

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA PROTOTIPE *UNDER COUNTER*
CHILLER DC KAPASITAS 100 LITER PADA SUPLAI
TEGANGAN 12V DAN 24V**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU AGUS ARTA WIGUNA

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA PROTOTIPE *UNDER COUNTER*
CHILLER DC KAPASITAS 100 LITER PADA SUPLAI
TEGANGAN 12V DAN 24V**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU AGUS ARTA WIGUNA
NIM. 2215223009

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pendingin semakin dibutuhkan seiring meningkatnya kebutuhan penyimpanan bahan makanan dan minuman pada suhu rendah. Salah satu inovasi yang dikembangkan adalah *Under Counter Chiller* DC berkapasitas 100 liter, yang dirancang untuk hemat energi sekaligus portabel. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya menghadirkan sistem pendingin bertenaga DC yang mampu bekerja optimal baik saat diberi beban maupun tanpa beban.

Prototipe diuji dengan dua variasi suplai tegangan, yaitu 12V dan 24V, untuk menganalisis kinerja siklus refrigerasi serta kestabilan temperatur kabin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan 24V mampu menurunkan suhu lebih cepat hingga mencapai kisaran 4–6°C, sedangkan 12V juga dapat mencapai suhu yang sama, namun membutuhkan waktu pendinginan lebih lama.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *Under Counter Chiller* DC 100 liter bekerja dengan baik dalam menjaga temperatur penyimpanan sesuai standar pendinginan. Sistem dengan tegangan 24V lebih efisien dibandingkan 12V karena waktu pendinginan lebih singkat dan kestabilan sistem lebih baik. Oleh karena itu, rancangan ini layak dikembangkan sebagai pendingin hemat energi yang praktis dan mudah digunakan.

Kata kunci: Beban, *Chiller*, Daya, Efisiensi, Pendinginan, Refrigerasi, Temperatur, Tegangan

Performance Analysis of a 100-Liter DC Under Counter Chiller Prototype with 12V and 24V Power Supply

ABSTRACT

The need for refrigeration technology continues to grow along with the increasing demand for food and beverage storage at low temperatures. One innovation introduced is the 100-liter DC Under Counter Chiller, designed to be both energy-saving and portable. This research is motivated by the necessity of a DC-powered cooling system that can maintain stable performance under both loaded and unloaded conditions.

The prototype was tested under two different voltage supplies, 12V and 24V, to evaluate refrigeration cycle behavior and cabin temperature stability. The findings reveal that the 24V supply achieved a faster cooling process, reaching 4–6°C in a shorter time. Meanwhile, the 12V supply was also able to reach the same temperature range, but with a slower cooling rate.

It can be concluded that the 100-liter DC Under Counter Chiller performs effectively in maintaining storage temperatures within standard cooling requirements. The 24V system demonstrates better efficiency compared to the 12V, as it provides quicker cooling and a more stable refrigeration cycle. Thus, the prototype is considered feasible to be applied as a practical, portable, and energy-efficient refrigeration solution.

Keywords: *Chiller, Cooling, Efficiency, Load, Power, Refrigeration, Temperature, Voltage*

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK DALAM BAHASA INDONESIA	vi
ABSTRAK DALAM BAHASA INGGRIS	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
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	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Bagi Penulis	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Bagi Masyarakat.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 <i>Under Counter Chiller</i>	4

2.2 Siklus Kompresi Uap	6
2.2.1 Proses Siklus Kompresi Uap	6
2.2.2 Dasar-dasar Perhitungan Kinerja Siklus Kompresi Uap	8
2.2.3 Sistem Kerja Siklus Kompresi Uap	8
2.2.4 Komponen Utama	9
2.2.5 Komponen Tambahan	11
2.3 <i>Power Supply Unit</i> (PSU)	13
2.3.1 Cara Kerja <i>Power Supply Unit</i> (PSU)	14
BAB III PEMBAHASAN	16
3.1 Jenis Penelitian	16
3.2 Tahapan Penelitian	18
3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian	18
3.4 Penentuan Sumber Data	19
3.4.1 Spesifikasi Kompresor DC	21
3.4.2 Spesifikasi <i>Power Supply Unit Adjustable</i>	21
3.5 Sumber Daya Penelitian	22
3.6 Instrumen Penelitian	22
3.6.1 Alat Ukur	22
3.6.2 Bahan	25
3.7 Prosedur Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Pelaksanaan Tugas Akhir	27
4.1.1 Data hasil pengujian menggunakan tegangan 12V dan 24V	29
4.1.2 Hasil pengujian tanpa beban 12V	29
4.1.3 Hasil pengujian tanpa beban 24V	32
4.1.4 Hasil pengujian berisi beban 12V dan 24V	33
4.1.5 Hasil pengujian berisi beban 12V	34
4.1.6 Hasil pengujian berisi beban 24V	35
4.2 Pembahasan	37

4.2.1 Perhitungan <i>Coeffience of Performance</i> (COP) 12V tanpa beban.....	37
4.2.2 Perhitungan <i>Coeffience of Performance</i> (COP) 24V tanpa beban.....	39
4.2.3 Perhitungan <i>Coeffience of Performance</i> (COP) 12V berisi beban.....	41
4.2.4 Perhitungan <i>Coeffience of Performance</i> (COP) 24V berisi beban.....	42
4.2.5 Hasil perbandingan kinerja 12V dan 24V	43
BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Tugas Akhir	19
Tabel 3.2 Tabel data	22
Tabel 4.1 Data pengujian 12V tanpa beban.....	29
Tabel 4.2 Data pengujian 24V tanpa beban.....	32
Tabel 4.3 Data pengujian 12V berisi beban	34
Tabel 4.4 Data pengujian 24V berisi beban	35
Tabel 4.5 Perbandingan Kinerja.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Under Counter Chiller</i>	6
Gambar 2.2 Siklus Kompresi Uap	6
Gambar 2.3 Kompresor DC 12V/24V	9
Gambar 2.4 Kondensor	10
Gambar 2.5 Pipa Kapiler	10
Gambar 2.6 Evaporator	11
Gambar 2.7 <i>Filter dryer</i>	11
Gambar 2.8 Kipas Motor Kondensor	12
Gambar 2.9 Kipas Motor Evaporator	12
Gambar 2.10 Refrigeran	13
Gambar 2.11 <i>Power Supply Unit</i>	14
Gambar 3.1 Skematik Prototipe <i>Under Counter Chiller</i> DC	16
Gambar 3.2 3D Prototipe <i>Under Counter Chiller</i> DC	17
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i>	18
Gambar 3.4 Penempatan alat ukur	20
Gambar 3.5 <i>Data Logger</i>	22
Gambar 3.6 <i>Thermocouple</i>	23
Gambar 3.7 PZEM-003	23
Gambar 3.8 <i>Thermohygrometer</i>	24
Gambar 3.9 <i>Manifold</i>	24
Gambar 4.1 Prototipe <i>Under Counter Chiller</i> DC	27

Gambar 4.2 Sensor yang digunakan dalam pengujian	28
Gambar 4.3 Penempatan sensor pada kabin.....	28
Gambar 4.4 Grafik pada sistem Refrigerasi 12V tanpa beban.....	30
Gambar 4.5 Grafik temperatur kabin 12V tanpa beban	31
Gambar 4.6 Grafik sistem refrigerasi 24V tanpa beban.....	32
Gambar 4.7 Grafik temperatur kabin 24V tanpa beban	33
Gambar 4.8 Grafik sistem refrigerasi 12V berisi beban	34
Gambar 4.9 Grafik temperatur kabin 12V berisi beban.....	35
Gambar 4.10 Grafik sistem refrigerasi 24V berisi beban	36
Gambar 4.11 Grafik temperatur kabin 24V berisi beban.....	36
Gambar 4.12 P-h diagram 12V tanpa beban	38
Gambar 4.13 Entalpi 12V tanpa beban	38
Gambar 4.14 P-h diagram 24V tanpa beban	40
Gambar 4.15 Entalpi 24V tanpa beban	40
Gambar 4.16 COP 24V tanpa beban.....	40
Gambar 4.17 P-h diagram 12V berisi beban.....	41
Gambar 4.18 Entalpi 12V berisi beban.....	41
Gambar 4.19 COP 12V berisi beban.....	42
Gambar 4.20 P-h diagram 24V berisi beban.....	42
Gambar 4.21 Entalpi 24V berisi beban	42
Gambar 4.22 COP 24V berisi beban.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi pembekuan makanan kini telah mengalami kemajuan pesat dan memiliki peran yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, terutama yang berhubungan dengan proses pengolahan serta pembekuan makanan dan minuman. Proses pendinginan dengan sistem refrigerasi pada dasarnya adalah pemindahan energi panas yang terdapat dalam suatu ruangan ke tempat lain. Berdasarkan hukum kekekalan energi, energi tidak dapat dihilangkan, tetapi hanya bisa dialihkan dari satu substansi ke substansi lainnya. Untuk melaksanakan pemindahan energi panas tersebut, digunakan fluida penukar panas yang disebut refrigeran (Widodo, 2018).

Untuk mendukung sistem pendingin yang efisien, diperlukan sumber daya listrik yang stabil dan tepat. *Power Supply* dengan tegangan 12V dan 24V sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan industri. Tegangan 12V umumnya digunakan pada perangkat dengan konsumsi daya rendah, seperti sistem kelistrikan kendaraan, lampu, dan perangkat rumah tangga lainnya, karena dapat memberikan distribusi daya yang efisien pada jarak pendek. Di sisi lain, tegangan 24V lebih cocok digunakan untuk aplikasi yang memerlukan daya lebih stabil dan efisien dalam jangka panjang. Penggunaan tegangan DC dalam *Power Supply* ini memberikan keuntungan dalam mengurangi kerugian energi, serta memungkinkan desain perangkat yang lebih kompak dan biaya operasional yang lebih rendah (Muhammad *et al.*, 2021).

Sebagai contoh penerapan sistem ini, analisis terhadap prototipe *Under Counter Chiller* DC dengan kapasitas 100 liter yang menggunakan suplai tegangan 12V dan 24V menunjukkan perbedaan dalam efisiensi dan daya yang dibutuhkan. *Chiller* ini umumnya digunakan untuk menjaga Temperatur dingin pada skala kecil, seperti di restoran atau toko kecil. Penggunaan suplai tegangan 12V lebih cocok untuk aplikasi

dengan konsumsi daya rendah dan efisiensi energi pada jarak distribusi yang tidak terlalu jauh. Sementara itu, tegangan 24V lebih cocok digunakan untuk sistem yang memerlukan daya lebih besar atau untuk penggunaan jangka panjang.

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 perbandingan kinerja prototipe *Under Counter Chiller* DC kapasitas 100 liter dengan suplai tegangan 12V dan 24V pada kondisi tanpa beban?
- b. Bagaimana perbandingan kinerja prototipe *Under Counter Chiller* DC kapasitas 100 liter dengan suplai tegangan 12V dan 24V pada kondisi berisi beban?

1.3 Batasan Masalah

Dalam Tugas akhir ini permasalahan yang akan di bahas di Batasi sebagai Berikut:

- a. Penelitian difokuskan pada analisis kinerja prototipe *Under Counter Chiller* DC kapasitas penyimpanan 100 liter.
- b. Pengujian dilakukan hanya dengan suplai tegangan DC 12V dan 24V.
- c. Kinerja yang dianalisis meliputi: efisiensi energi, waktu pencapaian temperatur tertentu, kestabilan temperatur, dan konsumsi daya.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1.4.1 Tujuan Umum:

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:

1. Dapat mengetahui kinerja prototipe *Under Counter Chiller* DC kapasitas 100 liter menggunakan suplai daya 12V dan 24V pada kondisi tanpa beban.
2. Dapat mengetahui kinerja Prototipe *Under Counter Chiller* DC kapasitas 100 liter menggunakan suplai daya 12V dan 24V pada kondisi berisi beban.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan Tugas akhir ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Bagi penulis:

Dalam Tugas akhir ini penulis mendapatkan pengalaman menganalisis kinerja *Under Counter Chiller* DC.

Tugas akhir ini bermanfaat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah di dapat selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali Khususnya di program D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara dan dapat mengaplikasikan teori serta mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada disekitar kita.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali:

Proyek ini dapat menjadi referensi akademik untuk mahasiswa yang ingin melakukan penelitian serupa.

Proyek ini juga membuka ruang kolaborasi antara kampus dan industri, khususnya dalam pengembangan perangkat pendinginan yang berbasis DC.

1.5.3 Bagi Masyarakat:

- 1 Hasil dari Tugas akhir ini dapat mendukung pengembangan perangkat pendingin yang lebih efisien, hemat energi, dan ramahh lingkungan.
- 2 Masyarakat dapat memperoleh Solusi pendinginan yang lebih ekonomis

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis kinerja prototipe Under Counter Chiller DC kapasitas 100 liter pada suplai tegangan 12V dan 24V, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Suplai 24V memberikan kinerja pendinginan lebih cepat dan efisien dibandingkan 12V. Sistem dengan 12V tetap mampu menurunkan suhu kabin hingga 4–6°C, namun membutuhkan waktu lebih lama, sedangkan pada 24V suhu minimum dapat dicapai dalam waktu lebih singkat dengan siklus refrigerasi yang lebih stabil.
2. Pada kondisi tanpa beban, pendinginan berlangsung lebih cepat karena energi tidak terserap oleh isi kabin. Sebaliknya, pada kondisi berisi beban, pendinginan lebih lambat, tetapi sistem tetap mampu menjaga suhu kabin di kisaran 4–6°C sesuai standar pendinginan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan adalah:

1. Untuk aplikasi yang membutuhkan pendinginan cepat, penggunaan suplai tegangan 24V lebih direkomendasikan.
2. Sistem perlu dilengkapi insulation yang lebih baik untuk mengurangi kehilangan panas, sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja.
3. Penggunaan kompresor DC dengan kapasitas yang lebih besar dapat dipertimbangkan agar kinerja pendinginan pada 12V menjadi lebih optimal.
4. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan variasi jenis refrigeran ramah lingkungan dan pengujian pada kondisi beban yang lebih bervariasi untuk memperoleh data kinerja yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, A. 2023. Analisis Unjuk Kerja AHU (Air Handling Unit) Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran NH₃. *Jurnal Rekayasa Teknik Mesin Saburai*. 1 (1) : 35-37.
- Azis, A. 2009. Studi Eksperimental Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R22 pada kondisi Transien. *Jurnal Teknik Mesin*. 6 (2) : 75-76.
- Jibril, A., Cakranegara, P.A., Putri, R.S.W., Octiva, C.T. 2022. Analisis Efisiensi Kerja Kompresor Pada Mesin Refrigerasi d PT. XYZ. *Jurnal Mesin Nusantara*. 5 (1) : 87-89.
- Kase, E., Suriana, I.W., Adrama, I.N.G. 2020. Perancangan Sistem Monitoring Temperatur Under Counter Chiller di Hotel Hilton berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah TELSINAS*. 3 (1) : 12.
- Kusnandar, Kurniawan, Y., Rohmat, Y.N. 2018. Analisa Prerformansi Mesin Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran R-32. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian pada Masyarakat. 2 Oktober 2018, Pangkalpinang. Indonesia. pp. 194-196.
- Marpaung, N.L., Ervianto, E. 2012. Data Logger Sensor Temperatur Berbasis Mikrokontroler A Tmega 8535 dengan PC sebagai tampilan. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*. 3 (1) : 37-42.
- Muhammad, U., Mukhlisin, Nuardi, Mansur, A., Maulana, M.A.B. 2021. Rancang Bangun Power Supply Adjustable Current pada Sistem Pendingin Berbasis Termoelektrik. *Journal Of Electrical Ennginering (Joule)*. 2 (2) : 106-108.
- Ramadan, H., Cappenberg, A.D. 2018. Uji Prestasi Refrigeran R22 pada Mesin Pendingin Kompresi Uap denagn Metode Pengujian Aktual dan Simulasi. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*. : 75.
- Sari, D.P., Evelina, Rasyad, S., Amperawan, Muslimin, S. 2018. Kendali Temperatur Air Dengan Sensor Termokopel TIPE-K pada Simulator Pengisian Botol Otomatis. *Jurnal Ampere*. 3 (1) : 128-130.
- Siagian, S. 2015. Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Kondensor pada Sistem Pendingin (AIR CONDITIONING) yang menggunakan Freon R-134a berdasarkan Variasi Putaran Kipas Pendingin. *Jurnal BINA TEKNIKA*. 11 (2) : 124-126.
- Sugara, F. dan. Khoerun, B. 2021. Perbandingan Performansi Mesin Refrigerasi Kompresi Chest Freezer Menggunakan Pipa Kapiler dan Orifice. *Jurnal Teknologi Terapan*. 7 (1) : 55.

