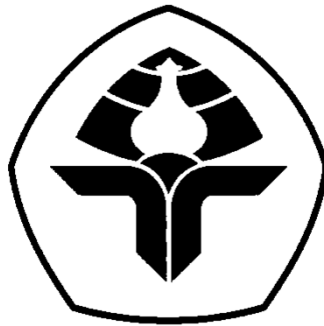


PROYEK AKHIR

**PENENTUAN DIMENSI PIPA KAPILER PADA
MESIN *FREEZER* ES KRIM KELILING DENGAN
MENGUNAKAN KOMPRESOR DC KAPASITAS 100 WATT**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KOMANG YOGI PRANATHA PUTRA

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

PROYEK AKHIR

**PENENTUAN DIMENSI PIPA KAPILER PADA
MESIN *FREEZER* ES KRIM KELILING DENGAN
MENGUNAKAN KOMPRESOR DC KAPASITAS 100 WATT**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

**I KOMANG YOGI PRANATHA PUTRA
NIM. 1915223043**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN DIMENSI PIPA KAPILER PADA MESIN FREEZER ES KRIM KELILING DENGAN MENGGUNAKAN KOMPRESOR DC KAPASITAS 100 WATT

Oleh

I KOMANG YOGI PRANATHA PUTRA

NIM. 1915223043

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

Disetujui oleh:

Pembimbing I



I Dewa Made Susila, S.T., M.T.
NIP. 195908311988111001

Pembimbing II



Dr. Made Ery Ardana, S.T. M.T.
NIP. 196709181998021001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

LEMBAR PERSETUJUAN

PENENTUAN DIMENSI PIPA KAPILER PADA MESIN FREEZER ES KRIM KELILING DENGAN MENGGUNAKAN KOMPRESOR DC KAPASITAS 100 WATT

Oleh

I KOMANG YOGI PRANATHA PUTRA


NIM. 1915223043

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


Tim Penguji

Tanda Tangan

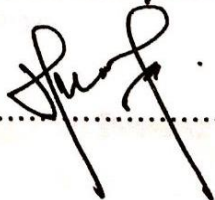
Ketua Penguji : Ir. I Made Sugina, M.T.
NIP : 196707151997021004


(.....)

Penguji I : Dr. Ida Ayu Anom Arsani, S.Si., M.Pd
NIP : 197008191998022001


(.....)

Penguji II : Dr. Ir. I Made Suarta, M.T.
NIP : 196606211992031003


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Komang Yogi Pranatha Pura

NIM : 1915223043

Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara

Judul Proposal Proyek Akhir : **PENENTUAN DIMENSI PIPA KAPILER
PADA MESIN *FREEZER* ES KRIM KELILING
DENGAN MENGGUNAKAN KOMPRESOR DC
KAPASITAS 100 WATT.**

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

Badung, 29 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I Komang Yogi Pranatha Putra

NIM. 1915223043

UCAPAN TERIMAKASIH

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 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 Wirayanta, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara
5. Bapak I Dewa Made Susila, ST., MT., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Dr.Made Ery Arsana, 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 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 menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terimakasih banyak untuk adik tercinta yang telah memberikan dukungan dan 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 yang selalu bersama, terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan 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 Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademika Politeknik Negeri Bali.

Badung 29 agustus 2022

I Komang Yogi Pranatha Putra

ABSTRAK

Seiring dengan banyaknya kebutuhan masyarakat akan teknologi, maka banyak alat-alat teknologi dan inovasi yang diciptakan. Salah satunya adalah sistem refrigerasi, refrigerasi meliputi pengawetan makanan kimia dan proses industri. Mesin refrigerasi dengan siklus kompresi uap sekarang ini sangat banyak diterapkan pada mesin pengkondisian udara, dimana mesin refrigerasi dengan siklus kompresi uap ini menggunakan fluida kerja atau yang disebut dengan refrigeran. Mesin refrigerasi dengan siklus kompresi uap menggunakan empat komponen utama yaitu, kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator.

Dalam hal ini penulis membuat Mesin *Freezer* Es Krim menggunakan siklus kompresi uap dimana menggunakan komponen utama salah satunya adalah alat ekspansi. Alat ekspansi yang digunakan adalah jenis pipa kapiler. Menentukan dimensi pipa kapiler maka digunakannya *software*, penulis menggunakan *software* DanCap 1.0 karena di dalam aplikasi ini lebih mendukung. Hasil dari perhitungan pipa kapiler dengan panjang 2,30 meter ID 0,031 inci, dimana Mesin es krim ini menggunakan R134A. Setelah dilakukan uji coba maka di dapatkan temperatur kabin, dimana hasil temperatur kabin dari pipa kapiler tersebut tanpa beban adalah (ID = 0,031 inch, L=2,30m) = -19° dengan COP = 3.52 dan dengan beban adalah (ID = 0,031 inch, L=2,30m) = -14° dengan COP = 4.12.

Kata kunci : *Refrigerasi*, perhitungan pipa kapiler, *Software* DanCap 1.0.

**DETERMINATION OF THE DIMENSIONS OF THE
CAPILLARY PIPE ON THE ROUNDING ICE CREAM FREEZER
MACHINE WITH USING 100 WATT CAPACITY DC
COMPRESSOR**

ABSTRACT

Along with the many needs of society for technology, so many technological tools and innovations were created. One of them is the refrigeration system, refrigeration includes chemical food preservation and industrial processes. Refrigeration machines with vapor compression cycles are now very widely applied to air conditioning machines, where refrigeration machines with vapor compression cycles use a working fluid or so-called refrigerant. A refrigeration machine with a steam compression cycle uses four main components, namely, a compressor, a condenser, an expansion device and an evaporator.

In this case the author makes an Ice Cream Freezer Machine using a vapor compression cycle which uses the main component, one of which is an expansion device. The expansion device used is a capillary tube type. Determining the dimensions of the capillary tube, using software, the author uses DanCap 1.0 software because in this application it is more supportive. The results of the calculation of the capillary pipe with a length of 2.30 meters ID 0.031 inches, where this ice cream machine interferes with R134A. After testing, the cabin temperature is obtained, where the cabin temperature results from the capillary pipe without load are (ID = 0.031 inch, L = 2.30m) = -19o with COP = 3.52 and with load is (ID = 0.031 inch, L=2.30m) = -14o with COP = 4.12.

Keywords : Refrigeration, capillary tube calculation, DanCap 1.0 software.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul Penentuan Dimensi Pipa Kapiler Pada Mesin *Freezer* Es Krim Keliling Dengan Menggunakan Kompresor DC Kapasitas 100 *Watt* tepat pada waktunya. Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

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

Badung, 29 Agustus 2022

I Komang Yogi Pranatha Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
PENGESAHAN OLEH PEMBIMBING.....	iii
PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	x
DARTAR ISI	xi
DAFRTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	2
1.4.2 Tujuan Khusus	3
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. LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Dasar Refrigerasi	4
2.2 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	4

2.2.1 Proses-Proses Dalam Siklus Kompresi Uap	5
2.3 Mesin <i>Freezer</i> Es Krim	6
2.4 Komponen Utama Mesin <i>Freezer</i> Es Krim	6
2.4.1 Kompresor	6
2.4.2 Kondensor	7
2.4.3 Pipa Kapiler	7
2.4.4 Evaporator	8
2.5 Komponen Kelistrikan Pada Mesin <i>Freezer</i> Es Krim	9
2.5.1 Thermostat	9
2.5.2 Pengaman Motor (<i>Overload</i>)	9
2.5.3 Fan Motor Kondensor	10
2.6 Refrigeran R134a	11
2.7 Menghitung Dimensi dan Panjang Pipa Kapiler	12
2.7.1 DanCap	12
BAB III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Jenis Penelitian	13
3.1.1 Desain dan Pemodelan	13
3.1.2 Gambar Pemipaan Mesin <i>Freezer</i> Es Krim	14
3.2 Tahapan Pelaksanaan	14
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	15
3.4 Penentuan Sumber Data	16
3.5 Sumber Daya Penelitian	16
3.6 Instrumen Penelitian	17
3.7 Prosedur Penelitian	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Perancangan	21
4.2 Perhitungan Pipa Kapiler	21

4.3	Proses Pemasangan Pipa Kapiler	22
4.3.1	Proses Pengukuran Panjang Pipa Kapiler.....	24
4.3.2	Proses Pemotongan Pipa Kapiler	24
4.3.3	Proses Pemasangan Pipa Kapiler Di Mesin <i>Freezer</i> Es Krim	25
4.4	Spesifikasi Teknis Mesin <i>Freezer</i> Es Krim Keliling	26
4.5	Test Kebocoran Pada Sistem	28
4.6	Melakukan Uji Coba Sistem.....	30
4.7	Data Hasil Pengujian	31
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
	DAFTAR PUSTAKA	34
	LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran Pipa Kapiler	8
Tabel 2.2 Sifat Refrigeran R134a.....	11
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian Proyek Akhir	16
Tabel 4.1 Data Pengujian Tanpa Beban	31
Tabel 4.2 Data Pengujian Dengan Beban	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	5
Gambar 2.2 P-h Diagram	5
Gambar 2.3 Kompresor	7
Gambar 2.4 Kondensor	7
Gambar 2.5 Pipa kapiler.....	8
Gambar 2.6 Evaporator	9
Gambar 2.7 Thermostat.....	9
Gambar 2.8 Pengaman Motor (<i>Overload</i>)	10
Gambar 2.9 Fan Motor Kondensor	10
Gambar 2.10 Refrigeran R134a	11
Gambar 2.11 <i>Software</i> DanCap 1.0	12
Gambar 3.1 Skematik 2D Mesin <i>Freezer</i> Es Krim Keliling.....	13
Gambar 3.2 Pemipaan Mesin <i>Freezer</i> Es Krim Keliling.....	14
Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian.....	15
Gambar 3.4 <i>Rool Meter</i>	17
Gambar 3.5 Pemotong Pipa.....	18
Gambar 3.6 Las Asitelin	18
Gambar 3.7 Perak Bahan Gas	18
Gambar 3.8 Refrigeran R134a	19
Gambar 3.9 <i>Charging Manifold</i>	19
Gambar 3.10 Pompa Vakum	19
Gambar 4.1 <i>Software</i> DanCap 1.0	22
Gambar 4.2 Skema Pemasangan Pipa Kapiler	23
Gambar 4.3 Pengukuran Panjang Pipa Kapiler	24
Gambar 4.4 Pemotongan Pipa Kapiler	24

Gambar 4.5 Pengelasan Pipa Kapiler	25
Gambar 4.6 Hasil Pemasangan Pipa Kapiler	26
Gambar 4.7 Hasil Pemasangan Seluruh Komponen	27
Gambar 4.8 Tes Kebocoran Pada Sistem	28
Gambar 4.9 Proses Pemvakuman	29
Gambar 4.10 Proses Pengisian Refrigeran R134A	29
Gambar 4.11 Proses Uji Coba Sistem	30



POLITEKNIK NEGERI BALI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin banyaknya kebutuhan masyarakat akan teknologi, maka banyak alat-alat teknologi dan inovasi yang diciptakan. Salah satunya adalah sistem refrigerasi, refrigerasi meliputi pengawetan makanan kimia dan proses industri. Mesin refrigerasi dengan siklus kompresi uap sekarang ini sangat banyak diterapkan pada mesin pengkondisian udara, dimana mesin refrigerasi dengan siklus kompresi uap ini menggunakan fluida kerja yang disebut refrigeran. Mesin refrigerasi dengan siklus kompresi uap menggunakan empat komponen utama yaitu, kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator.

Dengan pembuatan Mesin *Freezer* Es Krim ini terutama di bidang industri sangat berguna karena pendinginan menggunakan Mesin *Freezer* Es Krim ini Temperaturnya tetap tidak berubah, berbeda dengan pendingin menggunakan Es batu dimana pendinginan atau temperaturnya terus menurun di karenakan es batu terus mencair.

Dengan memanfaatkan ilmu di bidang refrigerasi kami mencoba membuat Mesin *Freezer* Es Krim Keliling dengan kapasitas 20 liter. Mesin *freezer* es krim keliling merupakan mesin pengkondisian udara yang akan digunakan sebagai pratikum yang menggunakan R134A sebagai fluida kerjanya. Mesin *freezer* es krim ini menggunakan siklus kompresi uap dimana menggunakan komponen utama salah satunya adalah alat ekspansi. Alat ekspansi yang digunakan adalah jenis pipa kapiler, fungsi dari pipa kapiler adalah menurunkan tekanan refrigeran dari sisi tekanan tinggi ke tekanan rendah dengan jalan mengekspansikannya. Fungsi ini sangat vital karena menghubungkan dua sisi tekanan yang berbeda yaitu tekanan tinggi dan tekanan rendah. Akibat dari penurunan tekanan ini mengakibatkan temperature refrigeran menjadi turun.

Pada alat ekspansi jenis pipa kapiler penurunan tekanan refrigeran dipengaruhi dari dimensi pipa kapiler yaitu dari diameter dan panjang pipa kapiler. Selain itu jenis refrigeran juga menentukan dimensi dari pipa kapiler. Ukuran panjang dan diameter pipa kapiler yang sudah ditentukan dapat diubah, namun tetap mencapai penurunan tekanan yang diinginkan, dimana dengan ukuran diameter pipa kapiler yang semakin kecil maka panjang pipa yang diperlukan akan semakin pendek dan semakin besar ukuran diameter pipa kapiler maka panjang pipa kapiler yang diperlukan akan semakin panjang. Menentukan dimensi pipa kapiler maka digunakan *software*, penulis menggunakan *software* DanCap 1.0 karena di dalam aplikasi ini lebih mendukung.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan kami angkat pada tugas akhir ini adalah: Berapa besar ukuran diameter dan panjang pipa kapiler yang dibutuhkan pada mesin *freezer* es krim keliling dengan menggunakan kompresor DC kapasitas 100watt?

1.3 Batasan Masalah

Dalam batasan tentang proyek akhir ini penulis hanya membahas hal-hal yang berkaitan dengan penentuan diameter dan panjang pipa kapiler pada mesin *freezer* es krim keliling dengan menggunakan kompresor DC kapasitas 100watt.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari analisis ini adalah sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D3 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui diameter dan panjang pipa kapiler pada mesin *freezer* es krim keliling dengan menggunakan kompresor DC kapasitas 100watt.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian pada proses penelitian laporan proyek akhir sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

1. Yaitu dengan perancangan ini maka akan dapat menyelesaikan proyek tugas akhir dan dapat mengembangkan ilmu yang didapat di Politeknik Negeri Bali.
2. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara dan dapat mengaplikasikan teori serta mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada di sekitar kita.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Yaitu adanya pengembangan peralatan praktek di Laboratorium Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Dapat menambah koleksi bahan bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi Masyarakat

Hasil pengujian dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat



POLITEKNIK NEGERI BALI

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan pipa kapiler yang dapat disimpulkan bahwa dari penentuan dimensi pipa kapiler menggunakan *software* DanCap 1.0 didapatkan dimensi yang telah disesuaikan dengan *software* dengan pipa kapiler yang tersedia di pasaran yaitu Pipa Kapiler ID = 0,031 inch, L = 2.30m.

Setelah dilakukan uji coba maka di dapatkan temperatur kabin, dimana hasil temperatur kabin dari pipa kapiler tersebut tanpa beban di kabin adalah (ID = 0,031 inch, L=2,30m) = -19° dengan COP = 3.52 dan dengan beban air di kabin adalah (ID = 0,031 inch, L=2,30m) = -14° dengan COP = 4.12

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan setelah melakukan pengujian yaitu

1. sebelum melakukan perhitungan pipa kapiler menggunakan *software* DanCap, *software* harus direset terlebih dahulu.
2. Sebelum melakukan perhitungan pipa kapiler menggunakan *software* Dancap sebaiknya kita harus mengetahui data data yang akan di masukkan ke *software* tersebut.



POLITEKNIK NEGERI BALI

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, A., Djafar, Z., & Piarah, W. H. (2017). Analisa Kinerja Mesin Refrigerasi Rumah Tangga Dengan Variasi Refrigeran. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 3(2).
- Irawan, F., & Wibowo, T. (2018). Rancang Bangun Mesin Showcase Buah. *Petra: Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara*, 5(2), 8-16.
- Darmawan, awan.satya, 2016 “Mengetahui berapa panjang dan diameter pipa kapiler pada software DanCap”
https://repository.its.ac.id/76140/1/2114105022-Undergraduate_Thesis.pdf. Diakses pada : 3-februari-2022
- Polarin. (2021). *Refrigerant R134a*. <https://Polarin.Co.Id/Product/Refrigerant-R134a/>. <https://polarin.co.id/product/refrigerant-r134a/>. Diakses pada tanggal 29 januari 2022.



POLITEKNIK NEGERI BALI