

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Piezoelektrik

Material piezoelektrik merupakan material yang terbuat dari silikon atau germanium yang mampu menghasilkan energi listrik ketika mengalami defleksi (direct piezoelectric) sebaliknya, saat diberi tegangan akan terdefleksi (inverse piezoelectric). Material 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 akan tetapi piezoelektrik rentan mengalami kerusakan (Ataev & Menchukov, 1973)



Gambar 2. 1 gambar piezoelektrik

(Sumber: <https://kumparan.com/firmawatinini/inovasi-sensor-piezoelektrik-dari-kesehatan-hingga-infrastruktur-cerdas-22qnb7nLIND>)

2.2 Dioda Bridge

Dioda bridge adalah nama sebuah komponen yang erat kaitannya dengan bidang kelistrikan. Fungsi dioda bridge adalah mengubah arus input AC, yaitu Alternating Current (arus bolak balik) agar menjadi output DC, yaitu Direct Current (arus searah). Menurut buku Elektronika Dasar, disebut dioda bridge karena di dalam komponen ini terdapat empat buah dioda yang dihubungkan saling bertemu satu sama lain (bridge rectifer atau penyearah jembatan). jenis rectifier yang paling sering digunakan dalam rangkaian power supply karena memberikan kinerja yang lebih baik dari jenis penyearah lainnya.(Febriansyah, 2020)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 2 dioda bridge

(Sumber: <https://www.lazada.co.id/products/dioda-bridge-dioda-sisir-kbj-608-6a-i6476022110.html>)

2.3 Dioda Penyearah

Dioda penyearah adalah komponen elektronika yang hanya bisa dimasuki arus listrik dari satu arah saja. Hal tersebut karena diode penyearah dibuat dari sambungan p-n semikonduktor. Jika arah arus listrik sama dengan arah dioda, yaitu dari potensial tinggi ke potensial rendah, dan nilai tegangan minimum dioda, arus akan dilewatkan. Jika dipasang berkebalikan dengan arah arus listrik, dioda berfungsi untuk menghambat arus listrik yang lewat. .Dioda disusun menggunakan semikonduktor jenis P atau kutub positif (+) dan semikonduktor jenis N atau kutub negatif (-).(PRASETYO, 2017)



Gambar 2. 3 Gambar Dioda Penyearah

(Sumber: <https://www.etsworlds.id/2020/01/dioda-pengertian-prinsip-kerja-fungsi.html>)

2.4 Kapasitor

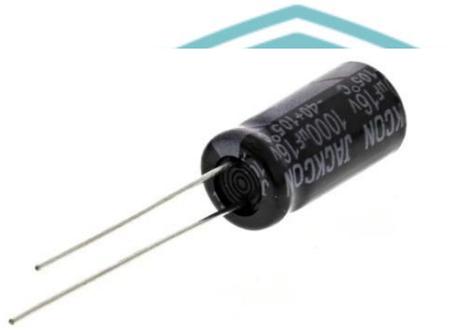
kapasitor adalah komponen elektronika yang memiliki kemampuan untuk menyimpan muatan 4 negatif dalam jangka waktu tertentu. Dalam dunia elektronika, kegunaan kapasitor ada banyak, antara lain sebagai penyimpanan energi, penghalang arus searah. Kapasitor pada rangkaian penstabil tegangan ini



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang paling berperan. Kapasitor menyimpan tegangan yang tidak stabil dari piezoelectric element dan menyalurkannya kembali dengan stabil. Karena seperti kita ketahui kapasitor juga device yang digunakan untuk safety dari tegangan mendadak pada rangkaian elektronika.(Diniardi et al., 2018)



Gambar 2. 4 Kapasitor

(Sumber: <https://www.sentralibrasiindustri.com/symbol-dan-fungsi-kapasitor-dalam-rangkaian-elektronika/>)

2.5 Baterai Li-Ion

Baterai lithium-ion merupakan salah satu jenis baterai sekunder rechargeable battery) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yg berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan Ni-MH. Baterai ini memiliki kelebihan dibandingkan baterai sekunder jenis lain, yaitu memiliki stabilitas penyimpanan energi yang sangat baik (daya tahan sampai 10 tahun atau lebih), energi densitas tinggi, tidak ada memori efek dan berat yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan baterai jenis lain. (Perdana, 2021)



Gambar 2. 5 Baterai Li-Ion

(Sumber: <http://id.gnscomponent.com/other-electronic-components/18650-lithium-battery-large-capacity-3-7-v.html>)

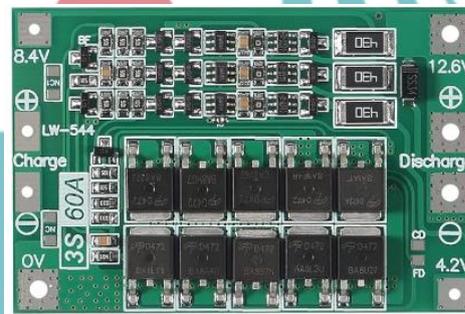


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6 Baterai Management System

Battery Management System (BMS) atau sistem manajemen baterai adalah sistem elektronik yang mengelola baterai. Sistem BMS sangat penting untuk memantau parameter seperti status pengisian daya, monitoring kondisi termal, tegangan terminal dan arus yang mengalir. BMS juga membantu dalam mengontrol atau menyeimbangkan lingkungan baterai. BMS digunakan untuk menjaga setiap sel pada battery pack tetap berada pada kondisi aman. BMS memiliki peran penting dalam peningkatan kinerja baterai dan mengoptimalkan pengoperasian. (Wahyudi et al., 2021)



Gambar 2. 6 Baterai Management System

(Sumber: <https://www.tokopedia.com/pcmjakarta/baterai-management-system-bms-3s-60a-60-ampere-12v-12-volt-18650>)

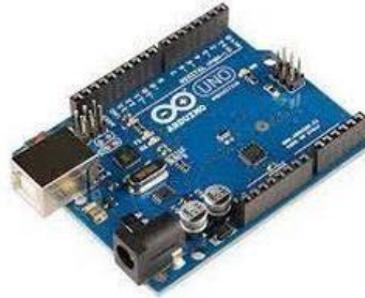
2.7 Arduino Uno

Arduino Uno ialah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (data sheet). Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. (Syhari & Bintoro, 2023)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 7 Arduino Uno

(Sumber: https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas:Arduino_Uno_-_R3.jpg)

2.8 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring.

LCD yang menggunakan komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit) untuk berkomunikasi dengan mikrocontroller seperti Arduino. I2C adalah protokol komunikasi serial yang memungkinkan banyak perangkat untuk terhubung menggunakan hanya dua kabel: SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock). Ini membuat pengkabelan lebih sederhana dibandingkan dengan menghubungkan LCD langsung ke mikrocontroller menggunakan banyak pin. (Fina Supegina, 2016)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

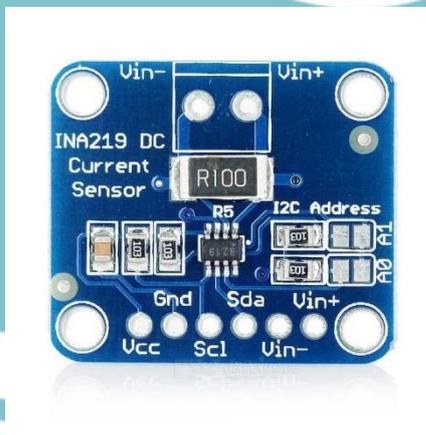


Gambar 2. 8 LCD dengan I2C

(Sumber: <https://www.sinauprogramming.com/2020/10/menampilkan-text-pada-lcd-16x2-arduino.html>)

2.9 Sensor INA 219

INA219 merupakan modul sensor yang dibuat oleh digunakn untuk mengukur arus dan tegangan listrik pada suatu rangkaian. INA219 didukung dengan interface I2C atau SMBUS-COMPATIBLE dimana peralatan ini mampu memonitoring tegangan shunt dan suplai tegangan bus, dengan konversi program times dan filtering. INA219 mampu mengukur tegangan hingga 26volt DC dan arus 3,2 A dengan membutuhkan sumber tegangan sebesar 3volt DC atau 5volt DC.(Erwanto et al., 2020)



Gambar 2. 9 Sensor INA 219

(Sumber: <https://shopee.co.id/INA219-Current-Sensor-Module-program-i.38817979.2382205040>)

2.10 Lampu DC

Lampu DC (Direct Current) adalah jenis lampu yang menggunakan arus searah sebagai sumber daya. Jenis lampu ini sangat efisien dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Lampu DC sering digunakan dalam aplikasi portabel seperti senter dan lampu darurat karena dapat dengan mudah ditenagai oleh baterai.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Selain itu, lampu DC juga banyak digunakan dalam sistem pencahayaan bertenaga surya, di mana panel surya mengisi baterai yang kemudian menyediakan daya untuk lampu.



Gambar 2. 10 Lampu DC

(Sumber: <https://www.tokopedia.com/senter/lampu-led-dc-3w-pasang-ke-aki-accu-12v-atau-dibawahnya-nyala-terang>)

2.11 Saklar On Off

saklar on/off adalah perangkat sederhana yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik dalam suatu rangkaian. Ketika saklar berada dalam posisi "on", sirkuit tertutup dan listrik dapat mengalir, memungkinkan perangkat yang terhubung berfungsi. Sebaliknya, ketika saklar berada dalam posisi "off", sirkuit terbuka dan aliran listrik terputus, menghentikan operasi perangkat.



Gambar 2. 11 Push Botton On Off

(Sumber: <https://id.aliexpress.com/item/32981959561.html>)

Hak Cipta :

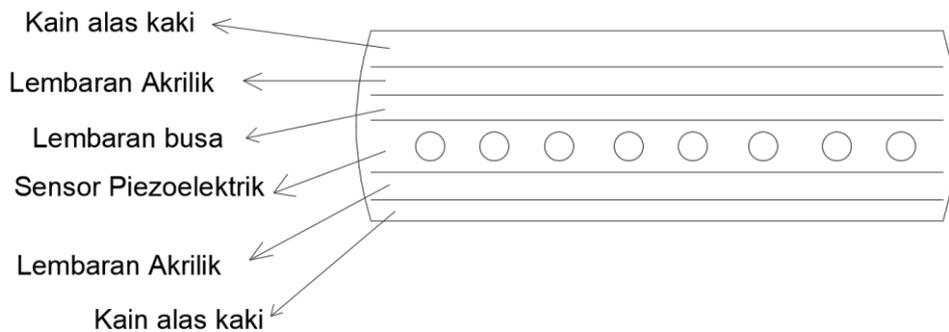
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI

3.1 Rancangan Alat

Pemanfaatan sensor piezoelektrik pada pijakaan kaki manusia sebagai sumber energi listrik terbarukan memiliki fungsi untuk memanfaatkan pijakan kaki sebagai sumber energi listrik. Sensor piezoelektrik menghasilkan listrik berupa tegangan dan arus listrik bolak balik (AC) yang dihasilkan dari pijakan kaki manusia. Energi listrik yang dihasilkan dari piezoelektrik yang berupa arus bolak balik (AC) akan diubah menjadi arus searah (DC) dengan adanya dioda bridge. Kapasitor akan menyimpan energi listrik sementara yang dihasilkan dari sensor piezoelektrik, kemudian di simpan di baterai. Mikrokontroler menggunakan Arduino dan sensor INA219 untuk memprogram LCD yang menampilkan data tegangan, arus, dan daya secara realtime.

Desain pijakaan alas kaki energi piezoelektrik dengan ukuran 60 cm x 40cm dengan box panel dengan ukuran 30cm x 20cm x 12cm. Terdapat 2 lapisan akrilik dan 1 busa, pada panel digunakan untuk penempatan komponen. Pada pijakaan alas kaki terdapat akrilik setebal 3mm dan 5mm untuk menahan botot berlebih jika bobot manusia yang menginjak terlalu berat, kemudian terdapat busa untuk menekan bagian tengah kramik piezoelektrik. Dibagian bawah busa terdapat rangkaian piezoelektrik 6 seri dan 10 paralel. Kemudian piezoelektrik di hubungkan ke input charge baterai management system.



Gambar 3. 1 Lapisan Keset

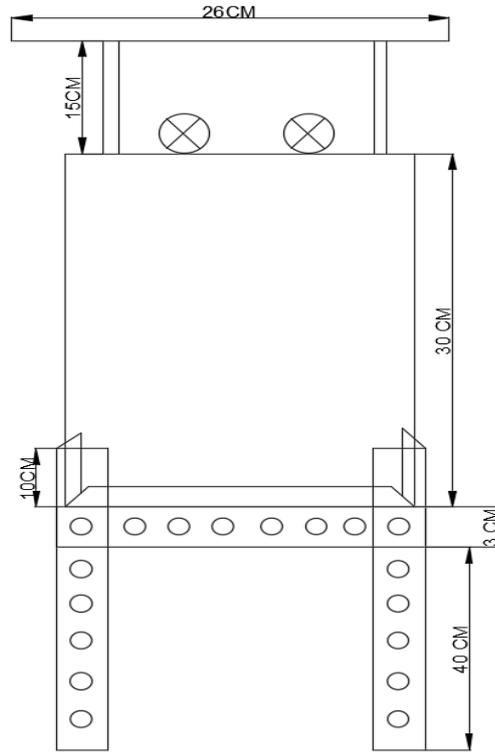
(Sumber: Dokumen Pribadi)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

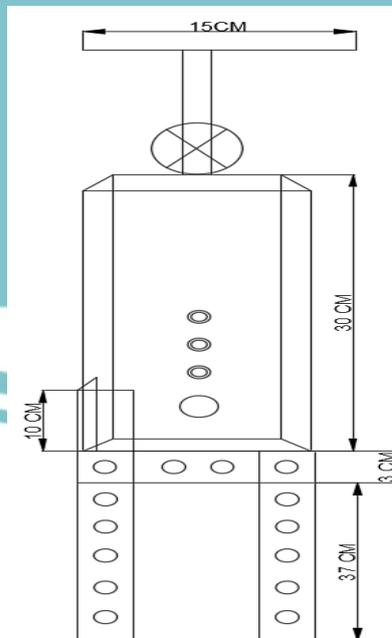
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 2 Panel Tampak Belakang

(Sumber: Dokumen Pribadi)



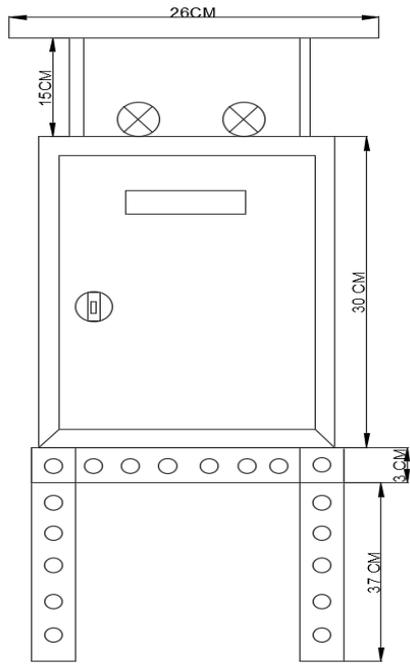
Gambar 3. 3 Panel Tampak Samping

(Sumber: Dokumen Pribadi)

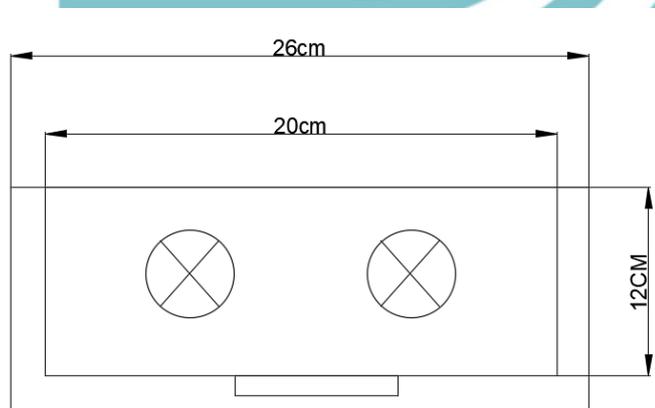


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 4 Panel Tampak Depan
(Sumber: Dokumen Pribadi)



Gambar 3. 5 Panel Tampak Atas
(Sumber: Dokumen Pribadi)

3.1.2 Deskripsi alat

Prototype human footstep power generation dengan menggunakan sensor piezoelektrik ini merupakan sebuah sistem inovatif yang dirancang untuk mengkonversi energi mekanik dari langkah kaki manusia menjadi energi listrik yang dapat digunakan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen, seperti sensor



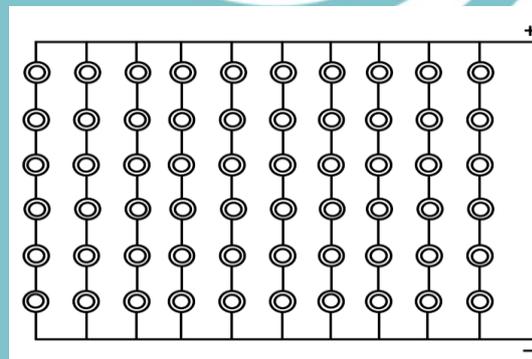
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

piezoelektrik sebagai komponen utama yang dapat menghasilkan sebuah muatan listrik. Muatan tersebut berupa arus bolak-balik (AC), yang nantinya akan diubah oleh dioda bridge menjadi arus searah (DC).

Muatan listrik yang telah diubah tadi akan disimpan sementara di dalam kapasitor. Hasil keluaran tegangan dan arus dari piezoelektrik yang masuk ke dalam kapasitor tersebut akan terbaca oleh sensor INA219 dan ditampilkan pada LCD. Setelah itu, muatan listrik akan lanjut masuk ke dioda penyearah menuju BMS .Dioda penyearah dibutuhkan agar tegangan dari baterai tidak masuk ke kapasitor. Setelah itu discharge BMS masuk ke sensor INA219 yang kedua untuk mengukur tegangan, arus dan daya yang keluar dari baterai, untuk menyalakan arduino uno dan 2 lampu dc 3W.

Berikut skematik sensor piezoelektrik untuk keset *prototype human footstep generation* dengan 6 Seri 10 Paralel:



Gambar 3. 6 Rangkaian 6 Seri 10 Paralel

(Sumber: Dokumen Pribadi)

3.1.4 Cara kerja Alat

Berikut adalah cara kerja dari prototipe *human footstep power generation*:

- a) Sensor piezoelektrik menghasilkan tegangan dan arus bersumber dari tekanan pijakan kaki manusia secara berulang-ulang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- b) Arus listrik yang dihasilkan dari sensor piezoelektrik yaitu berupa arus bolak-balik (AC) akan dikonversi menjadi arus searah (DC) dengan menggunakan dioda bridge.
- c) Energi listrik dari hasil keluaran sensor piezoelektrik disimpan sementara pada Kapasitor dan akan menyimpan tegangan ke baterai.
- d) Baterai sebagai penampung energi DC dan bisa digunakan untuk menyalakan Arduino uno dan lampu DC.

3.1.5 Spesifikasi Alat

1) Bentuk Fisik

Keseluruhan alat terdiri dari 2 unit. Yang pertama adalah berupa alas kaki penghasil energi listrik yang terdiri dari sensor piezoelektrik, akrilik, dan busa. Unit yang kedua adalah box panel yang terdiri dari baterai, BMS, dioda bridge, diode penyearah, kapasitor, sensor INA219, Arduino uno, LCD, dan PCB. Berikut adalah ukuran dari *prototype human footstep power generation*.

Pijakan Alas Kaki

Ukuran	: 60 x 40 x 4 cm
Berat alas kaki	: ± 1 kg
Akrilik	: 60 x 40 cm (3 dan 5 mm)
Busa	: 60 x 40 cm
Bahan alas kaki	: Kain Alas Kaki
Warna alas kaki	: Abu - Abu

Box Panel

Ukuran	: 30 x 20 x 12 cm
Tebal Panel	: 2mm
Berat Panel	: ± 5,3 kg



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2) Spesifikasi Hardware

Berikut adalah tabel 3.1 spesifikasi komponen alat *prototype human footstep power generation*.

Tabel 3.1 Spesifikasi Modul atau Komponen Lainnya

No.	Komponen	Spesifikasi	Jumlah Satuan
	Piezoelektrik	Diameter: 35 mm	60
	Dioda Bridge	Tipe: KBJ 608 6A	1
	Kapasitor	Tipe: Elco 16V 1000 uF	1
	Dioda Penyearah	Tipe: IN4007	1
	Sensor Arus dan Tegangan	Tipe: INA219 I2C CJMCU	2
	Mikrokontroler	Tipe: Arduino Uno R3 CH340	1
	Baterai Lithium-Ion	Tipe: VTC 6A Sony	3
	Socket Baterai	Baterai Holder 3S	1
	Kabel	6 Pole	3
	Terminal	60A	3
	Box Panel	Bahan: Besi Dimensi: 30 x 20 x 12 cm	1
	Akrilik	Tebal: 3mm	1
		Tebal: 5mm	1
	Busa	Ukuran: 60 x 40 cm	1
	Keset	Ukuran: 60 x 40 cm	1
	Lampu	3Watt 12 Volt	2



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.6 Diagram Blok



Gambar 3. 7 Blok Diagram Alat

(Sumber: Dokumen Pribadi)

- AKHRI AKHDIO ● Khaerina Faiza Soraya ● Muhammad Faliq Yuad

Penjelasan Blok Diagram:

- Piezoelektrik menghasilkan tegangan dari tekanan atau regangan
- Diode bridge mengubah arus listrik yang dihasilkan sensor piezoelektrik yaitu dari arus bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menjadi arus searah (DC)



Hak Cipta :

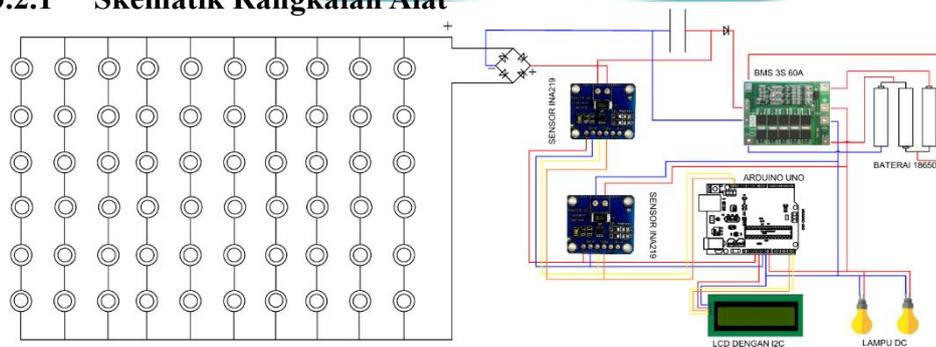
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Kapasitor menyimpan arus listrik yang sudah diubah dari AC ke DC untuk sementara
- Sensor INA219 mengukur tegangan, arus, dan daya dari piezoelektrik dan baterai
- Baterai management sistem akan menyimpan energi listrik ke baterai yang telah diproses sebelumnya
- Arduino Uno mengolah data dari kapasitor dan baterai
- LCD (Liquid Crsytal Display) menampilkan data berupa arus dan tegangan yang dihasilkan dari sensor
- Outputnya menyalakan Lampu DC.

3.2 Realisasi Alat

Realisasi pemanfaatan sensor piezoelektrik sebagai sumber energi pada alas kaki difokuskan pada pengisian baterai bersumber dari sensor piezoelektrik dan baterai dapat digunakan setelah energi listrik diubah sesuai kebutuhan. Desain alas kaki piezoelektrik dirakit dengan memberikan alas berbahan kain khusus alas kaki. Piezoelektrik yang digunakan adalah piezoelektrik berbentuk bulat berdiameter 35mm, piezoelektrik yang dirangkai seri paralel di alasi dengan akrilik. Bagian yang terinjak oleh kaki manusia adalah bagian atas kain alas kaki yang di dalamnya ada akrilik dan busa, sehingga tekanan dapat merata di seluruh elemen piezoelektrik. Kabel penghubung kemudian dihubungkan dengan rangkaian pembangkit listrik. Berikut gambar 3.8 skematik rangkaian alat, dan daftar pin alat dan komponennya.

3.2.1 Skematik Rangkaian Alat





Gambar 3. 8 Skematik Alat
Sumber (Dokumen Pribadi)

Berikut adalah tabel 3.2 penjelasan daftar pin alat dan komponen dari *prototype human footstep power generation*.

Table 3.2 Daftar pin alat dan komponen

Sensor Piezoelektrik Output AC	Diode Bridge Input ac
Diode bridge Output Positif	Sensor INA219 VIN + VIN -
INA219 dan Dioda Bridge VIN - Output Negatif	Kapasitor Pin Positif Pin Negatif
Kapasitor Pin Positif	Diode Penyearah Anoda
Diode Penyearah dan kapasitor Katoda Pin Negatif	Baterai management system Pin Input Charger Positif Pin Input Charger Negatif
Baterai management system Pin Output Charger Positif Pin Output Charger Negatif	BATERAI Input Positif Input Negatif
Baterai Output Positif Output Negatif	Sensor INA219 VIN + VIN -
Sensor INA219 VIN-	Beban Lampu + -

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 9 Rangka Panel
(Sumber (Dokumen Pribadi))



Gambar 3. 10 keset kaki
Sumber (Dokumen Pribadi)



Gambar 3. 11 Pijakan Alas Kaki Menggunakan Piezoelektrik
Sumber (Dokumen Pribadi)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengujian beberapa sensor piezoelektrik

Pada percobaan rangkaian ini Menyusun beberapa rangkaian yang telah diubah ke dc menggunakan rangkaian penyearah untuk mengetahui rangkaian mana saja yang bagus untuk dijadikan pembanding untuk dirangkai menjadi keset. Percobaan ini dilakukan dengan menekan piezoelektrik dengan rangkaian seri dan paralel, untuk mengetahui rangkaian mana yang lebih baik seri atau paralel. Hasil data pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.1 pengujian tegangan tanpa beban dan arus beban LED dengan beberapa rangkaian piezoelektrik.

Tabel 4. 1 Pengujian Beberapa Rangkaian Piezoelektrik

No	Rangkaian	Tegangan	
		DC tanpa beban	Arus DC beban LED
1	1 Piezoelektrik	8,7 V	0,013 mA
2	2 Seri Piezoelektrik	9,2 V	0,0008 mA
3	3 Seri Piezoelektrik	10,5 V	0,106 mA
4	4 Seri Piezoelektrik	10 V	0,0072 mA
5	5 Seri Piezoelektrik	10,2V	0,0047 mA
6	2 Paralel Piezoelektrik	0,8 V	0,0092 mA
7	3 Paralel Piezoelektrik	1,22 V	0,0095 mA
8	4 Paralel Piezoelektrik	1,71 V	0,0102 mA
9	5 Paralel Piezoelektrik	1.32 V	0,0121 mA

Kesimpulan dari tabel diatas energi yang dihasilkan dari rangkaian 2 seri sampai 5 seri piezoelektrik, terjadi drop tegangan yang mengakibatkan tegangan total menurun. Kemungkinan terjadinya drop tegangan yaitu salah satu piezoelektrik tegangan yang lebih rendah atau tidak sinkron dengan yang lain. Jika tidak terjadi drop tegangan, energi dari rangkaian seri akan naik. Sedangkan rangkaian 2 paralel sampai 5 paralel, tegangan naik secara perlahan begitu juga dengan arus DC dengan LED. Dari pengujian di atas penguji lebih memilih rangkaian 6 seri dengan 10 paralel, karena prototype pijakan kaki ada kemungkinan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

salah satu piezoelektrik yang tidak tertekan, ini menyebabkan drop tegangan. Maka untuk mengurangi drop tegangan rangkaian yang di seri hanya 6 piezoelektrik.

4.2 pengujian prototype pembangkit Listrik pijakan kaki

Pengujian keset akan menggunakan 6 seri 10 parallel. Tujuan dari pengujian rangkaian ini adalah untuk mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan dari jumlah pijakan kaki tertentu. Metode pengujian dilakukan dengan memberikan tekanan berupa pijakan pada keset, kemudian mengamati tegangan dan arus dengan menggunakan multimeter digital secara manual.

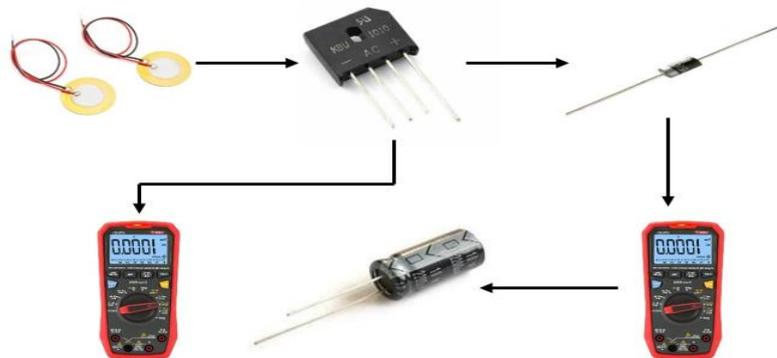
4.2.1 Daftar Alat dan Bahan

Berikut adalah tabel 4.2 daftar alat dan bahan yang digunakan pada pengujian hasil tegangan dan arus pada sensor piezoelektrik.

Tabel 4. 2 Daftar Alat dan Bahan

No	Nama alat/bahan	Jenis/merk	Jumlah
1	Sensor Piezoelektrik	Element 35 mm	60
2	Diode <i>brige</i>	Tipe KBJ 608	1
3	Diode Penyearah	Tipe IN4007	1
4	Kapasitor	elko 220uf 16v	1
5	Multimeter	Digital	2
6	Resistor	Metal 47 Ohm	1

4.2.2 Konfigurasi Pendeteksian Tegangan dan Arus pada keset



Gambar 4. 1 Konfigurasi Pengujian Tegangan dan Arus Sensor Piezoelektrik

(Sumber: Dokumen Pribadi)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Langkah langkah Pengujian Kaset Energi Piezoelektrik:

1. Siapkan Alat dan bahan yang digunakan (Tabel 4.2)
2. Hubungkan Output kaset ke diode bridge untuk mengubah tegangan AC menjadi DC
3. Output + dari diode bridge masuk ke diode penyearah
4. Selanjutnya masuk ke multimeter untuk menampilkan data arus
5. Lalu masuk ke lampu dan multimeter untuk menampilkan data tegangan
6. Injak kaset sesuai dengan banyaknya sensor dan pijakan yang ditentukan
7. Lakukan dengan bobot yang berbeda
8. Amati hasil multimeter satu dan dua dan catat hasil tegangan dan arusnya

4.2.3 Data Hasil Pengujian

Hasil tegangan dan arus ditampilkan pada multimeter digital dengan berat yang berbeda. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pijakan setiap objek untuk memastikan keberhasilan pendeteksian tegangan arus tertinggi yang keluar pada kaset piezoelektrik. Berikut tabel 4.3 hasil pengukuran tegangan dan arus dengan berat yang berbeda.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Deteksi Tegangan dan Arus Tertinggi

Berat (Kg)	Langkah pijakan ke-	Tegangan (V)	Arus (mA)
45	1	7,2	0,065
	2	8	0,084
	3	11,3	0,143
	4	6,1	0,056
	5	12,1	0,163
	6	10	0,102



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	7	9,6	0,102
	8	7	0,064
	9	9	0,93
	10	10,2	0,113
Tertinggi		12,1 V	0,163

Berat (Kg)	Langkah pijakan ke-	Tegangan (V)	Arus (mA)
57	1	7	0,062
	2	11,1	0,117
	3	9	0,092
	4	10,3	0,119
	5	11,7	0,123
	6	13	0,162
	7	8,1	0,074
	8	14	0,186
	9	9,6	0,010
	10	11	0,138
Tertinggi		14 V	0,186

Berat (Kg)	Langkah pijakan ke-	Tegangan (V)	Arus (mA)
62	1	10	0,122
	2	8,6	0,083
	3	11,2	0,112
	4	6,1	0,050
	5	12	0,149
	6	15	0,196
	7	9,4	0,092
	8	7,1	0,065
	9	9	0,102



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	10	10,1	0,120
Tertinggi		15 V	0,196
Berat (Kg)	Langkah pijakan ke-	Tegangan (V)	Arus (mA)
71	1	9,6	0,100
	2	8,6	0,080
	3	11,2	0,148
	4	8,1	0,071
	5	12	0,185
	6	14,3	0,192
	7	9,4	0,090
	8	11,6	0,172
	9	17,2	0,216
	10	15	0,195
Tertinggi		17,2 V	0,216

4.2.4 Pengambilan Data Arus Menggunakan Beban Resistor

Data arus dari keset Piezoelektrik menggunakan beban resistor 47 ohm, hasil data arus akan ditampilkan di multimeter digital. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pijakan untuk memastikan keberhasilan pendeteksian arus tertinggi yang keluar pada keset piezoelektrik. Hasil pengukuran arus menggunakan beban resistor dapat dilihat di tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Pengukuran Arus Menggunakan Beban Resistor

Berat (Kg)	Resistor	Langkah pijakan ke-	Arus (mA)
62	47 Ohm	1	0,012
		2	0,024
		3	0,03
		4	0,031



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5	0,031
6	0,033
7	0,036
8	0,035
9	0,029
10	0,028
Tertinggi	0,036

4.2.4 Analisis Data Pengujian

Dari data yang sudah di ambil untuk mengukur arus DC yang dihasilkan oleh piezoelektrik, resistor adalah pilihan yang lebih baik dibandingkan kapasitor. Karena mengukur arus DC dengan resistor memberikan nilai arus dalam keadaan stabil, tanpa dipengaruhi oleh sifat kapasitor yang menyimpan dan melepaskan muatan. Tetapi saat pengujian menggunakan resistor ada beberapa faktor piezoelektrik mengalami pengurangan efektifitas yaitu berkurangnya energi listrik yang dihasilkan dari sebelumnya. Berikut adalah faktor yang mengurangi efektifitas piezoelektrik:

1. Kualitas Material Piezoelektrik

Material piezoelektrik yang digunakan memiliki sifat material yang berbeda-beda. Kualitas material yang rendah akan mengurangi efisiensi konversi energi mekanik menjadi energi listrik.

2. Penggunaan piezoelektrik yang berlebihan

Penggunaan berulang dan berlebihan dapat menyebabkan material piezoelektrik mengalami penurunan kualitas, yang akan mengurangi kemampuan material tersebut untuk menghasilkan listrik.

3. Kualitas Pemasangan Rangkaian Piezoelektrik

Rangkaian yang dirancang dengan kurang baik atau adanya resistansi tambahan dalam koneksi listrik dapat menyebabkan kehilangan daya yang signifikan.


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hasil pengujian pada tabel 4.3 diketahui beban pijakan yang berbeda dengan hasil energi oleh sensor piezoelektrik. Semua objek dapat dideteksi pada tiap percobaan karena menghasilkan tegangan dan arus yang bervariasi. Hasil rata-rata data yang diperoleh dengan persamaan:

$$\text{Tegangan Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Total Tegangan (V)}}{\text{Jumlah Pijakan}}$$

$$\text{Arus Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Total Arus (mA)}}{\text{Jumlah Pijakan}}$$

$$\text{Daya} = \text{Tegangan (V)} \times \text{Arus (mA)}$$

Dari hasil data pada tabel 4.3 dapat dicari rata rata berat, tegangan, arus dan daya tertinggi. Berikut adalah tabel 4.5 hasil rata rata tegangan, arus, dan daya tertinggi dari piezoelektrik.

Tabel 4. 5 Hasil Rata-rata Tegangan, Arus, dan Daya

Berat (Kg)	Tegangan Tertinggi (Volt)	Arus Tertinggi (mA)	Daya Tertinggi (mW)
45	12,1	0,163	1,97
57	14	0,186	2,64
62	15	0,196	2,94
71	17,2	0,216	3,71
Rata-rata: 58,75	Rata-rata: 58,2	Rata-rata 0,19	Rata-rata 2,81

4.2.5 Perkiraan Maksimum Potensi Piezoelektrik Pada Prototype Kesen

Berdasarkan data tabel 4.5 maka rata-rata bobot yang menginjak keset piezoelektrik adalah 58,75 Kg. Rata-rata keluaran dayanya adalah 2,81 mW. Dengan rata-rata daya tersebut maka dapat diperkirakan 2,81 mW menjadi 0,0028 W/s atau 10,08 W/jam.


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jika asumsi efisien keset piezoelektrik di injak adalah 15 jam/hari, maka didapatkan daya keluaran nya adalah $10,08 \times 15 = 151,2$ Watt/hari. Dengan ukuran keset piezoelektrik 40×60 cm dengan jumlah piezoelektrik 60 buah, maka bisa didapatkan berapa jumlah Langkah kaki manusia yang dibutuhkan untuk mendapatkan daya sebesar 151,2 Watt, dengan rumus:

$$\text{Jumlah Langkah Kaki} = \frac{\text{asumsi daya yang didapatkan}}{\text{daya per pijakan kaki}}$$

$$\frac{151,2 \text{ Watt/hari}}{0,0028 \text{ Watt/s}} = 54.000 \text{ Langkah kaki}$$

Jadi dibutuhkan sekitar 54.000 langkah kaki untuk mendapatkan 151,2 Watt/hari.

Dengan daya yang di hasilkan oleh keset piezoelektrik maka daya listrik yang di hasilkan selama setahun (260 hari, mengikuti jumlah hari pada setahun tanpa hari weekend) dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{daya per hari} \times 260 \text{ hari} = \text{daya dalam setahun}$$

$$151,2 \text{ Watt} \times 260 \text{ hari} = 39.312 \text{ Watt} = 39,31 \text{ kWh}$$

Jadi kurang lebih energi pertahun yang dihasilkan oleh keset piezoelektrik adalah 39,31 kWh. Jika energi keset dipakai untuk penerangan di beberapa ruangan dengan daya 1.300 VA tarif listrik per kWh sebesar Rp 1.444,70, maka bisa dihitung

$$39,31 \text{ kWh} \times 1.444,70 = \text{Rp } 56.788,23$$

Jadi keuntungan jika memakai keset piezoelektrik dalam 1 tahun adalah Rp 56.788,23 .keset ini mempunyai peluang untuk dimanfaatkan dan bisa di aplikasikan untuk menyuplai penerangan tiap ruangan pada kampus. Untuk pemanfaatannya daya yang dihasilkan bisa di simpan terlebih dahulu pada penyimpanan eksternal seperti baterai yang sudah di terapkan penulis dalam bentuk prototipe sebelum dimanfaatkan dan dihubungkan langsung ke beban penerangan.