

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM TENAGA SURYA
UNTUK SISTEM REFRIGERASI DC TEMPERATUR
MEDIUM PADA APLIKASI KONTAINER
PENDINGIN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE BAGUS SETIA PARANTAPA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM TENAGA SURYA
UNTUK SISTEM REFRIGERASI DC TEMPERATUR
MEDIUM PADA APLIKASI KONTAINER
PENDINGIN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh
I MADE BAGUS SETIA PARANTAPA
NIM. 1915234019

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM TENAGA SURYA UNTUK SISTEM REFRIGERASI DC TEMPERATUR MEDIUM PADA APLIKASI KONTAINER PENDINGIN

Oleh

I MADE BAGUS SETIA PARANTAPA
NIM. 1915234019

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi
Program D4 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

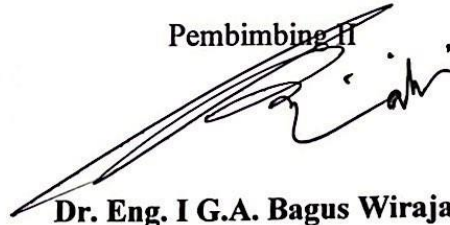
Disetujui oleh:

Pembimbing I



I D.M. Cipta Santosa, ST., M.SC., Ph.D
NIP. 197212211999031002

Pembimbing II



Dr. Eng. I G.A. Bagus Wirajati, ST, M.Eng
NIP. 197104151999031002

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. F Gede Santosa M. Erg
NIP. 1966092419931003

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN SISTEM TENAGA SURYA UNTUK SISTEM REFRIGERASI DC TEMPERATUR MEDIUM PADA APLIKASI KONTAINER PENDINGIN

Oleh

I MADE BAGUS SETIA PARANTAPA
NIM. 1915234019

Skripsi ini telah di pertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat di lanjutkan sebagai Skripsi pada hari/tanggal:
23 Agustus 2023

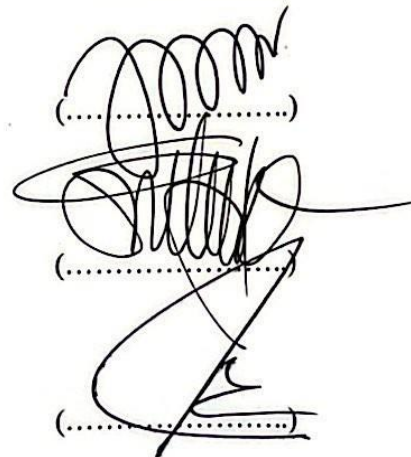
Tim Penguji

Ketua Penguji : Dr. Adi Winarta, S.T.,M.T.
NIP : 197610102008121003

Penguji I : Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si
NIP : 196605041994031003

Penguji II : Ir. I Wayan Suirya, M.T.
NIP : 196608201993031001

Tanda Tangan



(.....)

(.....)

(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Made Bagus Setia Parantapa

NIM : 1915234019

Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Proposal Skripsi : Rancang Bangun Sistem Tenaga Surya Untuk Sistem Refrigerasi DC Temperatur Medium Untuk Aplikasi Kontainer Pendingin

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Skripsi ini bebas plagiat. Apabila di kemudian hari terbukti plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Jimbaran, 8 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Made Bagus Setia Parantapa

NIM. 1915234019

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanata, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak I Dewa Made Cipta Santosa, ST, M.sc, Ph.D, selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Dr. Eng. I Gusti Agung Bagus Wirajati, ST,M.Eng, selaku dosen pembimbing kedua yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis
10. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga buku skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Jimbaran, 8 Agustus 2023
I Made Bagus Setia Parantapa

ABSTRAK

Penggunaan sistem refrigerasi berbasis kompresi uap menjadi salah satu alat yang sangat umum digunakan oleh masyarakat, contohnya kulkas yang rata-rata masih menggunakan refrigeran yang mengandung CFC (*Chloro Fluoro Carbon*). Perlu dikembangkan sistem pendingin alternatif yang lebih ramah lingkungan dan juga menggunakan sumber energi terbarukan untuk melestarikan lingkungan. Salah satunya adalah mesin refrigerasi yang menggunakan tenaga surya sebagai energi utama, dimana sebelumnya masih menggunakan mesin diesel sebagai penggerak atau energi utama yang digunakan pada sistem refrigerasi konvensional pada umumnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan inovasi pada energi terbarukan pada transportasi refrigerasi dengan mengkombinasikan solar panel untuk mendistribusikan bahan baku makanan, baik itu ikan, daging, buah, dan sayur-sayuran. Perancangan ini meliputi proses pembuatan sistem tenaga surya pada kontainer refrigerasi, serta mengkombinasikan penggunaan solar panel terhadap sistem yang dijelaskan secara terperinci.

Dari hasil pembuatan rancang bangun sistem tenaga surya untuk sistem refrigerasi DC pada kontainer pendingin sistem dapat bekerja dengan baik. Sistem tenaga surya sudah berjalan dengan normal sesuai dengan pencapaian kebutuhan energi dari sistem refrigerasi dan hasil pengujian panel surya dengan beban sistem refrigerasi full DC.

Kata kunci: *tenaga surya, energi fosil, sistem refrigerasi DC, kontainer pendingin*

SOLAR POWER SYSTEM DESIGN FOR MEDIUM TEMPERATURE DC REFRIGERATION SYSTEMS IN REFRIGERATING CONTAINER APPLICATIONS

ABSTRACT

The use of vapor compression refrigeration systems has become a very common tool used by society, such as refrigerators that on average still use refrigerants containing CFC (Chloro Fluoro Carbon). It is necessary to develop alternative cooling systems that are more environmentally friendly and also utilize renewable energy sources to preserve the environment. One of these alternatives is a refrigeration system that utilizes solar power as the main energy source, replacing the previously used diesel engines as the main driving or primary energy source in conventional refrigeration systems.

The aim of this research is to innovate renewable energy in refrigerated transportation by combining solar panels to distribute perishable goods, including fish, meat, fruits, and vegetables. This design encompasses the process of creating a solar power system for refrigerated containers, along with a detailed explanation of how solar panels are integrated into the system.

From the construction and design results of the solar power system for DC refrigeration in the cooling container, the system works effectively. The solar power system operates normally, meeting the energy requirements of the refrigeration system, as evidenced by testing the solar panels under the full DC refrigeration system load.

Keywords: *solar power, fossil energy, DC refrigeration systems, cold containers*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Tenaga Surya Untuk Sistem Refrigerasi DC Temperatur Medium Pada Aplikasi Kontainer Pendingin” tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Jimbaran, 8 Agustus 2023

I Made Bagus Setia Parantapa

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	viix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Bagi Penulis.....	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Bagi Masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Energi.....	4
2.2 Energi Surya.....	4
2.3 Definisi Solar Panel.....	5
2.4 Prinsip Kerja Solar Panel	6

2.5	Jenis Solar Panel	7
2.6	Komponen Sistem Panel Surya.....	9
	2.6.1 <i>Solar Charger Controller</i>	10
	2.6.2 Baterai atau Aki 12V/100Ah	11
2.7	Faktor Pengaruh Output Panel Surya.....	12
2.8	Kelebihan dan Kekurangan Panel Surya.....	13
	2.8.1 Kelebihan Panel Surya.....	13
	2.8.2 Kekurangan Panel Surya.....	14
2.9	Perhitungan Komponen Pada Sistem Tenaga Surya.....	15
	2.9.1 Perhitungan Solar Charger Controller.....	15
	2.9.2 Perhitungan Kapasitas Baterai	15
	2.9.3 Perhitungan Kapasitas Panel Surya.....	15
	2.9.4 Menghitung Area Efektif yang Dibutuhkan.....	16
BAB III METODE PENELITIAN		17
3.1	Jenis Penelitian.....	17
	3.1.1 Desain Panel Surya Pada Mobil <i>Pick up</i>	18
	3.1.2 Kapasitas Sistem Tenaga Surya.....	19
3.2	Alur Penelitian	20
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.4	Sumber Daya Penelitian.....	21
3.5	Instrumen Penelitian.....	22
	3.5.1 Instrumen Dalam Pembuatan.....	22
3.6	Prosedur Penelitian.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
4.1	Hasil Penelitian	26
4.2	Penentuan Dimensi Atap Kontainer.....	26
4.3	Perhitungan Komponen Sistem Tenaga Surya Untuk Sistem Refrigerasi	27
	4.3.1 Mengidentifikasi Bebas dan Jam Operasi Beban.....	28
	4.3.2 Menghitung Kebutuhan Energi Harian	28
	4.3.3 Menghitung Daya Puncak dan Modul Panel Surya	28
	4.3.4 Menghitung Jumlah Modul atau Panel Surya	30

4.3.5 Menghitung Luas Area Efektif yang Dibutuhkan	30
4.3.6 Menghitung Kebutuhan Energi Dari Baterai	31
4.3.7 Menentukan Tegangan Kerja & Menghitung Ampere Hour (Ah) atau Kapasitas Baterai	31
4.3.8 Menghitung Kapasitas Daya & Arus Solar Charge Regulatr (SCR) atau SCC	32
4.4 Pembuatan Desain Kerangka Panel Surya	32
4.5 Proses Pembuatan dan Perakitan	36
4.6 Sistem Kelistrikan	40
4.7 Data <i>Test commissioning</i> Panel Surya	41
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian skripsi.....	20
Tabel 3.2 Ukuran kontainer pendingin.....	24
Tabel 4.1 Dimensi kontainer pendingin	26
Tabel 4.2 Sepesifikasi module panel surya	26
Tabel 4.3 Tabel energi pada setiap komponen sistem refrigerasi DC.....	27
Tabel 4.4 Tabel minimum rata-rata radiasi matahari	28
Tabel 4.5 Tabel data rugi-rugi pada sistem plts	39
Tabel 4.6 Data hasil <i>test commissioning</i> panel surya.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Energi Surya.....	5
Gambar 2.2 Solar Panel	6
Gambar 2.3 Proses konversi energi matahari pada solar panel ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Solar panel monocristalline.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Solar panel polycrystalline.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Solar panel thin film	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Sistem Panel Surya	9
Gambar 2.8 <i>Solar charger controller</i>	10
Gambar 2.9 Baterai	12
Gambar 3.1 Rancangan Mobil <i>Pick up</i> Refrigerasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 Desain Mobil <i>Pick up</i> Regrigerasi Tenaga Surya....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Desain Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 Diagram Alur Penelitian.....	19
Gambar 3.5 Mesin Las Listrik	21
Gambar 3.6 Mesin gerinda.....	22
Gambar 3.7 Mesin bor tangan.....	22
Gambar 3.8 Tool box	23
Gambar 3.9 Multimeter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Mekanisme perancangan sistem tenaga surya pada kontainer pendingin	32
Gambar 4.2 Rancangan kerangka bawah panel surya.....	32
Gambar 4.3 Desain kerangka dalam	33
Gambar 4.4 Desain kerangka kombinasi besi <i>hollow</i>	33
Gambar 4.5 Desain kerangka pegangan actuator linear.....	34
Gambar 4.6 Desain kerangka atas.....	34
Gambar 4.7 Rel alluminium dan mounting.....	35
Gambar 4.8 Proses pemotongan besi	36

Gambar 4.9 Proses pengelasan besi	36
Gambar 4.10 Proses pengeboran.....	37
Gambar 4.11 Proses pengecatan	37
Gambar 4.12 Kerangka bawah.....	38
Gambar 4.13 Hasil perakitan kerangka atas dan aktuator linear.....	38
Gambar 4.14 Rangkain kelistrikan.....	39
Gambar 4.15 Grafik tegangan panel surya.....	41
Gambar 4.16 Grafik daya keluaran panel surya.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Pembelian bahan
- Lampiran 2. Proses pengerjaan di atas kontainer
- Lampiran 3. Perakitan dan pengetesan aktuator
- Lampiran 4. Pemasangan baterai dan hasil perakitan kerangka atas
- Lampiran 5. RAB Sistem tenaga surya

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi pendingin konvensional saat ini merupakan transportasi produk makanan atau minuman dengan menggunakan kendaraan berpendingin seperti truk, kontainer, yang dilengkapi dengan sistem pendingin konvensional. Tujuan dari transportasi ini adalah untuk menjaga suhu produk tetap stabil dan terhindar dari kerusakan atau kerusakan kualitas karena perubahan suhu yang tidak diinginkan. Transportasi ini umumnya digunakan untuk mendistribusikan produk makanan dan minuman segar seperti daging, ikan, buah-buahan, sayuran, dan produk susu.

Meskipun transportasi ini cukup efektif dalam menjaga suhu produk tetap stabil, namun transportasi ini memiliki kelemahan yaitu, sistem pendingin menggunakan bahan bakar fosil, yang menghasilkan emisi karbon dioksida dan polutan lainnya. Peningkatan kebutuhan akan energi ini mengakibatkan sumber daya alam yang ada semakin berkurang ketersediaannya. Sumber energi baru dan terbarukan merupakan alternatif sumber energi listrik yang ketersediaannya sangat melimpah. Namun pemanfaatan eksposurnya masih belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Dengan mengombinasikan sistem tenaga surya maka menjadi lebih ramah lingkungan dan dapat memanfaatkan energi terbarukan. Sistem ini nantinya menggunakan panel surya untuk mensuplai listrik pada sistem refrigerasi kontainer. Dalam aplikasi ini, sistem pendingin dapat mempertahankan suhu dalam kisaran tertentu, sehingga produk yang didistribusikan terjaga kualitasnya.

Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mendukung pengembangan energi terbarukan dan untuk mendukung operasional sistem refrigerasi yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan. Sehingga diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat membantu pengembangan sistem tenaga surya untuk sistem refrigerasi pada mobil *pick up* kontainer pendingin.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada Skripsi ini berjudul “Rancang Bangun Sistem Tenaga Surya Untuk Sistem Refrigerasi DC Temperatur Medium Pada Aplikasi Kontainer Pendingin” ini diantaranya:

1. Bagaimana desain rancang bangun sistem tenaga surya dan proses pembuatan pada kontainer pendingin ?
2. Bagaimana hasil *test commissioning* sistem tenaga surya untuk sistem refrigerasi DC pada kontainer pendingin?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan rancangan sistem tenaga surya untuk sistem refrigerasi berkapasitas 1/2 pk.
2. Jenis *solar charger controler* yang digunakan PWM.
3. Menghitung kebutuhan panel surya dan baterai.
4. Jenis panel surya yang digunakan *monocrystalline* 250 WP.
5. Luas kontainer sudah ditentukan yaitu panjang 220 cm, lebar 160 cm, tinggi 150 cm.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dibuatnya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan Umum

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan pada jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui desain dan proses pembuatan rancang bangun pada kontainer pendingin.
2. Untuk menguji hasil pembuatan dengan metode *test commissioning* sistem tenaga surya dengan sistem refrigerasi DC pada kontainer pendingin

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis berharap dengan adanya penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan bagi penulis tentang sistem tenaga surya untuk sistem refrigerasi DC pada kontainer pendingin.
2. Dengan adanya penelitian ini penulis dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali khususnya Progran Studi sarjana terapan Teknologi Rekayasa Utilitas.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Diharapkan adanya pengembangan peralatan praktik di laboratorium program studi sarjana terapan Teknologi Rekayasa Utilitas.
2. Sebagai referensi acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali.

1.5.3 Bagi Masyarakat

1. Menginformasikan hasil pengujian sehingga dapat menjadi pengetahuan yang baru bagi masyarakat.
2. Menginformasikan kepada masyarakat sehingga dapat mengetahui terdapat kontainer pendingin pada truk transportasi menggunakan kombinasi tenaga surya selain truk pendingin konvensional.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang penulis dapat sampaikan pada proses pembuatan laporan proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Tenaga Surya Untuk Sistem Refrigerasi DC Temperatur Medium Pada Aplikasi Kontainer Pendingin” dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada saat perhitungan sistem tenaga surya untuk menghidupkan beban berupa sistem refrigerasi DC selama 12 jam dengan 5 jam baterai akan menyuplai penuh didapat jumlah panel surya sebanyak 3 buah panel tipe 250 Wp, SCC 30A 1 unit dan 4 buah aki dengan berkapasitas 100 Ah.
2. Pada saat proses pembuatan sistem tenaga surya menggunakan 3 buah panel surya, 1 unit SCC 30A dan 2 buah aki, dengan menggunakan sistem penggerak aktuator linear sebagai buka tutup panel surya.
3. Pada saat *test commissioning* didapatkan nilai rata-rata daya keluaran panel surya yaitu 369 W dengan tegangan 38.48 V dan arus listrik panel surya 9.6 A.

Dengan hasil pengujian daya keluaran panel surya yang dilakukan selama 5 hari, data yang maksimal didapatkan selama 3 hari dikarenakan cuaca selama pengujian yang kurang mendukung dan intensitas cahaya yang berawan.

5.2 Saran

Dalam pembuatan skripsi ini ini penulis mempunyai beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi:

1. Dalam pengujian ini hal yang paling kurang yaitu melakukan pengujian dengan mengoperasikan mobil *pick up* selama 12 jam penuh dan dilakukan berturut-turut selama 5 minggu dengan situasi cahaya matahari yang cerah, saran penulis bila pengujian panel surya ini di angkat kembali sebagai

topik penelitian yaitu sebaiknya menambah 1 penggerak aktuator linear untuk panel surya, agar pergerakan panel surya menjadi tambah cepat dimana penulis sebelumnya hanya menguji kerja 1 buah penggerak yang dirancang.

2. Selalu melakukan koordinasi dengan pembimbing dalam menyelesaikan skripsi dan selalu berkoordinasi dalam team dalam proses pembuatan agar pembuatan menjadi lebih terorganisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, M. 2015. Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (*Solar Home Sytem*). Program Studi D3 Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu.
- Dekko, N.A. 2020. *Aplikasi Solar Panel Roof Sebagai Alternatif Energi Refeer Container Yard PT. Terminal Peti Kemas Surabaya*. Surabaya: Teknik Sistem Perkapalan ITS.
- Diantari, R.A., Erlina, Widyastuti, C. 2017. Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Jurnal Energi & Kelistrikan*. 9 (2):101-179.
- Fransiscis, J.T. 2013. Las (Welding). Modul Praktikum. Politeknik Negeri Manado, Sulawesi Utara.
- Hajir, N. 2020. Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung. Kota Semarang, Jawa Tengah.
- Harahap, P. 2020. Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. *Jurnal Teknik Elektro*. 2 (2):73-80.
- Hasanah, A.W., Koerniawan, T., Yuliasyah. 2018. Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem *Off-Grid* di STT-PLN. *Jurnal Energi & Kelistrikan*. 10 (2):93-101.
- Hendra, S.P., Ronny. T. 2019. Modifikasi Alat Bantu Gerinda Silinder Untuk Meningkatkan Fungsi Meisn Bubut. *Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Universitas Surabaya*. 15. (1):9-13.
- Ilham, B.P. 2017. *Proses manufaktur Mesin Bor*. Proyek Akhir. Teknik Industri Fakustal Teknik Universitas Serang Raya.

- Mehora, S. 2020. Rancangan Peercobaan Thermometer Inframerah:Kalibrasi dan Keunggulan Pemanfaatannya. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 16 (3):117-121.
- Muhammad, A. 2016. Pengertian Multi Meter dan Aplikasinya. Terdapat pada: <http://enprints.pdsri.ac.id>. Diakses pada tanggal 27 januari 2023.
- Mulyana, R. 2018. Instalasi pembangkit listrik tenaga surya dos & don'ts. Terdapat pada:<http://ebtke.esdm.go.id/post/2018/08/31/2007/buku.panduan.instalasi.pembangkit.listrik.tenaga.surya>. Diakses tanggal 1 juli 2023
- Romli, I., Hidayat, M.A., Naya, C. 2021. Monitoring and Assembly Of Internet Of Thing-Based Solar Power Plant. *Teknika:Jurnal Sains dan Teknologi*. 17 (02):228-234.
- Safitri, N., Rihayat, T., Riskina, S. 2019. *Buku Teknologi Photovoltaic*. Edisi 1. YayasanPuga Aceh Riset. Jln. Medan-Banda Aceh.
- Saputra, I. A. 2019. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Aplikasi Penggerak Mesin Freezer. Universitas Indraprasta PGRI, Depok, Jawa Barat, Indonesia.
- Widayana, G. 2012. Pemanfaatan Energi Surya. *JPTK Undhiksha*. 9 (1):37-46.