



**IMPLEMENTASI PEMANEN ENERGI MENGGUNAKAN
SPEED BUMP PIEZOELEKTRIK PADA GERBANG GUNA
PENERANGAN LAMPU DARURAT DI POS SATPAM
KAMPUS JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Di Susun Oleh :

DELA NURMALASARI

200111301026

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2024

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 15 Juli 2024
Mahasiswa,



Dela Nurmalasari
200111301026.

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Dela Nurmalasari
NIM : 200111301026
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Implementasi Pemanen Energi Menggunakan *Speed Bump* Piezoelektrik Pada Gerbang Guna Penerangan Lampu Darurat Di Pos Satpam Kampus Jakarta Global University

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Legenda Prameswono Pratama,
S.ST.,M.Sc.Eng



Pembimbing 2 : Sinka Wilyanti, S.T.,M.T



Mengetahui,

Ketua Program Studi : Brainvendra Widi Dionova,
S.ST.,M.Sc.Eng



Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 15 Agustus 2024

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

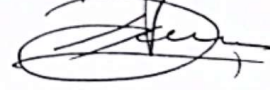
Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Dela Nurmalasari
NIM : 200111301026
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Implementasi Pemanen Energi Menggunakan *Speed Bump* Piezoelektrik Pada Gerbang Guna Penerangan Lampu Darurat Di Pos Satpam Kampus Jakarta Global University.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Brainvendra Widi Dionova, S.ST.,M.Sc.Eng ()

Penguji 2 : Arisa Olivia Putri,S.ST.,MIT ()

Penguji 3 : Devan Junesco Vresdian,S.ST.,M.Sc.Eng ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Agustus 2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc.Eng selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam Menyusun skripsi ini.
- (2) Ibu Sinka Wilyanti, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam Menyusun skripsi ini.
- (3) Cinta pertama dan panutan saya, Ayah tercinta Soleh. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai dengan bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, mendoakan, memberikan semangat dan motivasi tiada henti hingga penulis dapat menyelesaikan studinya hingga sarjana.
- (4) Pintu surgaku, Ibunda tercinta Ojah. Terima kasih sebesar-besarnya penulis berikan kepada beliau atas segala bentuk bantuan, semangat, dan doa yang diberikan selama ini. Terima kasih atas nasihat yang selalu diberikan meski terkadang pikiran kita tidak sejalan, terima kasih atas kesabaran dan kebesaran hati menghadapi penulis yang keras kepala. Ibu menjadi pengingat dan penguat paling hebat. Terima kasih, sudah menjadi tempatku untuk pulang, bu.
- (5) *My best partner* Firsa Ramadhan, seseorang yang selalu menemani dalam keadaan suka maupun duka, yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis terima kasih karena sudah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, meluangkan baik tenaga, waktu, pikiran maupun materi. Terima kasih telah menjadi bagian awal dari perjalanan kuliah penulis hingga sekarang.
- (6) Sahabat penulis, Umbu, Januar, Nadia, dan Delta yang telah banyak membantu dan membersamai proses penulis dari awal perkuliahan sampai tugas akhir. Terima kasih atas segala bantuan, waktu, *support*, dan kebaikan yang diberikan kepada penulis selama ini.
- (7) Dela Nurmalasari. Terima kasih sudah mau menepikan ego dan memilih untuk kembali bangkit dan menyelesaikan semua ini. Kamu selalu berharga, tidak peduli sebrapa putus asanya kamu sekarang, tetaplah mencoba bangkit.

Terima kasih banyak sudah bertahan, penulis berjanji bahwa kamu akan baik-baik saja setelah ini. Kamu keren dan hebat, Dela.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 15 Agustus 2024

Penulis



Dela Nurmalasari
200111301026

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dela Nurmalasari
NPM : 200111301026
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

IMPLEMENTASI PEMANEN ENERGI MENGGUNAKAN *SPEED BUMP* PIEZOELEKTRIK PADA GERBANG GUNA PENERANGAN LAMPU DARURAT DI POS SATPAM KAMPUS JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 15 Agustus 2024

Yang menyatakan


Dela Nurmalasari
200111301026.

ABSTRAK

Energi terbarukan menjadi topik utama dalam upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mengurangi dampak lingkungan dari konsumsi energi. Salah satu teknologi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pemanen energi piezoelektrik yang diimplementasikan pada *speed bump*. Piezoelektrik merupakan bahan yang dapat menghasilkan listrik ketika terjadi tekanan mekanis atau regangan, seperti tekanan kendaraan motor dan mobil pada *speed bump*. Penelitian ini bertujuan untuk analisis rangkaian dan penambahan jumlah piezoelektrik pada setiap pengujian yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dikarenakan peneliti melakukan penelitian eksperimen dan melakukan percobaan secara langsung dan memuat banyak perhitungan dari hasil pengujian *speed bump* piezoelektrik. Energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk penerangan di pos satpam kampus Jakarta Global University. Dari hasil uji rangkaian paralel sederhana tegangan tertinggi diperoleh dari 5 buah piezoelektrik sebesar 35mV dengan arus tertinggi sebesar 0.22mA. Dari rangkaian seri tegangan yang dihasilkan 127mV dan arus 0.14mA. Hasil rangkaian kombinasi tegangan tertinggi dihasilkan oleh rangkaian 4 paralel dan 4 seri sebesar 98mV dengan arus tertinggi 0.20mA diperoleh dari rangkaian 4 seri dan 4 paralel. Dari hasil uji menggunakan tekanan kendaraan motor 3 *lane speed bump* diperoleh tegangan tertinggi sebesar 0.419mV dan arus 0.51mA sedangkan tegangan dan arus tertinggi yang dihasilkan dari hasil percobaan 3 *lane speed bump* menggunakan tekanan kendaraan mobil sebesar 1.151mV dan 0.92mA. Setelah menggunakan *boost converter* pada pemanen energi terjadi lonjakan pada tegangan dan arus, tegangan yang dihasilkan masih stabil berbeda dengan arus yang mengalami peningkatan yang sangat jauh dari percobaan sebelumnya hingga mencapai 1.446mA dengan persentase *boost* sebesar 57.17%.

Kata Kunci : Piezoelektrik, Energi Baru Terbarukan (EBT), *Speed Bump*.

ABSTRACT

Renewable energy has become a key topic in efforts to reduce reliance on fossil fuels and mitigate the environmental impact of energy consumption. One of the technologies to be used in this research is the piezoelectric energy harvester implemented on speed bumps. Piezoelectric materials can generate electricity when subjected to mechanical pressure or strain, such as the pressure from motor vehicles and cars passing over speed bumps. This research aims to analyze the circuit and assess the impact of adding more piezoelectric elements in each test conducted. The study uses a quantitative method as it involves experimental research with direct experimentation and includes numerous calculations from the results of testing the piezoelectric speed bumps. The generated energy can be utilized for lighting at the security posts of Jakarta Global University. From the tests, the highest voltage obtained from a simple parallel circuit with 5 piezoelectrics was 35mV, with a peak current of 0.22mA. In a series circuit, the generated voltage was 127mV with a current of 0.14mA. The highest voltage in a combined circuit configuration, consisting of 4 parallel and 4 series circuits, was 98mV with a peak current of 0.20mA from the 4 series and 4 parallel circuits. From the test results using the pressure of a 3-lane speed bump, the highest voltage was obtained at 0.419mV and a current of 0.51mA, while the highest voltage and current produced from the results of the 3-lane speed bump experiment using the pressure of a car were 1.151mV and 0.92mA. After using a boost converter on the energy harvester, there was a surge in both voltage and current; the voltage remained stable, unlike the current, which increased significantly compared to previous experiments, reaching 1.446mA with a boost percentage of 57.17%.

Keywords : Piezoelectricity, New and Renewable Energy, Speed bump

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Energi Terbarukan	5
2.2 Energi Mekanik	5
2.3 Listrik.....	6
2.4 <i>Speed Bump</i>	6
2.5 Piezoelektrik.....	6

2.6	Penelitian Perancangan Piezoelektrik Sebagai Pemanen Energi Listrik Pada Lantai 5 Tahun Terakhir di Indonesia	9
2.7	Step Up DC DC MT3608	10
2.8	Pengukuran Dioda.....	11
2.9	Pengukuran Aki 12 Volt 3.5Ah.....	12
2.10	Rangkaian Piezoelektrik.....	14
2.11	<i>Digital Timer Switch</i>	15
2.12	<i>Output</i> Lampu LED 12 Volt 5 Watt	15
2.13	Besaran Listrik	16
2.13.1	Tegangan Listrik.....	16
2.13.2	Hambatan Listrik	16
2.13.3	Arus Listrik.....	17
2.13.4	Daya Listrik	18
2.14	Kampus Jakarta Global University.....	19
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Metodologi Penelitian.....	20
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	20
3.4	Lokasi dan Objek Penelitian.....	21
3.4.1	Lokasi Penelitian	21
3.4.2	Objek Yang di Teliti	21
3.5	Metodologi Pengembangan	22
3.6	Desain Blok Sistem dan Prototipe	22
3.6.1	Desain Blok Sistem	22
3.6.2	Energi Mekanik Tekanan Kendaraan	23
3.6.3	Spesifikasi dan Desain Prototipe	24

3.7	Wiring Diagram	26
3.8	Variabel Yang di Teliti	26
3.9	Perhitungan Kebutuhan <i>Input</i> Terhadap <i>Output</i>	27
3.10	Teknik Pengumpulan Data	28
3.10.1	Pengujian menggunakan rangkaian sederhana paralel, seri, dan kombinasi	29
3.10.2	Pengujian Rangkaian Besar 75 Piezoelektrik Paralel	29
3.11	Teknik Analisa Data	30
3.12	Alat dan Bahan	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Rangkaian <i>Speed Bump</i> Piezoelektrik	31
4.1.1	Desain <i>Speed Bump</i> Bagian Luar 1 <i>Lane</i>	31
4.1.2	Rangkaian Paralel Piezoelektrik 3 <i>Lane</i>	31
4.1.3	Rangkaian Terbuka dan Tertutup	32
4.1.4	Maket <i>Speed Bump</i> Bagian Dalam	32
4.2	Rangkaian Sederhana	33
4.2.1	Rangkaian Paralel Sederhana	33
4.2.2	Rangkaian Seri Sederhana	34
4.2.3	Rangkaian Kombinasi Seri Paralel	35
4.3	Pengambilan Data Menggunakan Tekanan Kendaraan Motor	36
4.3.1	Menggunakan 1 <i>Lane Speed Bump</i> 25 Piezoelektrik	37
4.3.2	Menggunakan 2 <i>Lane Speed Bump</i> 50 Piezoelektrik	40
4.3.3	Menggunakan 3 <i>Lane Speed Bump</i> 75 Piezoelektrik	42
4.4	Pengambilan Data Tekanan Kendaraan Mobil	46
4.4.1	Menggunakan 1 <i>Lane Speed Bump</i> 25 Piezoelektrik	47

4.4.2 Menggunakan 2 <i>Lane Speed Bump</i> 50 Piezoelektrik	49
4.4.3 Menggunakan 3 <i>Lane Speed Bump</i> 75 Piezoelektrik	51
4.5 Pengurusan Aki 12V, 3.5Ah	55
4.6 Pengujian 3 <i>Lane Speed Bump</i> Piezoelektrik Menggunakan <i>Boost Converter</i> Dengan Beban Kendaraan Motor dan Mobil	56
4.7 Pengujian Output Pada Lampu	61
BAB V KESIMPULAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	xvii
LAMPIRAN	xix

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dimulai pada awal abad 20 an hingga abad ke 21, perkembangan teknologi semakin meningkat seperti di dunia industri hingga banyaknya penemuan teknologi yang dapat digunakan sampai sekarang. Dengan pesatnya perkembangan teknologi pada masa itu hingga saat ini, tentunya membuat masyarakat dan pemerintah harus menyediakan pasokan energi listrik yang cukup besar, sedangkan daya tampung pembangkit listrik di Indonesia pada tahun 2018 sebesar 64.924,80 MW, energi listrik yang di hasilkan Sebagian besar berasal dari pembangkit listrik primer seperti PLTU sebesar (42,34%), PLTGU (17,28%), PLTA (8,27%) dan masih banyak pembangkit energi lainnya. Sedangkan untuk pembangkit energi listrik terbarukan di Indonesia berasal dari PLTM (0,44%), PLTB (0,22%), PLTA (8,27%), PLTBg (0,17%) dan lainnya data tersebut berasal dari (Dirjen Ketenagalistrikan, 2019) (Mayantasari, 2023).

Energi terbarukan menjadi topik utama dalam upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mengurangi dampak lingkungan dari konsumsi energi. Salah satu teknologi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pemanen energi piezoelektrik yang diimplementasikan pada *speed bump*. Piezoelektrik merupakan bahan yang dapat menghasilkan listrik ketika terjadi tekanan mekanis atau regangan, seperti tekanan kendaraan motor dan mobil pada *speed bump*. Penelitian saat ini akan berfokus pada proses pengembangan piezoelektrik sebagai pemanen energi listrik pada *speed bump* karena piezoelektrik hanya akan menghasilkan energi listrik ketika terjadinya tekanan atau getaran, yang dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan transduser berupa piezoelectric disk (PD) (Yingyong , 2021).

Energi listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik ini memiliki sifat yang tidak stabil dan dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti kecepatan kendaraan, bobot kendaraan, dan desain *speed bump*. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan tegangan menggunakan *boost converter* sebesar 57.17% untuk menghasilkan tegangan yang lebih tinggi yang dapat digunakan secara efektif

untuk menyalakan lampu 5watt DC, energi listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik akan disimpan pada sebuah aki (akumulator) dengan kapasitas 12 V dan 3,5 Ah. Dimana energi yang dihasilkan akan dimanfaatkan untuk penerangan lampu di pos satpam yang berlokasi di gerbang kampus Jakarta Global University sebagai objek utama dalam menghasilkan energi listrik pada piezoelektrik (Setiawan, 2020).

Piezoelektrik bisa dikatakan sebagai material yang dapat menghasilkan energi listrik melalui gaya tekanan seperti tekanan yang di hasilkan oleh kendaraan. Piezoelektrik memiliki bentuk yang tipis dan beberapa variasi ukuran mulai dari 10mm, 12 mm hingga 35mm, karena ukuran piezoelektrik yang terbilang sangat kecil maka membutuhkan piezoelektrik dengan jumlah yang cukup banyak untuk menghasilkan enrgi listrik dengan muatan yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan pengguna (Ramadhan, 2021).

Pada penelitian sebelumnya pengembangan piezoelektrik yang di manfaatkan sebagai pemanen energi terbarukan sudah di uji coba di berbagai pengaplikasian seperti piezoelektrik penghasil energi listrik yang di implementasikan di alas sepatu, piezoelektrik pada lantai stasiun, trotoar, dan implementasi pada *speed bump*. Peneliti melakukan beberapa pengembangan pada piezoelektrik yang sudah dilakukan di uji coba sebelumnya, penulis akan mencoba untuk merancang pembangkit energi piezoelektrik dengan memanfaatkan energi tekanan yang di hasilkan pada *speed bump* kampus Jakarta Global University.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengetahui rangkaian yang cocok untuk implementasi piezoelektrik dalam jumlah besar?
2. Bagaimana piezoelektrik dapat menghasilkan energi yang maksimal?
3. Bagaimana perancangan piezoelektrik agar dapat dipadukan ke dalam prasarana yang sudah ada?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Melakukan analisis rangkaian sederhana antara seri dan paralel untuk dilakukan perbandingan.
2. Melakukan penambahan jumlah piezoelektrik dan dipadukan dengan rangkaian yang cocok agar menghasilkan energi yang besar.
3. Melakukan identifikasi kebutuhan dan kondisi prasarana yang ada.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengurangi penggunaan terhadap bahan bakar fosil dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan.
2. Piezoelektrik dapat dimanfaatkan sebagai penghasil sumber energi berkelanjutan yang dapat digunakan untuk keperluan prasarana seperti penerangan darurat pada gedung.
3. Inovasi penelitian yang akan mendorong inovasi di bidang teknologi piezoelektrik sebagai penghasil energi listrik dan penerapannya pada infrastruktur kampus.

1.5 Batasan Masalah

Pada tahap penyusunan laporan penelitian ini harus membatasi kemungkinan situasi, kondisi dan waktu yang telah ada, sehingga permasalahan bisa diatasi dengan benar. Penulis melakukan pembatasan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Mempertimbangkan jenis lokasi yang cocok dalam menghasilkan sumber energi listrik dari piezoelektrik.
2. Dampak lalu lintas kendaraan di kampus Jakaarta Global University, dengan memperhatikan, jumlah kendaraan yang melintas setiap harinya.

3. Keamanan terkait dengan implementasi *speed bump* piezoelektrik, termasuk dampak potensial terhadap kendaraan dan pengguna jalan lainnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika yang akan digunakan dalam penulisan oleh peneliti dalam penyusunan proposal skripsi sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan berbagai teori yang bersinambungan dengan rangkaian piezoelektrik yang digunakan oleh peneliti, serta menjelaskan berbagai komponen pendukung yang digunakan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah prosedur yang dilakukan peneliti seperti metode yang digunakan, *flowchart* penelitian, desain blok sistem penelitian, dan pengukuran data.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil dari penelitian yang telah dilakukan seperti pengukuran output rangkaian, perhitungan, analisa, dan pengolahan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta terdapat saran yang bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Nurdiyanto, & Subuh Isnur Haryudo. (2020). *Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Savonius RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN MENGGUNAKAN TURBIN ANGIN SAVONIUS Agus Nurdiyanto.*
- Ahmad Nurhakim, & Cecep Saeful Mukti, S. Pd. (2023, August 5). *Rumus Tegangan Listrik Menurut Hukum Ohm & Konsep Usaha.* Fisika.
- Ashar Arifin. (2021, October 17). *Rumus Dan Contoh Soal Arus, Tegangan, Daya, Tahanan Listrik.* <https://www.carailmu.com/2021/09/rumus-arus-tegangan-daya-resistansi-listrik.html>
- Coursehero. (2020, March 10). *CARA MENGHITUNG LAMA WAKTU PEMAKAIAN DAN PENGISIAN AKI.*
- Dewi Latifatul Fajri. (2022, October 20). *Menelaah Rumus Hukum OHM dan Contoh Soalnya.* Rumus Hukum Ohm.
- Endang Susanti, I. B. (2020). *PERANCANGAN SISTEM PENERANGAN LAMPU DENGAN TEKNOLOGI PIEZOELEKTRIK PZT DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN. PERANCANGAN SISTEM PENERANGAN LAMPU DENGAN TEKNOLOGI PIEZOELEKTRIK PZT DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN, Vol.3.*
- Hernawati, Caroline, Ike Bayusari, Rahmawati, & Destri Mutiara. (2022). *Rancang Bangun Prototipe Speed Bump (Polisi Tidur) Memanfaatkan Piezoelectric PZT (Publum Zirconat Titanate) Dengan Mengaplikasikan Boost Converter. In Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya (Vol. 5, Issue 1).*
- Ketut, N., & Rifaldi, S. (2022). *Analisis Potensi Energi Listrik Yang Dihasilkan Dari Rancang Bangun Prototipe Alat Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik Memanfaatkan Energi Kinetik Dari Kaset Kaki Dengan Metode Energy Harvesting (Ni Ketut H.D, Septia Rifaldi: Halaman 29-40) 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.

- Mayantasari, M., Al-Zairi, A., & Rahastama, S. (2023). Piezoelectric Trasducer Based Micro Energy Generator Design for Application in Ceramics. *SPECTA Journal of Technology*, 7(1). <https://doi.org/10.35718/specta.v7i1.867>
- Nworji, G. C., Okoye, P. U., & Okpala, U. V. (2020). Electricity Generation from the Foot Beats of Dancers at Club Centres in Awka, Anambra State. *Advances in Energy and Power*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.13189/aep.2020.070101>
- Ramadhan, M. R., Sasmono, S., & Ekaputri, C. (2021). *PERANCANGAN PROTOTIPE KONVERSI HYBRID ENERGI SUARA, ENERGI TEKANAN DAN ENERGI ANGIN MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN KOMPONEN PIEZOELEKTRIK.*
- Setiawan, R. A., Alam, S., Murdika, U., & Sumadi, S. (2020). Rancang Bangun Sistem Pemanen Energi di Lantai Menggunakan Modul BQ25570 pada Aplikasi Piezoelectric Energy Harvesting. *Rekayasa*, 13(3), 277–283. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.8926>
- Yayat Juliansyah. (2023, July 18). *DATASHEET DIODA IN4002 Ruang Teknisi.*
- Yingyong, P., Thainirarnit, P., Jayasvasti, S., Thanach-Issarasak, N., & Isarakorn, D. (2021). Evaluation of harvesting energy from pedestrians using piezoelectric floor tile energy harvester. *Sensors and Actuators A: Physical*, 331. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.113035>
- Yohanes Adi Chandra Wijaya, Dermawan Zebua, Demison Papua Kolago, & Yoga Alif Kurnia Utama. (2019). *Pengaruh Luas Permukaan Piezoelectric Disk terhadap Tekanan... (Wijaya dkk.).*
- Yuda. (2023, October 30). *Persamaan Dioda In4002 Dan Rumusnya Yang Perlu Diketahui.* Elektronika.