

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PIEZOELEKTRIK
TIPE *PUBLUM ZIRCONATE TITANATE* (PZT)
DENGAN VARIASI SUDUT KEMIRINGAN
PIEZOELEKTRIK DENGAN MEMANFAATKAN AIR
HUJAN**



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

OLEH

PATRISA UTARI

03041282126051

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PIEZOELEKTRIK TIPE *PUBLUM ZIRCONATE TITANATE (PZT)* DENGAN VARIASI SUDUT KEMIRINGAN PIEZOELEKTRIK DENGAN MEMANFAATKAN AIR HUJAN



Skripsi

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

Oleh:

PATRISA UTARI

03041282126051

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Muhammad Abu Bakar Siddik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., APEC Eng.

NIP. 197108141999031005

Palembang, 20 Mei 2025

Menyetujui,

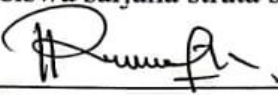
Dosen Pembimbing

Ir. Hermawati, S.T., M.T.

NIP. 197708102001122001

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 : Ir. Hermawati, S.T., M.T.

Tanggal : 20 Mei 2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Patrisa Utari
NIM : 03041282126051
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan iThenticate/Turnitin : 4%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Piezoelektrik Tipe *Publum Zirconate Titanate* (PZT) Dengan Variasi Sudut Kemiringan Piezoelektrik Dengan Memanfaatkan Air Hujan” 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, 20 Mei 2025

Patrisa Utari

NIM. 03041282126051

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

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

Nama : Patrisa Utari
NIM : 03041282126051
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 PROTOTIPE PIEZOELEKTRIK TIPE PUBLUM
ZIRCONATE TITANATE (PZT) DENGAN VARIASI SUDUT
KEMIRINGAN PIEZOELEKTRIK DENGAN MEMANFAATKAN AIR
HUJAN**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/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: 20 Mei 2025



Patrisa Utari

NIM. 03041282126051

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala berkat dan nikmat-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Piezoelektrik Tipe *Publum Zirconate Titanate* (PZT) Dengan Variasi Sudut Kemiringan Piezoelektrik Dengan Memanfaatkan Air Hujan” sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Penulisan tugas akhir ini terwujud atas bantuan dan dukungan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, kekuatan serta keteguhan sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan baik.
2. Bapak, ibu beserta saudara-saudara yang memberikan dukungan penuh, doa dan kebutuhan materi maupun non materi sehingga penulis tetap istiqomah dalam proses pengerjaan laporan kerja praktik.
3. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Dr. Eng, Suci Dwijanti, S.T., M.S. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
5. Ibu Ir. Hermawati, S.T., M.T selaku pembimbing tugas akhir yang telah senantiasa memberikan bimbingan, waktu, arahan, ilmu dan nasihat kepada penulis.
6. Keluarga tercinta, terutama Ayah, Ibu, dan seluruh keluarga, yang telah menjadi penyemangat, sumber motivasi, dan senantiasa mendoakan penulis selama kuliah hingga pengerjaan tugas akhir ini selesai.
7. Teman-teman kuliah, Anggun Ismeriyanti Putri, Shabrina Renggani Putri, Ayu Uswatun Hasanah, Lutfiah Cikal Maherdiva, Sekar Adelia Kusmiati,

Syanti Prasetyani, Aulia Zahra dan Qhizam Deo Amanda yang telah menjadi bagian dari cerita suka dan duka kehidupan perkuliahan penulis.

8. Teman-teman seperjuangan satu bimbingan, Shabrina Renggani Putri, M. Ridho Perdana, M. Dimas Anugrah, Rizky Rilma Putra, Trie Holi Yusniarti, dan seluruh teman-teman satu angkatan Teknik Elektro 2021 yang telah memberikan banyak motivasi, bantuan, dukungan selama kuliah hingga menyelesaikan proposal tugas akhir.
9. Serta pihak-pihak lain yang berkontribusi dalam membantu saya selama pengerjaan tugas akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

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, 20 Mei 2025



Patrisa Utari

NIM. 03041282126051

ABSTRAK
RANCANG BANGUN PROTOTIPE PIEZOELEKTRIK TIPE *PUBLUM*
***ZIRCONATE TITANATE (PZT)* DENGAN VARIASI SUDUT**
KEMIRINGAN PIEZOELEKTRIK DENGAN MEMANFAATKAN AIR
HUJAN

(Patrisa Utari, 03041282126051, 2025, 50 halaman)

Air hujan yang jatuh ke bumi dapat dijadikan sebagai salah satu bentuk energi terbarukan dengan memanfaatkan sensor piezoelektrik. Piezoelektrik akan mengubah getaran yang dihasilkan air hujan yang mengenai suatu bidang menjadi energi listrik. Penelitian ini menguji prototipe piezoelektrik tipe *Publum Zirconate Titanate* yang dirangkai secara seri dengan variasi sudut kemiringan piezoelektrik dengan menggunakan air hujan buatan berupa *shower* yang akan dihidupkan secara bertahap dari 1 *shower* hingga 3 *shower*. Nilai rata-rata tertinggi dari tegangan dan arus secara berturut-turut adalah 1,7412 V dan 0,00051 A, dengan sudut kemiringan 0° dan jumlah *shower* yang digunakan 3 buah. Dan nilai rata-rata terendah dari tegangan dan arus secara berturut-turut adalah 1,3006 V dan 0,000108 A dengan sudut kemiringan 50° dan jumlah *shower* yang digunakan 1 buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kemiringan 0° menghasilkan nilai keluaran tertinggi. Hal ini dikarenakan semakin kecil sudut kemiringan piezoelektrik maka air akan mengenai piezoelektrik secara hampir tegak lurus sehingga tekanan yang diterima piezoelektrik maksimal dan merata.

Kata Kunci: Piezoelektrik, *Publum Zirconate Titanate (PZT)*, Energi Terbarukan, Air Hujan Buatan, Sudut Kemiringan.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

Palembang, 20 Mei 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Hermawati, S.T., MT
NIP. 197708102001122001

ABSTRACT
DESIGN AND BUILT OF A PUBLUM ZIRCONATE TITANATE (PZT)
TYPE PIEZOELECTRIC PROTOTYPE WITH VARIATIONS OF
PIEZOELEKTRIC TILT ANGLE UTILIZING RAINWATER
(Patrisa Utari, 03041282126051, 2025, 50 pages)

Rainwater falling to the ground can be utilized as a form of renewable energy by harnessing piezoelectric sensors. Piezoelectric sensors convert the vibrations generated by rainwater hitting a surface into electrical energy. This study tested a prototype of Publum Zirconate Titanate piezoelectric type arranged in series with variations in the angle of inclination of the piezoelectric sensors using artificial rainwater from showers, incrementally activated from 1 shower to 3 showers. The highest average values of voltage and current sequentially were 1.7412 V and 0.00051 A, respectively, at a 0° inclination angle with 3 showers used. The lowest average values sequentially were 1.3006 V and 0.000108 A at a 50° inclination angle with 1 shower used. The research results indicated that a 0° inclination angle produced the highest output values. This is because a smaller inclination angle allows rainwater to hit the piezoelectric sensors nearly perpendicularly, maximizing and evenly distributing the pressure received by the piezoelectric sensors.

Keywords: Piezoelectric, Publum Zirconate Titanate (PZT), Renewable Energy, Artificial Rainwater, Tilt Angle.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

Palembang, 20 Mei 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Hermawati, S.T., MT
NIP. 197708102001122001

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Energi	6
2.1.1 Energi Potensial	6

2.1.2 Energi Kinetik	7
2.1.3 Energi Mekanik	7
2.2 Energi Baru Terbarukan	8
2.3 <i>Energy Harvesting</i>	8
2.4 <i>Mechanical Energy Harvesting</i>	9
2.5 Piezoelektrik	10
2.6 Prinsip Kerja Piezoelektrik	11
2.7 Jenis-Jenis Piezoelektrik	12
2.7.1 <i>Publum Zirconat Titanate</i> (PZT)	13
2.8 Pemanfaatan Piezoelektrik	13
2.8.1 Piezoelektrik Transduser	13
2.8.2 Piezoelektrik Akuator	14
2.8.3 Piezoelektrik Sensor	14
2.9 Sudut Kemiringan Atap	14
2.10 Debit Air	15
2.11 Curah Hujan	16
2.12 Rangkaian Hubung Seri dan Paralel	16
2.12.1 Rangkaian Hubung Seri	16
2.12.2 Rangkaian Hubung Paralel	17
2.13 Rangkaian Penyearah	18
2.14 Hukum Ohm	19
2.15 Daya Listrik	20
2.15.1 Daya Aktif	20
2.15.2 Daya Reaktif	21
2.15.3 Daya Semu	21
2.16 Penelitian Terdahulu	22

BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2 Metode Penelitian.....	24
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.4 Alat dan Bahan	25
3.5 Rancang Desain.....	29
3.6 Skema Pengambilan Data	32
3.7 Rangkaian Pengukuran.....	33
3.7.1 Pengukuran Arus Keluaran	33
3.7.2 Pengukuran Tegangan Keluaran	33
3.8 Tahapan Penelitian	34
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 36
4.1 Umum.....	36
4.2 Data Hasil Pengukuran.....	38
4.3 Perhitungan Daya Keluaran	39
4.4 Hasil dan Analisis.....	40
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	46
 DAFTAR PUSTAKA.....	 47
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 <i>Energy Harvesting</i> pada Lingkungan Industri.	9
Gambar 2. 2 Susunan Material Piezoelektrik.....	11
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Piezoelektrik.....	12
Gambar 2. 4 Peta Curah Hujan di Indonesia pada bulan Oktober 2024.	16
Gambar 2. 5 Rangkaian Seri pada Piezoelektrik.....	17
Gambar 2. 6 Rangkaian Paralel pada Piezoelektrik.	18
Gambar 2. 7 Rangkaian Penyearah Dioda	19
Gambar 2. 8 Segitiga Daya.	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	25
Gambar 3. 2 Desain Alat Keseluruhan	29
Gambar 3. 3 Desain Tampak Samping.....	29
Gambar 3. 4 Susunan Alat.....	30
Gambar 3. 5 Desain Susunan Piezoelektrik	30
Gambar 3. 6 Dimensi Ukuran Piezoleketrik	31
Gambar 3. 7 Skema Pengambilan Data.....	32
Gambar 3. 8 Rangkaian Pengukuran Arus	33
Gambar 3. 9 Rangkaian Pengukuran Tegangan	33
Gambar 4. 1 Prototipe Keseluruhan	37
Gambar 4. 2 Rangkaian Piezoelektrik.....	37
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Tegangan	41
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Arus	42
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Daya	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	22
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	23
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan	26
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran.....	38

DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan (2. 1).....	6
Persamaan (2. 2).....	7
Persamaan (2. 3).....	7
Persamaan (2. 4).....	15
Persamaan (2. 5).....	17
Persamaan (2. 6).....	17
Persamaan (2. 7).....	17
Persamaan (2. 8).....	17
Persamaan (2. 9).....	19
Persamaan (2. 10).....	20
Persamaan (2. 11).....	21
Persamaan (2. 12).....	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Prototipe Alat

Lampiran 1.1 Gambar Prototipe Piezoelektrik Tipe *Publum Zirconate Titanate* (PZT) dengan Varasi Sudut Kemiringan dengan Memanfaatkan Air Hujan Tampak Depan.

Lampiran 1.2 Gambar Prototipe Piezoelektrik Tipe *Publum Zirconate Titanate* (PZT) dengan Varasi Sudut Kemiringan dengan Memanfaatkan Air Hujan Tampak Samping.

Lampiran 2. Gambar Pengukuran Data

Lampiran 2.1 Pengukuran Data Tegangan

Lampiran 2.1.1 Pengukuran Data Tegangan Sudut 0° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.1.2 Pengukuran Data Tegangan Sudut 0° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.1.3 Pengukuran Data Tegangan Sudut 0° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.1.4 Pengukuran Data Tegangan Sudut 10° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.1.5 Pengukuran Data Tegangan Sudut 10° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.1.6 Pengukuran Data Tegangan Sudut 10° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.1.7 Pengukuran Data Tegangan Sudut 20° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.1.8 Pengukuran Data Tegangan Sudut 20° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.1.9 Pengukuran Data Tegangan Sudut 20° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.1.10 Pengukuran Data Tegangan Sudut 30° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.1.11 Pengukuran Data Tegangan Sudut 30° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.1.12 Pengukuran Data Tegangan Sudut 30° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.1.13 Pengukuran Data Tegangan Sudut 40° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.1.14 Pengukuran Data Tegangan Sudut 40° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.1.15 Pengukuran Data Tegangan Sudut 40° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.1.16 Pengukuran Data Tegangan Sudut 50° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.1.17 Pengukuran Data Tegangan Sudut 50° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.1.18 Pengukuran Data Tegangan Sudut 50° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.2 Pengukuran Data Arus

Lampiran 2. 2.1 Pengukuran Data Arus Sudut 0° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.2.2 Pengukuran Data Arus Sudut 0° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.2.3 Pengukuran Data Arus Sudut 0° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.2.4 Pengukuran Data Arus Sudut 10° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.2.5 Pengukuran Data Arus Sudut 10° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.2.6 Pengukuran Data Arus Sudut 10° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.2.7 Pengukuran Data Arus Sudut 20° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.2.8 Pengukuran Data Arus Sudut 20° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.2.9 Pengukuran Data Arus Sudut 20° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.2.10 Pengukuran Data Arus Sudut 30° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.2.11 Pengukuran Data Arus Sudut 30° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.2.12 Pengukuran Data Arus Sudut 30° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.2.13 Pengukuran Data Arus Sudut 40° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.2.14 Pengukuran Data Arus Sudut 40° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.2.15 Pengukuran Data Arus Sudut 40° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.2.16 Pengukuran Data Arus Sudut 50° dengan 1 *Shower*

Lampiran 2.2.17 Pengukuran Data Arus Sudut 50° dengan 2 *Shower*

Lampiran 2.2.18 Pengukuran Data Arus Sudut 50° dengan 3 *Shower*

Lampiran 2.3 Pengukuran Data Sudut

Lampiran 2.3.1 Pengukuran Sudut 0°

Lampiran 2.3.2 Pengukuran Sudut 10°

Lampiran 2.3.3 Pengukuran Sudut 20°

Lampiran 2.3.4 Pengukuran Sudut 30°

Lampiran 2.3.5 Pengukuran Sudut 40°

Lampiran 2.3.6 Pengukuran Sudut 50°

Lampiran 3. Data Hasil Penelitian

Lampiran 3.1 Data Hasil Penelitian Percobaan 1

Lampiran 3.2 Data Hasil Penelitian Percobaan 2

Lampiran 3.3 Data Hasil Penelitian Percobaan 3

Lampiran 3.4 Data Hasil Penelitian Percobaan 4

Lampiran 3.5 Data Hasil Penelitian Percobaan 5

Lampiran 4. Perhitungan Daya Keluaran Data Hasil Penelitian

Lampiran 4.1 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 0° dengan 1 *Shower*

Lampiran 4.2 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 0° dengan 2 *Shower*

Lampiran 4.3 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 0° dengan 3 *Shower*

Lampiran 4.4 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 10° dengan 1 *Shower*

Lampiran 4.5 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 10° dengan 2 *Shower*

Lampiran 4.6 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 10° dengan 3 *Shower*

Lampiran 4.7 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 20° dengan 1 *Shower*

Lampiran 4.8 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 20° dengan 2 *Shower*

Lampiran 4.9 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 20° dengan 3 *Shower*

Lampiran 4.10 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 30° dengan 1 *Shower*

Lampiran 4.11 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 30° dengan 2 *Shower*

Lampiran 4.12 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 30° dengan 3 *Shower*

Lampiran 4.13 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 40° dengan 1 *Shower*

Lampiran 4.14 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 40° dengan 2 *Shower*

Lampiran 4.15 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 40° dengan 3 *Shower*

Lampiran 4.16 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 50° dengan 1 *Shower*

Lampiran 4.17 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 50° dengan 2 *Shower*

Lampiran 4.18 Perhitungan Daya Keluaran Data Sudut 50° dengan 3 *Shower*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah populasi manusia saat ini semakin meningkat, yang artinya kebutuhan akan energi listrik untuk setiap orang juga semakin besar. Menurut Roper, dimasa depan penggunaan energi listrik untuk setiap orang mencapai 12 kW atau setara dengan 2900×10^{15} BTU (*British Thermal Unit*) per tahunnya atau sekitar 8497×10^{11} kWh. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa energi fosil (*non-renewable*) akan habis total pada tahun 2300 [1]. Perkembangan akan energi terbarukan untuk pembangkit listrik terus dikembangkan sampai saat ini. Energi terbarukan telah menjadi fokus utama dalam upaya mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang kian menipis dan berpotensi merusak lingkungan. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan energi terbarukan adalah pemanfaatan piezoelektrik untuk mengubah energi mekanik menjadi listrik.

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis dimana terdapat dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada musim kemarau, pemanfaatan energi panas telah diterapkan untuk membangkitkan energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga surya. Namun, menurut Diniardi, dkk dalam penelitian Hariyono dan Nasution pada tahun 2023, pemanfaatan energi saat musim hujan belum dimanfaatkan secara optimal untuk menghasilkan energi listrik [2]. Salah satu cara untuk memanfaatkan hujan sebagai sumber energi listrik adalah dengan mengaplikasikan piezoelektrik pada permukaan yang menerima tekanan dari tetesan air hujan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tekanan dari tetesan air hujan dapat menghasilkan tegangan yang signifikan pada perangkat piezoelektrik. Penelitian yang dilakukan oleh Rhitankar Saha Roy, dkk pada tahun 2020 [1] menunjukkan bahwa model piezoelektrik yang ditempatkan pada permukaan miring dapat menghasilkan tegangan hingga 18,7 Volt dengan variable pembeda berupa kecepatan dan tekanan air ketika diuji di bawah kondisi simulasi hujan.

Pada penelitian ini digunakan piezoelektrik jenis *Publum Zirconate Titanate* (PZT) sebanyak 35 buah dengan konfigurasi susunan piezoelektrik 5×7 . Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi sudut kemiringan piezoelektrik dapat mempengaruhi hasil tegangan yang dihasilkan.

Penelitian lebih lanjut juga dilakukan oleh Susanti, dkk pada tahun 2021 [3] dimana mereka memanfaatkan air hujan buangan dari atap yang dialirkan dan ditampung dalam *container* besar yang kemudian dari *container* dialirkan langsung ke piezoelektrik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tekanan air yang mengenai piezoelektrik dapat meningkatkan energi yang dihasilkan. Meskipun energi listrik yang dihasilkan masih berdaya rendah namun piezoelektrik ini bebas polusi.

Studi lainnya yang dilakukan oleh Arief Moonik, dkk pada tahun 2022 [4] berfokus pada pemanfaatan energi dari tetesan air hujan simulasi menggunakan perangkat piezoelektrik jenis *Publum Zirconate Titanate* (PZT) berbentuk bulat. Pada penelitian ini, memvariasikan jarak antara piezoelektrik dengan sumber air serta menggunakan dua buah konfigurasi rangkaian yaitu seri dan paralel. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa dampak dari tetesan air hujan terhadap perangkat piezoelektrik dapat menghasilkan energi listrik, meskipun masih berdaya rendah. Hal ini menegaskan potensi teknologi piezoelektrik untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber energi alternatif penghasil listrik.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penulis bermaksud untuk membuat rancang bangun prototipe piezoelektrik dengan memanfaatkan air hujan sebagai sumber energi yang akan dikonversikan menjadi energi listrik. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik yang berkelanjutan, terutama dalam memanfaatkan potensi energi dari fenomena alam seperti hujan.

1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan air hujan sebagai sumber energi pada prototipe piezoelektrik untuk menghasilkan energi listrik memiliki beberapa faktor yang memengaruhi nilai tegangan dan arus keluarannya. Salah satu faktor yang memengaruhi nilai

keluaran yang dihasilkan oleh prototipe piezoelektrik ini adalah sudut kemiringan piezoelektrik dan debit air yang digunakan. Untuk menghasilkan nilai keluaran yang optimal, maka diperlukan penelitian dengan membandingkan variasi sudut kemiringan piezoelektrik dan debit air guna menganalisis keluaran listrik yang dihasilkan oleh prototipe piezoelektrik, serta melihat pengaruh variasi sudut kemiringan dan debit air terhadap daya yang dihasilkan oleh prototipe.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancang bangun alat penghasil energi menggunakan piezoelektrik tipe PZT (*Publum Zirconate Titanate*).
2. Mengukur dan menganalisis arus dan tegangan piezoelektrik ketika diberikan kemiringan sudut yang berbeda dan debit air yang berbeda.
3. Menghitung dan menganalisis daya keluaran yang dihasilkan dari penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memastikan fokus pembahasan dan menghindari penyimpangan dalam penelitian tugas akhir ini, penulis telah menetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan piezoelektrik tipe PZT (*Publum Zirconate Titanate*) dengan diameter 35 mm.
2. Hanya berfokus pada perbedaan variasi sudut kemiringan piezoelektrik dan jumlah shower yang digunakan.
3. Jumlah piezoelektrik yang digunakan sebanyak 36 buah.
4. Terdapat satu konfigurasi rangkaian yaitu rangkaian seri.
5. Variasi sudut kemiringan piezoelektrik yang digunakan yaitu 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, dan 50°.
6. Tidak menghitung nilai efisiensi yang dihasilkan dari rancang bangun.

7. Pengambilan data untuk setiap sudut dilakukan sebanyak 5 kali dan setiap percobaan dilakukan selama 1 menit.
8. Beban yang digunakan adalah lampu LED 1,5 Volt.
9. Menggunakan *shower* dengan sumber air keran (PDAM).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Mengurangi penggunaan sumber energi konvensional dengan memanfaatkan energi alternatif dari alam yaitu tekanan air yang dihasilkan oleh hujan.
2. Energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk menghidupkan perangkat elektronik berdaya rendah.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir terdiri sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, kelebihan penelitian, dan sistem penulisan yang berkaitan dengan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori yang mendukung atau teori yang berkaitan dalam penulisan tugas akhir.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Metode penelitian, prosedur eksperimental, dan strategi pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir dibahas dalam bab ini.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai temuan-temuan penelitian, meliputi pengolahan data, analisis data, dan pengumpulan data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memaparkan temuan penelitian serta saran untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. S. Roy and L. C. Lye, “ANSYS Water-Wind Flow Simulation to Study Pressure Generated Under Various Conditions to Generate Electricity Using Piezoelectric Cells,” *J. Mech. Eng.*, vol. 17, no. 3, pp. 1–11, 2020, doi: 10.24191/jmeche.v17i3.15308.
- [2] D. Y. Hariyono and N. N. Nasution, “Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi Listrik Alternatif Menggunakan Tetesan Air Hujan,” *Komunikasi Fisika Indonesia*, vol. 20, no. 2, pp. 179–186, 2023, doi: 10.31258/jkfi.20.2.179-186.
- [3] A. Susanti, D. P. Sari, M. A. Nauzy, S. Widaningsih, Y. Hamdiyanti, and K. Novianingsih, “Rainwater Pressure Electric Generator Model Using Piezoelectric Indonesian Journal of Multidisciplinary Research,” *Indones. J. Multidisciplinary Res.*, no. 1, pp. 11–16, 2021.
- [4] Arief, Jotje, and Benny, “Pemanen Energi Listrik Dari Curah Hujan Melalui Transduser Piezoelektrik Secara Seri Dan Paralel,” *J. Poros Tek. Mesin Unsrat*, vol. 12, pp. 1–12, 2022.
- [5] H. W. Lusiani, Arief Muliawan, Ratnadewi, Erwinsyah Satria, Herman Hi. Tjolleng Taba, Tanwir, Juarni Siregar, Ahmad Yani, A Sediyo Adi Nugraha, *Fisika Terapan*. Yogyakarta: Zahir Publishing, 2021.
- [6] A. J. Adellea, “IMPLEMENTASI KEBIJAKAN ENERGI BARU DAN ENERGI TERBARUKAN DALAM RANGKA KETAHANAN ENERGI NASIONAL,” vol. 02, no. 4, pp. 43–51, 2022.
- [7] A. A. Solikah and B. Bramastia, “Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 5, no. 1, pp. 27–43, 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.21742.
- [8] F. Yildiz, “Potential Ambient Energy-Harvesting Sources and Techniques,” pp. 40–48, 2007.
- [9] P. Lopez Diez, I. Gabilondo, E. Alarcon, and F. Moll, “Mechanical Energy Harvesting Taxonomy for Industrial Environments: Application to the

- Railway Industry,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 21, no. 7, pp. 2696–2706, 2020, doi: 10.1109/TITS.2019.2924987.
- [10] G. Despesse, J. Chaillout, S. Boisseau, and C. Jean-mistral, “Mechanical Energy Harvesting,” no. September 2021, 2013, doi: 10.1002/9781118561836.ch5.
- [11] D. Pratama, I. Qiram, and A. Mukhtar, “Pengaruh Sudut Kemiringan Dan Jenis Material Atap Terhadap Tegangan Listrik Yang Dihasilkan Piezoelektrik,” *V-MAC (Virtual Mech. Eng. Artic.*, vol. 6, no. 2, pp. 71–74, 2021, doi: 10.36526/v-mac.v6i2.1521.
- [12] L. Dengan, B. Piezoelektrik, M. Energi, J. A. Hasibuan, C. Ekaputri, and S. Sasmono, “PERANCANGAN PROTOTIPE KONVERSI ENERGI SUARA MENJADI ENERGI LISTRIK DENGAN BAHAN PIEZOELEKTRIK MEMANFAATKAN ENERGI TEKANAN TAMBAHAN YANG BERASAL DARI ANGIN UNTUK KAWASAN INDUSTRI,” vol. 8, no. 5, pp. 4439–4446, 2021.
- [13] R. T. Legowo, “Studi Aplikasi Material Piezoelektrik (Film PVDF) Sebagai Traffic Load Sensor,” Brawijaya, Malang, 2008.
- [14] M. Smith and S. Kar-Narayan, “Piezoelectric polymers: theory, challenges and opportunities,” *Int. Mater. Rev.*, vol. 67, no. 1, pp. 65–88, 2022, doi: 10.1080/09506608.2021.1915935.
- [15] Syafieq Ridho, “Piezoelektrik.” [Online]. Available: <https://syafieqridho.home.blog/2019/12/23/piezoelektrik/>.
- [16] D. Rahmawati, M. Ulum, M. Farisal, and K. Joni, “Lantai Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik dengan Buck Converter LM2596,” *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 7, no. 3, p. 84, 2021, doi: 10.19184/jaei.v7i3.28128.
- [17] 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.
- [18] L. Wu *et al.*, “Recent advances in the preparation of PVDF-based piezoelectric materials,” *Nanotechnol. Rev.*, vol. 11, no. 1, pp. 1386–1407, 2022, doi: 10.1515/ntrev-2022-0082.

- [19] M. Syahfandiahda, “Struktur Mikro Bahan Piezoelektrik Bebas Timbal Bismuth Natrium Titanat-Barium Titanat-Kalium Natrium Niobate Hasil Sintesis,” *J. Sains Mater. Indones.*, vol. 13, no. 2, pp. 120–124, 2012, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/132184-ID-none.pdf>.
- [20] H. F. S. S. D. R. . Julius, “APPLICATION OF PIEZOELECTRIC MATERIAL FILM PVDF (Polyvinylidene Flouride) AS LIQUID VISCOSITY SENSOR,” *J. Neutrino*, vol. 3, no. 2, pp. 129–142, 2012, doi: 10.18860/neu.v0i0.1648.
- [21] A. Aabid *et al.*, “Review a review of piezoelectric material-based structural control and health monitoring techniques for engineering structures: Challenges and opportunities,” *Actuators*, vol. 10, no. 5, 2021, doi: 10.3390/act10050101.
- [22] E. J. Curry *et al.*, “Biodegradable nanofiber-based piezoelectric transducer,” *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 117, no. 1, pp. 214–220, 2020, doi: 10.1073/pnas.1910343117.
- [23] X. Zhou *et al.*, “Review on piezoelectric actuators: materials, classifications, applications, and recent trends,” *Front. Mech. Eng.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–29, 2024, doi: 10.1007/s11465-023-0772-0.
- [24] W. Deng, L. Jin, and W. Yang, “Piezoelectric Materials Design for High-Performance Sensing,” *Crystals*, vol. 13, no. 7, pp. 1–2, 2023, doi: 10.3390/cryst13071063.
- [25] A. Aabid, M. Hrairi, S. J. M. Ali, and Y. E. Ibrahim, “Review of Piezoelectric Actuator Applications in Damaged Structures: Challenges and Opportunities,” *ACS Omega*, vol. 8, no. 3, pp. 2844–2860, 2023, doi: 10.1021/acsomega.2c06573.
- [26] S. Mokhtari, F. Azimi, B. Salehi, M. Hashemikia, S., & Danti, “Recent advances of polymer-based piezoelectric composites for biomedical applications,” *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, vol. 122, 2021, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1751616121003465?via%3Dihub>

- [27] and G. R. Qiram, I., “Pengaruh sudut kemiringan atap seng dan plastik gelombang terhadap tingkat kebisingan akibat air hujan,” *2016*, vol. 6, no. 2, 2016.
- [28] F. Tombokan and T. Takaendengan, “Identifikasi Dan Pengukuran Debit Aliran Sungai Sario,” *J. Tek. Sipil Terap.*, vol. 3, no. 3, pp. 146–155, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.polimdo.ac.id/>.
- [29] M. L. Hakim, N. Yuniarti, Sukir, and E. S. Damarwan, “Pengaruh Debit Air Terhadap Tegangan Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro,” *J. Edukasi Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 75–81, 2020.
- [30] R. Husna, Syahrul, and Ichwana, “Analisis Debit Air Dengan Menggunakan Metode Mock Di DAS Krueng Peusangan,” *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 8, no. 2, pp. 392–401, 2023.
- [31] P. I. P. I. K. K. B. M. K. dan G. Iklim, “Buletin Informasi Iklim November,” pp. 1–23, 2024.
- [32] S. P. C. Andy Wahyu Hermanto, *Dasar Sistem Kelistrikan Kapal*. PIP Semarang.
- [33] R. H. Ade, “Prototipe Pemanfaatan Piezoelektrik Pada Pijakan Kaki Manusia Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif,” *Univ. Islam Indones. Yogyakarta*, pp. 1–28, 2020, [Online]. Available: https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/28442/16524054_Raja_Hendry_Ade.pdf?sequence=1
- [34] D. C. Giancoli, *Fisika*, 5th ed. Jakarta: Erlangga, 2001.
- [35] S. Salim, *Analisis Konsumsi Energi Listrik*. Indramayu: Adab Indonesia Grup, 2024. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Analisis_Konsumsi_Energi_Listrik/4pEZEQAAQBAJ?hl=id&gbpv=1