

PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN KINERJA ENERGI *CHEST FREEZER*
DENGAN OPTIMASI PENEMPATAN ENKAPSULASI
BIO-PCM**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK ADY WIRANATA

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN KINERJA ENERGI *CHEST FREEZER*
DENGAN OPTIMASI PENEMPATAN ENKAPSULASI
BIO-PCM**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK ADY WIRANATA
NIM. 1915223021

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGUJIAN KINERJA ENERGI *CHEST FREEZER*
DENGAN OPTIMASI PENEMPATAN ENKAPSULASI
BIO-PCM**

Oleh


I KADEK ADY WIRANATA

NIM. 1915223021

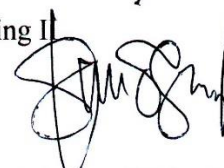
Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I


Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, MSi
NIP. 196506171992031001

Pembimbing II


Dr. I Made Rai Jaya Widanta, S.S.M.Hum.
NIP. 197310272001121002

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin


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

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGUJIAN KINERJA ENERGI *CHEST FREEZER* DENGAN OPTIMASI PENEMPATAN ENKAPSULASI BIO-PCM.

Oleh

I KADEK ADY WIRANATA
NIM. 1915223021

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat di cetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Senin, 29 Agustus 2022

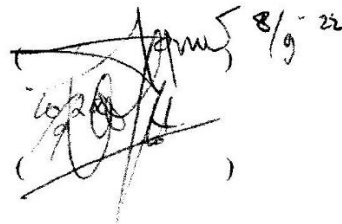
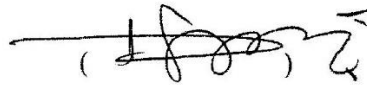
Tim Penguji

Ketua Penguji : Ir. Daud Simon Anakottapary, M.T.
NIP : 196411151994031003

Penguji I : I Dewa Gede Agus Tri Putra, S.T., M.T.
NIP : 197611202003121001

Penguji II : Ir. I Nengah Ludra Antara, M.Si.
NIP : 196204211990031001

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : I Kadek Ady Wiranata
NIM : 1915223021
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : Pengujian Kinerja Energi *Chest Freezer* Dengan Optimasi Penempatan Enkapsulasi Bio-PCM

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 29 Agustus 2022

Yang membuat Pernyataan



I KADEK ADY WIRANATA

NIM. 1915223021

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir 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., Me.Com., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
 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 Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
 5. Bapak Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
 6. Bapak I Nyoman Suamir, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
 7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir 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 penyelesaian Proyek Akhir ini.
 9. Sahabat-sahabat, I putu Didik Surya Dipta, I Made Sudiarta, I Gede Wahyu Aditya, I Gede Yoda Sentana, I Made Sutamber, Dan I Gede Darmayasa terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa serta semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu.
- Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung 29 Agustus 2022
I Kadek Ady Wiranata

ABSTRAK

Sistem refrigerasi sudah banyak diaplikasikan ke berbagai mesin-mesin dan menjadihal yang tidak dapat dilepaskan dalam kehidupan sehari-hari. Meminimalisir kebutuhan akan energi listrik dari mesin refrigerasi menjadi salah satu prioritas kedepannya. Salah satu cara yang dapat diaplikasikan untuk mengurangi kebutuhan energi listrik khususnya di Indonesia yaitu dengan menggeser beban pendinginan yang terjadi pada saat waktu beban puncak menjadi diluar waktu beban puncak. Untuk menggeser beban pendinginan tersebut maka perlu adanya pemanfaatan *thermal energy storage* (TES) dengan menggunakan PCM sebagai *laten heat storage* (LHS).

Jenis penelitian ini adalah modifikasi atau memperbaiki sistem yang sudah ada. Modifikasi dilakukan pada *chest freezer* berkapasitas 220 liter dengan membuat baru komponen evaporator yang dilengkapi dengan bio-PCM dibagian luar pipa evaporator. Bahan yang akan digunakan untuk pembuatan evaporator adalah menggunakan pipa stainless dengan diameter dan panjang dari pipa tersebut mengikuti ukuran evaporator yang ada pada *chest freezer* yang akan dimodifikasi.

Hasil dari penelitian ini mencakup : perencanaan modifikasi, pembuatan paket enkapsulasi *chest freezer* dari plat stainless, pembuatan evaporator, dan penambahan bio-PCM. Dengan penambahan bio-PCM pada *chest freezer*, terdapat penerunan konsumsi energi atau adanya efisiensi energi. Pada *chest freezer* dengan *bio-PCM* pada *setting* termostat $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ efisiensi energinya sebesar 4,92% dan pada *chest freezer* dengan *bio-PCM* pada *setting* termostat $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ efisiensi energinya sebesar 21,74%.

Kata kunci: *Chest freezer*, Evaporator, bio-PCM,

ENERGY PERFORMANCE TESTING OF CHEST FREEZER WITH BIO-PCM ENCAPTULATION PLACEMENT OPTIMIZATION

ABSTRACT

The refrigeration system has been widely applied to various machines and is something that cannot be released in everyday life. Minimizing the need for electrical energy from the refrigeration machine is one of the priorities in the future. One way that can be applied to reduce the need for electrical energy, especially in Indonesia, is by shifting the cooling load that occurs during peak loads to be outside the peak load times. To shift the cooling load, it is necessary to use thermal energy storage (TES) using PCM as latent heat storage (LHS).

This type of research is a modification or improvement of an existing system. Modifications were made chest freezer 220 liter capacity by making a new evaporator component equipped with bio-PCM on the outside of the evaporator pipe. The material to be used for making the evaporator is to use a copper pipe with the diameter and length of the pipe following the size of the evaporator chest freezer that will be modified.

The results of this study include: modification planning, making chest freezer cabin from copper plate, making an evaporator, and adding bio-PCM. With the addition of bio-PCM to the chest freezer, there is a continuation of energy consumption or energy efficiency. In a chest freezer with bio-PCM at a thermostat setting of -20°C the energy efficiency is 4.92% and in a chest freezer with bio-PCM at a thermostat setting of -20° the energy efficiency is 21, 74%.

Keywords: Chest freezer, Evaporator, bio-PCM,

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul Pengujian Kinerja Energi *Chest freezer* dengan Otimasi Penempatan Enkapsulasi bio-PCM tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

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

Badung, 29 Agustus 2022

I Kadek Ady Wiranata

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK DALAM BAHASA INDONESIA	vii
<i>ABSTRACT</i> DALAM BAHASA INGGRIS	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I 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 Manfaat bagi penulis	4
1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa.....	4
1.5.3 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali.....	4
1.5.4 Manfaat bagi masyarakat	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengujian	5
2.2 Enkapsulasi	6
2.3 Material enkapsulasi <i>Stainless Stell</i>	7
2.4 Refrigrasi	7

2.5 Siklus Refrigrasi Kompresi Uap	8
2.6 Refrigeran	11
2.7 Panas (Kalor)	13
2.8 <i>Thermal Enrgy Storage</i>	14
2.9 <i>Phase Change Material</i>	15
2.10 Energi Listrik	16
2.12.1 Klasifikasi <i>phase phange material</i>	17
2.12.2 Sifat-sifat <i>phase change material</i> (PCM).....	19
2.12.3 Pengaplikasian <i>phase change material</i> pada <i>chest freezer</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Jenis penelitian.....	22
3.1.1 <i>Chest freezer</i> kapasitas 220-liter yang masih standar	23
3.1.2 Desain <i>chest freezer</i> dengan rancangan enkapsulasi bio-PCM dan evaporator yang sudah di modifikasi	23
3.2 Alur Penelitian	26
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	27
3.4 Penentuan Sumber Data	28
3.5 Sumber Daya penelitian	31
3.6 Instrumen Penelitian	32
3.7 Prosedur dan Penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Penelitian	36
4.1.1 Pengisian Kotak Beban /Produk Dengan Air PDAM.....	36
4.1.2 Pemasangan Data <i>Logger Thmocouple</i>	37
4.1.3 Pemasangan <i>Power analyzer</i>	38
4.1.4 Pencampuran bio-PCM.....	39
4.1.5 Hasil Pengujian Kinerja Energi Tanpa bio-PCM Dan Tanpa bio-PCM.....	40
4.1.6 Hasil Pengujian Kinerja Temperatur <i>Chest freezer</i> Tanpa <i>bio-PCM</i> Dengan bio-PCM.....	42

4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Konsumsi Energi	43
4.2.2 Kinerja Temperatur	44
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaplikasian Sistem Refrigerasi	8
Tabel 2.2 Satuan Energi Listrik.....	17
Tabel 2.3 Perbandingan PCM Organik dengan PCM Anorganik	18
Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan.....	27
Tabel 3.2 Tabel Pengambilan Data Untuk <i>Chest freezer</i> Standar	28
Tabel 3.3 Tabel Pengambilan Data Untuk <i>Chest freezer</i> yang Dimodifikasi Dilengkapi Dengan Bio-PCM.....	29
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Chest freezer</i> standar	31
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Chest freezer</i> setelah dimodifikasi.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kontainer Enkapsulasi	6
Gambar 2.2 Plat Stainless.....	7
Gambar 2.3 Siklus Refrigrasi Kompresi Uap	8
Gambar 2.4 Kompresor	9
Gambar 2.5 Kondenser.....	9
Gambar 2.6 Katup Ekspansi.....	10
Gambar 2.7 Evaporator	10
Gambar 2.8 <i>Filter</i>	11
Gambar 2.9 Refrigran	11
Gambar 2.10 <i>Thermostart</i>	12
Gambar 2.11 <i>Relay</i>	12
Gambar 2.12 <i>Overload Motor Protector</i>	13
Gambar 2.13 Skema Kalor	14
Gambar 2.14 Klasifikasi PCM	18
Gambar 3.1 <i>Chest freezer</i> kapasitas 220- liter standar.....	23
Gambar 3.2 <i>Chest freezer</i> 220-liter dengan rancangan enkapsulasi dan evaporator baru	23
Gambar 3.3 Gambar Rancangan Enkapsulasi bio-PCM plat <i>stainless steel</i>	24
Gambar 3.4 Dimensi Enkapsulasi bio-PCM plat <i>Stainless Steel</i>	24
Gambar 3.5 Dimensi Modifikasi Evaporator pipa <i>Stainless Steel</i>	25
Gambar 3.6 Gambar Potongan Rancangan Enkapsulasi dan Pipa Evaporator Modifikasi	25
Gambar 3.7 Alur Penelitian.....	26
Gambar 3.8 Peletakan <i>Thermocouple</i> Untuk Temperatur Kabin	29
Gambar 3.9 Peletakan <i>Thermocouple</i> Untuk Temperatur bio-PCM.....	30
Gambar 3.10 Peletakan <i>Thermocouple</i> Untuk Temperatur Produk	30
Gambar 3.11 <i>Chest freezer</i>	31
Gambar 3.12 <i>pressure gauge</i>	33
Gambar 3.13 <i>Power Analyzer</i>	33

Gambar 3.14 <i>Data scanner</i>	34
Gambar 3.15 <i>Computer</i>	33
Gambar 3.16 Tang Ampere	35
Gambar 4.1 Gambar Pengisian Kotak Beban/Prodak dengan Air PDAM	36
Gambar 4.2 Gambar Proses Pemasangan Data <i>Logger Thermocouple</i>	37
Gambar 4.3 Gambar Komponen Data <i>Logger Thermocouple</i>	37
Gambar 4.4 Gambar Tampilan Pengukuran Temperatur Pada Komputer	39
Gambar 4.5 Gambar <i>Power Analyzer</i>	38
Gambar 4.6 Gambar Layar Power Analyzer	39
Gambar 4.7 Proses Pencampuran bio-PCM Dengan Air	39
Gambar 4.8 Grafik Daya Kompresor Tanpa bio-PCM	40
Gambar 4.9 Grafik Daya Kompresor Dengan bio-PCM	41
Gambar 4.10 Grafik Temperatur Beban Dan Kabin Tanpa bio-PCM Dalam 24 jam	42
Gambar 4.11 Grafik Temperatur bio-PCM Dan Kabin Dengan bio-PCM Dalam 24 jam	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pemilihan Bahan	48
Lampiran 2. Pembuatan dan Perakitan	49
Lampiran 3. Pencampuran dan Penambahan bio-PCM	50
Lampiran 4. Proses Pengisian Kotak Plastik Dengan Air PDAM	51
Lampiran 5. Proses Perakitan dan pemasangan Alat Ukur	51
Lampiran 6. Proses Pengujian Alat	52
Lampiran 7. Tabel Kinerja Temperatur <i>Chest freezer</i> menggunakan bio-PCM dan tanpa menggunakan bio-PCM.....	5

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi refrigerasi memegang peranan penting dalam kehidupan modern saat ini sistem refrigerasi banyak digunakan dalam skala domestik (rumah tangga) untuk menyimpan produk. Teknologi refrigerasi sangat penting dalam rantai makanan (*food chain*), untuk menjaga keamanan dan kualitas makanan dan memungkinkan makanan dipasok dari produsen ke konsumen. Refrigerasi juga memiliki peran penting dalam mengurangi kerugian pasca panen. Kurang dari 10% bahan pangan yang mudah rusak didinginkan dengan sistem refrigerasi dan diperkirakan kerugian pasca panen saat ini mencapai 30% dari total produksi. Indonesia membutuhkan investasi yang masih sangat besar untuk sistem rantai dingin. Total produksi pangan global adalah 5.500 juta ton, setidaknya 33% membutuhkan pendinginan namun hanya 7% yang diawetkan melalui sistem refrigerasi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah sistem pendinginan yang tersedia pada suatu negara maka kerugian pasca panen negara tersebut jadi lebih rendah. Untuk masalah penanganan produk pangan yang mudah rusak teknologi pembekuan menggunakan *Chest freezer* adalah sangat tepat. Suhu pembekuannya berkisar antara -15 °C s/d -20 °C menyimpan produk makanan beku akan menghambat dan memberhentikan pertumbuhan bakteri serta dapat mematikan beberapa jenis bakteri yang merugikan sampai lebih dari 90%. Namun, energi listrik dunia 15% dikonsumsi oleh teknologi refrigerasi dan sekitar 72% dampak pemanasan global dari sistem refrigerasi adalah karena konsumsi energi. Oleh karena itu, melakukan konservasi dan efisiensi energi mesin refrigerasi memanfaatkan material maju bio PCM menjadi sangat penting untuk pembangunan berkelanjutan.

Energi adalah tulang punggung untuk mewujudkan kemajuan teknologi dan pembangunan ekonomi untuk kemajuan masyarakat di seluruh dunia. Menipisnya sumber daya tak terbarukan dan sektor pemanasan global yang meningkat mendorong tren untuk bergeser ke arah penggunaan sumber daya energi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengeksplorasi sumber daya yang dapat diperbarui dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan konversi dan penyimpanan energi listrik dan panas. De-karbonisasi sektor energi dapat dimungkinkan dengan mengintegrasikan sumber daya energi terbarukan dengan berbagai sistem thermal energy storage (TES) yang memiliki efisiensi bolak-balik >96%. Untuk tujuan ini, pengembangan teknologi penyimpanan energi sangat penting.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka adapun permasalahan yang di bahas pada buku proyek akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja energi *chest freezer* sebelum dan sesudah menggunakan bio-PCM?
2. Bagaimana kinerja temperatur di dalam kabin mesin pendingin *chest freezer*?

1.3 Batasan masalah

Mengingat keterbatasan waktu pelaksanaan penelitian ini di laksanakan dengan batasan-batasan masalah di antaranya memodifikasi enkapsulasi *chest freezer* menggunakan plat *Stainless steel* untuk penyimpanan bio-PCM dan melakukan pengujian kinerja energi dan temperatur dalam kabin mesin pendingin *chest freezer*.

1.4 Tujuan penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, penulis memiliki tujuan yang diharapkan dapat tercapai kedepannya. Adapun tujuan yang diharapkan yaitu berupa tujuan umum dan tujuan khusus.

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum yang diharapkan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian ini diantaranya sebagai berikut: Untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan pada jenjang Diploma III pada Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara di Politeknik Negeri Bali.

- a) Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini diperoleh dari mengikuti perkuliahan baik secara teori maupun praktik di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- b) Mengembangkan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama dalam masa perkuliahan, menerapkan dan menuangkannya ke dalam bentuk tugas akhir.

1.4.2 Tujuan khusus

- a) Mengetahui bagaimana kinerja energi dari *chest freezer* sebelum dan sesudah menggunakan bio-PCM.
- b) Mengetahui bagaimana kinerja temperatur di dalam kabin mesin pendingin *chest freezer*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan tentu dengan harapan memiliki manfaat untuk kedepannya. Adapun manfaat yang diharapkan bagi penulis sendiri, mahasiswa, Politeknik Negeri Bali, dan juga tentunya masyarakat.

1.5.1 Manfaat bagi penulis

Bagi penulis dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh dari hasil bangku perkuliahan dan dengan terlaksananya penelitian ini, maka akan secara tidak langsung menambah wawasan penulis mengenai topik permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini.

1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa

Mahasiswa secara umum dan khususnya dilingkungan Politeknik Negeri Bali dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai referensi dan juga media pembelajaran dalam melakukan penyusunan proyek akhir ini kedepannya terkait dengan pengujian yang dilakukan pada *chest freezer* yang dilengkapi dengan bio-PCM.

1.5.3 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi instansi yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini. Politeknik Negeri Bali dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai bahan pendidikan di bidang Teknik Pendingin dan Tata Udara di kemudian hari sehingga menjadi suatu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5.4 Manfaat bagi masyarakat

Dengan terselesaikannya penelitian ini nantinya, masyarakat dapat memanfaatkan dan mengetahui apakah penggunaan dari *chest freezer* dengan penambahan bio-PCM.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa pengujian pada *chest freezer* kapasitas 220-liter yang dilengkapi dengan bio-PCM dan tanpa bio-PCM ini adalah sebagai berikut :

1. Setelah melakukan pengujian *chest freezer* dengan bio-PCM dan tanpa bio-PCM hasil kinerja energi sebelum menggunakan bio-PCM mendapatkan hasil rata-rata daya yang di perlukan *chest freezer* dengan waktu 24 jam sebesar 1.752 kWh. Sedangkan dengan bio-PCM daya rata-rata yang didapatkan dengan waktu 24 jam sebesar 1,44 kWh. Dengan penambahan bio-PCM pada *chest freezer*, terdapat penerunan konsumsi energi atau adanya efisiensi energi. Pada *chest freezer* dengan *bio-PCM* pada *setting* termostat -20 °C efisiensi energinya sebesar 4,92% .
2. Setelah melakukan pengujian sebelum dan sesudah menggunakan *bio-PCM* Pada setingan termostat *chest freezer* yaitu -20 °C bio-PCM dan beban air dapat dikatakan menjadi beban *chest freezer*. Dikarenakan pada temperatur -23 °C ~ -20 °C bio-PCM dan beban air menuju fasa padat / beku Maka dari itu, perlu dilakukan pengujian sekaligus penelitian dimana komposisi dari minyak jagung ditambahkan sehingga perubahan fasa (*phase change*) dari bio-PCM berada pada setingan thermostat yakni pada temperatur -20 °C. Sedangkan Dalam pengujian *chest freezer* tanpa *bio-PCM* pada *setting* termostat -20°C yang dilakukan selama 24 jam dapat dilihat dari grafik temperatur kabin dalam 24 jam, temperatur ter rendah hanya dapat tercapai -10°C sedangkan pada temperatur beban hanya dapat tercapai -7°C. Maka dari itu perlu Pengurangan jumlah volume beban air dalam kabin. jadi dalam 24 jam temperatur yang di set pada termostat -20°C belum dapat tercapai dengan waktu pengujian 24 jam.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut :

1. Pada pengujian selanjutnya di harapkan untuk mencari perbandingan campuran bio-PCM yang tepat.
2. Diharapkan pada pengujian selanjutnya mencari set temperatur yang tepat dengan perbandingan campuran bio-PCM.
3. Sebelum menambahkan bio-PCM pada *chest freezer* pastikan pada paket enkapsulasi agar tidak mengalami kebocoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W., Saito, H., 2005. *Penyegaran Udara*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Alehosseini, E., Jafari, S.M., 2020. *Nanoencapsulation of Phase Change Materials (PCMs) and Their Applications in Various Fields for Storage and Energy Management. Progress and Colloidal Science and Interface, Architecture and Artificial Environment, Engineering Faculty of the University of Nottingham, University Park Nottingham NG7 2RD, UK.*
- Dessouky, E., Hisham., Juwayhel, A.J. 1997. "Effectiveness of a Thermal Energy Storage System using Phase-Change Material." *Energy Conversion and Management*.
- Gabriela, L. 2012. Thermal Energy Storage with Phase Change Material. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*. 75-98.
- Ilyas, S. 1993. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid II*. Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian. CV. Paripurna Jakarta.
- Khartikeyan, S., Saravanan, M., Prashanth, R. 2006. *Energy Conservation Through Phase Change Material Based Thermal Energy Storage System-A Project Report*, Anna University Chennai.
- Mondal, S. 2008. *Phase Change Material For Smart Textiles-An Overview*. 28, p. 1536-1550.
- Parhizi, A. J. 2022. Theoretical analysis of phase change heat transfer and energy storage in a spherical phase change material with encapsulation. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 1.
- Sharma, S.D., Sagara, K. 2005. Latent Heat Storage Materials and Systems: A Review. *International Journal of Green Energy*. 2 (1). 1-56.
- Suamir, I.N., Rasta, I.M., 2019. Studi Kinerja Temperatur dan Energi Integrasi Bio-PCM pada Chest freezer. *Jurnal Matrix*. 9 (1): 7-12.
- Widiyanto, A. 2013. *Pengetahuan Tentang Panas*. **Error! Hyperlink reference not valid..** Diakses tanggal 7 Februari 2022.
- Screenhaus.de <https://www.screenhaus.de/wp-content/uploads/2013/04/r134a.jpg> diakses pada tanggal 6 februari 2022.
- EdukasiElektronika.com.<https://3.bp.blogspot.com/V1LRn4MRilk/VehKQTCzGrI/AAAAAAAAABSg/o3NQSkE-QVo/s1600/kondensor.png> diakses pada tanggal 6 februari 2020.