

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN *FAN*
EVAPORATOR TERHADAP KINERJA
UNDERCOUNTER CHILLER DC KAPASITAS 4 LITER**



Oleh
I PUTU ANGGA ADITYA PUTRA
NIM. 2215223002

TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan *fan* evaporator terhadap kinerja *undercounter chiller* DC berkapasitas 4 liter, dengan fokus pada nilai koefisien prestasi (COP). Pengujian dilakukan secara eksperimental menggunakan beberapa variasi kecepatan aliran udara pada evaporator (6,5 m/s, 9 m/s, dan 9,7 m/s) dengan beban pendinginan 4 liter air. Data suhu, tekanan, dan konsumsi daya diperoleh menggunakan sensor PZEM-017, DS18B20, dan DHT-22, kemudian diolah dengan perangkat lunak *Coolpack*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan *fan* evaporator hingga 9 m/s memberikan nilai COP tertinggi sebesar 4,9. Namun, pada kecepatan *fan* 9,7 m/s, COP menurun menjadi 4,6 akibat peningkatan daya kipas dan berkurangnya waktu kontak udara dengan sirip evaporator. Hal ini menegaskan adanya titik optimum pada sekitar 9 m/s untuk mencapai kinerja pendinginan yang efisien.

Kata kunci: *undercounter chiller*, *fan* evaporator, kecepatan udara, koefisien prestasi (COP), sistem pendingin DC

ANALYSIS OF THE EFFECT OF EVAPORATOR FAN ON THE PERFORMANCE OF A 4-LITER DC UNDERCOUNTER CHILLER

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of varying evaporator fan speeds on the performance of a 4-liter DC undercounter chiller, focusing on the coefficient of performance (COP). Experimental tests were conducted using three different airflow speeds at the evaporator (6.5 m/s, 9 m/s, and 9.7 m/s) under a cooling load of 4 liters of water. Temperature, pressure, and power consumption data were collected using PZEM-017, DS18B20, and DHT-22 sensors, and processed using CoolPack software. The results show that increasing the evaporator fan speed to 9 m/s yields the highest COP of 4.9. However, at 9.7 m/s, the COP decreases to 4.6 due to increased fan power consumption and reduced air contact time with the evaporator fins. These findings confirm that an optimal fan speed exists at around 9 m/s, where cooling performance is achieved most efficiently.

Keywords: *undercounter chiller, evaporator fan, airflow velocity, coefficient of performance (COP), DC refrigeration system*

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan oleh Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	2
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	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>Undercounter Chiller</i>	4
2.2 Kompresi Uap	5
2.2.1 Kompresor	5
2.2.2 Kondensor.....	6
2.2.3 Pipa Kapiler	7
2.2.4 Evaporator	8

2.3 Refrigeran	9
2.3.1 Refrigeran R-134a	9
2.4 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	9
2.4.1 Diagram Tekanan-Entalpi.....	10
2.4.2 Superheated dan Supercooled.....	11
2.4.3 Dasar-dasar Perhitungan Kinerja Mesin Pendingin.....	12
2.5 <i>Power Supply</i>	13
2.6 PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	14
BAB III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Jenis Penelitian.....	15
3.1.1 Sistem Kelistrikan	16
3.2 Alur Penelitian	17
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	18
3.4 Waktu Pembuatan Tugas Akhir.....	18
3.5 Penentuan Sumber Data	19
3.5.1 Spesifikasi Kompresor DC	21
3.5.2 Spesifikasi <i>Fan</i> Evaporator	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 Variasi kecepatan <i>fan</i> evaporator 6,5 m/s tanpa beban.....	28
4.1.2 Variasi kecepatan <i>fan</i> evaporator 6,5 m/s menggunakan beban	29
4.1.3 Variasi kecepatan <i>fan</i> evaporator 9 m/s tanpa beban.....	31
4.1.4 Variasi kecepatan <i>fan</i> evaporator 9 m/s menggunakan beban	32
4.1.5 Variasi kecepatan <i>fan</i> evaporator 9,7 m/s tanpa beban.....	34
4.1.6 Variasi kecepatan <i>fan</i> evaporator 9,7 m/s menggunakan beban	35
4.2 Analisis COP.....	37
4.3 Analisis sistem	38

BAB V. PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penyelesaian Tugas Akhir	18
Tabel 3.2 Spesifikasi Kompresor DC 12V/24V	21
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Fan</i> Evaporator	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Undercounter Chiller</i>	5
Gambar 2.2 Kompresor DC 12V/24V	6
Gambar 2.3 Kondensor	7
Gambar 2.4 Pipa Kapiler.....	7
Gambar 2.5 Evaporator Bersirip	8
Gambar 2.6 <i>Fan</i> Evaporator.....	8
Gambar 2.7 Siklus Kompresi Uap	10
Gambar 2.8 Diagram P-h	11
Gambar 2.9 <i>Power supply</i>	13
Gambar 2.10 PWM Analog.....	14
Gambar 3.1 Rancangan undercounter chiller.....	15
Gambar 3.2 Rangkaian Kelistrikan	16
Gambar 3.3 Alur Penelitian.....	17
Gambar 3.4 Penempatan Alat Ukur dan Sensor.....	20
Gambar 3.5 ESP-32.....	22
Gambar 3.6 DS18B20	23
Gambar 3.7 Anemometer	23
Gambar 3.8 PZEM-017	24
Gambar 3.9 DHT-22.....	24
Gambar 3.10 Manifold	25
Gambar 4.1 Sensor yang digunakan untuk pengujian.....	27
Gambar 4.2 Penempatan sensor pada ruangan.....	27
Gambar 4.3 Grafik sistem refrigerasi tanpa beban kecepatan <i>fan</i> 6,5 m/s.....	28
Gambar 4.4 Grafik distribusi udara pada kabin	29
Gambar 4.5 Grafik sistem refrigerasi dengan beban 4 liter air	29
Gambar 4.6 Grafik distribusi udara pada kabin	30
Gambar 4.7 Grafik sistem refrigerasi kecepatan <i>fan</i> 9 m/s tanpa beban.....	31
Gambar 4.8 Grafik distribusi udara kabin.....	32
Gambar 4.9 Grafik sistem refrigerasi dengan beban 4 liter	32

Gambar 4.10 Grafik distribusi udara pada kabin	33
Gambar 4.11 Grafik sistem refrigerasi dengan kecepatan <i>fan</i> 9,7 m/s	34
Gambar 4.12 Grafik distribusi udara pada kabin	35
Gambar 4.13 Grafik sistem refrigerasi dengan beban 4 liter air	35
Gambar 4.14 Grafik distribusi ruangan pada kabin	36
Gambar 4.15 Contoh pengolahan data menggunakan aplikasi Coolpack.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data pengujian
2. Diagram log P-h
3. Data *sheet* kompresor DC

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendingin memiliki peran yang sangat vital dalam mendukung berbagai kegiatan di banyak bidang, termasuk sektor bisnis seperti restoran, hotel, dan supermarket. Dalam konteks bisnis, pendingin berfungsi untuk memastikan bahwa bahan makanan, minuman, dan barang lainnya tetap segar dengan menjaga suhu yang konsisten. Salah satu tipe pendingin yang biasa digunakan adalah *undercounter chiller*, yang didesain untuk mengoptimalkan penggunaan ruang dan memudahkan akses. Untuk operasionalnya, pendingin ini bergantung pada sumber daya listrik dari *power supply*, yang menyediakan energi untuk kompresor, *fan*, dan komponen lainnya. Menurut penelitian oleh (Zhang *et al*, 2020), "penggunaan *undercounter chiller* dalam industri kuliner tidak hanya meningkatkan efisiensi ruang, tetapi juga membantu menjaga kualitas dan kesegaran bahan makanan"

Pemanfaatan *power supply* dalam pendingin komersial menawarkan manfaat berupa kestabilan dalam pasokan energi, yang membantu sistem bekerja secara efisien. *power supply* yang bisa disesuaikan memungkinkan pengaturan tegangan dan arus sesuai dengan kebutuhan sistem pendingin, sehingga efisiensi energi dapat ditingkatkan. Ini sangat penting di sektor bisnis, di mana pengendalian konsumsi energi menjadi salah satu faktor utama untuk mengurangi pengeluaran operasional. (Xu dan Liu, 2016), menyatakan bahwa "kestabilan pasokan energi dalam sistem pendingin berkontribusi pada pengurangan biaya operasional dan peningkatan efisiensi energi". Dengan demikian, pemilihan *power supply* yang tepat menjadi kunci dalam meningkatkan kinerja pendingin.

Inovasi dalam penggunaan *power supply* juga berkontribusi pada kemajuan teknologi pendingin yang lebih mutakhir, seperti pengaturan dan kipas evaporator. Dengan fitur ini, distribusi udara dingin dapat dilakukan dengan lebih akurat, menjaga kualitas barang yang disimpan sembari menghemat energi. Menurut (Gupta *et al*, 2021), "teknologi pengaturan kecepatan dalam sistem pendinginan

dapat mengurangi konsumsi energi hingga 30% dibandingkan dengan sistem konvensional". Hal ini menunjukkan bahwa inovasi dalam sistem *power supply* tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan.

Penggunaan *power supply* yang efisien dan adaptif tidak hanya memperbaiki kinerja pendingin tetapi juga menawarkan solusi berkelanjutan untuk industri bisnis. Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya efisiensi energi dan pengelolaan sumber daya, industri semakin berfokus pada teknologi yang dapat mengurangi dampak lingkungan. Seperti yang dinyatakan oleh (Smith dan Johnson, 2022), "pemilihan dan penggunaan sistem pendingin yang efisien sangat penting bagi pelaku industri untuk mencapai tujuan keberlanjutan". Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *fan* evaporator terhadap kinerja *undercounter chiller* menjadi sangat relevan dalam konteks ini

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh kecepatan *fan* evaporator terhadap COP *undercounter chiller* DC berkapasitas 4 liter menggunakan beban?

1.3 Batasan Masalah

Pada tahap penelitian ini penulis hanya membahas tentang analisis pengaruh *fan* evaporator pada *undercounter chiller* menggunakan *supply* tegangan 12 V serta menggunakan beban pendinginan berupa air 4 liter

1.4 Tujuan Tugas Akhir

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

Menganalisis pengaruh kecepatan hembusan angin pada evaporator terhadap COP *undercounter chiller* DC berkapasitas 4 liter menggunakan beban

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Dalam Penulisan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

- a. Dengan Tugas Akhir ini nantinya diharapkan dapat menambah wawasan tentang sistem *undercounter chiller* menggunakan tegangan dari *power supply*
- b. Tugas Akhir ini bermanfaat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah di dapat 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.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

- a. Adanya Pengembangan peralatan praktek dilaboratorium program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri bali.
- b. Dapat digunakan sebagai materi praktek bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya si program studi Teknik Pendingin Dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi Masyarakat

- a. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat terkait dengan penelitian kami yaitu *undercounter chiller* DC yang dapat memvariasikan kecepatan putaran *fan* evaporator
- b. Hasil Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil uji eksperimental yang telah dilakukan semakin tinggi kecepatan *fan* evaporator maka semakin kecil juga COP yang didapatkan
2. Pengaruh variasi kecepatan *fan* evaporator terhadap kinerja *undercounter chiller* DC pada saat menggunakan variasi kecepatan *fan* evaporator 9 m/s maka didapatkan COP paling tinggi pada saat berisikan beban 4 liter air, tetapi pada saat menggunakan kecepatan *fan* paling tinggi maka COP yang didapatkan semakin rendah

5.2 Saran

Saran dari penulis jika akan melakukan pengujian secara lanjut kedepannya agar menggunakan alat ukur yang lebih akurat karena dapat mempengaruhi pengolahan data kedepannya

DAFTAR PUSTAKA

- Agil, A. (2019). Prinsip Dasar dan Aplikasi Sistem Pendinginan. *Yogyakarta: Media Teknik*.
- Amir, Rofiroh, & Romadhon, C. S. (2023). Analisis Coefficient Of Peformance (COP) Dan Energy Efficiency Ratio (EER) Pada AC Split Inverter Kapasitas ½ PK Dengan Menggunakan Freon R-22 dan Freon R-32 . *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang, Vol. 7 No.1*, 16-22.
- Arman, M. M. (2020). Kajian Simulasi subcooled dan superheated pada sistem refrigerasi uap dengan R22 dan R32. *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)*.
- Cappenberg, D. A. (2020). Analisis Chiller Dengan Menggunakan R123 Dan R134a Pada Kinerja Pendinginan. *JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN Vol 5 No 1*, 48-57.
- Cityos Air. (2020). *cityos air*. Diambil kembali dari <https://cityos-air.readme.io/docs/4-dht22-digital-temperature-humidity-sensor>: <https://cityos-air.readme.io/docs/4-dht22-digital-temperature-humidity-senso>
- Electronics Comp. (2025). *ElectronicsComp.com*. Diambil kembali dari <https://www.electronicscamp.com/dht22-temprature-humidity-sensor-module-india>: <https://www.electronicscamp.com/dht22-temprature-humidity-sensor-module-india>
- Firman, M. A. (2019). Refrigerasi dan Pengkodisian udara. *Garis Putih Pratama*.
- Forum Arduino. (2021, Maret). *Forum.Arduino.cc*. Diambil kembali dari <https://forum.arduino.cc/t/ds18b20-temperature-sensor-using-onewire-library>: <https://forum.arduino.cc/t/ds18b20-temperature-sensor-using-onewire-library>
- fungsi utama power supply pada komputer*. (2014). *palucomputer*.
- idschool. (2025). *idschool.net*. Diambil kembali dari [idschool.net](https://idschool.net/sma/diagram-perubahan-entalpi-reaksi-hukum-hess/): <https://idschool.net/sma/diagram-perubahan-entalpi-reaksi-hukum-hess/>
- Noordianto, E. R. (2023). ANALISA HASIL UJI KOMPRESOR SISTEM REFRIGERASI MENGGUNAKAN INVERTER. 4-12.
- pengertian-pwm-pulse-width-modulation-penjelasan-lengkap*. (2024). *Finoo*.

- PT Ozami Inti Sinergi. (2025, Agustus). Diambil kembali dari
<https://ozami.co.id/mengenal-esp32-mikrokontroler-iot/>:
<https://ozami.co.id/mengenal-esp32-mikrokontroler-iot/>
- Siagian , S. (2017). PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN PADA COLD STORAGE UNTUK PENYIMPANAN IKAN TUNA PADA PT.X. *BINA TEKNIKA*, 139-149 .
- Sitohang, E. P., Mamahit, D. J., & Tulung , N. S. (2018). Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535 . *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 7 No.2*, 135-142.