



KARYA ILMIAH

SMA KOLESE DE BRITTO



Efektivitas Penggunaan Perangkat Piezoelektrik Pada Sepatu Sebagai Sumber Energi Alternatif

Adiel Wicaksono Barnabas^{a,1*}, Ignatius Christian S.R.^{b,2}, Hoshe Satria Yuda^{c,3},^{e,5}, Ratna Dwi Astuti

^a Kurikulum Merdeka, SMA Kolese De Britto, Sleman, Indonesia

¹ 17760@student.debritto.sch.id; 17771@student.debritto.sch.id; 18035@student.debritto.sch.id;

Informasi artikel

Kata kunci:

Piezoelektrik
Efektivitas
Energi Alternatif
Energi Listrik
Sepatu

ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan esensial bagi masyarakat Indonesia. Hal ini dibuktikan dengan tingginya penggunaan energi listrik yang mencapai 1.285 Kwh per kapita. Masifnya penggunaan energi listrik di Indonesia menunjukkan proyeksi yang masih berorientasi pada penggunaan sumber daya tak terbarukan. Hal ini berpotensi menimbulkan problematika lingkungan hidup jika tidak diimbangi oleh penggunaan alternatif sumber daya alam terbarukan. Salah satu usaha alternatif dalam mengurangi penggunaan energi listrik yang berorientasi pada sumber daya alam tak terbarukan adalah melalui *Piezoelektrik* yang merupakan komponen keramik yang dapat menghasilkan energi listrik melalui defleksi. Penelitian ini berfokus pada pembahasan mengenai efektivitas penggunaan *Piezoelektrik* yang dihubungkan pada sepatu untuk menghasilkan energi listrik melalui perhitungan rata-rata langkah kaki rakyat Indonesia dan *output* dari komponen piezoelektrik. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan teknik pengambilan data observasi partisipasi. Peneliti mengambil sampel data sebanyak 50 buah yang kemudian dirata-rata dan dianalisis menggunakan teknik analisis kuantitatif dan deskriptif. Satu buah perangkat *Piezoelektrik* 35mm yang dihubungkan dengan kabel 15 cm pada *Battery Holder* menghasilkan *output* tegangan yang diukur melalui Voltmeter. Peneliti mengukur tegangan melalui setiap defleksi yang dihasilkan pada pijakan *Piezoelektrik*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa perangkat *Piezoelektrik* belum efektif dalam menghasilkan energi listrik dalam skala yang besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa satu buah perangkat piezoelektrik 35mm yang dihubungkan pada dioda hanya mampu menghasilkan 21,43 Wh per hari dan hanya menyumbang 0.6% dari target realisasi penggunaan energi alternatif yakni sebesar 3.51%.

Keywords:

Piezoelectric
Effectivity
Alternative
Electric
Shoes

ABSTRACT

Electricity is an essential need for Indonesian society, as evidenced by the high electricity consumption, which reaches 1,285 kWh per capita. The widespread use of electricity in Indonesia reflects a reliance on non-renewable resources, which poses potential environmental issues if not complemented by the adoption of renewable energy alternatives. One promising alternative to reduce the dependence on non-renewable energy is the utilization of piezoelectric technology, a ceramic component capable of generating electrical energy through deflection. This study focuses on evaluating the effectiveness of piezoelectric devices embedded in shoes to generate electricity, based on the average walking steps of Indonesians and the output generated by the

piezoelectric components. The research employs an experimental design with Participant Observation data collection techniques. A total of 50 data samples were collected, averaged, and analyzed using quantitative and descriptive analysis methods. A single 35mm piezoelectric device connected to a 15cm cable and a battery holder was used, and the voltage output was measured using a voltmeter. The researchers recorded the voltage produced from each deflection applied to the piezoelectric unit. The results indicate that piezoelectric devices are not yet effective in generating large-scale electrical energy. The study found that a single 35mm piezoelectric device connected to a diode could produce only 21.43 Wh per day, contributing merely 0.6% to the target realization of alternative energy utilization, which is set at 3.51%.

© 2024 (Ignatius Christian S., dkk). All Right Reserved

Pendahuluan

Di zaman modern ini, energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi banyak manusia. Hal ini terjadi karena peran esensial energi listrik dalam teknologi yang menjadi bagian dari keseharian hidup manusia di masa kini. Oleh karena itu dengan semakin majunya zaman, dan semakin bertambahnya kuantitas manusia maka peningkatan penggunaan energi listrik merupakan suatu hal yang tidak terelakan. Di Indonesia sendiri, seiring dengan perkembangan penduduk yang mengalami peningkatan sangat signifikan, berimplikasi terhadap peningkatan energi listrik semakin bertambah.

Hal ini dapat divalidasi kebenarannya melalui siaran pers Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral yang menyatakan bahwa terdapat tren peningkatan konsumsi listrik pribadi di tahun 2023, yaitu menjadi sebesar 1.285kWh/kapita yang jika dibandingkan tahun sebelumnya, yaitu pada 2022 yang hanya sebesar 1.173kWh/kapita. Hal ini diperparah dengan proyeksi konsumsi listrik pada tahun 2024 yang diperkirakan akan mencapai angka sebesar 1.408 kWh/kapita (Kementerian ESDM RI, 2024). Dengan tren peningkatan konsumsi listrik tahunan ini, yang diikuti dengan perkembangan teknologi, maka dikhawatirkan bahwa tren ini dapat memiliki dampak yang buruk di masa depan.

Peningkatan konsumsi listrik ini bukanlah sebuah masalah secara langsung. Namun permasalahannya adalah energi listrik dunia, hingga saat ini masih sangat bergantung pada bahan penghasil tidak terbarukan, seperti minyak bumi, batu bara, dan fosil. Yang mana diketahui bahwa 60% energi listrik dunia pada tahun 2022, dihasilkan oleh sumber energi tidak terbarukan (LSE, 2023). Penggunaan sumber energi tak terbarukan ini akan memperkeruh keadaan saat

ini, mengingat karakteristik dari sumber energi tersebut yang tidak dapat diperbaharui (unrenewable) dan mengalami deplesi.

Penggunaan sumber energi tidak terbarukan ini akan menghasilkan emisi gas seperti Karbon dioksida, Karbon Monoksida dan masih banyak lagi dalam jumlah dan skala besar yang sesuai dengan masifnya penggunaan energi tidak terbarukan ini. Sumber energi tersebut tidak akan bertahan selamanya sehingga membutuhkan pembaharuan melalui penggunaan energi alternatif yang dapat dijadikan solusi untuk setidaknya mengurangi masifnya penggunaan energi listrik yang masih berorientasi pada sumber energi tidak terbarukan. Menanggapi permasalahan tersebut, terlintas seberkas ide untuk menggunakan energi terbarukan atau energi alternatif yang jumlahnya “tidak terbatas”, dan juga ramah lingkungan.

Maka, pada penelitian ini, peneliti berinisiatif untuk meneliti tentang penggunaan piezoelektrik sebagai salah satu komponen mikro yang digunakan dalam menghasilkan energi listrik. Pada penelitian ini pula, peneliti akan melakukan pengkajian mengenai dampak efektivitas penggunaan perangkat mikro piezoelektrik dalam menghasilkan energi listrik sebagai salah satu opsi yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan energi tak terbarukan, dibandingkan dengan prospek jumlah sumber energi listrik terbarukan di Indonesia.

Kajian Literatur

1. Piezoelektrik

Piezoelektrik merupakan komponen yang mampu mengubah energi kinetik menjadi energi listrik (Rifaldi, 2022:29). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, Piezoelektrik berkenaan dengan komponen yang menghasilkan arus listrik dalam jenis kristal tertentu apabila diberi tekanan

mekanis atau sebaliknya, dan apabila dilalui arus listrik bolak-balik, kristal ini akan bergetar. Piezoelektrik merupakan komponen transformer energi berskala mikro. Piezoelektrik adalah komponen berskala mikro yang berperan sebagai transduser mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau energi mekanik menjadi listrik (Prasetya, 2019).

2. Prinsip Kerja Piezoelektrik

Sebagai komponen transformer energi listrik berskala mikro, Piezoelektrik bekerja dengan prinsip polarisasi energi listrik hanya ketika mengalami defleksi atau tekanan. Piezoelektrik sebagai komponen pengubah energi akan menghasilkan tegangan energi listrik akibat dari adanya energi mekanik, seperti tekanan. Fenomena terbentuknya energi listrik akibat dari penerapan Piezoelektrik dihasilkan melalui interaksi elektromekanik linear antara bagian mekanik dan listrik yang ada di dalam Kristal (Mowaviq, 2018). Setelah mendapat tekanan eksternal, piezoelektrik akan menghasilkan fenomena dimana gelombang getar yang awalnya memiliki banyak arah berubah menjadi satu arah saja dan menghasilkan listrik.

3. Efek Piezoelektrik

Akumulasi induksi muatan listrik pada bahan pada tertentu sebagai respon terhadap tekanan atau defleksi dalam perangkat piezoelektrik disebut dengan efek piezoelektrik. Material piezoelektrik yang merupakan hasil dari polarisasi keramik mengakibatkan beberapa bagian molekulnya bermuatan positif dan sebagian lainnya bermuatan listrik negatif. (Perdana, 2022). Kedua muatan yang berdampingan pada dua sisi yang berlawanan membentuk elektroda-elektroda dan menghasilkan medan listrik ketika terjadi defleksi.

4. Sumber Energi Terbarukan

Sumber Energi Terbarukan merupakan sumber energi yang dapat diperoleh dari sumber sumber alami yang bisa didapatkan dalam relatif waktu yang singkat. Energi air, angin, matahari, biomassa merupakan beberapa contoh - contoh sumber energi yang terbarukan, sumber energi tersebut tidak akan pernah habis jika bisa dikelola dengan baik. Penggunaan dan juga pemanfaatan energi terbarukan mengambil peran penting dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, dan juga mendukung keberlanjutan lingkungan hidup.

5. Energi Kinetik

Energi kinetik atau energi gerak berasal dari bahasa Yunani, yaitu “Kinetos” yang secara definitif diartikan sebagai gerak. (Abdullah dalam Rumati, 2021:137) menjelaskan bahwa suatu benda yang bergerak maka terdapat energi di dalamnya. Gaya yang bekerja pada suatu benda di bidang tertentu menyebabkan benda tersebut memiliki pergerakan atau disebut dengan gerak benda.

6. Peningkatan Penggunaan Listrik

Peningkatan penggunaan listrik disebabkan karena gaya hidup masyarakat dan mudahnya aksesibilitas terhadap penggunaan sumber-sumber energi listrik. Keprihatinan lingkungan dan ketersediaan energi berkelanjutan menjadi aspek yang perlu diperhitungkan akibat dari penggunaan energi listrik ini. Di Indonesia penggunaan energi listrik adalah sekitar 1285 kWh dalam satu tahun, (Kementerian ESDM RI, 2024). Dari angka tersebut sekitar 19,8 persennya dihasilkan oleh sumber energi terbarukan. Mempertimbangkan kenaikan penggunaan listrik, kementerian ESDM menentukan target sebesar 23% listrik dihasilkan oleh sumber energi terbarukan. (Kementerian ESDM RI, 2024)

Metode Penelitian

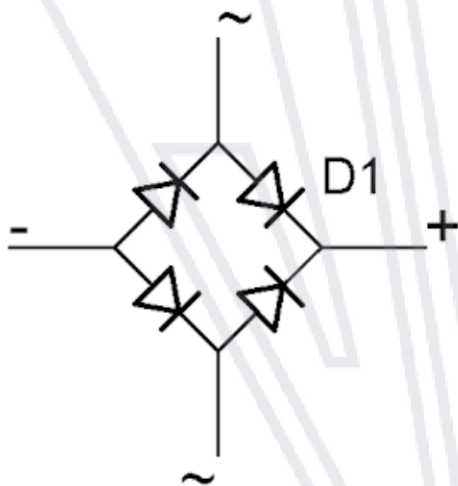
Subjek penelitian dalam penelitian yang berjudul “Efektivitas Penggunaan Piezoelektrik Pada Sepatu Sebagai Sumber Energi Alternatif” yaitu perangkat piezoelektrik, serta pengguna sepatu ber piezoelektrik. Sedangkan objek penelitian dalam penelitian ini yaitu output listrik dari perangkat piezoelektrik. Fokus utama permasalahan dalam penelitian ini membahas mengenai tingkat efektivitas penggunaan perangkat piezoelektrik.

Pengambilan data kami dapatkan melalui penelitian observasi partisipasi yang dilakukan untuk mencari tahu seberapa besar Watt yang dapat dihasilkan melalui penggunaannya pada sepatu dalam satu hari dalam kondisi yang telah ditentukan sebelumnya oleh peneliti. Peneliti menggunakan perangkat piezoelektrik yang diletakkan pada sol sepatu untuk kemudian diukur output tegangan yang dihasilkan melalui voltmeter. Peneliti menggunakan perangkat piezoelektrik dengan spesifikasi satu buah piezoelektrik 35mm yang dilengkapi kabel 15 cm.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis data secara kuantitatif. Metode analisis kuantitatif ini melibatkan pengumpulan dan analisis data

numerik untuk mengidentifikasi pola serta hubungan antar variabel. Data yang sudah didapatkan sebelumnya melalui proses eksperimen diidentifikasi secara lebih mendalam sehingga menghasilkan hasil pembahasan yang komprehensif. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode analisis statistik deskriptif. Pengolahan data analisis deskriptif kuantitatif dilakukan untuk menghitung besarnya mean, nilai maksimum, nilai minimum, dan nilai rata-rata dari uji eksperimen yang dilakukan. Statistik deskriptif menyajikan data tersebut dalam bentuk tabel, diagram, maupun grafik.

Penelitian dilakukan dengan terlebih dahulu membuat prototype perangkat piezoelektrik yang akan dipasang pada sepatu. Peneliti membuat dioda-komponen penyearah listrik-dengan rangkaian sebagai berikut :



Gambar 1.1 Perangkat Dioda Yang Dipasangkan Pada Piezoelektrik

Dioda yang dihubungkan pada perangkat piezoelektrik akan diintegrasikan pula pada holder baterai agar tegangan listrik dapat diukur ketika defleksi.

Setelah menyelesaikan perangkat piezoelektrik, peneliti mengumpulkan data penelitian dengan menginjak perangkat sepatu ber-piezoelektrik sebanyak 50 kali percobaan. Output tegangan di baterai holder dihubungkan dengan kabel multimeter sehingga output tegangan dari defleksi dapat dihitung.

Kemudian, peneliti menghitung rata-rata dan standar deviasi berdasarkan data yang telah didapatkan untuk mengukur kelayakan data

sebagai nilai perkiraan aliran listrik yang dihasilkan. Dengan menggunakan data rata-rata harian langkah kaki orang Indonesia, peneliti mengkalkulasikannya dengan data rata-rata output perangkat piezoelektrik dalam satu hari. Kemudian, peneliti membuat persentase antara data hasil penggunaan piezoelektrik dalam satu hari dengan total penggunaan listrik setiap orang dalam satu hari. Dengan membandingkan antara persentase yang didapatkan dan target realisasi penggunaan listrik dari sumber daya terbarukan, maka unsur efektivitas dapat diperoleh.

Hasil dan pembahasan

A. Dampak Pembangunan Tol

1. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti mendapatkan data pengukuran energi listrik pada perangkat piezoelektrik sebanyak 50 data dari penggunaan piezoelektrik yang diletakkan pada sepatu pengguna.

No	Volt		
1	2,88	18	4,98
2	4,71	19	10,96
3	7,44	20	8,22
4	5,49	21	11,5
5	6,52	22	11,56
6	8,26	23	10,3
7	3,83	24	2,22
8	4,38	25	3,16
9	8,22	26	3,2
10	7,96	27	3,98
11	8,14	28	5,08
12	6,05	29	4,98
13	4,71	30	3,05
14	6,02	31	2,98
15	5,8	32	3,74
16	15,67	33	4,85
17	11,28	34	3,41
		35	4,66
		36	12,59
		37	9,88

38	4,15
39	4,47
40	4,62
41	7,62
42	5,67
43	6,16
44	5,78
45	5,37
46	5,01
47	2,11
48	4,72
49	3,81
50	2,88
AVR	6,10
STD	2,98

Gambar 1.2 Data pengukuran energi listrik

2. Pembahasan

Rata-rata daya listrik yang dihasilkan oleh perangkat piezoelektrik setiap langkahnya adalah 6,10. Standar Deviasi dari data yang ada adalah sebesar 2,98. Maka, dapat dihitung berapa daya listrik yang dihasilkan perangkat piezoelektrik dalam satu hari sebagai berikut :

$$\Leftrightarrow P \text{ harian} = V \text{ langkah} \times i \times \text{Langkah Harian}$$

$$\Rightarrow W \text{ harian} = 6,10 \text{ V} \times 1 \text{ mAh} \times 1 \times 3513 = 21429 \text{ mWh} = 21,43 \text{ Wh}$$

Dalam satu tahun, rata-rata listrik yang dikonsumsi oleh satu orang di Indonesia adalah 1285 kWh, yang mana jika dikonversi maka per harinya tiap orang di Indonesia menggunakan sekitar 3,52 kWh atau 3520,54 Wh. Maka persentase listrik yang bisa dihasilkan setiap orangnya di Indonesia menggunakan perangkat piezoelektrik setiap harinya, dengan jumlah listrik yang digunakan tiap orangnya di Indonesia adalah:

$$\text{Persentase} = \frac{W \text{ harian (Piezoelektrik)}}{W \text{ harian (Penggunaan)}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{21,43 \text{ Wh} \times 100\%}{3520,54 \text{ Wh}} = 0,6\%$$

Target penggunaan sumber daya alam terbarukan untuk dikonversi menjadi listrik di 2025 adalah sebesar 23%, sementara realisasi di tahun 2024 adalah sebesar 19,49%. Terdapat selisih sebesar 3,51% diantara angka tersebut. Dibandingkan dengan persentase yang dapat dihasilkan oleh piezoelektrik yaitu sebesar 0,6%, maka persentase piezoelektrik masih lebih kecil daripada persentase yang diperlukan untuk mencapai target, maka dengan ini perangkat

piezoelektrik masih kurang efektif sebagai sumber energi terbarukan.

Simpulan

Dari penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa perangkat piezoelektrik, jika digunakan di Indonesia, masih kurang efektif. Persentase yang didapatkan dari penggunaan piezoelektrik masih belum mampu untuk memenuhi target penggunaan sumber daya alam terbarukan yaitu sebesar 3,51% dimana perangkat piezoelektrik hanya mampu menghasilkan sebesar 0,6%.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu berkontribusi dan penyusunan artikel ini. Tanpa dukungan dan kontribusi dari berbagai pihak yang terlibat, pencapaian ini tidak mungkin dapat terjadi. Ucapan terimakasih untuk rekan-rekan peneliti yang telah berkolaborasi memberikan ide, berdiskusi bertukar pendapat, dan berbagai riset-riset anggota yang telah memperkaya penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus juga kami sampaikan kepada ibu Ratna Dwi Astuti, S. Pd., M.Pd. sebagai guru pengampu mata pelajaran Fisika yang telah membantu memberikan arahan dan membuat penelitian ini dapat dilakukan.

Referensi

- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia. (2008, July 3). *Technology | Definition, Examples, Types, & Facts*. Britannica. Retrieved September 10, 2024, from <https://www.britannica.com/technology/technology>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2024, July 30). *Work | Definition, Formula, & Units*. Britannica. Retrieved September 10, 2024, from <https://www.britannica.com/science/work-physics>
- Institut Teknologi Sebelas Maret. (2023, August 12). *Mengulik Rendahnya Budaya Jalan Kaki di Indonesia*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Retrieved December 12, 2024, from

- <https://www.its.ac.id/news/2023/08/12/mengulik-rendahnya-budaya-jalan-kaki-di-indonesia/>
- Irfandi, M. Z. (2020). *RANCANG BANGUN PROTOTIPE INDEPENDENT ENERGY ASSISTANCE (IDEAS) PADA LAPANGAN BASKET SEBAGAI PENGHASIL ENERGI LISTRIK MANDIRI MENGGUNAKAN PIEZOELEKTRIK*. <http://dx.doi.org/10.30811/tektro.v4i2.2781>
- KBBI. (n.d.). *Arti kata biasa - Kamus Besar Bahasa Indonesia*. KBBI. Retrieved September 10, 2024, from <https://kbbi.web.id/biasa>
- KBBI. (n.d.). *Arti kata kinetik - Kamus Besar Bahasa Indonesia*. KBBI. Retrieved September 10, 2024, from <https://kbbi.web.id/kinetik>
- Kementerian ESDM RI. (2024, January 18). *Kementerian ESDM RI - Media Center - Arsip Berita - Pemerintah Kejar Target Tingkatkan Bauran EBT*. Kementerian ESDM. Retrieved December 12, 2024, from <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pemerintah-kejar-tingkatkan-bauran-ebt>
- Kementerian ESDM RI. (2024, 01 18). *Konferensi Pers Capaian 2023, Konsumsi Listrik Per Kapita Lebih Target*. Kementerian ESDM. Retrieved October 25, 2024, from <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ketenagalistrikan/konferensi-pers-capaian-2023-konsumsi-listrik-per-kapita-lebih-target>
- Kimble, G. A. (n.d.). *Habit | Formation, Change, Maintenance*. Britannica. Retrieved September 10, 2024, from <https://www.britannica.com/topic/habit-behavior>
- LSE. (2023, June 23). *How much do renewables contribute to the UK's energy mix and what policies support their expansion? - Grantham Research Institute on climate change and the environment*. LSE. Retrieved January 8, 2025, from <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/how-much-do-renewables-contribute-to-the-uks-energy-mix-and-what-policies-support-their-expansion/>
- Perdana, M. S. (n.d.). *Pemanen Energi Piezoelektrik Tersinkronisasi Induktor Berbasis Konverter Boost Pulsa Satu Tembakan*. https://eprints.uad.ac.id/76498/9/T1_1800022042_NASKAH_PUBLIKASI_230217112320.pdf
- Sutton, C. (2024, August 5). *Energy | Definition, Types, Examples, & Facts*. Britannica. Retrieved September 10, 2024, from <https://www.britannica.com/science/energy>
- U.S. EIA. (n.d.). *The science of electricity - U.S. Energy Information Administration*. EIA. Retrieved September 10, 2024, from <https://www.eia.gov/energyexplained/electricity/the-science-of-electricity.php>
- Prasetya, Dedi Ary. 2022. *Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi Dengan Tekanan Anak Tangga*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta Indonesia.
- Rahmadi. 2011. *Pengantar Metodologi Penelitian*. Banjarmasin : Antasari Press
- Rifaldi, Septia. 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*. Jawa Barat : Universitas Ahmad Yani
- Mowaviq, Muhammad Imbarothur. 2018. *Lantai Permanen Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik*. Jakarta Barat : Sekolah Tinggi Teknik-PLN
- Sutton, C. (2024, August 5). *Energy | Definition, Types, Examples, & Facts*.

Britannica. Retrieved September 10, 2024, from <https://www.britannica.com/science/energy>

Said, Abubakar. 2020. RANCANG BANGUN PROTOTIPE INDEPENDENT ENERGY ASSISTANCE (IDEAS) PADA LAPANGAN BASKET SEBAGAI PENGHASIL ENERGI LISTRIK MANDIRI MENGGUNAKAN PIEZOELEKTRIK. Aceh : Politeknik Negeri Lhokseumawe..

