

PROYEK AKHIR

**ANALISIS EVAPORATOR UNTUK SISTEM
REFRIGERASI DALAM MESIN PENCETAK ES CUBE**



Politeknik Negeri Bali

Oleh:

I WAYAN PUTRA HENDRAWAN

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS EVAPORATOR UNTUK SISTEM REFRIGERASI DALAM MESIN PENCETAK ES CUBE

Oleh:
I WAYAN PUTRA HENDRAWAN
NIM:2115223023

Diajukan sebagai prasyarat dalam menyelesaikan Proyek Akhir
Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I 18/8-24



I Dewa Gede Agus Tri Putra, S.T., M.T
NIP. 197611202003121001

Pembimbing II



Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T.
NIP. 196211241990031001



Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS EVAPORATOR UNTUK SISTEM REFRIGERASI
DALAM MESIN PENCETAK ES CUBE**

Oleh:
I WAYAN PUTRA HENDRAWAN
NIM:2115223023

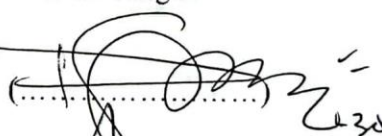
Proposal Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima
untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:
23 Agustus 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

Tim Penguji I : Ir. Daud Simon Anakotapary, MT

NIP. : 196411151994031003

(.....) 

Tim Penguji II : Dr. Made Ery Arsana, ST, MT

NIP. : 196709181998021001

(.....) 

Tim Penguji III : Ir. I Komang Rusmariadi, M, Si

NIP. : 196404041992031004

(.....) 

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : I Wayan Putra Hendrawan
NIM : 2115223023
Program study : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul proyek akhir : Analisis evaporator untuk sistem refrigerasi mesin pencetak es cube

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian 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, 23 Agustus 2024



I Wayan Putra Hendrawan
NIM:2115223023

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, 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, Ir. I Wayan Adi Subagia, MT., selaku Ketua Program Studi D-3 Teknik Pendingin dan Tata Udara.
5. Bapak, I Dewa Gede Agus Tri Putra, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proposal Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T. 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. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.

10. Sahabat-sahabat yang telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
11. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Buku 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 , 23 agustus 2024



I Wayan Putra Hendrawan

NIM : 2115223023

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji dan syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerahNya dalam menyelesaikan proyek akhir ini pada tepat waktu. proyek akhir ini merupakan prasyarat dalam menyelesaikan proyek akhir di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali. Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyelesaian proposal proyek akhir ini.

Penulis sangat berharap proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca pada umumnya dan segenap civitas akademika Politeknik Negeri Bali pada khususnya. Walaupun demikian, penulis menyadari bahwaproyek akhir ini belum sempurna sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempunaan proyek akhir yang akan dilaksanakan.

Badung, 23 Agustus 2024



I Wayan Putra Hendrawan

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir	2
1.5 Manfaat Proyek Akhir	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Tentang Unjuk Kerja Mesin Es Kubus.....	4
2.2 Komponen-Komponen Utama Mesin Pencetak Es Otomatis.....	5
2.3 Siklus Kompresi Uap dalam Sistem Refrigerasi Mesin Pencetak Es Kubus.	6
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	9
3.1 Ruang lingkup Pengujian Kinerja Pencetak Es Kubus	9
3.2 Tahapan Pelaksanaan	9
3.3 Peralatan dan Bahan.....	10
3.4 Alat Ukur dan Komponen-komponen.....	11
3.5 Metode Pelaksanaan Proyek Akhir	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Data hasil pengujian sistem refrigerasi.....	18
4.1.1 hasil pengujian untuk variasi pipa kapiler	19
4.2 Pembahasan hasil pengujian	21

4.4 Pengukuran cetakan.....	33
BAB V PENUTUP.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.1saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pipa Kapiler Dengan Panjang 0,656m	19
Tabel 4.2 Data Pipa Kapiler Dengan Panjang 0,83m	20
Tabel 4.3 Data Pipa Kapiler Dengan Panjang 0,984m	21
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Cetakan	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Siklus Kompresi Uap.....	6
Gambar 2.2 P-h diagram dari R-22	8
Gambar 3.1 Kompresor Hermetic 1/3 hp pada condensing unit AEZ9440T	12
Gambar 3.2 Kondensor unit AEZ9440T	12
Gambar 3.3 Salah satu jenis pipa kapiler dalam sistem refrigerasi	13
Gambar 3.4 Evaporator Type Plat Untuk Mesin Kulkas.....	13
Gambar 3.5 Evaporator	14
Gambar 3.6 Perencanaan sistem refrigerasi	15
Gambar 3.7 Cetakan es cube	15
Gambar 3.8 Perencanaan alat ekspansi pipa kapiler	17
Gambar 4.1 Mesin pencetak es cube	18
Gambar 4.2 Hasil perhitungan coefesien of performent dari soft ware coolpack. 22	
Gambar 4.3 Ph diagram sistem refrigerasi dengan refrigerant R22 dan pipa kapiler 0,656m.....	23
Gambar 4.4 Data enthalpi sistem refrigerasi dengan pipa kapiler 0,656m	23
Gambar 4.5 Hasil perhitungan coefesien of performent dari soft ware coolpack. 25	
Gambar 4.6 Gambar ph diagram sistem refrigerasi dengan refrigeran R22 dan pipa kapiler 0,83m.....	25
Gambar 4.7 Data enthalpi sistem refrigerasi dengan pipa kapiler 0,83m	26
Gambar 4.8 Hasil perhitungan coefesien of performent dari soft ware coolpack. 27	
Gambar 4.9 Gambar ph diagram sistem refrigerasi dengan refrigeran R22 dan pipa kapiler 0,984m.....	27
Gambar 4.10 Data enthalpi sistem refrigerasi dengan pipa kapiler 0,984m	28
Gambar 4.11 Grafik kapasitas pendinginan dengan variasi pipa kapiler	30
Gambar 4.12 Pengaruh panjang pipa kapiler terhadap COP.....	31
Gambar 4.13 Pengaruh COP terhadap daya input.....	31
Gambar 4.14 Pengaruh COP terhadap temperatur evaporator	32
Gambar 4.15 Pendinginan evaporator.....	34
Gambar 4.16 Proses terjadinya es pada cetakan	35
Gambar 4.17 Temperatur evapaporator pada saat cetakan terjadi frost	35
Gambar 4.18 Distribusi uap humidifier pada cetakan.....	36

ABSTRAK

Mesin es cube akan terdiri dari beberapa komponen penting, antara lain: mesin pendingin, kompresor, evaporator, dan kontrol elektronik. Mesin pendingin bertanggung jawab untuk menjaga suhu mesin es cube agar tetap dingin. Kompresor digunakan untuk mengompresi gas refrigeran yang kemudian melewati evaporator. Evaporator adalah tempat di mana gas refrigeran menguap, menyerap panas dari lingkungan sekitarnya, dan menghasilkan es kubus. bagaimana proses pembuatan es cube dalam bentuk tertentu salah satunya menggunakan mesin es cube. Dalam pelaksanaan proyek akhir ini akan dilakukan pembuatan dan pengujian evaporator type plat yang dilengkapi dengan alat pencetak es kubus. Pengujian meliputi temperatur evaporator, lama waktu terbentuknya es dan performansi (COP) dari mesin refrigerasi yang digunakan. Dalam pelaksanaan proyek akhir ini telah diketahui bahwa mesin pencetak es yang direncanakan dapat menggunakan alat ekspansi pipa kapiler dengan panjang 0,984m dengan diameter 0,73 mm. hasil pengujian menunjukkan bahwa temperatur evaporator dapat mencapai rata-rata $-19,7^{\circ}\text{C}$. Perubahan panjang pipa kapiler menyebabkan perubahan coefisien of performance (COP) dan kapasitas pendinginan.

Kata Kunci: evaporator plat, mesin es cube, temperatur evaporator, COP

ABSTRACT

The ice cube machine will consist of several important components, including: cooling machine, compressor, evaporator and electronic controls. The cooling machine is responsible for maintaining the temperature of the ice cube machine to keep it cold. The compressor is used to compress the refrigerant gas which then passes through the evaporator. The evaporator is a place where the refrigerant gas evaporates, absorbs heat from the surrounding environment, and produces ice cubes. What is the process of making ice cubes in certain shapes, one of which is using an ice cube machine. In implementing this final project, a plate type evaporator will be manufactured and tested equipped with a cube ice maker. Tests include evaporator temperature, length of time for ice to form and performance (COP) of the refrigeration machine used. In implementing this final project, it has been discovered that the planned ice printing machine can use a capillary pipe expansion device with a length of 0.984m with a diameter of 0.73 mm. Test results show that the evaporator temperature can reach an average of -19.7°C . Changes in the length of the capillary tube cause changes in the coefficient of performance (COP) and cooling capacity.

Keywords: . plate evaporator, ice cube machine, evaporator temperature, COP

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri makanan dan minuman di daerah tropis membutuhkan es yang cukup besar, sehingga mesin pencetak es banyak diperlukan untuk memenuhi kebutuhan es yang cukup besar pada setiap industri makanan dan minuman. , salah satu mesin pencetak es yang banyak digunakan di setiap industri adalah mesin pencetak es cube. Di daerah tropis, suhu yang tinggi menjadi masalah utama terutama saat mempersiapkan dan menyajikan minuman. Mesin es kubus memungkinkan pengusaha makanan dan minuman untuk menyediakan minuman dingin dengan cepat dan mudah. Ini membantu dalam menjaga minuman tetap segar dan menyegarkan, serta meningkatkan kenyamanan konsumen. Restoran, kafe, bar, dan warung makan tropis menggunakan mesin es kubus secara luas untuk memenuhi kebutuhan pendinginan minuman bagi pelanggan. Es kubus digunakan dalam berbagai minuman, mulai dari minuman ringan hingga minuman beralkohol, dan memberikan pengalaman yang menyegarkan kepada pelanggan.

Saat ini mesin pencetak es banyak bisa ditemui di setiap restaurant yang menyediakan minuman dingin dan juga banyak ditemukan di daerah pesisir dimana es ini berguna untuk menjaga kesegaran dari ikan yang di tangkap oleh para nelayan. Mesin pembuat es kubus (*ice cube maker*) didesain untuk menghasilkan es dalam bentuk kubus atau balok kecil yang biasanya digunakan untuk minuman dingin seperti minuman ringan, jus, atau koktail.

Mesin pembuat es kubus *atau ice cube maker* terdiri dari beberapa komponen penting yang bekerja sama untuk menghasilkan es kubus, antara lain: bak penampung air, system refrigerasi untuk pembentukan es, pompa air dan system salurannya, mekanisme pelepasan es dari cetakannya, *system control* kelistrikan, dan cetakan es yang menempel pada evaporator system refrigerasinya. Dalam proyek akhir ini evaporator dan pencetak es ini akan diuji untuk mengetahui

kinerjanya dalam proses pembentukan es.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan-permasalahan dalam mengetahui kinerja evaporator mesin es cube dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja mesin refrigerasi untuk dapat terbentuknya es
2. Bagaimana evaporator refrigerasi terbentuk es ?

1.3 Batasan Masalah

Evaporator akan diuji untuk mengetahui temperatur pembentukan es pada variasi sistem kapiler dalam sistem refrigerasi yang digunakan. Performansi sistem refrigerasi akan dinyatakan dalam COP sistem.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

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

1. Tujuan Umum: sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Tujuan Khusus: Proyek akhir ini bertujuan untuk mengetahui kinerja evaporator dan pencetak es kubus dalam proses pembentukan esnya.

1.5 Manfaat Proyek Akhir

Pada pengujian evaporator mesin es cube diharapkan bermanfaat bagi penulis, instansi Pendidikan khususnya di Politeknik Negeri Bali, dan juga masyarakat luar.

1.5.1 Bagi penulis

Sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yan

dapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

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

1.5.3 bagi masyarakat

Hasil penelitian ini dapat di jadikan informasi dalam industri makanan dan minuman khususnya pada pembuatan es cube.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari kegiatan proyek akhir ini dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Alat ekspansi yang digunakan pada sistem refrigerasi ini adalah pipa kapiler dengan diameternya adalah 0,7 mm, panjang 0,984 m ini untuk memperoleh temperatur evaporasi yang paling rendah.
2. Semakin panjang pipa kapiler maka *Coefficien of performant (COP)* akan semakin rendah demikian juga dengan kapasitas pendinginan akan semakin rendah.

5.1 saran

1. Evaporator yang digunakan untuk membuat mesin pencetak es sebaiknya menggunakan evaporator plat sehingga panas akan dapat di serap lebih baik.
2. Peralatan pada kegiatan ini harus di tes terlebih dahulu untuk memastikan kerusakannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Yuda,2021. Rancang Bangun Evaporator Mini Chanel Untuk Mesin Es Cube, Proyek Akhir, Politeknik Negeri Bali.
- I Gede Sukadana Putra,2023 Efek Variasi Beban Pendinginan Pada Kinerja Simulasi Basic Refrigerator, Proyek Akhir, Politeknik Negeri Bali.
- Ahmad Maulana dan Sunanto , 2023 Uji Performansi Mesin *Ice Tube* Kapasitas 20 Kg Per Hari dengan Variasi Debit Aliran Air Spray, *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, Volume 6 Prosiding Seminar Nasional Teknik (SENATEK) 2023
- Arnolius dan Ahmad Eko Suryanto, 2022, *Ice maker cooling system* – analisis sistem pendingin *ice maker* , 1Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Palangka Raya
- Mokhamad Rizki Febriansyah, Muh Anis Mustaghfirin dan Aminatus Sa'diyah, 2023, Rancang bangun sistem otomatis pada *custom ice crystal machine* , Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia
- Zhan Liu & Haihui Tan (2019): *Thermal performance of ice-making machine with a multi-channel evaporator*, *International Journal of Green Energy*, DOI: 10.1080/15435075.2019.1597368.

LAMPIRAN