

SKRIPSI

**ANALISIS UNJUK KERJA *UNDERCOUNTER*
CHILLER 350 LITER DENGAN PCM DAN TANPA
PCM**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GEDE DENNY WERDIANA

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

SKRIPSI

**ANALISIS UNJUK KERJA *UNDERCOUNTER*
CHILLER 350 LITER DENGAN PCM DAN TANPA
PCM**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GEDE DENNY WERDIANA PUTRA
NIM. 2015234036

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS UNJUK KERJA *UNDERCOUNTER CHILLER* 350 LITER DENGAN PCM DAN TANPA PCM

Oleh

I GEDE DENNY WERDIANA PUTRA

NIM. 2015234036


Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas pada Jurusan Teknik
Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I


Dr. Luh Putu Ike Midiani, S.T., M.T.
NIP. 197206021999032002

Pembimbing II


Ketut Bangse, S.T., M.T.
NIP. 196612131991031003

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin


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

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS UNJUK KERJA *UNDERCOUNTER CHILLER* 350 LITER DENGAN PCM DAN TANPA PCM

Oleh

I GEDE DENNY WERDIANA PUTRA

NIM. 2015234036

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
melanjutkan sebagai Skripsi pada hari/tanggal:

Rabu, 28 Agustus 2024

Tim Penguji

Penguji I: I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T.

NIP: 198207102014041001


Penguji II: I Dewa Made Susila, S.T., M.T.

NIP: 195908311988111001

Penguji III: Dr. M Yusuf, Ssi., M.Erg

NIP: 197511201999031003

Tanda Tangan

 2/9/24
(.....)

 2/9/2024
(.....)


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Gede Denny Wediana Putra
NIM : 2015234036
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas
Judul Proyek Akhir : Analisis Unjuk Kerja *Undercounter Chiller* 350 Liter
Dengan PCM dan Tanpa PCM

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi ini bebas plagiat. Apa bila kemudian hari terbukti plagiat, maka saya bersedia menerima semua sanksi sesuai Peraturan Kemdiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 28 Agustus 2024


I Gede Denny Werdiana Putra
NIM. 2015234036

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi 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 terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.e.Com., selaku Direktur Politeknik NegeriBali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP.
5. Ibuk Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST., MT., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ketut Bangse, ST., MT., selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, memberikan bimbingan, arahan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proposal Skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk Sahabat Saya yaitu Hikaru Maha, Amadeus Renaldy, dan Berliana Cahya karena telah memberikan dukungan, perhatian serta telah membantu dalam penulisan Skripsi ini.

10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Teman-teman TRU-MEP VIII B angkatan 2020 terima kasih telah menjadi teman terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

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

Badung, 28 Agustus 2024



I Gede Denny Werdiana Putra

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat-nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini yang berjudul Analisis Unjuk Kerja *Undercounter Chiller* 350 Liter Dengan PCM dan Tanpa PCM. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri bali.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis dimasa yang akan datang.

Badung, 28 Agustus 2024



I Gede Denny Werdiana Putra

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis unjuk kerja undercounter chiller 350 liter dalam industri dan restoran, dengan fokus pada efisiensi energi menggunakan Phase Change Material (PCM). PCM organik, seperti minyak kelapa murni (VCO), memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan kalor laten, yang dapat meningkatkan efisiensi pendinginan dan mengurangi konsumsi energi serta biaya operasional. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban produk berupa 31 kg kubis dan suplai dari PLN, untuk membandingkan kinerja dan konsumsi energi *chiller* tanpa dan dengan PCM. Pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan pemantauan temperatur lingkungan menggunakan data logger system. Sebanyak 16 sensor suhu dipasang untuk mengukur variasi temperatur pada beban, kabin *chiller*, siklus evaporator, dan PCM. Konsumsi daya diukur menggunakan data logger berbasis Arduino yang merekam temperatur, tegangan listrik, daya, dan faktor daya selama 24 jam. Hasil penelitian berdasarkan analisis unjuk kerja undercounter chiller 350 liter, disimpulkan bahwa Coefficient of Performance (COP) undercounter *chiller* tanpa PCM lebih tinggi, yaitu 4,78, dibandingkan dengan COP dengan PCM yang mencapai 4,58, dengan selisih 0,2. Selain itu, konsumsi energi selama 24 jam pada undercounter chiller tanpa PCM lebih rendah, yaitu 2,96 kWh, dibandingkan dengan konsumsi energi dengan PCM yang mencapai 3,57 kWh, dengan selisih 0,61 kWh.

Kata kunci: *phase change materials (PCM), konsumsi energi, dan coefficient of performance (COP)*

Performance Analysis of a 350-Liter Undercounter Chiller with and without PCM

ABSTRACT

This study analyzes the performance of a 350-liter undercounter chiller used in the industrial and restaurant sectors, focusing on energy efficiency through the use of Phase Change Material (PCM). Organic PCM, such as virgin coconut oil (VCO), has the ability to absorb and release latent heat, potentially enhancing cooling efficiency and reducing energy consumption and operational costs. Testing was conducted with a product load of 31 kg of cabbage and power supply from the national grid (PLN), to compare the performance and energy consumption of the chiller both without and with PCM. The tests were carried out indoors with ambient temperature monitoring using a data logger system. A total of 16 temperature sensors were installed to measure temperature variations in the load, chiller cabin, evaporator cycle, and PCM. Power consumption was measured using an Arduino-based data logger that recorded temperature, electrical voltage, power, and power factor over a 24-hour period. The results of the study, based on the performance analysis of the 350-liter undercounter chiller, concluded that the Coefficient of Performance (COP) of the chiller without PCM was higher, at 4.78, compared to the COP with PCM, which reached 4.58, with a difference of 0.2. Additionally, the 24-hour energy consumption of the chiller without PCM was lower, at 2.96 kWh, compared to the energy consumption with PCM, which reached 3.57 kWh, with a difference of 0.61 kWh.

Keywords: *Phase Change Materials (PCM), Energy Consumption, and Coefficient of Performance (COP)*

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Rumusan Masalah	17
1.3 Batasan Masalah.....	17
1.4 Tujuan Penelitian.....	17
1.4.1 Tujuan Umum.....	17
1.4.2 Tujuan Khusus	18
1.5 Manfaat Penelitian.....	18
BAB II LANDASAN TEORI	19
2.1 Refrigerasi	19
2.2 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	19
2.3.1 Efek Refrigerasi (ER).....	21
2.3.2 Kerja Kompresi (w_k).....	22
2.3.3 <i>Coefficient Of Performance</i> (COP)	22
2.4 Konsumsi Energi	22
2.5 Komponen Utama Siklus Kompresi Uap	23
2.6 Refrigeran 600a	32
2.7 Panas.....	33

2.8	<i>Thermal Energy Storage (TES)</i>	33
2.9	<i>Phase Change Material (PCM)</i>	34
2.10	Sifat-sifat <i>Phase Change Material (PCM)</i>	37
2.11	Minyak Kelapa VCO.....	38
2.12	Program Aplikasi <i>Coolpack</i>	39
BAB III METODE PENELITIAN		41
3.1	Jenis Penelitian	41
3.2	Alur Penelitian.....	41
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	43
	3.3.1 Lokasi penelitian.....	43
	3.3.2 Waktu penelitian	43
3.4	Penentuan Sumber Data	44
3.5	Sumber Daya Penelitian	45
3.6	Instrumen Penelitian	46
3.7	Prosedur Penelitian	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Hasil Penelitian.....	48
	4.2.1 Penempatan PCM	50
4.2	Pembahasan	52
	4.2.1 Unjuk kerja undercounter chiller	52
	4.2.2 Hasil Temperatur Pengujian dan Konsumsi Energi.....	56
	4.2.3 Konsumsi Energi	65
	4.2.4 Analisis Kinerja Undercounter Chiller dengan dan tanpa PCM	66
BAB V PENUTUP		69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan PCM organik dan anorganik.....	24
Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan.....	29
Tabel 3.2 Tabel pengambilan data.....	30
Tabel 3.3 Tabel pengambilan data.....	31
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>under counter chiller</i>	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	20
Gambar 2. 2 Diagram P-h.....	20
Gambar 2. 3 Kompresor torak	23
Gambar 2. 4 Kompresor Putar	24
Gambar 2. 5 Kompresor Sentrifugal.....	24
Gambar 2. 6 Kompresor <i>screw</i>	25
Gambar 2. 7 Kompresor <i>scroll</i>	25
Gambar 2. 8 Kompresor hermatik	26
Gambar 2. 9 Kompresor semihermatik.....	26
Gambar 2. 10 Kompresor <i>open type</i>	27
Gambar 2. 11 Kondensor berpendingin udara (<i>air cooled condense</i>).....	27
Gambar 2. 12 Kondensor berpendingin air (<i>water cooled condenser</i>).....	28
Gambar 2. 13 Kondensor berpendingin air dan udara (<i>evaporative condenser</i>). 28	
Gambar 2. 14 Pipa kapiler	29
Gambar 2. 15 Katup ekspansi manual	30
Gambar 2. 16 Katup ekspansi automatic	30
Gambar 2. 17 Katup ekspansi thermostatis (<i>thermostatic expansion valve</i>)	31
Gambar 2. 18 Refrigeran	32
Gambar 2. 19 Panas laten dan panas sensible	33
Gambar 2. 20 Klasifikasi PCM	35
Gambar 2. 21 Pembekuan minyak PCM di dalam undercounter chiller	39
Gambar 2. 22 Coolpack.....	40
Gambar 3. 1 Potongan <i>Under Counter Chiller</i>	41
Gambar 3. 2 Alur penelitian	28
Gambar 3. 3 Lokasi Politeknik Negeri Bali	43
Gambar 3. 4 <i>Undercounter chiller</i>	45
Gambar 3. 5 Penempatan alat ukur pada sistem refrigerasi	47

Gambar 4. 1 Penempatan alat ukur temperatur siklus kompresi uap dan tekanan refrigeran.....	37
Gambar 4. 2 Penempatan sayur kubis, sensor suhu untuk beban dan sensor suhu PCM.....	37
Gambar 4. 3 Data logger sistem temperatur dan energi listrik menggunakan arduino.....	38
Gambar 4. 4 Data tampilan dari PLX DAQ.....	38
Gambar 4. 5 Penempatan PCM minyak kelapa VCO didalam kabin undercounter chiller.....	39
Gambar 4. 6 Penuangan minyak kelapa VCO sebagai PCM.....	40
Gambar 4. 7 Tampilan <i>cycle input</i> dari <i>undercounter chiller</i> tanpa PCM.....	42
Gambar 4. 8 Tampilan <i>cycle info</i> dari <i>undercounter chiller</i>	43
Gambar 4. 9 Tampilan <i>cycle input</i> dari <i>undercounter chiller</i> dengan PCM.....	44
Gambar 4. 10 Tampilan <i>cycle info</i> dari <i>undercounter chiller</i> dengan PCM.....	44
Gambar 4. 11 Grafik temperatur refrigerant dari <i>undercounter chiller</i> tanpa PCM.....	45
Gambar 4. 12 Grafik temperatur refrigerant dari <i>undercounter chiller</i> dengan PCM.....	47
Gambar 4. 11 Grafik temperatur sayur kubis tanpa PCM.....	49
Gambar 4. 12 Grafik temperatur sayur kubis dengan PCM.....	50
Gambar 4. 13 Grafik daya undercounter chiller tanpa PCM.....	50
Gambar 4. 16 Grafik daya <i>undercounter chiller</i> dengan PCM.....	51
Gambar 4. 17 Grafik perbandingan COP.....	52
Gambar 4. 18 Grafik perbandingan konsumsi energi.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, sistem pendingin atau chiller memainkan peran yang sangat penting dalam berbagai industri teknologi industri, terutama di bidang pendinginan. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya mesin pendingin di industri dan restoran. Mesin pendingin yang dikenal sebagai chiller berfungsi untuk menyimpan, menjaga suhu produk agar bertahan lebih lama, dan menjaga kualitas produk dengan kualitas yang tetap baik. Beberapa jenis pendingin adalah *undercounter* dan *upright* (Adriana Aprilia et al., 2021). Tentunya Sudah jelas bahwa peningkatan penggunaan listrik oleh mesin refrigrasi akan terjadi.

Seiring perkembangan teknologi, kebutuhan akan energi terus meningkat. Penggunaan energi fosil seperti gas, minyak bumi, dan batubara, yang merupakan sebagian besar sumber energi yang digunakan untuk menghasilkan energi, akan menyebabkan ketersediaan energi semakin berkurang. Ini karena penggunaan energi fosil membutuhkan waktu yang lama untuk diperbarui, dan penggunaan energi fosil sebagai sumber Indonesia terus mengkonsumsi listrik. Konsumsinya hanya 910 kilowatt jam (kWh) per orang pada 2015.

Pada 2019, itu meningkat menjadi 1.084 kWh/kapita. Seperti yang kita ketahui, harga listrik di Indonesia adalah 1.352 per kilowatt jam, jadi akan lebih efisien untuk menggunakan teknologi alternatif yang ditawarkan. Perlu diingat bahwa efisiensi energi berarti keadaan di mana kita memiliki jumlah energi yang cukup untuk melakukan tugas dengan nyaman, tanpa hambatan, dan dengan hasil yang optimal (Rokhim et al., 2023).

Perangkat pendingin yang sangat penting untuk penyimpanan bahan baku makanan yang sangat besar adalah sistem chiller di bawah counter. Prinsip kerja *chiller undercounter* hampir sama dengan *freezer*, dan *chiller undercounter* adalah mesin pendingin yang melakukan kedua fungsi pendingin dan meja. Karena

menghemat tempat, chiller di bawah counter sangat penting untuk industri dan restoran (Kase et al., 2020).

Penggunaan bahan perubahan fase (PCM) merupakan inovasi terbaru dalam meningkatkan efisiensi chiller. PCM memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan sejumlah kalor laten sesuai dengan perubahan suhu lingkungan sekitarnya. Teknologi PCM ini unggul karena mampu menurunkan konsumsi energi mesin pendingin dan menjadi lebih ramah lingkungan, sehingga menghemat biaya pemakaian energi (Herdito Haryowidagdo, 2017). Beberapa penelitian tentang PCM sebagai pengefisiensi energi telah dilakukan menurut (Imron, 2021) minyak kelapa murni (VCO), juga dikenal sebagai minyak kelapa murni, adalah minyak yang berasal dari sari pati kelapa yang diproses secara higienis tanpa sentuhan api atau bahan kimia tambahan, sehingga kandungan minyak yang penting tetap terjaga. Asam lemak jenuh menyumbang sekitar 92 persen dari VCO, termasuk asam laurat (48,74 persen), asam miristat (16,31 persen), asam kaprilat (10,91 persen), asam kaprat (8,10 persen), dan asam kaproat (1,25 persen). Pada alat penukar kalor, persentase PCM minyak kelapa yang beku adalah 20,7%, dan waktu perubahan fasa PCM lebih lama daripada penurunan temperatur fasa cair.

Hal ini menunjukkan bahwa kinerja termal dari pendingin dengan PCM minyak kelapa VCO sangat baik, sedangkan menurut (Fauzan & Korawan, 2019) jika PCM organik minyak goreng digunakan pada lemari pendingin, suhu beban pendingin dan ruang penyimpanan dapat disimpan sekitar 32,8% lebih lama daripada suhu tanpa PCM. Menggunakan bahan yang dapat mengubah fasa untuk pendinginan makanan atau minuman pada suhu sedang dan rendah untuk menghasilkan kandidat PCM organik, yaitu minyak kelapa VCO, yang berfungsi sebagai nukleasi agen. Dengan suhu perubahan fasa 24–22 °C, 100% minyak kelapa VCO dapat digunakan untuk peletakan di dalam *chiller*. Minyak kelapa VCO juga mengandung berbagai jenis asam lemak yang memiliki banyak manfaat sebagai bahan PCM organik. Asam lemak, bahan berbasis alami. Minyak jagung (ester minyak jagung) lebih mahal daripada minyak kelapa VCO, tetapi VCO menyediakan pasokan yang berkelanjutan (Imron, 2021).

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis unjuk kerja pada *chiller undercounter* 350 liter dengan membandingkan penggunaan PCM dan tanin minyak kelapa VCO karena keduanya merupakan bahan perubahan fasa yang diperlukan untuk mempertahankan suhu dalam suatu alat pendingin dalam jangka waktu yang cukup lama dan mencegah kompresor bekerja terus-menerus.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dirumuskan beberapa masalah diantaranya:

1. Bagaimana perbedaan unjuk kerja *undercounter chiller* 350 liter tanpa menggunakan PCM dan dengan menggunakan PCM?
2. Bagaimana perbedaan konsumsi energi dari *undercounter chiller* 350 liter tanpa menggunakan PCM dan dengan menggunakan PCM?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam Proposal Skripsi ini tidak terlalu luas atau menyimpang dari topik yang telah ditentukan, penulis membatasi pembahasan menjadi masalah berikut:

- 1 Mengetahui unjuk kerja *undercounter chiller* 350 liter tanpa menggunakan PCM dan dengan menggunakan PCM.
- 2 Mengetahui konsumsi energi dari *undercounter chiller* 350 liter tanpa menggunakan PCM dan menggunakan PCM.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat di jelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari penyusunan Proposal Skripsi ini adalah:

1. Sebagai prasyarat untuk memenuhi syarat akademik dalam Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

2. Sebagai pengkajian dan pengaplikasian ilmu pengerahuan dan praktikum yang diperoleh selama praktikum.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan dari penyusunan Proposal Skripsi ini adalah

1. Untuk mendapatkan unjuk kerja *undercounter chiller* 350 liter tanpa menggunakan PCM dan dengan menggunakan PCM.
2. Untuk mendapatkan konsumsi energi dari *under counter chiller* 350 liter tanpa menggunakan PCM dan dengan menggunakan PCM.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini bagi penulis, bagi institusi PNB dan pihak hotel adalah sebagai berikut:

1. Bagian penulis sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmuilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek. selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Bagi Politeknik Negeri Bali kegiatan ini merupakan wujud dari tri dharma perguruan tinggi yang ke tiga, kepercayaan dan keyakinan masyarakat akan kemampuan kinerja industri Politeknik Negeri Bali pada Rekayasa teknologi juga menjadi semakin kuat. Kedekatan Penguruan Tinggi Politeknik Negeri Bali dengan masyarakat sekitarnya juga semakin erat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis unjuk kerja undercounter chiller 350 liter dengan PCM dan tanpa PCM dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai *Coefficient of Performance* (COP) undercounter chiller tanpa PCM 4,78 lebih tinggi dari nilai *Coefficient of Performance* (COP) dengan PCM 4,58 dengan selisih 0,2 COP
2. Konsumsi energi undercounter chiller tanpa PCM dengan rata-rata selama 24 jam yaitu 2,96 kWh lebih rendah dari konsumsi energi undercounter chiller dengan PCM dengan rata-rata selama 24 jam yaitu 3,57 kWh dengan selisih 0,61 kWh

5.2 Saran

Dalam analisis skripsi ini penulis memiliki beberapa saran yang diharapkan dapat dijadikan masukan, diantaranya:

1. Optimalisasi Desain Penggunaan PCM sebaiknya dievaluasi ulang dalam hal lokasi titik penempatan PCM yang digunakan misalnya diletakan dibawah keranjang kabin dan mengelilingi kabin dengan tempat PCM
2. Bahan tempat PCM Disarankan untuk mencoba bahan yang lain untuk menaruh PCM mungkin dengan bahan yang memiliki konduktivitas termal baik.
3. Disarankan untuk mencoba PCM agar berusaha benar-benar sebagai perubahan penghematan energi mungkin dengan mencampur komposisi PCM minyak kelapa dengan air atau dengan yg lain

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana Aprilia, Agung Harianto, & Josephine. (2021). *Pengetahuan Patiseri dan Bakeri*.
- Afrozi, A., Saftri, N., & Nurhasanah, S. (2021). *Pembuatan Dan Uji Kualitas Sabun Transparan Dengan Variasi Minyak Kelapa Murni atau Virgin Coconut Oil (VCO) dan Minyak Kelapa Sawit*. 5 no. 1.
- Aziz, A., & Rosa, Y. (2010). Performansi Sistem Refrigerasi Hibrida Perangkat Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Djuanda, Ch, S., Iskandar, & Amiruddin. (2023). *Studi VCO Sebagai Bahan Penyimpan Energi Termal Pada Sistem Pengkondisian Udara Chiller*. 5.
- Fauzan, I., & Korawan, A. D. (2019). *Penggunaan PCM Sebagai Material Penyimpan Kalor Pada Lemari Pendingin*. 13(1).
- Herdito Haryowidagdo. (2017). *Kajian Teknis dan Ekonomis Perancangan Reefer Container Berbasis Teknologi Phase Change Material Untuk Aplikasi Di Kapal Skripsi*.
- I Wayan Adi Subagia, I Kadek Dwiana, I Putu & Merta Adnyana. (2021). *PCX - Analisa Selubung Bangunan*.
- Imron, soulton. (2021). *Kajian Experimental Perpindahan Panas Pada Shell and Tube Berisi Phase Change Material (PCM)*. univesitas lampung.
- Indra S. Dalimunthe. (2004). *Pengantar Teknik Refrigerasi*.
- Irawan, R., & Basri, I. Y. (n.d.). *Perbandingan Coefficient Of Peformance (COP) Refrigerant R-134a Dengan Refrigerant MC-134 Pada Sistem Pengkondisian Udara Mobil*.
- Kase, E., Suriana, I. W., & Adrama, I. N. G. (2020). *Perancangan Sistem Monitorinng Suhu Under Counter Chiller Di Hotel Hilton Berbasis Internet of Things*. 3(1).
- Peng, G., Dou, G., Hu, Y., Sun, Y., & Chen, Z. (2020). Phase Change Material (PCM) Microcapsules for Thermal Energy Storage. *Advances in Polymer Technology, 2020*, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2020/9490873>
- Ramadan, H., & Cappenberg, A. D. (2018). Uji Prestasi Refrigeran R22 Pada Mesin Pendingin Kompresi Uap Dengan Metode Pengujian Aktual Dan Simulasi. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 5(2), 74–81. <https://doi.org/10.21009/JKEM.5.2.3>
- Rokhim, Endahwati, L., & Sutiyono, S. (2023). Pemanfaatan Energi panas menggunakan Termoelektrik Generator dengan Variasi Peltier. *JURNAL FLYWHEEL*, 14(1), 19–23. <https://doi.org/10.36040/flywheel.v14i1.6522>
- Simbolon, S., Bagus, S., & Marwan. (2023). *Pengembangan Sistem Pendingin Cold Box Penyimpanan Ikan Dengan Pemanfaatan Pcm*. 16.
- Suamir, I. N. (2019). *Studi Eksperimental Kinerja Temperatur dan Energi Integrasi Bio-PCM Pada Chest Freezer*. 9(1).
- Susaty, I. C., Irwantino, E., Ramadan, A. R., Firmansyah, M. V., Dwiatma, B. E., & Asroni, M. (2020). *Pengaruh Campuran Gas Nitrogen Dan Freon R134a Terhadap Kinerja Mesin Pendingin*. 1.

- Veva, M. R. A., & Fitri, S. P. (2023). *Analisis Karakteristik dan Sifat Termofisika Phase Change Material (PCM) Berbasis Salt Hydrate Kalsium Klorida dengan Zat Aditif untuk Aplikasi Sistem Refrigerasi Hybrid pada Reefer Container*. 12(3).
- Wiarta, N. (2023). *Rekontruksi Dan Perakitan AC Split Dengan Pendinginan Rendam OutDoor Menggunakan Minyak Kelapa VCO*. Politeknik Negeri Bali.
- Mardi, S. (2011). *Komponen Utama Sistem Pendingin*. <https://bagoestri.wordpress.com/2011/06/16/komponen-utama-sistem-pendingin/>. Diakses tangga 02 februari 2024.