

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN
KELISTRIKAN MENGGUNAKAN SOLAR PANEL
DENGAN DAYA SEARAH PADA APLIKASI
KONTAINER PENDINGIN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE SWARA NATA

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN
KELISTRIKAN MENGGUNAKAN SOLAR PANEL
DENGAN DAYA SEARAH PADA APLIKASI
KONTAINE PENDINGIN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE SWARA NATA
NIM. 2015223004

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN KONTROL DAN KELISTRIKAN MENGUNAKAN SOLAR PANEL DENGAN DAYA SEARAH PADA APLIKASI KONTAINE PENDINGIN

Oleh


I MADE SWARA NATA

NIM :2015223004


Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing 1


Ida Bagus Gde Widantara, S.T., M.T.
NIP. 197204282062121001

Pembimbing 2


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

Disahkan oleh:

Ketua jurusan Teknik Mesin


Dr.Ir.I Gede Santosa, M.Eng
NIP.196609241993031007



LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN KONTROL DAN KELISTRIKAN MENGUNAKAN SOLAR PANEL DENGAN DAYA SEARAH PADA APLIKASI KONTAINE PENDINGIN

Oleh

I MADE SWARA NATA
NIM. 2015223004

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Senin, 21 Agustus 2023

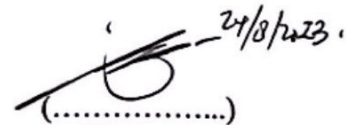
Tim Penguji

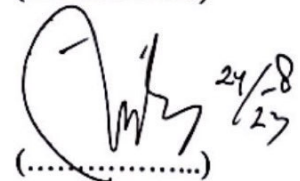
Ketua Penguji : Ir. I Wayan Adi Subagia, MT
NIP : 196211241990031001

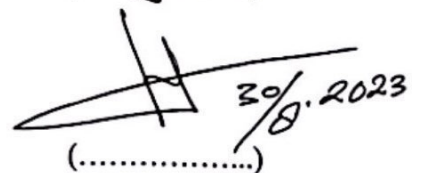
Penguji I : Dr. Luh Putu Ike Midiani, S.T., M.T.
NIP : 197206021999032002

Penguji II : Dra. Ni Wayan Sadiyani, M.Hum.
NIP : 196812121999032001

Tanda Tangan


(.....) 24/8/2023


(.....) 24/8/23


(.....) 30/8.2023

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I MADE SWARA NATA
NIM : 2015223004
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : RANCANG BANGUN KONTROL DAN KELISTRIKAN
MENGUNAKAN SOLAR PANEL DENGAN DAYA
SEARAH PADA APLIKASI KONTAINE PENDINGIN

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

Badung, 21 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I MADE SWARA NATA

NIM. 2015223004

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan 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 Wiryanta, ST., MT., Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T, Selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara
5. Bapak Ida Bagus Gde Widantara, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir.I Putu Sastra Negara, M.Si. selaku dosen pembimbing-2 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 Proyek Akhir ini.
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 Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk kakak/adik tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Buku Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khusus kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 21 Agustus 2023



I MADE SWARA NATA

ABSTRAK

Distribusi menggunakan kontainer pada produk bahan pangan seperti buah, sayur, maupun makanan segar lainnya masih memerlukan biaya operasional refrigerasi secara konvensional masih cukup tinggi untuk menyimpan produk agar tidak cepat rusak dan membusuk yang sekarang ini banyak digunakan para pedagang. Indonesia sebagai daerah tropis dengan temperatur dan kelembaban lingkungan yang tinggi, secara umum akan terjadi laju pembusukan sangat cepat pada penyimpanan produk sayur dan buah segar tanpa pendinginan. Sistem refrigerasi yang dirancang bertemperatur *medium* dikendalikan pada rentang temperatur 10°C s/d 15°C dalam rentang temperatur dalam ruang pendingin,

Pembuatan prototipe sistem refrigerasi kompresi uap dengan kompresor arus searah ini sebagai penyimpan sayuran dan buah-buahan segar, dengan menggunakan beberapa metode pada konsep ini yang meliputi antara lain, menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap sebagai sistem pendinginnya. Serta proses pembuatan sistem menggunakan solar panel dengan daya searah pada aplikasi kontainer pendingin dan komponen yang digunakan yang dijelaskan secara terperinci.

Dari hasil pembuatan prototipe sistem hasil dari rancang bangun sistem kontrol dan kelistrikan menggunakan solar panel dengan daya searah pada aplikasi kontainer pendingin dengan kompresor DC memerlukan kapasitas daya sebesar 2.395,2 kwh dan COP sebesar 5,31 .

Kata kunci : *sistem kontrol dan kelistrikan menggunakan daya searah pada aplikasi pendingin kompresor dc*

ABSTRACT

Distribution using containers for food products such as fruit, vegetables and other fresh foods still requires conventional refrigeration operational costs which are still quite high to store products so they don't spoil and rot quickly which is currently widely used by traders. Indonesia as a tropical area with high environmental temperature and humidity, in general, a very fast decay rate will occur in the storage of fresh fruit and vegetable products without refrigeration. The refrigeration system designed for medium temperature is controlled in the temperature range of 10oC to 15oC in the temperature range in the cooling chamber,

Making a prototype of a vapor compression refrigeration system with a direct current compressor as a store for fresh vegetables and fruits, using several methods in this concept which include, among other things, using a vapor compression refrigeration system as the cooling system. As well as the process of making a system using solar panels with direct power in the cooling container application and the components used which are explained in detail.

From the results of making a system prototype, the results of the control and electrical system design using solar panels with unidirectional power in refrigerated container applications with DC compressors require a power capacity of 2,395.2 w/h and a COP of 5.31.

Keywords: *control and electrical systems use unidirectional power in dc compressor refrigeration applications*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul "Rancang Bangun Prototipe Sistem Refrigerasi Arus Searah Untuk Aplikasi Truk Refregerasi" tepat pada waktunya. Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini jauh dari sempurna dan masih ada kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 21 Agustus 2023



I MADE SWARA NATA

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pengesahan oleh Pembimbingan	ii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iii
Pernyataan Bebas Plagiat	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Daftar isi.....	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar.....	x
Lampiran	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Manfaat	3
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis.	3
1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali.	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Energi	5
2.2 Pengertian Energi Surya.....	6
2.3 Pengertian Solar Panel	7
2.4 Struktur Panel Surya	8
2.5 Cara Kerja Sel Surya.....	10
2.6 Sistem Panel Surya.....	10
2.7 Jenis-Jenis Panel Surya	14

2.8	Alat Penyimpan Energi /Baterai.....	15
2.9	<i>Solar Charger Controller</i>	15
2.10	<i>Switch SPST (Single Pole Single Throw)</i>	17
2.11	<i>Fan Kondensor Dan Fan Evaporator</i>	17
2.12	<i>Relay</i>	18
2.13	<i>Display Thermostat</i>	18
2.14	Menentukan Kebutuhan Panel Surya.....	20
2.15	Menentukan Penggunaan Baterai	20
2.16	Menentukan <i>Sollar Charge Controler</i>	21
2.17	Pengertian Sistem Kontrol.....	21
2.18	Kompresor.....	21
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Kelistrikan	23
3.2	Alur Penelitian	24
3.3	Lokasi Dan Waktu Penelitian	25
3.4	Penentuan Sumber Data.....	25
3.5	Sumber Daya Penelitisan	26
3.6	Prosedur Penelitian	26
BAB IV Hasil Dan Pembahasan		
4.1	Rangkaian Rancang Bangun Kelistrikan Panel Surya.	28
4.2	Rangkaian Rancang Bangun Kontrol dan Kelistrikan Refrigerasi.	30
4.3	Pemilihan Komponen Kelistrikan.....	30
4.3.1	<i>Thermostat Digital STC – 1000</i>	30
4.3.2	Baterai.	31
4.3.3	<i>Relay</i>	31
4.3.4	<i>Fan Kondensor</i>	31
4.3.5	<i>Fan Evaporator</i>	32
4.3.6	Resistor	32
4.3.7	Kompresor	32
4.3.8	Saklar SPST (<i>Single Pole Singel Throw</i>)	33

4.4 Proses instalasi sistem kontrol dan kelistrikan	33
---	----

BAB V Penutup

5.1 Kesimpulan.....	42
---------------------	----

5.2 Saran	42
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian proyek akhir	25
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>thermostat stc</i> – 1000	30
Tabel 4.2 Spesifikasi baterai.....	31
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>relay</i>	31
Tabel 4.4 Spesifikasi <i>fan</i> kondensor.....	31
Tabel 4.5 Spesifikasi <i>fan</i> evaporator.....	32
Tabel 4.6 Spesifikasi resistor.....	32
Tabel 4.7 Spesifikasi kompresor	32
Tabel 4.8 Spesifikasi saklar SPST.....	33
Tabel 4.9 Tanpa beban	39
Tabel 4.10 Rata-rata tanpa beban	40
Tabel 4.11 Energi pada setiap komponen sistem refrigerasi DC	40
Tabel 4.12 Energi yang di hasilkan solar panel.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Energi.....	5
Gambar 2.2 Energi Surya	6
Gambar 2.3 Solar Panel	7
Gambar 2.4 Struktur Panel Surya	8
Gambar 2.5 Cara Kerja Sel Surya	10
Gambar 2.6 Sistem <i>On Grid</i>	11
Gambar 2.6 Sistem <i>Off Grid</i>	12
Gambar 2.6 Sistem <i>Hybrid</i>	13
Gambar 2.7 Jenis-Jenis Panel Surya.....	14
Gambar 2.8 Alat Penyimpan Energi	15
Gambar 2.9 <i>Solar Charger Controller</i>	16
Gambar 2.10 <i>Switch SPST</i>	17
Gambar 2.11 <i>Fan</i> Kondensor Dan <i>Fan</i> Evaporator.....	17
Gambar 2.12 <i>Relay</i>	18
Gambar 2.13 <i>Display Thermostat</i>	18
Gambar 2.19 Kompresor	22
Gambar 3.1 Desain Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Kelistrikn.....	23
Gambar 3.2 Alur Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Rangkaian Rancang Bangun Kelistrikan Panel Surya.....	28
Gambar 4.2 Rangkaian Rancang Bangun Kelistrikan Sistem Refrigerasi	30
Gambar 4.4.1 Proses instalasi dua buah <i>relay</i>	34
Gambar 4.4.2 Proses instalasi positif negatif dari <i>relay</i> kompresor	34
Gambar 4.4.3 Proses intaslasi F+ dari kompresor menuju ke saklar SPST	35
Gambar 4.4.4 Proses instalasi minus power stc dan <i>cooling</i> menuju resistor	35
Gambar 4.4.5 Prose instalasi kabel pada STC dan kompresor.....	36
Gambar 4.4.6 Proses intalasi <i>fan</i> pada sistem refrigerasi dan kelistrikan	36
Gambar 4.4.7 Instalasi minus aki disambungkan pada saklar SPST	37
Gambar 4.4.8 Instalasi saklar <i>fan</i> kondensor dan <i>fan</i> evaporator.....	37

Gambar 4.4.9 Proses *finising* kompresor, *fan* kondensor dan *fan* evaporator... 38

Gambar 4.4.10 Proses *running tes* pada sistem..... 38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kontainer pendingin adalah sebuah sistim pengangkutan barang yang akan mengangkut bahan – bahan yang tidak bisa bertahan lama baik itu berupa makanan dan minum dalam kondisi tertentu. Adapun pengertian lain adalah semua jenis kontainer baik besar maupun kecil yang akan mengangkut makanan maupun minuman dalam kondisi tertentu. Kontainer pendingin pertama sukses diperkenalkan oleh industri es krim sekitar tahun 1925. (wikipedia, 2021)

Sistim kontrol dan kelistrikan dalam sebuah sistim kontainer pendingin memegang peranan yang cukup besar dimana sistim ini akan memegang kendali kondisi yang ada dalam kontainer pendingin tersebut. Adapaun bagian besar dari kontainer pendingin adalah sistim pendinginan dan sistim kelistrikan termasuk sistim kontrol dari sistim pendingin tersebut. Hal lain dari sistem kontrol dan kelistrikan adalah sebuah sistim vital yang akan menunjang operasinal dari sistim referigerasi sehingga sistim ini dapat bekerja secara efektif dan efisien.

Hal lain yang cukup berpengaruh adalah sistim daya dari sistim - sistim kontainer pendingin tersebut yang dimana selama ini sistem pendingin pada kontainer yang menggunakan tenaga putaran mesin yang menyebabkan beban mesin akan sangat berat karena menanggung 2 sistim yaitu sistem penggerak kendaraan dan sistim penggerakan pendingin kontainer. Hal inilah yang menarik penulis ingin mengaplikasikan sistim solar panel dimana aplikasinya menggunakan kompresor DC dengan harapan beban mesin kendaraan dapat dikurangi sehingga menghemat bahan bakar dan untuk mesin pendingin dibebankan pada solar panel dan tentunya sistim ini memerlukan sistem kelistrikan dan kontrol yang khusus.

Untuk itu maka dikombinasikan dengan tenaga surya yang dimana dapat membantu meringankan kerja mesin dan memanfaatkan energi terbaru agar lebih ramah lingkungan. Teknologi yang akan dikembangkan pada produk penelitian ini mempunyai kebaruan, urgensi dan keunikan berupa penerapan khusus pada

kontainer pendingin yang di kombinasi komponen sistim kontrol yang digunakan lebih berorientasi untuk penghematan energi pada kontainer pendingin .

Maka dari itu solar panel akan dipasang pada bagian atap kontainer dimana energi akan disuplai secara *hybrid* dari tenaga surya dan baterai mobil dengan sistim kontrol yang kompatibel dengan teknologi mobil listrik solar panel dirancang dengan efisiensi tinggi sehingga dengan *space* yang ada energi di suplai untuk kebutuhan operational kontainer pendingin. Solar panel adalah sebuah alat yang terdiri dari sel yang terbuat dari bahan semikonduktor untuk mengubah energi menjadi energi listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan diatas maka permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

- a. Rancang bangun sistim kontrol dan kelistrikan menggunakan solar panel dengan daya searah pada aplikasi kontainer pendingin yang dihasilkan sesuai dengan standar dengan beban pendinginan ?
- b. Berapa sumber daya listrik yang dicapai untuk sistim kelistrikan panel surya pada kontainer pendingin ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas hanya dibatasi untuk membahas hal-hal yang mencakup tentang sebagai berikut :

- a. Sistem kontrol dan kelistrikan menggunakan solar panel dengan daya searah pada aplikasi kontainer.
- b. Ukuran kontainer yang digunakan dengan panjang 250 cm, lebar 175 cm dan tinggi 160 cm untuk penyimpanan sayuran maupun produk yang memerlukan temperatur tertentu.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini yaitu:

1.4.1 Tujuan umum

1. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam penyelesaian pendidikan Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, secara teori, ataupun praktek.
3. Menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah dan menerapkan ke dalam bentuk perencanaan.

1.4.2 Tujuan khusus

- a. Mendapatkan rancang bangun kontrol dan kelistrikan sistem refrigerasi menggunakan kompresor arus searah pada aplikasi kontainer pendingin.
- b. Dapat menentukan kapasitas daya yang di butuhkan pada sistem kontrol refrigerasi dengan kompresor arus searah pada aplikasi kontainer pendingin.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil karya ini :

1.5.1 Manfaat bagi penulis

Rancang bangun sistem kontrol dan kelistrikan menggunakan solar panel dengan daya searah pada aplikasi kontainer pendingin adalah sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama perkuliahan di Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Bali baik secara teoritis maupun praktek.

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai sarana pendidikan atau ilmu pengetahuan dibidang sistem refrigerasi dan tata udara, yang nantinya menjadi suatu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut dan jika produk dapat diterima dengan baik oleh masyarakat atau industri maka nama institusi Politeknik Negeri Bali dapat dikenal baik dalam menciptakan lulusan dengan sumber daya manusia yang berdaya saing tinggi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang penulis dapat sampaikan pada proses pembuatan laporan proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Kelistrikan Menggunakan Solar Panel Dengan Daya Searah Pada Aplikasi Kontainer Pendingin”.

1. Dari hasil rancang bangun prototipe ini menghasilkan sebuah prototipe box kontainer pendingin lengkap dengan rangkaian kontrol kelistrikan dengan mempergunakan beberapa komponen pada sistem kontrol dan kelistrikan seperti :
 - a. Thermostat digital yang berfungsi untuk mengontrol suhu atau temperatur pada kabin kontainer.
 - b. Reley yang berfungsi untuk menyambungkan atau memutuskan arus listrik secara otomatis yang di pengaruhi oleh sensor dan menghubungkan daya listrik secara cepat pada kompresor, *fan* kondensor dan *fan* evaporator.
 - c. Saklar yang berfungsi untuk mengidupkan dan mematikan semua sistem pada kontainer pendingin.
 - d. Baterai yang berfungsi untuk sumber daya yang akan digunakan pada sistem.
 - e. Resistor 680 Ω yang berfungsi untuk menaikkan rpm pada kompresor.
 - f. MCB yang berfungsi untuk menyambungkan dan mematikan arus pada baterai.
2. Hasil dari rancang bangun sistem kontrol dan kelistrikan menggunakan solar panel dengan daya searah pada aplikasi kontainer pendingin dengan kompresor DC memerlukan kapasitas daya sebesar 2.503,2 W/h dan COP sebesar 5,31 dengan daya solar panel 3.600 watt

5.2 Saran

Dalam pembuatan tugas proyek akhir ini penulis mempunyai beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi :

- 1 Memastikan menggunakan kabel SNI supaya tidak mudah rusak, tidak terjadi arus pendek dan tidak mudah terbakar.
- 2 Memastikan relay pada kompresor terinstalasi dengan benar
- 3 Memastikan tegangan pada baterai dapat digunakan untuk menghidupkan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

Budiarto, R., dkk. (2017). *Energi Surya untuk Komunitas: Meningkatkan Produktivitas Masyarakat Pedesaan melalui Energi Terbarukan (PDF)*. Jakarta: Lembaga Kajian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Pengurus Besar Nahdlatul Ulama. ISBN 978-602-60753-2-1.

Bumi Energy Surya.2012.*Jenis - jenis panel surya.Terdapat pada*
<https://bumienergisurya.com/jenis-panel-surya>. Diakses pada 4 mei 2015

Crompton, T.R. (2000-03-20). *Battery Reference Book (edisi ke-third)*. Newnes.
hlm. Glossary 3. ISBN 978-0-08-049995-6. Diakses tanggal 2016-03-18

Gesainstech.2021. *Cara Menghitung Kebutuhan PLTS Skala Rumahan | Panel Surya Industrial Electronics for Engineers, Chemists, and Technicians*, by D. J. Shanefield,
William Andrew Publishing, Norwich, NY, 2001

Gridoto.2019. *Extra Fan Kondensator Dan Evaporator.Terdapat*
https://www.google.com/search?q=extra+fan+kondensator+evaporator+buka+lapak+&tbm=isch&ved=2ahUKEwih8YCtsPWAAXjmmMGHZpcCIYQ2-cCegQIABAA&oeq=extra+fan+kondensator+evaporator+buka+lapak+&gs_lcp=CgNpbWcQA1AAWIUeYLwgaABwAHgAgAH2AYgBzhCSAQ_UyLjUuNZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=8FfnZKG5OeO1juMPmrmmsAU&bih=739&biw=1536&hl=id#imgsrc=MIRe0U4-MD4ThMada.Diakses pada 23
januari 2020

Kelistrikanku.2017. *Mengenal istilah TPDT DPDT DPST SPDT SPST sebagai saklar kelistrikan*

Merdeka.2021. *Fungsi Sekring dalam Aliran Listrik.Terdapat pada*
<https://www.merdeka.com/jateng/fungsi-sekring-dalam-aliran-listrik-ketahui-cara-mengukurnya-kln>. Diakses pada 12 april 2022

Rahmawati, Y., dan Sujito (2019). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Malang: Universitas Negeri Malang

Repository.2011. *Solar charger controler.Terdapat pada*
<http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/28843/E.%20BAB%20II.pdf>. Diakses pada 11 july 2016

Sun Energy.2021. *Sistem panel surya.Terdapat pada <https://sunenergy.id/blog/sistem-panel-surya>. Diakses pada 13 desember 2020*

Sunergi. 2019. *Sistem panel surya. Terdapat pada: <http://www.sunergi.co.id/id/sistem-hybrid/>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2022*

Teknologisurya.2013.*Struktur dan cara kerja sel surya*

Tptumetro.2021.*Thermostat STC 1000, Fungsi, Bagian, Setting, Diagram*

Kelistrikan

Win 8. 2021. BAB II *Tinjauan Pustaka*. Terdapat pada <http://eprints.polsri.ac.id/1109/3/BAB%20II.pdf>. Diakses pada 24 Januari 2023

Yusuf Abdhul. 2022. *Manfaat Energi Matahari dan Macam Konversinya*. Terdapat pada <https://deepublishstore.com/materi/energi-matahari/>. Diakses pada 23 Januari 2023