

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE *UNDER COUNTER*
CHILLER DC KAPASITAS 100 LITER BERBASIS ENERGI
SURYA**



Oleh

I WAYAN REDY WIDARMAWAN

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE *UNDER COUNTER*
CHILLER DC KAPASITAS 100 LITER BERBASIS ENERGI
SURYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I WAYANREDDY WIDARMAWAN
NIM. 2215223026

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Permasalahan kebutuhan pendinginan makanan dan minuman di daerah terpencil maupun lokasi tanpa akses listrik yang stabil mendorong pengembangan teknologi pendingin hemat energi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *under counter chiller* berkapasitas 100 liter yang menggunakan arus searah (DC) dan berbasis energi surya sebagai sumber utama listrik. Sistem ini terdiri dari panel surya, *solar charge controller*, baterai, dan kompresor DC yang diintegrasikan dengan sistem pendingin. Metode perancangan meliputi analisis kebutuhan daya, pemilihan komponen utama, perakitan sistem, serta pengujian performa pendinginan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu dalam lemari pendingin sesuai rentang suhu standar *chiller* (4 – 6°C) dengan konsumsi energi yang efisien dan stabil. Penggunaan energi surya sebagai sumber utama menjadikan sistem ini ramah lingkungan dan cocok untuk daerah dengan keterbatasan pasokan listrik PLN. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dalam pemenuhan kebutuhan pendingin berbasis energi terbarukan.

Kata kunci: *chiller* DC, energi surya, pendingin hemat energi, sistem *off-grid*, *under counter chiller*.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PROTOTYPE 100 LITER CAPACITY UNDER COUNTER DC CHILLER BASED ON SOLAR ENERGY

ABSTRACT

The demand for food and beverage cooling in remote areas or locations without stable electricity access has driven the development of energy-efficient refrigeration technology. This study aims to design and build a 100-liter capacity under-counter chiller using direct current (DC) and powered by solar energy as the primary electricity source. The system consists of solar panels, a solar charge controller, batteries, and a DC compressor integrated into a refrigeration system. The design method includes power requirement analysis, selection of main components, system assembly, and performance testing. Test results show that the system can maintain the internal temperature within the standard chiller range (4–7°C) with efficient and stable energy consumption. The use of solar energy as the main power source makes this system environmentally friendly and suitable for areas with limited access to the main power grid. This innovation is expected to provide an alternative solution for cooling needs based on renewable energy.

Keywords: DC chiller, solar energy, energy-efficient refrigeration, off-grid system, under-counter chiller.

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengertian Energi Surya	5
2.2 Panel Surya	6
2.2.1 Prinsip Kerja Panel Surya.....	7
2.2.2 Jenis Panel Surya	8
2.3 Pengertian Sistem Refrigerasi.....	10
2.4 Siklus Kompresi Uap.....	10
2.5 <i>Under Counter Chiller</i>	13
2.6 Komponen Tambahan Pada <i>Under Counter Chiller</i>	16
2.7 Refrigeran R-134A	19

2.8 P-h Diagram.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Tahapan Penelitian.....	20
3.3 Alur Penelitian	21
3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.5 Peralatan dan Bahan	23
3.5.1 Peralatan	23
3.5.2 Bahan.....	23
3.6 Metode Pelaksanaan Tugas Akhir.....	23
3.6.1 Perancangan Tempat <i>chiller</i> dan evaporator serta <i>fan</i> refrigerasi	23
3.6.2 Perencanaan Pemipaan Komponen Refrigerasi.....	24
3.6.3 Tabel Pengambilan Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Rancang Bangun	26
4.1.1 Prinsip Kerja.....	27
4.1.2 Rangkaian Kelistrikan Kompresor DC	29
4.1.3 Proses Perakitan.....	30
4.1.4 Hasil Pengujian Refrigerasi dengan beban 4,5 liter air	32
4.1.5 Gravitasi Tegangan Panel Surya dan Aki.....	34
4.2 Hasil Pembahasan.....	36
4.2.1 Kinerja Sistem Pendinginan	36
4.2.2 Konsumsi Energi dan Daya	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Tugas Akhir.....	22
Tabel 3.2 Tabel Pengambilan Data	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya	6
Gambar 2.2 Panel Surya <i>monocrystalline</i>	7
Gambar 2.3 Panel Surya <i>Polyerystalline</i>	8
Gambar 2.4 Panel Surya <i>Thin Film Solar Cell (TFSC)</i>	8
Gambar 2.5 Skematis Siklus Kompresi Uap	11
Gambar 2.6 Siklus Kompresi Uap	11
Gambar 2.7 <i>Under Counter Chiller</i>	13
Gambar 2.8 Kompresor DC 12V/24V	14
Gambar 2.9 Kondensor	14
Gambar 2.10 Pipa Kapiler	15
Gambar 2.11 Evaporator	16
Gambar 2.12 <i>Filter dryer</i>	17
Gambar 2.13 <i>Thermometer</i>	17
Gambar 2.14 <i>Fan Kondensor</i>	18
Gambar 2.15 <i>Fan Evaporator</i>	18
Gambar 2.16 Refrigeran	19
Gambar 2.17 P-h Diagram	20
Gambar 3.1 Rangkaian Sistem Panel	21
Gambar 3.2 Rancang Bangun	22
Gambar 3.3 Alur Penelitian	24
Gambar 4.1 Hasil Rancang Bangun	29
Gambar 4.2 Kelistrikan Kompresor DC	32
Gambar 4.3 Grafik Sistem Refrigerasi	35
Gambar 4.4 Grafik Temperatur Ruangan	36
Gambar 4.5 Grafik Tegangan PLTS	37
Gambar 4.6 Grafik Tegangan baterai	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada saat ini semakin sangat pesat, karena taraf hidup dan kebutuhan masyarakat, yang semakin meningkat. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial untuk dimanfaatkan, terutama di negara tropis seperti Indonesia. Dengan intensitas sinar matahari yang mencapai rata-rata 4,8 kWh/m² per hari, energi surya dapat menjadi solusi utama dalam memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang tidak ramah lingkungan. Energi surya memiliki beberapa keunggulan, di antaranya melimpah, bersih, bebas emisi karbon, dan dapat dimanfaatkan di berbagai sektor (*Duffie dan Beckman, 2013*).

Peningkatan kebutuhan energi dan kesadaran akan pentingnya keberlanjutan lingkungan telah mendorong penelitian dan pengembangan teknologi yang memanfaatkan sumber energi terbarukan. Sistem tenaga surya bekerja melalui beberapa komponen utama, yaitu Panel Surya, *Controller* Pengisian (*Solar Charge Controller*), Baterai. Kebutuhan akan perangkat pendingin yang hemat energi dan ramah lingkungan semakin meningkat, terutama di daerah yang memiliki keterbatasan akses listrik. Salah satu perangkat yang banyak digunakan untuk kebutuhan tersebut adalah *under counter chiller*, yaitu lemari pendingin kompak yang dirancang untuk diletakkan di bawah meja atau *counter* (*Arora, 2010*).

Under counter chiller merupakan perangkat pendingin yang dirancang untuk ditempatkan di bawah meja atau kabinet, sehingga lebih hemat ruang dan praktis. Penggunaan tenaga surya sebagai sumber daya utama membuat perangkat ini ramah lingkungan dan lebih hemat biaya dalam jangka panjang. Oleh karena itu, rancang bangun prototipe *under counter chiller* bertenaga arus searah DC (*Direct current*)

dengan kapasitas 100 liter dan didukung panel surya menjadi langkah penting dalam mendukung efisiensi energi.

Penyusunan Tugas Akhir ini penulisan akan merancang suatu sistem mesin pendingin dengan prinsip mendinginkan minuman dan makanan dengan lebih optimal yang berjudul “Rancang Bangun Propotipe *Under Counter Ciller* DC Kapasitas 100 Liter Berbasis Energi Surya” Agar dapat membantu program pemerintahan dalam menciptakan energi terbarukan yang ramah lingkungan tanpa mengurangi fungsi mesin-mesin refrigerator pada umumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas maka ada beberapa hal yang menjadi permasalahan yang harus dibahas sebagai berikut:

- a. Bagaimana rancangan dan kontruksi alat sistem *under counter chiller*?
- b. Bagaimana kinerja propotipe *under counter chiller* dengan kapasitas 100 liter?

1.3 Batasan Masalah

- Sistem PLTS yang digunakan adalah jenis *off-grid*.
- Kinerja yang dibahas adalah untuk sistem PLTS dan sistem refrigerasi.
- Kinerja sistem PLTS terdiri dari tegangan, kuat arus, daya, dan energi (pada keluaran panel surya, aki dan beban *under counter chiller*)
- Kinerja sistem refrigerasi terdiri dari: distribusi temperatur produk dan di dalam udara kabin, efek refrigerasi, daya input kompressor.
- Produk yang digunakan sebagai beban pendinginan adalah air.
- Tidak melakukan analisis perpindahan panas pada *under counter chiller*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan tugas akhir terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum tugas akhir ini adalah sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

- a. Demi menentukan rancang bangun alat sistem *Under Counter Chiller* DC.
- b. Untuk menentukan kinerja alat sistem *Under Counter Chiller* DC.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi penulis :
 - a. Dengan tugas akhir ini nantinya diharapkan dapat menambah wawasan tentang sistem *Under Counter Chiller* Berbasis Tenaga Surya.
 - b. Tugas akhir ini bermanfaat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali khususnya di 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.
2. Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali :
 - a. Adanya pengembangan peralatan praktek di laboratorium program studi Teknik Pendingin Dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
 - b. Dapat digunakan sebagai materi praktik bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya di program studi Teknik Pendingin Dan Tata Udara.

3. Manfaat Bagi Masyarakat :

- a. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat terkait dengan penelitian kami yaitu, *Under Counter Chiller* yang bisa dibawa kemana saja dengan sumber tenaga surya.
- b. Hasil tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, perakitan, dan pengujian prototipe *Under Counter Chiller* DC kapasitas 100 liter berbasis energi surya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe berhasil direalisasikan dan mampu bekerja dengan baik sesuai tujuan penelitian. Sistem pendingin berbasis energi surya ini dapat beroperasi secara *off-grid* sehingga tidak bergantung pada jaringan listrik PLN.
2. *Chiller* mampu mencapai suhu ruang pendingin $4^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C}$ dalam waktu 100 menit, menunjukkan bahwa sistem pendinginan bekerja optimal dengan siklus kompresi uap yang didukung kompresor DC, kondensor, pipa kapiler, dan evaporator.
3. Komponen utama pada sistem PLTS, yaitu panel surya, baterai, dan *solar charge controller* (SCC), berfungsi sesuai perencanaan. Panel surya mampu menyuplai energi, baterai berperan menyimpan energi cadangan, sementara SCC mengatur alur pengisian agar sistem tetap aman dan efisien.

5.1 Saran

Untuk mendukung kinerja sistem *under counter chiller* berbasis energi surya agar tetap optimal, disarankan untuk melakukan perawatan rutin, terutama pada panel surya dan baterai, agar efisiensi penyerapan dan penyimpanan energi tetap terjaga. Penambahan kapasitas baterai juga dapat dipertimbangkan untuk mengantisipasi kondisi cuaca mendung atau hujan yang menyebabkan pasokan energi menurun. Pemasangan panel surya sebaiknya dilakukan dengan sudut dan orientasi yang tepat agar dapat menerima intensitas cahaya matahari secara maksimal sepanjang hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Agil, A. (2019). Prinsip Dasar dan Aplikasi Sistem Pendinginan. Yogyakarta: Media Teknik.
- Arora, C. P. (2010). *Refrigeration and Air Conditioning (3rd ed.)*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Arora, C. P. (2010). *Refrigeration and Air Conditioning (3rd ed.)*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Arora, C. P. (2010). *Refrigeration and Air Conditioning (3rd ed.)*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Arora, C. P. (2010). *Refrigeration and Air Conditioning (3rd ed.)*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Arora, C. P. (2010). *Refrigeration and Air Conditioning (3rd ed.)*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Bineka Teknik. (2015). Panduan Dasar Sistem Pendinginan dan Kondensor. Jakarta: Bineka Teknik Publishing.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes (4th ed.)*. Hoboken: Wiley.
- Hartanto, H. (1985). Teknik Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Yogyakarta: Kanisius.
- Ilyas, S. (1993). Refrigerasi dan Tata Udara. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Stoecker, W. F., & Jones, J. W. (1982). *Refrigeration and Air Conditioning (2nd ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Stoecker, W. F., & Jones, J. W. (1982). *Refrigeration and Air Conditioning (2nd ed.)*. New York: McGraw-Hill.

Stoecker, W. F., & Jones, J. W. (1982). *Refrigeration and Air Conditioning (2nd ed.)*.
New York: McGraw-Hill.

Stoecker, W. F., & Jones, J. W. (1982). *Refrigeration and Air Conditioning (2nd ed.)*.
New York: McGraw-Hill.

Stoecker, W. F., & Jones, J. W. (1982). *Refrigeration and Air Conditioning (2nd ed.)*.
New York: McGraw-Hil

Suamir, I. N., & Sumantra, K. (2016). Teknik Refrigerasi dan Tata Udara: Teori dan
Aplikasi. Jakarta: Erlangga.