Teman-teman seperjuangan khususnya elektro 2014 kelas C yang tak henti-hentinya memberi dukungan agar tidak patah semangat.
11. Teman-teman PIMNAS 30 khususnya Tim ELSTOR: Purwoko Nurhadi, Pratama Galistyan Prayitno dan Faizal Agung Kurniawan.
12. Teman-teman Revolusi Elektro: Adityo Eka Nugraha, Ahmad Imam Hidayat, Subiakto Aji Prabowo dan Amir Malik Hizbullah yang menginspirasi agar menjadi lulusan yang lebih baik.

KATA PENGANTAR

Assalāmu‘alaikum Warahmatullāhi Wabarakātuh.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah Azza wa Jalla yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Perancangan dan Pembuatan Tangga Penghasil Listrik Berbasis Piezoelektrik”**.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis tidak terlepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari beberapa pihak. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Jaza’ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T, M.T. dan bapak ing. Faaris Mujaahid, M.Sc. selaku pimpinan Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
3. Bapak Iswanto, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaganya dalam mengarahkan penulis mulai dari pelaksanaan penelitian hingga tersusunnya Tugas Akhir ini,
4. Bapak ing. Faaris Mujaahid, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaganya dalam mengarahkan penulis mulai dari pelaksanaan penelitian hingga tersusunnya Tugas Akhir ini,
5. Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji saat pelaksanaan sidang Tugas Akhir ini,
6. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
7. Seluruh sttaf Teknik Elektro,
8. Kedua Orangtua dan segenap keluarga besar yang selalu memberikan dukungan baik berupa materialistik maupun spiritualistik,
9. Sahabat-sahabat terbaik dalam meraih mimpi,
10. Teman-teman seperjuangan di PIMNAS 30 terutama Tim ELSTOR,
11. Teman seperjuangan Elektro 2014 C,

12. Teman-teman organisasi IMM FT UMY yang selalu mengajak berlomba-lomba dalam kebaikan,
13. Teman-teman organisasi KMTE UMY yang selalu mengajak agar menjadi orang yang tidak mudah putus asa dalam membangun diri dan prestasi,
14. PT. Pertamina (Persero) Refinery IV Cilacap yang telah memberikan kesempatan untuk dapat menambah wawasan dan pengalaman dalam Kerja Praktik,
15. Serta semua pihak yang membantu dalam penyusunan Tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih dalam penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran sangat dibutuhkan guna perbaikan pada penelitian berikutnya. Semoga karya sederhana ini bermanfaat.

Billāhi Fī Sabīlil Haq, Fastabiqul Khairāt.

Wassalāmu'alaikum Warahmatullāhi Wabarakātuh.

Yogyakarta, 22 April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
INTISARI	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Energi	10
2.2.2 Piezoelektrik	12
2.2.3 Hukum-hukum Rangkaian	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN/PERANCANGAN	22
3.1 Studi Literatur	23
3.2 Penentuan Model dan Spesifikasi Prototipe	23
3.3 Pemilihan Desain	23

3.3.1	Desain Anak Tangga dengan Lapisan Alas Keras, Sedang dan Lunak	24
3.3.2	Desain Anak Tangga dengan Bantalan Lunak.....	31
3.3.3	Desain Anak Tangga dengan Rangkaian Seri dan Paralel.....	33
3.4	Persiapan Alat dan Bahan	42
3.4.1	Alat.....	42
3.4.2	Bahan	43
3.5	Pembuatan Prototipe	43
3.6	Uji Coba Prototipe.....	43
3.7	Analisa	44
3.8	Pembuatan Laporan.....	44
BAB IV	HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Pengujian Tangga Penghasil Listrik berbasis Piezoelektrik.....	45
4.1.1	Pengujian Panel Anak Tangga	45
4.1.2	Pengujian Panel Anak Tangga dengan Beda Berat Badan.....	48
4.1.3	Pengujian Panel Anak Tangga dengan Beda Ketinggian.....	52
4.2	Daya yang Dihasilkan Tangga Penghasil Listrik berbasis Piezoelektrik.....	59
4.3	Cara Kerja Tangga Penghasil Listrik berbasis Piezoelektrik.....	63
BAB V	PENUTUP	64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Piezoelektrik Diafragma	14
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Piezoelektrik	15
Gambar 2.3 Hukum Kirchoff I	18
Gambar 2.4 Hukum Kirchoff II	19
Gambar 2.5 Hubungan Seri Resistor (Ket.: $R_{ek} = R_{ekuivalen}$)	20
Gambar 2.6 Hubungan Paralel Resistor (Ket.: $R_{ek} = R_{ekuivalen}$)	21
Gambar 3.1 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Metode Pelaksanaan Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Pengukuran Tegangan dan Arus Desain Piezoelektrik dengan Alas Keras (Lantai).....	24
Gambar 3.3 Grafik Pengukuran Tegangan Desain Piezoelektrik dengan Alas Keras (Lantai).....	25
Gambar 3.4 Grafik Pengukuran Arus Desain Piezoelektrik dengan Alas Keras (Lantai).....	25
Gambar 3.5 Pengukuran Tegangan dan Arus Desain Piezoelektrik dengan Alas Sedang (Kayu).....	26
Gambar 3.6 Grafik Pengukuran Tegangan Desain Piezoelektrik dengan Alas Sedang (Kayu).....	27
Gambar 3.7 Grafik Pengukuran Arus Desain Piezoelektrik dengan Alas Sedang (Kayu)	27
Gambar 3.8 Pengukuran Tegangan dan Arus Desain Piezoelektrik dengan Alas Lunak (Busa Ati).....	28
Gambar 3.9 Grafik Pengukuran Tegangan Desain Piezoelektrik dengan Alas Lunak (Busa Ati).....	29
Gambar 3.10 Grafik Pengukuran Arus Desain Piezoelektrik dengan Alas Lunak (Busa Ati).....	29
Gambar 3.11 Pengukuran Tegangan dan Arus Desain Piezoelektrik dengan Bantalan Lunak	31
Gambar 3.12 Grafik Pengukuran Tegangan Desain Piezoelektrik dengan Bantalan Lunak	32

Gambar 3.13 Grafik Pengukuran Arus Desain Piezoelektrik dengan Bantalan Lunak	33
Gambar 3.14 Skematik Rangkaian Seri dan Pengukuran Rangkaian Seri dengan 5 Piezoelektrik.....	34
Gambar 3.15 Grafik Pengukuran Tegangan Menggunakan Rangkaian Seri.....	36
Gambar 3.16 Grafik Pengukuran Arus Menggunakan Rangkaian Seri.....	36
Gambar 3.17 Skematik Rangkaian Paralel dan Pengukuran Rangkaian Paralel dengan 5 Piezoelektrik	38
Gambar 3.18 Grafik Pengukuran Tegangan Menggunakan Rangkaian Paralel..	39
Gambar 3.19 Grafik Pengukuran Arus Menggunakan Rangkaian Paralel.....	39
Gambar 3.20 Desain Lapisan Anak Tangga.....	41
Gambar 3.21 Desain Tangga Penghasil Listrik Secara Keseluruhan	42
Gambar 4.1 Pengujian Tegangan dan Arus pada Panel Anak Tangga.....	46
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Tegangan pada Panel Anak Tangga.....	46
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Arus pada Panel Anak Tangga.....	47
Gambar 4.4 Pengujian Panel Anak Tangga dengan Beda Berat Badan	49
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Tegangan pada Panel Anak Tangga dengan Beda Berat Badan.....	50
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Arus pada Panel Anak Tangga dengan Beda Berat Badan	50
Gambar 4.7 Pengujian Panel Anak Tangga dengan Beda Ketinggian	53
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Tegangan pada Panel Anak Tangga dengan Beda Ketinggian.....	54
Gambar 4.9 Grafik Pengujian Arus dengan Panel Anak Tangga dengan Beda Ketinggian.....	54
Gambar 4.10 Grafik Daya pada Panel Anak Tangga dengan Beda Ketinggian.	56
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Nilai Daya, Energi Potensial dan Ketinggian	58
Gambar 4.12 Tangga Penghasil Listrik berbasis Piezoelektrik.....	59
Gambar 4.13 Tangga Prnghasil Listrik berbasis Piezoelektrik dapat Menyalakan <i>LED strip</i>	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan Tegangan yang Dihasilkan dari Desain Piezoelektrik dengan Alas Lantai, Kayu dan Busa Ati	30
Tabel 3.2 Perbandingan Arus yang Dihasilkan dari Desain Piezoelektrik dengan Alas Lantai, Kayu dan Busa Ati.....	31
Tabel 3.3 Hasil Pengukuran Rata-rata Tegangan dan Arus Menggunakan Rangkaian Seri	35
Tabel 3.4 Hasil Pengukuran Rata-rata Tegangan dan Arus Menggunakan Rangkaian Paralel.....	38
Tabel 4.1 Nilai Rata-rata Pengujian Tegangan pada Panel Anak Tangga dengan Beda Berat Badan.....	49
Tabel 4.2 Nilai Rata-rata Pengujian Arus pada Panel Anak Tangga dengan Beda Berat Badan.....	50
Tabel 4.3 Perbandingan Pengujian Panel Anak Tangga dan Berdasarkan Berat Badan 71,3 kg	51
Tabel 4.4 Nilai Rata-Rata Hasil Pengujian Panel Anak Tangga Dengan Beda Ketinggian.....	55
Tabel 4.5 Tegangan dan Arus pada 4 Panel Anak Tangga dengan Berat Badan 44,1 kg.....	60
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Perancangan yang dilakukan.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengujian Sample Piezoelektrik dengan Alas Lantai.....	68
Lampiran 2 Data Pengujian Sample Piezoelektrik dengan Alas Kayu	69
Lampiran 3 Data Pengujian Sample Piezoelektrik dengan Busa Ati	70
Lampiran 4 Data Pengujian Sample Piezoelektrik dengan Bantalan Lunak.....	71
Lampiran 5 Data Pengujian Piezoelektrik Rangkaian Seri	72
Lampiran 6 Data Pengujian Piezoelektrik Rangkaian Paralel	73
Lampiran 7 Data Pengujian Panel Anak Tangga	74
Lampiran 8 Data Pengujian Panel Anak Tangga dengan Tekanan Berat Badan 44,1 kg.....	76
Lampiran 9 Data Pengujian Panel Anak Tangga dengan Tekanan Berat Badan 62,9 kg.....	77
Lampiran 10 Data Pengujian Panel Anak Tangga dengan Tekanan Berat Badan 71,3 kg.....	78
Lampiran 11 Data Pengujian Panel Anak Tangga 2 dengan Beda Berat Badan	79