

PROYEK AKHIR

**PEMBUATAN PAKET ENKAPSULASI BIO-PCM
PADA EVAPORATOR *CHEST FREEZER***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GEDE WAHYU ADITYA PUTRA

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

**PEMBUATAN PAKET ENKAPSULASI BIO-PCM
PADA EVAPORATOR *CHEST FREEZER***



Oleh

I GEDE WAHYU ADITYA PUTRA
NIM. 1915223024

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBUATAN PAKET ENKAPSULASI BIO-PCM PADA EVAPORATOR *CHEST FREEZER*


Oleh

I GEDE WAHYU ADITYA PUTRA
NIM. 1915223024

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

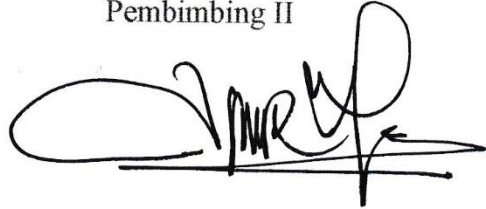
Disetujui oleh :

Pembimbing I



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

Pembimbing II



I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD
NIP. 196503251991031001

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMBUATAN PAKET ENKAPSULASI BIO-PCM PADA EVAPORATOR *CHEST FREEZER*

Oleh

I GEDE WAHYU ADITYA PUTRA
NIM. 1915223024

Proposal Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Selasa, 30 Agustus 2022

Tim Penguji

Ketua Penguji : I Nengah Ardita, ST, MT
NIP : 196411301991031004

Penguji I : Ir. Daud Simon Anakottapary, MT
NIP : 196411151994031003

Penguji II : I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST, MT
NIP : 198207102014041001

Tanda Tangan

()

()

()

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Gede Wahyu Aditya Putra
NIM : 1915223024
Program Studi : D3 Teknik Pendingin Dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : Pembuatan Paket Enkapsulasi Bio-Pcm Pada
Evaporator *Chest Freezer*

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

Badung, 30 Agustus 2022
Yang membuat pernyataan



I Gede Wahyu Aditya Putra
NIM. 1915223024

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 Prof. 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. Kemudian terima kasih banyak untuk team engineering Fairfield by marriot yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat, I Made Sudiarta, I Made Wiranata, I Kadek Dedi Budawan, I Nyoman Yoda Sentana, I Made Sutamber, Dan I Gede Darmayasa terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini.

12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

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

Badung 30 Agustus 2022
I Gede Wahyu Aditya Putra

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* 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 $-23\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -27\text{ }^{\circ}\text{C}$ efisiensi energinya sebesar 4,92%.

Kata kunci: *chest freezer*, evaporator, bio-PCM,

DEVELOPMENT OF ENCAPSULATION PACKAGE CHEST FREEZER EVAPORATOR

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 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 $-23^{\circ}\text{C} \sim -27^{\circ}\text{C}$ the energy efficiency is 4.92%.

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 Pembuatan Paket Enkapsulasi Bio-Pcm Pada Evaporator Chest Freezer 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, 30 Agustus 2022
I Gede Wahyu Aditya Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK DALAM BAHASA INDONESIA	viii
ABSTRAK DALAM BAHASA INGGRIS	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan umum	3
1.4.2 Tujuan khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
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 Refrigerasi.....	6
2.2 Enkapsulasi	6
2.3 Stainless steel	7
2.4 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	7
2.5 Refrigerant yang Digunakan	10
2.6 Efek Refrigerasi (ER)	11
2.7 Kerja Kompresi (Wk)	11
2.8 <i>Coefficient Off Performance (COP)</i>	11
2.9 Panas (Kalor)	12
2.10 <i>Thermal Energy Storage</i>	12
2.11 <i>Phase Change Material</i>	14
2.12 Klasifikasi <i>phase change material</i>	16
2.11.2 Sifat-sifat <i>phase change material</i>	18
2.11.3 Pengaplikasian <i>phase change material</i> pada chest freezer	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Jenis penelitian.....	22
3.1.1 chest freezer standar.....	22
3.1.2 Rancangan chest freezer yang telah dimodifikasi.....	23
3.2 Alur Penelitian	25
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	26
3.4 Sumber Daya Penelitian.....	27
3.5 Instrumen Penelitian	29
3.6 Prosedur Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil penelitian	30
4.1.1 Perancangan modifikasi	30
4.1.2 Perbandingan kapasitas kabin	33
4.2 Pemilihan bahan modifikasi.....	36

4.3 Proses modifikasi	37
4.3.1 Pembuatan paket enkapsul	37
4.3.2 Pembuatan evaporator	41
4.4 Proses perakitan komponen	43
4.5 Proses penambahan bio-pcm	45
4.6 Hasil data <i>Running</i> tes	47
4.7 Konsumsi energi	50
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaplikasian sistem refrigerasi.....	..6
Tabel 2.2 Perbandingan pcm organik dan pcm anorganik.....	..8
Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan	31
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>chest freezer</i> standar	32
Tabel 3.5 Spsifikasi <i>chest freezer</i> setelah dimodifikasi	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar: 2.1 Enkapsulasi	6
Gambar: 2.2 Siklus refrigerasi kompresi uap	8
Gambar: 2.3 Kompresor	8
Gambar: 2.4 Kondensor.....	8
Gambar: 2.5 Ekspansi.....	9
Gambar: 2.6 Evaporator.....	9
Gambar: 2.7 Refrigerant R404A.....	11
Gambar: 2.8 Skema kalor	12
Gambar: 2.9 Klasifikasi PCM	15
Gambar: 3.1 <i>Chest freezer</i> kapasitas 220 liter standar	22
Gambar: 3.2 Rancangan <i>chest freezer</i> yang telah dimodifikasi	22
Gambar: 3.3 Rancangan dan dimensi enkapsulasi bio-PCM	24
Gambar: 3.4 Dimensi modifikasi evaporator.....	25
Gambar: 3.5 Gambar potongan enkapsulasi modifikasi.....	25
Gambar: 3.6 Alur penelitian	26
Gambar: 3.7 Denah politeknik negeri bali.....	27
Gambar: 3.8 <i>Chest freezer</i>	27
Gambar: 4.1 <i>Chest freezer</i> standar.....	30
Gambar: 4.2 <i>Desain chest freezer</i> modifikasi	31
Gambar: 4.3 Dimensi enkapsulasi bio-pcm plat stainless stel.....	33
Gambar: 4.4 Dimensi evaporator pipa stainless stel.....	34
Gambar: 4.5 Gambar potongan enkapsulasi dan pipa evaporator modifikasi	34
Gambar: 4.6 Plat stainless	37
Gambar: 4.7 Pipa stainless stel	37
Gambar: 4.8 <i>Thermal image camera</i> dan tampilan evaporator	39
Gambar: 4.9 Sket kabin tampak atas	39
Gambar: 4.10 Sket kabin tampak depan.....	39
Gambar: 4.11 Proses pemotongan plat stainless.....	40

Gambar: 4.12 Hasil penekukan plat stainless	40
Gambar: 4.13 Proses pengelasan plat stainless.....	41
Gambar: 4.14 Hasil pengelasan	41
Gambar: 4.15 Tes kebocoran enkapsulasi	42
Gambar: 4.16 Alat bending pipa.....	43
Gambar: 4.17 Proses penekukan.....	43
Gambar: 4.18 Hasil penekukan.....	43
Gambar: 4.19 Hasil pemasangan evaporator dengan enkapsulasi.....	42
Gambar: 4.20 Hasil pemasangan evaporator dengan enkapsulasi.....	42
Gambar: 4.21 Proses perakitan	45
Gambar: 4.22 Proses pengelasan pipa ke nepel.....	45
Gambar: 4.23 Proses vakum.....	45
Gambar: 4.24 Proses pencampuran bio-pcm	46
Gambar: 4.25 Proses penuangan bio-pcm	46
Gambar: 4.26 Proses penuangan bio-pcm enkapsulasi.....	46
Gambar: 4.27 Bio-pcm corn oil	47
Gambar: 4.28 Grafik daya kompresor tanpa bio-pcm	47
Gambar: 4.30 Grafik daya kompresor dengan bio-pcm	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Kontuktivitas thermal material	55
Lampiran 2	: Dokumentasi pemilihan bahan	56
Lampiran 3	: Pembuatan dan perakitan.....	57
Lampiran 4	: Pencampuran dan penambahan BIO-PCM.....	61
Lampiran 5	: Peroses perakitan dan pemasangan alat ukur	62
Lampiran 6	: Grafik daya kompresor tanpa bio-pcm.....	63
Lampiran 7	: Grafik temperatur kabin tengah dan beban tengah.....	64
Lampiran 8	: Grafik daya kompresor dengan bio-pcm	65
Lampiran 9	: Grafik temperatur dengan bio-pcm	66
Lampiran 10	: Lembar bimbingan pembimbi	67
Lampiran 11	: Lembar bimbingan pembimbing 2	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi dalam berbagai bidang terutama di era globalisasi ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Berbagai kemudahan tercipta dengan adanya teknologi yang semakin maju. Dengan semakin majunya teknologi akan berimbas terhadap semakin dituntut pula sumber daya manusia yang cerdas, profesional dan kompetitif di bidangnya. Penggunaan teknologi merupakan syarat utama guna meningkatkan efektifitas dan hasil terbaik, mengembangkan dan mengoptimalkan teknologi yang sudah ada saat ini merupakan suatu keharusan guna menyesuaikan dengan keinginan dan gaya hidup.

Penggunaan sistem refrigerasi sudah banyak diaplikasikan ke berbagai mesin-mesin dan menjadi hal yang tidak dapat dilepaskan dalam kehidupan sehari-hari, Refrigerasi merupakan usaha untuk mempertahankan suhu rendah yaitu suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan kondisi yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu, faktor suhu dan temperatur sangat berperan dalam memelihara dan mempertahankan nilai maupun kondisi produk (Arismunandar dan Saito, 2005). *Freezer* merupakan salah satu mesin yang mengaplikasikan sistem refrigerasi didalamnya, terdapat 2 jenis *freezer* yang sering dijumpai yaitu : *chest freezer* dan *up right freezer*.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan mengenai *thermal energy storage* (TES). Dimana TES merupakan teknik untuk menyimpan energi termal ekstra dengan menggunakan berbagai teknologi-teknologi yang dapat mengakomodasi jangkauan yang bervariasi pada keperluan penyimpanan energi yang dapat digunakan di masa depan (De Gracia, *et al.* 2012). Terdapat 3 cara dalam melakukan penyimpanan energi termal, yaitu : *thermochemical energy storage*, *sensible heat storage*, dan *latent heat storage*. Dimana *phase change material* (PCM) ini termasuk jenis *latent heat storage* (LHS) yang mana menyediakan

kemampuan penyimpanan termal yang lebih besar pada keadaan *isothermal* dengan jangkauan temperatur yang terbatas dan ukuran yang kecil (El-Dessouky, 1997).

Meminimalisir kebutuhan akan *energy* listrik dari mesin refrigerasi menjadi salah satu prioritas kedepannya. Salah satu cara yang dapat diaplikasikan untuk mengurangi kebutuhan *energy* 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 bio-PCM sebagai *latent heat storage* (LHS). Namun di masa yang akan datang, tren pengembangan teknologi untuk PCM yaitu berbasis bio-PCM (Sharma et.al, 2015). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan pada chest freezer dengan memanfaatkan bio-PCM sebagai penyimpanan termal.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana paket enkapsulasi bio-pcm pada evaporator *chest freezer* sehingga dapat berfungsi dengan efektif sebagai TES (*thermal energy storage*)?
2. Bagaimana kinerja energi paket enkapsulasi dengan bio-PCM pada evaporator *chest freezer*?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat waktu yang sangat terbatas maka pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan batasan-batasan masalah diantaranya memodifikasi *chest freezer* dimana tempat penyimpanan bio-PCM menggunakan plat stainless yang di bentuk menyerupai *container*. dengan evaporator yang menempel pada *container*. Dan temperatur pada *container* tempat penyimpanan bio-PCM dapat di *monitoring* menggunakan nodeMCU yang berbasis Android.

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.

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

1.4.2 Tujuan khusus

1. Dapat membuat paket enkapsulasi bio-pcm pada evaporator chest freezer sehingga dapat berfungsi dengan efektif sebagai TES (*thermal energy storage*)
2. Dapat mengetahui kinerja energi paket enkapsulasi dengan bio-pcm pada evaporator *chest freezer*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan tentu dengan harapan memiliki manfaat 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 dilaksanakannya penelitian ini bermanfaat untuk mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang selama ini diperoleh pada masa perkuliahan dan dengan terlaksananya penelitian ini, maka secara tidak langsung

menambah wawasan penulis mengenai topik permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.

1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa

Mahasiswa secara umum dan khususnya di lingkungan 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. Dengan menggunakan *monitoring* berbasis android.

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 dengan *monitoring* berbasis android memiliki keuntungan apabila diterapkan pada kehidupan sehari-hari.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa modifikasi evaporator pada *chest freezer* yang dilengkapi dengan bio-PCM ini adalah sebagai berikut :

1. Pada pembuatan paket enkapsulasi bio-pcm pada evaporator chest freezer di dapatkan hasil perhitungan dimana paket enkapsulasi memiliki ukuran panjang sebesar 820mm, lebar 395mm, dan tinggi 655mm. adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan paket enkapsulasi ini adalah plat stainless stel dengan komposisi minyak jagung sebanyak 25% dan Air sebanyak 75%, sehingga pada hasil pengujian dalam setingan $-23\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -27\text{ }^{\circ}\text{C}$ terdapat perubahan fasa (*phase change*) dari bio-PCM berada pada setingan thermostat yakni pada temperatur $-23\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -27\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Berdasarkan kinerja energi dengan bio-pcm yang penulis kerjakan pada *chest freezer* menulis bahwa pada *chest freezer* dengan bio-pcm rata rata daya yang di konsumsi kompresor sebesar 0,074 kW dan total on-time kompresor selama 13,35 jam. Jadi konsumsi energi dari *chest freezer* dengan bio-pcm sebesar 0,99 kWh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W., Saito,H., 2005. *Penyegaran Udara*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Alehosseini, E., Jafari,S.M., 2020. *Nanoenkapsulasi Bahan Perubahan Fase (PCMs) dan Mereka Aplikasi di Berbagai Bidang Untuk Penyimpanan dan Manajemen Energi*. Kemajuan dan Ilmu Koloid dan Antarmuka, Departemen Asiktektur dan Lingkungan Buatan,Falkultas Teknik Universitas Nottingham,University Park Nottingham NG7 2RD, Inggris.
- Dessouky, E., Hisham., Juwayhel, A.J. 1997. "Effectiveness of a Thermal Energy Storage System using Phase-Change Material." *Energy Corversion 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.
- Nurhasanah, R., Prayudi., 2018. STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA CLOD STORAGE MINI DENGAN REFRIGERANT R2 DAN R404A. *Jurnal Powerplant* .
- 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*. http://www.bppp-tegal.com/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=284:pengetahuan-tentang-panas&catid=44:artikel&Itemid=85. Diakses tanggal 7 Februari 2022.