

SKRIPSI

**PEMANFAATAN POLUSI SUARA UNTUK ENERGI
LISTRIK PADA *SITE* TAMBANG PT BUKIT ASAM
TBK TANJUNG ENIM DENGAN PROTOTIPE
PIEZOELEKTRIK**



ADARA PUTRI ZIETA

03041282025050

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

PEMANFAATAN POLUSI SUARA UNTUK ENERGI LISTRIK PADA *SITE* TAMBANG PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM DENGAN PROTOTIPE PIEZOELEKTRIK

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik pada
Universitas Sriwijaya



ADARA PUTRI ZIETA

03041282025050

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN POLUSI SUARA UNTUK ENERGI LISTRIK PADA *SITE* TAMBANG PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM DENGAN PROTOTIPE PIEZOELEKTRIK



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh

ADARA PUTRI ZIETA

NIM. 03041282025050

Palembang, 28 Maret 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Caroline, S.T., M.T

NIP. 197701252003122002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP. 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adara Putri Zieta
NIM : 03041282025050
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 12%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian Saya yang berjudul “Pemanfaatan Polusi Suara Untuk Energi Listrik pada *Site* Tambang PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim dengan Prototipe Piezoelektrik” 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.

Indralaya, 28 Maret 2024




Adara Putri Zieta

NIM. 03041282025050

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Caroline, S.T., M.T.

Tanggal : 28/Maret/2024

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

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

Nama : Adara Putri Zieta
NIM : 03041282025050
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

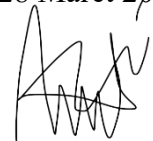
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah Saya yang berjudul:

**PEMANFAATAN POLUSI SUARA UNTUK ENERGI LISTRIK PADA *SITE*
TAMBANG PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM DENGAN PROTOTIPE
PIEZOELEKTRIK**

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 sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya

Pada tanggal : 28 Maret 2024



Adara Putri Zieta

NIM. 03041282025050

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul "Pemanfaatan Polusi Suara Untuk Energi Listrik pada *Site* Tambang PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim dengan Prototipe Piezoelektrik." Skripsi ini dilaksanakan pada tanggal 18 Desember 2023 – 5 Maret 2024 di satuan kerja Penunjang Tambang PT Bukit Asam Tbk. Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan mata kuliah pada Program Studi Sarjana 1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

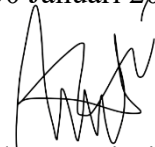
Pada Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
2. Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. IPU.
4. Kedua orang tua, serta kakak yang selalu memberikan dukungan moral maupun materil dengan tulus.
5. Dosen Pembimbing, Ibu Caroline,S.T., M.T. yang telah bersedia membimbing dari penyusunan laporan ini hingga selesai.
6. Dosen Pembimbing Akademik, Ibu Ir. Sri Agustina, M.T. yang telah membimbing selama perkuliahan.
7. Direktur Utama PT Bukit Asam Tbk, UPTE Sumatera Selatan, Bapak Arsal Ismail
8. Bapak Robbi Hidayat, selaku AVP Satuan Kerja Penunjang Tambang dan Bapak Muhammad Nur Muharmy, selaku Asmen Pengeboran dan Peledakan PT Bukit Asam Tbk. yang telah memberikan kesempatan untuk dapat melakukan penelitian tugas akhir yang diajukan.

9. Seluruh Jajaran dan *Staff* PT Bukit Asam Tbk atas kesempatan, bimbingan, dan kerjasama sehingga penulis dapat melakukan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir.
10. Rekan dalam perkuliahan, Teknik Elektro 2020, Dynda Septiyani, Maura Pramita Adisty, dan Anisa Dwi Sundari atas segala memori manis dan pahit yang dijalankan bersama:
11. Teman dari SMP; Siti Farrahwati, Putri Ananda Destary, Muzdalifah Karsa Prima, Tiara Fatimah Syahrani, M. Daffa Fadlurrahman, dan Indah Putri Afriandieni yang telah memberikan dukungan sampai saat ini:
12. Arkandasara *peeps*; Javier Edbert, Zeriyantina Tri Belinda, Rizqia Bunga Amalia, dan Kak Juicy Lowise Tamba serta seluruh *Board* AIESEC in Universitas Sriwijaya 2021/2022 atas memori bahagiannya.
13. Bujang Gadis Teknik 2021 atas dukungan dan memori selama berada di masa perkuliahan.
14. Rekan sesama penelitian, Anna Amelia Louisa, Anggun Ramadona, Nessa Putri Iman, Fauzan Fadhil, Dimas Irsandi, Noel Agung Lumbantoruan, Dedi Raihan, Syofian Gunawan, Anjeli Dwita, Aprillia Astra, dan Ochi Ramadani, yang sudah membantu dan menemani dalam melakukan penelitian tugas akhir:

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan, baik dari segi penyusunan, bahasa maupun penulisan. Semoga laporan ini dapat mudah dipahami bagi siapapun yang membacanya serta dapat berguna bagi kami sendiri maupun orang yang membacanya. Sebelumnya kami mohon maaf apabila terdapat kesalahan kata-kata yang kurang berkenan dan kami memohon kritik dan saran yang membangun dari Anda demi perbaikan makalah ini diwaktu yang akan datang.

Tanjung Enim, 30 Januari 2024



Adara Putri Zieta

NIM. 03041282025050

ABSTRAK BAHASA INDONESIA
PEMANFAATAN POLUSI SUARA UNTUK ENERGI LISTRIK PADA *SITE*
TAMBANG PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM DENGAN
PROTOTYPE PIEZOELEKTRIK

(Adara Putri Zieta, 03041282025050, 2024, 62 halaman)

Pertumbuhan industri dan kebutuhan akan energi listrik yang semakin meningkat adalah tantangan utama dalam era modern ini. Manusia telah menemukan berbagai cara untuk memproduksi dan mengekstraksi energi dan memanfaatkannya menjadi sumber konversi energi listrik. Penelitian ini mengeksplorasi potensi pemanfaatan polusi suara sebagai sumber energi terbarukan untuk pembangkitan listrik. *Site* pertambangan adalah salah satu lokasi potensial. Potensi tersebut belum dilakukan studi lapangan dan dimanfaatkan secara maksimal. Fokus penelitian ini adalah *site* tambang PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim dan menggunakan prototipe piezoelektrik untuk menangkap getaran suara. Metodologi penelitian melibatkan desain dan implementasi piezoelektrik, diikuti dengan pengumpulan data dari empat titik potensial dan analisis keluaran listrik tiap titik tersebut. Penelitian dan pengambilan data telah dilakukan pada *Blasting*, *Rock Crushing*, *Drilling* dan *Road Compact Area* selama 12 hari penelitian. Daya maksimum yang dihasilkan dari hasil perhitungan terdapat pada *Blasting Area* sebesar 1.75×10^{-3} W dan daya terkecil pada titik *Road Compactor Area* sebesar 0.023×10^{-3} W. Intensitas suara di titik penelitian berhubungan dengan jumlah daya listrik yang dihasilkan oleh prototipe piezoelektrik. Semakin tinggi intensitas suara, semakin besar daya listrik yang dihasilkan, dan sebaliknya.

Kata Kunci : Polusi Suara, Pemanenan Energi, Piezoelektrik, Energi Terbarukan, *Site* Tambang.

Palembang, 28 Maret 2024

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Caroline, S.T., M.T
NIP: 197701252003122002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

ABSTRACT ENGLISH
UTILIZATION OF SOUND POLLUTION FOR ELECTRICITY
GENERATION AT PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM MINING
SITE WITH PIEZOELECTRIC PROTOTYPE

(Adara Putri Zieta, 03041282025050, 2024, 62 pages)

The industrial growth and the increasing demand for electricity pose significant challenges in this modern era. Humans have discovered various ways to produce and extract energy and utilize it as a source of electrical energy conversion. This research explores the potential utilization of sound pollution as a renewable energy source for electricity generation. Mining sites are one of the potential locations due to various mining points that generate sound vibrations. However, this potential has not been thoroughly studied in the field and maximized. The focus of this research is on the mining site of PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim, introducing a piezoelectric prototype to capture sound vibrations. The research methodology involves the design and implementation of the piezoelectric system, followed by data collection from four potential locations and the analysis of the electrical output at each. The research and data collection was conducted in Blasting, Rock Crushing, Drilling, and Road Compact Areas over a period of 12 days. The maximum power calculated was found in the Blasting Area at 1.75×10^{-3} W, while the minimum power was at the Road Compactor Area with 0.023×10^{-3} W. Sound intensity correlates with electrical power output from the piezoelectric prototype: higher intensity yields greater power, and vice versa.

Keywords : Sound Pollution, Energy Harvesting, Piezoelectric, Renewable Energy, Mining Site.

Palembang, 28 Maret 2024

**Menyetujui,
Pembimbing Utama**



Caroline. S.T., M.T
NIP: 197701252003122002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



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

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK BAHASA INDONESIA	ix
ABSTRACT ENGLISH.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR RUMUS.....	xviii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
2.1 Energi Baru Terbarukan Indonesia.....	6
2.2 <i>Energy Harvesting</i>	7
2.3 <i>Acoustic Energy Harvester</i>	8
2.3.1 Suara, Bunyi, dan Getaran	9
2.3.2 Intensitas Suara	10
2.3.3 Pengukuran Suara.....	11
2.4 <i>Site Pertambangan</i>	12

2.4.1	Sumber Suara Titik Lokasi.....	12
2.5	Piezoelektrivitas	14
2.5.1	Sejarah Piezoelektrik.....	14
2.5.2	Prinsip Kerja Piezoelektrik	14
2.5.3	Material Piezoelektrik	16
2.5.4	Pemanfaatan Piezoelektrik.....	17
2.5	Rangkaian Seri dan Paralel	18
2.5.1	Rangkaian Seri	19
2.5.2	Rangkaian Paralel.....	20
2.6	Rangkaian Penyearah Dioda Bridge	21
2.7	Medan Elektromagnetik	22
2.7.1	Medan Magnet	22
2.7.2	Gaya Gerak Listrik.....	23
2.7.3	Induksi Elektromagnet	24
2.7.4	Tegangan Induksi	24
2.8	Daya Listrik.....	25
2.9	Penyimpanan Energi	27
	BAB III.....	30
3.1	Waktu Penelitian	30
3.2	Titik Lokasi Penelitian	30
3.2.1	Lokasi Penelitian pada <i>Blasting Area</i>	30
3.2.2	Lokasi Penelitian pada <i>Rock Crushing Area</i>	31
3.2.3	Lokasi Penelitian pada <i>Drilling Area</i>	31
3.2.4	Lokasi Penelitian pada <i>Road Compacting Area</i>	32
3.3	Metode Penelitian.....	32

3.4	Diagram Alir Penelitian.....	33
3.5	Alat dan Bahan.....	34
3.6	Rancangan Desain Prototipe	37
3.6.1	Penangkap Suara	37
3.6.2	Kotak Rangkaian Prototipe	37
3.6.3	Piezoelektrik.....	38
3.6.4	Penyangga Prototipe.....	39
3.6.5	Keseluruhan Desain Prototipe.....	40
3.7	Rangkaian Prototipe	41
3.8	Rangkaian Pengukuran.....	41
3.9	Tahapan Penelitian	41
BAB IV	44
4.1	Umum.....	44
4.2	Perancangan dan Pembuatan Prototipe	44
4.3	Pengambilan Data Lapangan.....	46
4.3.1	Pengambilan Data pada <i>Blasting Area</i>	46
4.3.2	Pengambilan Data pada <i>Rock Crushing Area</i>	46
4.3.3	Pengambilan Data pada <i>Drilling Area</i>	47
4.3.4	Pengambilan Data pada <i>Compact Area</i>	47
4.4	Data Hasil Pengukuran.....	48
4.4.1	Data Hasil Pengukuran pada Titik 1 : <i>Blasting Area</i>	49
4.4.2	Data Hasil Pengukuran pada Titik 2 : <i>Rock Crushing Area</i>	49
4.4.3	Data Hasil Pengukuran pada Titik 3 : <i>Drilling Area</i>	50
4.4.4	Data Hasil Pengukuran pada Titik 4 : <i>Road Compactor Area</i>	50
4.5	Perhitungan Data.....	51

4.6	Hasil dan Analisis.....	55
4.6.1	Tegangan, Arus, dan Daya.....	55
4.6.2	Penyimpanan pada Baterai.....	59
BAB V	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Skema Metode Pemanenan Energi	7
Gambar 2. 2 Jenis dan Mekanisme Transformasi Energi	8
Gambar 2. 3 Blok Diagram Sistem Pemanenan Energi dari Kebisingan	9
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Transduser Piezoelektrik	15
Gambar 2. 5 Pembuatan keramik piezoelektrik PSN-PZT	16
Gambar 2. 6 Bahan Piezoelektrik, Pembuatan, dan Aplikasi Terkini	17
Gambar 2. 7 Rangkaian Seri	19
Gambar 2. 8 Rangkaian Paralel	20
Gambar 2. 9 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh	22
Gambar 2. 10 Hukum Ampere	22
Gambar 2. 11 Toroida Ideal	23
Gambar 2. 12 Kaidah Tangan Kanan Fleming	24
Gambar 2. 13 Konstruksi Baterai Rechargeable	27
Gambar 2. 14 Proses Charging-Discharging Baterai	28
Gambar 3. 1 Foto Udara Lokasi Blasting	30
Gambar 3. 2 Foto Udara Lokasi Rock Crushing.....	31
Gambar 3. 3 Foto Udara Lokasi Drilling	31
Gambar 3. 4 Foto Udara Lokasi Road Compactor.....	32
Gambar 3. 5 Desain Medium Piezoelektrik Tampak Samping	37
Gambar 3. 6 Desain Medium Piezoelektrik Tampak Atas	37
Gambar 3. 7 Desain Kotak Tampak Samping	37
Gambar 3. 8 Desain Kotak Tampak Atas	38
Gambar 3. 9 Desain Piezoelektrik Tampak Atas.....	38
Gambar 3. 10 Desain Piezoelektrik Tampak Samping.....	38
Gambar 3. 11 Desain Rangkaian Piezoelektrik.....	39
Gambar 3. 12 Desain Penyangga Tampak Atas	39
Gambar 3. 13 Desain Penyangga Tampak Depan	39
Gambar 3. 14 Desain Penyangga dari Samping.....	40
Gambar 3. 15 Desain Prototipe Tampak Atas	40

Gambar 3. 16 Desain Prototipe Tampak Samping	40
Gambar 3. 17 Desain Prototipe Tampak Belakang	40
Gambar 3. 18 Rangkaian Skematik Prototipe	41
Gambar 3. 19 Rangkaian Pengukuran pada Prototipe	41
Gambar 4. 1 Prototipe Sound Energy Harvesting menggunakan Piezoelektrik ...	45
Gambar 4. 2 Pengambilan Data pada Titik I: Blasting.....	46
Gambar 4. 3 Pengambilan Data pada Titik II: Rock Crusher	46
Gambar 4. 4 Pengambilan Data pada Titik III: Drilling.....	47
Gambar 4. 5 Pengambilan Data pada Titik IV: Road Compactor	47
Gambar 4. 6 Grafik Intensitas Suara pada Titik Lokasi Penelitian	55
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Tegangan AC dan Intensitas Suara	56
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Tegangan DC dan Intensitas Suara.....	56
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Arus dan Intensitas Suara	57
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Daya Listrik dan Intensitas Suara	58
Gambar 4. 11 Grafik Waktu Kontaminasi Suara per Hari.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tingkat Intensitas Suara dari Berbagai Sumber	11
Tabel 3. 1 Kegiatan Penelitian	29
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan	344
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran Blasting Area	49
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengukuran Rock Crushing Area	49
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengukuran Drilling Area.....	500
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran Road Compactor Area	500

DAFTAR RUMUS

Rumus Taraf Intensitas Suara	10
Rumus Rangkaian Seri	19
Rumus Rangkaian Paralel	19
Rumus Tegangan Induksi	25
Rumus Tegangan Induksi Fluks	25
Rumus Daya Listrik	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan industri dan kebutuhan akan energi listrik yang semakin meningkat adalah tantangan utama dalam era modern ini. Hukum kekekalan energi menyebutkan bahwa “Energi tidak dapat dimusnahkan dan diciptakan, Ia hanya dapat bertransformasi dari satu bentuk ke bentuk lainnya.” Berdasarkan hukum ini, orang-orang telah menemukan berbagai cara untuk memproduksi dan mengekstraksi energi sumber dan mengubahnya menjadi sumber tenaga konvensional [1].

Sumber daya energi konvensional seperti bahan bakar fosil semakin terbatas dan berdampak negatif pada lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan sumber daya energi terbarukan dan teknologi konversi energi yang efisien menjadi sangat penting. Pertumbuhan energi yang berkelanjutan dan mengurangi dampak perubahan iklim adalah prioritas utama dunia. Negara dunia telah bekerja bersama dalam merumuskan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) yang bertujuan mencapai sejumlah tujuan penting pada tahun 2030 [2]. Kebisingan dapat dimanfaatkan tanpa adanya kontak fisik atau menggunakan kabel proses transmisinya. Oleh karena itu, konversi energi dari kebisingan tidak hanya dapat dimanfaatkan dengan mengkonversikannya ke energi listrik, tetapi juga mengurangi dampak polusi suara terhadap lingkungan dan kesehatan manusia [3].

Salah satu cara yang menjanjikan untuk mendapatkan energi listrik adalah dengan menggunakan sumber energi yang ada di sekitar *site* pertambangan batu bara, Energi suara adalah salah satu bentuk energi yang sering terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan secara optimal. *Site* tambang sering kali memiliki tingkat kebisingan yang tinggi, yang berarti potensi untuk mengekstrak energi dari suara tersebut.

PT Bukit Asam, Tbk. merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang industri pertambangan batubara tingkat nasional yang memiliki 3 lokasi penambangan utama untuk Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE), yaitu Tambang Air Laya (TAL), Muara Tiga Besar (MTB), dan Banko Barat.

Namun, saat ini masih kurangnya pengembangan dan implementasi prototipe ekstraksi energi dari suara yang efisien di *site* tambang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe yang inovatif dan efisien, dengan fokus pada ekstraksi energi listrik dari gelombang getar suara.

Sebelumnya telah ada penelitian yang dilakukan di ruang bising menggunakan piezoelektrik sebagai alat pengkonversi energi akustik ke energi listrik. Adapun beberapa penelitian tersebut berjudul “Perancangan dan Pembuatan Sound Energy Harvesting Berbasis Piezoelektrik dengan Memanfaatkan Kebisingan (Lokasi: Air Terjun Takapala Malino)” Air Terjun Takapala Malino (Nur Arief), “Perancangan *Sound Energy Harvesting* Berbasis Material Piezoelektrik untuk Memanfaatkan Kebisingan di Sepanjang Ruas Pantai Losari menuju Losari sebagai Ruang Publik Hemat Energi” Ruas Pantai Losari (M.Iqbal Ramli, Irfan), “Rancang Bangun Sistem Energy Harvesting di Ruang Bising Menggunakan Piezoelektrik Array” Mesin *Winder* pada Pabrik Pemintalan Benang (Hajiar Yuliana, dkk.). Dari berbagai penelitian tersebut, didapatkan bahwa suara-suara bising tersebut memiliki getaran yang dapat menghasilkan energi listrik alternatif. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan judul “Pemanfaatan Polusi Suara Untuk Energi Listrik pada *Site* Tambang PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim dengan Prototipe Piezoelektrik.” Penelitian ini membuat rancang bangun sistem *energy harvesting* dengan memanfaatkan suara bising dari berbagai lokasi pada *site* pertambangan yang akan menggunakan piezoelektrik yang disusun secara seri. Pada penelitian ini juga menambah rangkaian penaik tegangan yaitu dengan memanfaatkan *toroidal magnetic field*.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah utama yang dihadapi di *site* pertambangan adalah besarnya suara yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan operasional dan belum terkontrol secara maksimal. Suara tersebut tidak hanya memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia yang bekerja di *site* pertambangan, tetapi juga merugikan ekosistem di sekitarnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mengatasi masalah ini dengan pendekatan yang inovatif dan berkelanjutan. Dalam skripsi ini, penelitian akan difokuskan pada potensi *energy harvesting* sebagai solusi untuk mengubah polusi suara menjadi sumber energi listrik menggunakan piezoelektrik. Penelitian ini akan melakukan uji coba riset guna mengidentifikasi jumlah energi listrik yang dapat diekstrak di setiap titik lokasi potensial pada *site*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai penulis pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Merancang *prototype energy harvester* memanfaatkan prototipe piezoelektrik yang sesuai dengan kondisi lingkungan *site* tambang.
2. Mengukur dan menganalisis hubungan intensitas suara, arus, dan tegangan yang dihasilkan dari kebisingan berbagai titik di *site* tambang dan menyimpan hasilnya pada baterai.
3. Membandingkan dan menganalisis daya yang dihasilkan pada tiap titik di *site* dengan prototipe rangkaian piezoelektrik.

1.4 Batasan Masalah

Sebagai upaya untuk menghindari pembahasan yang menyimpang, maka penelitian tugas akhir ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas material piezoelektrik lain selain PZT
2. Piezoelektrik 35 mm disusun seri 49 buah
3. Tidak membahas induksi magnetik selain menggunakan cara koil taroidal magnetik.

4. Menggunakan suara dari titik lokasi pada *Blasting Area*, *Rock Crusher Area*, *Drilling Area*, dan *Rock Compactor Area* PT Bukit Asam Tbk.
5. Tidak menghitung efisiensi yang dihasilkan.
6. Tidak membahas material bahan yang digunakan dalam pembuatan prototipe.

1.5 Manfaat Penelitian

Mengenai manfaat dari penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan Energi Terbarukan: Prototipe ini dapat menghasilkan energi listrik dari sumber energi terbarukan. Ini akan membantu dalam mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan berkontribusi pada upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.
2. Energi Otonom untuk *Site* Tambang: *Site* tambang sering berada di lokasi terpencil atau terisolasi, di mana akses ke sumber energi listrik konvensional mungkin terbatas. Dengan adanya sistem ekstraksi energi ini, *site* tambang dapat menjadi lebih mandiri secara energi, mengurangi biaya operasional dan risiko ketergantungan pada pasokan energi luar.
3. Pengembangan Teknologi Pemanen Energi: Penelitian ini juga dapat membantu mengembangkan teknologi yang lebih efisien dan dapat diintegrasikan ke dalam berbagai aplikasi lain yang memerlukan sumber energi mandiri.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penyusunan proposal tugas akhir ini maka penyusunan dilakukan dengan sistematika penulisan. Adapun sistematika yang akan digunakan pada penulisan tugas akhir ini antara lain :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini berisi tentang latar belakang penelitian, perumusan dari masalah yang akan diteliti, batasan masalah dari penelitian yang dilakukan, tujuan dari penelitian, dan sistematika dari penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab dua terdapat pemaparan atau gambaran umum tentang energi baru terbarukan, *energy harvesting*, piezoelektrik, dan medan elektromagnetik secara teori dan rumus – rumus yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas yang membantu dalam pembuatan laporan tugas akhir yang didapat dari berbagai artikel, jurnal, internet dan sebagainya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode penelitian, matriks data penelitian, rancangan desain prototipe, dan tahapan – tahapan dalam pengerjaan tugas akhir serta pemaparan tentang lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang pembahasan hasil penelitian ditampilkan mulai dari hasil pengukuran, perhitungan, pengolahan data dan analisis berdasarkan hasil yang telah didapat dari studi literature dan observasi dilapangan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang didapat dalam pengerjaan tugas akhir, serta hal – hal yang perlu disampaikan penulis kepada pembaca terkait prototipe ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Mervin A, "Sound Energy Harvesting and Converting Electricity (SEHCE)," *Annals of Mathematics and Physics*, vol. 5, no. 2, pp. 146–149, Oct. 2022, doi: 10.17352/amp.000056.
- [2] A. Raihan, M. I. Pavel, D. A. Muhtasim, S. Farhana, O. Faruk, and A. Paul, "The Role of Renewable Energy Use, Technological Innovation, and Forest Cover Toward Green Development: Evidence from Indonesia," *Innovation and Green Development*, vol. 2, no. 1, p. 100035, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.igd.2023.100035.
- [3] J. Xu, S. Jiao, X. Wang, J. Chu, and Z. Huang, "Energy harvesting of airborne sound by using layered acoustic metamaterials," 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/359442819>
- [4] M. A. A. Abdelkareem *et al.*, "Vibration Energy Harvesting in Automotive Suspension System: A Detailed Review," *Applied Energy*, vol. 229. Elsevier Ltd, pp. 672–699, Nov. 01, 2018. doi: 10.1016/j.apenergy.2018.08.030.
- [5] A. B. S. Ammaiyappan and R. Seyezhai, "Energy Harvesting for Self-powered Wearable Device Applications," *Mater Today Proc*, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.06.342.
- [6] Izhar, M. Iqbal, and F. Khan, "Hybrid Acoustic, Vibration, and Wind Energy Harvester using Piezoelectric Transduction for Self-powered Wireless Sensor Node Applications," *Energy Convers Manag*, vol. 277, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.enconman.2022.116635.
- [7] E. Hassan, S. A. Kouritem, F. Z. Amer, and R. I. Mubarak, "Acoustic Energy Harvesting using An Array of Piezoelectric Cantilever Plates for Railways and Highways Environmental Noise," *Ain Shams Engineering Journal*, 2023, doi: 10.1016/j.asej.2023.102461.

- [8] R. Abidi, A. Abdelrazaq, H. Al Nuaimi, K. Al Marzooqi, and M. Al Ahmad, "Design methodology for efficient vibration energy harvester based on electromagnetic induction principle," in *2021 6th International Conference on Renewable Energy: Generation and Applications, ICREGA 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Feb. 2021, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICREGA50506.2021.9388314.
- [9] Tarwaka, S. H. A Bakri, and L. Sudiadjeng, "Ergonomi: Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas," Surakarta, 2004.
- [10] Á. Katalin, "Studying Noise Measurement and Analysis," in *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 2018, pp. 533–538. doi: 10.1016/j.promfg.2018.03.078.
- [11] M. Pouresmaieli, M. Ataei, A. Nouri Qarahasanlou, and A. Barabadi, "Integration of Renewable Energy and Sustainable Development with Strategic Planning in The Mining Industry," *Results in Engineering*, p. 101412, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2023.101412.
- [12] PT Bukit Asam, "Company Profile PT Bukit Asam Tanjung Enim," *AJAD : Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 2, Aug. 2023, doi: 10.59431/ajad.v3i2.174.
- [13] M. I. Mowaviq, A. Junaidi, D. S. Purwanto, and S. Tinggi Teknik -Pln, "Lantai Pemanen Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik," *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, vol. 10, no. 2, 2018.
- [14] M. R. Rashmi, K. Trilok Sairam, and A. Suresh, "Energy Harvesting Through Piezoelectric Technology," *Mater Today Proc*, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.07.252.
- [15] S. Pramanik, B. Pinguan-Murphy, N. Azuan, and A. Osman, "Developments of Immobilized Surface Modified Piezoelectric Crystal Biosensors for Advanced Applications," 2013. [Online]. Available: www.electrochemsci.org

- [16] J. Ye *et al.*, “Development and Performance Research of PSN-PZT Piezoelectric Ceramics Based on Road Vibration Energy Harvesting Technology,” *Mater Today Commun*, vol. 34, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.mtcomm.2022.105135.
- [17] A. Chayri Iby, A. Mahyudin, S. Ahda, and P. Teknologi Bahan Industri Nuklir -Badan Tenaga Nuklir Nasional, “Studi Awal Proses Pemolangan dan Karakterisasi Sifat Listrik Bahan Piezoelectric Ramah Lingkungan.”
- [18] A. Megdich, M. Habibi, and L. Laperrière, “A Review on 3D Printed Piezoelectric Energy Harvesters: Materials, 3D Printing Techniques, and Applications,” *Materials Today Communications*, vol. 35. Elsevier Ltd, Jun. 01, 2023. doi: 10.1016/j.mtcomm.2023.105541.
- [19] F. Samsu Hananto, “Aplikasi Aktuator Piezoelektrik,” 2009.
- [20] G. C. Martins, P. R. Nunes, and J. A. Cordioli, “On the optimization of a piezoelectric speaker for hearing aid application through multi-physical FE models,” in *Engineering Optimization IV - Proceedings of the 4th International Conference on Engineering Optimization, ENGOPT 2014*, CRC Press/Balkema, 2014, pp. 317–322. doi: 10.1201/b17488-57.
- [21] N. Arief, “Perancangan dan Pembuatan Sound Energy Harvesting Berbasis Piezoelectric dengan Memanfaatkan Kebisingan (Lokasi: Air Terjun Takapala Malino)”.
- [22] A. Rosman N, Risdayana, Yuliani. Eva, and Vovi, “Karakteristik Arus dan Tegangan pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel dengan Menggunakan Resistor”.
- [23] R. Mardiansyah and F. T. Ui, “Potensi Medan Elektromagnetik Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik,” 2012.
- [24] M. Hadi, “Dasar-Dasar Elektromagnetika,” 2022.
- [25] N. Setiaji *et al.*, “Analisis Konsumsi Daya dan Distribusi Tenaga Listrik.”

- [26] S. Hani, G. Santoso, I. Ary Nugroho, and J. Teknik Elektro, "Analisa Penggunaan Boost Converter terhadap Daya Output Panel Surya pada Warning Light."
- [27] M. A. Mazta *et al.*, "Rancang Bangun Interleaved Boost Converter Berbasis Arduino," 2016.
- [28] A. Bhattacharya and S. Jiao, "Piezoelectric Energy Harvesting in Automobile Wheels," 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/348994567>
- [29] F. Irsan Pasaribu, S. Aryza Lubis, and S. Imam Panji Alam, "Superkapasitor Sebagai Penyimpan Energi Menggunakan Bahan Graphene," vol. 2, no. 2, pp. 66–72, 2020, doi: 10.30596/rele.v1i1.
- [30] R. Agus, "Superkapasitor Sebagai Piranti Penyimpan Energi Listrik Masa Depan," 2014.
- [31] M. Nasution and K. Kunci, "Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik," 2021.
- [32] I. Zidni, "Analisis Pengisian Muatan Baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄)," 2020.