

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir seluruh bidang kehidupan membutuhkan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan manusia. Sumber energi konvensional seperti minyak bumi dan batu bara akan habis seiring waktu karena sumber energi konvensional ini tidak dapat diperbarui [1]. Artinya sumber energi tersebut pada akhirnya akan habis, maka perlu untuk menghemat dan menggunakan energi listrik ini secara efisien.

Penggunaan energi listrik yang tidak sesuai dengan penyediaan energi listrik menyebabkan krisis energi listrik. Krisis energi listrik ini dapat dicegah dengan mengurangi konsumsi energi listrik. Saat ini ketersediaan energi listrik belum mampu memenuhi kebutuhan listrik yang terus meningkat di Indonesia [2]. Peningkatan kebutuhan energi tahunan berbanding terbalik dengan penurunan produksi energi (energi konvensional) [3]. Penggunaan sumber energi terbarukan dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Ini bisa menjadi pemicu untuk ketahanan energi di masa depan [3]. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah kebutuhan energi perlu diwujudkan penganekaragaman penggunaan energi.

Energy harvesting merupakan proses mengekstrak energi dari energi suara, energi potensial, dan energi kinetik dan mengubahnya menjadi energi listrik [4]. Perkembangan *energy harvesting* saat ini telah menghasilkan pencapaian desain mandiri dan aplikasi *IoT* dengan fitur mandiri dalam berbagai aplikasi yang bertujuan untuk mencapai sistem *IoT* mandiri yang holistik. Aplikasi sistem *IoT* ini terkait dengan rumah pintar, *human monitoring*, penginderaan gas, transportasi, robotika, *blue energy*, pesawat terbang, dan ruang angkasa, untuk mendukung perkembangan kota pintar [5]. Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk memanen energi ini adalah perangkat piezoelektrik.

Piezoelektrik didefinisikan sebagai kemampuan kristal tertentu atau bahan lain untuk menghasilkan tegangan ketika mengalami tegangan atau regangan. Efek piezoelektrik adalah efek reversibel dimana ukurannya berubah karena efek

piezoelektrik langsung yaitu pembangkitan potensial listrik oleh tegangan mekanik dan efek piezoelektrik terbalik yaitu pembangkitan tekanan dengan penerapan tegangan [6]. Piezoelektrik memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya yaitu berukuran kecil, ringan dan sangat kokoh, dapat mencakup rentang tekanan dinamis 1:10 dan rentang frekuensi dari 2 Hz hingga 1 MHz dengan hampir tidak ada pergeseran fasa, outputnya cukup besar dan unit tertentu dapat beroperasi hingga 350°C. Sedangkan, kekurangannya yaitu piezoelektrik berjenis elektrostatik tidak dapat mengukur tekanan statis atau absolut selama lebih dari beberapa detik, dan peka terhadap perubahan suhu sehingga memerlukan kompensasi suhu yang tepat [7].

Smartphone adalah perangkat yang menggunakan sumber daya terbatas, dan listrik disimpan dalam baterai dengan kapasitas tertentu [8]. Saat baterai habis, pengguna *smartphone* harus mengisi daya dari sumber listrik untuk terus menggunakan *smartphone*. Sementara itu, terminal listrik yang tersedia akan jauh lebih sedikit daripada jumlah pengguna *smartphone*. Hal ini menjadi kendala bagi masyarakat yang sering beraktivitas di luar ruangan karena jauh dari rumah dengan keterbatasan listrik atau terminal listrik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun *Energy Harvesting* Berbasis Piezoelektrik Sebagai Pembangkit Energi Listrik pada Sepatu untuk Pengisian Daya *Smartphone*”. Fokus utama penelitian ini adalah memanfaatkan energi tekan atau injakan sepatu untuk mengisi daya *smartphone* dengan menggunakan energi piezoelektrik.

1.2. State of The Art

State of the art adalah bentuk penegasan keaslian karya ilmiah yang dibuat supaya bisa dipertanggungjawabkan sehingga tidak ada tindakan plagiat sebagai bentuk pembajakan terhadap karya orang lain, 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 penelitian ini. Tabel 1.1 merupakan referensi jurnal penelitian serupa yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya.

Tabel 1.1 Daftar referensi

| NO | JUDUL | NAMA PENELITI | TAHUN |
|----|--|--|-------|
| 1 | Powerbank Piezoelektrik Menggunakan Tekanan Tangan | Reggya Mayang Ratih, Muhamad Ibnu Yasyak, Hijiril Nugroha, Umi Fadlilah | 2020 |
| 2 | <i>Design of Vibration-Sourced Piezoelectric Harvester for Battery-Powered Smart Road Sensor Systems</i> | Rashmi Subbaramaiah, Saleh Al-Jufout, Aftab Ahmed, Mohmmad Mozumdar | 2020 |
| 3 | Disain dan Pembuatan Pembangkit Listrik Mandiri Pada Sandal Penyandang Tunanetra | Fathiyah Fairuz Salsabila, Ajat Sudrajat, Hari Hadi Santoso, V. Vekky Ronald Repi | 2021 |
| 4 | <i>Power Generation Using Footsteps for Mobile Charging</i> | S. Ganesh Prabhu, G Keerthivasan, A Naveen kumar, N Jeevananthan, R.R Thirrunavukkarasu, S Karthik | 2021 |
| 5 | Analisis Potensi Energi Listrik yang Dihasilkan dari Rancang Bangun Prototipe Alat Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik Memanfaatkan Energi Kinetik dari Kaset Kaki dengan Metode <i>Energy harvesting</i> | Ni Ketut H.D1, Septia Rifaldi | 2022 |

Penelitian Reggya Mayang Ratih, dkk [9] merancang *powerbank* piezoelektrik yang menggunakan energi tekanan tangan. Sistem ini terdiri dari empat elemen piezoelektrik yang terhubung dalam rangkaian penyearah jembatan untuk mengubah bentuk gelombang sinusoidal dari sinyal piezoelektrik menjadi sinyal tegangan DC. Modul boost XL6009 memastikan pengoperasian yang stabil pada rentang tegangan suplai dan *output*, baterai untuk penyimpanan daya *output*, saklar dan USB. Baterai pada *powerbank* membutuhkan waktu lama untuk diisi karena arus yang dihasilkan oleh elemen piezoelektrik terlalu kecil.

Penelitian oleh Rashmi Subbaramaiah dkk [10] merancang prototipe pemanenan energi piezoelektrik dari getaran jalan yang dihasilkan oleh kendaraan. Prototipe ini menggunakan bimorf piezoelektrik yang disusun dalam bentuk 2x3, dengan tiga sensor yang terhubung secara seri dan dua baris yang terhubung paralel di antara dua rangka kayu. Komponen lain yang digunakan meliputi penyearah jembatan DB107, IC LM7805, dan dua baterai AA Ni-MH 2300 mAh. Simulasi perancangan ini dilakukan menggunakan perangkat lunak COMSOL Multiphysics. Hasil simulasi perancangan ini menghasilkan keluaran daya maksimum sebesar 57 mW dengan nilai tahanan beban yang bervariasi sehingga menghasilkan percepatan kurang lebih 95 mW dan daya sebesar 220 mW. Hasil simulasi menunjukkan pemanen energi piezoelektrik yang diusulkan dapat secara efisien memberi daya pada sensor dan sistem nirkabel yang digunakan dalam aplikasi jalan pintar.

Dalam penelitian Ajat Sudrajat dkk [11] merancang perangkat navigasi untuk tunanetra dengan catu daya piezoelektrik menggunakan 4 keping piezoelektrik yang dihubungkan seri, sistem distribusi energi (rangkainan penyearah dioda penyearah, *boost converter*, modul pengisian daya, baterai *lithium-ion*), dan sistem navigasi (sensor ultrasonik HC-SR04, IC NE555, relay, *cell motor vibrator*, kapasitor, transistor, resistor, trimpot, dan LED). Sistem energi piezoelektrik permanen berhasil mengaktifkan sistem navigasi dengan daya yang dihasilkan sebesar 0,122 watt, dan IC NE555 berhasil digunakan dalam sistem navigasi tanpa pemrograman apa pun.

Penelitian oleh S. Ganesh Prabhu dkk [12] merancang pembangkit listrik untuk mengisi daya ponsel menggunakan *footsteps*, menggunakan piezoelektrik yang ditempatkan secara seri pada ubin, mikrokontroler PIC untuk mengubah tegangan variabel menjadi tegangan konstan, baterai dan LCD untuk menampilkan pengisian baterai atau pengisian daya ponsel pengguna. Pada sistem ini dapat digunakan untuk mengisi daya ponsel dengan *output* 5 V.

Penelitian mengenai prototipe pembangkit listrik piezoelektrik dengan memanfaatkan energi kinetik pada keset kaki yang dilakukan oleh Ni Ketut H.D1 dan Septia Rifaldi [13] menggunakan keping piezoelektrik yang disusun secara paralel, penyearah dioda 1N4002 untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC, kapasitor, lampu indikator untuk memberi tanda ada energi listrik yang

dihasilkan oleh rangkaian piezoelektrik, dan baterai lithium ion 3,7 Vdc 3000 mAh. Sistem diuji 10 kali dengan tiga orang dengan bobot berbeda: bobot 59 kg dihasilkan tegangan sebesar 1,907 V, 61kg dihasilkan sebesar 2,138 V dan 65 kg dihasilkan tegangan 2,238 V. Pengisian baterai 3000 mAh membutuhkan 82.840 x 106 langkah.

Berdasarkan tinjauan literatur penelitian sebelumnya, pembangkit listrik piezoelektrik banyak digunakan termasuk lantai, tangga, jalan raya, keset dan lainnya. Oleh karena itu, pada penelitian tugas akhir ini, dirancang pemanen energi berbasis piezoelektrik yang menghasilkan energi listrik pada sepatu untuk pengisian daya *smartphone*. Penelitian piezoelektrik pada sepatu sudah pernah dilakukan, namun pada penelitian sebelumnya menggunakan metode penyearah jembatan gelombang penuh dan kapasitor, sedangkan pada penelitian ini menggunakan modul LTC3588. Dalam penelitian ini, mengembangkan sumber daya piezoelektrik alternatif untuk implementasi pada sepatu yang perlu digunakan dalam kegiatan di luar ruangan, dan diharapkan penelitian ini dapat menjadi solusi dan inovasi yang dapat membantu mengatasi keterbatasan daya dalam kegiatan di luar.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diuraikan beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun *energy harvesting* berbasis piezoelektrik untuk pengisian daya *smartphone* pada sepatu?
2. Bagaimana kinerja sistem *energy harvesting* berbasis piezoelektrik untuk pengisian daya *smartphone* pada sepatu?

1.4. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun *energy harvesting* berbasis piezoelektrik untuk pengisian daya *smartphone* pada sepatu.

2. Menguji dan menganalisis kinerja sistem *energy harvesting* berbasis piezoelektrik untuk pengisian daya *smartphone* pada sepatu.

1.5. Manfaat

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

1. Manfaat penelitian ini dibidang akademis adalah dapat menambah referensi atau Pustaka bidang Teknik Elektro, lebih khusus terkait sistem tenaga listrik atau pembangkit tenaga listrik.
2. Manfaat praktis yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah pembangkit energi listrik berbasis piezoelektrik pada sepatu ini dapat menjadi solusi terbatasannya energi listrik saat aktivitas luar ruang.

1.6. Batasan Masalah

Masalah yang berkaitan dengan penelitian ini sangat luas, oleh karena itu diperlukan adanya batasan masalah di dalam penelitian ini, agar hasil penelitian ini dapat lebih spesifik. Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

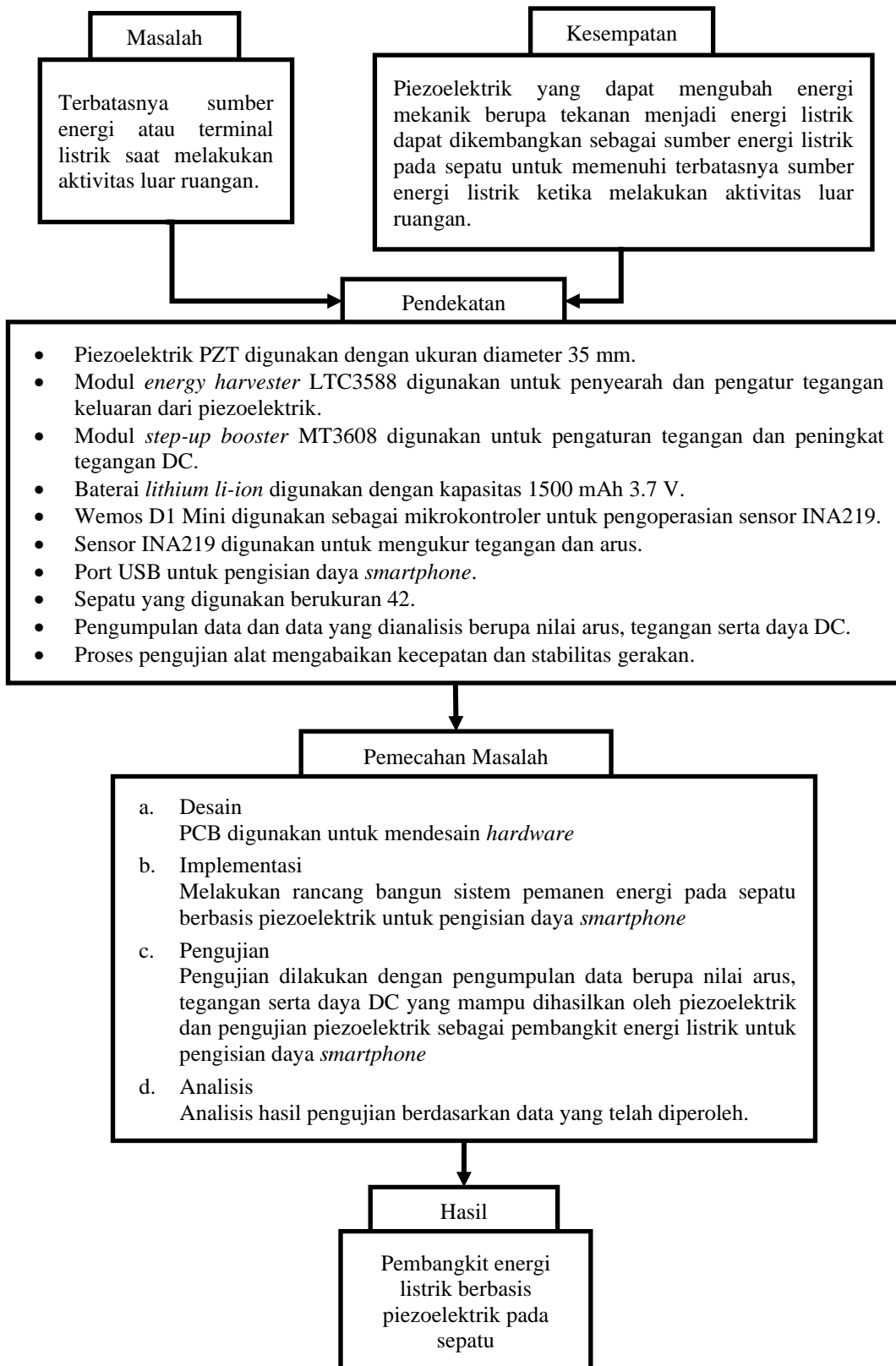
1. Piezoelektrik PZT digunakan dengan ukuran diameter 35 mm.
2. Modul *energy harvester* LTC3588 digunakan untuk penyearah dan pengatur tegangan keluaran dari piezoelektrik.
3. Modul *step up booster* MT3608 digunakan untuk pengaturan tegangan dan peningkat tegangan DC.
4. Baterai *lithium li-ion* digunakan dengan kapasitas 1500 mAh 3.7 V.
5. TP4056 digunakan sebagai modul pengisian baterai *lithium li-ion*
6. Wemos D1 Mini digunakan sebagai mikrokontroler untuk pengoperasian sensor INA219.
7. Sensor INA219 digunakan untuk mengukur tegangan dan arus.
8. Port USB untuk pengisian daya *smartphone*.
9. Sepatu yang digunakan berukuran 42.

10. Pengumpulan data dan data yang dianalisis berupa nilai arus, tegangan serta daya DC.
11. Penelitian ini tidak menguji dan menganalisis sistem monitoring atau metode akuisisi data pada sistem.
12. Proses pengujian alat mengabaikan kecepatan dan stabilitas gerakan.

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, *State of The Art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

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 sebagai pembangkit energi listrik pada sepatu untuk pengisian daya *smartphone*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan ketika melakukan penelitian dan jadwal penelitian *energy harvesting* berbasis piezoelektrik sebagai pembangkit energi listrik pada sepatu untuk pengisian daya *smartphone*.

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 sebagai pembangkit energi listrik pada sepatu untuk pengisian daya *smartphone*.

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.