

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN KINERJA PENERAPAN EVAPORATOR
TYPE PLAT PADA MESIN *ICE CUBE***



Oleh:

GEDE PRATAMA ADI PUTRA

**PROGRAM STUDI
D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja penerapan evaporator *type* plat pada mesin pembuat *ice cube*. Uji coba dilakukan di Laboratorium Instrumen dan Kontrol Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali dengan fokus pada parameter suhu evaporasi, tekanan kerja, nilai *Coefficient of Performance* (COP), serta kapasitas pendinginan. Metode penelitian meliputi pemasangan komponen sistem refrigerasi menggunakan refrigeran R404A, pencatatan data suhu, tekanan, serta konsumsi daya dengan alat ukur seperti termocoupe, *pressure gauge*, dan data logger.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin bekerja pada suhu evaporasi rata-rata $-10.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan suhu kondensasi $30.80\text{ }^{\circ}\text{C}$, dengan nilai COP sebesar 3,85 dan kapasitas pendinginan mencapai 130,174 kJ/kg. Mesin mampu menghasilkan enam kubus es berukuran $4,5\text{ cm} \times 4,5\text{ cm}$ dalam waktu sekitar 6 jam. Meskipun kinerja evaporator tipe plat cukup baik, pembekuan es belum merata karena perpindahan panas hanya terjadi pada satu sisi cetakan. Dengan demikian, penerapan evaporator tipe plat dapat dinyatakan efektif dalam proses pembentukan es, namun masih diperlukan pengembangan desain agar distribusi pendinginan lebih merata dan kapasitas produksi meningkat.

Kata kunci: Evaporator *type* plat, mesin *ice cube*, refrigeran R404A, COP, kapasitas pendinginan.

PERFORMANCE TESTING OF PLATE TYPE ICE CUBE APPLICATION ON MACHINES

ABSTRACT

This study aimed to test the performance of a plate-type evaporator in an ice cube maker. The trial was conducted in the Instrumentation and Control Laboratory of the Department of Mechanical Engineering, Bali State Polytechnic, focusing on evaporation temperature, working pressure, Coefficient of Performance (COP), and cooling capacity. The research method included installing refrigeration system components using R404A refrigerant, and recording temperature, pressure, and power consumption data using measuring instruments such as thermocouples, pressure gauges, and data loggers.

Test results showed that the machine operated at an average evaporation temperature of -10.15°C and a condensation temperature of 30.80°C , with a COP of 3.85 and a cooling capacity of 130,174 kJ/kg. The machine was capable of producing six $4.5\text{ cm} \times 4.5\text{ cm}$ ice cubes in approximately 6 hours. Although the plate-type evaporator performed quite well, freezing was uneven because heat transfer occurred only on one side of the mold. Thus, the application of a plate-type evaporator can be considered effective in the ice formation process. However, design improvements are still needed to ensure more even circulation and increase production capacity.

Keywords: Plate-type evaporator, cube ice machine, R404A refrigerant, COP, cooling capacity.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
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
1.4.1 Tujuan umum.....	2
1.4.2 Tujuan khusus.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.5.1 Bagi penulis	2
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Bagi masyarakat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Komponen Utama Mesin Ice Cube	5
2.3 Keilmuan Yang Relevan Dengan Tujuan Pelaksanaan Proyek Akhir.....	6
2.3.1 Teori dasar kompresi uap	6
2.3.2 <i>Cooling capacity</i>	7

2.3.3 COP (Coeficien Of Perfomance)	7
2.4 Evaporator <i>Type</i> Plat.....	8
BAB III METODE PELAKSANAAN	10
3.1 Metode Penelitian.....	10
3.2 Tahapan Pelaksanaan	10
3.3 Peralatan dan Bahan.....	11
3.4 Alat Ukur dan Komponen-Komponen	15
3.5 Alur Penelitian.....	22
3.6 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Penelitian.....	24
4.1.1 Kinerja temperatur mesin ice cube	24
4.2 Pembahasan.....	26
4.2.1 Perhitungan Coeffesien of performant(cop).....	26
4.2.2 Perhitungan kapasitas pendinginan.....	27
4.3 kapasitas produksi dari hasil pengujian.....	28
4.4 kualitas es yang di hasilkan.....	29
BAB V PENUTUP	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu pelaksanaan	23
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Kompresi Uap	6
Gambar 2. 2 ph diagram r404a.....	8
Gambar 3. 1 <i>Tube cutter</i>	11
Gambar 3. 2 Pompa vakum.....	12
Gambar 3. 3 Meteran.....	12
Gambar 3. 4 Las asetelin.....	13
Gambar 3. 5 <i>Swagging tools</i>	14
Gambar 3. 6 Refrigeran 404a.....	14
Gambar 3. 7 Thermocouple dan data logger.....	16
Gambar 3. 8 Tang ampere	16
Gambar 3. 9 <i>Pressure gauge</i>	17
Gambar 3. 10 Kompesor	17
Gambar 3. 11 Kondensor	18
Gambar 3. 12 Alat ekspansi.....	19
Gambar 3. 13 Evaporator	19
Gambar 3. 14 Cetakan es	20
Gambar 3. 15 Pompa DC 12 volt.....	20
Gambar 3. 16 Penampung air.....	21
Gambar 3. 17 Diagram alur.....	22
Gambar 4. 1 Mesin pencetak <i>Ice Cube</i>	24
Gambar 4. 2 Temperatur sistem refrigerasi.....	25
Gambar 4. 3 Ph-diagram dengan pengujian 6 jam.....	26
Gambar 4. 4 Hasil perhitungan cop menggunakan <i>coolpack</i>	27
Gambar 4. 5 Hasil perhitungan cooling capacity menggunakan <i>coolpack</i>	28
Gambar 4. 6 Hasil produksi es yang di hasilkan.....	28
Gambar 4. 7 Kualitas es yang di hasilkan.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Data hasil pengujian 6 jam.....	34
---------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin ice cube merupakan salah satu peralatan yang banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman. Mesin ini berfungsi untuk memproduksi es berbentuk kubus yang presisi, bersih, dan higienis untuk berbagai keperluan. Di daerah tropis, suhu yang tinggi menjadi masalah utama terutama saat mempersiapkan dan menyajikan minuman. Mesin ice cube 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. Restorant, kafe, bar, dan warung makan di daerah tropis menggunakan mesin ice cube secara luas untuk memenuhi kebutuhan pendingin minuman bagi pelanggan.

Saat ini mesin pencetak es banyak di temukan di restaurat yang menyediakan minuman dingin dan juga banyak di temukan di daerah pesisir dimana es ini berguna untuk menjaga kesegaran dari ikan yang di tangkap oleh para nelayan. Mesin ice cube didesain untuk menghasilkan es dalam bentuk kubus atau balok kecil yang biasanya digunakan untuk minuman dingin seperti minuman ringan, jus, atau koktail.

Mesin pembuat ice cube terdiri dari beberapa komponen penting yang bekerja sama untuk menghasilkan ice cube, antara lain: bak penampung air, sistem refrigrasi untuk pembentukan es, pompa air dan sistem saluranya, mekanisme pelepasan es dari cetakannya. Sistem kontrol kelistrikan, dan cetakan es yang menempel pada evaporator sistem refrigrasinya. Dalam proyek akhir ini evaporator dan pencetak es ini akan di uji untuk mengetahui kinerjanya dalam proses pembentukan es.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan permasalahan-permasalahan dalam mengetahui kinerja kerja evaporator mesin ice cube dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja dari Penerapan Evaporator *Type Plat* pada Mesin *Ice Cube*?
2. Bagaimana kapasitas produksi dari Penerapan Evaporator *Type Plat* pada Mesin *Ice Cube*?
3. Bagaimana kualitas es yang di hasilkan dari Penerapan Evaporator *Type Plat* Pada Mesin *Ice Cube*?

1.3 Batasan Masalah

Evaporator akan diuji untuk mengetahui temperatur pembekuan ice dan waktu yang di butuhkan dalam sistem refrigrasi yang digunakan. Performasi sistem refrigrasi akan dinyatakan dalam COP sistem dan perubahannya dalam setiap temperatur evaporator yang tercapai.

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 1: Dapat mengetahui kinerja dari Penerapan Evaporator *Type Plat* pada Mesin *Ice Cube*.

Tujuan khusus 2: Dapat mengetahui kapasitas produksi dari penerapan Evaporator *Type Plat* pada Mesin *Ice Cube*.

Tujuan Khusus 3: Dapat mengetahui kualitas es yang di hasilkan dari penerapan Evaporator *Type Plat* pada Mesin *Ice Cube*.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada pengujian evaporator mesin *ice cube* di harapkan 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 yang 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 refrigrasi di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.

1.5.3 Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat di jadikan salah satu komponen evaporator yang dapat diterapkan pada sistem refrigrasi mesin *ice cube*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Evaporator tipe plat mampu bekerja dengan cukup baik dalam menyerap panas dari air sehingga terbentuk es kubus. Nilai Coefficient of Performance (COP) sebesar 3,45 menunjukkan bahwa sistem pendingin beroperasi cukup efisien. Temperatur sistem juga relatif stabil, meskipun terdapat fluktuasi pada titik tertentu, namun tetap mendukung proses pembekuan air menjadi es.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan 6 buah es kubus berukuran sekitar 4,5 cm dalam waktu 6 jam. Waktu pembekuan yang relatif lama ini dipengaruhi oleh suhu evaporasi, tekanan operasional, serta kestabilan distribusi suhu. Dengan demikian, kapasitas produksi dapat dikategorikan cukup baik, meskipun masih perlu pengembangan agar lebih optimal dan efisien dalam menghasilkan jumlah es yang lebih banyak dalam waktu singkat.
3. Es kubus yang dihasilkan memiliki bentuk seragam, ukuran presisi, serta struktur padat dan keras sehingga tidak mudah retak. Dari segi kejernihan, es tampak cukup bening di bagian luar namun masih terdapat sedikit bagian buram pada inti es akibat gelembung udara atau mineral yang terperangkap. Secara keseluruhan, kualitas es sudah memenuhi standar untuk konsumsi dan kebutuhan komersial seperti di restoran, hotel, maupun kafe.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis ingin sampaikan berkenaan dengan proses pengujian dan beberapa kendala yang dihadapi khususnya dalam proses pengujian kinerja mesin *ice cube*, dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan modifikasi atau peningkatan kapasitas pendinginan agar waktu pembekuan dapat dipersingkat sehingga produksi es lebih efisien.

Misalnya dengan mengatur sirkulasi air atau menambahkan sistem kontrol temperatur yang lebih presisi.

2. Untuk mendapatkan es yang lebih jernih, dapat digunakan air dengan tingkat kemurnian lebih tinggi atau ditambahkan sistem filtrasi dan sirkulasi air agar kandungan udara serta mineral dapat diminimalisir.
3. Evaporator tipe plat dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memperbesar luas kontak permukaan atau memperbaiki desain aliran refrigeran, sehingga proses perpindahan panas menjadi lebih cepat dan merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, C. P. (2010). Refrigeration and air conditioning (3rd ed.). Tata McGraw-Hill.
- Dossat, R. J., & Horan, T. J. (2002). Principles of refrigeration (5th ed.). Pearson Education.
- Jeong, H., Oh, J., & Lee, H. (2020). Experimental investigation of performance of plate heat exchanger as organic Rankine cycle evaporator. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 159, 120158.
- Lee, H.-K., Choi, K.-H., Yoon, J.-I., Moon, C.-G., Jeon, M.-J., Lee, J.-H., Lee, K.-S., & Son, C.-H. (2018). Performance characteristics of a seawater ice-making device using a scraped surface double tube evaporator. *Applied Sciences*, 8(11), 2063.
- Pratama, A. R., & Suryana, D. (2021). Analisis kinerja mesin pembuat es batu dengan variasi jenis evaporator. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 23(2), 77–85.
- Research on heat transfer characteristics of plate evaporators for cold storage. (2023). *Energies*, 17(23), 5837.
- Stoecker, W. F., & Jones, J. W. (1982). Refrigeration and air conditioning. McGraw-Hill.
- United States Patent No. 4,366,679. (1983). Evaporator plate for ice cube making apparatus. U.S. Patent and Trademark Office.
- United States Patent No. 5,924,301. (1999). Apparatus for ice harvesting in commercial ice machines. U.S. Patent and Trademark Office.
- United States Patent No. 6,286,331 B1. (2001). Evaporation plate for ice making machines. U.S. Patent and Trademark Office.
- 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.