



## **Analisis Rancangan Trainer Kombinasi PV Tipe Polycrystalline dan Monocrystalline pada EBT**

### **Trainer Design Analysis of Polycrystalline and Monocrystalline PV Combinations on NRE**

**Youstra Sebayang, Habib Satria\* & Fadhillah Azmi**

Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

#### **Abstrak**

Trainer merupakan sebuah media objek yang mirip dengan benda nyata yang memudahkan sebagai sarana pembelajaran. Energi surya adalah energi terbarukan. Setiap tipe PV memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Sehubungan dengan itu perancangan trainer solar panel kombinasi PV tipe *polycrystalline* dan *monocrystalline* pada EBT ini bertujuan sebagai media pembelajaran Energi Baru Terbarukan (EBT). Solar panel tipe *polycrystalline* dan *monocrystalline* mempunyai karakteristik, kinerja, dan efisiensi yang berbeda. Untuk mendapatkan hasil data tersebut agar dapat dianalisis, maka trainer tersebut dirancang dengan menggunakan *Wattmeter DC*, *Solar Charge Controller*, dan Baterai. Percobaan dilakukan pada tanggal 17 Juli 2022 dan pada trainer ini dapat dilihat efisiensi rata-rata pada panel surya *polycrystalline* sebesar 12,01%, panel surya *monocrystalline* sebesar 6,11%, dan paralel panel surya *polycrystalline* dan *monocrystalline* sebesar 4,20%.

**Kata Kunci:** Trainer; Solar Panel; *Polycrystalline*; *Monocrystalline*; EBT.

#### **Abstract**

*Trainer is a medium object similar to real objects that facilitates learning. Solar energy is renewable energy. Each type of PV has its own advantages and disadvantages. In this regard, the design of a solar panel trainer, a combination of polycrystalline and monocrystalline PV type in NRE, aims to be a learning medium for New and Renewable Energy (EBT). Solar panels of polycrystalline and monocrystalline types have different characteristics, performance, and efficiency. To get the results of the data so that it can be analyzed, the trainer is designed using a DC Wattmeter, Solar Charge Controller, and Battery. The experiment was conducted on July 17, 2022 and in this trainer can be seen the average efficiency on polycrystalline solar panels of 12.01%, monocrystalline solar panels of 6.11%, and parallel polycrystalline and monocrystalline solar panels of 4.20%.*

**Keywords:** Trainer; Solar Panel; *Polycrystalline*; *Monocrystalline*; NR.

**How to Cite:** Sebayang, Y., Satria, H. & Azmi, F. (2024). Analisis Rancangan Trainer Kombinasi PV Tipe *Polycrystalline* dan *Monocrystalline* pada EBT. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Elektro (JITEK)*, 3(2): 87-96,



## **PENDAHULUAN**

Pembangkit listrik energi terbarukan merupakan salah satu topik strategis dalam pendidikan teknik di era modern (Ibrahim et al., 2018; Mochtar et al., 2023; Siregar, 2020). Hal ini sejalan dengan urgensi transisi energi global menuju sumber daya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Peningkatan kebutuhan energi bersih menuntut perguruan tinggi untuk menyediakan perangkat pembelajaran yang relevan agar mahasiswa dapat memahami komponen utama teknologi pembangkit listrik tenaga surya secara komprehensif (Dharma, 2008).

Salah satu sumber energi terbarukan yang paling populer adalah energi matahari, mengingat ketersediaannya yang melimpah serta proses pemanfaatannya yang relatif sederhana melalui panel surya (Fajaryani & Suryani, 2018; Pangaribuan et al., 2023; Tharo et al., 2022). Panel surya berfungsi mengonversi sinar matahari menjadi energi listrik dan umumnya tersedia dalam dua tipe utama, yaitu polycrystalline dan monocrystalline. Kedua tipe panel ini memiliki karakteristik serta tingkat efisiensi yang berbeda. Oleh karena itu, pemahaman tentang prinsip kerja dan performanya dalam berbagai kondisi operasional menjadi esensial bagi mahasiswa teknik elektro. Untuk mendukung pembelajaran tersebut, diperlukan perangkat edukasi berupa trainer yang mampu mensimulasikan kondisi kerja nyata pembangkit listrik tenaga surya (Hafid, 2021; Lumi et al., 2022; Taro, 2020).

Trainer kombinasi panel polycrystalline dan monocrystalline dirancang untuk memberikan pengalaman praktis bagi mahasiswa terkait prinsip dasar pembangkit listrik tenaga surya (Gea et al., 2018; Rahman et al., 2022). Perangkat ini tidak hanya memperkenalkan cara kerja sistem, tetapi juga mengajarkan berbagai aspek teknis, seperti pengujian efisiensi panel surya, perbandingan kinerja antar jenis panel, serta integrasi komponen dalam sistem pembangkit energi terbarukan. Penggunaan trainer di laboratorium memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan pengujian komponen secara langsung dan memahami parameter-parameter yang memengaruhi produksi energi (Polewangi et al., 2023; Saputro et al., 2021).

Trainer berbasis kombinasi panel *polycrystalline* dan *monocrystalline* tidak hanya menjadi alat bantu pengajaran yang efektif, tetapi juga berfungsi sebagai sarana pembelajaran inovatif yang mendorong pengembangan keterampilan praktis. Penguasaan keterampilan ini menjadi bekal penting bagi mahasiswa dalam menghadapi tuntutan dunia kerja, terutama di sektor energi terbarukan yang membutuhkan tenaga ahli dengan keahlian teknis mumpuni. Trainer ini dirancang untuk menjembatani kebutuhan tersebut dengan memberikan pengalaman belajar berbasis praktik yang realistis dan terarah.

Dari perspektif pengembangan perangkat pembelajaran, desain trainer ini berkontribusi pada perluasan referensi pembelajaran di bidang teknik elektro. Implementasi perangkat serupa dapat diadopsi oleh perguruan tinggi lain yang menghadapi tantangan serupa dalam menyediakan media pembelajaran berbasis praktik. Selain itu, perangkat ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut, seperti optimasi sistem pembangkit dengan integrasi teknologi pendukung, termasuk kontrol otomatis dan pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) (Ayuningtyas, 2023; Novianda et al., 2020; Sitompul et al., 2023; Susilawati et al., 2020).

Trainer tenaga surya dengan kombinasi panel *polycrystalline* dan *monocrystalline* memiliki keunggulan dalam merepresentasikan kondisi aktual di lapangan. Dalam praktiknya, jenis panel yang digunakan dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan dan ketersediaan. Dengan memahami bagaimana kombinasi tipe panel memengaruhi hasil produksi energi, mahasiswa dapat memperoleh wawasan tentang perencanaan sistem pembangkit listrik yang lebih efisien dan berkelanjutan. Hal ini mencakup pertimbangan pemilihan jenis panel, konfigurasi sistem, serta evaluasi potensi hambatan teknis yang dapat muncul (Drop et al., 2022; Nasution et al., 2019; Pangaribuan et al., 2023).

Selain fungsi pembelajaran, trainer ini juga mendukung penguasaan aspek pengendalian sistem pembangkit tenaga surya. Mahasiswa dapat mempelajari cara pengaturan sudut kemiringan panel untuk memaksimalkan penyerapan energi serta melakukan pengujian terhadap komponen pendukung seperti inverter dan sistem penyimpanan energi. Penguasaan aspek ini penting untuk

menentukan performa keseluruhan sistem pembangkit dan mengidentifikasi solusi atas potensi permasalahan teknis.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan trainer kombinasi panel polycrystalline dan monocrystalline sebagai media pembelajaran di laboratorium Teknik Elektro. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja dan efisiensi trainer dalam mensimulasikan kondisi operasional pembangkit listrik tenaga surya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi terhadap keterbatasan media pembelajaran berbasis praktik di laboratorium Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Rancangan trainer ini mempertimbangkan aspek keandalan dan keamanan penggunaan. Perangkat dilengkapi dengan fitur monitoring untuk merekam data hasil pengujian secara real-time, sehingga mahasiswa dapat menganalisis data secara langsung dan mempresentasikan hasil pengujian mereka secara terstruktur. Selain itu, sistem penyimpanan data terintegrasi memudahkan proses pencatatan dan evaluasi hasil eksperimen dalam jangka waktu yang lebih panjang.

Implementasi trainer ini diharapkan menjadi bagian dari upaya meningkatkan kualitas pembelajaran di bidang energi terbarukan. Perangkat ini diharapkan mampu menjadi model pembelajaran yang efektif, mendorong inovasi dalam kegiatan praktik laboratorium, serta mendukung pengembangan sumber daya manusia yang kompetitif dan siap berkontribusi di sektor energi terbarukan. Dengan perangkat pembelajaran yang terintegrasi dan relevan dengan kebutuhan industri, Universitas Medan Area memiliki peluang untuk mencetak lulusan yang mampu bersaing di tingkat nasional maupun global dalam menghadapi tantangan dunia energi modern.

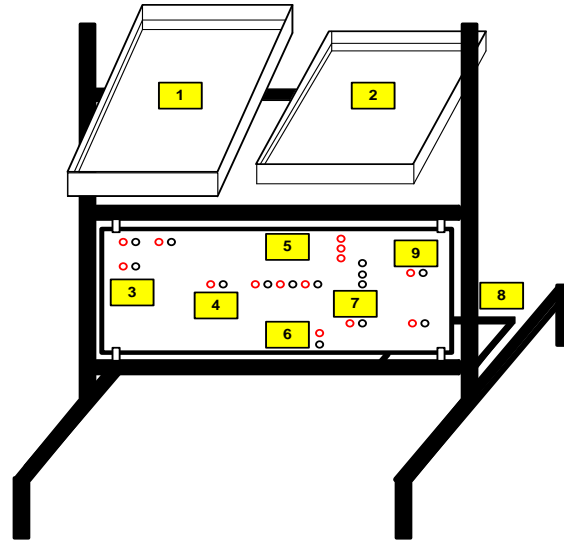
## **METODE PENELITIAN**

Percobaan pada penelitian ini dilakukan pada tanggal 17 Juli 2022 pada jam 10.00-14.40 tepatnya pada hari Minggu. Adapun lokasi penelitian yang penulis rencanakan adalah di Laboratorium CV. Angkasa Mobietech.

Dalam penelitian ini untuk mewujudkan prosedur pembuatan trainer dengan kombinasi solar panel tipe *polycrystalline* dan *monocrystalline* untuk media pembelajaran mata kuliah EBT maka tahapan yang akan dilakukan adalah menentukan sistem atau bagian apa sajakah yang akan dirancang dan dipasang. Berikut ini adalah penjelasan terkait sistem atau bagian-bagian yang akan dirancang dan dipasang:

### 1. Perancangan dan pembuatan dudukan mekanik dudukan seluruh sistem

Adapun bahan pembentuk mekanik dudukan seluruh sistem adalah terbuat dari bahan besi *hollow* baja ringan dengan 2 jenis bentuk besi yakni yang pertama bentuk persegi dan yang kedua bentuk siku dengan masing-masing dimensi.



Gambar 1: Desain Dudukan dan Tata Letak Seluruh Sistem

## 2. Pemasangan Seluruh Sistem

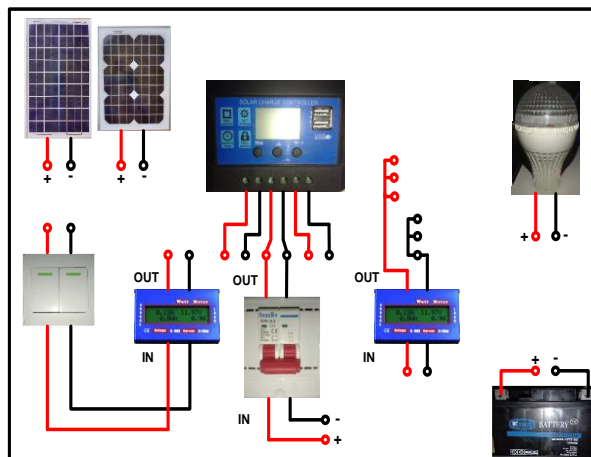
Setelah seluruh tata letak komponen ditentukan seperti Gambar 1 di atas maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pemasangan seluruh sistem



Gambar 2: Hasil Pemasangan Seluruh Sistem

## 3. Pemasangan Instalasi Listrik Seluruh Sistem

Tahapan selanjutnya setelah selesai melakukan pemasangan seluruh sistem pada posisi ataupun letaknya masing-masing, maka dilakukan pemasangan instalasi listrik seluruh sistem.



Gambar 3: Instalasi Listrik Seluruh Sistem



Gambar 4: Hasil Pemasangan Instalasi Listrik Seluruh Sistem (Tampak Belakang)

#### 4. Pemasangan Stiker sebagai Jalur Rangkaian

Tahapan terakhir yang dilakukan dalam prosedur pembuatan alat ini adalah pemasangan stiker yang bertujuan untuk mempermudah kita untuk mengetahui bagaimana jalur rangkaian dari setiap komponen sehingga kita terhindar dari yang namanya salah sambungan



Gambar 5: Tampilan Alat Trainer Setelah Dipasang Sticker

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengoperasikan trainer dengan kombinasi solar panel tipe *polycrystalline* dan *monocrystalline* ini tentu memiliki modul percobaan yang akan dikerjakan terlebih dahulu sehingga melalui modul tersebut kita akan mengetahui bagaimana prosedur ataupun tata cara pengoperasian trainer ini sehingga tidak terjadi kesalahan yang akan membuat kerusakan pada trainer. Dalam Pengujian pengukuran alat tersebut, penulis melakukan percobaan alat pada jam 10.00-14.40. Percobaan dilakukan secara bergantian antara *polycrystalline*, *monocrystalline*, dan *parallel* agar bisa mendapatkan data yang akan dianalisis.

### 1. Data Hasil Percobaan panel surya Polycrystalline

Tabel 1. Data Hasil Percobaan panel surya Polycrystalline

Hari	Jam (WIB)	G (W/m <sup>2</sup> )	V <sub>mp</sub> (volt)	I <sub>mp</sub> (ampere)	V <sub>oc</sub> (volt)	I <sub>sc</sub> (ampere)	Suhu (°C)
Minggu	10.20	757,50	12,54	0,38	20,10	0,46	44,6
	11.20	870,00	12,59	0,39	19,50	0,48	48,9
	12.20	993,00	12,74	0,42	19,50	0,49	49,4
	13.20	951,00	12,65	0,40	19,60	0,47	49,9
	14.20	798,75	12,61	0,35	19,90	0,42	43,6
Rata-rata		874,05	12,63	0,38	19,72	0,46	47,28

Data hasil percobaan dilakukan jam 10.00-14.00 WIB dengan mengikuti prosedur percobaan. Hasil rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 857,07 W/m<sup>2</sup>, suhu 46,32°C, V<sub>mp</sub> rata-rata 12,65 V, I<sub>mp</sub> rata-rata 0,46 V, V<sub>oc</sub> rata-rata 20,04 V, I<sub>sc</sub> rata-rata 052 V. Intensitas Cahaya Matahari terbesar berada pada pukul 13.00 WIB sebesar 1006,5 W/m<sup>2</sup> dengan V<sub>mp</sub> sebesar 12,73 V, I<sub>mp</sub> sebesar 0,53 A, V<sub>oc</sub> sebesar 19,8 V, dan I<sub>sc</sub> sebesar 057 A.

Untuk mengetahui bagaimana panel surya tipe *polycrystalline* bekerja dengan baik yaitu dengan menghitung parameter Nilai *Fill Factor (FF)*, Daya output panel surya (*P<sub>out</sub>*), Daya input panel surya (*P<sub>in</sub>*) dan Efisiensi Panel Surya (*η*). Untuk lebih jelas berikut masing-masing hasil perhitungannya:

#### 1. Nilai Fill Factor (FF)

$$\text{Rumus: } FF = \frac{I_{mp} \times V_{mp}}{I_{sc} \times V_{oc}}$$

$$FF = \frac{0,46 \times 12,65}{0,52 \times 20,04}$$

$$FF = 0,56$$

2. Daya output panel surya (Pout)  
 Rumus:  $P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$   
 $P_{out} = 20,04 \times 0,52 \times 0,55$   
 $P_{out} = 5,73 \text{ Watt}$
3. Daya input panel surya (Pin)  
 Rumus:  $P_{in} = G \times A_{pv}$   
 $P_{in} = 857,07 \times 0,1$   
 $P_{in} = 47,71 \text{ Watt}$
4. Efisiensi Panel Surya ( $\eta$ )  
 Rumus:  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$   
 $\eta = \frac{5,73}{47,71} \times 100\%$   
 $\eta = 12,01 \%$

## 2. Data Hasil Panel Surya Monocrystalline

Table 3. Data Hasil Percobaan Panel Surya Monocrystalline

Hari	Jam (WIB)	G (W/m <sup>2</sup> )	V <sub>mp</sub> (volt)	I <sub>mp</sub> (ampere)	V <sub>oc</sub> (volt)	I <sub>sc</sub> (ampere)	Suhu (°C)
Minggu	10.00	699,30	12,64	0,52	20,5	0,56	40,5
	11.00	852,75	12,47	0,23	19,7	0,35	48,7
	12.00	985,50	12,73	0,57	19,8	0,58	49,2
	13.00	1006,50	12,73	0,53	19,8	0,57	49,8
	14.00	741,30	12,68	0,47	20,4	0,55	43,4
Rata-rata		857,07	12,65	0,46	20,04	0,52	46,32

Data hasil percobaan dilakukan pada jam 10.20-14.20 WIB dengan mengikuti prosedur percobaan. Hasil rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 874,05 W/m<sup>2</sup>, suhu 47,28oC, V<sub>mp</sub> rata-rata 12,63 V, I<sub>mp</sub> rata-rata 0,38 V, V<sub>oc</sub> rata-rata 19,72 V, I<sub>sc</sub> rata-rata 0,46 V. Intensitas Cahaya Matahari terbesar berada pada pukul 12.10 WIB sebesar 993 W/m<sup>2</sup>.

Untuk mengetahui bagaimana panel surya tipe monocrystalline bekerja dengan baik yaitu dengan menghitung parameter Nilai Fill Factor (FF), Daya output panel surya (Pout), Daya input panel surya (Pin) dan Efisiensi Panel Surya ( $\eta$ ). Untuk lebih jelas berikut masing-masing hasil perhitungannya:

1. Nilai Fill Factor (FF)  
 Rumus:  $FF = \frac{I_{mp} \times V_{mp}}{I_{sc} \times V_{oc}}$   
 $FF = \frac{0,38 \times 12,63}{0,46 \times 19,72}$   
 $FF = 0,53$
2. Daya output panel surya (Pout)  
 Rumus:  $P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$   
 $P_{out} = 19,72 \times 0,46 \times 0,53$   
 $P_{out} = 4,81 \text{ Watt}$
3. Daya input panel surya (Pin)  
 Rumus:  $P_{in} = G \times A_{pv}$   
 $P_{in} = 874,05 \times 0,09$   
 $P_{in} = 78,66 \text{ Watt}$



4. Efisiensi Panel Surya ( $\eta$ )

Rumus: 
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{4,81}{78,66} \times 100\%$$

$$\eta = 6,11 \%$$

3. Data Hasil Percobaan Panel Surya Gabungan *Polycrystalline dan Monocrystalline*

**Table 3. Data Hasil Percobaan Panel Surya *Monocrystalline***

Hari	Jam (WIB)	G (W/m <sup>2</sup> )	V <sub>mp</sub> (volt)	I <sub>mp</sub> (ampere)	V <sub>oc</sub> (volt)	I <sub>sc</sub> (ampere)	Suhu (°C)
Minggu	10.40	762,75	13,8	0,91	20,20	1,00	44,4
	11.40	933,75	13,08	0,94	19,70	0,97	49,0
	12.40	936,00	13,21	1,03	19,80	1,11	49,3
	13.40	956,25	13,11	1,01	19,60	1,09	49,7
	14.40	723	12,97	0,86	19,90	0,91	43,2
Rata-rata		<b>862,35</b>	<b>13,23</b>	<b>0,95</b>	<b>19,84</b>	<b>1,01</b>	<b>47,12</b>

Data hasil percobaan dilakukan pada jam 10.40-14.40 dengan mengikuti prosedur percobaan didapatkan hasil rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 862,35 W/m<sup>2</sup>, suhu rata-rata 47,12 °C V<sub>mp</sub> rata-rata 13,23 V, I<sub>mp</sub> rata-rata 0,95 V, V<sub>oc</sub> rata-rata 19,84 V, I<sub>sc</sub> rata-rata 1,01 V. Intensitas Cahaya Matahari terbesar berada pada pukul 13.20 WIB sebesar 956,25 W/m<sup>2</sup>.

Untuk mengetahui bagaimana panel surya tipe gabungan tipe *polycrystalline* dan *monocrystalline* secara paralel bekerja dengan baik yaitu dengan menghitung parameter Nilai *Fill Factor (FF)*, Daya output panel surya (*P<sub>out</sub>*), Daya input panel surya (*P<sub>in</sub>*) dan Efisiensi Panel Surya ( $\eta$ ). Untuk lebih jelas berikut masing-masing hasil perhitungannya:

1. Nilai Fill Factor (FF)

Rumus: 
$$FF = \frac{I_{mp} \times V_{mp}}{I_{sc} \times V_{oc}}$$

$$FF = \frac{0,95 \times 13,23}{1,01 \times 19,84}$$

$$FF = 0,63$$

2. Daya output panel surya (P<sub>out</sub>)

Rumus: 
$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

$$P_{out} = 19,84 \times 1,01 \times 0,63$$

$$P_{out} = 12,62 \text{ Watt}$$

3. Daya input panel surya (P<sub>in</sub>)

Rumus: 
$$P_{in} = G \times A_{pv}$$

$$P_{in} = 862,35 \times 0,386$$

$$P_{in} = 332,87 \text{ Watt}$$

4. Efisiensi Panel Surya ( $\eta$ )

Rumus: 
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{12,62}{332,87} \times 100\%$$

$$\eta = 4,20 \%$$

**SIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancangan trainer dengan kombinasi solar panel tipe polycrystalline dan monocrystalline untuk media pembelajaran mata kuliah pembangkit listrik energi terbarukan dapat direalisasikan.

2. Mengoperasikan trainer dengan kombinasi solar panel tipe polycrystalline dan monocrystalline dapat dilakukan dengan tiga pola pengoperasian yakni melalui pengukuran parameter panel surya tipe polycrystalline, pengukuran parameter panel surya tipe monocrystalline dan pengukuran parameter panel surya gabungan tipe polycrystalline dan tipe monocrystalline dengan pola rangkaian paralel.
3. Dari hasil analisis trainer kombinasi solar panel tipe polycrystalline dan monocrystalline ketika diparalelkan mendapatkan hasil rata-rata pada Fill Factor (FF) sebesar 0,63, daya output sebesar 12,62 Watt, daya input sebesar 332,87 Watt an efisiensi sebesar 4,20 %

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ayuningtyas, A. A. (2023). Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Upaya Mewujudkan Perpustakaan Digital di Era Society 5.0. *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, 11(1), 29–36.
- Dharma, S. (2008). Pendekatan, Jenis, Dan Metode Penelitian Pendidikan. Direktorat Tenaga Kependidikan. *Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal.*
- Drop, K., Pada, P., Gedung, S., & Slab, F. (2022). *Kontribusi drop panel pada struktur gedung tipe flat slab.* 6(September).
- Fajaryani, N. L. G. S., & Suryani, E. (2018). Struktur Modal, Likuiditas, Dan Ukuran Perusahaan Terhadap Kinerja Keuangan Perusahaan. *Jurnal Riset Akuntansi Kontemporer*, 10(2), 74–79. <https://doi.org/10.23969/jrak.v10i2.1370>
- Gea, S., Zulfahmi, Z., Yunus, D., Andriyani, A., & Hutapea, Y. A. (2018). The Isolation of Nanofibre Cellulose from Oil Palm Empty Fruit Bunch Via Steam Explosion and Hydrolysis with HCl 10%. *Journal of Physics: Conference Series*, 979(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/979/1/012063>
- Hafid, A. (2021). Simulasi Pengendali Beban Elektronik Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Desa Pallawa Kecamatan Tellu Limpoe Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 4(2), 87–94. <https://doi.org/10.31289/jesce.v4i2.4186>
- Ibrahim, H., Darianto, & Cahya, D. D. (2018). Unjuk Kerja Sistem Pembangkit Listrik Menggunakan Biogas Limbah Cair Pada Pabrik Kelapa Sawit Performance of the Power Plant System Using Biogas Liquid Waste at the Palm Oil Mill. *Jmemme*, 2(2), 78–85.
- Lumi, Y. R., Budiarto, R., & Kusnanto, K. (2022). Analisis Kebutuhan dan Strategi Penyediaan Energi Listrik di Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1441>
- Mochtar, G., Hardi, S., & Rohana, R. (2023). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terapung pada Regulating Pond Aplikasi pada PLTA Renun UPDK Pandan PLN Kitsbu. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 6(2), 59–65. <https://doi.org/10.31289/jesce.v6i2.8198>
- Nasution, Y. H. T., Singh, R., & Siregar, N. (2019). Pengendalian Kualitas Produksi Panel Drum Dengan Menggunakan Metode Peta Kontrol Di PT. Atmindo. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 2(1), 18. <https://doi.org/10.31289/jime.v2i1.2426>
- Novianda, N., Akram, R., & Fitria, L. (2020). Internet-Based Flood Detection System (Iot) and Telegram Messenger Using Mcu Node and Water Level Sensor. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 4(1), 230–235. <https://doi.org/10.31289/jite.v4i1.3892>
- Pangaribuan, T., Manihuruk, J., Hasiholan Pardosi, C., & Hutaauruk, J. (2023). Analisis Perancangan Panel Surya Portabel Dengan Autotracking. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 6(2), 66–72. <https://doi.org/10.31289/jesce.v6i2.8913>
- Polewangi, Y. D., Andrian, H., Banjarnahor, M., Munte, S., & Siregar, N. (2023). Penggunaan Metode American Productivity Center (APC) Untuk Pengukuran Produktivitas Pada UMKM XYZ. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 7(1), 1–11. <https://doi.org/10.31289/jime.v7i1.8252>
- Rahman, A., Fitri, Z., Zulkifli, Z., Ula, M., & Suhendra, B. (2022). Analysis of the Teacher's Role in Evaluation of Student Learning Performance Using the TOPSIS Model (Case Study of Smk Negeri 1 Lhokseumawe). *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 5(2), 452–462. <https://doi.org/10.31289/jite.v5i2.6288>
- Saputro, E. A., Simamora, T. A., Rizaldi, A., & Sunarti, A. Y. (2021). Analisa Teknis dan Ekonomis pada Desain Alat Decanter pada Pabrik Biodiesel. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 5(2), 130–136. <https://doi.org/10.31289/jime.v5i2.5163>



**Youstra Sebayang, Habib Satria & Fadhillah Azmi**, Analisis Rancangan Trainer Kombinasi PV Tipe *Polycrystalline* dan *Monocrystalline* pada EBT

- Siregar, S. &. (2020). Analisis Efisiensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jesce*, 4(2), 1–10. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>
- Sitompul, I. J., Satria, H., & Mungkin, M. (2023). *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Elektro ( JITEK ) Perancangan Sistem Otomatis Pemberi Pakan Ikan Berdasarkan Usia Berbasis IoT Design of an IoT-Based Automatic Fish Feeding System Based on Age*. 2(2), 69–73. <https://doi.org/10.31289/jitek.v2i2.2891>
- Susilawati, S., Sembiring, Z., & Muhathir, M. (2020). Motion Monitoring System Based on IoT. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 3(2), 266–271. <https://doi.org/10.31289/jite.v3i2.3326>
- Taro, Z. (2020). JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering) Analisis Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap Skala Rumah Tangga Analysis of Household Scale Solar Power Plant Roof Costs. *Jesce*, 3(2), 2020. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>
- Tharo, Z., Hamdani, H., Andriana, M., & Anisah, S. (2022). Perancangan Dan Implementasi Genset 450 Va Berbasis Panel Surya. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 6(1), 50–58. <https://doi.org/10.31289/jesce.v6i1.7563>