

SKRIPSI

RANCANG BANGUN ALAT KONVERSI ENERGI SUARA DAN ENERGI TEKANAN MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN PIEZOELEKTRIK MATERIAL KERAMIK PZT (*PUBLUM ZIRCONATE TITANATE*) 35 mm



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH

MUHAMMAD ABUBAKAR RIZVI

03041381924096

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Rancang Bangun Alat Konversi Energi Suara Dan Energi Tekanan Menjadi Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik Material Keramik Pzt (*Publum Zirconate Titanate*) 35 mm



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**MUHAMMAD ABUBAKAR RIZVI
03041381924096**

Palembang, 29 Maret 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ike Bayusari, S.T., M.T.

NIP. 197010181997022001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU

NIP. 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Abubakar Rizvi

NIM : 03041381924096

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 11%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Konversi Energi Suara Dan Energi Tekanan Menjadi Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik Material Keramik Pzt (Publum Zirconate Titanate) 35 mm” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 29 Maret 2023

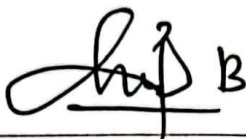


Muhammad Abubakar Rizvi

NIM.03041381924096

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Ike Bayusari, S.T, M.,T.

Tanggal : 29/Maret/2023

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Abubakar Rizvi
NIM : 03041381924096
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

RANCANG BANGUN ALAT KONVERSI ENERGI SUARA DAN ENERGI TEKANAN MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN PIEZOELEKTRIK MATERIAL KERAMIK PZT (PUBLUM ZIRCONATE TITANATE) 35 mm

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di Palembang
Pada tanggal: 29 Maret 2023



Muhammad Abubakar Rizvi
NIM.03041381924096

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala berkat dan nikmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Konversi Energi Suara dan Energi Tekanan Menjadi Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik Material Keramik PZT (*Publum Zirconate Titanate*) 35 mm”** yang dilaksanakan pada bulan Desember hingga Februari 2023 sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulisan skripsi terwujud atas bantuan dan dukungan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama pada dosen pembimbing tugas akhir yaitu Ibu Ike Bayusari, S.T., M.T., yang telah memberikan banyak arahan dan bimbingan kepada penulis. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., selaku Ketua Jurusan
Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
2. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasihat dari awal kuliah hingga mendapatkan Sarjana Teknik
3. Ibu Hermawati, S.T., M.T., Ibu Caroline, S.T., M.T., dan Ibu Rahmawati, S.T., M.T., yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun agar penelitian dapat dilakukan dengan lebih baik
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa perkuliahan
5. Bapak dan Mama serta adik-adik tercinta yang telah mendoakan, memberikan semangat, motivasi dan mendukung tiada henti kepada penulis
6. Seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis
7. Tri Wulandary yang telah menemani dari awal hingga sekarang, memberikan semangat dan kasih sayang serta siap sedia membantu dalam pembuatan tugas akhir hingga mendapatkan gelar Sarjana Teknik
8. Kak Sekar Ayu, S.T., yang telah memberikan saran selama pengerjaan tugas akhir

9. Aldi Farezi, Akbar Nugraha, serta keluarga Klub Robotika Universitas Sriwijaya yang telah membantu mengambil data lapangan dan memberi saran untuk menyelesaikan tugas akhir
10. Teman–teman seperjuangan satu bimbingan dengan Ibu Ike Bayusari, S.T., M.T. dan teman-teman angkatan Teknik Elektro 2019 yang telah berbagi suka dan duka selama masa kuliah
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu–persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir hingga meraih gelar Sarjana Teknik
12. Berterima kasih kepada diri sendiri yang telah mampu berjalan sejauh ini tanpa mengenal lelah, menyerah dan putus asa.

Penulis menyadari adanya kesalahan yang bersumber dari keterbatasan pengetahuan dan kemampuan pribadi dalam pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis meminta maaf sebesar–besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari seluruh pihak dan pembaca demi memperbaiki tugas akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi serta menambah ilmu bagi para pembaca dan semua pihak terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, 29 Maret 2023



Muhammad Abubakar Rizvi

NIM. 03041381924096

ABSTRAK

Rancang Bangun Alat Konversi Energi Suara Dan Energi Tekanan Menjadi Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik Material Keramik Pzt (Publum Zirconate Titanate) 35 mm

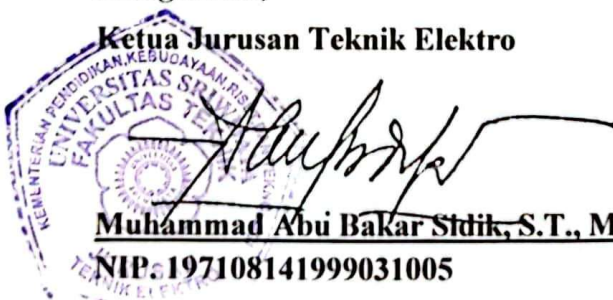
(Muhammad Abubakar Rizvi, 03041381924096, 2023, 42 Halaman)

Energi listrik telah menjadi kebutuhan primer masyarakat untuk kegiatan sehari-hari. Sumber energi terbarukan pengganti energi fosil harus diciptakan untuk mencukupi kebutuhan masyarakat sehari-hari. Salah satunya dengan memanfaatkan transduser bernama piezoelektrik sebagai sumber energi listrik. Piezoelektrik dapat mengkonversikan gaya mekanis menjadi energi listrik. Berdasarkan fungsi dari piezoelektrik tersebut, penulis melakukan penelitian dengan mengkonversi tekanan yang berasal dari pijakan kaki serta gelombang suara menjadi energi listrik dengan piezoelektrik berbahan material keramik PZT (*Publum Zirconate Titanate*) diameter 35mm dengan menggunakan rangkaian hubung seri dan *dioda bridge* sebagai pengubah arus AC ke arus DC serta menggunakan kapasitor sebagai penstabil tegangan yang akan dialirkan ke LED sebagai beban rangkaian. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan tekanan, intensitas suara, dan kombinasi dari kedua sumber sebagai sumber energi piezoelektrik, piezoelektrik dengan sumber tekanan mendapatkan tegangan terbesar pada berat 78 Kg yaitu 2,25 Volt dan arus 0,0821 Ampere, sehingga mendapatkan daya terbesar yaitu 0,18472 Watt. Sedangkan sumber energi suara menghasilkan keluaran terkecil pada intensitas suara 75 dB yaitu 0,0107 Volt dan 0,00285 Ampere, sehingga hanya menghasilkan daya sebesar 0,030495 mili Watt. Hal ini terjadi dikarenakan getaran yang dihasilkan oleh intensitas suara sangat kecil sehingga piezoelektrik menghasilkan arus, tegangan, dan daya yang kecil juga. Nilai daya yang keluar berbanding lurus dengan arus dan tegangan yang dihasilkan pada prototipe, semakin besar energi tekanan yang diberikan, maka semakin besar juga daya listrik yang dapat dihasilkan dari piezoelektrik.

Kata Kunci: Piezoelektrik, Energi Tekanan, Energi Suara, Daya Listrik.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Stdik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 197108141999031005

Palembang, 29 Maret 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ike Bayusari, S.T., M.T.

NIP. 197010181997022001

ABSTRACT

Design of Sound And Pressure Energy Converting Tool To Electrical Energy Using Piezoelectric Pzt Ceramic Material (Publum Zirconate Titanate) 35 mm

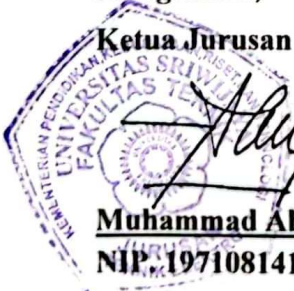

(Muhammad Abubakar Rizvi, 03041381924096, 2023, 42 Pages)

Electrical energy has become the primary need of the community for daily activities. Renewable energy sources in place from fossil must be created to meet the daily needs of the people. One of them is by utilizing a transducer called piezoelectric as a source of electrical energy. Piezoelectric can convert mechanical force into electrical energy. Based on the function of piezoelectricity, the author conducted research by converting pressure from footrests and sound waves into electrical energy with piezoelectricity made from 35mm PZT (*Publum Zirconate Titanate*) ceramic material using a series circuit, bridge diodes as a converter of AC to DC current, and using a capacitor as a voltage stabilizer that will be flowed to the LED as a circuit load. Based on the results of the analysis using pressure, sound intensity, and a combination of the two sources as a source of piezoelectric energy, piezoelectricity with a pressure source gets the largest voltage at a weight of 78 Kg, which is 2.25 Volt and a current of 0.0821 Ampere, thus getting 0.18472 Watts power. While the sound energy source produces the smallest output at the sound intensity of 75 dB at 0.0107 Volts and 0.00285 Amperes, so it only produces 0.030495 milli Watt power. This happens because the vibrations produced by the sound intensity are so small that piezoelectricity produces a small current, voltage, and power as well. The value of the outgoing power is directly proportional to the current and voltage generated in the prototype, the greater the pressure energy exerted, the greater the electrical power that can be generated from piezoelectricity.

Keywords: Piezoelectric, pressure energy, sound energy, electrical power.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 197108141999031005

Palembang, 29 Maret 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ike Bayusari, S.T., M.T.

NIP. 197010181997022001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Piezoelektrisitas.....	4
2.2 Efek Piezoelektrik	4
2.3 Persamaan Piezoelektrik.....	5
2.4 Bahan Piezoelektrik.....	6
2.5 Prinsip Kerja Piezoelektrik.....	8
2.6 Energi Bunyi.....	9
2.7 Tekanan	10
2.8 Dasar Kelistrikan	11
2.8.1 Hukum Ohm.....	11
2.8.2 Hukum Kirchoff I.....	12
2.8.3 Hukum Kirchoff II	13
2.8.4 Rangkaian Hubung Seri	14

2.8.5	Daya Listrik.....	15
2.9	Kapasitor	16
2.10	Dioda <i>Bridge</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		19
3.1	Lokasi dan Waktu Perencanaan Penelitian.....	19
3.2	Metode Penelitian yang Dipakai	19
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	20
3.4	Alat dan Bahan	21
3.5	Rancangan Alat	25
3.6	Rangkaian Pengujian.....	27
3.7	Tahapan Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Umum.....	30
4.2	Perancangan Alat.....	30
4.3	Data Hasil Pengukuran.....	33
4.4	Hasil Perhitungan Data.....	35
4.5	Hasil dan Analisis.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.1	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sifat Piezoelektrisitas [4].....	4
Gambar 2.2 Efek Piezoelektrik [12].....	5
Gambar 2.3 Persamaan Piezoelektrik [14].....	5
Gambar 2.4 Piezoelektrik Material PVDF [2].....	7
Gambar 2.5 Piezoelektrik Material PZT [17].....	7
Gambar 2.6 Prinsip Kerja Piezoelektrik [9].....	8
Gambar 2.7 Ilustrasi Hukum Kirchoff I [28].....	12
Gambar 2.8 Hukum Kirchoff II [29].....	13
Gambar 2.10 Rangkaian Hubung Seri [31].....	14
Gambar 2.9 Segitiga Daya [33].....	15
Gambar 2.11 Simbol Kapasitor [35].....	16
Gambar 2.12 Dioda Bridge [36].....	17
Gambar 2.13 Rangkaian Dioda Bridge [37].....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Desain Prototipe Piezoelektrik (Tampak Atas).....	25
Gambar 3.3 Desain Prototipe Piezoelektrik (Tampak Samping).....	26
Gambar 3.4 Spesifikasi Piezoelektrik Energi Suara.....	26
Gambar 3.5 Spesifikasi Piezoelektrik Energi Tekanan.....	27
Gambar 3.6 Rangkaian Pengujian.....	27
Gambar 3.7 Skematik Rangkaian Pengukuran Tegangan.....	28
Gambar 3.8 Skematik Rangkaian Pengukuran Arus.....	28
Gambar 4.1 Rancangan Prototipe Penelitian.....	30
Gambar 4.2 Rangkaian Piezoelektrik Prototipe.....	31
Gambar 4.3 Rangkaian Pengambilan Data.....	32
Gambar 4.4 Grafik Besar Arus Terhadap Variabel Sumber Energi Pada Masing-Masing Tipe.....	36
Gambar 4.5 Grafik Besar Tegangan Terhadap Variabel Sumber Energi Pada Masing-Masing Tipe.....	37
Gambar 4.6 Grafik Nilai Daya Terhadap Variabel Sumber Energi Pada Masing-Masing Tipe.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Piezoelektrik dari Bahan Keramik [15]	6
Tabel 2.2 Intensitas Suara Berdasarkan Daya dan Desibel [23]	10
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	19
Tabel 3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	21
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Piezoelektrik Sumber Energi Tekanan	34
Tabel 4.2 Tabel Pengukuran dan Perhitungan Piezoelektrik Sumber Energi Suara	34
Tabel 4.3 Tabel Pengukuran dan Perhitungan Piezoelektrik Kombinasi	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Pengambilan Data

Lampiran 1.1 Pengambilan Data Piezoelektrik Sumber Energi Tekan

Lampiran 1.2 Pengambilan Data Piezoelektrik Sumber Energi Suara

Lampiran 1.3 Pengambilan Sampel Suara

Lampiran 1.4 Pengambilan Data Piezoelektrik Sumber Kombinasi

Lampiran 2. Perhitungan Gaya Berat dan Tekanan

Lampiran 2.1 Perhitungan Gaya Berat dan Tekanan pada Beban 44,7 Kg

Lampiran 2.2 Perhitungan Gaya Berat dan Tekanan pada Beban 54,6 Kg

Lampiran 2.3 Perhitungan Gaya Berat dan Tekanan pada Beban 65,7 Kg

Lampiran 2.4 Perhitungan Gaya Berat dan Tekanan pada Beban 70 Kg

Lampiran 2.5 Perhitungan Gaya Berat dan Tekanan pada Beban 78 Kg

Lampiran 3. Perhitungan Daya Piezoelektrik

Lampiran 3.1 Perhitungan Daya Piezoelektrik Tipe Sumber Energi Tekanan

Lampiran 3.2 Perhitungan Daya Piezoelektrik Tipe Sumber Energi Suara

Lampiran 3.3 Perhitungan Daya Piezoelektrik Tipe Sumber Energi Kombinasi

LAMPIRAN KHUSUS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan suatu yang kekal dan merupakan kebutuhan pokok manusia. Sumber energi yang masih banyak dipakai hingga saat ini adalah energi yang berasal dari fosil. Indonesia merupakan salah satu negara yang masih bergantung pada energi fosil sebagai sumber kebutuhan energi primer untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari [1]. Energi fosil merupakan suatu energi konvensional yang terbatas dan suatu saat akan habis jika dipakai terus menerus. Maka dari itu, harus ada sumber energi alternatif lain sebagai pengganti sumber energi fosil yang terbarukan agar kebutuhan energi tetap terpenuhi. Salah satu pemanfaatan energi fosil yang masih digunakan masyarakat adalah sumber energi listrik. Saat ini, manusia sedang mencoba menciptakan energi listrik dari energi alternatif seperti angin, matahari, dan tekanan agar dapat menggantikan sumber energi fosil [2].

Energi listrik telah menjadi kebutuhan primer masyarakat untuk dipakai sehari-pehari. Dengan hukum kekekalan energi, energi listrik dapat berasal dari energi lain menggunakan perangkat bernama transduser. Transduser merupakan suatu alat yang dapat mengubah gaya, perpindahan mekanis maupun energi lain menjadi energi listrik. Energi tersebut dapat berupa bunyi, tekanan, ataupun panas [3]. Salah satu komponen transduser yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi listrik yaitu komponen piezoelektrik. Dalam prinsip kerjanya, piezoelektrik merupakan bahan kristal piezo yang dapat memanfaatkan gaya yang berasal dari luar menjadi sinyal listrik. Gaya tersebut dapat berasal dari tekanan mekanis, getaran, maupun gelombang suara [4]. Sumber gaya dari piezoelektrik ini dapat memanfaatkan energi suara ini dapat berasal dari suara kendaraan pada ruas jalan maupun pabrik yang menghasilkan polusi suara yang tinggi dan energi tekanan dapat berasal dari pijakan manusia. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan piezoelektrik sebagai alat untuk pemanen energi salah satunya yaitu pemanfaatan energi suara, tekanan, dan energi angin menjadi energi listrik menggunakan piezoelektrik [5] dan prototipe keset kaki *energy harvesting* menggunakan bahan piezoelektrik [6].

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, penulis melakukan penelitian dengan merancang alat pemanen energi listrik dengan memanfaatkan energi suara yang berasal dari polusi suara yang diciptakan dari kendaraan di ruas jalan dan energi tekanan yang berasal dari pijakan langkah kaki manusia. Nantinya penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber energi listrik alternatif yang berasal dari kegiatan sehari-hari dan dapat menjadi solusi dalam menciptakan energi terbarukan pengganti dari energi konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini akan membuat alat pengubah energi tekanan dan suara menjadi energi listrik menggunakan komponen piezoelektrik. Penelitian tentang konversi tekanan menjadi energi listrik yang dilakukan oleh Endri Stiawan dan Arif Johat Taufiq [7] dengan rangkaian paralel. Secara teoritis tegangan yang dihasilkan rangkaian paralel lebih sedikit dibandingkan rangkaian seri. Penelitian tentang konversi energi suara menjadi energi listrik oleh Eddy Wijayanto [8] dengan satu piezoelektrik dan menggunakan tabung resonansi. Maka dari itu, penulis akan bervariasi energi suara dan energi tekanan sebagai sumber energi listrik dengan rangkaian seri. Kemudian penulis akan membandingkan tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari piezoelektrik ketika diberi tekanan, suara, dan kombinasi keduanya.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Merancang alat konversi energi suara dan tekanan menjadi energi listrik menggunakan piezoelektrik material keramik PZT (Plumbum Zirconate Titanate)
2. Mengukur dan menganalisis arus dan tegangan piezoelektrik ketika ditekan, diberi sumber suara, dan kombinasi keduanya
3. Menghitung dan menganalisis daya yang dihasilkan piezoelektrik ketika ditekan, diberikan sumber suara, dan kombinasi keduanya.

1.4 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian tugas akhir, pembatasan masalah perlu dilakukan agar tujuan dari penelitian dapat tercapai dan tidak melenceng dari pembahasan, batasan pada penelitian ini yaitu:

1. Menggunakan 16 piezoelektrik untuk konversi energi tekanan dan 16 piezoelektrik untuk konversi energi suara
2. Menggunakan konfigurasi rangkaian seri
3. Tidak menghitung nilai efisiensi dari alat
4. Mengabaikan perubahan suhu
5. Sumber energi tekanan berasal dari pijakan kaki pada rentang usia 18-22 tahun dengan berat 40-80 Kg
6. Sumber energi suara berupa suara rekaman kendaraan pada ruas jalan dengan rentang 70-100 desibel.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori yang berhubungan dengan energi, piezoelektrik, dan teori lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab membahas tentang prosedur, alat dan bahan, metode penelitian, serta metode pengumpulan data yang dipakai pada penelitian tugas akhir ini.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang pemaparan hasil dari penelitian meliputi pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdapat kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Diniardi, S. Syawaluddin, A. I. Ramadhan, W. Isnaini, E. Dermawan, and D. Almanda, "Analisis Desain Pickup Piezoelektrik Dari Model Hybrid Solar Cell-Piezoelectric Untuk Daya Rendah," *J. Teknol.*, vol. 9, no. 2, p. 83, 2017, doi: 10.24853/jurtek.9.2.83-88.
- [2] A. Gamayel, "Panen Energi Menggunakan Piezoelektrik Sistem Kantilever Dengan Penambahan Bluff Body," *J. Tek. Mesin*, vol. 06, no. 4, pp. 273–276, 2017.
- [3] D. Kho, "Pengertian Transducer dan Jenis-jenisnya," <https://teknikelektronika.com/>, 2022. <https://teknikelektronika.com/pengertian-transducer-jenis-jenis-transduser/> (accessed Nov. 03, 2022).
- [4] D. Almanda, E. Dermawan, E. Diniardi, Syawaluddin, and A. I. Ramadhan, "Pengujian Desain Model Piezoelektrik PvdF Berdasarkan Variasi Tekanan," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2016*, no. November 2016, pp. 1–6, 2016, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/172417-ID-pengujian-desain-model-piezoelektrik-pvd.pdf>.
- [5] M. R. Ramadhan, S. Sasmono, and C. Ekaputri, "Perancangan Prototipe Konversi Hybrid Energi Suara , Energi Tekanan Dan Energi Angin Menjadi Energi Listrik Menggunakan Komponen Piezoelektrik," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 4447–4457, 2021.
- [6] N. K. H.D and S. Rifaldi, "Analisis Potensi Energi Listrik yang Dihasilkan dari Rancang Bangun Prototipe Alat Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik Memanfaatkan Energi Kinetik dari Keset Kaki dengan Metode Energy Harvesting," *Epsil. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 20, no. 1, pp. 38–49, 2022, doi: 10.55893/epsilon.v20i1.85.
- [7] E. Stiawan and A. J. Taufiq, "Rancang Bangun Alat Pemanen Energi Listrik Dari Tekanan Mekanik Berbasis Piezoelektrik," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 79–84, 2020, doi: 10.30595/jrre.v2i2.8280.

- [8] E. Wijanto, B. Harsono, R. Renandy, A. Septian, and K. Sutanto, "Pengujian Sistem Konversi Energi Suara menjadi Energi Listrik menggunakan Piezoelektrik," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 17, no. 01, pp. 59–67, 2018, doi: 10.31358/techne.v17i01.172.
- [9] W. Hidayatullah, M. Syukri, and Syukriyadin, "Perancangan Prototype Penghasil Energi Listrik Berbahan Dasar Piezoelektrik," *KITEKTRO J. Online Tek. Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 63–67, 2016.
- [10] Y. A. C. Wijaya, D. Zebua, D. P. Kolago, and Y. A. Utama, "Pengaruh Luas Permukaan Piezoelectric Disk terhadap Tekanan," *SNST ke-10 Tahun 2019*, pp. 54–59, 2019.
- [11] R. G. Rinaldi, M. A. Kuncoro, and Y. Arimurti, "Perbandingan Pengisian Kapasitor Oleh Piezoelektrik Dengan Baterai," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 3, p. 110, 2019, doi: 10.20961/prosidingsnfa.v3i0.28522.
- [12] M. I. Ramli and Irfan, "Perancangan Sound Energy Harvesting Berbasis Material Piezoelektrik untuk Memanfaatkan Kebisingan di Sepanjang Ruas Pantai Losari menuju Losari sebagai Ruang Publik Hemat Energi," *Hasanuddin Student J.*, vol. 1, no. 1, pp. 66–72, 2017.
- [13] A. Hartono, "Aplikasi Sensor PVDF untuk Pengukuran Pergeseran Sudut," *EKSAKTA*, vol. 18, no. 2, 2017, [Online]. Available: <https://eksakta.ppj.unp.ac.id/index.php/eksakta/article/view/60>.
- [14] M. Weber, "Piezoelectric Principle," <https://www.mmf.de>, 2020. https://www.mmf.de/piezoelectric_principle.htm (accessed Nov. 05, 2022).
- [15] S. Somiya, N. Clausen, and K. Uchino, *Handbook of Advanced Ceramics*. Academic Press, 2003.
- [16] D. Almanda, E. Dermawan, A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and A. N. Fajar, "Analisis Desain Optimum Model Piezoelektrik PvdF Untuk Sumber Pembangkit Listrik Air Hujan Berskala Mini," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2015*, no. November 2015, pp. 1–5, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/viewFile/493/459>.

- [17] Margana, Wahyono, B. M. H, and N. F. A, “Pengujian Piezoelektrik Tipe PZT Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air,” *Pros. NCIET*, vol. 2, pp. 55–65, 2021.
- [18] A. C. Iby, A. Mahyudin, and S. Ahda, “Studi Awal Proses Pemolangan dan Karakterisasi Sifat Listrik Bahan Piezoelektrik Ramah Lingkungan $(0,95-x) \text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3 - 0,05\text{Ba}_{0,5}\text{TiO}_3 - x\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiO}_3$ (BNT-BT-BKT),” *J. Fis. Unand*, vol. 3, pp. 2–6, 2013, [Online]. Available: <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/12>.
- [19] K. Haprido, A. Mahyudin, and Mardiyanto, “Pengaruh Penambahan PVDF (Polyvinylidene Flouride) pada Hasil Pemolangan Bahan Piezoelektrik $\text{PbZr}_{(0,52)}\text{Ti}_{(0,48)}\text{O}_3$ (PZT) yang Dilengkapi Alat Pemutus Poling,” *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 1, pp. 31–35, 2015.
- [20] R. H. Aulia, S. Sasmono, and C. Ekaputri, “Analisa Tegangan Dan Arus Pada Sistem Konversi Energi Suara Dan Energi Tekanan Pijakan Menjadi Energi Listrik Menggunakan Komponen Piezoelektrik,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 4242–4249, 2021.
- [21] N. S. Niladibrata, S. Sasmono, and H. Susanti, “Pemodelan Konversi Energi Suara Menjadi Energi Listrik Menggunakan Material Piezoelektrik Dengan Matlab Simulink,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 9, no. 2, pp. 131–135, 2022, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/17708%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/17708/17452>.
- [22] S. K. Nisa, A. Prawira, and K. M. Haqqi, “Sound Power, Sistem Pemanen Energi Dengan Tranduser Piezoelektrik untuk Perangkat Daya Rendah,” 2014.
- [23] Suryotomo, *4 sumber energi alternatif untuk charging*. 2012.
- [24] Karmajaya, *Fisika*. Bandung: Grafindo Media Pratama, 2008.
- [25] Fisika, “Tekanan: Pengertian, Rumus, dan Contoh Soal,”

- <https://www.fisika.co.id/>, 2020.
<https://www.fisika.co.id/2020/09/tekanan.html> (accessed Nov. 08, 2022).
- [26] R. Wibowo, “Bunyi Hukum Ohm dan Pengertiannya,” <https://www.academia.edu/>, 2020.
https://www.academia.edu/8754961/Bunyi_hukum_Ohm_dan_pengertiannya (accessed Nov. 09, 2022).
- [27] K. D. Adistiana, “Penjelasan Lengkap Hukum I dan II Kirchhoff,” <https://www.ruangguru.com/>, 2018.
<https://www.ruangguru.com/blog/penjelasan-hukum-i-dan-ii-kirchoff#:~:text=Hukum II Kirchhoff.,Hukum I Kirchhoff,yang> meninggalkan titik cabang itu. (accessed Nov. 09, 2022).
- [28] M. RAMDHANI, “Rangkaian Listrik,” Sekolah Tinggi Teknologi Telkom Bandung, 2005.
- [29] Kurniawan, “Bunyi Hukum Kirchoff 1 & 2 Beserta Rumusnya,” <https://www.superprof.co.id/>, 2022.
<https://www.superprof.co.id/blog/hukum-kirchoff-1-hukum-kirchoff-2/> (accessed Nov. 09, 2022).
- [30] A. Rosman, Risdaryana, E. Yuliani, and Vovi, “Karakteristik arus dan tegangan pada rangkaian seri dan rangkaian paralel dengan menggunakan resistor,” *J. Ilm. d’Computare*, vol. 9, pp. 40–43, 2019.
- [31] Juan, “Listrik Dasar : Sifat dan Rangkaian Listrik Seri, Paralel serta Campuran,” www.teknik-otomotif.com, 2017. <https://www.teknik-otomotif.com/2017/09/listrik-dasar-sifat-dan-rangkaian.html> (accessed Nov. 09, 2022).
- [32] T. Pengertian, “Pengertian Daya Listrik,” www.temukanpengertian.com/, 2015. <https://www.temukanpengertian.com/2015/09/pengertian-daya-listrik.html> (accessed Nov. 09, 2022).
- [33] S. El, “Cara Memahami Segitiga Daya,” <https://www.listrik-praktis.com>, 2015. <https://www.listrik-praktis.com/2015/09/memahami-dengan-mudah->

konsep-segitiga-daya.html (accessed Nov. 09, 2022).

- [34] A. Belly, A. D. H, C. Agusman, and B. Lukman, “Daya Aktif, Reaktif & Nyata,” Universitas Indonesia, 2010.
- [35] S. Supatmi, *Kapasitor*. Bandung: Universitas Komputer Indonesia, 2010.
- [36] A. P, “Fungsi Dioda Bridge,” <https://serviceacjogja.pro/>, 2017. <https://serviceacjogja.pro/fungsi-dioda-bridge/> (accessed Nov. 14, 2022).
- [37] Arga, “Dioda Bridge: Pengertian, Cara Kerja, Hingga Kelebihan,” <https://pintarelektro.com>, 2020. <https://pintarelektro.com/dioda-bridge/> (accessed Nov. 14, 2022).