

Desain Solar Cell Trainer Dengan Analisis Morfologi

Normaliaty Fithri ¹, CH. Desi Kusmindari²

¹Engineering Departement , Bina Darma University, Palembang, Indonesia
Email: ¹Normaliaty@binadarma.ac.id, ² desi_christofora@binadarma.ac.id

Abstract

One of the strategies and implementations in realizing resources with character education and skills in the Industrial Revolution Era 4.0, innovation development of learning support tools, continues to develop as a form of student support in facing the Industrial Revolution 4.0. Learning media is an important factor that will affect student learning outcomes. The toughness of providing media in the field of learning can increase the value of efficiency and effectiveness in the teaching and learning process. There are obstacles in the learning process of basic energy conversion practice teaching materials in the Electrical Engineering laboratory at Bina Darma University, because in practical activities there are no training aids (trainers). The main purpose of the morphological method is to expand research into new solutions carried out on the design of an object, where the steps in the morphological method begin by making a list/ table of the necessary characteristics or functions of a product that may be achieved on the trainer, resulting in the identification of the feasibility of a combination of a product. sub solution. In order to be able to identify existing solutions, the results of the zero-one method are used. After processing the data with the zero one method to make decisions from several alternatives, as for examples of calculation of design alternatives using the evaluation matrix as follows : The weight of criterion 1 for alternative 1 = $6.7 \times 0.17 = 1.31$; The weight of criterion 1 for alternative 2 = $6.7 \times 0.67 = 4.48$; The weight of criterion 2 for alternative 1 = $26.67 \times 0 = 0$. By using morphological analysis, it is hoped that the solarcell trainer made according to good standards, with the hope that students can use it in understanding the concept of solar power generation.

Keywords : Solarcell Trainer, Morphology, Energy

1. PENDAHULUAN

Didalam keselarasan penyesuaian terhadap perkembangan industri 4.0, Dunia pendidikan yang menjadi titik tolak di dalam penyediaan Sumber daya yang berkualitas serta mampu berinovasi dengan kreativitas yang berperan aktif dalam menggagas kemampuan nya untuk turut menyongsong era perkembangan industri 4.0, maka mahasiswa harus mampu melatih kecerdasan mereka.

Media pembelajaran merupakan faktor penting yang akan mempengaruhi hasil belajar mahasiswa. Ketangguhan penyediaan media di bidang pembelajaran dapat meningkatkan nilai efisien serta efektifitas di dalam proses belajar dan mengajar. Terdapat kendala dalam proses pembelajaran materi ajar praktek konversi dasar energi di Universitas Bina Darma, karena pada kegiatan praktek belum tersedia alat bantu pembelajaran (trainer). Pengaruh tersebut menyebabkan mahasiswa masih terlihat bingung dan kurang dapat memahami dengan cepat akan materi yang disampaikan oleh Dosen. Dengan menggunakan trainer, diharapkan dosen

sebagai tim pengajar, dapat lebih mudah menyampaikan materi dan memudahkan pemahaman mahasiswa dalam praktek dasar konversi energi serta layak dipergunakan untuk menunjang keaktifan dan meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Dengan morfologi akan didapat bentuk susunan yang sistematis untuk menganalisa bentuk pada suatu mesin atau produk, dimana grafik morfologi merupakan penggambaran secara ringkas dari kesimpulan analisa suatu design. Dengan menggunakan analisis morfologi, diharapkan trainer solarcell yang dibuat sesuai dengan standar yang baik, dengan harapan mahasiswa dapat menggunakannya dalam memahami konsep dari pembangkit listrik tenaga surya.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan utama metode morfologi adalah memperluas penelitian terhadap solusi baru dilakukan pada design suatu objek, dimana langkah-langkah pada metode morfologi diawali dengan membuat daftar/tabel ciri atau fungsi yang perlu dari suatu produk yang mungkin akan dicapai pada trainer, sehingga menghasilkan identifikasi kelayakan kombinasi suatu sub solusinya.

2.1 Metode pengumpulan data :

- a) **Studi Lapangan** merupakan teknik suatu proses pengumpulan data dilakukan dengan cara mengadakan tinjauan langsung pada objek yang diteliti sehingga mendapatkan data penelitian secara langsung ke lokasi penelitian yang dibutuhkan dan mendapatkan data-data yang diperlukan.
- b) **Studi Pustaka** Penulis yaitu menggunakan pengetahuan teoritis yang didapat dari buku yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi.
- c) **Kegiatan pengumpulan data** melalui :

1. **Pengamatan (Observasi)**

Pada proses ini, lembaran-lembaran pengamatan dijadikan tempat mencatat hasil-hasil pengukuran. Untuk mendapatkan nilai-nilai hasil pencatatan data yang maksimal biasanya lembaran-lembaran pengamatan disediakan sebelum pengukuran atau tabel kolom untuk memudahkan pencatatan serta pembacaan data kembali.

2. **Kuesioner**

Merupakan daftar soal/pertanyaan tertulis akan sebuah produk, didalam kuesioner diarahkan konsumen mengisi sesuai pendapatnya mengenai produk yang berhubungan dengan permintaan yang terdapat di dalam isi kuesioner.

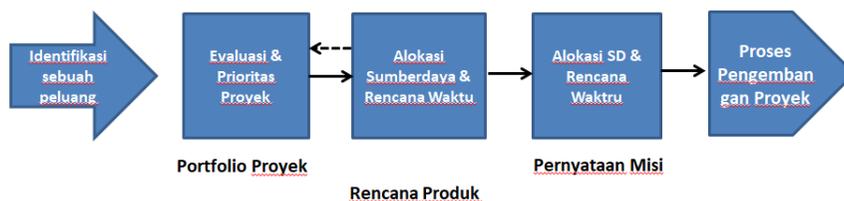
2.2. Langkah Penelitian

Di dalam melakukan suatu proses perencanaan, terlebih dahulu perlu membutuhkan sebuah tujuan sasaran yang akan tercapai. Kemudian didalam

penyusunan pada setiap langkah dan target kegiatan dalam pencapaian sasaran sebaiknya menyiapkan dan dapat memanfaatkan sumber daya yang akan digunakan. Perencanaan produk adalah proses secara periodik yang mempertimbangkan portfolio dari proyek pengembangan produk untuk dijalankan[1].

Lima proses untuk mengembangkan suatu rencana produk dan pernyataan misi proyek antaralain [1] :

1. Mengidentifikasi sebuah peluang.
Perencanaan sebuah proses, dapat dimulai dengan mengidentifikasi peluang-peluang di dalam pengembangan produk
2. Mengevaluasi serta memprioritaskan proyek.
Pada langkah kedua pada proses perencanaan produk yaitu pemilihan proyek yang terbaik untuk dilaksanakan.
3. Mengalokasikan sumber daya dengan rencana waktu.
Apabila suatu perusahaan tidak mampu untuk berinvestasi disetiap peluang pengembangan produk yang sesuai dengan portfolio sebuah proyek yang seimbang.
4. Menyelesaikan perencanaan sebuah proyek.
Setelah disetujui sebaiknya proyek segera diselesaikan, dengan menilai pada sumber daya penting untuk digunakan dan dilakukan kegiatan perencanaan pada produk pendahuluan.
5. Merefleksikan hasil dan proses.
Pada langkah akhir dari perencanaan serta proses, sebuah strategi dilakukan dengan mengambil sebuah langkah bijaksana agar lebih dapat menyederhanakan presentasi, refleksi dan seharusnya kesesuaian yang dapat terus menerus dilakukan dalam proses.



Gambar 1. Proses Perencanaan Produk [1]

Proses perencanaan mempertimbangkan peluang-peluang pengembangan produk. Peluang-peluang itu diidentifikasi oleh banyak sumber, mencakup usulan bagian pemasaran, penelitian, pelanggan, dan analisis keunggulan para pesaing. Merujuk pada peluang-peluang tersebut maka sebuah portfolio proyek akan dipilih, penentuan waktu proyek dilakukan mengikuti outlinenya serta pengalokasian sumber daya. Perencanaan sebuah produk akan diperbaharui secara berkala dan termenejemen sehingga mencerminkan perubahan terhadap lingkungan

persaingan, mengiuti teknologi, dan informasi berdasarkan keberhasilan produk yang sudah ada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumen merupakan intisari dari pengembangan sebuah produk yang didasari dari sebuah target sebuah tujuan. Konsumen menggunakan sebuah produk sekaligus memanfaatkan produk yang digunakan sehingga konsumen dapat mengetahui nilai lebih dan kekurangan dari produksi industri yang mereka gunakan [2]. (Imam Djati Widodo, 2003:23). Solusi alternatif-alternatif yang dapat menjadi metode pemecahan permasalahan perancangan, salah satunya adalah metode *Morphological Chart*. *Morphological Chart* berisi elemen-elemen, sub-sub atau berupa komponen-komponen yang berisi akan solusi lengkap yang dapat dikombinasikan[3].

Sel surya merupakan perangkat elektronik yang berfungsi mengkonversi cahaya energi (foton) yang berasal dari sinar matahari yang berubah ke energi listrik melalui proses berupa fenomena “photoelectrochemical/photovoltaic”[4]. Modul surya merupakan komponen yang penting dan utama pada siklus pembangkit listrik surya, yang berfungsi mengubah sinar cahaya matahari menjadi arus listrik. Modul surya terbagi menjadi bagian sel sel photovoltaik yang terangkai paralel ataupun secara seri. Tanpa modul surya maka energi listrik tidak mungkin dihasilkan [5].

Pada umumnya sel surya mampu bertahan 20 hingga 25 tahun, khususnya jenis mono-crystalline. Sel surya jenis ini didesign mampu bertahan beroperasi kurang lebih 30 tahun dimana pada saat mendesign mengacu pada kondisi lab-test. Disetiap partisi silikon itu sendiri tidak mengalami degradasi yang mengakibatkan kerusakan bahkan setelah puluhan tahun pemakaian [6].

Pembangkit listrik menggunakan sel surya bekerja dengan cara merubah panas yang berasal dari matahari menjadi sumber energy listrik. Di sisi Charge Controller bekerja agar pengisian listrik kedalam batere serta nilai Voltage yang berasal dari sel surya dapat dikontrol tidak melebihi kapasitas yang seharusnya [7].

3.1 Data Kriteria Desain Alat

Pengumpulan data kriteria desain alat **Modul Trainner panel surya** di kumpulkan dari beberapa orang ahli yang paham, dari penyebaran kuesioner tersebut maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Data Kriteria Desain Alat Modul Trainner panel surya

No	Kriteria	Rank
1.	Batang penyangga	1
2.	Warna media display	3

No	Kriteria	Rank
3.	Umur teknis	5
4.	Kelengkapan teknis	2
5.	Ukuran	4

Sumber : Kuesioner

3.2 Data Uji Validitas dan Raliabilitas

Untuk menguji validitas dan reliabilitas kuesioner ini adalah dengan cara menyebarkan kuesioner kepada 30 responden yang memiliki paham mengenai pembuatan Modul Trainer Panel Surya :

Tabel 2. Hasil Pengumpulan Data Kuesioner Uji Validitas Dan Relibilitas

Responden Ke	Pertanyaan Ke					Total
	1	2	3	4	5	
1	4	5	4	5	4	22
2	4	4	4	4	5	21
3	4	4	4	4	5	21
4	5	3	5	3	5	21
5	5	5	5	5	5	25
6	5	3	5	3	4	20
7	5	4	5	4	4	22
8	5	5	5	5	5	25
9	5	5	5	5	5	25
10	5	3	5	3	5	21
11	1	2	1	2	3	9
12	5	5	5	5	5	25
13	5	5	5	5	4	24
14	5	5	5	5	4	24
15	4	4	4	5	4	21
16	5	3	4	4	5	21
17	5	4	4	4	5	22
18	5	5	5	3	5	23
19	5	5	5	5	5	25
20	5	5	5	3	4	22
21	3	3	5	4	4	19
22	5	5	5	5	5	25
23	5	5	5	5	5	25
24	5	5	5	3	5	23
25	5	5	1	2	3	16
26	4	4	5	5	5	23

Responden Ke	Pertanyaan Ke					Total
	1	2	3	4	5	
27	4	4	5	5	4	22
28	4	4	5	5	4	22
29	5	5	4	4	4	22
30	4	3	5	3	5	20

Sumber : kuesioner

3.3 Uji Validitas dan Reliabilitas

Dari kuesioner yang didapat akan diolah menggunakan spss untuk mengetahui apakah kuesioner tersebut valid dan realibilitas :

A. Uji Validitas

Untuk menguji valid atau tidaknya kuesioner maka akan diuji tingkat kevaliditanya menggunakan SPSS :

Tabel 3. Hasil uji validitas kuesioner

Pertanyaan	R hitung	Ket.sig. 0.05	Interpretasi
1	0,586	>0.3610	VALID
2	0,495	>0.3610	VALID
3	0,623	>0.3610	VALID
4	0,517	>0.3610	VALID
5	0,508	>0.3610	VALID

Sumber : Kuesioner

Nilai r tabel dicari pada taraf signifikan 5% dengan uji dua sisi dan jumlah n sama dengan 30, maka di dpat nilai r tabel sebesar 0,3610. dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semua item valid karena semua r hitung lebih besar dari hasil r tabel pada tarah signifikan 5%, sehingga tidak perlu dilakukan perbikan terhadap kuesioner dan dapat dilanjutkan pad tahap reliabilitas.

B. Uji Reliabilitas

Dalam proses pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan apakah kuesioner yang akan di reliabel atau tidak dengan melihat nilai alfa sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil uji Reliability kuesioner

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0.767	5

Sumber : Kuesioner

3.4 Kriteria Analisis Kebutuhan

Berdasarkan dari data yang telah diperoleh pada kriteria desain alat pembuka filter dari para ahli melalui kuesioner dengan, maka akan dilakukan pengolahan data untuk mengetahui ranking dan bobot dari masing masing kriteria, berikut ini adalah cara perhitungan untuk kriteria batang penyangga :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{30} \tag{1}$$

$$\bar{X} = \frac{4+5+5+\dots+5}{30} = \frac{136}{30} = 4,53$$

Sedangkan untuk menentukan ranking ditentukan berdasarkan nilai rata-rata terbesar, selanjutnya dari ranking yang telah ditentukan dapat dilihat dari bobot dari masing-masing kriteria, perhitungan bobot dari masing-masing kriteria dapat dilihat sebagai berikut :

$$bobot = \frac{Rank\ i}{\sum Rank} \times 100 \tag{2}$$

$$Bobot = \frac{1}{15} = 6,67$$

Perhitungan tersebut adalah menentukan bobot dari kriteria bahan desain, sedangkan nilai bobot untuk kriteria selanjutnya dapat di lihat pada tabel 8. dengan cara perhitungan bobot yang sama.

Tabel 5. Rating Modul Trainer Panel Surya

No	Kriteria Total	Rata-Rata	Ranking	Bobot	
1	Batang penyangga	136	4,53	1	6,67
2	Warna media display	127	4,23	4	26,67
3	Umur teknis	135	4,50	2,5	16,67
4	Kelengkapan teknis	123	4,10	5	33,33
5	Ukuran	135	4,50	2,5	16,67

Sumber : Pengolahan data

3.5 Metode Zero-One

Cara pelaksanaan zero-one adalah dengan mengumpulkan data dan fungsi- fungsi yang tingkatanya relatif sama. Kemudian disusun dalam suatu matrik *zero- one* yang berbentuk bujur sangkar kemudian dilakukan penilaian dari fungsi-fungsi nya. Untuk menghitung *zero-one* maka ada 3 alternatif dalam metode seperti ini :

Keterangan :

- 1 = Lebih Penting
- 0 = Kurang Penting
- X = Fungsi Sama
- 0,5 = Penting

Tabel 6. Metode Zero-one Untuk Mencari Indeks

Alternatif	A	B	C	Jumlah	Indeks
A	X	1	1	2	2/3
B	0	X	1	1	1/3
C	0	0	X	0	0

Tabel 7. Alternatif Solusi yang akan di capai

No	Kriteria Total	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Batang penyangga	Besi	Baja ringan	Aluminium
2	Umur teknis	1	2	3
3	Ukuran	100 x 60 cm	110 x 60 cm	110 x 70 cm
4	Warna media display	Putih	Coklat muda	Biru muda
5	Kelengkapan teknis	Solar Charge Controller beserta diagram alur sistem panel surya, Inverter DC to AC, Indikator alat ukur DC dan AC, Implementasi dan Aplikasi Beban DC dan <i>Beban AC</i>	Solar Charge Controller, Inverter DC to AC, Indikator alat ukur DC dan AC, Implementasi dan Aplikasi Beban DC dan <i>Beban AC</i>	Solar Charge Controller, Inverter DC to AC, Indikator alat ukur DC dan AC

3.6 Kelengkapan Teknis

Solusi yang mungkin dapat diterapkan dari 3 alternatif bahan rangka dengan menggunakan metode *zero one* sebagai berikut :

Alternatif	Pilihan
1	1 > 2 3 = 1
2	2 < 1 2 = 3
3	1 = 3 3 = 2

Tabel 8. Zero One Untuk Umur Teknis

Alternatif	1	2	3	Jumlah	Indeks
1	X	1	0,5	1,5	0,5
2	0,5	X	0,5	0,5	0,17
3	0,5	0	X	0,5	0,17

Sumber : Pengolahan data

Setelah dilakukan pengolahan data dengan metode *zero one* untuk mengambil keputusan dari beberapa alternatif, adapun contoh perhitungan alternatif desain dengan menggunakan matriks evaluasi sebagai berikut :

Bobot kriteria 1 untuk alternatif 1 = $6,7 \times 0,17 = 1,31$

Bobot kriteria 1 untuk alternatif 2 = $6,7 \times 0,67 = 4,48$

Bobot kriteria 2 untuk alternatif 1 = $26,67 \times 0 = 0$

Perhitungan selanjutnya untuk alternatif dapat dilihat pada tabel 9. berikut adalah perhitungannya :

Tabel 9. Hasil Matriks Evaluasi

No	Alternatif	Kriteria					Total
		1	2	3	4	5	
	Bobot	6,67	26,67	16,67	33,33	16,67	
1	1	0,17	0,00	0,17	0,50	0,50	28,97
		1,13	0,00	2,83	16,67	8,33	
2	2	0,67	0,33	0,67	0,17	0,17	32,93
		4,47	8,80	11,17	5,67	2,83	
3	3	0,17	0,67	0,17	0,33	0,17	35,67
		1,13	17,87	2,83	11,00	2,83	

3.7 Morphological Chart

Berdasarkan hasil yang di dapatkan dari pengolahan data menggunakan metode *zero-one* selanjutnya pengolahan data menggunakan metode *Morphological Chart* yang dilakukan dengan langkah-langkah membuat daftar fungsi yang diperlukan dari suatu produk, berdasarkan fungsi yang mungkin bisa di kombinasikan berdasarkan langkah-langkah tersebut diperoleh hasil berikut :

1. Daftar fungsi yang perlu dari produk Modul Panel Surya sebagai berikut :
 - a. Fungsional, b. Ergonomi, d. Reliabel
2. Membuat cara-cara untuk mencapai fungsi-fungsi yang perlu tersebut.

Dalam pembuatan Modul Panel Surya dapat 3 fungsi yang di perlukan, cara mencapai masing-masing fungsi tersebut dapat di lihat pada tabel 10.

Tabel 10. Cara Mencapai Fungsi Produk Alat Modul Panel Surya

Fungsi	Cara Mencapai Fungsi
Fungsional	Bahan Kerangka, Dimensi dan Kelengkapan Teknis
Ergonomi	Warna
Reliabel	Umur Teknis

Sumber : Pengolahan data

3. Membuat *morphological chart* yang memperlihatkan solusi rancangan yang mungkin diterapkan. *Morphological chart* dari produk alat Modul Panel Surya digunakan untuk menampilkan fungsi yang harus dicapai dari 3 alternatif :

Tabel 11. *Morphological chart* Modul Panel Surya

No	Kriteria Total	Cara Mencapai Fungsi		
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Batang penyangga	Besi	Baja ringan	Aluminium
2	Umur teknis	1	2	3
3	Ukuran	100 x 60 cm	110 x 60 cm	110 x 70 cm
4	Warna media display	Putih	Coklat muda	Biru muda
5	Kelengkapan teknis	Solar Charge Controller, Inverter DC to AC, Indikator alat ukur DC dan AC,	Solar Charge Controller, Inverter DC to AC, Indikator alat ukur DC dan AC, Implementasi dan Aplikasi Beban DC dan Beban AC	Solar Charge Controller beserta diagram alur sistem panel surya, Inverter DC to AC, Indikator alat ukur DC dan AC, Implementasi dan Aplikasi Beban DC dan Beban AC
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

4 Mengidentifikasi solusi kombinasi rancangan yang di tetapkan Pada tahapan langkah ini kombinasi di identifikasi dari seluruh solusi rancangan yang mungkin di terapkan dari morphological chart , guna mengidentifikasi solusi yang ada dengan cara menggunakan hasil dari metode *zero-one* tersebut.

Berdasarkan hasil dari metode *zero-one* maka kombinasi yang akan ditetapkan dari solusi rancangan untuk alat pembuka filter dapat dilihat dari tabel 12. sebagai berikut :

Tabel 12. Kombinasi Solusi Modul Panel Surya

No	Kriteria Total	Cara Mencapai Fungsi		
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Batang penyangga	Besi	Baja ringan	Aluminium
2	Umur teknis	1	2	3
3	Ukuran	100 x 60 cm	110 x 60 cm	110 x 70 cm
4	Warna media display	Putih	Coklat muda	Biru muda
5	Kelengkapan teknis	Solar Charge Controller beserta diagram alur sistem	Solar Charge Controller, Inverter DC to AC,	Solar Charge Controller, Inverter DC to AC,

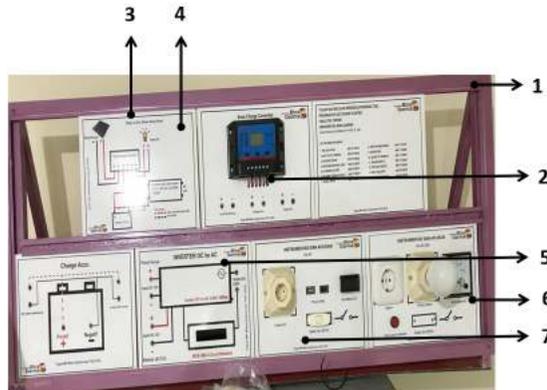
panel surya,
Inverter DC to
AC, Indikator
alat ukur DC
dan AC,
Implementasi
dan Aplikasi
Beban DC dan
Beban AC

Indikator alat
ukur DC dan
AC,
Implementasi
dan Aplikasi
Beban DC
dan Beban
AC

Indikator alat
ukur DC dan
AC

3.8 Tahap Kreatif

Pada tahapan ini alat yang akan di rancang digambar bentuk tiga dimensi yang bertujuan untuk lebih mempermudah penilaian terhadap konsep alat yang akan dirancang dan dibuat, adapun Modul Panel Surya hasil Morfologi chart dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2. Modul Trainer Panel Surya



Gambar 3. Tampak Belakang Modul Trainer Panel Surya

Data Spesifikasi Teknis Modul Trainer panel surya :

1. Batang Media Penyangga Modul menggunakan **Baja Ringan Taso**
Alasan : a. Ringan

- b. Susah berkarat
 - c. Kuat sebagai penyanggah/mampu menopang beban berat
 - d. Biaya perawatan sangat rendah/kemungkinan rusak sangat minim
 - e. Anti rayap
 - f. Tidak mengalami proses memuai dan penyusutan
 - g. Sukar terbakar
2. Dilengkapi **Solar Charge Controller** (Input Panel surya, Charger Accu, Beban DC)
Alasan :
 - a. Mengatur arus searah yang diisi ke battery
 - b. Mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh
 - c. Mengatur kelebihan voltase dari panel surya / solar cell.
 - d. Mengurangi Kelebihan voltase dan pengisian yg dapat mengurangi umur baterai
3. Dilengkapi **Diagram alur sistem** kerja Panel surya
Alasan :
 - a. Pengemasan Relevansi materi
 - b. Ketersediaan ilustrasi dan gambar
 - c. Kemudahan dan motivasi belajar
 - d. Kemudahan informasi
4. Bahan Media Display lay out Akrilik bercat putih
Alasan :
 - a. Ringan
 - b. Kuat dan elastis
 - c. Mudah dibersihkan
 - d. Tahan lama
 - e. Tidak menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme
5. Dilengkapi **Inverter DC to AC**
Alasan :
 - a. Mendekati kepada beban yang ingin digunakan (DC ke AC)
 - b. Menstabilkan keluaran beban AC
6. Dilengkapi **Indikator alat ukur DC dan AC (Voltmeter DC dan Voltmeter AC)**
Alasan :
 - a. Memudahkan pemahaman hasil pengukuran dengan hasil perhitungan rumus teori
 - b. Memudahkan pemahaman interaksi nilai hasil panas dengan keluaran tegangan listrik
 - c. Voltmeter membantu untuk mengetahui suatu besaran dari output solarcell
7. Dilengkapi **Implementasi dan Aplikasi Beban DC dan Beban AC**
Alasan :
 - a. Port USB (beban DC)

- b.Lampu DC
- c. Stop kontak AC
- d. Lampu AC

4. KESIMPULAN

Pada Desain Solar Cell Trainer Dengan Analisis Morfologi dihasilkan standar dengan alternatif yang dianggap terbaik dalam pengembangan *solarcell trainer* sebagai alat pembelajaran yaitu design yang dilengkapi dengan Kelengkapan Teknis yang bersifat efisien dan praktis sebagai media pembelajaran antara lain : *Solar Charge Controller* Beserta Diagram Alur Sistem panel surya, *Inverter DC to AC*, Indikator alat ukur DC dan AC, Implementasi dan Aplikasi Beban DC dan Beban AC

REFERENCES

- [1] T. Ulrich, K., & D, Eppinger, S, 2012, “The Product Design and Development Process”, In *The McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York*
- [2] Imam Djati Widodo, 2003, “Perencanaan Dan Pengembangan Produk; Product, Planning & Design”, UII Press, Yogyakarta.
- [3] Ginting. R, 2010, “Perancangan Produk”, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [4] R. Waluyo Jati S, 2020, ”Diklat Teknis Pengenalan PLTS Rooftop (PLTS Terhubung Jaringan)”, Distance Learning –PPSDM Ketenagalistrikan dan EBTKE, Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia KEBTKE.
- [5] B. Rizky Dewantoro, 2020, ”Pengetahuan Dasar ROOFTOP PV”, Distance Learning –PPSDM Ketenagalistrikan dan EBTKE, Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia KEBTKE, Ciracas, Jakarta Timur.
- [6] Iman Permana, 2008, ”Pengenalan Teknologi Tenaga Surya”, Modul siswa SMK PLTS, Modul ET-PLTS-S01-03, PPPPTK, Bandung, Indonesia berkerjasama dengan Kedutaan Besar Belanda
- [7] Normaliaty, Endah, 2017, “Android sebagai Detektor Suhu pada Mesin Penetas Telur Ayam dengan Solarcell sebagai Backup Energi”, *Jurnal Ilmiah TEKNO (ISSN : 1907-5243), Vol.14 No.1 April 2017*