

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN PCM
PADA SISI *SUPPLY INDOOR* UNTUK MENGURANGI
KONSUMSI ENERGI KOMPRESOR**



Oleh

I GUSTI AGUNG MADE ADHYATMIKA WIJAYA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN PCM
PADA SISI *SUPPLY INDOOR* UNTUK MENGURANGI
KONSUMSI ENERGI KOMPRESOR**



Oleh

I GUSTI AGUNG MADE ADHYATMIKA WIJAYA
NIM. 2115234023

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penggunaan AC split sebagai sistem pendingin ruangan terus meningkat, namun konsumsi energi yang tinggi menjadi tantangan utama. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini mengusulkan pemanfaatan *Phase Change Material* (PCM) berbahan dasar *Virgin Coconut Oil* (VCO) sebagai media penyimpan panas laten guna meningkatkan efisiensi termal. PCM dikemas dalam pipa tembaga berdiameter 3/8 inci dan dipasang pada sisi *supply* indoor AC split.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan empat skenario pengujian: (1) AC tanpa PCM dan tanpa beban lampu, (2) AC tanpa PCM dengan beban lampu, (3) AC dengan PCM tanpa beban lampu, dan (4) AC dengan PCM serta beban lampu. Parameter yang diamati meliputi temperatur ruangan, temperatur refrigeran, konsumsi energi listrik, serta nilai *Coefficient of Performance* (COP).

Hasil menunjukkan bahwa pengujian pertama menghasilkan COP tertinggi sebesar 4,68, diikuti pengujian keempat (PCM dengan beban lampu) dengan COP 4,65, pengujian ketiga (PCM tanpa lampu) dengan COP 4,51, dan pengujian kedua (tanpa PCM dengan beban lampu) sebesar 4,48. Penggunaan PCM berbasis VCO terbukti mampu menjaga kestabilan suhu, menurunkan konsumsi energi hingga mencapai 0,0629 kWh, serta meningkatkan efisiensi kerja kompresor, bahkan pada kondisi beban panas tambahan.

Kata Kunci: *AC Split, PCM, Virgin Coconut Oil, Efisiensi Energi, Coefficient of Performance*

EXPERIMENTAL STUDY OF USING PCM ON THE INDOOR SUPPLY SIDE TO REDUCE COMPRESSOR ENERGY CONSUMPTION

ABSTRACT

The increasing use of split air conditioners has led to significant energy demands, posing a major challenge in cooling systems. To address this issue, this study explores the application of Phase Change Material (PCM) made from Virgin Coconut Oil (VCO) as a latent heat storage medium to enhance thermal efficiency. The PCM was encapsulated in 3/8-inch copper pipes and installed on the indoor supply duct of the split AC unit.

An experimental approach was conducted under four test scenarios: (1) AC without PCM and without lamp load, (2) AC without PCM but with lamp load, (3) AC with PCM and no lamp load, and (4) AC with PCM and lamp load. Key parameters observed included indoor temperature, refrigerant temperature, electrical energy consumption, and the Coefficient of Performance (COP).

The results indicate that the highest COP was achieved in the first scenario at 4.68, followed by the fourth scenario (AC with PCM and lamp load) at 4.65, the third scenario (AC with PCM without lamp load) at 4.51, and the lowest in the second scenario (AC without PCM with lamp load) at 4.48. Moreover, the use of VCO-based PCM proved effective in stabilizing temperature, reducing energy consumption to 0.0629 kWh, and enhancing compressor performance, even under additional heat load conditions.

Keywords: Split AC, PCM, Virgin Coconut Oil, Energy Efficiency, Coefficient of Performance

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan Dosen Penguji	iii
Pernyataan Bebas Plagiat.....	iii
Ucapan Terima Kasih.....	iii
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	vii
Abstract dalam Bahasa Inggris	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	iii
BAB I PENDAHULUAN.....	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Rumusan Masalah	12
1.3 Batasan Masalah	12
1.4 Tujuan Penelitian	12
1.5 Manfaat Penelitian	13
BAB II LANDASAN TEORI.....	13
2.1 Definisi <i>Air Conditioner</i> (AC).....	13
2.2 Definisi <i>Phase Change Material</i> (PCM)	16
2.3 Sifat-sifat <i>Phase Change Material</i> (PCM)	18
2.4 Aplikasi <i>Phase Change Material</i> (PCM)	19
2.5 Minyak Kelapa VCO	21
2.6 Efek Refrigerasi (ER)	24
2.7 Konsumsi Energi	25
2.8 Program Aplikasi <i>Coolpack</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Jenis Penelitian	26

3.2	Alur Penelitian	27
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.4	Penentuan Sumber Data.....	29
3.5	Sumber Daya Penelitian	30
3.6	Instrumen Penelitian	32
3.7	Prosedur Penelitian	32
3.8	Penempatan PCM.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Hasil Penelitian.....	35
4.2	Pembahasan	59
BAB V PENUTUP.....		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aplikasi PCM	21
Tabel 2.2 Kondisi VCO saat pengujian awal	22
Tabel 3.1 Pengambilan Data Untuk AC Split 1 Pk Tanpa Menggunakan PCM ..	30
Tabel 3.2 Pengambilan Data Untuk AC Split 1 Pk Dengan Menggunakan PCM	30
Tabel 3.3 Spesifikasi AC <i>split</i>	31
Tabel 4.1 Data Pengukuran Daya Dengan Watt Meter Digital Selama 4 Jam	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema cara kerja AC Split	13
Gambar 2.2 Kompresor AC <i>Split</i> 2Pk.....	14
Gambar 2.3 Kondensor AC <i>Split</i>	14
Gambar 2.4 Evaporator.....	15
Gambar 2.5 Blower.....	15
Gambar 2.6 Katup ekspansi	16
Gambar 2.7 Minyak kelapa VCO	22
Gambar 2.8 VCO beku	23
Gambar 3.1 Potongan AC Split	26
Gambar 3.2 Kondensor AC Split	26
Gambar. 3.2 Alur Penelitian.....	28
Gambar 3.3 Lokasi Politeknik Negeri Bali.....	29
Gambar. 3.4 AC <i>split</i>	31
Gambar 3.5 Penempatan PCM minyak kelapa VCO pada sisi <i>supply indoor</i> AC split	33
Gambar 3.6 Komposisi minyak kelapa VCO	34
Gambar 4.3 Tampilan <i>cycle input</i> dari AC <i>split</i> tanpa PCM dan tanpa beban lampu	37
Gambar 4.4 Tampilan <i>cycle info</i> dari AC <i>split</i> tanpa PCM dan tanpa beban lampu	37
Gambar 4.5 Tampilan <i>cycle input</i> dari AC <i>split</i> tanpa PCM dan dengan beban lampu	39
Gambar 4.6 Tampilan <i>cycle info</i> dari AC <i>split</i> tanpa PCM dan dengan beban lampu	39
Gambar 4.7 Tampilan <i>cycle input</i> dari AC <i>split</i> dengan PCM dan tanpa beban lampu	41
Gambar 4.8 Tampilan <i>cycle info</i> dari AC <i>split</i> dengan PCM dan tanpa beban lampu	41
Gambar 4.9 Tampilan <i>cycle input</i> dari AC <i>split</i> dengan PCM dan dengan beban lampu	43
Gambar 4.10 Tampilan <i>cycle info</i> dari AC <i>split</i> dengan PCM dan dengan beban lampu	43

Gambar 4.11 Grafik perbandingan COP	45
Gambar 4.12 Hasil grafik temperature refrigerant dari ac split tanpa pcm dan tanpa lampu	46
Gambar 4.13 Hasil grafik temperature refrigeran dari ac split tanpa pcm dan dengan beban lampu.....	48
Gambar 4.14 Hasil grafik temperature refrigeran dari ac split dengan pcm tanpa beban lampu.....	49
Gambar 4.15 Hasil grafik temperature refrigeran dari ac split dengan pcm dan dengan beban lampu	51
Gambar 4.16 Grafik T6 tanpa PCM dan tanpa lampu	53
Gambar 4.17 Grafik T6 tanpa PCM dengan beban lampu	53
Gambar 4.18 Grafik T6 dengan PCM tanpa beban lampu.....	54
Gambar 4.19 Grafik T6 dengan PCM dan dengan lampu	55
Gambar 4.20 Grafik perbandingan konsumsi energi	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era modern ini, efisiensi energi menjadi salah satu tantangan utama dalam desain sistem pendingin dan pemanasan. Sistem pendingin berbasis kompresor, meskipun efektif, tetapi sering kali mengonsumsi energi yang tinggi, terutama pada puncak beban termal.

Konsumsi energi menjadi isu penting di era modern, terutama dalam konteks sistem pendingin seperti AC (*Air Conditioner*). AC pertama kali diciptakan oleh *Willis Haviland Carrier* pada tahun 1902, dan sejak saat itu telah berkembang menjadi berbagai jenis yang lebih efisien dan ramah lingkungan, seperti AC split dan portable, yang sangat penting dalam meningkatkan kenyamanan di daerah beriklim panas, meskipun penggunaannya juga menimbulkan tantangan terkait konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca (Pratama, 2023).

Perubahan iklim dan meningkatnya konsumsi energi secara global telah mendorong pencarian solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi energi dalam bangunan. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan *Phase Change Material* (PCM) (Veva et al., 2023).

Phase Change Material (PCM) adalah bahan yang memiliki kemampuan untuk menyimpan dan melepaskan energi termal saat terjadi perubahan fase, yaitu dari padat ke cair atau sebaliknya. PCM telah menjadi fokus penelitian dan aplikasi di berbagai bidang, terutama dalam pengelolaan energi dan teknologi bangunan. PCM bekerja berdasarkan prinsip perubahan fase, dimana energi disimpan dalam panas laten. Ketika PCM dipanaskan, ia akan menyerap panas dan berubah dari fase padat menjadi fase cair. Sebaliknya ketika suhu menurun, PCM akan melepaskan energi yang tersimpan saat kembali ke fase padat. Proses ini memungkinkan PCM untuk mengatur suhu ruangan dengan efisien (Veva et al., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Kajian Eksperimental Penggunaan PCM Pada Sisi *Supply Indoor* Untuk Mengurangi Konsumsi Energi Kompresor dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana *Coefficient of Performance* (COP) saat tanpa menggunakan PCM, tanpa menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu, menggunakan PCM, dan menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu?
2. Bagaimana konsumsi energi saat tanpa menggunakan PCM, tanpa menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu, menggunakan PCM, dan menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu?

1.3 Batasan Masalah

Masalah dalam Kajian Eksperimental Penggunaan PCM Pada Sisi *Supply Indoor* Untuk Mengurangi Konsumsi Energi Kompresor meliputi:

1. Model Ruangan: Pengujian dilakukan pada satu ruangan dengan ukuran 170cm x 123cm x 88cm, saat tanpa menggunakan PCM, tanpa menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu, menggunakan PCM, dan menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu?
2. Durasi Pengujian: Pengujian dilakukan selama 4 jam untuk mengamati perubahan temperatur dan konsumsi energi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian “Kajian Eksperimental Penggunaan PCM Pada Sisi *Supply Indoor* Untuk Mengurangi Konsumsi Energi Kompresor” terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Prodi Teknologi Rekayasa Utilitas Teknik Mesin Politeknik Negri Bali.

2. Untuk mengaplikasikan ilmu – ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.
3. Menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah.

1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui *Coefficient of Performance* (COP) saat tanpa menggunakan PCM, tanpa menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu, menggunakan PCM, dan menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu?
2. Mengetahui konsumsi energi saat tanpa menggunakan PCM, tanpa menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu, menggunakan PCM, dan menggunakan PCM dengan tambahan beban lampu?

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil Kajian Eksperimental Penggunaan PCM Pada Sisi *Supply Indoor* Untuk Mengurangi Konsumsi Energi Kompresor diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis, masyarakat dan juga instansi pendidikan khususnya di Politeknik Negeri Bali.

1. Bagi penulis, hasil kajian ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu – ilmu yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek. Selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Bagi Politeknik Negeri Bali, sebagai bahan – bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang refrigerasi di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.
3. Bagi masyarakat, adapun manfaat dari pengaruh penggunaan PCM terhadap temperature pada sebuah ruangan adalah untuk membantu masyarakat dalam

upaya pengurangan konsumsi energi, pengendalian temperatur yang efisien, dan peningkatan efisiensi sistem pendingin.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis unjuk kerja AC *split* tanpa PCM, AC Split tanpa PCM dengan beban lampu, AC split dengan PCM, AC split dengan PCM dan Beban lampu dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan *Phase Change Material* (PCM) berbasis VCO yang ditempatkan pada pipa tembaga berdiameter 3/8 inci terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan menjaga kestabilan kinerja AC *split*. Hal ini ditunjukkan dari nilai COP kondisi standar sebesar 4,68, menurun menjadi 4,48 saat diberi beban lampu tanpa PCM, lalu meningkat menjadi 4,51 dengan PCM tanpa lampu, dan kembali mendekati optimal sebesar 4,65 pada penggunaan PCM dengan beban lampu. Dengan demikian, PCM efektif berperan sebagai penyerap panas berlebih sekaligus penstabil suhu sehingga performa AC tetap efisien meskipun ada tambahan beban panas.
2. PCM terbukti mampu menurunkan konsumsi energi AC split menjadi 0,0629 kWh pada kondisi tanpa beban lampu. Namun, pada kondisi dengan beban lampu, konsumsi energi meningkat baik pada sistem tanpa PCM (0,0663 kWh) maupun dengan PCM (0,06936 kWh). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa PCM bekerja lebih optimal dalam menstabilkan kinerja sistem dan menurunkan konsumsi energi pada kondisi tanpa beban termal tambahan.

5.2 Saran

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

1. Pengujian sebaiknya dilakukan dalam periode yang lebih lama agar kinerja PCM dapat diamati secara berkelanjutan.
2. Penggunaan alat ukur yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dianjurkan untuk meningkatkan ketepatan data energi dan COP.

3. Penelitian lanjutan juga dapat menambahkan variasi beban panas lain selain lampu agar lebih mendekati kondisi nyata di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Imron, S. (2021). Kajian Experimental perpindahan Panas Pada Shell and Tube Berisiphas Change Material (Pcm). 2021.
- Pratama, F. Y. D. (2023). Penerapan Bentuk Kegiatan Pembelajaran Pada Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka dalam Mata Kuliah Praktik Industri Dengan Auvis Jasa Service Madiun. *Snpte: Seminar Nasional Pendidikan* 38–48.
<http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SNPTE/article/view/3674%0Ahttp://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SNPTE/article/viewFile/3674/3031>
- Pudjiastuti, W. (2011). Jenis-Jenis Bahan Berubah Fasa dan Aplikasinya. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 33(1), 118. <https://doi.org/10.24817/jkk.v33i1.1838>
- Simbolon, S., Hakim, S. B., Marwan, Sukendar, Yuliarman, Prijono, K., & Yunus, M. (2022). *Pengembangan Sistem Pendingin Cold Box Penyimpanan Ikan Dengan Pemanfaatan Pcm*. 5(1), 27–30.
- Suamir, I. N., Temaja, I. W., & Yana, I. (2021). Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology. *Journal of Applied Mechanical ...*, 2, 60–65. https://www.researchgate.net/profile/I-Nyoman-Suamir/publication/353677614_Sistem_refrigerasi_CO2_solusi_alternatif_sistem_refrigerasi_ramah_lingkungan_untuk_aplikasi_supermarket/links/6109fce0169a1a0103daeea0/Sistem-refrigerasi-CO2-solusi-alternatif-sist
- Veva, M. R. A., Fitri, S. P., & Wardhana, E. M. (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. *Jurnal Teknik ITS*, 12(3). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v12i3.121983>
- Wiartha, I. N. (2023). *REKONSTRUKSI DAN PERAKITAN AC SPLIT DENGAN PENDINGINAN RENDAM OUTDOOR*.