

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini, listrik telah menjadi energi yang paling banyak digunakan, setelah sumber energi alam. Dimana energi tidak dapat dibuat atau dimusnahkan, tetapi dapat ditransfer atau diubah menjadi bentuk lain [1], energi listrik dengan kemajuan teknologi saat ini, telah mengambil alih hampir sebagian sumber kebutuhan energi manusia. Dari kegiatan sederhana seperti memasak hingga kegiatan medis, listrik sudah menjadi kebutuhan yang tidak boleh terpisahkan. Dan pemadaman listrik global selama 24 jam saja, dapat mengakibatkan kekacauan yang sangat parah[2].

Disetiap belahan dunia saat ini, masing masing mengupayakan kebutuhan energi listrik yang semakin pesat. World Energy Outlook 2023 dari Badan Energi Internasional atau IEA, mengungkapkan bahwa pada tahun 2050 nanti, konsumsi energi final dalam bentuk energi listrik di seluruh dunia melonjak sangat pesat menjadi sekitar 53%. Besaran ini naik lebih dari dua kali lipatnya dari kondisi tahun 2022 lalu ; 12% dari pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN); dan 3% sisanya dari sumber energi minyak bumi[3]. Berdasarkan keadaan tersebut, komitmen untuk *Net Zero Emission* dimana 2050, diharapkan penggunaan energi berbasis minyak bumi berkurang menjadi 12%, gas alam 4%, dan batu bara tinggal 2%[4]. Komitmen ini berfokus pada pengembangan energi baru terbarukan, dan menciptakan lingkungan yang lebih ramah minim emisi.

Di Indonesia, data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mengungkapkan bahwa pada tahun 2022, sebagian besar pembangkit listrik masih mengandalkan batu bara sebagai sumber energi primer, dengan kontribusi sebesar 67,21%. Gas menjadi sumber energi primer terbesar kedua dengan kontribusi 15,96%. Sementara itu, energi baru terbarukan (EBT) hanya menyumbang 14,11% pada tahun yang sama[4].

EBT di Indonesia sendiri terbilang cukup melimpah, mulai dari PLTS

(surya), PLTA (air), PLTB (bayu/angin), PLTP (panas bumi), OTEC (pemanfaatan panas laut) dan sebagainya. Selain EBT yang telah disebutkan diatas, ada banyak jenis pembangkit energi lainnya yang memiliki potensial yang cukup tinggi. Salah satunya adalah pembangkit energi *Piezoelektrik*.

Pembangkit energi listrik *Piezoelektrik* menggunakan sensor yang disebut Sensor *Piezoelektrik*, yang merupakan alat yang memiliki kemampuan untuk mengubah gaya fisik, seperti tekanan, getaran, dan suhu, menjadi muatan listrik yang dapat diukur., dan sebaliknya[5].*Piezoelektrik* bekerja ketika sensor *piezoelektrik* dikenai tekanan atau distorsi mekanis, struktur kristal dalam material *piezoelektrik* mengalami perubahan. Ini menyebabkan muatan positif dan negatif terpisah di sepanjang bidang kristal, menghasilkan polarisasi listrik. Perbedaan muatan yang dihasilkan oleh perubahan struktur kristal menghasilkan potensial listrik antara dua elektroda pada sensor. Potensial ini dapat diterapkan pada suatu rangkaian listrik untuk menghasilkan arus listrik yang dapat dimanfaatkan.

Penggunaan sensor *Piezoelektrik* sebagai pembangkit energi listrik sangat beragam. Selama ia memperoleh tekanan, maka ia akan menghasilkan energi listrik. Beberapa contoh pengaplikasiannya adalah seperti, pemasangan disepanjang jalan raya, atau didesain seperti polisi tidur, memanfaatkan tekanan dari roda kendaraan. Pemanfaatan lainnya adalah dengan meletakkannya pada jalur pejalan kaki, taman, dan tangga. Sensor *piezoelektrik* juga dapat ditanamkan dalam struktur bangunan seperti jembatan, gedung tinggi, atau terowongan untuk menghasilkan energi listrik, dimana getaran dan deformasi yang terjadi pada struktur tersebut akibat angin, gempa bumi, atau aktivitas manusia dapat diubah menjadi energi listrik. Bahkan dapat dipasang secara portabel pada sepatu, untuk memanfaatkan tekanan pada saat kita berjalan.

Banyak penelitian telah dilakukan tentang penggunaan bahan piezoelektrik untuk menghasilkan energi listrik. Pada tahun 2019, Yohanes Adi Chandra Wijaya, Dermawan Zebua, Demison Papua Kolago, dan Yoga Alif Kurnia Utama. Dalam penelitian mereka **“Pengaruh Luas Permukaan Piezoelectric Disk Terhadap Tekanan Dan Getaran Dalam Menghasilkan Energi Listrik”**, Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh luas permukaan keramik

piezoelektrik terhadap kemampuannya menghasilkan listrik. Peneliti menguji keramik diameter 12 mm hingga 35 mm dalam kondisi tekanan dan getaran. Hasilnya, semakin besar luas permukaan keramik, semakin besar tegangan listrik yang dihasilkan[6].

Kemudian, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Endri Stiawan dan Arif Johar Taufiq, pada tahun 2020, berjudul **“Rancang Bangun Alat Pemanen Energi Listrik Dari Tekanan Mekanik Berbasis *Piezoelektrik*”**. Mereka membuktikan bahwa beban yang diberikan pada keramik *piezoelektrik* secara langsung memengaruhi besarnya tegangan listrik yang dihasilkan. Dengan menggunakan 35 keping keramik yang disusun paralel dan seri dengan dioda, peneliti menemukan bahwa peningkatan beban dari 55 kg hingga 85 kg berbanding lurus dengan peningkatan tegangan keluaran. Meskipun daya yang dihasilkan masih kecil, penelitian ini membuka peluang pemanfaatan energi mekanik sehari-hari yang selama ini terbuang percuma[7].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Rellinga Frendy Pradistia dan Dedi Ary Prasetya, pada tahun 2022, berjudul, **“Pemanfaatan Sensor *Piezoelektrik* Sebagai Penghasil Sumber Energi Dengan Tekanan Anak Tangga”**. Mereka menunjukkan potensi penggunaan energi mekanik dari langkah kaki untuk menghasilkan listrik. Dengan menguji berbagai konfigurasi rangkaian paralel dan seri, peneliti menemukan bahwa rangkaian 5 paralel 4 seri menghasilkan tegangan dan arus tertinggi saat menaiki dan menuruni anak tangga, mencapai 5.80 V dan 0.13 mA. Hasil ini mengindikasikan bahwa desain rangkaian yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pemanenan energi dari langkah kaki[8].

Penelitian berikutnya tentang *piezoelektrik* dilakukan oleh Diana Rahmawati, Muhammad Farisal, Miftachul Ulum, dan Koko Joni, tahun 2021, tentang **“Lantai pembangkit Listrik Menggunakan *Piezoelektrik* dengan Buck Converter LM2596”**. Dengan tujuan untuk menghasilkan listrik dari lantai *piezoelektrik* yang dilengkapi dengan berbagai jenis konverter, mereka berhasil menunjukkan bahwa meskipun pembangkit berhasil menghasilkan tegangan, namun output yang dihasilkan masih fluktuatif dan tidak konsisten. Selain itu,

tegangan dan arus yang dihasilkan belum cukup besar untuk memenuhi syarat minimum perangkat elektronik[9].

Penelitian selanjutnya, tentang **“Rancang Bangun Tangga Penghasil Listrik Sebagai Energi Alternatif”**, yang disusun oleh, Muhammad Vicky, Hamdani Hamdani, dan Sofyan, pada tahun 2022. Penelitian ini mengkaji potensi pemanfaatan energi mekanik dari langkah kaki untuk menghasilkan listrik. Dengan merancang tangga yang dilengkapi elemen *piezoelektrik*, peneliti berhasil menghasilkan daya sebesar 24,536 mW. Meskipun demikian, waktu pengisian baterai masih cukup lama, yaitu sekitar 9361 jam. Penelitian ini memberikan gambaran awal tentang potensi pemanfaatan energi langkah kaki, namun masih membutuhkan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi[7].

Pada tahun 2022, Lutfi Zulva Hanifah, Beni Putra Kurniawan, Yulfi Arista, dan Lucky Putri Rahayu. Dalam penelitian mereka yang berjudul **“Analisis Daya Piezoelektrik Pada Alat Pencegahan Penyebaran Coronavirus Terintegrasi IoT”**, mereka mengembangkan inovasi sistem protokol kesehatan yang menggunakan energi *piezoelektrik* untuk pencegahan coronavirus. Dengan memanfaatkan energi mekanik dari langkah kaki untuk menghasilkan listrik dan mengintegrasikannya dengan teknologi IoT. Dengan menggunakan 120 buah *piezoelektrik* yang dipasang pada dua tangga prototipe, peneliti berhasil menghasilkan tegangan yang meningkat seiring dengan bertambahnya beban. Sistem ini memiliki potensi untuk diterapkan pada berbagai fasilitas publik sebagai sumber energi alternatif dan alat monitoring[10].

Penelitian selanjutnya adalah oleh Margana Djody Rizqy Rahman, Muhamad Kholiq Iqbal Basith, Tiffany Rachmania Darmawan, dan Safira Firdaus Mujiyanti, S.T, M.T.2022. **“RSV-P (Road Speed Bump’s Vibration Power Plant): Pemanfaatan Speed Bump Sebagai Media Konversi Getaran Jalan Menjadi Energi Listrik Alternatif EBT Berbasis Iot”**, mereka mengembangkan prototipe yang mengubah getaran dari speed bump menjadi energi listrik untuk penerangan jalan. Uji coba menunjukkan bahwa pada rangkaian seri, beban 146 kg menghasilkan tegangan 3.312V-3.978V dengan daya maksimum 12.3318 μ W, beban 161 kg menghasilkan tegangan 3.526V-4.236V

dengan daya maksimum $13.9788\mu\text{W}$, dan beban 186 kg menghasilkan tegangan 4.693V-5.732V dengan daya maksimum $19.4888\mu\text{W}$. Data dari rangkaian paralel juga bervariasi tergantung pada beban kendaraan dan kecepatan[11].

Kemudian menurut Ni Ketut, dan Septia Rifaldi pada tahun 2022, dalam penelitian mereka tentang **“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”**. Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa *piezoelektrik* memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif. Dengan memanfaatkan energi kinetik dari gerakan kaki, *piezoelektrik* dapat menghasilkan energi listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan pada *piezoelektrik*, semakin besar pula tegangan yang dihasilkan. Penggunaan 126 buah *piezoelektrik* pada kaset kaki berukuran 36,5 cm x 58 cm mampu menghasilkan energi listrik yang cukup untuk mengisi baterai dengan kapasitas 3000 mAh[12].

Penelitian selanjutnya adalah tentang **“Footstep Power Generation Using Piezoelectric Sensor and Distribution using RFID”**, yang ditulis oleh Chavan, M., Chauhan, S., Singh, M., & Tripathi, A. pada tahun 2020. Penelitian yang dilakukan oleh Chavan dkk. (2020) berhasil merancang sebuah sistem yang mampu mengubah energi kinetik dari langkah kaki manusia menjadi energi listrik melalui sensor *piezoelektrik*. Energi listrik yang dihasilkan kemudian dapat disimpan dan digunakan untuk mengisi perangkat elektronik seperti ponsel secara aman menggunakan teknologi RFID. Sistem ini menawarkan solusi yang inovatif dalam pemanfaatan energi terbarukan dan memiliki potensi untuk diterapkan dalam berbagai aplikasi, seperti penerangan jalan dan area publik lainnya[13].

Kemudian pada tahun 2020, pada penelitian tentang **“Power Generation Using Piezoelectric Material”**, yang dilakukan oleh Akshaya Hatey, Vaibhavi Koli, Priti Mishra, & Devanand Bathe. Penelitian ini mengeksplorasi potensi energi *piezoelektrik* untuk mengatasi krisis energi. Dengan menempatkan sensor *piezoelektrik* di antara dua pelat logam, peneliti berhasil menghasilkan tegangan listrik dari tekanan yang diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tekanan, semakin besar pula tegangan yang dihasilkan[14].

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan diatas, secara garis besar menyimpulkan bahwa pembangkit listrik *piezoelektrik* masih merupakan pembangkit berskala kecil dan rata-rata memiliki keluaran tegangan dan arus yang kecil. Namun demikian pembangkit listrik ini memiliki potensi yang sangat besar, terutama apabila diproduksi secara masal. Pembangkit listrik ini juga, tidak bergantung pada cuaca, dan sepenuhnya bebas polusi. Kemudian tegangan keluaran yang dihasilkan juga tergantung pada ukuran sensor *piezoelektrik* yang digunakan, dimana semakin besar sensornya, tegangannya akan menjadi lebih baik. kemudian sama halnya dengan getaran, tekanan yang diberikan berbanding lurus terhadap output yang dihasilkan. Beberapa percobaan juga menyebutkan bahwa rangkaian paralel lebih cenderung menghasilkan tegangan yang lebih besar dibanding dengan rangkaian sensor *piezoelektrik* secara seri.

Melihat fakta bahwa pembangkit *piezoelektrik* belum sepopuler pembangkit lainnya, terutama dalam pengaplikasiannya untuk keperluan setiap hari, dan penulis tertarik dan merasa perlu dilakukan penelitian berupa perancangan pembangkit energi listrik *piezoelektrik*, yang didesain untuk suplai energi listrik lampu penerangan masuk rumah yang tidak bergantung pada suplai listrik PLN.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis mengidentifikasi rumusan masalah sebagai dasaran penelitian ini, yakni :

1. Bagaimana merancang sebuah prototipe *piezoelektrik* berbentuk keset kaki yang dapat memanfaatkan gaya tekan dari kaki dan tangan?
2. Bagaimana cara menghasilkan energi listrik menggunakan tekanan pada material *piezoelektrik* untuk mensuplai beban berupa lampu *LED*?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menetapkan tujuan sebagai berikut:

1. Merancang desain dan membangun pembangkit *piezoelektrik* sederhana berbentuk keset kaki yang dapat memanfaatkan gaya tekan dari kaki dan tangan.

2. Menghasilkan energi listrik untuk mensuplai beban berupa lampu LED, dan menganalisis kemampuan pembangkit untuk menyuplai beban LED, untuk jangka waktu ≥ 5 detik melalui gaya tekan dari kaki dan tangan.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan batasan-batasan yang ditetapkan oleh penulis, yakni sebagai berikut;

1. Penelitian ini akan berfokus pada perancangan dan evaluasi kinerja *prototype* pembangkit *pizoelektrik* yang difungsikan untuk menyalakan lampu penerangan pintu masuk rumah.
2. *Piezoelektrik* lantai yang dibuat diperkirakan seukuran keset kaki.
3. Lampu yang digunakan hanya 1 buah jenis lampu LED, 1 Watt.
4. Untuk menyalakan lampu pada *prototype*, menggunakan satu pijakan kaki, dan jika pijakan kaki dilepas lampu akan otomatis mati.
5. Tekanan yang digunakan untuk *prototype* pembangkit *pizoelektrik* adalah tekanan kaki manusia saat menginjak dan berdiri di atas *prototype* ini.
6. Tidak mencakup penggunaan aplikasi teknologi *wearable* dan IoT (*Internet of Things*).

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan pelaksanaan penelitian ini, penulis berharap akan memberi manfaat berkelanjutan guna pengembangan dikemudian hari antara lain sebagai berikut:

1. Menghasilkan desain *prototype* pembangkit *pizoelektrik* yang efisien dan handal yang dapat meningkatkan efektivitas pembangkit energi listrik berbasis *piezoelektrik*.
2. Penelitian ini dapat membuka jalan menuju pengembangan teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam menghasilkan energi listrik dari gerakan manusia sehari-hari.
3. Hasil Penelitian ini dapat berfungsi sebagai pijakan awal untuk menciptakan produk-produk yang menggunakan energi kinetik manusia dalam proses pengisian baterai. atau menggerakkan perangkat elektronik lainnya.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode studi kepustakaan mengenai *piezoelektrik* lantai. Dan dilanjutkan dengan metode penelitian kuantitatif untuk mengumpulkan data penelitian melalui pengukuran parameter listrik pada *prototype* pembangkit *piezoelektrik*.

Berdasarkan hal tersebut dan juga tujuan penelitian yang ingin dicapai, maka metode penelitian yang akan dilakukan dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

- **Studi Literatur:** Melakukan studi literatur menyeluruh untuk memahami konsep dasar tentang piezoelektrisitas, pembangkit energi listrik berbasis *piezoelektrik*, dan konversi tegangan AC-DC.
- **Perancangan Prototipe:** Merancang *prototype* pembangkit pizoelektrik yang akan diuji sebagai pembangkit energi listrik berbasis *piezoelektrik*. Ini melibatkan pemilihan komponen elektronik yang sesuai, desain sirkuit, dan pemilihan material.
- **Pembuatan Prototipe:** Membuat *prototype* pembangkit pizoelektrik berdasarkan desain yang telah direncanakan.
- **Pengujian Laboratorium:** Melakukan pengujian *prototype* pembangkit pizoelektrik dalam lingkungan laboratorium untuk mengevaluasi kinerja dan efisiensinya. Pengujian meliputi pengukuran tegangan keluaran, efisiensi konversi energi, dan stabilitas operasi.
- **Analisis Data:** Menganalisis data yang diperoleh dari pengujian laboratorium untuk mengevaluasi kinerja pembangkit energi listrik *piezoelektrik*. Ini meliputi perbandingan antara tegangan masukan dan keluaran, efisiensi konversi energi, dan identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja.
- **Perbaikan Desain:** Jika diperlukan, melakukan perbaikan pada desain prototipe berdasarkan hasil pengujian dan analisis data. Ini dapat melibatkan

modifikasi desain sirkuit, penggantian komponen, atau penyesuaian parameter operasional.

- **Validasi Hasil:** Menguji ulang prototipe yang telah diperbaiki untuk memvalidasi peningkatan kinerja dan efisiensi. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan pengujian tambahan dan membandingkan hasil dengan standar yang ditetapkan.
- **Penyusunan Laporan:** Menyusun laporan akhir yang mencakup hasil penelitian, analisis data, kesimpulan, dan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Laporan ini akan menjadi dokumentasi yang penting dan dapat digunakan sebagai dasar untuk publikasi atau pengajuan paten.

1.7 Sistematika Penulisan

Secara singkat sistematika pembahasan diuraikan dalam sistematika penulisan berikut ini.

Bab I. Pendahuluan

Bab ini membahas latar belakang masalah, rumusan dan tujuan penelitian, serta batasan dan manfaat penelitian, serta susunan tugas akhir..

Bab II. Landasan Teori

Bab ini membahas dasar teori yang mendasari penulisan skripsi ini, termasuk definisi tentang *Piezoelektrik*, cara kerjanya dan teori-teori tentang voltage booster

Bab III. Metode Penelitian

Bab ini berisi prosedur-prosedur dalam penelitian, dimulai dengan studi literatur, pembuatan diagramalir, hingga desain *prototype* pembangkit piezoelektrik dan voltage booster, serta perancangan *prototype*.

Bab IV. Penelitian dan Analisa

Bab ini menyatukan hasil data yang diperoleh melalui hasil uji *prototype*, dan kemudian dianalisis serta dibandingkan dengan hasil study literatur yang dilakukan.

Bab V. Kesimpulan dan Saran

Bab terakhir ini merangkum semua hasil akhir penelitian yang disusun

sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditentukan. Dan memberikan saran terhadap penelitian serupa berikutnya, guna mengembangkan penelitian ini.

