

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN RANCANGAN MESIN ES BALOK  
KRISTAL DENGAN BANTALAN BIO-PCM**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**I MADE SURADITA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2022**

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN RANCANGAN MESIN ES BALOK  
KRISTAL DENGAN BANTALAN BIO-PCM**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**I MADE SURADITA**

NIM. 1815234010

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGEMBANGAN RANCANGAN MESIN ES BALOK KRISTAL DENGAN BANTALAN BIO-PCM

Oleh

**I MADE SURADITA**  
NIM. 1815234010

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan  
Program Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I

  
**Achmad Wibolo, ST, MT**  
NIP. 19640501991031002

Pembimbing II

  
**I Dewa Made Susila, ST, MT**  
NIP. 195908311988111001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGEMBANGAN RANCANGAN MESIN ES BALOK KRISTAL DENGAN BANTALAN BIO-PCM

Oleh

**I MADE SURADITA**  
NIM. 1815234010

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

#### Tim Penguji

Ketua Penguji : Ketut Bangse, ST, MT  
NIP : 196612131991031003


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

Penguji II : I Wayan Gede Santika, ST, M.Sc.PhD  
NIP : 197402282005011002

#### Tanda Tangan

  
(.....)

  
(.....)

  
(.....)

## Surat Pernyataan Bebas Plagiat

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : I Made Suradita

NIM : 1815234010

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul : Pengembangan Rancangan Mesin Es Balok Kristal dengan Bantalan Bio-PCM

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

Badung, 10 Agustus 2022  
Yang membuat pernyataan



I Made Suradita  
NIM. 1815234010

## 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, 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 Teknik Mesin.
5. Bapak I Dewa Made Susila, ST, MT, selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan
6. Bapak Achmad Wibolo, 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 penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian 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 Skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2022 yang telah banyak memberikan masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses menyelesaikan Skripsi yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

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

Badung, 10 Agustus 2022

I Made Suradita

## ABSTRAK

Es kristal ialah es yang lebih putih, bening, dan tembus cahaya. Namun sekarang ini banyak dari para penjual es kristal tersebut kewalahan dengan permintaan pasar dikarenakan waktu produksi es yang agak lambat membuat suatu pesanan tidak seimbang dengan waktu produksi es kristal, maka dari itu munculah ide untuk merancang mesin es kristal yang akan ditambahkan Bio-PCM. Dengan demikian, hal yang diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi, dan diharapkan dapat menghemat dari segi konsumsi daya pada mesin es kristal.

Metode penelitian yang akan dilakukan adalah pengembangan rancangan dan simulasi mesin es kristal dengan bantalan Bio-PCM. Perancangan dilakukan pada mesin es balok kristal dengan membuat bantalan tempat Bio-PCM. Perancangan ini dilakukan bertujuan untuk menciptakan inovasi baru terhadap mesin es balok agar mengoptimalkan kinerja pada mesin es tersebut. Serta mensimulasikan hasil rancangan untuk penyajian dan menguji sistem hasil rancangan.

Hasil penelitian memuat hasil rancangan proses produksi mesin es balok kristal dengan atau tanpa Bio-PCM, yang dimana, pada saat proses produksi es, pompa sirkulasi air dihidupkan, dimana pompa air tersebut mengalirkan air pada cetakan es sehingga air tetap bergerak, kecepatan aliran air harus diatur agar tidak menggerus es yang terbentuk pada cetakan. Fungsi pompa air tersebut adalah untuk mengeluarkan udara atau gas yang terkandung pada air di cetakan es balok, sehingga hasilnya bisa bening seperti kristal. Rancangan kapasitas produksi mesin es balok kristal berbasis simulasi *thermodynamic*. Pada simulasi *thermodynamic* ini dengan menggunakan jenis refrigeran R-404A mendapatkan kapasitas produksi 215 kg, waktu produksi 15,6 jam dan kapasitas pendingin mesin/*cooling capacity* 2,66 kW. Rancangan konstruksi mesin, cetakan es balok kristal dan bantalan penyimpan dingin Bio-PCM sehingga mampu mengadopsi pengujian dengan atau tanpa Bio-PCM.

**Kata kunci:** Pengembangan rancangan, mesin es balok kristal, Bio-PCM



## **DESIGN DEVELOPMENT OF CRYSTAL ICE BLOCK MACHINE WITH BIO-PCM**

### **ABSTRACT**

*Crystal ice is ice that is whiter, clearer, and translucent. But now many of these crystal ice sellers are overwhelmed with market demand because the ice production time is a bit slow which makes an order out of balance with the ice crystal production time, therefore the idea arose to design a crystal ice machine to which Bio-PCM will be added. Thus, it is hoped that it can increase production capacity, and it is hoped that it can save in terms of power consumption on the ice crystal machine.*

*The research method to be carried out is to develop a design and simulation of a crystal ice machine with Bio-PCM bearings. The design is carried out on a crystal block ice machine by making Bio-PCM bearings. This design was carried out with the aim of creating new innovations for the block ice machine in order to optimize the performance of the ice machine. As well as simulating the design results for presenting and testing the system design results.*

*The results of the study contain the results of the design of the crystal block ice machine production process with or without Bio-PCM, which, during the ice production process, the water circulation pump is turned on, where the water pump flows water into the ice mold so that the water keeps moving, the water flow velocity must be arranged so as not to crush the ice formed in the mold. The function of the water pump is to remove air or gas contained in the water in the ice block mold, so that the results can be clear like crystals. The design of the production capacity of the ice block machine is based on thermodynamic simulation. In this thermodynamic simulation using the refrigerant type R-404A to get production capacity, production time and cooling capacity. The design of the machine construction, crystal block ice mold and Bio-PCM cold storage bearing so as to be able to adopt the test with or without Bio-PCM.*

**Keywords:** *design development, crystal block ice machine, Bio-PCM*

## **KATA PENGATAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini yang berjudul Pengembangan Rancangan Mesin Es Balok Kristal dengan Bantalan Bio-PCM tepat pada waktunya. Penyusun Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas 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 penulis di masa yang akan datang.

Badung, 10 Agustus 2022

I Made Suradita

## DAFTAR ISI

Sampul .....	i
Halaman Judul .....	ii
Pengesahan oleh Pembimbing .....	iii
Pengesahan oleh Penguji .....	iv
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 .....	xiv
Daftar Gambar .....	xv
Daftar Lampiran .....	xvii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.4.1 Tujuan umum .....	3
1.4.2 Tujuan khusus .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.5.1 Bagi penulis .....	4
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali .....	4
1.5.3 Bagi masyarakat .....	4
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1 Pengertian Perancangan .....	5
2.2 Pengerian Refrigerasi .....	5
2.3 Refrigerasi Kompresi Uap .....	6
2.4 Komponen Sistem Refrigerasi Kompresi Uap .....	7

2.4.1	Kompresor .....	7
2.4.2	Kondensor .....	8
2.4.3	Alat ekspansi .....	9
2.4.4	Evaporator .....	9
2.5	Mesin Es Kristal .....	10
2.5.1	Komponen mesin es .....	10
2.5.2	Jenis-jenis mesin es .....	12
2.6	<i>Phase Change Material (PCM)</i> .....	16
2.6.1	PCM organik .....	16
2.6.2	PCM anorganik .....	18
2.6.3	PCM kombinasi .....	18
2.7	Aplikasi PCM .....	20
2.7.1	Aplikasi PCM pada bangunan .....	21
2.7.2	Aplikasi PCM pada perlindungan dan transportasi produk yang peka terhadap suhu .....	22
2.7.3	Aplikasi PCM pada <i>Ice storage</i> .....	22
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b> .....		24
3.1	Jenis Penelitian .....	24
3.1.1	Desain rancangan mesin es Kristal .....	24
3.1.2	Rancangan diagram proses es Kristal .....	25
3.2	Alur Penelitian .....	26
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	27
3.4	Penentuan Sumber Data .....	28
3.5	Sumber Daya Penelitian .....	28
3.6	Instrumen Penelitian .....	29
3.6.1	SketchUp Pro 2021 .....	29
3.6.2	U-Refs .....	29
3.7	Prosedur Penelitian .....	30
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		31
4.1	Hasil Penelitian .....	31
4.1.1	Rancangan akhir proses produksi es balok kristal dengan atau	

tanpa Bio-PCM.....	31
4.1.2 Hasil rancangan kapasitas produksi es balok kristal berbasis simulasi <i>thermodynamic</i> .....	32
4.1.3 Hasil rancangan konstruksi mesin es Kristal dengan bantalan Bio-PCM .....	34
4.2 Pembahasan .....	42
4.2.1 Bantalan Bio-PCM .....	42
4.2.2 Hasil rancangan diproduksi dengan baik dan presisi .....	42
4.2.3 Program SchetchUp untuk desain rancangan .....	45
4.2.4 Program U-RefS V.1.11 untuk simulasi .....	45
4.2.5 Kesulitan atau hambatan pada desain mesin es balok Kristal.....	46
<b>BAB V. PENUTUP</b> .....	47
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	49
<b>LAMPIRAN</b> .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Titik leleh dan panas peleburan laten beberapa jenis paraffin .....	17
Tabel 2.2	Titik leleh dan panas peleburan laten beberapa non paraffin .....	18
Tabel 2.3	Titik leleh dan panas peleburan laten beberapa asam lemak .....	18
Tabel 2.4	Titik leleh dan panas peleburan laten beberapa hidrat garam .....	19
Tabel 2.5	Titik leleh dan panas peleburan laten beberapa logam ( <i>metallic</i> ) .....	20
Tabel 2.6	Aplikasi PCM .....	21
Tabel 3.1	<i>Time schedule</i> skripsi .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skematis siklus refrigerasi kompresi uap .....	7
Gambar 2.2	Kompesor .....	8
Gambar 2.3	Kondensor .....	8
Gambar 2.4	Alat ekspansi .....	9
Gambar 2.5	Evaporator .....	9
Gambar 2.6	Skematik mesin es Kristal .....	10
Gambar 2.7	<i>Filter dryer</i> .....	11
Gambar 2.8	Akumulator .....	11
Gambar 2.9	Fan .....	12
Gambar 2.10	<i>Ice flake machine</i> .....	13
Gambar 2.11	<i>Ice cube machine</i> .....	14
Gambar 2.12	<i>Ice tube machine</i> .....	14
Gambar 2.13	<i>Ice block machine</i> .....	15
Gambar 3.1	Desain rancangan mesin es Kristal .....	24
Gambar 3.2	Rancangan diagram proses es kristal .....	25
Gambar 3.3	Rancangan diagram proses es Kristal .....	25
Gambar 3.4	Alur penelitian .....	26
Gambar 3.5	Denah Politeknik Negeri Bali .....	27
Gambar 3.6	SketchUp Pro 2021 .....	29
Gambar 3.7	U-Refs .....	29
Gambar 4.1	Rancangan diagram proses produksi es balok kristal .....	31
Gambar 4.2	Tampilan simulasi kapasitas produksi es balok menggunakan R-404A .....	33
Gambar 4.3	Konsumsi daya spesifik menggunakan R-404A .....	33
Gambar 4.4	Kapasitas pendingin mesin/cooling capacity menggunakan R-404A .....	34
Gambar 4.5	Frame mesin es tampak depan dan samping .....	35
Gambar 4.6	Box bawah tempat Bio-PCM .....	36
Gambar 4.7	Dudukan evaporator .....	37

Gambar 4.8	Evaporator tampak atas dan samping .....	39
Gambar 4.9	Susunan dudukan evaporator dengan evaporator .....	39
Gambar 4.10	Box atas tampak samping dan atas .....	40
Gambar 4.11	Cetakan es .....	41
Gambar 4.12	Hasil rancangan mesin es balok kristal tampak dalam .....	41
Gambar 4.13	Bantalan Bio-PCM .....	42
Gambar 4.14	Perbandingan desain dengan hasil produksi.....	43
Gambar 4.15	Komponen diproduksi di luar kampus .....	43
Gambar 4.16	Komponen diproduksi di Lab. Tata udara PNB .....	43
Gambar 4.17	Perakitan komponen mesin es di Lab. Tata udara PNB .....	44
Gambar 4.18	Proses desain menggunakan program SchetchUp .....	45
Gambar 4.19	Proses simulasi dengan program U-RefS V1.11 .....	45



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Lembar Bimbingan Dosen I

Lampiran 2 : Lembar Bimbingan Dosen II

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bisnis menjual es kristal di Indonesia semakin hari semakin banyak. Maraknya para pelaku usaha yang menjual es kristal dengan berbagai ukuran, menjadikan permintaan es kristal juga semakin meningkat. Es kristal termasuk produk yang penting dalam berbagai bidang usaha seperti usaha kuliner maupun pabrik dan distributor karena dapat digunakan sebagai penyegar minuman dan pendingin makanan seperti daging, ikan dan bahan makanan lainnya. Penggunaan es kristal menjadi lebih sering di Indonesia yang memiliki iklim tropis sehingga es kristal dapat menjadi cara untuk menghilangkan rasa haus dan mendinginkan suhu tubuh. Es kristal ialah es yang lebih putih, bening, dan tembus cahaya. Namun sekarang ini banyak dari para penjual es kristal tersebut kewalahan dengan permintaan pasar dikarenakan waktu produksi es yang agak lambat membuat suatu pesanan tidak seimbang dengan waktu produksi es kristal, maka dari itu munculah ide untuk merancang mesin es kristal yang akan ditambahkan Bio-PCM.

*Phase Change Materials* (PCM) merupakan substansi yang dapat ditempatkan diselubung, yang dapat melepas ataupun menyerap energi termal selama proses pepadatan dan peleburan. Cheralathan *et al.* (2007) melakukan penelitian eksperimental kinerja sistem refrigerasi industri yang diintegrasikan dengan kapsul PCM yang ditempatkan pada tangki penyimpanan dimana evaporator dari sistem refrigerasi juga dipasang. Ditemukan bahwa kinerja termal dari sistem dapat ditingkatkan dengan melakukan pengisian PCM pada temperatur kondensasi yang rendah dan juga pada temperatur evaporator yang optimal. Investigasi aplikasi PCM pada *freezer* komersial sudah dilakukan oleh Oró *et al.* (2012) dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja termal dari *freezer* pada saat pintu dibuka dan pada saat listriknya padam. Penggunaan PCM dapat mempertahankan temperatur produk pada tingkat aman lebih lama dibandingkan *freezer* tanpa PCM. Akhir-akhir ini, penelitian aplikasi PCM berbasis larutan

garam pada *chest freezer* juga sudah dilakukan dengan menempatkan PCM pada dinding evaporator. PCM dikemas dalam dua model, yaitu pertama dengan model kantong PCM yang ditempelkan pada sebuah pelat aluminium kemudian pelat dan PCM bersama-sama ditempelkan pada dinding *freezer*, kedua dengan model penempatan pada *honey comb* aluminium. Dilaporkan bahwa penempatan PCM dengan model kantong aluminium dapat mengurangi ruang untuk produk, konsumsi energi meningkat tapi siklus *on/off* kompresor jauh berkurang. Sedangkan untuk model *honey comb* dapat menghemat energi sebesar 2%, siklus *on/off* kompresor juga berkurang. Kinerja *chest freezer* dengan PCM sangat sensitive terhadap setting dari thermostat. (A. Raeisi *et al.*, 2013)

Dengan melihat latar belakang di atas, hal yang diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi, dan diharapkan dapat menghemat dari segi konsumsi daya pada mesin es kristal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan proses produksi mesin es balok kristal dengan atau tanpa Bio-PCM.
2. Bagaimana rancangan kapasitas produksi mesin es balok kristal berbasis simulasi *thermodynamic*.
3. Bagaimana rancangan konstruksi mesin, cetakan es balok kristal dan bantalan penyimpan dingin Bio-PCM sehingga mampu mengadopsi pengujian dengan atau tanpa Bio-PCM.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi penulis hanya membahas mengenai tentang perancangan mesin es kristal dengan bantalan bio-PCM. Berdasarkan rumusan masalah di atas maka batasan masalah dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Perancangan proses produksi mesin es balok kristal dengan atau tanpa Bio-PCM.

2. Menentukan kapasitas dan dimensi mesin es balok kristal dengan program U-RefS.
3. Perancangan cetakan es balok kristal, evaporator dengan bantalan Bio-PCM dan konstruksi mesin serta *condensing unit*.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang penulis harapkan dari penyusunan Skripsi yang bertemakan Pengembangan Rancangan Produk Industri Mesin Es Balok Kristal dengan Bantalan Bio-PCM. Dalam pembuatan Skripsi ini terdapat dua tujuan, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus.

##### **1.4.1 Tujuan Umum**

Adapun tujuan umum dari pembuatan Skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan 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**

Adapun tujuan khusus dari pembuatan Skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu merancang proses produksi mesin es balok kristal dengan atau tanpa Bio-PCM.
2. Mampu menentukan rancangan kapasitas produksi mesin es balok kristal berbasis simulasi *thermodynamic*.
3. Mampu menentukan rancangan konstruksi mesin, cetakan es balok kristal dan bantalan penyimpan dingin Bio-PCM sehingga dapat mengadopsi pengujian dengan atau tanpa Bio-PCM.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil Pengembangan Rancangan Mesin Es Balok Kristal dengan Bantalan Bio-PCM ini di harapkan dapat bermanfaat bagi penulis, instansi pendidikan khususnya di Politeknik Negeri Bali, dan juga bagi masyarakat pada umumnya.

### **1.5.1 Bagi Penulis**

Hasil perancangan 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 pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang perancangan alat 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 pengembangan rancangan mesin es balok kristal dengan bantalan Bio-PCM dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancangan proses produksi mesin es balok kristal dengan atau tanpa Bio-PCM sudah dapat dilakukan. Rancangan proses produksi es balok kristal ini sudah juga divalidasi dengan pengujian komisioning. Proses produksi mencakup bahan baku yang dapat bersumber dari air keran, air mineral dan air kondensasi AC dimasukkan ke dalam cetakan es balok. Kemudian, air tersebut didinginkan satu arah dengan evaporator refrigerasi dengan/tanpa Bio-PCM. Pada saat yang bersamaan pompa sirkulasi air harus dihidupkan, dimana pompa air tersebut mengalirkan air pada cetakan es sehingga air tetap bergerak.
2. Rancangan kapasitas produksi mesin es balok kristal berbasis simulasi *thermodynamic* juga sudah diperoleh. Dengan dimensi ruang es: panjang 1,30 m, lebar 1,28 m, tinggi 0,60 m; dimensi es balok: panjang 1,17 m, lebar 0,40 m, tinggi 0,25 m; dan temperatur es balok  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  dapat diproduksi es balok kristal sebanyak 215 kg dalam waktu 15,6 jam atau setara dengan 0,33 ton es balok kristal per hari.
3. Rancangan konstruksi mesin mencakup rangka mesin secara keseluruhan, cetakan es balok kristal, evaporator dengan kapasitas pendinginan 2,66 kW, unit refrigerasi dengan daya 2,05 kW serta bantalan penyimpan dingin Bio-PCM sehingga dapat mengadopsi pengujian dengan atau tanpa Bio-PCM.

#### **5.2 Saran**

Menggunakan program SketchUp untuk perancangan desain sangat mudah digunakan karena antarmuka yang menarik dan sederhana, mudah digunakan bahkan untuk pemula, banyak macam open source serta *plugin* yang mendukung

kinerja SketchUp, ada fungsi untuk bisa mengimpor ekstensi file seperti 3D, dwg, pdf, jpg dan lain lain, serta aplikasi ringan dijalankan pada komputer standar. Adapun hambatan saat mengoperasikan program ini seperti bayangan-bayangan yang mengganggu yang mengakibatkan konsentrasi hancur dan juga terkadang terdapat bug pada sistem yang disebabkan karena penggunaan terlalu lama, yang diharuskan untuk merestart kembali programnya.

Diharapkan kedepannya untuk melakukan perancangan desain menggunakan program yang lebih profesional dibandingkan program SketchUp ini sehingga menghasilkan desain yang lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Raesi, I. N. Suamir and S.A. Tassou, 2013. Energy Storage in Freezer Cabinets using Phase Change Materials. in *Proc. the 2nd IIR International Cold Chain Conference*. Paris, pp. 187-194.
- Agung, P. 2019. *Jenis-jenis Kompresor Kulkas*. <https://serviceacjogjapro-kompresor-kulkas/>. Diakses pada 6 Februari 2022.
- Astro. 2018. *Mesin Pembuat Ice & Minuman*. <https://astromesin.com/harga-mesin-es-kristal/>. Diakses pada 5 Februari 2022.
- Danfoss. 2021. *T2/TE2 Thermostatic Expansion Valves, Exchangeable Orifice*. <https://www.danfoss.com/en-us/products/dcs/valves/thermostatic-expansion-valves/thermostatic-expansion-valves/t2-te2/>, Diakses pada 7 Februari 2022.
- Diaconu, B.M., S. Varga, A.C. Oliviera. 2009. Experimental Assessment Of Heat Storage Properties And Heat Transfer Characteristics Of Phase Change Materials Slurry For Air Conditioning Application. *Applied Energy*, 87 (2): 620-628.
- E. Oro, L. Miro, M.M. Farid and L.F. Cabeza, 2012. Improving Thermal Performance of Freezers using Phase Change Materials. *International Journal of Refrigeration*. Vol. 35, pp. 984-991.
- M. Cheralathan, R. Velraj and S. Renganarayanan, 2007. Performance Analysis on Industrial Refrigeration System Integrated with Encapsulated PCM-base cool Thermal Energy Storage System. *Int. J. Energy Res*, Vol. 31, pp. 398–413.
- Meng, Q. and Jinlian Hu, 2008. A poly(ethyleneglycol)-based smart phase change material. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 92: 1260-1268.
- Mesin, Ruang. 2020. *Struktur Dan Cara Kerja Evaporator Dan Thermostat*. <http://www.ruangmesin.com/struktur-dan-cara-kerja-evaporator-dan-thermostat/>. Diakses pada 7 Februari 2022.
- Murtyas, S. D., Cholida, S. N., & Ridwan, M. K. (2018). Pemodelan Phase Change Materials Pada Distribusi Termal Selubung Bangunan Hotel. *Journal of Mechanical Engineering*, 2 (1), 1–7.
- Padma. 2019. *Prinsip Kerja Pabrik Es dan Komponen-Komponennya*, <https://www.dinginaja.com/2019/02/prinsip-kerja-pabrik-es-dan-komponen.html>, diakses pada 17 Januari 2022.
- Pudjiastuti, W. 2011. Jenis-Jenis Bahan Berubah Fasa dan Aplikasinya. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 33 (1): 118-123.



- Ryan, E, Pramayodha. 2019. *Sistem Pengoperasian dan Perawatan Alat Pendingin Makanan di TB. alim PT. Kaltim Shipyard Samarinda*. Karya Tulis. Universitas Maritim AMNI Semarang.
- Sharma, A., V.V. Tyagi, C.R. Chen, D. Buddhi, 2009. Review On Thermal Energy Storage With Phase Change Materials And Applications. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 13 (2): 318-345.
- Vestref. 2018. *Komponen Bagian Mesin Es Kristal*. <http://www.mesin-es-kristal.com/2018/04/bengkel-mesin-es-vestref.html>. Diakses pada 6 Februari 2022.
- Wahyudi, A. 2018. *Fan Motor Unit Pendingin*. <https://www.tptumetro.com/2018/09/fan-motor-unit-pendingin.html>, diakases tanggal 18 Januari 2022.
- Webadmin. 2014. *Macam-Macam Mesin Pembuat Es*. <https://mesinraya.co.id/macam-macam-mesin-pembuat-es.html>, diakases tanggal 18 Januari 2022.
- Zalba, B., J.M. Marin, L.F. Cabeza, H. Mehling, 2003. Review On Thermal Energy Storage With Phase Change: Materials, Heat Transfer Analysis And Applications. *Applied Thermal Engineering*, 23 (3): 251-283.


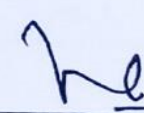




**LAMPIRAN**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BALI  
JURUSAN TEKNIK MESIN

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021/2022





NAMA	: 1 Made Suradita
NIM	: 1815234010
PROGRAM STUDI	: Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas
PEMBIMBING (1/1)	: Achmad Wibolo, ST, MT

NO.	TGL/BLN/THN	URAIAN PERKEMBANGAN	PARAF PEMBIMBING
1	Senin 01/08 2022	Membahas tentang isi hasil penelitian	
2	Senin 08/08 2022	Pembahasan urutan hasil pengujian	
3	Selasa 16/08 2022	Pembahasan tentang uraian masing-masing gambar proses	
4	Kamis 18/08 2022	Pembahasan tentang uraian hasil pengujian	
5	Jumat 25/08 2022	Pembahasan tentang Tata letak	
6	Senin 29/08 2022	Acc	

POLITEKNIK NEGERI BALI  
JURUSAN TEKNIK MESIN

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021/2022

NAMA	: I Made Suradita
NIM	: 1815234010
PROGRAM STUDI	: Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas
PEMBIMBING	: I Dewa Made Susila, S.T., M.T.
	(I/II)

NO.	TGL/BLN/THN	URAIAN PERKEMBANGAN	PARAF PEMBIMBING
1	3/8 2022	Membahas tentang isi hasil penelitian	
2	9/08 2022	Membahas tentang Bab V kesimpulan dan saran	
3	19/08 2022	Periksa secara keseluruhan Bab I-V	
4	29/08 2022	Revisi data tulis	
5	31/08 2022	ACC	