

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEMAMPUAN PANEL SURYA 410 WP PADA LEMARI PEMBEKU

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

HARIYADI ADHA
1607230034



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

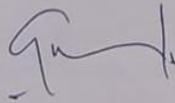
Nama : Hariyadi Adha
NPM : 1607230034
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Kemampuan Panel Surya 410 WP Pada Lemari Pembeku
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 September 2021

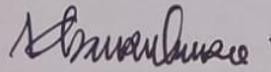
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji



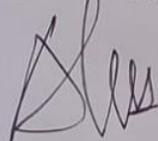
Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Hariyadi Adha
Tempat /Tanggal Lahir : Tanjung Rejo, 07 April 1998
NPM : 1607230034
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Analisis Kemampuan Panel Surya 410 Wp Pada Lemari Pembeku",

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 September 2021

Saya yang menyatakan,



Hariyadi Adha

ABSTRAK

Pada saat ini negara maju dan berkembang sangat banyak menggunakan energi terbarukan seperti panel surya, dimana pasokan listrik tidak dapat diandalkan, sehingga panel surya diperlukan untuk pendingin alternatif. Panel surya merupakan kumpulan sel surya yang dapat menyerap sinar matahari sehingga dapat menghasilkan data pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan panel surya 410 wp pada lemari pembeku dengan mencari data intensitas cahaya matahari untuk mendapatkan tegangan dan arus agar mengetahui hasil daya yang dihasilkan oleh panel surya. Kebutuhan energi dunia akhir-akhir ini sangat meningkat tajam, terutama dengan munculnya negara-negara industri besar. Fakta menunjukkan konsumsi energi terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Dalam tugas akhir ini, analisa tegangan dan arus yang sudah dilakukan mendapatkan hasil tegangan maksimum pada pukul 13:00 wib yaitu 36,1 Volt dan arus maksimum yang didapat pada pukul 13:00 wib sebesar 9,25 Ampere. Untuk mengetahui perbandingan daya yang dihasilkan maka dilakukan pengujian hasil daya maksimum dan intensitas cahaya matahari maksimum adalah pukul 13:00 wib yaitu 333,925 Watt/m² dan intensitas cahaya matahari yang didapat adalah 342,341 Watt/m². Sehingga mendapatkan waktu optimal kerja panel surya pada pukul 11:00 wib s/d pukul 15:00 wib.

Kata kunci : panel surya, tegangan, arus, intensitas cahaya matahari, daya, dan waktu optimal

ABSTRACT

In our day developed and developing countries are increasingly using renewable energy such as solar panels, where power supplies are unreliable, so solar panels are needed for alternative cooling. Solar panels are clusters of solar cells that can absorb sunlight so that they can generate testing data from solar panels at 410 wp on the freezers by searching for solar light intensity data to get to the voltage and currents to determine the output generated by solar panels. The world's current energy needs have been greatly increased, especially with the emergence of large industrial countries. Facts show that energy consumption is increasing as the rate of economic growth and population increases. At the end of the day, the current analysis of the voltage and current current had reached a maximum voltage of 36.1 volt and a maximum current of 9.25 amperage. As to the ratio of power produced, the maximum power output and maximum light intensity test is at 13:00pm 333,925 Watt/m² And the intensity of sunlight that comes with it is 342.341 Watt/m². So itu gets the optimum time of solar panels at 11:00 pm.Until 3:00pm.

Keywords: solar panels, voltage, current, solar light intensity, power, and optimal time

KATA PENGANTAR

Bersyukur kita kepada Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kemampuan Panel Surya 410 Wp Pada Lemari Pembeku “sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan, baik dalam segi penyusunan materi yang belum memenuhi kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi mencapai kesempurnaan penulisan Proposal Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan Proposal Tugas Akhir ini hingga selesai.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Pembimbing I dan ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Pembimbing II dan Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada penulis.
6. Orang tua penulis : Yusriman dan Samiani, yang telah memberikan kasih sayang membesarkan dan membiyai penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Senior-senior dan adik-adik **PK IMM FATEK UMSU dan IMMAWAN IMMAWATI PC IMM DELI SERDANG P.A 2021-2022.**

9. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Khususnya Angkatan 2016 terima kasih atas bantuan dan dukungannya.

Ucapan terimakasih kepada sahabat saya yang membantu selama menyelesaikan tugas sarjana ini khususnya, **Muhammad urip maulana, Yogi Dira Nugraha, Sabana Arif, Abang Angkat Saya Wawan Septiawan Damanik ST.,MT, Dan Adinda Tersayang Rohdearna Ramadhani** serta semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan sary persatu.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 30 September 2021

Hariyadi Adha

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Ruang Lingkup	2
1.4.Tujuan Penelitian	2
1.5.Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1.Energi Surya	3
2.2.Radiasi Matahari Radiasi	3
2.2.1. Geometri Radiasi Matahari	3
2.2.2. Intensitas Radiasi Surya	4
2.3.Prinsip Kerja Teknologi Tenaga Listrik Solar Cell (PV Cell)	5
2.4.Komponen Sistem PV	6
2.4.1. Solar Cell (PV Cell)	6
2.4.2. Faktor Pengoperasian Sel	7
2.4.3. Karakteristik Solar Cell (Photovoltaic)	8
2.4.4. Prinsip-Prinsip Kerja Solar Cell	9
2.5.Inverter	10
2.6. Baterai	11
2.7. Perhitungan Jumlah Energi PLTS	12
2.7.1. Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Solar Cell	14
2.7.2. Bahan Pembuat Solar Cell	14
2.8. Sistem Pendingin (Refrigerasi)	15
2.9. Road Map Penelitian	16
BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA	
3.1. Tempat dan Waktu	17
3.1.1. Tempat	17
3.1.2. Waktu	17
3.2. Bahan dan Alat	17
3.2.1. Bahan Yang Digunakan	17
3.2.2. Alat	21
3.3. Diagram Alir Penelitian	25
3.4. Rancangan Alat Penelitian	26
3.5. Prosedur Penelitian	27
3.5.1. Langkah-langkah Pemasangan Alat	27
3.5.2. Langkah-langkah Pengujian	28

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Data Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari	29
4.2. Data Pengukuran Tegangan	30
4.3. Data Pengukuran Arus	31
4.4. Data Daya Panel Surya	32
4.5. Hasil Analisa Pengujian Tegangan Dan Daya	34
4.6. Mencari Optimal Waktu Kerja Panel Surya	35
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LEMBAR ASISTENSI	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Road map penelitian	16
Tabel 3.1. Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian	17
Tabel 4.1. Data Hasil Intensitas Cahaya Matahari	30
Tabel 4.2. Data Hasil Pengukuran Tegangan	31
Tabel 4.3. Data Hasil Pengukuran Arus	32
Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Daya	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Effect Of Cell Temperature Voltage (V)	7
Gambar 2.2 Effect Of Insolation Intensity On Cuerrent (I)	7
Gambar 2.3 Panel Surya	8
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Panel Surya	9
Gambar 2.5 Inverter	11
Gambar 2.6 Baterai	12
Gambar 2.7 Konfigurasi Panel Surya	13
Gambar 3.1 Lemari Pembeku	18
Gambar 3.2 Panel Surya	18
Gambar 3.3 Charger Controler	19
Gambar 3.4 Baterai	19
Gambar 3.5 Inverter	20
Gambar 3.6 Kabel	20
Gambar 3.7 Besi	20
Gambar 3.8 Baut San Mur	21
Gambar 3.9 Multimeter	21
Gambar 3.10 Mesin las	22
Gambar 3.11 Mesin Gerinda	22
Gambar 3.12 Mesin Bor	22
Gambar 3.13 Meteran	23
Gambar 3.14 Obeng	23
Gambar 3.15 Kunci ring pas	23
Gamabr 3.16 Gambar Rancangan Alat Penelitian	26
Gambar 3.17 Pemasangan Papan Dudukan Komponen Sel Surya	27
Gambar 3.18 Pemasangan Tiang Penyangga Dudukan Panel Surya	27
Gambar 3.19 Pemasangan Panel Surya Pada Sudut 40^0	27
Gambar 3.20 Pemasangan <i>Charger Controller</i>	28
Gambar 3.21 Pemasangan Inverter	28
Gambar 3.22 Pemasangan Kulkas Ke Stop Kontak	28
Gambar 4.1. Grafik hubungan antara intensitas cahaya terhadap waktu	29
Gambar 4.2. Grafik hubungan antara tegangan terhadap waktu	31
Gambar 4.3. Grafik hubungan antara arus terhadap waktu	32
Gambar 4.4. Grafik hubungan antara daya terhadap waktu	33
Gambar 4.5. Grafik Perbandingan antara intensitas cahaya matahari terhadap daya	34

DAFTAR NOTASI

P_{in}	= Daya Input Akibat Radiasi Matahari (Watt)
G	= Intensitas Radiasi Matahari (Watt/m^2)
A	= Luas Area Permukaan Photovoltaic Module (m^2)
V_{max}	= Tegangan Pada Daya Maksimum (Volt)
I_{max}	= Arus Pada Daya Maksimum (Ampere)
EL	= Pemakaian Energi (Kwh/Hari)
G_{av}	= Intensitas Cahaya Matahari (Kwh/m^2)
H_{pv}	= Efisiensi Panel Surya
TCF	= Faktor Koreksi Suhu
H_{out}	= Efisiensi Keseluruhan Sistem Panel Surya (Baterai, Inverter, Controller)
PV Area	= Area Panel Surya (m^2)
H_b	= Efisiensi Baterai
H_i	= Efisiensi Inverter
H_c	= Efisiensi Controller

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini negara maju dan berkembang sangat banyak yang menggunakan energi terbarukan seperti panel surya, karena pasokan listrik tidak dapat diandalkan, sehingga panel surya diperlukan untuk pendingin alternatif. Lemari es surya diperkenalkan dinegara berkembang untuk mengurangi penggunaan pendingin berpendingin minyak tanah atau gas yang merupakan alternatif paling umum. Mereka menggunakan untuk penyimpanan vaksin dan aplikasi rumah tangga didaerah tanpa pasokan listrik yang dapat diandalkan karena mereka memiliki listrik jaringan yang buruk atau tidak ada sama sekali. Mereka membakar satu liter minyak tanah perhari sehingga membutuhkan pasokan bahan bakar konstan yang mahal dan berbau dan bertanggung jawab untuk memproduksi sejumlah besar karbon dioksida. Mereka juga bisa sulit untuk disesuaikan yang dapat menyebabkan pembekuan obat.

Lemari es bertenaga surya ditandai dengan isolasi tebal dan penggunaan kompresor DC (bukan AC). Lemari es bertenaga surya menggunakan dengan kombinasi panel surya dan baterai timbal untuk menyimpan energi yang diserap matahari untuk hari berawan dan dimalam hari tanpa adanya sinar matahari untuk menjaga isinya tetap dingin. Lemari es ini mahal dan membutuhkan baterai timbal-asam berat yang cenderung memburuk, terutama didaerah beriklim panas, atau disalahgunakan untuk keperluan lain. Selain itu, baterai memerlukan perawatan, harus diganti kira-kira setiap tiga tahun dan harus dibuang sebagai limbah berbahaya yang mungkin menyebabkan polusi timbal. Masalah-masalah ini dan biaya yang dihasilkan lebih tinggi telah menjadi hambatan untuk penggunaan lemari es bertenaga surya didaerah berkembang.

Panel surya merupakan suatu komponen yang dapat digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk melakukan analisa kemampuan panel surya pada penggunaan lemari pembeku sehingga mengetahui proses penyimpanan energi yang diserap panel surya dan mengangkat pada sebuah judul **“ANALISIS KEMAMPUAN PANEL SURYA 410 WP PADA LEMARI**

PEMBEKU“ dalam penelitian ini penulis akan mencari kemampuan panel surya 410 wp pada lemari pembeku yang dikerjakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Berapa besar daya yang dihasilkan panel surya 410 wp.
2. Berapa lama waktu optimal kerja dari panel surya untuk menghasilkan listrik.

1.3. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian tugas akhir ini:

1. Dalam penelitian ini akan melakukan pengujian teradap panel surya dengan kapasitas 410 wp apakah mampu untuk mengoperasikan lemari pembeku dengan kapasitas tegangan 200V/50HZ serta daya 183.875 Watt.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya.
2. Untuk mendapatkan waktu optimal kerja dari panel surya.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Sebagai studi banding dan bahan bacaan untuk rekan mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang akan membahas tentang lemari pendingin menggunakan panel surya.
2. Merupakan salah satu bekal mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh.
3. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi para peneliti lain yang ingin mendalami tentang pemakain energi listrik menggunakan panel surya.
4. Untuk memberikan informasi kepada pembaca tentang energi yang dibutuhkan pada pemakaian lemari pembeku.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi Surya

Kebutuhan energi dunia akhir-akhir ini sangat meningkat tajam, terutama dengan munculnya negara-negara industri raksasa. Fakta menunjukkan konsumsi energi terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Terbatasnya sumber energi fosil menyebabkan perlunya pengembangan energi terbarukan dan konservasi energi. Yang dimaksud dengan energi terbarukan di sini adalah energi non-fosil yang berasal dari alam dan dapat diperbaharui. Bila dikelola dengan baik, sumber daya itu tidak akan habis. Di Indonesia pemanfaatan energi terbarukan dapat digolongkan dalam tiga kategori. Yang pertama adalah energi yang sudah dikembangkan secara komersial, seperti biomassa, panas bumi dan tenaga air. Energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas 2 juta km² adalah sebesar 4,8 kWh/m²/hari atau setara dengan 112.000 GWp yang didistribusikan. Indonesia memanfaatkan baru sekitar 10 MWp, sehingga masih banyak dibutuhkan dan dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di wilayah Indonesia untuk dapat menghasilkan listrik.

2.2. Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah sinar yang dipancarkan dari matahari ke permukaan bumi, yang disebabkan oleh adanya emisi bumi dan gas pijar panas matahari. Radiasi dan sinar matahari dipengaruhi oleh berbagai hal sehingga pancarannya yang sampai dipermukaan bumi sangat bervariasi.

2.2.1. Geometri Radiasi Matahari

Untuk mengetahui energi radiasi yang jatuh pada permukaan bumi dibutuhkan beberapa parameter letak kedudukan dan posisi matahari, hal ini perlu untuk mengkonversikan harga fluks berkas yang diterima dari arah matahari menjadi hubungan harga ekuivalen ke arah normal permukaan. Berikut ini adalah beberapa definisi yang digunakan, antara lain :

1. Sudut datang θ adalah sudut antara sinar datang dengan normal pada permukaan pada sebuah bidang.

2. Sudut latitude ϕ pada suatu tempat adalah sudut yang dibentuk oleh garis radial ke pusat bumi pada suatu lokasi dengan proyeksi garis pada bidang equator. Sudut deklinasi berubah harga maksimum +23,450 pada tanggal 21 juni ke harga minimum -23,450 pada tanggal 21 desember. Deklinasi 00 terjadi pada tanggal 21 maret dan 22 desember.
3. Sudut Zenit θ_Z adalah sudut yang dibuat oleh garis vertikal ke arah zenit dengan garis ke arah titik pusat matahari.
4. Sudut Azimuth δ_Z adalah sudut yang dibuat oleh garis bidang horizontal antara garis selatan dengan proyeksi garis normal pada bidang horizontal. Sudut azimuth positif jika normal adalah sebelah timur dari selatan dan negatif pada sebelah barat dan selatan.
5. Sudut latitude α adalah sudut yang di buat oleh garis ke titik pusat matahari dengan garis proyeksinya pada bidang horizontal.
6. Sudut kemiringan (slope) β adalah sudut kemiringan yang di buat oleh permukaan bidang dengan horizontal.

2.2.2. Intensitas Radiasi Surya

Karena adanya perubahan letak matahari terhadap bumi maka intensitas radiasi surya yang tiba di permukaan bumi juga berubah-ubah. Maka berkaitan dengan hal tersebut di atas radiasi surya yang tiba pada suatu tempat di permukaan bumi dapat kita bedakan menjadi 3 jenis. Ketiga jenis radisi itu adalah:

1. Radiasi Langsung (direct radiation)

Intensitas radiasi langsung atau sorotan per jam pada sudut masuk normal I_{bn} dari persamaan berikut ini.

$$I_{bn} = \frac{I_b}{\cos\theta_z} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana I_b adalah radiasi sorotan pada sumbu permukaan horisontal dan $\cos\theta_z$ adalah sudut zenit. Dengan demikian, untuk suatu permukaan yang dimiringkan dengan sudut β terhadap bidang horisontal, intensitas dari komponen sorotan adalah

$$I_{bT} = I_{bn} \cos\theta_T = I_b \frac{\cos\theta_T}{\cos\theta_z} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana θ_z disebut sudut masuk, dan didefinisikan sebagai sudut antara arah sorotan pada sudut masuk normal dan arah komponen tegak lurus (900) pada permukaan bidang miring.

2. Radiasi Sebaran (diffuse radiation)

Radiasi sebaran yang disebut juga radiasi langit (sky radiation), adalah radiasi yang dipancarkan ke permukaan penerima oleh atmosfer, dan karena itu berasal dari seluruh bagian hemisfer langit. Radiasi sebaran (langit) didistribusikan merata pada hemisfer (disebut distribusi isotropik), maka radiasi sebaran pada permukaan miring dinyatakan dengan

$$I_{bT} = I_d \left[\frac{1 + \cos\beta}{2} \right] \dots\dots\dots(3)$$

Dimana β adalah sudut miring dari permukaan miring dan I_d menunjukkan besarnya radiasi sebaran per jam pada suatu permukaan horisontal.

3. Radiasi Pantulan

Selain komponen radiasi langsung dan sebaran, permukaan penerima juga mendapatkan radiasi yang dipantulkan dari permukaan yang berdekatan, jumlah radiasi yang dipantulkan tergantung dari reflektansi (albeldo) dari permukaan yang berdekatan itu, dan kemiringan permukaan yang menerima. Radiasi yang dipantulkan per jam, juga disebut radiasi pantulan.

$$I_{\gamma\tau} = \alpha (I_b + I_d) \left[\frac{1 - \cos\beta}{2} \right] \dots\dots\dots(4)$$

Dimana reflektansi α dianggap 0,20 – 0,25 untuk permukaan-permukaan tanpa salju dan 0,7 untuk lapisan salju yang baru turun, kecuali jika tersedia data yang lain.

2.3. Prinsip Kerja Teknologi Tenaga Listrik Solar Cell (PV Cell)

Cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor, merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut elektronproton, yang apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan elektron hole. Modul surya mampu menyerap cahaya sinar matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energi foton ini. Energi foton pada cahaya matahari ini menghasilkan energi

kinetik yang mampu melepaskan elektron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik. Energi kinetik akan makin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Intensitas cahaya matahari tertinggi diserap bumi di siang hari sehingga menghasilkan tenaga surya yang diserap bumi ada sekitar 120.000 terra Watt. Jenis logam yang digunakan juga akan menentukan kinerja daripada sel surya.

2.4. Komponen Sistem PV

2.4.1. Solar Cell (PV Cell)

Photovoltaic adalah alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Kata photovoltaic biasa disingkat dengan PV[4]. Bahan semikonduktor seperti silicon, gallium arsenide, dan cadmium telluride atau copper indium deselenide biasanya digunakan sebagai bahan bakunya. Solar cell crystalline biasanya digunakan secara luas untuk pembuatan solar cell. Jenis kristal solar cell (PV cell) yang banyak dipasarkan adalah tipe :

- a. Monocrystalline solar panels : menggunakan silicon murni yang dihasilkan dengan proses crystal-growth yang cukup rumit dengan ketebalan sekitar 0.2 – 0.4 mm. Efisiensinya cukup tinggi berkisar 13 – 19 %.
- b. Polycrystalline solar panels : kadang-kadang disebut dengan multi-crystalline, panel surya dibuat dari Polycrystalline cells yang lebih murah dan efisiensinya masih dibawah mono-crystalline, berkisar 11 – 15 %.
- c. Amorphous solar panels : jenis ini tidak merupakan kristal yang real, tetapi berupa lapisan tipis silikon yang dideposit diatas base material seperti metal atau gelas yang bentuk permukaannya bebas. Efisiensinya lebih kecil, yaitu sekitar 5 – 8 %.

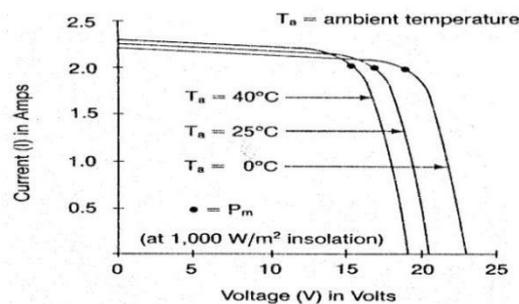
Sebuah Sel Surya dalam menghasilkan energi listrik (energi sinar matahari menjadi photon) tidak tergantung pada besaran luas bidang Silikon, dan secara konstan akan menghasilkan energi berkisar ± 0.5 volt - max 600 mV pada 2 amp[3], dengan kekuatan radiasi solar matahari $1000 \text{ W/m}^2 = "1 \text{ Sun}"$ akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm² per sel surya. Pada grafik I-V Curve dibawah yang menggambarkan keadaan sebuah Sel Surya beroperasi secara normal. Sel Surya akan menghasilkan energi maximum jika nilai V_m dan I_m juga maximum.

Sedangkan I_{sc} adalah arus listrik maximum pada nilai volt = nol; I_{sc} berbanding langsung dengan tersedianya sinar matahari. V_{oc} adalah volt maximum pada nilai arus nol; V_{oc} naik secara logaritma dengan peningkatan sinar matahari, karakter ini yang memungkinkan Sel Surya untuk mengisi accu.

2.4.2. Faktor Pengoperasian Sel

Surya Pengoperasian maximum Sel Surya sangat tergantung pada :

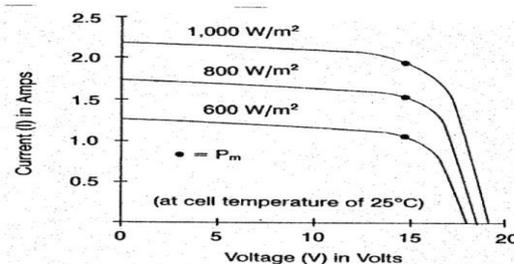
- a. Ambient air temperature Sebuah Sel Surya dapat beroperasi secara maximum jika temperatur sel tetap normal (pada 25 derajat Celsius), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperature normal pada PV sel akan melemahkan voltage (V_{oc}). Setiap kenaikan temperatur Sel Surya 1 derajat celsius (dari 25 derajat) akan berkurang sekitar 0.4 % pada total tenaga yang dihasilkan[3] atau akan melemah 2x lipat untuk kenaikan temperatur Sel per 10 derajat C.



Gambar 2.1 Effect of Cell Temperature on Voltage (V)

- b. Radiasi solar matahari (insolation)

Radiasi solar matahari di bumi dan berbagai lokasi bervariasi, dan sangat tergantung keadaan spektrum solar ke bumi. Insolation solar matahari akan banyak berpengaruh pada current (I) sedikit pada volt.



Gambar 2.2 Effect of Insolation Intensity on Current (I)

- c. Kecepatan angin bertiup.
- d. Keadaan atmosfer bumi.

- e. Orientasi panel atau array PV.
- f. Posisi letak sel surya (array) terhadap matahari (tilt angle).

2.4.3. Karakteristik Solar Cell (Photovoltaic)

Solar Cell pada umumnya memiliki ketebalan 0.3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub (+) dan kutub (-). Apabila suatu cahaya jatuh pada permukaannya maka pada kedua kutubnya timbul perbedaan tegangan yang tentunya dapat menyalakan lampu, menggerakkan motor listrik yang berdaya DC. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar bisa menghubungkan solar cell secara seri atau paralel tergantung sifat penggunaannya.

Sel surya menghasilkan arus, dan arus ini beragam tergantung pada tegangan sel surya. Karakteristik tegangan-arus biasanya menunjukkan hubungan tersebut ketika tegangan sel surya sama dengan nol atau digambarkan sebagai “sel surya hubung pendek”, “arus rangkaian pendek” atau ISC (short circuit current), yang sebanding dengan iradiansi terhadap sel surya dapat diukur.



Gambar 2.3 Panel Surya

Spesifikasi keseluruhan dari Solar Cell yang digunakan adalah:

- Maks. Daya (Pmax) : 410Watt
- Maks. Tegangan Listrik (Vmp) : 39,1Volt
- Tegangan Sirkuit Terbuka (Voc) : 47,6Volt
- Maks. Arus Daya (Imp) : 10,5Ampere

2.4.4. Prinsip Kerja Solar Cell

Sinar matahari menjadi listrik dengan panel photovoltaik, kebanyakan menggunakan *Poly Crystalline Silicon* sebagai material semi konduktor *photo cell* mereka. Prinsipnya sama dengan prinsip diode p-n.



Gambar 2.4 Prinsip kerja Panel Surya

Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

Matahari muncul sebagai sumber dan pemasok utama energi yang akan mendukung hampir keseluruhan dari proses ini. Energi yang disalurkan matahari akan diserap dan diterima oleh panel surya (solar panel). Panel surya memiliki alat pembantu yaitu Battery Control Regulator (BCR) yang berfungsi sebagai pengatur banyaknya energi yang disimpan oleh panel surya. BCR akan membagikan energi tersebut secara merata kepada baterai-baterai yang ada sampai seluruh baterai terisi penuh. Baterai kemudian akan menyalurkan daya yang sudah dimilikinya menuju beban-beban, baik berupa beban 12V dc tau pun beban 220V ac. Namun untuk beban 220 V ac harus terlebih dahulu melalui proses perubahan arus dan tegangan dari baterai. Yaitu melalui DC/AC inverter yang akan merubah arus listrik sesuai dengan yang diinginkan yaitu 220 V ac dan langsung menghubungkannya dengan alat-alat yang membutuhkan energi listrik. Setelah proses ini, maka alat-alat tersebut sudah bisa digunakan. Pada kondisi malam hari, panel surya tidak akan menampung energi dari matahari lagi. Energi yang didapatkan berasal dari baterai yang telah menampung energi matahari pada siang hari.

Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan pada panel surya:

Daya Input : Perhitungan daya input dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P_{in} = G \times A$$

Keterangan:

P_{in} = Daya input akibat Radiasi matahari (Watt)

G = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = Luas area permukaan photovoltaic module (m²)

Daya Output : Perhitungan daya output dapat dilihat pada persamaan

$$P_{out} = V_{max} \times I_{max}$$

Keterangan :

V_{max} = Tegangan pada daya maksimum(Volt)

I_{max} = Arus pada daya maksimum(Ampere)

2.5. Inverter

Inverter adalah “jantung” dalam sistem suatu PLTS. Inverter berfungsi mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak balik (AC). Tegangan DC dari panel surya cenderung tidak konstan sesuai dengan tingkat radiasi matahari. Tegangan masukan DC yang tidak konstan ini akan diubah oleh inverter menjadi tegangan AC yang konstan yang siap digunakan atau disambungkan pada sistem yang ada, misalnya jaringan PLN. Parameter tegangan dan arus pada keluaran inverter pada umumnya sudah disesuaikan dengan standar baku nasional/internasional .Saat ini, seluruh inverter menggunakan komponen elektronika dibagian dalamnya. Teknologi terkini suatu inverter telah menggunakan IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Sebagai komponen utamanya menggantikan komponen lama BJT, MOSFET, J-FET , SCR dan lainnya. Karakteristik IGBT adalah kombinasi keunggulan antara MOSFET dan BJT.

Pemilihan jenis inverter dalam merencanakan PLTS disesuaikan dengan desain PLTS yang akan dibuat . Jenis inverter untuk PLTS disesuaikan apakah PLTS On Grid atau Off Grid atau Hybrid. Inverter untuk sistem On Grid (On Grid Inverter) harus memiliki kemampuan melepaskan hubungan (islanding system) saat grid kehilangan tegangan. Inverter untuk sistem PLTS hybrid harus mampu mengubah arus dari kedua arah yaitu dari DC ke AC dan sebaliknya dari AC ke DC. Oleh karena itu inverter ini lebih populer disebut bi-directional inverter. Kelengkapan suatu inverter belum memiliki standard, sehingga produk yang satu dengan lain tidak sepenuhnya kompatibel. .

Ada inverter yang telah dilengkapi fungsi SCC dan atau BCC dan fungsi lainnya secara terintegrasi. Alat ini lazim disebut juga PCS (Power Conditioner System) atau Power Conditioner Unit (PCU) [8]. Dibutuhkannya SCC atau BCC tergantung dari kelengkapan inverter tersebut. Jika inverter telah dilengkapi dengan

charge controller (SCC dan BCC) dibagian internalnya, maka charge controller eksternal sangat mungkin tidak diperlukan lagi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan inverter adalah:

- a. Kapasitas/daya inverter
- b. Tegangan masukan inverter
- c. Arus masukan inverter
- d. Inverter memiliki beberapa kualitas berdasarkan mutu daya keluarannya.
- e. Pilih inverter yang menggunakan sistem komutasi elektronik dengan Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT).
- f. Memiliki sistem pengaturan MPPT (Maximum Power Point Tracking) dengan metoda PWM (Pulse Width Modulation).
- g. Mampu bekerja pada temperatur sampai dengan 45 oC.



Gambar 2.5 Inverter

2.6. Baterai

Mengingat PLTS sangat tergantung pada kecukupan energi matahari yang diterima panel surya, maka diperlukan media penyimpanan energi sementara bila sewaktu-waktu panel tidak mendapatkan cukup sinar matahari atau untuk penggunaan listrik malam hari. Baterai harus ada pada sistem PLTS terutama tipe Off Grid. Beberapa teknologi baterai yang umum dikenal adalah lead acid, alkalin, NiFe, Ni-Cad dan Li-ion. Masing-masing jenis baterai memiliki kelemahan dan kelebihan baik dari segi teknis maupun ekonomi (harga). Baterai lead acid dinilai lebih unggul dari jenis lain jika mempertimbangkan kedua aspek tersebut. Baterai lead acid untuk sistem PLTS berbeda dengan baterai lead acid untuk operasi starting mesinmesin seperti baterai mobil. Pada PLTS, baterai yang berfungsi untuk penyimpanan (storage) juga berbeda dari baterai untuk buffer atau stabilitas. Baterai untuk pemakaian PLTS lazim dikenal dan menggunakan deep cycle lead acid.

Pada umumnya ada 3 (tiga) tipe disain PLTS, yaitu :

1. PLTS Off Grid/stand alone, suatu sistem PLTS yang tidak terhubung dengan grid/berdiri sendiri .
2. PLTS On Grid, suatu sistem PLTS yang dihubungkan pada grid/sistem eksisting.
3. PLTS Hybrid, suatu sistem PLTS terintegrasi dengan satu atau beberapa pembangkit listrik dengan sumber energi primer yang berbeda, dengan pola operasi terpadu.



Gambar 2.6 Baterai

2.7. Perhitungan Jumlah Energi PLTS

Kapasitas energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS adalah gabungan dari setiap komponen yang ada pada sistem tersebut. Daya maksimum (wattpeak) yang dapat dibangkitkan oleh sebuah sistem PLTS dapat dihitung dengan persamaan:

$$\frac{EL}{Gav \times \eta_{pv} \times TCF \times \eta_{out}} = PV \text{ Area} \quad (2.7)$$

Keterangan:

EL = pemakaian energi (kWh/hari)

Gav = intensitas cahaya matahari (kWh/m²)

Hp_v = efisiensi panel surya

TCF = faktor koreksi suhu

H_{out} = efisiensi keseluruhan sistem panel surya
(baterai, inverter, controller)

PV Area = area panel surya (m²)

Suhu standar untuk panel surya dapat bekerja secara optimal berada pada titik 25 °C . Jadi akan ada pengurangan daya yang dihasilkan saat suhu naik.

NilaiTCF atau nilai faktor perubahan temperatur dapat dihitung dari rumus-rumus berikut:

$$TFC = \frac{PMpp \text{ saat suhu naik}}{PMpp} \quad (2.8)$$

$PMpp \text{ saat suhu naik}$ = Daya yang dihasilkan saat suhu naik dari 25°C (W)

$PMpp$ = Daya maksimum panel surya (W)

$PMpp \text{ saat suhu naik}$ = $PMpp - (0,5\% / ^\circ C \times$

$PMpp \times \text{kenaikan suhu})$

Efisiensi keseluruhan sistem panel surya diperoleh dari rumus:

$$\eta_{out} = \eta_b \times \eta_i \times \eta_c \quad (2.9)$$

Dimana :

η_b = efisiensi baterai

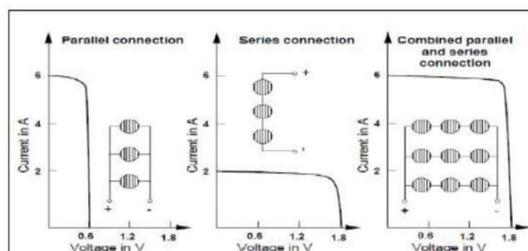
η_i = efisiensi inverter

η_c = efisiensi controller

Untuk memperoleh besar tegangan, arus dan daya yang sesuai dengan kebutuhan, maka panel-panel surya tersebut harus dikombinasikan sedemikian rupa dalam pemasangannya baik secara seri maupun secara paralel. Adapun ketentuannya adalah sebagai berikut:

- Untuk memperoleh tegangan yang keluar dari panel menjadi lebih besar maka dua buah atau lebih panel surya harus dihubungkan secara seri.
- Untuk memperoleh arus yang keluar dari panel menjadi lebih besar maka dua buah atau lebih panel surya harus dihubungkan secara paralel.
- Untuk memperoleh daya yang keluar dari panel menjadi lebih maksimal dan dalam tegangan yang konstan maka panel-panel surya harus dibungkan secara seri dan secara paralel.

Adapun Gambar untuk melihat karakteristik panel surya bila di pararelkan dan di pasang seri.



Gambar 2.7 Konfigurasi Panel Surya

Dalam Gambar 2.6 diatas mengilustrasikan bahwa panel surya yang diparalelkan mendapat arus yang lebih besar namun dengan kapasitas yang berbeda satu sama lain,hanya saja level tegangan adalah sama, sebaliknya jika diserikan akan mendapatkan tegangan yang jauh lebih besar namun arus keluaran yang sama. Adapun kombinasi keduanya pada gambar menunjukkan penyusunan yang ideal untuk memperoleh kapasitas yang lebih besar tanpa mengeluarkan biaya. Tetapi sebagai catatan yang perlu diperhatikan yakni:

1. Tipe panel surya harus sama.
2. Sambungan kabel pastikan aman.
3. Pemasangan dioda jangan terbalik dan usahakan dekat dengan panel.

Gunakan terminal sambungan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

2.7.1. Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Solar cell

Enam hal utama yang mempengaruhi kinerja/ performansi dari modul solar cells panel:

1. Bahan pembuat solar cells.
2. Resistansi beban
3. Intensitas cahaya matahari
4. Suhu/ temperatur panel surya
5. Bayangan/ shading
6. Orientasi panel atau Array PV

2.7.2. Bahan Pembuat Solar cell

Panel surya terdiri dari sel surya yang dirangkai dalam bentuk seri dan paralel. Bahan pembuat sel surya pun bermacam-macam, seperti :

- a. Crystalline Si cells, merupakan solar sel jenis generasi pertama dan paling banyak digunakan hingga saat ini. Variasi yang sering dijumpai adalah Monocrystalline, Polycrystalline, dan Mono-like-multi silicon (MLM).
- b. Thin Film, merupakan sel surya generasi kedua dan menggunakan material yang berbeda dari cystalline. Thin Film dapat membuat panel lebih ringan dan lebih baik dalam menangkap cahaya, namun efisiensi konversi energinya masih lebih kecil dibandingkan crystalline.

- c. Multijunction cells, jenis sel surya ini menggunakan thin film sebagai material utama, yang dibentuk dalam beberapa layer yang digabungkan menjadi satu. Cell jenis ini lebih banyak digunakan untuk aplikasi khusus, seperti satelit atau alat eksplorasi ruang angkasa.

2.8. Sistem Pendingin (Refrigerasi)

Teknik pendingin (refrigerasi) adalah suatu ilmu yang mempelajari suatu sistem pendingin dengan jalan perpindahan panas dari suatu tempat yang bertemperatur rendah ke suatu tempat yang bertemperatur lebih tinggi. Secara garis besar teknik pendingin (refrigerasi) bertujuan antara lain:

- a. Untuk mengurangi atau menurunkan temperature dari suatu zat.
- b. Mengubah fasa suatu zat dari suatu keadaan menjadi keadaan lain, misalnya: Uap \rightarrow Air \rightarrow Es.
- c. Memelihara suatu zat atau ruangan di dalam suatu kondisi tertentu.

Teknik pendingin (refrigerasi) dapat di manfaatkan pada berbagai bidang, antara lain:

1. Industri: gudang pendingin, industri pembuatan balok Es.
2. Rumah tangga (domestic): Pengkondisian udara unit (AC), lemari/ruang pendingin (kulkas).
3. Sistem pengkondisian udara: Swalayan, Transpotasi laut, Hotel.

2.9. *Road Map* Penelitian

2.1. *Road Map* Penelitian Lemari es dan Panel Surya di Program Studi Teknik Mesin UMSU

No	Nama	NPM	Judul Penelitian
1	Yogi Dira Nugraha	1607230052	Analisa Kerja Kompresor Lemari Pembeku Dengan Menggunakan Baterai 150 Ah Sebagai Sumber Tenaga.
2	Muhammad Urip Maulana	1607230046	Analisa <i>Performance</i> Dari Lemari Es Terhadap Beban Pendingin Dengan Menggunakan Tenaga Surya
3	Hariyadi Adha	1607230034	Analisis Kemampuan Panel Surya 410WP Pada Lemari Es

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan analisis kemampuan panel surya 410 wp pada lemari pembeku yaitu di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

3.1.2. Waktu

Pengerjaan analisis kemampuan panel surya 410 wp pada lemari pembeku dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Penyediaan alat dan bahan						
3	Studi literatur						
4	Penulisan proposal						
5	Seminar proposal						
6	Pengujian dan pengambilan data						
7	Analisa data						
8	Penulisan laporan akhir						
9	Seminar hasil dan sidang sarjana						

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan Yang Digunakan

Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam analisis kemampuan panel surya 410 wp pada lemari pembeku adalah sebagai berikut :

1. Lemari Pembeku

Lemari pembeku digunakan sebagai media percobaan untuk mengetahui analisa kerja kompresor pada lemari pembeku.

lemari pembeku sebagai berikut :

- Tegangan : 220 Volt
- Daya : $\frac{1}{4}$ PK = 183.875 W
- Frekwensi : 50 Hz
- Arus : 1.4 A
- Jenis Refrigerant : R-134a



Gambar 3.1 Lemari Pembeku.

2. Panel Surya

Panel surya digunakan untuk mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya yang di gunakan dalam penelitian ini adalah type *monocrystalline* 410 watt dengan spesifikasi keseluruhan dari solar cell sebagai berikut :

- Maks. Daya (Pmax) : 410Watt
- Maks. Tegangan Listrik (Vmp) : 39,1Volt
- Tegangan Sirkuit Terbuka (Voc) : 47,6Volt
- Maks. Arus Daya (Imp) : 10,5Ampere



Gambar 3.2 Panel Surya

3. Charger Controller

Charger controller digunakan sebagai pengatur arus listrik (*current regulator*) baik terhadap arus yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar / digunakan. Charger controller yang digunakan pada penelitian type MPPT (Maximum Power Point Tracking) dengan nilai tegangan 12V/24V dan maksimal input arus surya 60 A.

Gambar 3.3 Charger Controller.



4. Baterai

Baterai digunakan sebagai penyimpan daya listrik yang dihasilkan dari panel surya setelah penyerap cahaya matahari menjadi listrik. . Baterai yang digunakan pada penelitian ini menggunakan baterai type 6 – FMX – 150D 12V 150Ah.



Gambar 3.4 Baterai

5. Inverter

Inverter digunakan untuk mengkonversikan daya listrik dari listrik arus searah DC (baterai) ke daya listrik arus bolak balik AC (*alternating current*). Inverter yang di gunakan pada penelitian ini inverter 2000VA type (Suocer FPC 2000 A) mengubah daya listrik 12V menjadi daya listrik 220V.



Gambar 3.5 Inverter

6. Kabel

Kabel digunakan untuk menghubungkan arus yang dihasilkan dari panel surya menuju charger controller lalu menuju ke baterai untuk di simpan arus tersebut. Kabel yang di gunakan pada penelitian jenis kabel nyhy (2x2,5mm).



Gambar 3.6 Kabel

7. Besi Plat

Besi plat digunakan untuk rangka panel surya dan komponen lainnya. Besi yang digunakan untuk rangka panel surya yaitu besi siku (40x40mm).



Gambar 3.7 Besi

8. Baut dan Mur

Baut dan mur digunakan untuk memasang besi-besi rangka panel dan komponen-komponen lainnya.



Gambar 3.8 Baut dan Mur

3.2.2. Alat

Adapun alat yang di gunakan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Multimeter

Multimeter digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya pada saat pengujian. Multimeter yang di gunakan adalah Digital Multimeter DT830B.



Gambar 3.9 Multimeter

2. Mesin Las

Mesin las digunakan untuk menyambung besi menjadi satu rangkaian untuk rangka panel surya dan komponen lainnya. Mesin las yang di gunakan pada pembuatan alat adalah Mesin Trafo Las MMA tipe 120G-KR.



Gambar 3.10 Mesin Las

3. Mesin Gerinda

Mesin gerinda digunakan untuk mengasah/memotong besi-besi untuk membuat rangka panel dan komponen lainnya. Mesin gerinda yang digunakan pada penelitian ini mesin gerinda tangan tipe MT90.



Gambar 3.11 Mesin Gerinda

4. Mesin Bor

Mesin bor digunakan untuk melubangi besi rangka panel dan komponen lainnya. Mesin bor yang digunakan pada pembuatan alat penelitian mesin bor Stanley type STEL 101.



Gambar 3.12 Mesin Bor

5. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur besi dalam pembuatan rangka rangka panel dan komponen lainnya.



Gambar 3.13 Meteran

6. Obeng

Obeng digunakan untuk memasang baut dan komponen lainnya pada saat perakitan alat.



Gambar 3.14 Obeng

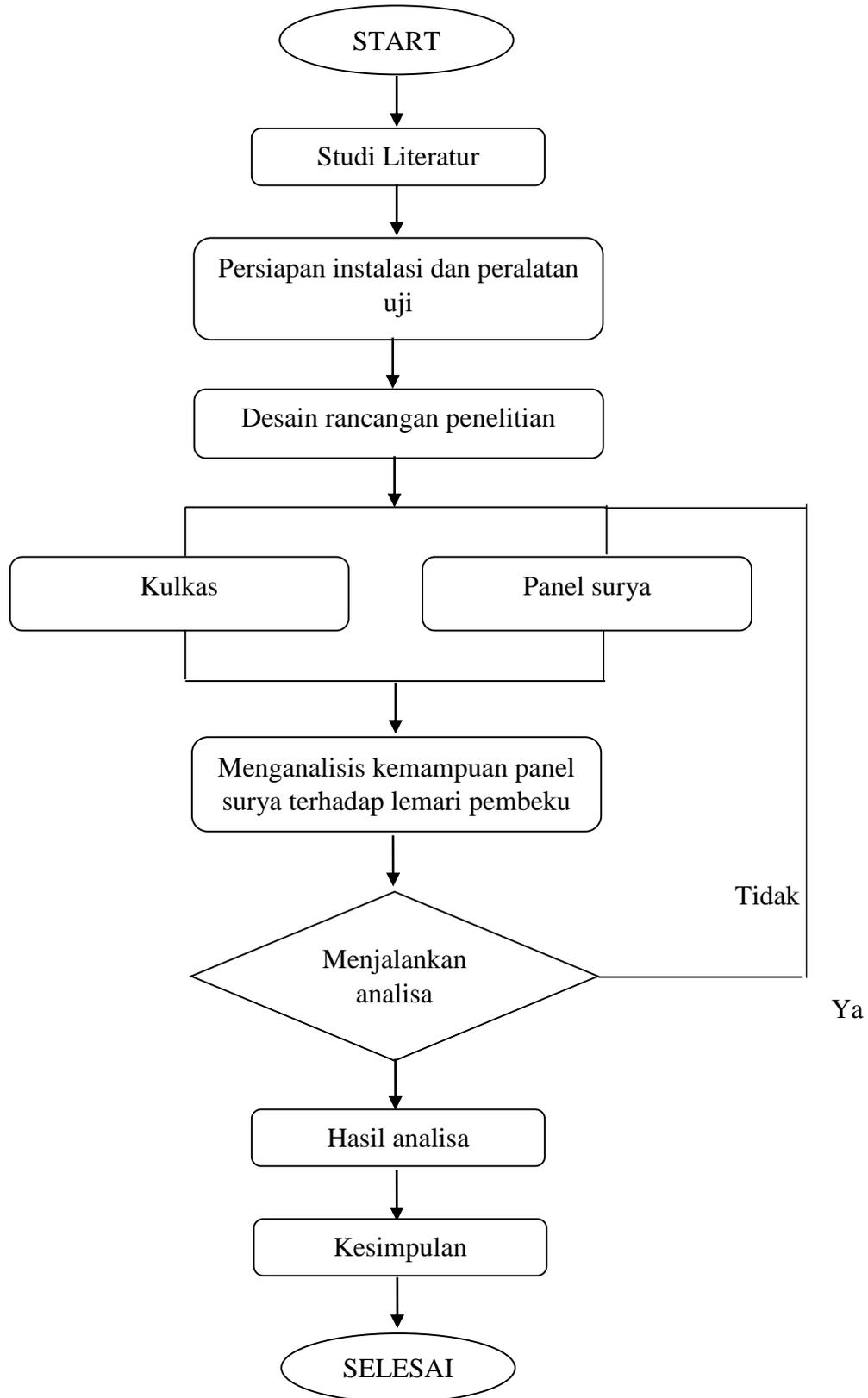
7. Kunci Ring Pas

Kunci pas ring digunakan untuk memasang baut pada kerangka panel dan komponen lainnya.

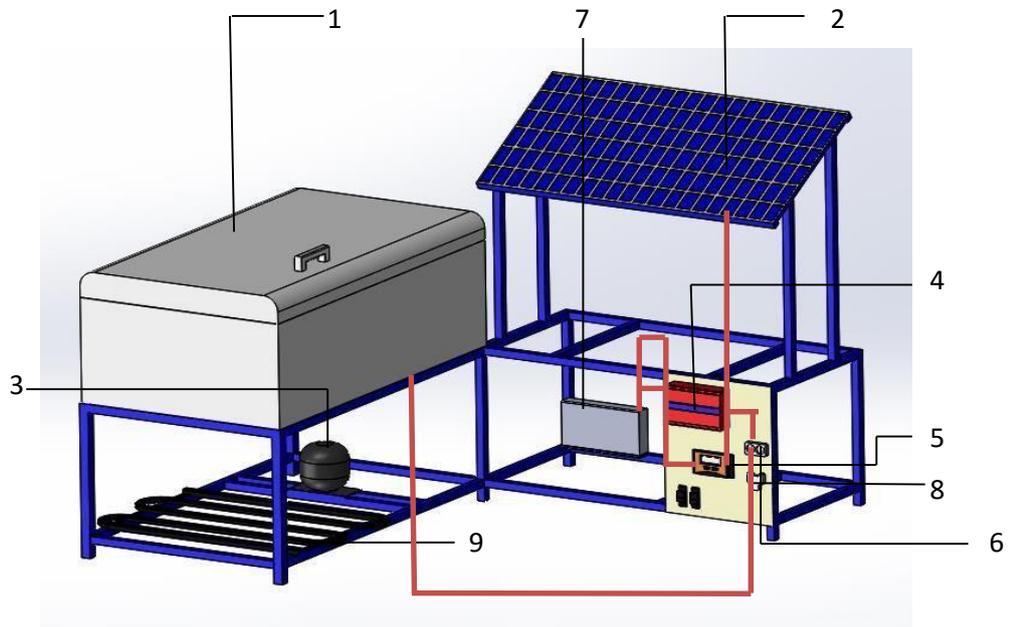


Gambar 3.15 Kunci Ring Pas

3.3. Bagan Alir Penelitian



3.4. Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.16 Gambar Rancangan Alat Penelitian

Keterangan Gambar :

1. Lemari Pembeku
2. Panel Surya
3. Kompresor
4. Inverter
5. MPPT (*Charger Controller*)
6. Stop Kontak
7. Baterai
8. MCB (*Miniature circuit breaker*)
9. Kondensor

3.5. Prosedur Penelitian.

3.5.1 Langkah-langkah Pemasangan Alat

Adapun langkah-langkah perakitan komponen-komponen lemari pembeku dan panel surya adalah sebagai berikut :

1. Memasang papan sebagai dudukan charger controller, inverter, dan komponen lainnya.



Gambar 3.17 Pemasangan Papan Dudukan Komponen Sel Surya

2. Memasang tiang penyangga dudukan panel surya.



Gambar 3.18 Pemasangan Tiang Penyangga Dudukan Panel Surya

3. Memasang panel surya ke tiang dudukan yang terpasang di kerangka dengan sudut 40° .



Gambar 3.19 Pemasangan Panel Surya Pada Sudut 40°

4. Memasang charger controller ke papan yang sudah terpasang di kerangka.



Gambar 3.20 Pemasangan *Charger Controller*

5. Memasang inverter ke papan yang sudah terpasang di kerangka.



Gambar 3.21 Pemasangan Inverter

6. Mencolokkan kabel lemari pembeku ke stop kontak yang terhubung dengan inverter.



Gambar 3.22 Pemasangan Kulkas Ke Stop Kontak

3.5.2 Langkah – langkah pengujian

Adapun langkah – langkah pengujian kemampuan panel surya 410 wp pada lemari pembeku dengan panel surya sebagai berikut :

1. Alat uji dipasang pengukur pyranometer untuk mengukur intensitas cahaya matahari pada panel surya.
2. Mengukur tegangan dan arus dengan menggunakan alat charger controller.
3. Selanjutnya memulai pengujian untuk mendapatkan data intensitas cahaya matahari, tegangan dan arus.
4. Catat hasil pengujian intensitas cahaya matahari, tegangan, dan arus yang ditunjukkan oleh pengukur, pengukuran setiap 1 jam sekali.
5. Lakukan kembali prosedur pengujian nomor 3 sampai 5 sampai selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

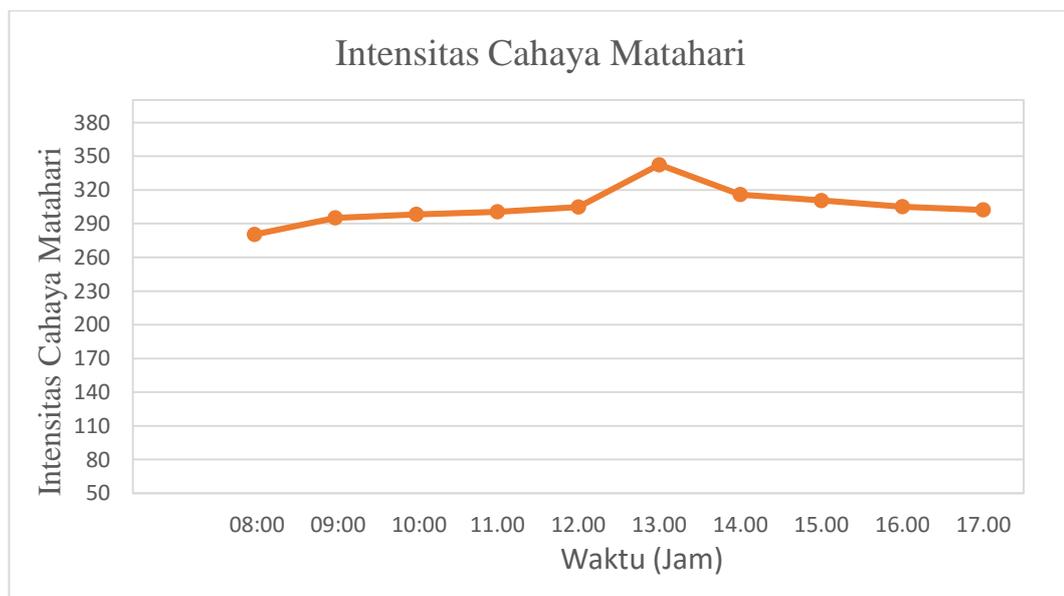
4.1. Data Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas cahaya matahari diperoleh dengan merekam menggunakan sensor pyranometer diambil pada hari pengujian. Energi listrik yang akan dihasilkan dari panel surya akan bergantung pada tinggi rendahnya intensitas matahari. Berikut merupakan data intensitas matahari yang direkam pada saat pengujian :

Tabel 4.1 Data intensitas cahaya matahari

Waktu	Intensitas Cahaya Matahari
	Watt/m ²
08:00	289,374
09:00	295,175
10:00	298,308
11:00	300,558
12:00	304,807
13:00	342,431
14:00	315,884
15:00	312,615
16:00	305,159
17:00	302,254

Tabel diatas merupakan hasil pada saat melakukan pengujian intensitas cahaya matahari mulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 17:00 wib. Maka dari hasil tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara intensitas cahaya matahari dengan waktu sebagai berikut :



Gambar. 4.1 grafik hubungan intensitas cahaya matahari terhadap waktu

Dari gambar 4.1 menjelaskan tentang hubungan intensitas cahaya matahari terhadap waktu. Pengujian ini dilakukan mulai pukul 08:00 wib hingga sampai pukul 17:00 wib dengan pengambilan pengujian setiap 1 jam sekali. Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa intensitas cahaya matahari naik dengan stabil sehingga didapat intensitas cahaya matahari maksimum yang dihasilkan pada pukul 13:00 wib yaitu $342,431 \text{ Watt/m}^2$ dan intensitas cahaya matahari minimum yang dihasilkan pada pukul 08:00 wib yaitu $289,374 \text{ Watt/m}^2$.

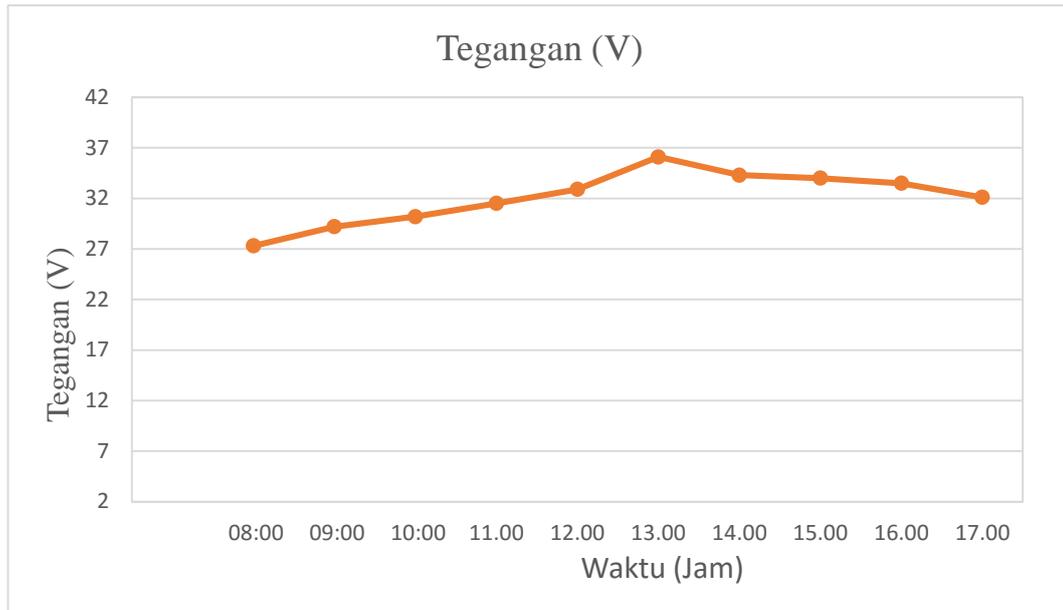
4.2. Data Pengukuran Tegangan

Tegangan diukur dengan menggunakan charger controler untuk mengetahui berapa hasil tegangan yang dihasilkan dari panel surya. pengujian dimulai dari pukul 07:00 wib hingga pukul 18:00 wib. Berikut merupakan data tegangan yang dihasilkan pada saat pengujian :

Tabel 4.2.Data hasil pengukuran tegangan

Waktu	Tegangan Keluaran (V)
08:00	27,3
09:00	29,2
10:00	30,2
11:00	31,5
12:00	32,9
13:00	36,1
14:00	34,3
15:00	34,0
16:00	33,5
17:00	32,1

Tabel 4.2 merupakan hasil dari pengujian untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh panel surya setiap 1 jam sekali. Pengujian ini dimulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 17:00 wib dihari yang sama.



Gambar 4.2 grafik hubungan tegangan terhadap waktu

Dari gambar 4.2 menjelaskan hubungan antara tegangan terhadap waktu. Pengujian ini juga dilakukan mulai pukul 08:00 wib hingga pukul 17:00 wib dengan pengambilan hasil pengujian setiap 1 jam sekali. Dari gambar 4.2 dapat kita lihat bahwa tegangan yang dihasilkan naik secara konstan. Tegangan maksimum yang dihasilkan 36,1 V pada pukul 13:00 wib dan tegangan minimum yaitu 27,3 V pada pukul 08:00 wib.

4.3. Data Pengukuran Arus

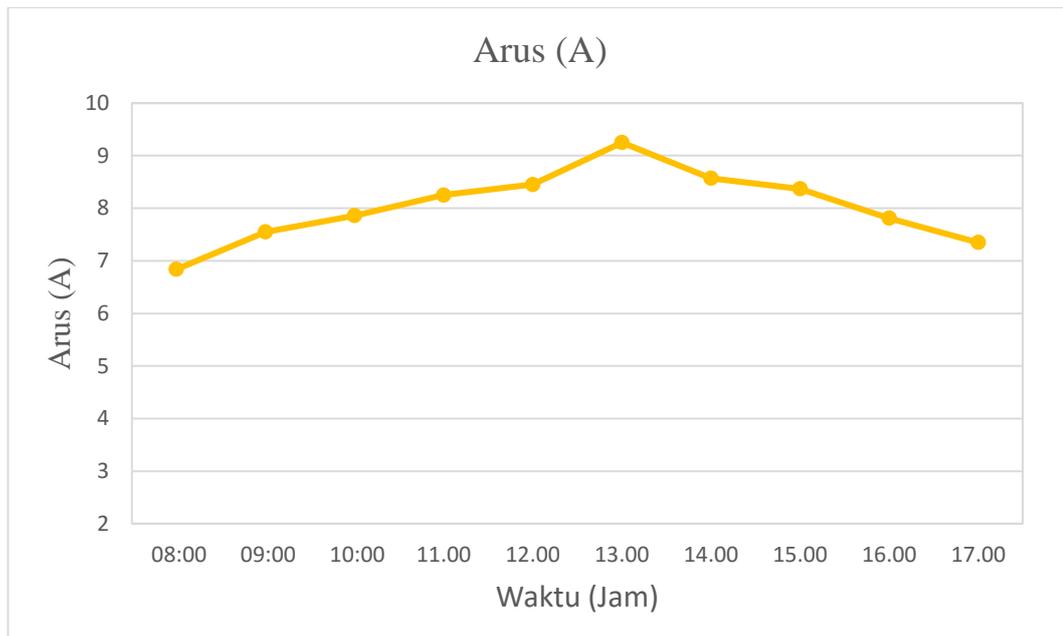
Arus diukur dengan menggunakan charger controller untuk mengetahui berapa arus yang dihasilkan oleh panel surya setiap perjam-nya. Pengujian dimulai dari pukul wib 08:00 hingga pukul 17:00 wib. Berikut merupakan data yang dihasilkan pada saat melakukan pengujian :

Tabel 4.3. Data hasil pengukuran arus

Waktu	Arus Panel Surya (I)
08:00	6,84
09:00	7,55
10:00	7,86
11:00	8,25
12:00	8,45
13:00	9,25

14:00	8,57
15:00	8,37
16:00	7,81
17:00	7,35

Tabel 4.3 merupakan hasil dari pengujian untuk mengetahui arus yang dihasilkan oleh panel surya setiap 1 jam sekali. Pengujian ini dimulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 17:00 wib dihari yang sama.



Gambar 4.3 Grafik hubungan arus terhadap waktu

Dari tabel 4.3 menjelaskan hubungan arus terhadap waktu pengujian ini juga dilakukan pada pukul 08:00 wib sampai pukul 17:00 wib. Pada gambar 4.3. Arus yang dihasilkan stabil lalu perlahan naik hingga arus maksimum yang dihasilkan 9,25 Ampere pada pukul 13:00 wib dan arus minimum yang dihasilkan 6,84 Ampere pada pukul 08:00 wib.

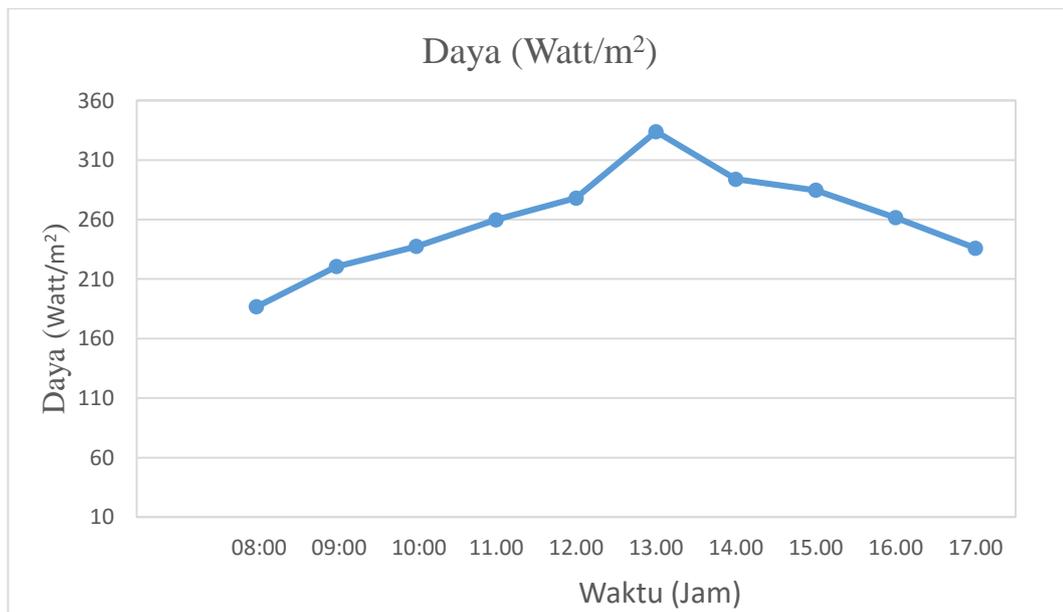
4.4. Data Daya Pada Panel Surya

Data daya merupakan perkalian dari tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya saat pengujian. Berikut hasil dari perkalian tegangan dan arus untuk mendapatkan daya yang dihasilkan panel surya :

Tabel 4.4 Data hasil pengujian daya

Waktu	Daya Watt/m ²
08:00	186,732
09:00	220,46
10:00	237,373
11:00	259,875
12:00	278,005
13:00	333,925
14:00	293,951
15:00	284,58
16:00	261,635
17:00	235,935

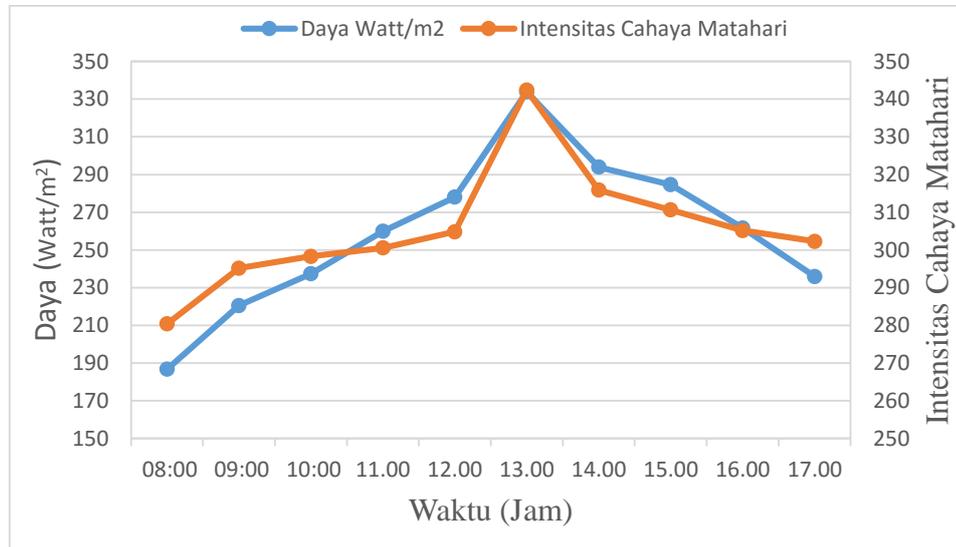
Tabel 4.4 merupakan hasil perkalian pada tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya pada saat pengujian mulai dari pukul 08:00 wib sampai pukul 17:00 wib berikut gambar grafik daya yang dihasilkan panel setiap 1 jamnya.



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara daya terhadap waktu

Dari gambar 4.4 memperlihatkan tentang grafik hubungan antara daya terhadap waktu. Hasil daya didapat dari hasil perkalian dari tegangan (V) dengan kuat arus (I) di setiap 1 jam, dimulai dari pukul 08.00 wib sampai dengan pukul 17.00 wib. Seperti di jelaskan pada gambar 4.4 sangat terlihat jelas daya yang di hasilkan pada pukul 08.00 wib sampai 09.00 wib terjadi kenaikan daya secara konstan mulai dari 186,732 Watt/m² sampai 220,46 Watt/m² sehingga pencapaian

maksimum yang dihasilkan oleh panel surya 410 wp pada pukul 13:00 wib yaitu 333,925 Watt/m². Kemudian mulai pukul 13:00 wib sampai pukul 17:00 wib mengalami penurunan daya menjadi 235,935 Watt/m² pada akhir pengujian.



Gambar 4.5 Grafik perbandingan antara daya terhadap intensitas cahaya matahari

Dari gambar 4.5 diatas dapat kita lihat perbandingan yang terdapat antara daya terhadap intensitas cahaya matahari. Pada pukul 10:00 wib intensitas cahaya matahari mengalami kenaikan secara konstan dan mencapai puncak maksimum pada pukul 13:00 wib 342.431 Watt/m² intensitas serta mengalami penurunan pada pukul 14:00 wib hingga akhir pengujian pada pukul 17:00 wib 302,254 Watt/m². Sedangkan daya yang dihasilkan juga mengalami kenaikan secara konstan mulai dari pukul 10:00 wib hingga mencapai puncak maksimum daya yang dihasilkan pada panel surya pada pukul 13:00 wib yaitu 333,925 Watt/m² daya dan mengalami penurunan mulai pukul 14:00 wib hingga akhir pengujian dan daya yang dihasilkan yaitu 235,935 Watt/m².

4.5. Hasil Analisa Pengujian Tegangan Dan Daya

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mendapatkan daya maka dapat dihitung rata-rata arus dan rata-rata tegangan yang dihasilkan dari panel surya 410 wp setiap perjam-nya sebagai berikut :

a. Rata-rata arus

$$I_{rerata} = \frac{\text{Total arus}}{11}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{6,84+7,55+7,86+8,25+8,45+9,25+8,57+8,37+7,81+7,35}{10} \\
&= \frac{80,3}{10} \\
&= 8,03 A
\end{aligned}$$

b. Rata-rata tegangan

$$\begin{aligned}
V_{rerata} &= \frac{27,3+29,2+30,2+31,5+32,9+36,1+34,3+34,0+33,5+32,1}{10} \\
&= \frac{321,1}{10} \\
&= 32,1 V
\end{aligned}$$

c. Rata-rata daya

$$\begin{aligned}
P_{rerata} &= V_{rerata} \cdot I_{rerata} \\
&= 32,1 \cdot 8,03 \\
&= 257,763 Watt
\end{aligned}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan, dan daya keluaran panel surya 410 wp ($I_{rerata} = 8,03 A$, $V_{rerata} = 32,1 V$ dan $P_{rerata} = 257,763 Watt$).

4.6. Waktu Optimal Kerja Panel Surya

Setelah data diperoleh pada saat melakukan pengujian, maka waktu yang optimal untuk menghasilkan intensitas cahaya matahari yaitu mulai dari pukul 11:00 wib hingga pukul 15:00 wib. Karena di jam tersebut pada saat melakukan pengujian matahari sangat cerah sehingga mendapatkan waktu optimal kerja yang dihasilkan oleh panel surya 410 wp.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat dilihat kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya keluaran maksimum yang dihasilkan pada saat melakukan pengujian panel surya 410 wp terdapat pada pukul 13:00 wib yaitu 333,925 Watt/m² dan tegangan minimum yang dihasilkan 186,732 Watt/m² pada pukul 08:00 wib
2. Pada saat pemasangan alat yang akan digunakan untuk melakukan penelitian dan menjadi bahan tugas akhir harus diperhatikan lebih baik agar tidak terjadi hal yang tidak kita inginkan pada saat sedang melakukan pengujian.
3. Tegangan maksimum yang didapat pada saat melakukan pengujian pada pukul 13:00 wib yaitu 36,1 V dan tegangan minimum yang didapat 27,3 pada pukul 08:00 wib
4. Arus optimal yang dihasilkan pada saat melakukan pengujian yaitu 9,25 A pada pukul 13:00 wib

5.1. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari pengujian kemampuan panel surya 410 wp pada lemari pembeku sebagai berikut :

1. Pada saat penelitian harus lebih teliti pada saat pengambilan data agar hasilnya lebih optimal.
2. Harus memperhatikan posisi dan letak dari pemasangan panel surya.
3. Pada saat pengujian pastikan cuaca dalam keadaan cerah agar penyerapan yang dihasilkan oleh panel surya lebih optimal.
4. Demi Kesempurnaan hasil dari pada penelitian pada alat ini, maka diperlukan penelitian lebih lanjut untuk dikembangkan mengenai kemampuan panel surya 410 wp pada lemari pembeku

DAFTAR PUSTAKA

- B.Purwoto dan Hari Bambang, (2018) *efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Daryanto, (2016) *Teknik Pendingin Ac, Freezer, Kulkas*.
- Dibyو Sukmanto (2009) *Perhitungan desain termal kondensor pada sistem pendingin pwr*. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN.
- Dzulfikar Dafi, Wisnu Broto. (2016) *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga*. E-Journal SNF2016, Jakarta: Jurusan Teknik Elektro, Universitas Pancasila Jakarta.
- Endah Susilawati Sri, (2015) *Penurunan Kinerja Kompresor Untuk Starting*. Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ.
- Faozan, I. (2017). *Analisis Perbandingan Evaporator Kulkas (Lemari Es) Dengan Menggunakan Refrigerant R-22 Dan R-134a*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Hamid, A dan Erwahyudi, (2017) *Perancangan Alat Simulasi Air Conditioner Split Wall ½ Pk Terhadap Beban Panas Di Dalam Ruangan*. Batam : Program Studi Teknik Mesin, Universitas Batam
- Isyanto, H. (2017) “Pendingin Untuk Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya” Jurnal, Jakarta : Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Purwoto, B. H. (2018) “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif” Jurnal, Surakarta : Fakultas Teknik, Universitas Surakarta.
- Pradona, Y. (2019) “Variasi Kemiringan Sudut Terhadap Efektivitas Kinerja Panel Surya” Tugas Akhir, Medan : Jurusan Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Ramadani R. (2019) “*Studi Experimental Potensi Penyerapan Energi Matahari Sistem Fotovoltaik Di Wilayah Pegunungan Sibolangit*”. Laporan Tugas Akhir. Medan : Program Studi Teknik Mesin, UMSU.

Rusman. (2015) *Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 WP*. Jurnal, Lampung: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Metro.

Siregar, C. A. dan Lubis, S. (2018) “*Pengaruh Jarak Kaca Terhadap Efisiensi Alat Destilasi Air Laut Yang Memanfaatkan Energi Matahari Di Kota Medan*”. Jurnal, Medan : Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisis Kemampuan Panel Surya 410 Wp Pada Lemari Pembeku

Nama : Hariyadi Adha
NPM : 1607230034

Dosen Pembimbing : Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	K AMIS / 27-8-2021	Perbaiki bab 1	
2.	Jumat / 3-9-2021	Perbaiki Spasi dan tulisan	
3.	Selasa / 7-9-2021	Perbaiki Jadwal kegiatan	
4.	Senin / 13-9-2021	Tambah kan Spesifikasi	
5.	Rabu / 23-9-2021	Perbaiki analisa data, tabel dan grafik	
6.	Kamis / 30-9-2021	Perbaiki Kesimpulan, saran dan daftar pustaka	
7.	Rabu / 6-10-2021	Acc. Lembar.	

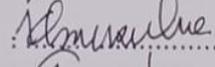
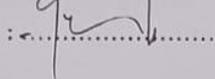
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : Hariyadi Adha

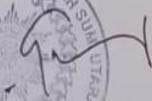
NPM : 1607230034

Judul Tugas Akhir : Analisis Kemampuan Panel Surya 410 wp Pada Lemari Pembeku

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 
Pembanding – I : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607230002	TOTO HEROIANTO TAR	
2	1407230088	ALVI MAULANA	
3	1607230034	HARIYADI ADHA	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 02 Rab. awal 1443 H
09 Oktober 2021 M

Kena Prodi. T.Mesin

Chandra A Siregar.S.T.M.T



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Hariyadi Adha
NPM : 1607230034
Judul T.Akhir : Analisis kemampuan Panel Surya 410 wp Pada Lemer
Pembeku.

Dosen Pembimbing - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing-II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

2. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan
perbaikan antara lain :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....
.....

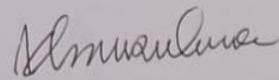
Medan, 24 Shafar 1443H
05 Oktober 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembimbing- II



Khairul Umurani.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Hariyadi Adha
NPM : 1607230034
Judul T.Akhir : Analisis kemampuan Panel Surya 410 wp Pada Lemeri Pembeku.

Dosen Pembimbing - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding-II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan, 24 Shafar 1443H
05 Oktober 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

Chandra A Siregar.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT



DATA PRIBADI

Nama : Hariyadi Adha
Alamat : Jalan Pasaribu Dusun IX Desa Tanjung Rejo
Jenis kelamin : Laki – laki
Umur : 23 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tempat, Tgl. Lahir : Tanjung Rejo 7 April 1998
Tinggi/Berat Badan : 160 cm/50 Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
No.Hp : 0831 6886 1102
Email : haryadiadha.ha@gmail.com

ORANG TUA

Nama Ayah : Yusriman
Agama : Islam
Nama Ibu : Samiani
Agama : Islam
Alamat : Jalan Pasaribu Dusun IX Desa Tanjung Rejo

LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

- 2004-2010 : SDN 105295 Percut
2010-2013 : SMP Negeri 4 Percut Sei Tuan
2013-2016 : SMK Swasta Al-Fattah Medan
2016-2021 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) 3

RIWAYAT ORGANISASI

- 2017-2018 : Sekretaris Bidang SPM PK IMM FATEK UMSU
2018-2019 : Ketua Bidang SPM PK IMM FATEK UMSU
2018-2020 : Ketua Umum DPDES BKPRMI Desa Tanjung Rejo
2018-2021 : Wakil Sekertaris 1 Karang Taruna Desa Tanjung Rejo
2018-2022 : Departemen Bidang Riset, Teknologi Dan MSDM
PWPM (Pimpiman Wilayah Pemuda Muhammadiyah)
Sumatera Utara
2018-2023 : Wakil Ketua 4 Pemuda Tani Indonesia Deli Serdang
2019-2022 : Wakil Sekertaris 1 DPK BKPRMI Percut Sei Tuan
2021-2022 : Ketua Bidang Organisasi PC IMM Deli Serdang
2021-2024 : Sekertaris Umum Karang Taruna Desa Tanjung Rejo