

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN *MINI AIR BLAST FREEZER* DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM REFRIGERASI BERTINGKAT
R-134A DAN R-22 PADA *SHOWCASE* UNTUK INDUSTRI
SKALA RUMAHAN**



DISUSUN OLEH

DANU PRABOWO

5315141158

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PENGEMBANGAN *MINI AIRBLAST FREEZER*
DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM
REFRIGERASI BERTINGKAT R-134A DAN R-22
PADA *SHOWCASE* UNTUK INDUSTRI SKALA
RUMAHAN

Nama Mahasiswa : **Danu Prabowo**

Nomor Registrasi : **5315141158**

Dosen Pembimbing

Jabatan	Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
---------	------------	--------------	---------

Pembimbing I	<u>Dr. Darwin Rio Budi Svaka, M.T.</u>		11/02/2021
--------------	---	--	------------

NIP. 197604222006041001

Pembimbing II	<u>I Wyan Sugita, S.T., M.T.</u>		11/02/2021
---------------	---	--	------------

NIP. 197911142012121001

Dosen Penguji

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
------------	--------------	---------

Ketua Sidang <u>Dr. Agung Permono, M.T.</u>		11 / 2021 12
---	--	-----------------

NIP. 199705012001121002

Sekretaris Sidang <u>Wardoyo, M.T.</u>		11 Februari 2021
--	---	------------------

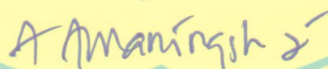
NIP. 197908182008011008

Dosen Ahli <u>Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T.</u>		10 Februari 2021
---	---	------------------

NIP. 197708012008012006

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin



Aam Amaningsih Jumbuh, P.hD

NIP. 197110162008122001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul :


**PENGEMBANGAN *MINI AIR BLAST FREEZER* DENGAN MENGGUNAKAN
SISTEM REFRIGERASI BERTINGKAT R-134A DAN R-22 PADA *SHOWCASE*
UNTUK INDUSTRI SKALA RUMAHAN**


Penyusun : Danu Prabowo
NIM : 5315141158
Pembimbing 1 : Dr. Darwin Rio Budi Syaka, MT
Pembimbing 2 : I Wayan Sugita, MT
Tanggal Ujian : 5 Februari 2021

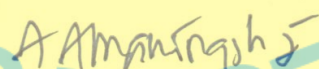
Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Darwin Rio Budi Syaka, MT
NIP.197604222006041001


I Wayan Sugita, MT
NIP.197911142012121001


Mengetahui,
Kordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin

Aam Amaningsih Jumhur, P.hD
NIP.197110162008122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Danu Prabowo
NIM : 5315141158
Fakultas/Prodi : Teknik / Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : danuprbwo@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengembangan Mini Air Blast Freezer Dengan Menggunakan Sistem Refrigerasi Bertingkat R-134A dan R-22 Pada Showcase Untuk Industri Skala Rumahan

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 23 Februari 2021

Penulis

(Danu Prabowo)
nama dan tanda tangan

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini belum pernah dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 20 Juni 2020

Yang membuat pernyataan



Danu Prabowo

5315141158

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-nya serta kemampuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“PENGEMBANGAN *MINI AIR BLAST FREEZER* DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM REFRIGERASI BERTINGKAT R-134A DAN R-22 PADA *SHOWCASE* UNTUK INDUSTRI SKALA RUMAHAN”**.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan informasi, bimbingan, arahan dan bantuan yang didapatkan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan dan penyusunan laporan ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberi karunianya kepada saya.
2. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka M,T. selaku Dosen Pembimbing 1.
3. Bapak I Wayan Sugita M,T. selaku Dosen Pembimbing 2.
4. Ibu Aam Amaningsih Jumhur, P.hD, selaku Kordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
5. Orang tua yang selalu memotivasi dan mendukung saya.
6. Muhammad Bijaksana S.pd dan Abdul Aziz S.pd selaku teman yang membantu dan menyusun penulisan skripsi.
7. Perempuan berinisial D yang terus memotivasi dan mendukung saya.
8. Teman-teman PalaGadot yang selalu membantu support materi, waktu dan tenaganya.

Jakarta, 20 Juni 2020



Penulis
Danu Prabowo

ABSTRAK

Pada dasarnya yang menjadi masalah utama dari industri rumahan yaitu tentang penyimpanan bahan baku yang menggunakan alat pendingin dan bahan bakunya masih bergantung pada bahan baku yang hanya tersedia pada waktu tertentu serta penggunaan refrigerant yang tidak ramah lingkungan, diketahui refrigerant R-134A memiliki sifat yang mirip dengan R-12 dengan kelebihan yaitu tidak menyebabkan penipisan lapisan ozon, serta R-22 memiliki sifat yang dapat membantu mendinginkan lebih. Oleh karena itu R134A dan R-22 menjadi alasan digunakan pada *mini air blast freezer*. Maka penulis ingin menggunakan sistem bertingkat/*casecade* pada *air blast freezer* agar kinerja *mini air blast freezer* dapat lebih optimal dari yang ada. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memperoleh suhu terbaik $\pm -20^{\circ}\text{C}$ dan data desain yang tepat dalam pendinginan hasil tangkapan laut kepulauan. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui karakteristik kinerja pendingin dengan sistem refrigerasi bertingkat *refrigerant* R134A dan *refrigerant* R22 pada tekanan yang berbeda.

Metode Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan merancang sitem pendingin skala rumah tangga. Penelitian ini menggunakan sistem refrigerasi bertingkat *refrigerant* R134A dan *refrigerant* R22, *heat exchanger*. Kemudian memodifikasi *showcase* dan mengaplikasikan data yang diperoleh pada alat pengujian sehingga dapat menguji alat tersebut untuk mendapatkan karakteristkik pada sistem refrigerasi bertingkat dengan variasi tekanan yang berbeda-beda.

Hasil pengujian dari penelitian ini didapatkan temperatur yang mendekati $\pm -20^{\circ}\text{C}$ pada kabin. Yaitu tekanan 0,34 bar dengan suhu $-17,8^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata suhu evaporator $\pm -27,75^{\circ}\text{C}$. Dengan demikian, tekanan 0,34 bar menjadikan tekanan terbaik dari ke 3 tekanan yang di ujikan.

Kata kunci : Air Blast Freezer, R134A, R22, Ramah lingkungan, Skala rumah tangga, Sistem pendingin, , Sistem refrigerasi bertingkat

ABSTRACT

Basically, the main problem of the home industry is about the storage of raw materials using refrigeration equipment and the raw materials still depend on raw materials that are only available at certain times and the use of refrigerants that are not environmentally friendly, it is known that refrigerant R-134A has similar properties to R-12 with the advantage that it does not cause ozone layer depletion, and R-22 has properties that can help cool it more. Therefore, R134A and R-22 are the reasons for use in mini air blast freezers. So the authors want to use a multilevel system / cascade on blast freezer water so that the mini air blast freezer performance can be more optimal than existing. The purpose of writing this thesis is to obtain the best temperature ± -20 ° C and the right design data in cooling the island sea catches. This research was also conducted to determine the performance characteristics of refrigerants with refrigerant systems with refrigerant R134A and refrigerant R22 at different pressures.

This research method uses an experimental method, by designing a household scale cooling system. This research uses a refrigeration system with R134A refrigerant and R22 refrigerant, a heat exchanger. Then modify the showcase and apply the data obtained to the test tool so that it can test the tool to get the characteristics of the multilevel refrigeration system with different pressure variations.

The test results from this study obtained temperatures close to ± -20 ° C in the cabin. Namely a pressure of 0.34 bar with a temperature of -17.8 ° C and an average evaporator temperature of ± -27.75 ° C. Thus, a pressure of 0.34 bar makes the best pressure of the 3 pressures tested.

Keywords: Air Blast Freezer, R134A, R22, Environmentally friendly, Household scale, refrigeration system, multilevel refrigeration system

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Metodologi Penelitian	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Siklus Refrigerasi.....	6
2.2 Siklus Refrigerasi Cascade/Bertingkat	11
2.3 <i>Air Blast Freezer</i>	13
2.3.1 <i>Batch Continuous Air Blast Freezer with Counterflow Air Circulation</i>	14
2.3.2 <i>Continuous Belt Air Blast Freezer with Crossflow Air Circulation</i>	14
2.3.3 <i>Triple Belt Air Blast Freezer</i>	15
2.4 Jenis Kabin <i>Air Blast Freezer</i>	15
2.5 Dasar Teori Perhitungan	18
2.5.1 Perhitungan Kerja Kompresor	18
2.5.2 Efisiensi Insentropik	19
2.6 Macam-macam <i>Refrigerant</i>	19

2.7 Sifat-sifat <i>Refrigerant</i> Ideal	23
2.8 Perbandingan <i>Refrigerant</i> R-22 dan R-134a.....	24
2.9 <i>Heat Exchanger</i>	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
3.2 Metode Penelitian	29
3.3 Prosedur Penelitian	30
3.4 Komponen Pengujian	30
3.4.1 Sistem Kulkas (<i>Refrigerator</i>)	30
3.4.2 Kompresor Kulkas	31
3.4.3 <i>Pressure Gauge</i>	32
3.4.4 <i>Clamp Meter</i>	32
3.4.5 Thermometer Digital.....	32
3.4.6 <i>DC Power Supply</i> (Adaptor)	33
3.4.7 Pipa Penukar Kalor	34
3.4.8 Arduino Uno	34
3.4.9 Sensor DHT22	35
3.4.10 Sensor DS18B20	35
3.5 Metode Pengambilan Data	36
3.5.1 Software REFPROP 8.0	38

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Pengujian <i>Mini Air Blast Freezer</i>	44
4.1.1 Tekanan 0,34 Bar	44
4.1.2 Tekanan 0,37 Bar	50
4.1.3 Tekanan 0,41 Bar	56
4.2 Perbandingan Variasi Tekanan	62
4.3 Pembahasan.....	76
4.3.1 Gambar Garis Konstan Pada Diagram P-h	76
4.3.2 Tekanan Dalam Pengukuran dan Perhitungan.....	77

4.3.3 Fase Keadaan Pada Siklus Refrigerasi Bertingkat.....	78
4.3.4 Korelasi/Hubungan Q_{IN} , Q_{EVAP} , $W_{kompresor}$, COP dan Kapasitas Olahan Ikan	80
BAB V Kesimpulan dan Saran	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	86



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi <i>Refrigerator</i> dan <i>Heat Pump</i>	6
Gambar 2.2. Skema Siklus Refrigerasi Uap Ideal	8
Gambar 2.3. Skema Siklus Refrigerasi Uap Aktual	10
Gambar 2.4. Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	12
Gambar 2.5. <i>Batch continuous air blast freezer with counter flow air circulation</i>	14
Gambar 2.6. <i>Continuous belt air blast freezer with crossflow air</i>	14
Gambar 2.7. <i>Triple belt air blast freezer</i>	15
Gambar 2.8. Kabin Kulkas (<i>Refrigerator</i>)	16
Gambar 2.9. Kabin <i>display cool room</i>	16
Gambar 2.10. Kabin <i>freezer model inclined more display area</i>	17
Gambar 2.11. Kabin <i>box freezer</i>	17
Gambar 2.12. REFPROP.EXE	19
Gambar 2.13. <i>Heat Exchanger</i>	26
Gambar 3.1. <i>Flow Chart</i>	30
Gambar 3.2. <i>Showcase</i>	31
Gambar 3.3. Unit Kompresor Kulkas	31
Gambar 3.4. <i>Low pressure</i> (biru), <i>high pressure</i> (merah)	32
Gambar 3.5. <i>Clampmeter</i>	32
Gambar 3.6. <i>Thermometer digital</i>	33
Gambar 3.7. <i>DC power supply</i> (adaptor)	33
Gambar 3.8. Pipa penukar kalor	34
Gambar 3.9. <i>Arduino Uno</i>	34
Gambar 3.10. <i>Sensor DHT22</i>	35
Gambar 3.11. <i>Sensor DS18B20</i>	35
Gambar 3.12. REFPROP by NIST	38

Gambar 3.13. REFPROP (<i>Unit</i>).....	39
Gambar 3.14. REFPROP (<i>Substance</i>)	39
Gambar 3.15. REFPROP (<i>Calculate</i>)	40
Gambar 3.16. REFPROP (<i>Calculate</i>)	40
Gambar 4.1. P-h Diagram 0,34 Bar	42
Gambar 4.2. <i>Pressure Gauge</i> Kompresor <i>Highstage</i> 0,34 Bar	43
Gambar 4.3. Rasio Tekanan Kompresor <i>Highstage</i> 0,34 Bar.....	43
Gambar 4.4. <i>Pressure Gauge</i> Kompresor <i>Highstage</i> 0,34 Bar	44
Gambar 4.5. Rasio Tekanan Kompresor <i>Lowstage</i> 0,34 Bar.....	44
Gambar 4.6. Temperatur Sebelum Kondensor 0,34 Bar.....	45
Gambar 4.7. Temperatur Pipa <i>Lowstage</i> Sebelum dan Sesudah <i>Heat exchanger</i> 0,34 Bar ..	45
Gambar 4.8. Temperatur Sebelum dan Sesudah Evaporator <i>Lowstage</i> 0,34 Bar	46
Gambar 4.9. Perbandingan Suhu Kabin dan Evaporator 0,34 Bar	47
Gambar 4.10. P-h Diagram 0,37 Bar	48
Gambar 4.11. <i>Pressure Gauge</i> Kompresor <i>Highstage</i> 0,37 Bar	49
Gambar 4.12. Rasio Tekanan Kompresor <i>Highstage</i> 0,37 Bar.....	49
Gambar 4.13. <i>Pressure Gauge</i> Kompresor <i>Lowstage</i> 0,37 Bar	50
Gambar 4.14. Rasio Tekanan Kompresor <i>Lowstage</i> 0,37 Bar.....	50
Gambar 4.15. Temperatur Sebelum Kondensor 0,37 Bar.....	51
Gambar 4.16. Temperatur Pipa <i>Lowstage</i> Sebelum dan Sesudah <i>Heat Exchanger</i> 0,37 Bar	51
Gambar 4.17. Sebelum dan Sesudah Evaporator <i>Lowstage</i> 0,37 Bar.....	52
Gambar 4.18. Perbandingan Suhu Kabin dan Evaporator 0,37 Bar	53
Gambar 4.19. P-h Diagram 0,41 Bar	54
Gambar 4.20. <i>Pressure Gauge</i> Kompresor <i>Highstage</i> 0,41 Bar	55
Gambar 4.21. Rasio Tekanan Kompresor <i>Highstage</i> 0,41 Bar.....	55
Gambar 4.22. <i>Pressure Gauge</i> Kompresor <i>Lowstage</i> 0,41 Bar	56
Gambar 4.23. Rasio Tekanan Kompresor <i>Lowstage</i> 0,41 Bar.....	56

Gambar 4.24. Temperatur Sebelum Kondensor 0,41 Bar.....	57
Gambar 4.25. Temperatur Pipa <i>Lowstage</i> Sebelum dan Sesudah <i>Heat Exchanger</i> 0,41 Bar.....	57
Gambar 4.26. Sebelum dan Sesudah Evaporator <i>Lowstage</i> 0,41 Bar.....	58
Gambar 4.27. Perbandingan Suhu Kabin dan Evaporator 0,41 Bar	58
Gambar 4.28. Grafik Suhu Masuk Kompresor <i>Highstage</i>	59
Gambar 4.29. Grafik Suhu Keluar Kompresor <i>Highstage</i>	60
Gambar 4.30. Grafik Tekanan Rendah Kompresor <i>Highstage</i>	61
Gambar 4.31. Grafik Tekanan Tinggi Kompresor <i>Highstage</i>	62
Gambar 4.32. Grafik Suhu Masuk Kompresor <i>Lowstage</i>	63
Gambar 4.33. Grafik Suhu Keluar Tekanan <i>Lowstage</i>	64
Gambar 4.34. Grafik Tekanan Rendah Kompresor <i>Lowstage</i>	65
Gambar 4.35. Grafik Tekanan Tinggi Kompresor <i>Lowstage</i>	66
Gambar 4.36. Grafik Suhu Sebelum <i>Heat Exchanger</i>	67
Gambar 4.37. Grafik Suhu Sesudah <i>Heat Exchanger</i>	68
Gambar 4.38. Grafik Suhu Sebelum Pipa Kapiler	69
Gambar 4.39. Grafik Suhu Dalam Kabin.....	70
Gambar 4.40. Grafik Suhu Evaporator	71
Gambar 4.41. Diagram Perbandingan Daya Kompresor	72
Gambar 4.42. Diagram Perbandingan COP	73
Gambar 4.43. Diagram Perbandingan Kapasitas Olahan Ikan	74
Gambar 4.44. Diagram P-h 0,34 Bar	76
Gambar 4.45. Diagram P-h 0,34 Bar	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan <i>Refrigerant</i> R-22 dan R-134a	25
Tabel 3.1. <i>Timeline</i> Kegiatan Penelitian	28
Tabel 3.2. Data sistem refrigerasi bertingkat <i>refrigerant</i> R-134A dan R-22.....	37
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Dengan Asumsi Efisiensi Isentropik.....	42
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Dengan Asumsi Efisiensi Isentropik.....	48
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Dengan Asumsi Efisiensi Isentropik.....	54

