

PEMBANGKIT LISTRIK PORTABEL BERBASIS PIEZOELEKTRIK UNTUK PENGISIAN ENERGI PADA *HANDPHONE*

Zainal Arifin¹, Mery Subito², Rizana Fauzi³, Alamsyah⁴, Muh. Aristo Indrajaya⁵, Aidynal Mustari⁶

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako^{1,2,3,4,5,6}
Email : zainalarf28@gmail.com

ABSTRACT

Electrical energy is a primary need in modern life that continues to increase along with the rapid development of technology and the use of portable electronic devices. Dependence on conventional power plants sourced from fossil fuels is considered unable to meet energy needs when outside the conventional electricity grid. Therefore, a more flexible and easy-to-produce renewable energy alternative is needed. One solution that can be offered is the use of piezoelectrics, which are capable of producing electrical energy only through mechanical pressure without relying on weather conditions such as solar power plants or wind power plants. This study aims to design and test a portable power generator based on piezoelectrics. The piezoelectric circuit is designed with a series-parallel configuration of 30 piezoelectric pieces, which are connected to rectifier diodes, elcos, storage batteries, and step-down modules for voltage adjustment to electronic devices. The test results show that the device can produce an output voltage of up to 32.47 VAC. Then, the highest DC voltage is 87.3 VDC. The voltage stored in Elco is 24.92 VDC, with the final output on the battery being 13.69 VDC and a current of 1 A within 2 minutes. Meanwhile, the time required to charge 1% on a mobile phone is 9 minutes, indicating the potential effectiveness of the device with further pressure increases.

Keywords : *Piezoelectric, Pressure, Power, Portabel, Alternative*

INTISARI

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan modern yang terus meningkat seiring pesatnya perkembangan teknologi dan penggunaan perangkat elektronik portabel. Ketergantungan terhadap pembangkit listrik konvensional yang bersumber dari energi fosil dinilai belum mampu memenuhi kebutuhan energi saat berada di luar jaringan listrik konvensional. Oleh karena itu, diperlukan alternatif energi terbarukan yang lebih fleksibel dan mudah untuk menghasilkan energinya. Salah satu solusi yang dapat ditawarkan adalah penggunaan piezoelektrik, yang mampu menghasilkan energi listrik hanya melalui tekanan mekanis tanpa bergantung pada kondisi cuaca seperti halnya pembangkit listrik tenaga surya atau pembangkit listrik tenaga bayu. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji alat pembangkit listrik portabel berbasis piezoelektrik. Rangkaian piezoelektrik dirancang dengan konfigurasi seri-paralel sebanyak 30 keping piezoelektrik, yang terhubung dengan dioda penyearah, elco, baterai penyimpanan, dan modul *step down* untuk penyesuaian tegangan ke perangkat elektronik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat menghasilkan tegangan keluaran hingga 32,47 VAC. Kemudian, tegangan DC didapatkan hasil tertinggi 87,3 VDC. Tegangan yang tersimpan di Elco sebesar 24,92 VDC, dengan keluaran akhir pada baterai sebesar 13,69 VDC dan arus 1 A dalam kurun waktu 2 menit. Sementara itu, waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya 1% pada *handphone* adalah 9 menit, menunjukkan potensi efektivitas alat dengan peningkatan tekanan lebih lanjut.

Kata kunci : Piezoelektrik, Tekanan, Daya, Portabel, Alternatif

I. PENDAHULUAN

Energi listrik mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat, hal tersebut disebabkan oleh kondisi sosial saat ini yang sangat dipengaruhi oleh perkembangan teknologi yang semakin pesat, sehingga kebutuhan terhadap listrik juga turut berbanding lurus. Penggunaan perangkat elektronik seperti telepon cerdas, *earphone wireless*, dan lainnya, sangat dinamis dalam penggunaannya, sehingga, pengguna menuntut untuk mendapatkan pasokan listrik di mana pun berada.

Pembangkit listrik konvensional yang bersumber dari energi fosil, saat ini masih menjadi sumber utama dalam mendistribusikan listrik ke rumah, sekolah, industri, dan beberapa fasilitas lainnya. Hal tersebut dianggap masih belum mampu mewadahi kebutuhan pengguna perangkat elektronik, apabila berada di luar dari kawasan tersebut. Sehingga, dibutuhkan alternatif dalam menghasilkan energi listrik. Salah satu pembangkit listrik yang ditawarkan sebagai pengganti energi listrik konvensional adalah energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).

Implementasi energi terbarukan tergolong belum maksimal. Jika penggunaan sumber energi tidak terbarukan tersebut terus dilanjutkan, dikhawatirkan Indonesia bisa mengalami defisit energi pada tahun 2046 yang akan datang [1]. Maka perlu adanya penerapan energi terbarukan secara masif.

Energi Terbarukan perlu terus dikembangkan, salah satunya yang dapat dikembangkan yakni Piezoelektrik. Pemilihan piezoelektrik didasari oleh mudahnya dalam mendapatkan sumber daya untuk menghasilkan energi listrik. Dibandingkan dengan energi terbarukan lainnya, seperti PLTS yang membutuhkan matahari atau PLTB yang membutuhkan

angin sebagai sumbernya, keduanya dapat diintervensi oleh cuaca. Sementara itu, piezoelektrik hanya membutuhkan tekanan, tanpa dapat diintervensi oleh faktor eksternal lainnya.

II. LANDASAN TEORI

A. Energi Listrik

Energi listrik merupakan energi yang digunakan untuk mengoperasikan suatu peralatan listrik, hal tersebut terjadi ketika adanya pergerakan dari elektron yang berpindah melalui konduktor. Muatan terdiri dari muatan positif dan muatan negatif. Berbagai bagian rangkaian tidak mengubah apapun terkait jumlah muatan total meskipun rangkaian tersebut mentransfer muatan secara kontinu [2]. Sumber yang digunakan untuk memproduksi energi listrik terbagi menjadi dua, yakni Sumber Daya Tidak Terbarukan dan Sumber Daya Terbarukan. Energi terbarukan merupakan energi yang tersedia melimpah di alam dan dapat diperbaharui sehingga dapat digunakan secara berkelanjutan apabila dikelola dengan baik [3].

B. Piezoelektrik

Piezoelektrik adalah sebuah sensor alat yang terbuat dari silikon atau germanium yang mampu menghasilkan energi listrik ketika mengalami defleksi (*direct* piezoelektrik) sebaliknya, ketika diberikan tegangan akan terdefleksi (*inverse* piezoelektrik) [4]. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan didapatkan hasil bahwa Kristal kuarsa dan garam rossel menunjukkan piroelektrisitas paling besar. Sehingga, dapat menjadikan piezoelektrik sebagai saran untuk menghasilkan energi listrik. Pemanen Energi Piezoelektrik memiliki banyak peminat penelitian karena mampu menghasilkan energi skala mikro untuk perangkat elektronik dengan kepadatan energi tinggi dan sistem integrasi yang mudah [5].

Piezoelektrik dapat diterapkan pada area yang terdapat getaran atau tekanan untuk menghasilkan energi listrik.

C. Baterai Lithium

Baterai merupakan sebuah komponen yang menyimpan energi kimia lalu mengubah menjadi energi listrik. Baterai dengan bahan *lithium-ion* adalah jenis baterai sekunder atau *rechargeable battery*, yaitu salah satu jenis baterai yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan berbahaya [6].

D. Battery Management System

Battery Management System atau disingkat BMS merupakan rangkaian elektronik yang digunakan untuk memantau, mengatur, dan melindungi baterai isi ulang, terutama pada baterai *lithium*. Pengendalian ini dilakukan oleh sensor dan unit pengontrol utama BMS yang bekerja secara *real-time* dengan algoritma kontrol [7]. Parameter baterai yang digunakan seperti tegangan, arus, dan temperatur, mempunyai batas atas dan bawah. Apabila melebihi batas normal, BMS akan secara otomatis mengambil tindakan untuk memutus arus listrik.

E. Modul Step Down LM2596

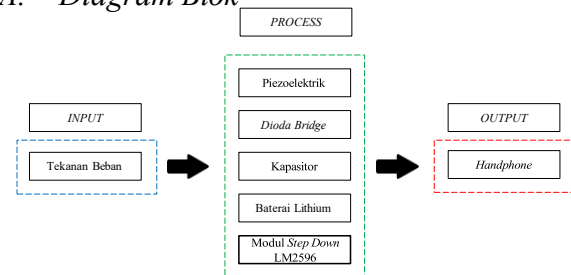
Modul *Step Down* LM2596 adalah modul yang memakai IC LM2596 sebagai komponen utamanya. IC LM2596 adalah sirkuit terpadu/*integrated circuit* yang berfungsi sebagai *Step Down* DC converter atau penurun tegangan dengan arus maksimal 2A [8]. Modul ini memiliki karakteristik tegangan masukan yang dapat diterima dari rentang 4V sampai 40V DC, kemudian, keluaran tegangannya dalam rentang 1,25V sampai 35V DC.

F. Tinkercad

Tinkercad merupakan aplikasi perangkat lunak atau simulator berbasis web gratis yang dapat digunakan tanpa harus mengunduh dan menginstalnya terlebih dahulu di komputer atau smartphone. *Tinkercad* merupakan produk dari perusahaan Autodesk, *Tinkercad* menyediakan layanan desain tiga dimensi, simulasi dan desain rangkaian elektronik sederhana, serta pemrograman berbasis papan Arduino R3 [9].

III. METODE PENELITIAN

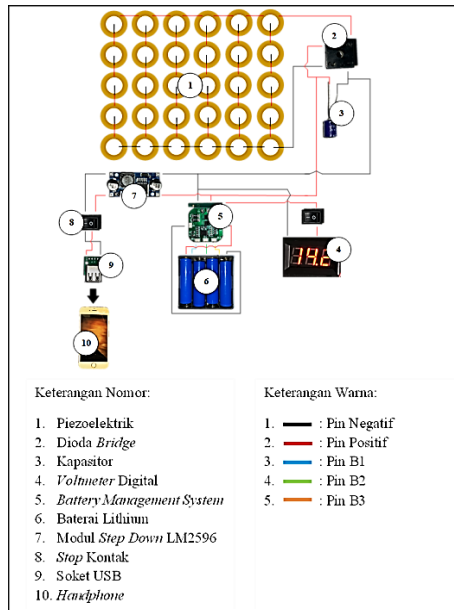
A. Diagram Blok



Gambar 3.1 Diagram Blok

Gambar 3.1 menunjukkan diagram blok dari pembangkit listrik portabel berbasis piezoelektrik untuk pengisian energi pada *handphone*, untuk menghasilkan energi listrik, diberikan *input* berupa tekanan beban terhadap piezoelektrik yang kemudian, energi listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik disearahkan oleh dioda *bridge* lalu, disimpan sementara dan di filter pada kapasitor, yang selanjutnya disimpan di baterai *lithium*. Kemudian, untuk melakukan pengisian energi listrik pada *handphone* digunakan modul *step down* LM2596 sebagai pengatur tegangan sebelum daya dialirkan ke *handphone*, guna menjaga kerusakan pada *handphone* akibat dari tegangan yang berlebihan atau kekurangan tegangan, sehingga, digunakan modul tersebut untuk menjaga stabilitas tegangan ketika energi listrik dialirkan ke *handphone*.

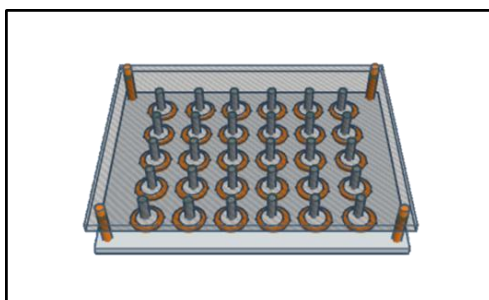
B. Skema Rangkaian Alat



Gambar 3.2 Skema Rangkaian Alat

Gambar 3.2 menunjukkan skema rangkaian alat yang mana piezoelektrik sebagai sumber penghasil energi listrik terhubung ke diode *bridge* lalu ke kapasitor. Setelah itu, energi listrik tersebut disimpan di baterai dan dialirkan ke modul *step down* LM2596, kemudian, melakukan pengisian baterai.

C. Desain Alat



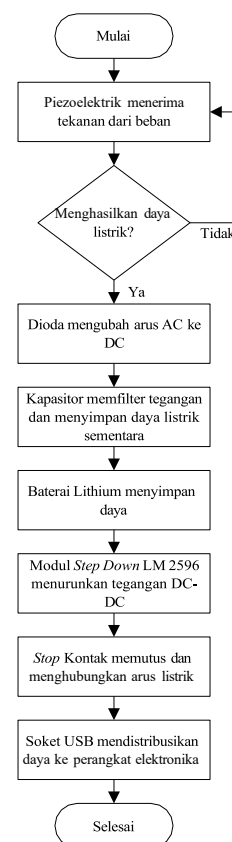
Gambar 3.3 Desain Mekanis Alat

Gambar 3.3 menunjukkan desain mekanis alat yang berfungsi untuk memberikan tekanan beban terhadap piezoelektrik secara dinamis.



Gambar 3.4 menunjukkan desain miniatur alat, pada desain tersebut terdapat *box hardcase* alat. Kemudian, pada bagian bawah terdapat mekanis alat piezoelektrik, lalu, pada bagian atas terdapat beberapa komponen seperti dioda *bridge*, kapasitor, voltmeter digital, baterai *lithium*, modul *step down* LM2596, *stop* kontak, dan soket USB.

D. Diagram Alir Alat



Gambar 3.5 Diagram Alir Alat

Gambar 3.5 menunjukkan diagram alir alat, pada tahap awal yakni memulai, kemudian, piezoelektrik menerima tekanan dari beban, setelah itu, jika tidak menghasilkan daya listrik, maka kembali memberikan tekanan pada piezoelektrik, jika menghasilkan daya listrik, maka dioda akan mengubah arus AC menjadi arus DC, kemudian, kapasitor menyimpan sementara daya, lalu, diteruskan ke baterai *lithium* untuk menyimpan daya listrik. Setelah itu, daya listrik pada baterai diteruskan ke modul step down LM2596 untuk disesuaikan tegangan yang dibutuhkan pada *handphone*, kemudian, daya listrik dialirkan ke *stop* kontak sebagai pemutus dan penghubung arus listrik, lalu dialirkan ke soket USB untuk melakukan pengisian pada *handphone*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

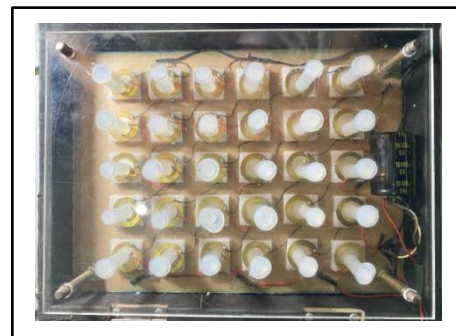
A. Bentuk Alat

Bentuk alat dari penelitian dan perancangan “Pembangkit Listrik Portabel Berbasis Piezoelektrik Untuk Pengisian Energi Pada *Handphone*” yang dapat diperoleh melalui bentuk fisik alat, rumus, data, grafik, dan analisis data Berikut merupakan deskripsi alat yang telah selesai dibangun dalam penelitian. Penjelasannya dilengkapi dengan beberapa gambar mengenai tampilan alat dari beberapa sudut pandang, agar dapat memberikan informasi serta pemahaman yang komprehensif.



Gambar 4.1 Bentuk Miniatur Alat

Gambar 4.1 menunjukkan tampilan miniatur alat dari tampak depan dan samping. Pada gambar ini, terdapat *box hardcase* yang berukuran 44 cm x 25 cm yang digunakan sebagai media untuk menempatkan komponen penyusun pembangkit listrik portabel. Bagian atas terdapat komponen – komponen seperti BMS, Baterai, modul *Step Down* LM2596, *Stop* Kontak dan soket USB. Kemudian, untuk bagian bawah terdapat Dioda *Bridge*, Kapasitor, dan Piezoelektrik yang dirangkai secara seri dan paralel sebanyak 30 buah piezoelektrik dan tersusun dengan dua akrilik di sisi atas dan bawah.



Gambar 4.2 Bentuk Mekanis Alat

Gambar 4.2 menunjukkan tampilan prototipe alat dari tampak atas, yang menunjukkan penempatan piezoelektrik dan beberapa komponen penyusun pada penelitian ini.

B. Pengujian Rangkaian Piezoelektrik

Penelitian ini menggunakan 30 buah piezoelektrik yang dirangkai secara seri dan paralel sebagai komponen utama pada penelitian ini yang digunakan untuk penghasil energi listrik. Pengujian rangkaian piezoelektrik dilakukan dengan memberikan tekanan secara keseluruhan kepada piezoelektrik yang terangkai. Pengambilan data piezoelektrik dapat dilakukan dengan berbagai macam variabel, seperti menggunakan variabel beban, menggunakan variabel gelombang laut, atau menggunakan

variabel waktu. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan variabel waktu, dengan membagi menjadi 5 waktu dalam satuan menit, untuk melihat besaran tegangan yang dihasilkan pada rangkaian piezoelektrik. Berikut hasil pengambilan data yang tersaji dalam bentuk tabel.

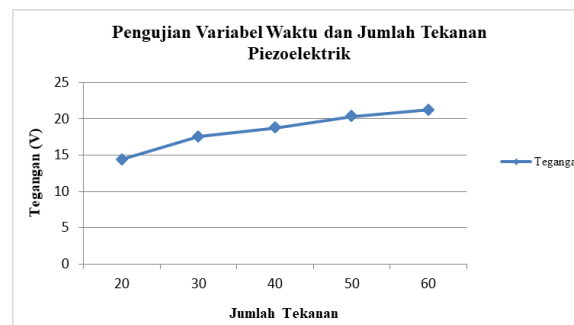
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Rangkaian Piezoelektrik

Waktu (Menit)	Jumlah Tekanan	Tegangan (VAC)	
		Tertinggi	Terendah
1	73	27,7	9,91
2	146	26,41	6,7
3	219	32,47	7,54
4	292	29,05	6,52
5	365	29,34	8,28

Pengujian rangkaian piezoelektrik menunjukkan bahwa tegangan tertinggi yang dicapai sebesar 32,47 VAC dalam waktu 3 menit dengan jumlah tekanan sebanyak 219 kali. Pengujian selanjutnya yakni menguji variabel kecepatan atau jumlah tekanan yang variatif dalam durasi waktu 1 menit, untuk melihat pengaruh korelasi antara kedua variabel yakni waktu dan jumlah tekanan. Berikut merupakan hasil pengujian pengaruh variabel waktu dan jumlah tekanan

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Variabel Waktu dan Jumlah Tekanan Piezoelektrik

Waktu (Menit)	Jumlah Tekanan	Tegangan (VAC)
1	20	14,43
1	30	17,54
1	40	18,76
1	50	20,33
1	60	21,24



Grafik 4.1 Pengujian Variabel Waktu dan Jumlah Tekanan Piezoelektrik

Pengujian variabel waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan pada rangkaian piezoelektrik bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan terhadap tegangan yang dihasilkan. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa perubahan kenaikan tegangan cenderung tidak stabil dari percobaan pertama hingga percobaan kelima, yang mana perubahan kenaikan tegangan setiap percobaannya berkisar di antara 1 VAC sampai 3 VAC.

C. Pengujian pada Dioda

Penelitian ini menggunakan dioda *bridge* sebagai komponen yang berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) pada rangkaian piezoelektrik menjadi arus searah (DC). Dioda yang digunakan merupakan dioda *bridge rectifier* DB107 dengan maksimum tegangan *input* 1.000 VAC dan maksimum tegangan *output* sekitar 1.000 VDC, serta, arus maksimumnya 1 A. Pengujian pada dioda dilakukan dengan memberikan tekanan terhadap piezoelektrik yang terhubung ke dioda. Pengambilan data pada pengujian dioda dilakukan dengan menggunakan variabel waktu, dengan membagi menjadi 5 waktu, dalam rentang 1 sampai 5 menit setiap pengukurannya. Berikut hasil pengambilan data pada pengujian dioda.

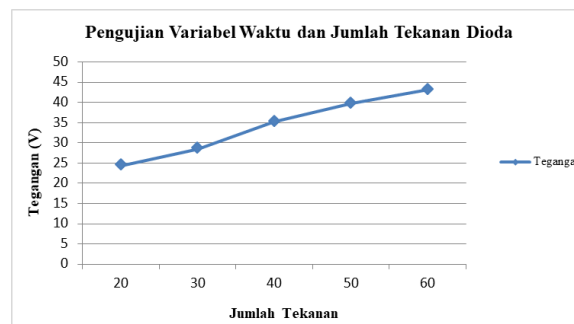
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran pada Dioda

Waktu (Menit)	Jumlah Tekanan	Tegangan (VDC)
1	73	58,27
2	146	66,1
3	219	74,2
4	292	87,3
5	365	82,8

Pengujian dioda menunjukkan bahwa tegangan tertinggi yang dicapai sebesar 87,3 VDC dalam waktu 4 menit dengan jumlah tekanan tangan sebanyak 292 kali dan tegangan terendah sebesar 16,69 VDC dalam waktu 1 menit dengan jumlah tekanan tangan sebanyak 73 kali, jika dilihat pada tabel, tegangan tertinggi yang dihasilkan memiliki kenaikan yang cenderung hampir stabil setiap kenaikan waktu dan jumlah tekanan. Pengujian selanjutnya yakni menguji variabel kecepatan atau jumlah tekanan yang variatif dalam durasi waktu yang konstan yakni 1 menit, untuk melihat pengaruh korelasi antara kedua variabel yakni waktu dan jumlah tekanan. Berikut merupakan hasil pengujian pengaruh variabel waktu dan jumlah tekanan terhadap tegangan yang dihasilkan yang tersaji dalam bentuk tabel dan grafik.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Variabel Waktu dan Jumlah Tekanan Dioda

Waktu (Menit)	Jumlah Tekanan	Tegangan (VDC)
1	20	24,36
1	30	28,5
1	40	35,23
1	50	39,78
1	60	43,12



Grafik 4.2 Pengujian Variabel Waktu dan Jumlah Tekanan Dioda

Pengujian variabel waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan pada dioda bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan terhadap tegangan yang dihasilkan. Jika diamati pada tabel, didapatkan perubahan kenaikan tegangan dari percobaan pertama hingga kelima cenderung tidak stabil, yang mana perubahan kenaikan tegangan berkisar antara 4 VDC – 7 VDC.

D. Pengujian pada Kapasitor

Penelitian ini menggunakan Kapasitor dengan spesifikasi 35 V 220 μ F. Pemilihan kapasitor tersebut dikarenakan penampungan tegangan yang lebih cepat dan efektif, dibandingkan dengan kapasitor yang lebih besar seperti 50 V 10.000 μ F yang cenderung lebih lama dalam pengisian dikarenakan nilai kapasitansi yang lebih besar, sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk menyimpan muatan listrik. Pengujian pada kapasitor memerlukan tekanan pada piezoelektrik untuk menghasilkan energi listrik. Pengujian pada kapasitor dilakukan dengan menggunakan variabel waktu yang terbagi menjadi 5 waktu dalam satuan menit. Hal tersebut bertujuan untuk melihat perubahan atau kenaikan tegangan yang dapat disimpan oleh kapasitor. Berikut merupakan data hasil pengujian pada kapasitor yang tersaji dalam bentuk table.

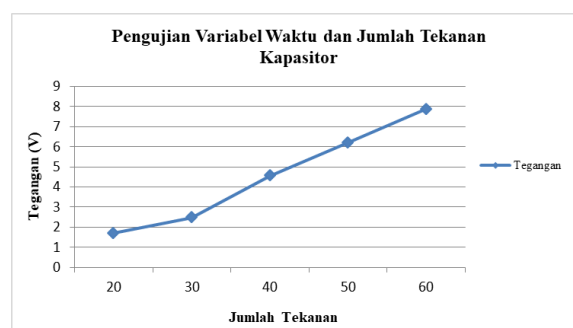
Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran pada Kapasitor

Waktu (Menit)	Jumlah Tekanan	Tegangan Tersimpan (VDC)
1	73	8,41
2	146	13,69
3	219	18,89
4	292	22,48
5	365	24,92

Pengujian pada kapasitor menunjukkan bahwa tegangan tersimpan pada menit pertama sebesar 8,41 VDC dengan jumlah tekanan tangan sebanyak 73 kali, pada menit kedua tegangan yang tersimpan pada kapasitor sebesar 13,69 VDC dengan jumlah tekanan menggunakan tangan sebanyak 146 kali, pada menit ketiga didapatkan tegangan tersimpan sebesar 18,89 VDC dengan jumlah tekanan sebanyak 219 kali. Kemudian, pada menit keempat didapatkan tegangan tersimpan sebesar 22,48 VDC dengan jumlah tekanan sebanyak 292 kali, pada menit kelima didapatkan tegangan tersimpan sebesar 24,92 VDC dengan jumlah tekanan sebesar 365 kali. Pengujian selanjutnya yakni menguji variabel kecepatan atau jumlah tekanan yang variatif dalam durasi waktu yang konstan yakni 1 menit, untuk melihat pengaruh korelasi antara kedua variabel yakni waktu dan jumlah tekanan.

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Variabel Waktu dan Jumlah Tekanan Kapasitor

Waktu (Menit)	Jumlah Tekanan	Tegangan Tersimpan (VDC)
1	20	1,7
1	30	2,48
1	40	4,56
1	50	6,2
1	60	7,86



Grafik 4.3 Pengujian Variabel Waktu dan Jumlah Tekanan Kapasitor

Pengujian variabel waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan pada kapasitor bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan terhadap tegangan yang dihasilkan. Jika diamati pada tabel dan grafik pengujian, diketahui bahwa dalam durasi waktu yang sama dengan kecepatan atau jumlah tekanan yang semakin besar, maka tegangan yang tersimpan semakin besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan memiliki korelasi dalam memengaruhi tegangan yang dihasilkan.

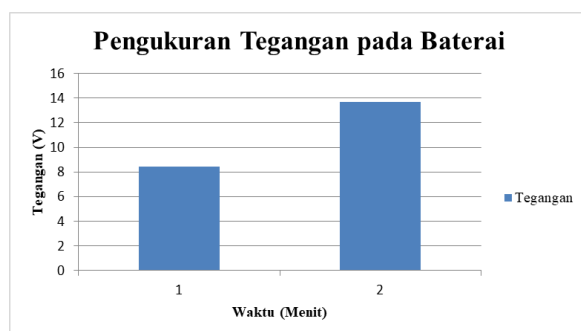
E. Pengujian pada Baterai

Penelitian ini menggunakan baterai yang berfungsi sebagai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan melalui piezoelektrik. Baterai yang digunakan merupakan baterai lithium dengan tegangan 3,7V sebanyak 4 buah, yang

kemudian terhubung ke holder baterai yang terangkai secara seri. Pengujian pada baterai dilakukan dengan mengukur tegangan yang terisi pada baterai melalui tegangan yang dihasilkan oleh piezoelektrik. Pengambilan data pada baterai dilakukan dalam waktu tertentu, yakni pada waktu 1 sampai 5 menit, untuk mengetahui perkembangan pengisian baterai, serta, untuk menganalisis lama waktu yang dibutuhkan untuk dapat mengisi baterai secara penuh.

Tabel 4.7 Data Hasil Pengukuran pada Baterai

Waktu (Menit)	Jumlah Tekanan	Tegangan Tersimpan (VDC)
1	73	8,41
2	146	13,69



Grafik 4.4 Pengukuran Tegangan pada Baterai

F. Pengujian pada Step Down

Penelitian ini menggunakan *step down* sebagai komponen untuk menyesuaikan tegangan keluaran yang akan diterima oleh *handphone* melalui soket USB. Agar tegangan yang masuk ke *handphone* tidak mengalami tegangan berlebih atau dapat terkendali besaran tegangan keluarannya. *step down* yang digunakan yakni LM2596. Pengujian pada *step down* dilakukan dengan menggunakan baterai sebagai sumber listriknya, lalu, memberikan energi listrik


menuju ke *step down*, yang selanjutnya dilakukan pengukuran pada *step down* menggunakan multimeter. Pengambilan data pada *step down* dengan melakukan pengukuran pada tegangan masukan dan tegangan keluarannya, hal tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah *step down* telah berfungsi sesuai dengan fungsinya. Berikut hasil pengukuran dari modul *Step Down* LM2596 yang disajikan dalam bentuk tabel. Tabel 4.8 Data Hasil Pengukuran pada *Step Down*

Tegangan Masukan (VDC)	Tegangan pada Trimpot (VDC)	Tegangan Keluaran (VDC)	Ket.
14,82	5,1	5,1	Sesuai

G. Pengujian pada Handphone

Tabel 4.9 menunjukkan keterangan data pengisian daya pada *Handphone*, pada tabel tersebut terlihat bahwa pengisian daya dimulai pada 63% yang mana tegangan yang tersimpan pada baterai sebelum dialirkan menuju ke *Handphone* sebesar 13,69 VDC dan tegangan yang dikeluarkan oleh *step down* setelah dilakukan penyesuaian pada potensiometer didapatkan hasil sebesar 5,101 VDC atau 5,1 VDC dengan arus sebesar 0,5 A, serta, lama pengisian daya pada *Handphone* yakni 9 menit setiap kenaikan daya sebesar 1%. Pengisian daya pada *Handphone* tergolong cukup lama, dikarenakan rangkaian pada holder baterai menggunakan rangkaian seri, sehingga, arus yang dihasilkan cukup kecil dan faktor lainnya adalah *handphone* secara otomatis membatasi arus dikarenakan *charger* atau soket yang terhubung tidak terdeteksi sebagai *fast charging*.

Tabel 4.9 Data Hasil Pengukuran pada
Step Down

Ket. Pengisi-an Daya	Teg. pada Baterai	Teg. pada Step Down	Arus	Waktu
	13,69 VDC	5,101 VDC	0,5 A	9 Menit

H. Pembahasan

Pembangkit Listrik Portabel Berbasis Piezoelektrik untuk Pengisian Energi pada *Handphone* merupakan inovasi teknologi pada bidang energi terbarukan. Pembangkit Listrik ini memungkinkan para pengguna *Handphone* mendapatkan pasokan listrik secara fleksibel.

Piezoelektrik menjadi komponen utama yang bertugas sebagai sumber penghasil energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan bersumber dari tekanan tangan manusia yang dilakukan secara dinamis atau bergerak secara terus-menerus. Piezoelektrik yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 30 *Disk* dengan rangkaian seri – paralel.

Dioda dan Kapasitor berperan sebagai penyearah arus dan penyimpan tegangan sementara sebelum diteruskan menuju ke baterai. Baterai berperan untuk menyimpan energi listrik, sebelum dialirkan ke *step down*. Dioda digunakan untuk mengubah arus AC ke DC. Kapasitor menjadi penyimpan tegangan sementara sekaligus menjadi filter.

Step Down berperan sebagai penurun tegangan, tujuan dari penggunaannya adalah sebagai penyesuaian tegangan yang dibutuhkan pada *handphone* pada saat melakukan pengisian, agar tidak terjadi kelebihan dan kekurangan tegangan pada

saat pengisian, sehingga, dapat merusak *handphone*.

Pengujian variabel waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan pada rangkaian piezoelektrik, dioda, dan kapasitor menunjukkan bahwa variabel waktu dan kecepatan atau jumlah tekanan memiliki korelasi dalam memengaruhi tegangan yang dihasilkan, yang mana semakin banyak jumlah tekanan yang diberikan dalam waktu 1 menit, maka akan semakin besar tegangan yang dapat dihasilkan.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan penelitian pada tugas akhir yang berjudul “Pembangkit Listrik Portabel Berbasis Piezoelektrik Untuk Pengisian Energi Pada *Handphone*” didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan piezoelektrik sebagai pembangkit listrik tergolong cukup efektif, namun, diperlukan penggunaan piezoelektrik dengan jumlah yang lebih banyak, serta, menggunakan tekanan dengan beban yang lebih besar dan dengan pergerakan tekanan yang lebih cepat, untuk dapat mempercepat pengisian dalam skala besar
2. Berdasarkan pengujian dan penelitian, rangkaian piezoelektrik menghasilkan tegangan tertinggi sebesar 32,47 VAC. Kemudian, pada dioda penyearah menghasilkan tegangan tertinggi sebesar 87,3 VDC dan pada kapasitor didapatkan tegangan tersimpan sebesar 24,92 VDC selama 5 menit.
3. Hasil pengujian menunjukkan penggunaan kapasitor 35 V 220 μ F terbukti lebih efektif menyimpan tegangan lebih cepat, dikarenakan nilai kapasitansi yang lebih kecil. Kemudian, hasil pengujian variabel waktu dan

jumlah tekanan pada kapasitor menunjukkan bahwa, semakin besar jumlah tekanan yang diberikan maka semakin besar tegangan dihasilkan.

4. Baterai *lithium* 3,7V yang terhubung seri pada holder baterai sebanyak 4 sel, memerlukan tegangan kurang lebih sebesar 14 V untuk mengisi baterai hingga penuh, dan pada pengujian didapatkan waktu selama 2 menit, dengan tegangan tersimpan sebesar 13,69 VDC.
5. Pengisian daya pada *Handphone* memerlukan waktu 9 menit untuk menaikkan daya sebesar 1% dengan kondisi tegangan tersimpan pada baterai sebesar 13,69 VDC dan tegangan keluaran dari *Step Down* sebesar 5,1 VDC, serta, arus sebesar 0,5 A.

B. Saran

Dari hasil perancangan dan penelitian yang telah dilaksanakan pada tugas akhir ini, maka dapat diberikan saran sebagai bentuk pengembangan lebih lanjut, di antaranya adalah:

1. Pemilihan jenis piezoelektrik; dengan menggunakan jenis piezoelektrik yang memiliki diameter lebih besar dan material yang sesuai untuk pembangkit listrik, dapat meningkatkan keluaran yang dihasilkan.
2. Menggunakan automasi pada tekanan piezoelektrik; dengan menggunakan automasi pada tekanan, maka dapat meminimalisir tekanan yang tidak konstan dan dapat memberikan tekanan dalam durasi waktu yang lebih lama.
3. Jumlah Piezoelektrik; penggunaan piezoelektrik dalam jumlah yang lebih banyak, memperbesar peluang untuk mendapatkan energi lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dwi Romadhon, F., & Subekti, R. (2023). Analisis Pengaturan Energi Terbarukan Dalam Kendaraan Berbasis Elektrik Untuk Mendukung Perlindungan Lingkungan (Analisis Komparatif Antara Indonesia, Brazil, dan Pakistan). *Jurnal Pacta Sunt Servanda*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jpss.v4i1>
- [2]. Kiswari, L., & Rahayu, R. (2020). Kandungan Muatan Listrik pada Buah dan Sayur. *Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains*, 7(2), 142–146. <https://doi.org/10.22202/jrfes.2020.v7i2.4594>
- [3]. Solikah, A. A., & Bramastia, B. (2024). Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(1), 27–43. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21742>
- [4]. Rahmawati, D., Ulum, M., Farisal, M., & Joni, K. (2021). Lantai Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik dengan Buck Converter LM2596. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 7(3), 84. <https://doi.org/10.19184/jaei.v7i3.28128>
- [5]. Gamayel, A. (2025). STUDI PERFORMA PEMANEN ENERGI PIEZOELEKTRIK DENGAN METODE VORTEX INDUCED VIBRATION. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(1), 171–178. <https://doi.org/10.21776/jrm.v16i1.1829>
- [6]. Hilal, Y. N., Muliandhi, P., & Ardina, E. N. (2023). Analisa Balancing Bms (Battery Management System) Pada Pengisian Baterai Lithium-Ion Tipe Inr 18650 Dengan Metode Cut Off. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 14(2), 367–374.

- [7]. Astaghytsu, N., Muqorrobin, M., & Karuniawan, E. A. (2024). Rancang Bangun Penyimpanan DayaPLTS Kapasitas 160WP Menggunakan Battery Management System (BMS) Passive Balancing Sebagai Penyeimbang Tegangan Pada Baterai. *Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa DanSosial*, 20(3), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.32497/orbith.v20i3>
- [8]. Pratama, W. R., Yulianti, B., & Sugiharto, A. (2022). Prototipe Smart Parking Modular Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Industri*, 11(1), 52–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.35968/j.ti.v11i2.954.g927>
- [9]. Juanda, E. A., & Khairullah, F. (2021). Tinkercad Application Software to Optimize Teaching and Learning Process in Electronics and Microprocessors Subject. *Proceedings of the 6th UPI International Conference on TVET 2020 (TVET 2020)*, 520(1), 124–128. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210203.101>