

TUGAS AKHIR

PROTOTIPE SISTEM REFRIGERASI DENGAN KOMPRESOR DC UNTUK PRODUKSI ES *CUBE*



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I WAYAN ERY SULISTYAWAN
NIM. 2215223027

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Kebutuhan akan es sangat banyak diminati di kalangan masyarakat, terlebih lagi untuk keperluan tata hidangan yang memerlukan dalam penyajian dingin. Kebanyakan alat pembuat es yang sering ditemui menggunakan arus kerja bolak-balik (AC), sehingga muncul sebuah ide apakah sistem refrigerasi mampu diterapkan dan dapat bekerja untuk membuat es dengan menggunakan arus searah (DC). Metode penelitian yang dilakukan yaitu merancang sebuah sistem refrigerasi dengan menggunakan kompresor DC bertujuan untuk membuat sebuah es *cube*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembuatan prototipe sistem refrigerasi dengan kompresor DC untuk produksi es *cube* dan dapat menentukan performa kerja (COP) sistem refrigerasi yang menggunakan kompresor DC. Metode yang digunakan meliputi pengukuran tekanan, temperatur dan mengetahui konsumsi daya yang digunakan selama sistem beroperasi.

Pembuatan prototipe sistem refrigerasi dengan kompresor DC untuk es *cube* dimulai dengan pemilihan komponen, yaitu kompresor DC25H, kondensor wire on tube, pipa kapiler 0,028 in, *strainer*, dan evaporator plat. *Box* isolasi dibuat dari PU *ducting* berukuran 45×30×30 cm sesuai ukuran evaporator. Dudukan alat menggunakan besi *hollow* 2×2 cm tebal 1 mm dengan alas triplek. Cetakan es dibuat dua jenis yaitu plat yang terbuat dari aluminium dan cetakan plastik dibuat dengan *3D printing* dengan jumlah cetakan sebanyak 24 cetakan. Tahap akhir penambahan alat ukur daya berupa watt meter PZEM-015. Hasil pengujian menunjukkan performa dari alat membutuhkan waktu 19 jam 42 menit dengan daya yang terpakai sebesar 928 Wh untuk menghasilkan es *cube* yang utuh dan siap untuk dipanen, hasil kalkulasi dengan menggunakan *coolpack* nilai COP yang didapat sebesar 3,31

Kata kunci: Es *cube*, Kompresor DC, COP.

PROTOTYPE OF A REFRIGERATION SYSTEM WITH A DC COMPRESSOR FOR ICE CUBE PRODUCTION

ABSTRACT

The demand for ice is highly popular among the public, especially for food presentation purposes that require cold serving. Most commonly found ice makers use alternating current (AC), which raises the question of whether a refrigeration system can be applied and function effectively using direct current (DC). The research method carried out involved designing a refrigeration system using a DC compressor, with the aim of producing ice cubes.

This study aims to identify the construction of a refrigeration system prototype equipped with a DC compressor used for ice cube production and to determine the performance (COP) of the refrigeration system using a DC compressor. The methods used include measuring pressure, temperature, and determining the power consumption during system operation.

The development of a prototype refrigeration system with a DC compressor for ice cube production began with the selection of components, namely the DC25H compressor, wire-on-tube condenser, 0.028 in capillary tube, strainer, and plate evaporator. The insulation box was made of PU ducting with dimensions of 45×30×30 cm to match the evaporator size. The equipment frame was constructed using 2×2 cm hollow steel with a thickness of 1 mm and a plywood base. Two types of ice molds were prepared: plate molds made of aluminum and plastic molds produced with 3D printing, with a total of 24 cavities. In the final stage, a power measuring device, the PZEM-015 wattmeter, was added. The test results show that the performance of the device required 19 hours and 42 minutes with a power consumption of 928 Wh to produce solid ice cubes ready for harvesting, and the calculation using CoolPack yielded a COP value of 3.31.

Keywords: Ice cube, DC compressor, COP

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Lembar Persetujuan	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia.....	vii
Abstract dalam Bahasa Inggris	viii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	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 LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Definisi Prototipe.....	4
2.2 Pengertian Refrigerasi DC.....	4
2.3 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	4
2.3.1 Proses siklus kompresi uap.....	5
2.3.2 Pengertian <i>subcooling</i> dan <i>superheat</i>	6

2.3.3 COP (<i>Coefficient of Performance</i>)	7
2.3.4 Diagram p-h.....	7
2.4 Komponen Mesin Refrigerasi DC	8
2.4.1 Komponen utama	8
2.4.2 Komponen tambahan.....	11
2.5 Refrigeran	12
2.6 <i>Coolpack</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Jenis Penelitian	15
3.2 Alur Penelitian	17
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.4 Penentuan Sumber Data	18
3.5 Sumber Daya Penelitian	19
3.5.1 Peralatan	19
3.5.2 Komponen	19
3.5.3 Bahan.....	20
3.6 Instrumen Penelitian.....	20
3.7 Prosedur Penelitian.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian.....	24
4.1.1 Spesifikasi komponen yang digunakan	24
4.1.2 Rangkaian kelistrikan komponen	26
4.1.3 Pembuatan cetakan es.....	27
4.1.4 Pembuatan <i>box</i>	29
4.1.5 Pembuatan dudukan alat.....	29
4.1.6 Penempatan alat ukur	30
4.1.7 Pelaksanaan pengujian	31
4.1.8 Hasil pengujian.....	31
4.2 Pembahasan	33
BAB V PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan.....	38

5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kegiatan dan waktu penelitian	18
Tabel 3.2 Tabel data pengujian	18
Tabel 4.1 Spesifikasi kompresor.....	24
Tabel 4.2 Spesifikasi kondensor	25
Tabel 4.3 Spesifikasi fan DC	25
Tabel 4.4 Spesifikasi evaporator.....	26
Tabel 4.5 Data hasil pengujian mesin es cube	32
Tabel 4.6 Data konsumsi daya.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus kompresi uap.....	5
Gambar 2.2 Diagram p-h.....	8
Gambar 2.3 Kompresor DC 12/24V.....	9
Gambar 2.4 Kondensor.....	9
Gambar 2.5 Alat ekspansi (pipa kapiler)	10
Gambar 2.6 Evaporator	10
Gambar 2.7 <i>Strainer</i>	11
Gambar 2.8 <i>Fan</i> DC	11
Gambar 2.9 <i>Temperature control PCB board</i>	12
Gambar 2.10 Refrigeran-R134a	13
Gambar 2.11 <i>Cycle analysis</i>	14
Gambar 2.12 <i>Refrigeration utilities</i>	14
Gambar 3.1 Skema rancangan alat pembuat es cube	15
Gambar 3.2 Struktur cetakan.....	16
Gambar 3.3 Diagram alur penelitian	17
Gambar 3.4 Watt meter DC (PZEM-015)	20
Gambar 3.5 Termokopel dan <i>data logger</i>	21
Gambar 3.6 Timbangan digital	21
Gambar 4.1 Prototipe mesin pembuat es <i>cube</i>	24
Gambar 4.2 Aplikasi menghitung pipa kapiler.....	25
Gambar 4.3 Wiring kelistrikan dari kontroller kompresor DC.....	26
Gambar 4.4 Pembuatan cetakan plastik.....	27
Gambar 4.5 Cetakan plastik lubang 3mm	27
Gambar 4.6 Cetakan plastik lubang 5mm	28
Gambar 4.7 Cetakan plastik lubang 7mm	28
Gambar 4.8 Cetakan plat	28
Gambar 4.9 Pembuatan <i>box</i>	29
Gambar 4.10 Dudukan alat.....	29
Gambar 4.11 Penempatan termokopel.....	30

Gambar 4.12 Pemasangan watt meter DC.....	30
Gambar 4.13 Tampilan awal aplikasi <i>coolpack</i>	33
Gambar 4.14 Pemilihan refrigeran	33
Gambar 4.15 <i>Input</i> data pengukuran	34
Gambar 4.16 Konversi tekanan	35
Gambar 4.17 P-h diagram hasil kalkulasi <i>coolpack</i>	36
Gambar 4.18 <i>Cycle info</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data pengujian	42
Lampiran 2 : Hasil es.....	44
Lampiran 3 : Dokumentasi pembuatan.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam berbagai bidang mendorong peningkatan kualitas hidup manusia, salah satunya melalui sistem refrigerasi yang terus mengalami kemajuan. Refrigerasi tidak lagi sekadar alat pendingin, melainkan telah menjadi bagian penting dalam dunia industri makanan, farmasi, kimia, hingga pendingin ruangan dalam sektor perumahan dan komersial. Seiring meningkatnya kebutuhan akan efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan, sistem refrigerasi juga berkembang menjadi lebih canggih dan inovatif.

Dari pengamatan pribadi permintaan akan es cukup banyak diminati terutama pada sektor tata hidangan seperti untuk kebutuhan minuman dan makanan yang perlu disajikan dalam keadaan dingin. Dalam hal ini, produksi es dapat menjadi sebuah peluang usaha yang menjanjikan, terlebih lagi mengingat kepulauan Indonesia merupakan kawasan yang beriklim tropis, khususnya di daerah Bali yang terkenal akan pariwisatanya.

Di sisi lain penulis memiliki gagasan untuk mencoba mengaplikasikan sebuah sistem refrigerasi dapat bekerja dengan menggunakan sumber arus searah (DC) untuk pembuatan es *cube* dalam skala kecil, karena peralatan refrigerasi khususnya untuk pembuatan es yang sering ditemui beredar di masyarakat kebanyakan menggunakan sumber arus bolak-balik (AC).

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat beberapa hal yang perlu menjadi perhatian dalam proyek ini diantaranya rumusan masalah yang akan dikaji yaitu:

1. Bagaimana pembuatan prototipe dari sistem refrigerasi dengan kompresor DC untuk membuat es *cube* ?.
2. Bagaimana performa sistem refrigerasi yang menggunakan kompresor DC untuk produksi es *cube* ?.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah membuat prototipe sebuah alat pembuat *es cube* dengan menggunakan kompresor DC.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari melakukan penelitian pada tugas akhir ini dibagi menjadi 2 yaitu tujuan umum dan tujuan khusus, dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan umum

1. Untuk memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan diploma III pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bali.
2. Mampu mengaplikasikan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Diploma III Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

1. Mampu membuat sebuah prototipe sistem refrigerasi dengan kompresor DC untuk produksi *es cube*.
2. Mampu menentukan performa sistem refrigerasi yang menggunakan kompresor DC untuk produksi *es cube*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1.5.1 Bagi penulis

Bagi penulis, penelitian ini menjadi sebuah sarana dalam menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin, Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara di Politeknik Negeri Bali, baik secara teori dan juga praktek.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai sarana pendidikan ataupun pembelajaran ilmu pengetahuan, khususnya di bidang refrigerasi, sehingga nantinya dapat menjadi pertimbangan untuk dikembangkan lebih lanjut oleh mahasiswa, khususnya Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Bali.

1.5.3 Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dalam aplikasi pendinginan, khususnya dalam produksi es *cube*. Hasilnya dapat diterapkan pada skala laboratorium maupun diadopsi untuk kebutuhan industri kecil.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dijelaskan dan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan prototipe sistem refrigerasi dengan kompresor DC untuk produksi es *cube* dimulai dengan menentukan komponen yang digunakan, pada penelitian ini dipilih kompresor DC tipe DC25H, kondensor tipe *wire on tube*, pipa kapiler dengan diameter 0,028 in, *strainer*, dan juga evaporator plat. Tahapan selanjutnya pembuatan *box* sebagai kabin atau ruang isolasi, bahan yang dipilih yaitu PU *ducting*, ukuran box disesuaikan dengan ukuran evaporator yaitu Panjang 45cm, lebar 30cm, dan tinggi 30cm. selanjutnya pembuatan dudukan alat, bahan yang dipilih yaitu besi *hollow* dengan diameter 2x2cm, tebal 1mm, dan sebagai alasnya menggunakan triplek. Berikutnya pembuatan cetakan es, cetakan dibuat 2 jenis yaitu cetakan plat dan juga cetakan plastik, cetakan plat dibuat dengan bahan plat aluminium, untuk cetakan plastik dibuat dengan menggunakan 3D *printer* dengan jumlah cetakan sebanyak 24. Tahapan terakhir penambahan alat ukur daya, alat ukur yang digunakan yaitu watt meter tipe PZEM-015.
2. Hasil pengujian menunjukkan performa dari alat membutuhkan waktu 19 jam 42 menit dengan daya yang terpakai sebesar 928 Wh untuk menghasilkan es *cube* yang utuh dan siap untuk dipanen, hasil kalkulasi data dengan menggunakan *coolpack*, nilai COP yang didapat sebesar 3,31

5.2 Saran

Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis mempunyai beberapa saran yang dapat dilakukan sebagai bahan evaluasi:

1. Pastikan pemasangan kabel tidak terbalik, karena menggunakan arus searah (DC)

2. Selalu memperhatikan setiap pemilihan komponen agar sesuai dengan yang dibutuhkan
3. Selalu utamakan K3 dalam melakukan pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aifo.pl. (2025). *AiFO - Condensers and condenser exchangers-Refrigeration system components*. Terdapat pada: <https://b2b.aifo.pl/en/products/refrigeration-components-for-furniture-construction/refrigeration-system-components/condensers-and-condenser-exchangers/2-1794>. Diakses tanggal 3 September 2025.
- Alpicool. (2023). *Temperature control PCB board. Alpicool Electricals*. Terdapat pada: <https://www.alpicool.com>. Diakses pada 30 Agustus 2025.
- Artayana, I., Sunu, P. W., & Santika, I. (2023). *Analisis Kinerja Mesin Es Cube dengan Termoelektrik dan tanpa Termoelektrik*. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali
- Binaindo. (2023). *Pipa kapiler sebagai alat ekspansi*. Binaindo Refrigeration. Terdapat pada: <https://www.binaindo.com>. Diakses pada 29 Agustus 2025.
- Cairns, H. (2024, July 10). *What Is R134a Refrigerant?* Today's Homeowner. <https://todayshomeowner.com/hvac/guides/what-is-r134a/>
- Christopher, michael tunstall. (2025). *Aplikasi Paten AS untuk Sistem Pembuatan Es Bening* (Aplikasi #20250052469 diterbitkan pada 13 Februari 2025)—Pencarian Paten Justia. https://patents.justia.com/patent/20250052469?utm_source
- Dwiantara, I. K. A. 2023. *Analisa Kinerja Sistem Refrigerasi Direct Current (DC) Untuk Temperatur Medium Pada Container Pendingin*. Skripsi. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali
- Eurovent Certita Certification: Thermodynamics in HVAC systems*. (n.d.). Retrieved January 21, 2025, from <http://tinyurl.com/4rmxjbxh>
- Evercool. (2023). *Fan DC. Evercool Cooling Systems*. Terdapat pada: <https://www.evercool.com>. Diakses pada 30 Agustus 2025.
- Gian, A. (2021). *Cara Menghitung COP menggunakan Diagram PH*. Pojokdingin.Com. Terdapat pada: <https://www.pojokdingin.com/2021/12/Cara-Menghitung-COP-menggunakan-Diagram-PH.html>. diakses Tanggal 29 Agustus 2025
- Giménez, A. (2022). *Refrigerants - general information - Area Academy*. [online] Area Academy. Available at: <https://areacooling.com/areacademy/refrigerants-general-information/>

- Gritis Al hasbi, M., Budiarto, U., & Amiruddin, W. (2016). *Analisa Unjuk Kerja Desain Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Pada Kapal Ikan Ukuran 5 Gt Di Wilayah Rembang. Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(4). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/14786>
- Guangshou. (2017). Kompresor DC 12/24V. *Guangshou Compressor Co.* Terdapat pada: <https://www.made-in-china.com/showroom/guangshou-compressor>. Diakses pada 29 Agustus 2025.
- Hesta. (2019) *Evaporator Refrigerator-Fridge Cooling Plate*. Terdapat pada: <https://www.hesta.com>. Diakses pada 30 Agustus 2025
- Hidayat, M. R., Hasibuan, G. H., Nainggolan, T. K., Sihite, D. M. H., & Abdullah. (2023). *Rancang Bangun Kompresor DC 12V Sebagai Penghasil Angin Menggunakan Supply Battery Pack Lithium*. Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (Konsep), 4(1), 696–707. <https://doi.org/10.51510/konsep.v4i1.1232>
- Naufal. (2023, September 26). Definisi dan Cara Kerja Temperature Controller. *Wiratama Mitra Abadi*. <https://wma.co.id/articles/temperature-controller/>
- Poernomo, H. (2015). *Konsep dasar kondensor dalam sistem pendingin*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim-Universitas Negeri Riau
- Santosa, A., & Nugraha, I. (2018). *Analisis Kebocoran Belokan Pipa Evaporator Pada HRSG Akibat Beban Thermal*. *Infomatek*, 20(2), Article 2. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v20i2.1210>
- Sarah, L. (n.d.). *P-H Diagram Essentials for Thermodynamics*. Retrieved August 24, 2025, from <https://www.numberanalytics.com/blog/p-h-diagram-essentials-for-thermodynamics>
- Setiawan, R. (2021, August 10). *Apa Itu Prototype? Kenapa Itu Penting?* Dicoding Blog. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-prototype-kenapa-itu-penting/>
- Siregar, I. Al. R. (2024). *Pengaruh Katup Ekspansi Termostatik dan Pipa Kapiler Terhadap Performansi Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon*. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 21(2), Article 2. <https://doi.org/10.31258/jst.v21.n2.p44-51>
- Ultracool. (2025). *Refrigeran R-134a*. *Ultracool Refrigerants Ltd*. Terdapat pada: <https://www.ultracool.com/r134a>. Diakses pada 30 Agustus 2025.
- Yudyana, I. N. (2022). *Uji Performansi Sistem Refrigerasi Dc Dengan Variasi Kecepatan Kompresor Dan Fan Kondensor*. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali