SKRIPSI

PERBANDINGAN PENGARUH POLUTAN DEBU BATU BARA DAN DEBU ARANG BATOK KELAPA TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA FOTOVOLTAIK JENIS MONOKRISTALIN 50 WP

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

MUHAMMAD RADJA ALFARISI

03041382126120

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN PENGARUH POLUTAN DEBU BATU BARA DAN DEBU ARANG BATOK KELAPA TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA FOTOVOLTAIK JENIS MONOKRISTALIN 50 WP

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD RADJA ALFARISI

03041382126120

Palembang, 20 Mei 2025

Mengetahui,
Ketua Jurusan teknik Elektro

Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., APEC Eng.
NIP. 197108141999031005

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Caroline, S.T., M.T.
NIP. 197701252003122002

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : _____

Pembimbing Utama : Ir. Caroline, S.T., M.T.

Tanggal :

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Muhammad Radja Alfarisi
NIM	: 03041382126120
Jurusan	: Teknik Elektro
Fakultas	: Teknik
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif *(Non-exclusive Royalty Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PERBANDINGAN PENGARUH POLUTAN DEBU BATU BARA DAN DEBU ARANG BATOK KELAPA TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA FOTOVOLTAIK JENIS MONOKRISTALIN 50 WP

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Pada Tanggal : 20 Mei 2025

Muhammad Radja Alfarisi
NIM. 03041382126120

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama	: Muhammad Radja Alfarisi
NIM	: 03041382126120
Fakultas	: Teknik
Jurusan/Prodi	: Teknik Elektro
Universitas	: Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 14 %

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul " perbandingan pengaruh polutan debu batu bara dan debu arang batok kelapa terhadap daya keluaran panel surya fotovoltaik jenis monokristalin 50 wp " merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 20 Mei 2025

METERAI TEMPEL

4DFAMX313010407

Muhammad Radja Alfarisi
NIM. 03041382126120

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karuniaNya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul " PERBANDINGAN PENGARUH POLUTAN DEBU BATU BARA DAN DEBU ARANG BATOK KELAPA TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA FOTOVOLTAIK JENIS MONOKRISTALIN 50 WP " Penulisan skripsi terwujud atas bantuan dan dukungan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama pada dosen pembimbing tugas akhir yaitu Ibu Ir. Caroline, S.T., M.T., yang telah memberikan banyak arahan dan bimbingan kepada penulis. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., APEC sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Ir. Caroline, S.T.,M.T sebagai dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan support serta arahan dalam pengerjaan tugas akhir
4. Ibu Ike Bayusari, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa jabatan.
6. Ayah dan Bunda yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, doa, dan segala kebutuhan saya selama menjalani perkuliahan ini sedari awal masuk dan resmi menjadi mahasiswa baru di Teknik Elektro,Universitas Sriwijaya, hingga detik ini penelitian dan penulisan skripsi ini selesai tanpa rasa pamrih dan tiada hentinya selama ini.
7. Yai dan Nenek yang selalu memberikan dukungan dan doa selama saya serta tempat tinggal selama menjalani perkuliahan dari awal sampai sarjana.

8. Keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan dan doa selama saya menjalani perkuliahan.
9. Teruntuk perempuan yang tidak bisa saya sebutkan namanya, yang selama ini telah menemani serta memberikan dukungan dan motivasi agar maksimal dalam penelitian dan penulisan skripsi ini hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
10. "Baduts" grup sahabat saya yang sudah menemani saya selama masa perkuliahan hingga mendapatkan gelar sarjana.
11. Teman – teman satu bimbingan bersama Ibu Ir. Caroline, S.T., M.T., yaitu M. Aulia Al Hafiz , Alvierina Azzahra Ningrum , Zeri Prabowo , Lutfiah Cikal Maherdiva , Salsabila Maharani dan Ayu Uswatun Hasana , terimakasih telah membantu memaksimalkan penelitian dan juga penulisan skripsi ini serta menjadi motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teman-Teman dari Teknik Elektro Angkatan 2021 serta keluarga besar HME FT UNSRI 2024/2025.
13. "Sopan Santun" yang beranggotakan Fanji, Revi , Pram , dan Rendis grup hiburan yang menemani dikala sedang mengalami jenuh dengan perkuliahan serta skripsi.
14. "Tambi Squad" grup perkumpulan sepupu yang menghibur serta memberikan motivasi untuk selalu terus tetap berjuang untuk menyelesaikan kuliah.
15. Serta pihak-pihak yang berkontribusi dalam membantu saya selama pengerjaan skripsi yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

Penulis dengan penuh kesadaran mengakui bahwa dalam proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini, terdapat berbagai kekurangan dan kesalahan yang tidak terlepas dari keterbatasan pengetahuan, pengalaman, serta kemampuan diri pribadi. Penulis menyadari bahwa dalam setiap tahap pembuatan tugas akhir ini — mulai dari perencanaan, pengumpulan data, analisis, hingga penyusunan laporan — masih banyak aspek yang mungkin belum maksimal atau sempurna sebagaimana yang diharapkan.Sehubungan dengan itu, dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak, baik dosen pembimbing, penguji, maupun para pembaca yang budiman, atas segala kekurangan yang mungkin ditemukan dalam tugas akhir ini. Penulis sangat

membuka diri dan mengharapkan adanya kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang nyata dan dapat menjadi referensi yang berguna bagi para pembaca, khususnya bagi mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, serta bagi kalangan akademisi, praktisi, dan masyarakat umum yang memiliki minat pada bidang terkait. Penulis juga berharap karya ini dapat menambah wawasan, memperkaya literatur, serta menjadi pendorong bagi penelitian-penelitian selanjutnya di bidang Teknik Elektro.

Indralaya, 20 Mei 2025

Muhammad Radja Alfarisi

ABSTRAK

PERBANDINGAN PENGARUH POLUTAN DEBU BATU BARA DAN DEBU ARANG BATOK KELAPA TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA FOTOVOLTAIK JENIS MONOKRISTALIN 50 WP

(Muhammad Radja Alfarisi, 03041382126120, 2025, 92 Halaman)

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Peningkatan permintaan ini tidak diimbangi dengan ketersediaan energi yang memadai. Banyak yang mempengaruhi keluaran panel surya salah satunya akibat polutan seperti debu yang menutupi permukaan panel dan menghambat penyerapan cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh debu batu bara dan debu arang batok kelapa terhadap daya keluaran panel surya fotovoltaik dirancang dengan tiga kondisi panel: tanpa polutan, dengan polutan debu arang batok kelapa, dan dengan polutan debu batu bara. Hasil analisis menunjukkan bahwa panel surya tanpa terpolutan mencatatkan nilai tertinggi yaitu 14,9 watt dan debu batu bara menyebabkan penurunan daya keluaran lebih besar dibandingkan dengan debu arang batok kelapa. Panel yang terpolusi debu arang batok kelapa menghasilkan rata-rata daya lebih baik yaitu sebesar 8,71 watt, dibandingkan dengan panel yang terpolusi debu batu bara sebesar 6,84 watt . Selain itu, suhu pada panel yang terpolusi arang batok kelapa tercatat lebih tinggi, menunjukkan pengaruh warna dan sifat termal dari jenis debu. Kesimpulannya, karakteristik jenis polutan memiliki pengaruh signifikan terhadap panel surya, baik dari segi daya keluaran maupun suhu kerja panel.

Kata kunci: Panel surya, polutan debu, arang batok kelapa, debu batu bara, daya keluaran, energi terbarukan.

ABSTRACT

Comparison of the Effects of Coal Dust and Coconut Shell Charcoal Dust Pollutants on the Power Output of a 50 WP Monocrystalline Photovoltaic Solar Panel

(Muhammad Radja Alfarisi, 03041382126120, 2025*,* 92 *pages)*

The demand for electrical energy in Indonesia continues to increase in line with population growth. This growing demand is not matched by adequate energy availability. One of the factors affecting the output of solar panels is pollutants such as dust, which can cover the panel surface and hinder light absorption. This study aims to compare the effects of coal dust and coconut shell charcoal dust on the output power of photovoltaic solar panels. The experiment was conducted using three panel conditions: clean (no pollutants), polluted with coconut shell charcoal dust, and polluted with coal dust. The analysis results show that the clean solar panel recorded the highest output at 14.9 watts, while coal dust caused a greater reduction in output power compared to coconut shell charcoal dust. The panel polluted with coconut shell charcoal dust produced a better average power output of 8.71 watts, compared to 6.84 watts from the panel polluted with coal dust. Additionally, the temperature of the panel polluted with coconut shell charcoal dust was recorded higher, indicating the influence of color and thermal properties of the dust types. In conclusion, the characteristics of the pollutants significantly affect the performance of solar panels, both in terms of output power and operating temperature

Keywords*: solar panel, dust pollutant, coconut shell charcoal, coal dust, power output, renewable energy.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR..... iv
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS..... iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS v
KATA PENGANTAR..... vi
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL..... xv
DAFTAR RUMUS..... xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian 2
1.4. Batasan Masalah 2
1.5. Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1. Panel Surya 4
2.1.1. Prinsip Kerja Panel Surya 5
2.1.2. Jenis Panel Surya 6
2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya 8
2.3. Batu Bara 9
2.3.1 Batu Bara (Peat / Gambut) 10
2.3.2 Batu Bara (Lignit) 11
2.3.3 Batu Bara (Bituminus) 12
2.3.4 Batu Bara (Antrasit) 13
2.4. Arang Batok Kelapa 14
2.5. *Solar Charge Control* 15
2.6. Baterai (*Accumulator*) 16
2.7. Faktor Polutan Debu Terhadap Kinerja Panel Surya 17

2.8. Daya 18
2.8.1. Daya Aktif 18
2.8.2. Daya Reaktif 19
2.8.3. Daya Semu 19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 20
3.1. Lokasi Penelitian 20
3.2. Waktu Penelitian 20
3.3. Metode Penelitian 21
3.4 Diagram Alir Penelitian 22
3.5. Design Alat 22
3.6. Skema Pengambilan Data 23
3.7. Penelitian dan Bahan 25
3.8. Spesifikasi Panel Surya 27
3.9. Pengukuran Arus dan Tegangan 28
3.10 Rumus Daya Keluaran Panel 28
3.11. Tahapan Penelitian 29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1. Umum 30
4.2. Perancangan Alat dan Pembuatan Alat 31
4.3. Data Hasil Pengukuran 32
4.4. Data Hasil Pengukuran Keluaran Panel Surya 33
4.5 Perhitungan Rata-Rata 35
4.5.1 Perhitungan Panel Surya Tanpa Terpolutan Hari Kedelapan 35
4.5.2 Perhitungan Panel Surya Terpolutan Batu Bara 36
4.5.3 Perhitungan Panel Surya Terpolutan Arang Batok Kelapa 36
4.5.4 Perhitungan Panel Surya Tanpa Terpolutan Hari Kesepuluh 37
4.5.5 Perhitungan Panel Surya Terpolutan Batu Bara 37
4.5.6 Perhitungan Panel Surya Terpolutan Arang Batok Kelapa 38
4.5. Grafik Data Penelitian 40
4.7 Analisis Hasil Penelitian 46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 49
4.5 Kesimpulan 49
4.6 Saran 50

DAFTAR PUSTAKA 51
LAMPIRAN 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Panel Surya ……..5
Gambar 2. 2 Panel Surya Monocrystalline. 6
Gambar 2. 3 Panel Surya Polycrystalline..... 7
Gambar 2. 4 Panel Surya Thin Film 8
Gambar 2. 5 Batu Bara 10
Gambar 2. 6 Batu Bara Peat.....11
Gambar 2. 7 Batu Bara Ignit 12
Gambar 2. 8 Batu Bara Bituminus 13
Gambar 2. 9 Batu Bara Antrasit 14
Gambar 2.10 Arang Batok Kelapa. 15
Gambar 2. 11 Solar Charge Control. 16
Gambar 2. 12 Baterai Aki (Accumulator). 17
Gambar 2. 13 Karakteristik Jenis Debu Terhadap Kinerja Panel Surya. 18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian..... 22
Gambar 3. 2 Desain Prototipe Panel Surya..... 23
Gambar 3. 3 Skema Pengambilan Data..... 24
Gambar 3. 4 Pengukuran Tegangan 28
Gambar 3. 5 Pengukuran Arus 28
Gambar 4. 1 Prototipe Panel Surya 30
Gambar 4. 2 Desain Prototipe Kerangka Panel Surya 31
Gambar 4. 3 Prototipe Panel Surya Tampak Samping 32
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Rata – Rata Nilai Tegangan Panel Surya Selama 10 Hari 40
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Rata – Rata Nilai Arus Keluaran Panel Surya Selama 10 Hari 42
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Nilai Rata- Rata Daya Keluaran Panel Surya Selama 10 Hari 44
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Nilai Rata – Rata Temperatur Panel Surya Selama 10 Hari 45

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian..... 20
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan 25
Tabel 3. 3 Spesifikasi Modul Surya 27
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran Keluaran Panel Surya Hari Kedelapan..... 33
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengukuran Keluaran Panel Surya Hari Kesepuluh..... 34
Tabel 4. 3 Data Hasil Penelitian Selama 10 Hari 39

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1.....18
Persamaan 2.2……....19
Persamaan 2.3.....19

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan sehari-hari masyarakat dan permintaannya terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan ini dipengaruhi oleh pertumbuhan jumlah penduduk yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik. Namun, peningkatan permintaan tersebut belum diimbangi dengan ketersediaan energi yang memadai.

Secara geografis, Indonesia memiliki potensi yang signifikan dalam pemanfaatan energi surya karena terletak di kawasan garis khatulistiwa. Rata-rata intensitas radiasi matahari di wilayah Indonesia mencapai sekitar 4,8 kWh per meter persegi setiap harinya.

Panel surya adalah salah satu teknologi energi terbarukan yang kian diminati sebagai solusi terhadap kebutuhan energi yang terus meningkat Hal ini menjadi peluang yang sangat baik untuk makin meningkatnya energi yang bisa dihasilkan terutama yang menggunakan sumber energi dari matahari. Panel surya dapat menghasilkan listrik yang bersih dan ramah lingkungan. Negara-negara di seluruh dunia, termasuk Indonesia, telah mulai mengintegrasikan teknologi ini ke dalam strategi penyediaan energi mereka untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menurunkan emisi gas rumah kaca.

Dibalik potensi energi matahari yang besar terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi keluaran panel surya seperti cuaca yang tidak stabil, dan kondisi lingkungan yang kotor karena polutan. Adapun polutan-polutan di udara ini bisa berupa debu-debu yang berasal dari pabrik atau industri lainnya . Sebuah partikel dikategorikan sebagai debu jika ukurannya kurang dari 500 μm. Debu dapat menjadi kendala bagi panel surya karena dapat menghalangi atau mengurangi cahaya matahari yang masuk ke permukaan panel. Oleh karena itu, panel surya perlu dibersihkan secara rutin, baik secara manual maupun otomatisPada riset sebelumnya peneliti telah menguji pengaruh jenis debu pasir dan batu bata terhadap panel surya. Karena dari kenyataan indonesia berada di iklim tropis

serta penghasil kelapa terbesar di dunia serta di sumatera selatan merupakan salah satu daerah memiliki beragam pertambangan , Berdasarkan penelitian tersebut, penulis tertarik membahas topik polutan menjadi tugas akhir yang berjudul " **Perbandingan Pengaruh Polutan Debu Batu Bara Dan Debu Arang Batok Kelapa Terhadap Daya Keluaran Panel Surya Fotovoltaik Jenis Monokristalin 50 WP** "

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah pada panel surya daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyak faktor , seperti intensitas matahari , suhu panel ,dan kebersihan panel surya itu sendiri. Debu merupakan zat yang selalu ada di lingkungan sekitar , dan juga debu-debu berefek terhadap keluaran panel. Pada penelitian ini akan dilihat sejauh mana pengaruh debu arang batok kelapa dan batu bara terhadap keluaran daya panel surya fotovoltaik jenis monokristalin 50 wp.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Merancang prototipe panel surya dalam tiga kondisi, yaitu tanpa polutan, dengan paparan polutan berupa arang batok kelapa, dan dengan paparan polutan berupa batu bara.
2. Melakukan pengukuran serta analisis terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dalam kondisi tanpa polutan, terpapar arang batok kelapa, dan terpapar batu bara.
3. Menghitung serta menganalisis daya keluaran panel surya pada masing-masing kondisi: tanpa polutan, dengan polutan arang batok kelapa, dan dengan polutan batu bara

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dibutuhkan, agar penelitian yang akan dilakukan dapat sesuai dan tidak keluar dari bahasan yang ada Serta mengenai batasan masalah pada penelitian kali ini, adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan 3 panel fotovoltaik jenis monokristalin 50 wp.

2. Penelitian ini memakai 2 jenis polutan yaitu debu batu bara dan arang batok kelapa dengan ukuran kurang dari 425 μm dengan berat yang sama 30 gram.
3. Mengabaikan pengaruh angin, suhu lingkungan, efisiensi dan kemiringan pada panel surya fotovoltaik jenis monokristalin.
4. Pengambilan data dilakukan pada cuaca cerah setiap jam dari pukul 11:00-13:30 WIB selama 10 hari.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika terkait penulisan laporan ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan perihal latar belakang penelitian ini, rumusan masalah pada penelitian ini, tujuan dari penelitian ini, batasan masalah dalam penelitian ini, serta sistematika dalam penulisan laporan ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar teori pendukung dalam menganalisis pengaruh debu semen dan batu bara terhadap kinerja panel fotovoltaik jenis monokristalin.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode penelitian, alat dan bahan , desain dan spesifikasi peralatan penelitian, matriks penelitian , rangkaian pengukuran, skema pengambilan data.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan pembahasan yang mencakup data hasil pengukuran, perhitungan, penyajian grafik, serta analisis terhadap hasil penelitian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang dapat dijadikan sebagai acuan atau pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. R. Ansyah, G. R. Cahyono, and J. Riadi, “Performa Panel Surya Dengan Beban Lampu Led,” vol. 12, no. 2, pp. 66–71, 2020.

[2] M. Y. Puriza, W. Yandi, and A. Asmar, “Perbandingan Efisiensi Konversi Energi Panel Surya Tipe Polycrystaline dengan Panel Surya Monocrystaline Berbasis Arduino di Kota Pangkalpinang,” *J. Ecotipe (Electronic, Control. Telecommun. Information, Power Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 47–52, 2021, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.2034.

[3] H. Fathuddin, “Bangun Sistem Pengisian Baterai 12V/5Ah dengan Panel Surya Monocrystalline dan Metoda MPPT Perturb & Observe Berbasis Atmega 16,” *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 2, no. 2, p. 318, 2017.

[4] R. Saragi, M. Idris, B. Tarigan, and R. Sebayang, “Analisis Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan Lampu Jalan,” *SINERGI POLMED J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 68–74, 2022, doi: 10.51510/sinergipolmed.v3i1.705.

[5] S. E. P. Pagan, D. I. Sara, and H. Hasan, “Komparasi Kinerja Panel Surya Jenis Monokristal Dan Polykristal Studi Kasus Cuaca Banda Aceh,” *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 4, pp. 19–23, 2018.

[6] P. Harahap, “Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2020, doi: 10.30596/rele.v2i2.4420.

[7] Asiva Noor Rachmayani, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” p. 6, 2015.

[8] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.

[9] F. Rahman, M. Rokhmat, and I. W. Fathonah, “Analisis Pengaruh Temperatur Permukaan Sel Surya Terhadap Kapasitas Daya Keluaran Effect of Surface Temperature of Solar Cell on the Power Output,” pp. 1–10, 2020.

[10] G. R. Cahyono, P. R. Ansyah, and N. Q. Awaly, “Pendinginan panel surya menggunakan kotak pendingin dan sirip pendingin,” *Angkasa J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. 13, no. 1, pp. 73–79, 2021, doi: 10.28989/angkasa.v13i1.947.

[11] P. K. Tiyas and M. Widyartono, “S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,” *Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya*, pp. 274–282, 2020.

[12] Y. Andrea, T. Pogrebnaya, and B. Kichonge, “Effect of Industrial Dust Deposition on Photovoltaic Module Performance: Experimental Measurements in the Tropical Region,” *Int. J. Photoenergy*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/1892148.

[13] J. T. Elektro, F. Teknik, and U. Sriwijaya, “BATU BATA TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL FOTOVOLTAIK JENIS POLIKRISTALIN 10 WP,” 2023.

[14] T. M. Suri, A. Sair, and S. Yusuf, “Sejarah Penambangan Batubara Bukit Asam di Tanjung Enim,” *Hist. J. Progr. Stud. Pendidik. Sej.*, vol. 9, no. 1, p. 87, 2021, doi: 10.24127/hj.v9i1.2672.

[15] M. Rafli Kamil, A. Hardiyono, K. Wijayanti, and S. Salinita, “Karakteristik Dan Jenis Batubara Serta Potensinya Untuk Dimanfaatkan Menjadi Briket Batubara Pada Lapisan Seam F, Daerah Sekitar Subanburung, Formasi Muara Enim, Cekungan Sumatera Selatan,” vol. 7, no. 6, pp. 1764–1772, 2023.

[16] Z. Ahmed, H. a Kazem, and K. Sopian, “Effect of Dust on Photovoltaic Performance : Review and Research Status 2 Effect of Dust Properties,” *Latest Trends Renew. Energy Environ. Informatics*, no. April 2013, pp. 193–199, 2013, doi: 10.13140/2.1.4527.9523.

[17] S. Bakri, I. Riswandi, A. Anshariah, and H. Harwan, “Analisis Kualitas Batubara Bonto Matinggi Sulawesi Selatan Untuk Kebutuhan Industri Semen,” *Promine*, vol. 10, no. 1, pp. 37–43, 2023, doi: 10.33019/promine.v10i1.2390.

[18] M. N. Yonas, “Geologi dan Potensi Batubara di Daerah Bonggo dan Sekitarnya Kabupaten Jayapura , Propinsi Papua,” *Promine J.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–2, 2016.

[19] A. Novananda, I. Rahmawati, S. Sani, D. H. Astuti, and L. Suprianti, “Karbon Aktif Dari Batubara Lignite Dengan Proses Aktivasi Menggunakan Hidrogen Flourida,” *J. Tek. Kim.*, vol. 15, no. 1, 2020, doi: 10.33005/jurnal_tekkim.v15i1.2297.

[20] U. Peningkatan and N. Kalori, “Aplikasi aglomerasi menggunakan cao dan oli bekas dalam upaya peningkatan nilai kalori batubara sub-bituminous,” vol. 5, no. 2, pp. 917–923, 2024.

[21] E. Kusdarini, A. Budianto, and D. Ghafarunnisa, “Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H3Po4, Kombinasi H3Po4-Nh4Hco3, Dan Termal,” *Reaktor*, vol. 17, no. 2, pp. 74–80, 2017, doi: 10.14710/reaktor.17.2.74-80.

[22] F. Wulandari, Erlina, R. A. Bintoro, E. Budi, Umiatin, and H. Nasbey, “Pengaruh Temperatur Pengeringan pada Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Asam Klorida dan Asam Fosfat untuk Penyaringan Air Keruh,” *Pros. Semin. Nas. Fis.*, vol. 3, pp. 289–293, 2014, [Online]. Available: http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/prosidingsnf/article/view/5536

[23] R. Salim, “Karakteristik dan Mutu Arang Kayu Jati (Tectona grandis) dengan Sistem Pengarangan Campuran pada Metode Tungku Drum (The Quality and Characteristics of Teak (Tectona grandis) Charcoal Made by Mixed Carbonisation in Drum Kiln),” *J. Ris. Ind. Has. Hutan*, vol. 8, no. 2, pp. 53–64, 2016, doi: 10.24111/jrihh.v8i2.2113.

[24] Y. F. Janu and C. Mutiara, “PENGARUH BIOCHAR SEKAM PADI

TERHADAP SIFAT FISIK TANAH DAN HASIL TANAMAN JAGUNG (Zea mays) DI KELURAHAN LAPE KECAMATAN AESESA," *Agrica*, vol. 14, no. 1, pp. 67–82, 2021, doi: 10.37478/agr.v14i1.1042.

[25] B. Dilla, B. Widi, S. Wilyanti, A. Jaenul, Z. M. Antono, and A. Pangestu, "Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik," *J. Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 128–135, 2022, doi: 10.21831/jee.v6i2.53327.

[26] M. Syani and T. Hermawan, "Media Pembelajaran Kelistrikan Pada Baterai Berbasis Mobile (Studi Kasus Di Program Studi Mesin Otomotif Politeknik Tedc Bandung)," *J. TEDC*, vol. 16, no. 1, pp. 1–7, 2022.