

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM REFRIGERASI
TENAGA SURYA BERKAPASITAS 96 LITER**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

PANDE PT KRSNA DYANA ASTIKA
NIM. 2115234034

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penelitian ini membahas rancang bangun sistem refrigerasi tenaga surya yang dirancang untuk membantu nelayan dalam menjaga kesegaran hasil tangkapannya. Sistem ini memanfaatkan panel surya monokristalin berkapasitas 580 Wp yang dihubungkan dengan solar charge controller, baterai, inverter, serta digunakan untuk mengoperasikan chest freezer sebagai media pendingin. Metode penelitian meliputi perancangan sistem, instalasi panel surya, pengukuran daya keluaran, serta pengujian performa freezer dengan dan tanpa beban. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui penurunan suhu, kebutuhan daya, serta efisiensi panel surya terhadap beban yang digunakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menurunkan temperatur freezer dari 12,7°C hingga -30,3°C dalam waktu 600 menit (10 jam).

Untuk mengoperasikan freezer selama durasi tersebut diperlukan 2 unit panel surya monokristalin 580 Wp. Namun, efisiensi rata-rata panel surya hanya sekitar 4%, jauh lebih rendah dari nilai teoritis 20–22%, akibat pengaruh suhu panel, kondisi cuaca, dan rugi-rugi energi pada perangkat sistem. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem refrigerasi tenaga surya dapat bekerja secara stabil untuk pendinginan hasil tangkapan nelayan, meskipun efisiensinya masih rendah. Sistem ini memiliki potensi diterapkan pada skala kecil di daerah pesisir dengan beberapa pengembangan lebih lanjut pada aspek pendinginan panel, kapasitas baterai, dan manajemen energi.

Kata kunci: panel surya, monokristalin, refrigerasi, chest freezer, efisiensi

Design and Development of a 96-Liter Solar-Powered Refrigeration System

ABSTRACT

This study discusses the design and development of a solar-powered refrigeration system intended to assist fishermen in preserving the freshness of their catch. The system utilizes 580 Wp monocrystalline solar panels connected to a solar charge controller, batteries, and an inverter, and is used to operate a chest freezer as the cooling medium. The research methods include system design, solar panel installation, output power measurement, and performance testing of the freezer with and without load. Measurements were conducted to determine the temperature drop, power consumption, and solar panel efficiency under the applied load. Test results show that the system is capable of reducing the freezer temperature from 12.7°C to -30.3°C within 600 minutes (10 hours).

To operate the freezer for that duration, two units of 580 Wp monocrystalline solar panels are required. However, the average efficiency of the solar panels was only around 4%, significantly lower than the theoretical value of 20–22%, due to factors such as panel temperature, weather conditions, and energy losses in the system components. The conclusion of this study is that the solar-powered refrigeration system can operate stably for cooling fishermen's catch, although its efficiency remains low. This system has potential for small-scale application in coastal areas, with further development needed in panel cooling, battery capacity, and energy management.

Keywords: solar panel, monocrystalline, refrigeration, chest freezer, efficiency

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Persetujuan	iii
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	iv
Ucapan Terima Kasih	v
Abstrak	vi
<i>Abstract</i>	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi..	ix
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Lampiran	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Refrigrasi.....	5
2.2 Siklus Refrigrasi Kompresi Uap	5
2.3 Pengertian <i>Chest Freezer</i>	6

2.4 Komponen Utama Mesin <i>Chest Freezer</i>	6
2.4.1 Kompresor	6
2.4.2 Kondensor	7
2.4.3 Pipa Kapiler	8
2.4.4 Evaporator	8
2.6 Pengertian energi	8
2.7 Energi surya	9
2.8 Panel Surya	9
2.9 Sel Surya	10
2.10 Jenis Jenis Panel Surya	11
2.11 Komponen Utama Solar Panel	13
2.12 Faktor Yang Mempengaruhi Solar Panel	15
2.13 Temperatur Kinerja Optimum Solar Panel	16
2.14 Daya Input Solar Panel	16
2.15 Daya Output Solar Panel	16
2.18 Luas Permukaan Solar Panel	17
2.17 Efisiensi Solar Panel	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Desain Atau Permodelan Sistem Refrigrasi Tenaga Surya	19
3.2 Alur Penelitian	19
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.4 Penentuan Sumber Data	21
3.5 Sumber Daya Penelitian	22
3.6 Instrumen Penelitian	23
3.7 Prosedur Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Proses pembuatan rangka panel surya	27

4.1.1 Proses pembuatan tiang dan rangka untuk panel surya.....	27
4.2 Pemasangan Panel Surya	29
4.3 Data Pengujian panel surya.....	30
4.4 Menghitung Kinerja Dari Panel Surya.....	31
4.5 Perhitungan jumlah kebutuhan panel surya	32
4.6 Luas Permukaan Solar Panel.....	33
4.7 Grafik pengujian panel surya	34
4.8 Pembahasan.....	39
4.9 Hasil pengambilan data <i>chest freezer</i>	39
4.9.1 Grafik Hasil Pengujian Sistem Refrigerasi Tenaga Surya	41
BAB V PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	5
Gambar 2.2 <i>Chest Freezer</i>	6
Gambar 2.3 Kompresor.....	7
Gambar 2.4 Kondensor	7
Gambar 2.5 Pipa Kapiler.....	8
Gambar 2.6 Evaporator	8
Gambar 2.7 Panel Surya.....	10
Gambar 2.8 Solar Panel Monocrystalline	11
Gambar 2.9 Solar Panel Polycrystalline Silicon	12
Gambar 2.10 Solar Panel Thin Film Solar Cel	12
Gambar 2.11 Solar inverter	13
Gambar 2.12 Modul Solar panel (Solar Cells).....	13
Gambar 2.13 Solar <i>Charge Controller</i>	14
Gambar 2.14 Baterai	14
Gambar 3.1 Sekema 3D sistem refrigrasi tenaga surya	18
Gambar 3.2 Desain atau permodelan sistem refrigrasi tenaga surya	19
Gambar 3.3 Grinda tangan	23
Gambar 3.4 Las Listrik	23
Gambar 3.5 Las Listrik	24
Gambar 3. 6 Data logger	24
Gambar 3. 7 Watt meter	25
Gambar 4. 1 Pemotongan Besi.....	27
Gambar 4. 2 Proses Pengelasan Besi	28
Gambar 4. 3 Proses Pengecatan	28
Gambar 4. 4 Proses Pengeboran Untuk Tempat Baut	28
Gambar 4. 5 Hasil Rancangan Tiang dan Tempat Untuk Panel Surya.....	29
Gambar 4. 6 Posisi Panel Surya Pada Mesin <i>Freezer</i>	29
Gambar 4. 7 Grafik kinerja panel surya	34

Gambar 4. 8 Grafik arus pananel surya.....	35
Gambar 4. 9 Garafik tegangan panel surya.....	36
Gambar 4. 10 Grafik intensitas cahaya	37
Gambar 4. 11 Gerafik P in dan P out panel surya	38
Gambar 4. 12 Grafik <i>chest freezer</i> (tanpa beban dan dengan beban)	41
Gambar 4. 13 Grafik arus <i>chest freezer</i> (tanpa beban dan dengan beban).....	42
Gambar 4. 14 Grafik tegangan <i>chast freezer</i> (tanpa beban dan dengan beban)....	43
Gambar 4. 15 Grafik daya <i>chest freezer</i> (tanpa beban dan isi beban).....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian skripsi	21
Tabel 3.2 Tabel pengambilan data untuk sistem refrigrasi tenaga surya.....	22
Tabel 4. 1 Data Pengujian panel surya	30
Tabel 4. 2 Data Pengujian Sistem Refrigerasi Tenaga Surya (Tanpa beban)	39
Tabel 4. 3 Data Pengujian Sistem Refrigerasi Tenaga Surya (dengan beban)	40

DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1 prosese pembuatan dudukan panel surya.....	49
lampiran 2 proses pengambilan data chest freezer.....	50
lampiran 3 Desain atau permodelan sistem refrigrasi tenaga surya.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi memegang peranan krusial dalam kehidupan manusia dan tidak dapat dipisahkan dari aktivitas sehari-hari. Di era modern seperti saat ini, hampir seluruh kegiatan manusia bergantung pada ketersediaan energi. Dalam keseharian kita, listrik menjadi kebutuhan pokok yang digunakan sejak pagi hingga malam hari. Sering kali tanpa disadari, konsumsi listrik kita sangat tinggi, yang baru terasa dampaknya ketika melihat jumlah tagihan bulanan. Sejak lama diketahui bahwa ada dua jenis sumber energi, yaitu energi terbarukan dan tidak terbarukan. (Nurmainnah.,2021).

Sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, seperti batu bara dan minyak bumi, diketahui memiliki keterbatasan dan tidak akan tersedia selamanya. Hal ini mendorong pentingnya pemanfaatan energi terbarukan. Karena itu, pengembangan dan penelitian terhadap energi baru menjadi langkah yang sangat diperlukan. Kebutuhan energi di masa kini maupun di masa mendatang sangat besar. Jika ketergantungan terhadap bahan bakar fosil terus berlanjut, maka pada akhirnya cadangan energi di bumi akan habis. Oleh sebab itu, energi terbarukan menjadi solusi penting untuk menjaga keberlangsungan sumber energi, khususnya minyak bumi yang makin menipis (Nurmainnah.,2021).

Energi terbarukan merupakan bentuk konversi energi yang lebih ramah terhadap lingkungan. Penggunaannya sangat penting sebagai alternatif dari energi fosil yang terbatas. Contoh energi terbarukan antara lain energi angin, air, dan matahari. Energi matahari atau surya telah dimanfaatkan di berbagai negara dan jika dimaksimalkan dengan baik, energi ini berpotensi besar untuk memenuhi kebutuhan energi global dalam jangka panjang. Energi surya bisa digunakan secara langsung untuk menghasilkan listrik, pemanasan, bahkan pendinginan. Potensi energi matahari di masa depan sangat besar dan hanya dibatasi oleh seberapa besar kemauan kita dalam mengembangkannya. Di Indonesia, wilayah laut yang luas

membuat sebagian besar masyarakat pesisir berprofesi sebagai nelayan (Nurmainnah.,2021).

Sebagian besar nelayan di Indonesia masih merupakan nelayan kecil yang menggunakan metode tradisional dalam menangkap dan menangani ikan. Salah satu tantangan utama yang mereka hadapi adalah dalam hal penyimpanan dan distribusi ikan. Harapannya adalah ikan yang ditangkap tetap segar hingga sampai ke konsumen, namun kenyataannya kualitas ikan sering menurun, sehingga harga jual menjadi rendah. Tujuan dari proses pengawetan sendiri adalah untuk memperlambat pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan (Nurmainnah.,2021).

Salah satu solusi untuk mengatasi persoalan pendinginan di kapal penangkap ikan adalah dengan menerapkan sistem pendingin. Saat ini, panel surya mulai banyak digunakan, termasuk di kapal-kapal nelayan. Berdasarkan hal tersebut, peneliti merancang sistem pendingin berbasis energi matahari. Konversi energi surya menjadi listrik dinilai sebagai cara paling ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan energi matahari juga dinilai lebih hemat biaya, sehingga lebih terjangkau bagi nelayan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan “Rancang Bangun Sistem Refrigerasi Tenaga surya” (Nurmainnah.,2021).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada pada skripsi rancang bangun sistem refrigrasi tenaga surya sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain sistem refrigerasi tenaga surya.
2. Bagaimana kinerja energi dan temperature dari sistem refrigerasi tenaga surya.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam proposal ini difokuskan pada pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi surya, untuk mengoperasikan sistem refrigerasi. Selain itu, batasan-batasan lain yang menjadi fokus dalam penelitian ini antara lain:

1. Mesin refrigersi yang digunakan berjenis *chest freezer*
2. Solar panel berkapasitas 580 WP dengan jenis panel surya monokristalin
3. Fokus pada power input dan output dari panel surya sebagai sumber energi menghidupkan *chest freezer*

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan secara umum dan khusus, sebagaimana dijelaskan berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari perencanaan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D4 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mampu mengetahui kinerja energi dan temperature dari sistem refrigerasi tenaga surya.
2. Mampu mendesain sistem refrigerasi tenaga surya.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penulis di atas, maka diharapkan memiliki manfaat pada Masyarakat terutama para nelayan secara langsung maupun tidak langsung, Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis

Secara teoritis penelitian ini dapat bermanfaat sebagai berikut.

- a) Memberikan sumbangan pemikiran tentang perkembangan teknologi yang ramah lingkungan.
- b) Memberikan sumbangan ilmiah tentang sistem penyimpanan dingin pada refrigerasi tenaga surya.

2. Manfaat Praktis

Dalam penerapannya, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis sebagai berikut.

- a) Bagi penulis.

Dapat membawa langsung ide yang akan digunakan dalam penelitian sistem penyimpanan dingin pada refrigrasi tenaga surya.

b) Bagi pendidik

Menjadi sumber pengetahuan dan referensi dalam pengembangan konsep sistem pendingin yang memanfaatkan energi matahari.

c) Bagi masyarakat

Dapat memberikan solusi bagi masyarakat khususnya para nelayan yang ada di pesisir. Supaya dapat menyimpan hasil tangkapannya lebih lama dan efisien.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap rancang bangun sistem refrigerasi tenaga surya yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Sistem refrigerasi tenaga surya berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan memanfaatkan panel surya monokristalin berkapasitas 580 Wp. Sistem ini mampu menghasilkan daya yang cukup untuk mengoperasikan chest freezer.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa temperatur freezer dapat turun dari 12,7°C hingga -30,3°C dalam waktu 600 menit (10 jam), baik dalam kondisi tanpa beban maupun dengan beban, sehingga layak digunakan untuk menyimpan hasil tangkapan nelayan agar tetap segar.
3. Efisiensi rata-rata panel surya yang dihasilkan adalah sekitar 4%, tergolong rendah dibandingkan dengan efisiensi teoritis (20–22%). Rendahnya efisiensi disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain suhu panel yang tinggi, kondisi cuaca, serta kerugian energi pada inverter, kabel, dan solar charge controller.
4. Walaupun efisiensi rendah, sistem tetap mampu bekerja secara stabil dalam mengoperasikan freezer, terutama pada beban pendinginan ringan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem refrigerasi tenaga surya memiliki potensi diterapkan pada skala kecil, khususnya untuk kebutuhan nelayan di daerah pesisir.

5.2 Saran

Agar penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dan sistem bekerja lebih optimal, maka disarankan:

1. Peningkatan efisiensi panel surya dengan menambahkan sistem pendingin pasif (ventilasi) atau aktif (kipas) agar suhu panel tetap stabil di bawah 35°C.

2. Optimasi sistem penyimpanan energi (baterai), baik dari segi kapasitas maupun teknologi (misalnya lithium-ion), sehingga sistem dapat lebih stabil menyuplai daya terutama saat cuaca berawan.
3. Penggunaan panel surya tipe terbaru dengan efisiensi lebih tinggi (misalnya panel *monokristalin* PERC atau bifacial) agar daya output meningkat.
4. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan sistem manajemen energi otomatis untuk meminimalisir rugi-rugi daya pada inverter, kabel, dan SCC.
5. Untuk penerapan lapangan, sistem sebaiknya dilengkapi dengan insulasi *freezer* yang lebih baik agar energi pendinginan lebih efisien, sehingga konsumsi listrik dapat ditekan.
6. Uji coba lapangan langsung pada kapal nelayan sangat disarankan untuk mengetahui keandalan sistem dalam kondisi nyata, termasuk guncangan, kelembaban, dan variasi intensitas matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2 (1): 35-42.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1): 10-14.
- Sipayung, R. A., Ambarita, H., Nur, T. B., & Pintoro, A. (2019). Rancang Bangun Solar Cold Storage Dengan Kapasitas 10 Kilogram. *DINAMIS*, 7(3): 10-10.
- Suamir, I. N., & Rasta, I. M. (2019). Studi Eksperimental Kinerja Temperatur dan Energi Integrasi Bio-PCM Pada Chest Freezer. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 9(1): 7-12.
- Sugara, F., & Khoerun, B. (2021). Perbandingan Performansi Mesin Refrigerasi Kompresi Uap Chest Freezer Menggunakan Pipa Kapiler Dan Orifice. *Politeknik Negeri Indramayu*.
- NURMAINNAH, Nurmainnah. (2021). Desain Sistem Pendingin Penyimpanan Ikan Berbasis Energi Surya. *PhD Thesis*. Universitas Hasanuddin.
- MARDIKA, R. B. 2025. Chest Freezer Dengan Daya Kompresor 1/5 Pk Dan Panjang Pipa Kapiler 150 Cm. Skripsi. Santan Dharma University Yogyakarta.
- Zakariya, M. D., & Mochammad Arif Irfa'i, B. (2021). Daya Output Panel Surya Tipe Polycrystalline Dengan Kemiringan Sudut 10o Pada Instalasi Penerangan Rumah. *Reaktom: Rekayasa Keteknikan dan Optimasi*, 6(2): 41-47.
- Hutajulu, O. Y., Siregar, B., & Mendoza, M. D. (2021). Studi Kelayakan Potensi Penyinaran Matahari 34 Provinsi Di Indonesia Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Matahari Skala Rumah Tangga. *Jurnal Insinyur Profesional*, 2(1).
- Siagian, I. W. (2023). Analisis Konversi Energi Pada Kombinasi Panel Surya Tipe Polycrystalline Dan Monocrystalline Untuk Skala Listrik Rumah Tangga (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).