



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM TRAINER KIT HYBRID PLTS
DAN PIEZOELEKTRIK DENGAN INTEGRASI IOT SEBAGAI
SISTEM MONITORING**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
RANDITYA KRISNA DWIRANGGA PUTRA
2103411029
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Randitya Krisna Dwirangga Putra
NIM : 2103411029

Tanda Tangan

Tanggal

18 Juni 2025

**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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : RANDITYA KRISNA DWIRANGGA
PUTRA
NIM : 2103411029
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Trainer Kit
Hybrid PLTS dan Piezoelektrik dengan
integrasi IoT sebagai Sistem Monitoring

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada
18 Juni 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Dr. Isdawimah, S. T., M. T.
(NIP. 196305051988112001)

Pembimbing II : Dezetty Monika, S.T., M.T.
(NIP. 199112082018032002)

Depok, 18 Juni 2025

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murle Dwiyanti, S. T., M. T.
(NIP. 197803312003122002)

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 mengumunkan 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan kekuatan, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dzetty Monika, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Ibu Dr. Isdawimah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta;
4. Orang Tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Sahabat yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 18 Juni 2025



Randitya Krisna Dwirangga
Putra



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *trainer kit hybrid* yang menggabungkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan piezoelektrik dengan integrasi IoT sebagai sistem monitoring jarak jauh. Sistem ini dirancang sebagai alat pembelajaran untuk memahami mekanisme kerja pembangkit listrik hybrid dan penerapan teknologi IoT dalam pemantauan serta pengelolaan daya secara real-time. Dalam pengujian, panel surya *polycrystalline* 50Wp menunjukkan kinerja yang baik dengan tegangan yang stabil meskipun ada penurunan seiring waktu. Sementara itu, piezoelektrik menghasilkan tegangan yang rendah, tidak cukup untuk mengisi baterai, yang menunjukkan perlunya penguatan tegangan atau penggabungan beberapa elemen piezoelektrik. *Solar Charge Controller* (MPPT) berhasil mengoptimalkan pengisian baterai dengan tegangan yang stabil, sementara inverter dapat mengubah daya DC menjadi AC dengan efisiensi yang baik. Sistem IoT yang memanfaatkan sensor INA219 dan mikrokontroler ESP32 memungkinkan pemantauan data secara real-time, namun piezoelektrik tidak berfungsi secara maksimal dalam memberikan kontribusi energi. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk menambah sistem penguat tegangan untuk piezoelektrik dan melakukan pengujian lebih lanjut dalam kondisi ekstrem untuk memastikan kinerja sistem yang lebih baik.

Kata Kunci: Trainer kit, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Piezoelektrik, Internet of Things, Monitoring, Efisiensi Energi.

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

This research aims to design and build a hybrid trainer kit system that combines Solar Power Plant (PLTS) and piezoelectricity with IoT integration as a remote monitoring system. This system is designed as a learning tool to understand the working mechanism of hybrid power plants and the application of IoT technology in real-time monitoring and power management. In the test, the 50Wp polycrystalline solar panel showed good performance with a stable voltage despite a decrease over time. Meanwhile, the piezoelectric produces a low voltage, not enough to charge the battery, which indicates the need for voltage amplification or the incorporation of multiple piezoelectric elements. The Solar Charge Controller (MPPT) successfully optimizes battery charging with stable voltage, while the inverter can convert DC power into AC with good efficiency. The IoT system utilizing the INA219 sensor and ESP32 microcontroller allows real-time data monitoring, but the piezoelectric does not function optimally in contributing energy. Based on the research results, it is recommended to add a voltage booster system for the piezoelectric and conduct further testing under extreme conditions to ensure better system performance.

Keywords: Trainer kit, Solar Power Plant, Piezoelectric, Internet of Things, Monitoring, Energy Efficiency.



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran.....	3
BAB II LATAR BELAKANG	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	5
2.2.1 PLTS off grid	6
2.2.2 PLTS on grid.....	6
2.2.3 PLTS Hybrid.....	6
2.3 Piezoelektrik.....	7
2.4 Internet of Things	8
2.5 Solar Charge Controller.....	9
2.6 ESP 32	11
2.7 INA 219.....	13
2.8 Arus	13
2.9 Tegangan	14
2.10 Daya.....	15
2.11 Daya Semu	15
2.12 Daya Aktif.....	16
2.13 Daya Reaktif.....	16
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	18



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1 Rancang Alat	18
3.1.1 Deskripsi Alat	18
3.1.2 Cara Kerja Alat	19
3.1.3 Spesifikasi Alat	22
3.1.4 Diagram Blok	25
3.1.5 Diagram Perancangan	26
3.1.6 Desain Perancangan	27
3.1.7 Desain Cover Akrilik	28
3.2 Realisasi Alat.....	29
3.2.1 Piezoelektrik.....	30
3.2.2 Diagram Wiring Trainer Kit.....	30
BAB IV PEMBAHASAN.....	32
4.1 Pemilihan Komponen	32
4.1.1 Deskripsi Pemilihan Komponen	32
4.1.2 Prosedur Pemilihan Komponen.....	32
4.1.3 Hasil Pemilihan Komponen	32
4.1.4 Analisa Pemilihan Komponen.....	33
4.2 Pengujian Komponen	36
4.2.1 Deskripsi Pengujian Komponen.....	37
4.3 Analisa Data/Evaluasi	45
BAB V KESIMPULAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	49
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	51



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Piezoelektrik.....	8
Gambar 2. 2 Sistem Kerja IoT	9
Gambar 2. 3 SCC MPPT	10
Gambar 2. 4 ESP 32	11
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	25
Gambar 3. 2 Diagram Perancangan Sistem.....	26
Gambar 3. 3 Desain Perancangan	27
Gambar 3. 4 Desain Cover Akrilik	28
Gambar 3. 5 Realisasi Alat.....	29





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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Esp 32	11
Tabel 3. 1 Komponen Utama	22
Tabel 3. 2 Komponen Pendukung.....	23
Tabel 4. 1 Hasil Pemilihan Komponen	32
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Tanpa Tegangan	37
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Panel Surya	39
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Panel Surya Menggunakan SCC.....	41
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran output inverter	43
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Piezoelektrik	44



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar dalam kehidupan modern, baik untuk rumah tangga, industri, ataupun transportasi (Boedoyo, 2012). Perangkat elektronik telah menjadi komponen vital yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari, mulai dari aktivitas komunikasi, mobilitas transportasi, dan kegiatan domestik di rumah tangga. Namun, ketergantungan pada sumber energi fosil seperti batu bara dan minyak bumi menimbulkan berbagai masalah, termasuk emisi gas rumah kaca, pemanasan global, dan ketidakstabilan pasokan. Energi baru dan terbarukan menjadi semakin penting untuk memenuhi kebutuhan energi diakibatkan keterbatasan bahan bakar fosil dan pertumbuhan populasi yang pesat (Ian Kurniawan, Reisia Ichwani, Richa Fionasari, Aryansyah, & Adri Huda, 2022). Penelitian intensif telah difokuskan pada pengembangan berbagai jenis perangkat *photovoltaic* untuk menggunakan energi matahari (Yoon, et al., 2015).

Salah satu solusi yang sedang berkembang adalah pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) karena ketersediaan energi matahari yang memanfaatkan cahaya radian dan panas yang berasal dari matahari yang dimanfaatkan untuk teknologi yang selalu berkembang seperti pemanasan oleh matahari dan fotovoltik (Prian Gagani Chamdareno & Hamzah Hilal, 2018). Tetapi, PLTS memiliki kelemahan yaitu hanya mengandalkan intensitas cahaya matahari yang tidak selalu sama setiap harinya, oleh karena itu dibutuhkan sistem penyimpanan energi atau sumber pembangkit tambahan. Untuk mengatasi ketergantungan tersebut, digunakan sistem hibrid dengan teknologi lain seperti piezoelektrik. teknologi piezoelektrik menawarkan potensi energi alternatif dengan mengubah tekanan mekanis (seperti getaran, langkah kaki, atau kendaraan yang melintas) menjadi energi listrik (Nurettin Sezer & Muammer Koç, 2021). Material piezoelektrik dapat mengalami defleksi dengan diberi tekanan secara langsung atau digetarkan melalui media

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

perantara seperti kantilever. Pemberian tekanan secara langsung akan menghasilkan tegangan (Kiswantono & Irwan, 2024).

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) juga membuka peluang untuk optimalisasi sistem hybrid ini. Dengan memanfaatkan sensor dan mikrokontroler berbasis IoT, parameter seperti tegangan, arus, suhu, dan kelembaban dapat dipantau secara real-time. Melalui konektivitas internet, IoT menghubungkan berbagai perangkat fisik untuk melakukan pertukaran informasi secara real-time, suatu kemampuan yang signifikan dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional di multi-sektor seperti industri, healthcare, smart farming, dan solusi rumah tangga pintar (Baharuddin, Joni Wilson Sitopu, Muhamad Sigid Safarudin, Muh. Wahyu Suryandi Adam, & Muh. Safar, 2024). Data tersebut dapat dianalisis untuk meningkatkan efisiensi sistem, memprediksi performa, dan melakukan perawatan preventif. Selain itu, integrasi IoT memungkinkan kontrol jarak jauh melalui antarmuka berbasis web atau aplikasi mobile. Indonesia adalah negara berkembang, tetapi, bukan menjadi sebuah alasan itu menjadi penghambat karena pertumbuhan akuakultur dengan bantuan teknologi IoT menjadi pioner di tingkat Asia (Febri Wahyuni Sabran & Effy Zalfiana Rusfian, 2023).

Dalam dunia penelitian maupun pendidikan, pemahaman mengenai sistem pembangkit listrik sangat penting bagi mahasiswa maupun praktisi teknik. Maka diperlukan sebuah trainer kit yang dapat mensimulasikan sistem hybrid PLTS dan piezoelektrik secara efektif. Trainer kit ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam memahami prinsip kerja, karakteristik, serta optimalisasi sistem energi terbarukan.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada rancang bangun sistem trainer kit hibrid PLTS dan piezoelektrik yang bertujuan mengembangkan alat pembelajaran yang efisien dan mampu mempresentasikan kondisi operasional nyata dari sistem pembangkit listrik hibrid.

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana merancang dan membangun sistem trainer kit yang menggabungkan sumber energi surya (PLTS) dan piezoelektrik sebagai sistem hybrid ?
- Bagaimana tingkat efektifitas trainer kit dalam membantu proses pembelajaran mengenai sistem energi terbarukan berbasis PLTS dan piezoelektrik ?
- Bagaimana desain dan implementasi sistem monitoring serta pengukuran keluaran daya pada trainer kit hybrid ini ?
- Bagaimana karakteristik dan efisiensi daya yang dihasilkan oleh sistem hybrid PLTS dan piezoelektrik dalam berbagai kondisi operasional ?

1.3 Tujuan

- Merancang dan membangun sistem trainer kit yang menggabungkan PLTS dan piezoelektrik sebagai sumber energi terbarukan
- Menyediakan media pembelajaran interaktif bagi mahasiswa atau praktisi dalam memahami konsep hybrid energi terbarukan berbasis PLTS dan Piezoelektrik
- Menguji kinerja dan efektifitas trainer kit dalam mendukung kegiatan praktikum dan penelitian di bidang energi terbarukan

1.4 Luaran

- Aplikasi berbasis web/mobile untuk memudahkan akses terhadap data monitoring sistem
- Publikasi ilmiah berupa artikel jurnal yang mempresentasikan hasil penelitian dan pengembangan trainer kit.
- Prototipe fisik trainer kit hybrid PLTS dan piezoelektrik yang telah terintegrasi dan siap digunakan untuk kegiatan pembelajaran.

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem trainer kit hybrid yang mengintegrasikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan piezoelektrik dengan sistem IoT untuk monitoring dan pengelolaan daya secara real-time. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Panel Surya yang digunakan (Polycrystalline 50Wp) menunjukkan kinerja yang baik dalam kondisi cuaca panas, meskipun terdapat sedikit penurunan tegangan seiring waktu, tegangan yang dihasilkan masih dalam kisaran yang diharapkan (16,97V - 18,67V).
2. Piezoelektrik, meskipun dapat menghasilkan energi, tegangan yang dihasilkan cukup rendah (antara 1,8V hingga 6,2V), yang tidak cukup untuk mengisi baterai. Berbeda dari perhitungan teori yang diharapkan yaitu 156 V untuk 1 kali pijakan. Ini menunjukkan perlunya penambahan sistem penguat tegangan atau penggabungan beberapa elemen piezoelektrik untuk mencapai tegangan yang diperlukan.
3. SCC (Solar Charge Controller) dengan tipe MPPT berhasil mengoptimalkan pengisian baterai dengan tegangan yang stabil (16,2V - 16,4V) sepanjang pengujian, memastikan bahwa energi yang dihasilkan oleh panel surya terkelola dengan baik.
4. Inverter yang digunakan dapat mengonversi energi dari DC ke AC dengan baik, dengan tegangan output yang stabil (226V - 229V), serta daya yang dihasilkan sesuai dengan kapasitas sistem.
5. IoT Integration yang memanfaatkan sensor INA219 dan mikrokontroler ESP32 memungkinkan pemantauan dan pengelolaan daya secara real-time, memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai efisiensi sistem dan potensi perawatan yang diperlukan.

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Trainer Kit tidak dapat dikatakan hybrid dikarenakan piezoelektrik mengalami kegagalan dalam pengujian data yang menyebabkan energi yang dihasilkan piezoelektrik tidak dapat melakukan pengisian kepada baterai.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi, beberapa saran untuk perbaikan dan pengembangan sistem lebih lanjut adalah:

1. Penambahan Sistem Penguat Tegangan untuk Piezoelektrik Sistem piezoelektrik membutuhkan peningkatan untuk menghasilkan tegangan yang cukup besar untuk mengisi baterai. Disarankan untuk menambahkan penyearah dan boost converter agar sistem dapat menghasilkan tegangan yang lebih tinggi.
2. Optimalisasi Desain Sistem Hybrid Mengingat kinerja yang cukup baik dari panel surya dan piezoelektrik, dapat dilakukan riset lebih lanjut untuk mengoptimalkan efisiensi gabungan keduanya, dengan penyesuaian kapasitas atau konfigurasi panel surya dan piezoelektrik yang lebih tepat.
3. Pemeliharaan dan Monitoring yang Lebih Rutin Walaupun sistem ini sudah memiliki sistem monitoring berbasis IoT, disarankan untuk melakukan pemeliharaan rutin pada komponen-komponen kritis seperti inverter dan baterai agar kinerja sistem tetap optimal dan umur komponen lebih panjang.
4. Pengembangan Fitur Iot Sistem IoT yang ada sudah sangat membantu dalam pemantauan real-time, namun dapat ditingkatkan dengan menambahkan lebih banyak parameter monitoring, seperti suhu baterai, status beban, dan kinerja piezoelektrik, untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang kinerja sistem secara keseluruhan.
5. Pengujian Lebih Lanjut pada Kondisi Ekstrem Untuk memastikan ketahanan dan keandalan sistem dalam jangka panjang, disarankan untuk melakukan pengujian dalam berbagai kondisi lingkungan yang lebih ekstrem (misalnya, cuaca buruk atau penggunaan beban yang lebih besar).



Dengan adanya saran-saran ini, diharapkan sistem trainer kit hybrid ini dapat lebih optimal dalam fungsinya sebagai alat pembelajaran yang efisien di bidang energi terbarukan, serta dapat diperluas aplikasinya dalam penelitian dan pengembangan teknologi energi terbarukan yang lebih luas.

© 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 mengumumkan 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarabi, M., Fauziah, A., & Hanafi. (2024). ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) ALAT MONITORING SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN XBEE DAN ESP32. *Journal TEKTR0*, 125-130.
- Baharuddin, Joni Wilson Sitopu, Muhamad Sigid Safarudin, Muh. Wahyu Suryandi Adam, & Muh. Safar. (2024). Mengenal Internet of Things (IoT): Penerapan Konsep dan Manfaatnya dalam Kehidupan Sehari-hari. *Journal of Human And Education*.
- Boedoyo, M. S. (2012). POTENSI DAN PERANAN PLTS SEBAGAI ENERGI. *Pusat Teknologi Sumberdaya Energi*, 146-152.
- Chamdareno, P. G., & Hamzah Hilal. (2018). Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTD-PLTS di Pulau Tunda Serang Banten. *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, 1, 37-44.
- Deni Almanda, Erwin Dermawan, Anwar Ilmar Ramadhan, Ery Diniardi, & Achmad Nuril Fajar. (2015). ANALISIS DESAIN OPTIMUM MODEL PIEZOELEKTRIK PVDF UNTUK SUMBER PEMBANGKIT LISTRIK AIR HUJAN BERSKALA MINI. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2015 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1-5.
- Efendi, Y. (2018). INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE . *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 19-26.
- Febri Wahyuni Sabran, & Effy Zalfiana Rusfian. (2023). Penggunaan Internet of Things pada eFishery untuk keberlanjutan Akuakultur di Indonesia. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 8142-8156.
- Hidayatullah, W., Syukri, M., & Syukriyadin. (2016). PERANCANGAN PROTOTYPE PENGHASIL ENERGI LISTRIK. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 63-67.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ian Kurniawan, Reisyah Ichwani, Richa Fionasari, Aryansyah, & Adri Huda. (2022). INDONESIA'S RENEWABLE ENERGY OUTLOOK: WHAT TO EXPECT. *Renewable Energy Outlook: What to Expect in The Future Renewable*, 298-313.

Kiswantono, A., & Irwan, A. (2024). INOVASI ENERGI HIJAU: PIEZOELEKTRIK UNTUK MENGUBAH GETARAN KENDARAAN MENJADI LISTRIK. *JITET*, 1829-1835.

Muhammad Nizam, Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 767-772.

Nurettin Sezer, & Muammer Koç. (2021). A comprehensive review on the state-of-the-art of piezoelectric energy harvesting . *Nano Energy* , 1-25.

Prian Gagani Chamdareno, & Hamzah Hilal. (2018). AnalisaPembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTD-PLTS di Pulau Tunda Serang Banten. *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmputeR)*, 37-44.

Suyanto, M., Priyambodo, S., Prasetyono, & Aji, A. P. (2022). Optimalisasi Pengisian Accu Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Solar Charge Controller (MPPT) . *Jurnal Teknologi*, 22-29.

Yano Hurung Anoi, Ahmad Yani, & Yunanri W. (2019). Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 177-182.

Yoon , G. C., Shin, K. S., Gupta, M. K., Lee, K. Y., Lee, J. H., Wang, Z. L., & Kim, S. W. (2015). High-performance hybrid cell based on an organic photovoltaic device and a direct current piezoelectric nanogenerator. *Nano Energy*, 547-555.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Randitya Krisna Dwirangga Putra

Lahir di Jakarta Selatan pada tanggal 28 Juli 2002, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan sekolah dasar dan lulus dari SDIT Al-Azhar Jagakarsa tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 85 Jakarta Selatan tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 49 Jakarta Selatan tahun 2020. Sampai penulisan skripsi ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa program studi Teknik Otomasi Listrik Industri di Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**