

SKRIPSI

**ANALISA KOMPARASI KINERJA
MESIN ES BALOK KRISTAL DENGAN DAN TANPA
BANTALAN BIO-PCM**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU EKA INDRA YANA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

SKRIPSI

**ANALISA KOMPARASI KINERJA
MESIN ES BALOK KRISTAL DENGAN DAN TANPA
BANTALAN BIO-PCM**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU EKA INDRA YANA
NIM: 1815234019

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KOMPARASI KINERJA MESIN ES BALOK KRISTAL DENGAN DAN TANPA BANTALAN BIO-PCM

Oleh

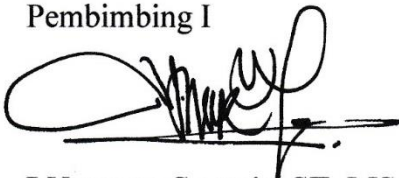
I PUTU EKA INDRA YANA

NIM: 1815234019

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan
Program studi sarjana terapan pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

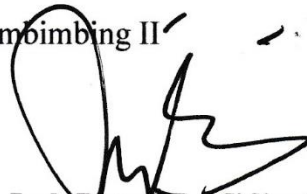
Disetujui oleh:

Pembimbing I



I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD
NIP: 196503251991031002

Pembimbing II



Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST, MT
NIP:1972060219990302002

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa. MErg
NIP: 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA KOMPARASI KINERJA MESIN ES BALOK KRISTAL DENGAN DAN TANPA BANTALAN BIO-PCM

Oleh:

I PUTU EKA INDRA YANA
NIM. 1815234019

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dicetak sebagai Skripsi pada hari/tanggal:
9 September 2022

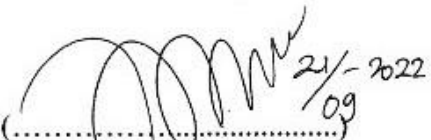
Tim Penguji

Ketua Penguji : Dr. Adi Winarta, S.T., M.T.
NIP : 197610102008121003

Penguji I : Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si
NIP : 196605041994031003

Penguji II : Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si
NIP : 196506171992031001

Tanda Tangan


(.....) 21/09/2022


(.....)


(.....) 21/09/22

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Putu Eka Indra Yana

NIM : 1815234019

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Proyek Akhir : Analisa komparasi kinerja mesin es balok kristal dengan dan tanpa bantalan Bio-PCM

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

Badung, 9 September 2022



I Putu Eka Indra Yana

NIP: 1815234019

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 terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, 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, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST, MT 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 penulisan hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi.
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 Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk adik tercinta Made Krisna Dwivayana dan Ni Nyoman Trisna Yustitia Dewi yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat, Putu Puta, Wisnu, Sion, Dek Dana, Wira. Terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan buku Skripsi ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, 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 akademika Politeknik Negeri Bali.

Badung, 9 September 2022
I Putu Eka Indra Yana

ABSTRAK

Bisnis menjual minuman dan pengawetan daging atau ikan di Indonesia semakin hari semakin diminati. Maraknya para pelaku usaha yang menjual minuman dari skala kecil hingga kelas restoran dan banyaknya penjual daging dan ikan segar, menjadikan permintaan es batu juga semakin meningkat. Sekarang ini banyak dari para penjual minuman dan juga para pedagang daging atau ikan menggunakan es batu kristal yang berfungsi mendinginkan dan juga mengawetkan makanan dan minuman, bentuk es balok yang bentuknya masih besar dan bening sebening kristal. Alasannya, es batu kristal ini lebih kuat dan tahan lama (es tidak cepat mencair dan bisa bertahan lebih lama) untuk digunakan.

Adapun jenis analisa komparasi kinerja mesin es kristal tanpa bantalan bio – PCM yang penulis uraikan dalam proyek akhir ini adalah, studi pengapilkasian Bio – PCM dan tanpa bio – PCM yang nantinya berada pada mesin es kristal. Analisa yang di laksanakan meliputi pengujian mesin es kristal dengan dan tanpa Bio – PCM, analisa data yang dihasilkan pada mesin dan pengolahan data yang di dapat dari analisa yang sudah dilaksanakan. Pengujian mesin es balok kristal tanpa dan dengan bantalan Bio-PCM sudah selesai dilakukan di lab Refrigerasi Politeknik Negeri Bali. Hasil yang didapatkan dari pengujian mesin es balok kristal tanpa dan dengan bantalan Bio-PCM didapat data seperti data sistem refrigrasi, data PCM, data-data ruang cetakan es (ice chamber), pertumbuhan pembentukan es balok, dan data daya serta konsumsi energi.

Pengujian dilakukan berdasarkan waktu nyata (real time) dengan variasi waktu setiap 10 detik untuk parameter uji yang dicatat dengan data logger dan setiap 4 jam untuk pencatatan manual seperti pada pertumbuhan pembentukan es kristal di dalam cetakan. Prinsip terbentuknya es balok kristal disamping menggunakan konsep perpindahan panas satu arah dalam hal ini dari bawah ke atas juga digunakan alat berupa pompa air untuk menjaga agar air di dalam cetakan tetap bersirkulasi. Hal ini membuat hasil es menjadi sangat bening sebening kristal pada saat proses pembekuan es karena tidak ada gas yang terjebak di dalam es. Berdasarkan hasil-hasil pengujian dan analisa pada mesin es balok kristal baik menggunakan maupun tanpa menggunakan bantalan Bio-PCM pada evaporatornya dengan kapasitas daya sistem refrigerasi 2,05 kW

Kata kunci: Kajian komparatif, kinerja temperatur dan energi, mesin es balok kristal, bio-PCM

COMPARATIVE ANALYSIS ON THE PERFORMANCE OF CRYSTAL CLEAR BLOCK ICE MACHINE WITH BIO-PCM PACKAGE

ABSTRACT

The business of selling beverages and preserving meat or fish in Indonesia is increasingly in demand. The rise of business actors selling beverages from small scale to restaurant class and the large number of sellers of fresh meat and fish, has made the demand for ice cubes also increasing. Nowadays, many of the drink sellers and also meat or fish traders use ice crystals that function to cool and also preserve food and drinks, the form of ice cubes that are still large and crystal clear. The reason is, these crystal ice cubes are stronger and more durable (ice does not melt quickly and can last longer) to use.

The type of comparative analysis of the performance of an ice crystal machine without a bio-PCM bearing that the author describes in this final project is a study of the application of Bio-PCM and without bio-PCM which will later be on a crystal ice machine. The analysis carried out includes testing the ice crystal machine with and without Bio-PCM, analyzing the data generated on the machine and processing the data obtained from the analysis that has been carried out. Testing the crystal block ice machine without and with Bio-PCM bearings has been completed in the Refrigeration lab Bali State Polytechnic. The results obtained from testing the crystal block ice machine without and with the Bio-PCM bearing obtained data such as refrigeration system data, PCM data, ice chamber data, ice block formation growth, and power and energy consumption data.

Tests are carried out based on real time with time variations every 10 seconds for test parameters recorded with a data logger and every 4 hours for manual recording such as the growth of ice crystal formation in the mold. The principle of forming ice crystal blocks in addition to using the concept of one-way heat transfer in this case from the bottom up is also used a tool in the form of a water pump to keep the water in the mold circulating. This makes the resulting ice very clear as crystal clear during the ice freezing process because there is no gas trapped in the ice. Based on the results of testing and analysis on ice block machines both using and without using Bio-PCM bearings on the evaporator with a refrigeration system power capacity of 2.05 kW

Keywords: *Comparative study, temperature and energy performance, block ice machine, bio-PCM*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini yang berjudul Analisa Komparasi Kinerja Mesin Es Kristal Dengan Dan Tanpa Bantalan Bio – PCM tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Skripsi 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, 16 Agustus 2022

I Putu Eka Indra Yana

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak	viii
Abstract	ix
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel	xvi
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.....	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Bagi penulis.....	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Bagi masyarakat	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Pengertian Refrigerasi	4
2.2 Mesin Es	5
2.3 Refrigeran	5

2.3.1	Refrigeran primer	5
2.3.2	Refrigeran sekunder	5
2.4	Siklus Kompresi Uap.....	6
2.5	Komponen Utama Siklus Kompresi Uap	8
2.5.1	Komponen utama	8
2.5.2	Komponen bantu	10
2.6	<i>Phase Change Material</i> (PCM).....	12
2.6.1	PCM organik	13
2.6.2	PCM anorganik	13
2.6.3	PCM kombinasi.....	14
2.7	Aplikasi PCM.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Jenis Penelitian	16
3.2	Alur Penelitian.....	17
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.4	Penentuan Sumber Data	19
3.5	Sumber daya penelitian	19
3.6	Instumental Penelitian	19
3.6.1	Alat ukur.....	20
3.7	Prosedur Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil Penelitian.....	25
4.1.1	Kinerja temperatur mesin es balok kristal tanpa dan dengan Bio - PCM.....	26
4.1.2	Kinerja energi mesin es balok kristal	30
4.1.3	Kapasitas produksi mesin es balok kristal tanpa dan dengan bantalan Bio - PCM.....	38
4.2	Pembahasan	39
4.2.1	Kinerja temperatur	39
4.2.2	Kinerja energi.....	40
4.2.3	Kapasitas produksi mesin es balok	41

BAB V PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
Daftar Pustaka	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Gambaran skematis siklus refrigerasi kompresi uap.....	6
Gambar 2. 2	Ph Diagram Refrigeran R-404A	7
Gambar 2. 3	Kompresor	8
Gambar 2. 4	Kondensor	9
Gambar 2. 5	Katup Ekspansi.....	9
Gambar 2. 6	Evaporator	10
Gambar 2. 7	Filter Dryer	10
Gambar 2. 8	Akumulator.....	11
Gambar 2. 9	Fan	11
Gambar 3. 1	Skema mesin es kristal	16
Gambar 3. 2	Evaporator dengan bantalan Bio – PCM.....	16
Gambar 3. 3	Diagram alur penelitian	18
Gambar 3. 4	Tang ampere	20
Gambar 3. 5	Thermokopel	21
Gambar 3. 6	Manifold.....	22
Gambar 4.1	Temperatur refrigeran keluar evaporator (T1) selama proses produksi es balok kristal	26
Gambar 4.2	Temperatur refrigeran masuk evaporator (T4) selama proses produksi es balok kristal	27
Gambar 4.3	Temperatur refrigeran keluar kompresor (T2) selama proses produksi es balok kristal	27
Gambar 4.4	Temperatur refrigeran keluar kondensor (T3) selama proses produksi es balok kristal	28
Gambar 4.5	Temperatur ruang produksi es balok (T_IceCh) dan temperatur lingkungan (T_amb)	28
Gambar 4.6	Temperatur bio-PCM pada berbagai posisi di sekitar bantalan evaporator	29

Gambar 4.7 Variasi daya mesin es balok kristal tanpa Bio-PCM selama proses produksi	30
Gambar 4.8 Variasi daya mesin es balok kristal pada hari ke-1 proses produksi	31
Gambar 4.9 Variasi daya mesin es balok kristal tanpa Bio-PCM pada hari ke-2 proses produksi	31
Gambar 4.10 Detil variasi daya mesin es balok kristal tanpa Bio-PCM pada hari ke-1	32
Gambar 4.11 Variasi daya mesin es balok kristal pada hari ke - 4 proses produksi	32
Gambar 4.12 Konsumsi energi mesin es balok selama proses produksi dengan efek Bio-PCM	33
Gambar 4.13 Variasi daya mesin es balok kristal dengan Bio-PCM selama proses produksi	34
Gambar 4.14 Variasi daya mesin es balok kristal pada hari ke -1 proses produksi	34
Gambar 4.15 Variasi daya mesin es balok kristal dengan Bio-PCM pada hari ke-2 proses produksi	35
Gambar 4.16 Variasi daya mesin es balok kristal dengan Bio-PCM pada hari ke-3 proses produksi	35
Gambar 4.17 Variasi daya mesin es balok kristal dengan Bio-PCM pada hari ke-4 proses produksi	36
Gambar 4.18 Variasi daya mesin es balok kristal dengan siklus On-Off tanpa efek Bio-PCM	36
Gambar 4.19 Variasi daya mesin es balok kristal dengan siklus On-Off dan efek Bio-PCM	37
Gambar 4.20 Konsumsi energi mesin es balok selama proses produksi dengan efek Bio-PCM	37
Gambar 4.21 Laju pertumbuhan es kristal pada cetakan berbentuk balok horizontal.	38
Gambar 4.22 Salah satu contoh hasil es balok kristal pada penelitian ini	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Aplikasi PCM.....	15
Tabel 3. 1	Waktu Pelaksanaan	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Lembar Bimbingan Dosen I

Lampiran 2: Lembar Bimbingan Dosen II

Lampiran 3: Surat registrasi sidang skripsi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bisnis menjual minuman dan pengawetan daging atau ikan di Indonesia semakin hari semakin diminati. Maraknya para pelaku usaha yang menjual minuman dari skala kecil hingga kelas restoran dan banyaknya penjual daging dan ikan segar, menjadikan permintaan es batu juga semakin meningkat. Sekarang ini banyak dari para penjual minuman dan juga para pedagang daging atau ikan menggunakan es batu kristal yang berfungsi mendinginkan dan juga mengawetkan makanan dan minuman, bentuk es balok yang bentuknya masih besar dan bening sebening kristal. Alasannya, es batu kristal ini lebih kuat dan tahan lama (es tidak cepat mencair dan bisa bertahan lebih lama) untuk digunakan.

Sehingga para pedagang minuman dan makanan bisa lebih hemat biaya. Salah satu ide yang dapat ditawarkan yaitu menambahkan es kristal dengan bentuk – bentuk yang unik atau sesuai selera yang diinginkan pada menu minuman yang akan dijual. Mesin pembuat es yang banyak dipasarkan di kalangan masyarakat umum, hanya dapat memproduksi es balok yang tidak jernih dan kurang efisien di kalangan penjual minuman dan untuk mengawetkan makanan yang berada pada pasar hotel maupun restoran. Permasalahan inilah yang mendasari “perancangan dan pembuatan mesin es kristal sebagai salah satu alternatif dalam menghadapi persaingan usaha di bidang minuman dan makanan yang nantinya bisa menghemat biaya.

Dengan melihat latar belakang di atas, penelitian ini membuat suatu alat pembuat es kristal dengan bentuk dan waktu produksi sesuai yang diharapkan oleh pelaku usaha. Harapan dari penelitian ini yaitu membantu pelaku usaha kuliner membuat inovasi – inovasi yang baru dan cepat dalam pelayanan. Permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini adalah bagaimana rancangan konstruksi dan evaporator mesin es kristal serta pemakaian katup ekspansi, daya kompresor, beban

pendinginan, COP pada mesin es kristal dan kinerja bio – PCM. Dengan tujuan menghasilkan rancangan konstruksi mesin es kristal yang dapat berproduksi lebih cepat dengan mengkonsumsi daya yang efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas maka permasalahan yang akan dibahas dalam analisa mesin es kristal dengan bantalan Bio – PCM:

1. Bagaimana perbandingan kinerja mesin es kristal dengan dan tanpa Bio – PCM?
2. Bagaimana potensi penghematan energi yang didapatkan oleh mesin es kristal apabila menggunakan bantalan Bio–PCM?

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini penulis memberi batasan masalah pada pembahasan penempatan Bio – PCM yang terintegrasi pada evaporator mesin es kristal, langkah - langkah perhitungan COP, hasil produktivitas dan kinerja mesin es kristal yang terintegritas Bio – PCM dan tanpa terintegritas Bio – PCM.

1.4 Tujuan

Tujuan yang penulis harapkan dari penyusunan tugas akhir yang bertemakan kajian penempatan Bio – PCM pada evaporator terhadap performa mesin es kristal dan penggunaan energinya

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 Negeri Bali.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu – ilmu yang di peroleh 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 menerapkan ke dalam bentuk perancangan.

1.4.2 Tujuan khusus

1. Dapat menentukan perbandingan kinerja mesin es kristal dengan dan tanpa Bio - PCM
2. Dapat menentukan potensi penghematan energi yang didapatkan oleh mesin es balok kristal apabila menggunakan bantalan Bio - PCM

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil analisa dari mesin es kristal dengan bantalan Bio – PCM ini di harapkan dapat bermanfaat bagi penulis, industri, masyarakat dan juga instansi pendidikan khususnya di Politeknik Negeri Bali.

1.5.1 Bagi penulis

Hasil analisa 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.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai bahan bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang refrigerasi di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.

1.5.3 Bagi masyarakat

Adapun manfaat dari mesin es kristal dengan bantalan Bio – PCM ini adalah untuk membantu para pedagang kecil untuk memenuhi es mereka yang tidak terlalu besar, dan juga para nelayan untuk mengawetkan ikan hasil tangkapannya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil-hasil pengujian dan analisa pada mesin es balok kristal baik menggunakan maupun tanpa menggunakan bantalan bio-PCM pada evaporatornya dengan kapasitas daya sistem refrigerasi 2,05 kW dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja temperatur mesin es balok kristal tanpa maupun dengan bantalan bio-PCM sudah dapat ditentukan. Diperoleh sistem refrigerasi dari mesin es balok kristal baik tanpa maupun dengan bantalan bio-PCM dapat beroperasi pada temperatur refrigeran keluar kompresor dan keluar kondensor berada pada kisaran berturut-turut 70-88 °C dan 28-34 °C; temperatur evaporasi -18 °C pada operasi tanpa bio-PCM dan sekitar -25 °C sampai dengan -28 °C dengan bio-PCM dan sistem berhasil menjaga temperatur superheat pada refrigeran masuk kompresor sekitar 12 °C.
2. Konsumsi energi mesin es balok kristal dengan bantalan bio-PCM relatif lebih rendah dibandingkan dengan tanpa bio-PCM. Pada penelitian ini konsumsi daya rata-rata dari mesin es balok kristal tanpa bio-PCM adalah 1,93 kW dan 1,90 kW untuk yang dengan bio-PCM, sedangkan konsumsi energi dalam satu kali produksi berturut-turut adalah sebesar 170,3 kWh dan 143,6 kWh. Dengan potensi penghematan energi untuk mesin es balok kristal dengan bantalan bio-PCM sebesar 15,7%.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis ingin sampaikan berkenaan dengan proses pengujian dan beberapa kendala yang dihadapi khususnya dalam proses pembuatan komponen mesin es, dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bantalan evaporator dengan bio-PCM terbuat dari bahan stainless steel, dan proses pembuatannya di luar kampus. Sering menjadi kendala terutama

dalam waktu produksi, dimana sangat tergantung dari bengkelnya. Keterlambatan bisa terjadi dan akhirnya menyebabkan keterlambatan dalam pengujian. Sangat perlu kalau kampus PNB memiliki kemampuan untuk memproduksi komponen mesin berbasis stainless steel.

2. Hasil pengujian menunjukkan, bantalan bio-PCM belum sepenuhnya mengalami proses pembekuan sehingga fungsi dari bio-PCM belum optimal. Untuk itu sangat perlu terus dilakukan pengujian dan penyetelan thermostat sampai diperoleh operasi yang optimal

DAFTAR PUSTAKA

- Ajiwiguna, T. A. (2017). *Katup Ekspansi (Expansion Vlve)*. Retrieved from T-Lab Renewable energy and thermal system: <http://catatan-teknik.blogspot.com/2017/09/katup-ekspansi-expansion-valve.html>. Diakses pada tanggal 3 Desember 2021
- Belajar, A. M. (2022). *Fungsi Termokopel / Salah Satu Alat Untuk Mengukur Temperatur*. Retrieved from Aku Mau Belajar Tempatnya Ilmu yang Bermanfaat Dunia Akhirat: <https://akumaubelajar.com/ilmu-pendidikan/fungsi-termokopel/>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Center, M. E. (2022). *Stopwatch Casio HS70W - Alat Pengukur Waktu Stop Watch Casio HS-70W*. Retrieved from blibli.com: <https://www.blibli.com/p/stopwatch-casio-hs70w-alat-pengukur-waktu-stop-watch-casio-hs-70w/ps--MYE-60023-00186>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Era, S. (2020). *FILTER DRIER*. Retrieved from Surya Era. AC & Refrigeration Spare Parts: <https://suryaera.com/produk-promo/filter-drier>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Fathurohman, A. (2015). *Kompresor Semihermetik dan Kompresor Hermetik*. Retrieved from <http://linasundaritermodinamika.blogspot.com/>: <http://linasundaritermodinamika.blogspot.com/2015/04/kompresor-semihermetik-dan-kompresor.html>. Diakses pada tanggal 3 Desember 2021
- Firli, M. (2016). *Komponen Utama Refrigerasi Kompresi Uap*. Retrieved from Scribd: <https://www.scribd.com/doc/310261758/Komponen-Utama-Refrigerasi-Kompresi-Uap>. Diakses pada tanggal 3 Desember 2021
- Gununges13. (2013). *Accumulator*. Retrieved from GUNUNGES13 COOLING EQUIPMENT: <https://ges13.com/product/accumulator-sa-series/>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Himawantriraharjo. (2013). *Pengertian Kondensor / Kondenser*. Retrieved from Mechanical Engineering Kalimantan: <http://himawantriraharjo.blogspot.com/2013/03/pengertian-kondensor-kondenser.html>. Diakses pada tanggal 3 Desember 2021

- Kho, D. (2020). *Cara Menggunakan Tang Ampere (Clamp Meter) dan Prinsip Kerjanya*. Retrieved from Teknik Leketronika: <https://teknikelektronika.com/cara-menggunakan-tang-ampere-clamp-meter-prinsip-kerja/>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Kho, D. (2020). *Pengertian Termokopel (Thermocouple) dan Prinsip Kerjanya*. Retrieved from Teknik Elektronika : <https://teknikelektronika.com/pengertian-termokopel-thermocouple-dan-prinsip-kerjanya/>. Diakses pada tanggal 10 Januari 2022
- Kurai, U. . (2013). *Jenis - jenis kompresor*. Retrieved from Moses Mico Blog: <http://mosesgan.blogspot.com/2013/09/jenis-jenis-kompresor.html>. Diakses pada tanggal 3 Desember 2021
- Ponidi. (2013). *FILTER DRYER REFRIGERANT AIR CONDITIONER. KEGUNAAN FILTER DRYER*. Retrieved from Jasa Service AC Ponidi: <http://service-ac-ponidi.blogspot.com/2013/11/filter-dryer-refrigerant-air-cond.html>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Pudjiastuti, W. (2011). *JENIS-JENIS BAHAN BERUBAH FASA DAN APLIKASINYA. J. Kimia Kemasan, Vol. 33, 118 - 123.*
- Raharjo, B. (2013). *Manifold gauge adalah alat untuk mengukur tekanan pendingin*. Retrieved from machinery: <http://www.mday.info/result/detail/detail.php?idN=3127&title=Manifold%20gauge%20adalah%20alat%20untuk%20Mengukur%20tekanan%20Pendingin>. Diakses pada tanggal 12 April 2022
- Risdwansyah, D. (2017). *Alat ukur manifold gauge sebagai alat penting bagi teknisi AC Kulkas freezer (Refrigrasi Udara)*. Retrieved from KelistrikanKU: <https://www.kelistrikanku.com/2017/01/manifold-gauge-alat-refrigerasi-udara.html>. Diakses pada tanggal 12 April 2022
- Sharma, A. V. (2009). Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. *Renewable and Sustainable Energy Review 13*, 318 - 345.
- Solli Dwi Murtyas, S. N. (2018). PEMODELAN PHASE CHANGE MATERIALS PADA DISTRIBUSI TERMAL. *Journal of Mechanical Engineering, Vol. 2, 2.*
- Suamir, I. N. (2016). *Refrigrasi dan Tata Udara*. Badung - Bali: Politeknik Negeri Bali.

- Wahyudi, A. (2019). *SISTEM PENDINGIN*. Retrieved from TPTUMETRO: <https://www.tptumetro.com/2019/01/sistem-pendingin.html>. Diakses pada tanggal 3 Desember 2022
- Wijaya, I. M. (2019). *Kajian Pengaruh Integrasi Bio - PCM Pada Evaporator Terhadap Kinerja Energi Chest Freezer*. Badung - Bali.: Teknik Mesin. Politeknik Negeri Bali.