

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber energi alternatif adalah segala bentuk energi yang dihasilkan dari bahan bakar non-fosil. Ada beberapa jenis energi alternatif yaitu seperti biomassa, matahari, angin, air, panas, cahaya, dan gelombang. Berbagai jenis energi ini dapat diolah dengan menggunakan teknologi dan proses khusus hingga menjadi energi yang dapat digunakan [1]. Pemanen energi atau *energy harvesting* adalah salah satu teknik yang dapat digunakan untuk memanfaatkan energi alternatif menjadi energi listrik [2].

Beberapa upaya telah dilakukan untuk memanfaatkan energi yang terdapat di lingkungan sekitar untuk menjadi sumber energi listrik. Salah satu bentuk *energy harvesting* yang sering dilakukan adalah dengan memanfaatkan getaran. Konversi energi getaran menjadi energi listrik dilakukan melalui tiga metode populer yaitu elektromagnetik, triboelektrik, dan piezoelektrik. Piezoelektrik adalah yang paling umum digunakan untuk memanen energi getaran. Namun, tantangan dalam penggunaan piezoelektrik adalah pada efisiensi dan *output* yang dihasilkan relatif rendah [3].

Piezoelektrik yaitu salah satu sensor yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik pada saat diberi tekanan mekanis [4]. Piezoelektrik dapat mengalami defleksi dengan diberi tekanan secara langsung atau digetarkan melalui media perantara. Pemberian tekanan secara langsung akan menghasilkan tegangan piezoelektrik yang sebanding dengan besar gaya tekan yang diberikan akan tetapi, piezoelektrik rentan mengalami kerusakan [5]. Piezoelektrik juga hanya mampu menghasilkan *output* yang relatif rendah karena kinerjanya sangat bergantung pada intensitas getaran yang diterima. Semakin besar intensitas getaran, semakin tinggi potensi energi yang dapat dihasilkan oleh piezoelektrik

Merujuk pada salah satu penelitian yang telah dilakukan mengenai pemanfaatan getaran mekanis menggunakan sensor piezoelektrik didapatkan hasil bahwa, sensor yang ditempatkan secara statis pada setiap pelat mampu menghasilkan tegangan tertinggi hanya sebesar 1.000 mV [6]. Upaya yang

dilakukan untuk mengatasi kekurangan tersebut yaitu dengan memanfaatkan pegas spiral dan modul *step-up*. Pegas spiral yang bersifat elastis dapat membantu mempertahankan getaran yang diterima oleh piezoelektrik dan membuat pergerakan piezoelektrik menjadi lebih bebas atau dinamis. Sedangkan *step-up* dapat digunakan untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan sensor piezoelektrik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, akan dilakukan penelitian yang berjudul “Optimasi *Energy harvesting* Berbasis Piezoelektrik Dengan Memanfaatkan Energi Getar”. Sistem pemanen energi ini memanfaatkan getaran sebagai sumber energi dengan menggunakan sensor piezoelektrik yang dilengkapi modul *step-up* dan pegas spiral.

1.2. Kajian Riset Terdahulu

Tinjauan penelitian terdahulu yaitu bentuk penegasan keaslian dari penelitian yang dilakukan untuk mencegah plagiarisme sebagai bentuk pembajakan pada penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya selain itu, untuk memunculkan ide-ide baru dalam dunia teknologi yang sedang berkembang saat ini dan perbandingan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Tabel 1.1 merupakan referensi jurnal penelitian serupa yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya.

Tabel 1.1 Daftar referensi.

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
1	Rancang Bangun Sistem Pemanen Energi di Lantai Menggunakan Modul BQ25570 pada Aplikasi <i>piezoelectric Energy harvesting</i> .	Rifki Abi Setiawan, Syaiful Alam, Umi Murdika, Sumadi	2020
2	Rancang Bangun Prototipe Pemanen Energi Getaran pada <i>Speed Bump</i> Menggunakan <i>Tranducer piezoelectric</i> .	Legenda Prameswono Pratama, Rizal Agus Herdiyansyah Lubis, Mauludi Manfaluthy	2020
3	Rancang Bangun Sistem <i>Energy harvesting</i> di Ruang Bising Menggunakan Piezoelektrik Array	Hajiar Yuliana, Rady Yusaniar, dan Yuda Bakti Zainal	2022

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
4	Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi Dengan Tekanan Anak Tangga.	Rellinga Frendy Pradistia, Dedi Ary Prasetya	2022
5	<i>Design and Implementation of a piezoelectric-Based Energy harvesting in Shoes</i>	Rangga Resistianto, Nike Sartika, Eki Ahmad Zaki Hamidi, Erlan Aditya Ardiansyah, Putri Anditasari, Agus Ramelan	2023

Penelitian oleh Rifki Abi Setiawan, Syaiful Alam, Umi Murdika, dan Sumadi merancang dan mengembangkan sistem pemanenan energi piezoelektrik menggunakan modul BQ25570 untuk menghasilkan energi listrik dari tekanan langkah kaki manusia [7]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar gaya tekan, semakin besar pula tegangan dan arus yang dihasilkan, sesuai dengan teori yang ada. Daya yang dihasilkan dari sistem pemanenan energi piezoelektrik pada saat berat 42 kg sebesar 1,345 mW, 52 kg sebesar 2,251 mW, 67 kg sebesar 4,729 mW, 70 kg sebesar 10,646 mW, dan 82 kg sebesar 17,218 mW. Waktu pengisian baterai 1500 mAh menggunakan energi piezoelektrik dengan modul BQ25570 adalah 777,20 jam atau sekitar 32 hari. Hasil pengujian menunjukkan daya *output* sebesar 35,392 mW dengan efisiensi 53,81%.

Penelitian oleh Legenda Prameswono Pratama, Rizal Agus Herdiyansyah Lubis, dan Mauludi Manfaluthy berhasil mengintegrasikan teknologi daur ulang energi menggunakan transduser piezoelektrik dalam prototipe *speed bump* [8]. Tegangan yang disimpan dalam ACCU meningkat dengan setiap langkah pada *speed bump*, namun tegangan yang dihasilkan oleh transduser piezoelektrik menurun setelah 50 langkah pertama. Tegangan awal ACCU adalah 3.4V, meningkat menjadi 4.5V setelah 50 langkah, kemudian stabil pada 1.1V hingga langkah ke-100, dan akhirnya menurun menjadi 0.5V. Penelitian ini menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan dari *speed bump* menggunakan transduser piezoelektrik relatif kecil, sehingga diperlukan banyak kendaraan untuk menghasilkan listrik dalam jumlah besar. Energi yang tersimpan di ACCU meningkat seiring bertambahnya jumlah kendaraan yang melewati *speed bump*.

Penelitian oleh Hajjar Yuliana, Rady Yusaniar, dan Yuda Bakti Zainal merancang sistem pemanenan energi menggunakan piezoelektrik yang ditempatkan di lingkungan yang bising, khususnya di pabrik pemintalan tekstil dengan kebisingan mesin winder [6]. Tujuan penelitian ini adalah memanen energi dari kebisingan dan mengubahnya menjadi listrik untuk perangkat berdaya rendah. Sistem ini berhasil menghasilkan sinyal *output* maksimum 3,32 Vpp pada frekuensi 50,42 Hz dengan daya maksimum 0,45 mW. Pengujian di pabrik dengan tingkat kebisingan 95,8 dBA menunjukkan energi yang dipanen sebesar 0,16 MWh dalam satu jam. Jika mesin beroperasi 10 jam per hari, energi yang dihasilkan mencapai 1,6 MWh per hari. *Output* dari sistem ini dapat digunakan untuk mengisi daya perangkat berdaya rendah seperti mengisi daya ponsel atau penerangan darurat.

Penelitian oleh Rellingga Frendy Pradistia dan Dedi Ary Prasetya mengenai penggunaan tekanan dari tangga untuk menghasilkan energi listrik alternatif menunjukkan bahwa sistem pembangkit listrik berfungsi dengan baik, meskipun tegangan dan arus yang dihasilkan sangat kecil [9]. Tegangan dan arus yang berbeda diperoleh saat menaiki dan menuruni tangga. Perolehan energi listrik DC terbaik saat menaiki tangga adalah 5,47V dengan arus 0,11 mA dari 10 sirkuit paralel, sedangkan saat menuruni tangga adalah 5,80V dengan arus 0,13 mA dari 5 sirkuit paralel dan 4 seri. Studi juga menunjukkan potensi pemanenan energi dari bahan piezoelektrik di trotoar di bawah beban lalu lintas simulasi. Penelitian lain mengeksplorasi penggunaan transduser piezoelektrik untuk pembangkit listrik, kontrol getaran dan kebisingan, serta analisis perilaku nonlinier.

Penelitian oleh Rangga Resistianto, Nike Sartika, Eki Ahmad Zaki Hamidi, Erlan Aditya Ardiansyah, Putri Anditasari, dan Agus Ramelan merancang sistem pemanenan energi menggunakan piezoelektrik dengan memanfaatkan tekanan yang dihasilkan manusia, menggunakan konfigurasi penyearah dan kapasitor serta konfigurasi LTC3588 [10]. Eksperimen ini dilakukan dengan kondisi berjalan, *jogging*, dan lari, serta dengan berat badan 50 kg dan 55 kg. Hasil menunjukkan bahwa beban 55 kg secara konsisten menghasilkan *output* lebih tinggi dibandingkan dengan beban 50 kg di semua kondisi. Penelitian menyimpulkan bahwa kondisi lari menghasilkan *output* tertinggi dibandingkan dengan kondisi berjalan dan *jogging*,

yang dapat dikaitkan dengan kecepatan gerakan yang lebih cepat dan peningkatan jumlah langkah selama berlari.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun *energy harvesting* berbasis piezoelektrik dengan memanfaatkan energi getar?
2. Bagaimana kinerja rancang bangun *energy harvesting* berbasis piezoelektrik dengan memanfaatkan energi getar?

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ada tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan *energy harvesting* berbasis piezoelektrik dengan memanfaatkan energi getar.
2. Menguji dan menganalisis *energy harvesting* berbasis piezoelektrik dengan memanfaatkan energi getar

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk bidang praktis dan bidang akademis Manfaat harus ditinjau dari 2 sisi: Manfaat akademik dan manfaat praktis.

1. Manfaat akademik
Memberikan kontribusi akademik di bidang elektro khususnya dapat menambah referensi bidang ilmu pengetahuan mengenai *energy harvesting*.
2. Manfaat praktis
Energy harvesting berbasis piezoelektrik dapat dimanfaatkan untuk implementasi pengisian baterai pada penerangan jalan umum.

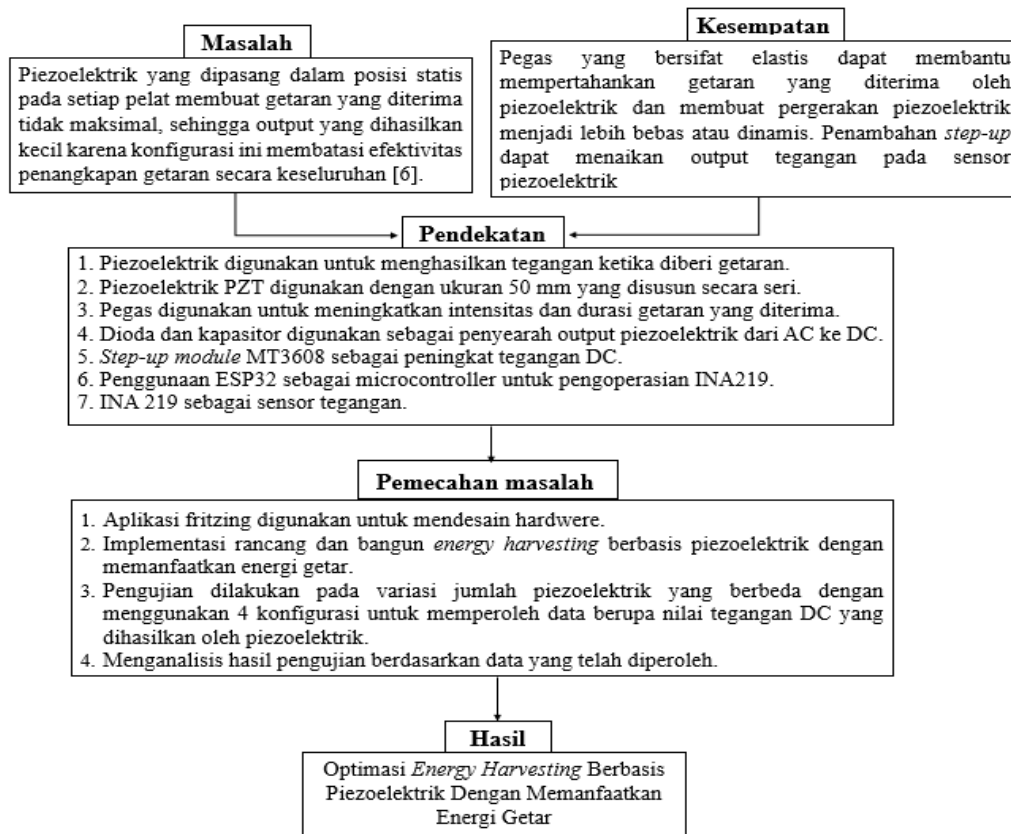
1.6. Batasan Masalah

Agar lebih baik dalam membahas permasalahan yang telah dirumuskan, maka diperlukan batasan masalah dalam penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan di Trotoar Jalan Cileunyi, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, dengan memasang piezoelektrik dalam konfigurasi rangkaian seri dan menggunakan variabel getaran.
2. Piezoelektrik PZT digunakan dengan ukuran diameter 50 mm.
3. Pegas digunakan untuk meningkatkan intensitas dan durasi getaran yang diterima.
4. Dioda dan kapasitor digunakan untuk menjadi penyearah *output* piezoelektrik dari AC ke DC.
5. Modul *step-up booster* MT3608 digunakan untuk peningkat tegangan DC.
6. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler untuk pengoperasian sensor INA219.
7. Sensor INA219 digunakan untuk mengukur tegangan.
8. Berfokus pada pengumpulan data berupa nilai tegangan yang mampu dihasilkan oleh piezoelektrik.
9. Data yang digunakan untuk analisis adalah data tegangan DC yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik.

1.7. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir memuat jalan pemikiran yang berisi penjabaran sistematis mengenai informasi hasil pembuatan masalah penelitian, yang diperkirakan mampu diselesaikan melalui pendekatan, desain alat, implementasi alat, pengujian alat, dan analisis alat. Kerangka pemikiran ini dapat dijelaskan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Kerangka berpikir.

1.8. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan dengan total 6 bab, dimana setiap bab mempunyai isi, penjabaran dari isi setiap bab pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, riset kajian terdahulu, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian. Menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dan menunjang dalam penelitian mengenai *energy harvesting* berbasis piezoelektrik dengan memanfaatkan energi getar.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan ketika melakukan penelitian *energy harvesting* berbasis piezoelektrik dengan memanfaatkan energi getar untuk menjadi energi listrik.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini menjelaskan alur tahap-tahap perancangan, mulai dari perancangan hingga implementasi baik dalam segi *Hardware* maupun *software* untuk rancang bangun *energy harvesting* berbasis piezoelektrik dengan memanfaatkan energi getar yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini menjelaskan proses pengujian dan hasil pengujian yang telah dilakukan serta menganalisis data yang diperoleh pada saat pengujian.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang bagian penutup dari penelitian. Pada bagian ini terdapat kesimpulan, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

