

PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN *MINI COOLER* BERBASIS KOMPRESI
UAP DENGAN KAPASITAS 1/8 PK BERSUMBER
TENAGA SURYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I WAYAN PIKY DARMAWAN

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN *MINI COOLER* BERBASIS KOMPRESI
UAP DENGAN KAPASITAS 1/8 PK BERSUMBER
TENAGA SURYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I WAYAN PIKY DARMAWAN
NIM. 2115223016

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUJIAN *MINI COOLER* BERBASIS KOMPRESI UAP DENGAN KAPASITAS 1/8 PK BERSUMBER TENAGA SURYA

Oleh

I WAYAN PIKY DARMAWAN

NIM. 2115223016

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

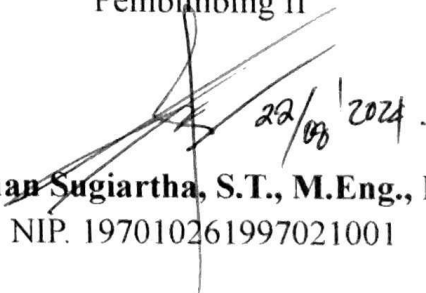
Disetujui oleh:

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Nyoman Sugiarta, S.T., M.Eng., M.Si
NIP. 197010261997021001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP.196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGUJIAN *MINI COOLER* BERBASIS KOMPRESI UAP DENGAN KAPASITAS 1/8 PK BERSUMBER TENAGA SURYA

Oleh

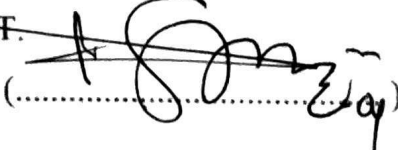
I WAYAN PIKY DARMAWAN


NIM. 2115223016


Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim penguji dan diterima untuk dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/ tanggal:
Jumat/ 23 Agustus 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

Penguji I : Ir. Daud Simon Anakottapary, M.T.
NIP : 196411151994031003
()

Penguji II : I Wayan Temaja, S.T., M.T.
NIP : 196810221998031001
()

Penguji III : I Wayan Suastawa, S.T., M.T.
NIP : 197809042002121001
( ACC₂/24
9)

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 terimakasih 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, MT, selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Pendingin dan Tata Udara.
5. Bapak Ir. I Putu Sastra Negara, M. Si. selaku Dosen Pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Nyoman Sugiarta, S.T., M.Eng., 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 yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.

10. Sahabat-sahabat yang telah menjadi penyemangat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.

11. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

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

Badung, 23 Juli 2024

I Wayan Piky Darmawan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : I Wayan Piky Darmawan

NIM : 2115223016

Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara

Judul Proyek Akhir : Pengujian *Mini Cooler* Berbasis Kompresi Uap Dengan Kapasitas 1/8 PK Bersumber Tenaga Surya

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

Badung, 23 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



I Wayan Piky Darmawan
NIM. 2115223016

ABSTRAK

Sistem pendingin memiliki peranan yang penting dalam kehidupan masyarakat saat ini. Di Indonesia khususnya di Bali yang beriklim tropis, hampir disetiap rumah dapat ditemui peralatan yang menggunakan sistem pendingin. Pendingin makanan/minuman yang sering digunakan saat ini freezer, chiller, dan lain-lain, yang bekerja dengan menggunakan siklus kompresi uap dikarenakan memiliki *coefficient of performance* (COP) yang baik.

Tujuan pengujian pada *mini cooler* ini di khususkan untuk mendapatkan performansi yang maksimal menggunakan refrigeran R134a. Oleh karena itu penulis melakukan pengujian pada sistem refrigerasi *mini cooler* ini supaya ada acuan untuk alat bantu pendidikan bagi mahasiswa dan data yang di dapat bisa digunakan sebagai pedoman untuk pembelajaran dan Untuk kedepannya diharapkan pemakaian dari alat ini dapat dimanfaatkan/dikembangkan sebagai alat bantu Pendidikan maupun sebagai bahan praktikum di Politeknik Negeri Bali dalam bidang refrigerasi.

Pengujian ini dilakukan dua input sumber daya yaitu *power supply* dan panel surya. Koefisien kinerja sistem mesin refrigerasi sumber daya *power supply* berdasarkan waktu idup sistem selama 120 menit pada penambahan menggunakan beban memiliki nilai rata-rata yang lebih rendah COP (teoritis) 4,3, sedangkan rata-rata pada pengujian tanpa menggunakan beban lebih tinggi sebesar COP (teoritis) 4,4. Sedangkan koefisien kinerja sistem mesin refrigerasi sumber daya panel surya berdasarkan waktu idup sistem selama 120 menit pada penambahan menggunakan beban memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi COP (teoritis) 6,4 sedangkan rata-rata pada pengujian tanpa menggunakan beban lebih rendah sebesar COP (teoritis) 4,8.

Kata Kunci: *Mini cooler, coefficient of performance, energy efficiency ratio.*

PERFORMANCE TESTING OF MINI COOLER BASED ON VAPOR COMPRESSION WITH A CAPACITY OF 1/8 PK SOURCED FROM SOLAR POWER

ABSTRACT

Cooling systems have an important role in people's lives today. In Indonesia, especially in Bali which has a tropical climate, almost every house can be found equipment that uses a cooling system. Food / beverage coolers that are often used today are freezers, chillers, and others, which work using the vapour compression cycle because they have a good coefficient of performance (COP).

The purpose of testing this mini cooler is specifically to get maximum performance using R134a refrigerant. Therefore the authors conduct tests on this mini cooler refrigeration system so that there is a reference for educational aids for students and the data obtained can be used as a guideline for learning and for the future it is hoped that the use of this tool can be used / developed as an educational aid or as a practicum material at Bali State Polytecnic in the field of refrigeration.

This test was conducted with two input power sources, namely power supply and solar panel. The coefficient of performance of the power supply refrigeration machine system based on the system life time for 120 minutes on the addition of using the load has a lower average value of COP (theoretical) 4.3, while the average in the test without using the load is higher at COP (theoretical) 4.4. While the coefficient of performance of the solar panel resource refrigeration machine system based on the system life time for 120 minutes in the addition of using the load has a higher average value of COP (theoretical) 6.4 while the average in the test without using the load is lower by COP (theoretical) 4.8.

Keywords: *Mini cooler; coefficient of performance, energy efficiency ratio.*

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji dan syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerahNya dalam menyelesaikan proyek akhir ini yang berjudul “Pengujian Performansi *Mini Cooler* Berbasis Kompresi Uap Dengan Kapasitas 1/8 PK Bersumber Tenaga Surya” pada tepat waktu. Proposal proyek akhir ini merupakan prasyarat dalam menyelesaikan proyek akhir di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali. Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyelesaian proyek akhir ini.

Penulis sangat berharap proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca pada umumnya dan segenap civitas akademika Politeknik Negeri Bali pada khususnya. Walaupun demikian, penulis menyadari bahwa proyek akhir ini belum sempurna sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempunaan proyek akhir yang akan dilaksanakan.

Badung, 22 Juli 2024

I Wayan Piky Darmawan

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Persetujuan.....	iii
Ucapan Terimakasih.....	iv
Surat Pertanyaan Bebas Plagiat.....	vi
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir	2
1.5 Manfaat Proyek Akhir	2
1.5.1 Manfaat bagi penulis	3
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Manfaat bagi masyarakat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Sistem Refrigerasi	4
2.1.1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	4
2.1.2 Proses Kompresi	4
2.1.3 Proses Kondensasi	5
2.1.4 Proses Ekspansi.....	6
2.1.5 Proses Evaporasi	6
2.2 Komponen Utama Siklus Kompresi Uap.....	7
2.2.1 Komponen Pendukung.....	9
2.2.2 Refrigeran R 134a	14

2.3 P-h Diagram	15
2.3.1 Kerja Kompresi (W_k)	16
2.3.2 <i>Coefficient of Performance</i> (COP).....	16
2.3.3 Efek Refrigerasi (ER).....	17
2.3.4 <i>Energy Efficiency Ratio</i> (EER)	17
BAB 3 METODE PELAKSANAAN	18
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.2 Tahap Pelaksanaan	21
3.3 Peralatan dan Bahan.....	22
3.4 Alat Ukur Penelitian.....	22
3.5 Metode Pelaksa ⁿ Proyek Akhir	24
3.5.1 Pengujian Sistem PLTS.....	24
3.5.2 Tujuan Pengujian	24
3.5.3 Prosedur Pengujian	24
3.5.4 Langkah Persiapan	26
3.5.5 Langkah Pengambilan Data	26
3.6 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Pengujian	29
4.1.1 Hasil Pengujian dengan Sumber Daya <i>Power Supply</i>	35
4.1.2 Hasil Pengujian dengan Sumber Daya PLTS.....	36
4.2 Pembahasan.....	41
4.2.1 <i>Coefficient of Performance</i> (COP).....	42
4.3 Menghitung COP	44
4.3.1 COP (teoritis) Menggunakan Beban Sumber Daya <i>Power Supply</i>	44
4.3.2 COP (teoritis) Tanpa Beban Sumber Daya <i>Power Supply</i>	45
4.3.3 COP (teoritis) Menggunakan Beban Sumber Daya PLTS	47
4.3.4 COP (teoritis) Tanpa Beban Sumber Daya PLTS	48
BAB 5 PENUTUP.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Peralatan dan Bahan	22
Tabel 3.2 Format Data Hasil Pengujian Sumber Daya PLTS	26
Tabel 3.3 Format Data Hasil Pengujian Sumber Daya <i>Power Supply</i>	27
Tabel 3.4 Waktu Pelaksanaan Proyek Akhir	28
Tabel 4.1 Hasil Pengujian dengan Beban Air 3000 ml <i>Power Supply</i>	31
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tanpa Beban Sumber Daya <i>Power Supply</i>	32
Tabel 4.3 Hasil Pengujian dengan Beban Air 3000 ml Sumber Daya PLTS	33
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tanpa Beban Sumber Daya PLTS	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Refrigerasi	4
Gambar 2.2 Kompresor	8
Gambar 2.3 Kondensor	8
Gambar 2.4 Pipa Kapiler	8
Gambar 2.5 Evaporator	9
Gambar 2.6 Filter Dryer	9
Gambar 2.7 Fan Kondensor	10
Gambar 2.8 Thermometer	10
Gambar 2.9 Panel Surya	11
Gambar 2.10 SCC (<i>Solar Charge Controller</i>)	12
Gambar 2.11 Aki/Baterai	13
Gambar 2.12 Inverter	14
Gambar 2.13 Refrigeran R 134a	14
Gambar 2.14 P-h Diagram	15
Gambar 3.1 Skema Aparatus Penelitian	19
Gambar 3.2 Rancang Bangun Mini Cooler	20
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.4 Display dan Kabel <i>Thermocouple</i>	22
Gambar 3.5 <i>Stopwatch</i>	23
Gambar 3.6 Tang Ampere	23
Gambar 3.7 <i>Manifold Gauge</i>	24
Gambar 4.1 Penempatan <i>Thermocouple</i> Pada Sistem Refrigerasi	29
Gambar 4.2 Posisi titik pengukuran pengujian <i>mini cooler</i> dengan PLTS	30
Gambar 4.3 Grafik Temperatur dan Waktu dengan Beban 3000 ml	35
Gambar 4.4 Grafik Temperatur dan Waktu Tanpa Beban	36
Gambar 4.5 Grafik Temperatur dan Waktu dengan Beban 3000 ml	37
Gambar 4.6 Grafik Tegangan	37
Gambar 4.7 Grafik Arus Terhadap Waktu	38
Gambar 4.8 Grafik Intensitas Radiasi Matahari	39
Gambar 4.9 Grafik Temperatur dan Waktu Tanpa Beban	39

Gambar 4.10 Grafik Tegangan	40
Gambar 4.11 Grafik Arus Terhadap Waktu	40
Gambar 4.12 Grafik Intensitas Radiasi Matahari.....	41
Gambar 4.13 Memasukkan Nilai <i>Coolpack</i>	42
Gambar 4.14 Dengan Beban Air 3000 ml Sumber Daya <i>Power Supply</i>	42
Gambar 4.15 Tanpa Beban Sumber Daya <i>Power Supply</i>	43
Gambar 4.16 Dengan Beban Air 3000 ml Sumber Daya PLTS	43
Gambar 4.17 Tanpa Beban Sumber Daya PLTS	44

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pendingin memiliki peranan yang penting dalam kehidupan masyarakat saat ini. Di Indonesia khususnya di Bali yang beriklim tropis, hampir di setiap rumah dapat ditemui peralatan yang menggunakan sistem pendingin. Penyimpanan produk makanan diperlukan untuk menjaga kualitas makanan agar tidak cepat rusak. Pendingin makanan / minuman yang sering di gunakan saat ini *freezer*, *chiller*, dan lain-lain, yang bekerja dengan menggunakan sistem kompresi uap di karenakan memiliki nilai (*coefficient of performance*) COP yang baik.

Sistem refrigerasi kompresi uap umumnya banyak digunakan pada sistem refrigerasi. Tujuan dari sistem refrigerasi adalah mempertahankan area yang didinginkan pada temperatur dibawah temperatur sekelilingnya. Sistem pendingin yang banyak dipakai saat ini adalah menggunakan siklus kompresi uap yang menggunakan alat-alat pendukung seperti kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator (Pujianto dkk., 2020). Salah satu mesin pendingin kompresi uap (kulkas) yang secara luas digunakan sebagai alat pendingin saat ini memiliki bentuk yang cukup kompleks serta ukuran yang besar, sehingga sulit untuk diaplikasikan pada kebutuhan pendinginan yang *mobile* (bisa dibawa), disamping itu kebutuhan energi listrik pada mesin pendingin jenis ini cukup besar. Proses pendinginan kulkas pada umumnya menggunakan zat refrigeran dan sistem kompresi yang berdampak buruk pada lingkungan. Kemajuan teknologi telah menghasilkan perangkat elektronik yang semakin dan portable, termasuk *mini cooler* yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pendinginan dan pengawetan di berbagai situasi (Budi, 2023).

Dalam penelitian ini, mengusulkan pengembangan *mini cooler* berbasis kompresi uap yang menggunakan arus DC untuk memberikan solusi pendinginan yang ramah lingkungan dan efisien. Alat ini berukuran kecil yang bisa dipadukan oleh teknologi masa kini meskipun COP yang dihasilkan tidak besar tetapi masih bisa dimanfaatkan untuk pendinginan skala kecil seperti alat menyimpan

makanan/minuman. Tujuan utama penelitian ini adalah penulis ingin menguji performansi *mini cooler* berbasis kompresi uap dengan kapasitas 1/8 PK bersumber tenaga surya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan penulis angkat dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana prosedur dalam melakukan pengujian pada *mini cooler*?
- b. Bagaimana performansi menggunakan sumber daya *power supply* dan sumber daya panel surya pada sistem *mini cooler*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam proyek akhir ini permasalahan yang akan di bahas di batasi sebagai berikut:

- a. Pengujian *mini cooler* menggunakan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).
- b. Kompresor yang digunakan 1/8 PK.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Tujuan proyek akhir ini terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat di jelaskan sebagai berikut:

- a. Tujuan Umum:
 1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- b. Tujuan Khusus:
 1. Dapat melakukan pengujian pada sistem *mini cooler*.
 2. Dapat menentukan nilai COP sistem *mini cooler*.

1.5 Manfaat Proyek Akhir

Penulis berharap hasil pengujian ini dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat bagi penulis

- a. Pengujian ini akan dapat menyelesaikan proyek tugas akhir, nantinya diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai performansi sistem *mini cooler* berbasis kompresi uap bersumber PLTS dengan kapasitas 1/8 PK.
- b. Pengujian ini bermanfaat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara dan dapat mengaplikasikan teori serta mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada di sekitar kita.

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

- a. Adanya pengembangan peralatan praktek di Laboratorium Program Studi Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- b. Dapat menambah koleksi bahan bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Manfaat bagi masyarakat

- a. Hasil pengujian ini dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.
- b. Agar masyarakat dapat mengetahui karakteristik kinerja sistem *mini cooler* yang dapat di aplikasikan untuk keperluan tertentu.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dijelaskan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian menggunakan beban berdasarkan waktu hidup sistem selama 120 menit pada sumber daya *power supply* COP teoritis = 4,3, dan pengujian menggunakan beban dengan sumber daya PLTS memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi COP teoritis = 6,4.
2. Sedangkan pengujian tanpa dengan beban berdasarkan waktu hidup sistem selama 120 menit pada sumber daya *power supply* memiliki nilai rata-rata lebih tinggi COP teoritis = 4,4, dan pengujian tanpa dengan beban dengan sumber daya PLTS memiliki nilai rata-rata yang lebih rendah COP teoritis = 4,8.

5.2 Saran

Dari penyusunan proyek akhir ini terdapat saran yang perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya yang mengacu pada penulisan proyek akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Sebaiknya penelitian selanjutnya penambahan variasi temperatur lebih ditingkatkan.
2. Saat melakukan pengambilan data, pemasangan kabel *thermocouple* harus lebih teliti karena komponen yang kecil agar pengambilan data, data yang didapatkan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Bimantara, Y. S. (2018). Perancangan Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Cascade Untuk Aplikasi Hybrid Reefer Container. <https://repository.its.ac.id/50382/>
- Budi, A. S. S. (2023). *Rancang Bangun Mini Kulkas Portable Berbasis Arduino Uno Menggunakan Arus DC*.
- Febrian Fatahillah, Nasional, S., Riset, T., Series, I. P., Vol, S., EFFENDI, A., YUSRAN, M. U. H., Jaelani, O., Suropto, H., Iqtimal, Z., Devi, I., Tahun, I., Lembaran, T., Faisal, F., Muttaqin, M., Ivana, R. D., Arifin, Z., Tamamy, A. J., Islahudin, N., ... Muhammdiyah, U. (2020). Perancangan Solar Cell Untuk Sumber Energi Listrik Mesin Pompa Air. *Digilibadmin.Unismuh.Ac.Id*, 15(1), 48–56. https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/1659-Full_Text.pdf
- Jaenul, A., Manfaluthy, M., Pramodja, Y., & Anjara, F. (2022). Pembuatan Sumber Listrik Cadangan Menggunakan Panel Surya Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Beban Lampu dan Peralatan Listrik. *Formosa Journal of Science and Technology*, 1(3), 143–156. <https://doi.org/10.55927/fjst.v1i3.838>
- Metty, K., Negara, T., & Wijaksana, H. (2012). Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 4(1), 43–50.
- Pratama, F. A., Mitrakusuma, W. H., Muhamad Anda Falahuddin, & Ayu, W. S. (2021). Kajian kinerja sistem refrigerasi menggunakan refrigeran R32, R22 dan R1270 menggunakan REFPROP. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 472–477.
- Pujianto, A., Latif A., M. Z., & Septiandi, W. (2020). Analisa Kinerja Sistem Refrigerasi Berdasarkan Beban Pendinginan Ruang Pembekuan Pada Kapal Penampung Ikan. *Jurnal Kelautan Nasional*, 15(1). <https://doi.org/10.15578/jkn.v15i1.7856>
- Saksono, P. (2013). Analisa Siklus Ideal Dan Aktual Pada Mobile Air Conditioning Dengan Menggunakan R-134a Dan Hidrokarbon. *Transmisi, VOL-IX*(Edisi-2), 903–910.
- Sipayung Raidinata, Himsar Ambarita, Taufiq B. Nur, & Andianto Pintoro. (2019). Rancang Bangun Solar Cold Storage Dengan Kapasitas 10 Kilogram. *Dinamis*, 7(3), 10. <https://doi.org/10.32734/dinamis.v7i3.7192>
- Suhengki, & Prayudi. (2017). Pengaruh Beban Pendingin Terhadap Kinerja Mesin Pendingin Dengan Refrigerant R134a Dan Mc134. *Power Plant*, 4(1), 260–270.
- Syururi, M. A., Kaloko, B. S., & Cahyadi, W. (2022). Rancang Bangun Inverter 600 Watt dengan Metode Sinusoidal Pulse Width Modulation. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 11(3), 147–154.