

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI KATUP EKSPANSI DAN KECEPATAN KIPAS KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN PERFORMANSI MESIN PEMBUAT ES BATU KRISTAL R-600A



Disusun Oleh :

MUHAMMAD FAJRUL FALAAKH AKBAR

1422100026

MUKHAMAD FIKRI ALVIANTO

1422100081

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2025

**PENGARUH VARIASI KATUP EKSPANSI DAN KECEPATAN KIPAS
KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN PERFORMANSI
MESIN PEMBUAT ES BATU KRISTAL R-600A**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan guna mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Diajukan Oleh :

MUHAMMAD FAJRUL FALAAKH AKBAR
1422100026

MUKHAMAD FIKRI ALVIANTO
1422100081

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD FAJRUL FALAAKH AKBAR
NBI : 1422100026
NAMA : MUKHAMAD FIKRI ALVIAN TO
NBI : 1422100081
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : PENGARUH VARIASI KATUP EKSPANSI DAN
KECEPATAN KIPAS KONDENSOR TERHADAP
KARAKTERISTIK DAN PERFORMANSI MESIN
PEMBUAT ES BATU KRISTAL R-600A

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Royyan Firdaus S.T., M.T.
NPP. 20420.19.0819

Dekan

Ketua Program Studi

Fakultas Teknik

Teknik Mesin



Dr. Ir. Ar. R.A. Rejho Hastjanti, MT., IPU., IAL., APEC Eng.
NPP. 20440.91.0218



Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T.
NPP. 20420.20.0826

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fajrul Falaakh Akbar
NIM : 1422100026
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir dengan judul:

"Pengaruh Variasi Katup Ekspansi Dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Karakteristik Dan Performansi Mesin Pembuat Es Batu Kristal R-600A"

adalah hasil karya saya sendiri. Skripsi/tugas akhir ini tidak mengandung karya orang lain yang telah dipublikasikan atau ditulis sebelumnya, kecuali sebagaimana yang telah disebutkan dalam daftar pustaka dan sumber kutipan.

Saya bertanggung jawab sepenuhnya atas keaslian isi skripsi/tugas akhir ini. Jika di kemudian hari ditemukan bukti bahwa skripsi/tugas akhir ini mengandung unsur plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Surabaya, 15 Desember 2025

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Fajrul Falaakh Akbar
NIM: 1422100026



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA TELP.
031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fajrul Falaakh Akbar.
NBI/ NPM : 1422100026.
Fakultas : Teknik.
Program Studi : Teknik Mesin.
Jenis Karya : Skripsi/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/ Praktek*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

PENGARUH VARIASI KATUP EKSPANSI DAN KECEPATAN KIPAS KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN PERFORMANSI MESIN PEMBUAT ES BATU KRISTAL R-600A .

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
Pada tanggal : 15 Desember 2025

Yang Menyatakan,



(Muhammad Fajrul Falaakh Akbar)

*Coret yang tidak perlu

LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, saya bersujud dan bersyukur atas segala nikmat dan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik, walaupun tidak luput dari sejumlah kekurangan.

Bagian penyajian ini saya hadirkan sebagai ungkapan terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua saya yang telah mendoakan, mengajarkan, dan mendukung saya sepenuh hati sejak saya lahir hingga mencapai tahap untuk mendapatkan gelar Sarjana.

Tugas Akhir ini saya hadiahkan kepada diri saya sendiri yang telah berjuang tanpa mengenal waktu dengan menggabungkan antara pekerjaan dan studi. Saya berterima kasih atas kerja keras yang telah dilakukan. Teruslah berjuang untuk mencapai cita-citamu meningkatkan derajat keluarga.

Juga, penghormatan kepada Bapak Royyan Firdaus, S. T., M. T. sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir saya yang telah memberikan bantuan, masukan, serta arahan hingga saya bisa merealisasikan salah satu impian saya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor terhadap dan Karakteristik Performansi Mesin Pembuat Es Batu Kristal R-600A" dengan baik. Oleh karena itu, dengan penuh hormat penulis mengucapkan terima kasih dan mendoakan semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan terbaik kepada:

1. Dr. Ir. Ar. R.A. Retno Hastijanti, MT., IPU., IAI., APEC Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Bapak Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Royyan Firdaus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmunya pada penulis.
5. Ungkapan terima kasih dan penghormatan special kepada kedua orang tua beserta keluarga besar yang telah memberikan doa restu, nasihat, dan petunjuk.
6. Terima kasih kepada Ayunda Eka Safitri yang selalu menemani, memberikan dukungan dan kasih sayang kepada penulis hingga saat ini.
7. Teman-teman Program Studi Teknik Mesin Untag Surabaya Angkatan 2021 yang telah kebersamai penulis dari awal masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya atas kesalahan yang dilakukan penulis.

Surabaya, 15 Desember 2025



Penulis

ABSTRAK

Mesin pembuat es batu merupakan perangkat penting dalam mendukung berbagai sektor industri yang membutuhkan suplai es secara cepat dan efisien. Salah satu faktor kunci dalam menentukan kinerja mesin pembuat es batu adalah pengaturan komponen sistem refrigerasi, khususnya katup ekspansi dan pendinginan kondensor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi katup ekspansi dan kecepatan kipas kondensor terhadap karakteristik performa mesin pembuat es batu, meliputi efisiensi sistem, kecepatan pembentukan es, serta konsumsi energi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium dengan variasi tipe katup ekspansi dan tingkat kecepatan kipas kondensor yang berbeda. Data yang dikumpulkan mencakup tekanan, temperatur, waktu pembentukan es, serta konsumsi daya listrik. Analisis dilakukan untuk mengetahui hubungan antara konfigurasi katup ekspansi dan kecepatan kipas terhadap efisiensi siklus pendinginan.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis dalam pemilihan dan pengaturan katup ekspansi serta kecepatan kipas kondensor, sehingga mesin pembuat es batu dapat beroperasi dengan performa optimal dan konsumsi energi yang lebih efisien. Temuan ini diharapkan pula dapat menjadi acuan untuk pengembangan mesin pendingin serupa dalam skala industri.

Kata Kunci: Mesin es batu, katup ekspansi, kondensor, pendinginan, performa mesin.

ABSTRACT

Ice makers are essential devices for supporting various industrial sectors that require a fast and efficient supply of ice. One key factor in determining the performance of an ice maker is the arrangement of the refrigeration system components, particularly the expansion valve and condenser cooling. This study aims to analyze the effect of variations in the expansion valve and condenser cooling rate on the performance characteristics of an ice maker, including system efficiency, ice formation rate, and energy consumption.

The method used in this study was a laboratory experiment with varying expansion valve types and condenser cooling rates. Data collected included pressure, temperature, ice formation time, and electrical power consumption. Analysis was conducted to determine the relationship between expansion valve configuration and cooling rate on refrigeration cycle efficiency.

The research results are expected to provide technical recommendations for selecting and adjusting expansion valves and condenser cooling systems, enabling ice cube makers to operate at optimal performance and more efficiently consume energy. These findings are also expected to serve as a benchmark for the development of similar industrial-scale refrigeration systems.

Keywords: Ice Cube Machine, Expansion Valve, Condenser, Cooling, Machine Performance.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL DALAM	ii
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	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
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Pengertian Alat Pembuat Es Batu	5
2.2 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap.....	6
2.3 Katup Ekspansi dan Variasinya.....	6
2.4 Kondensor dan Kecepatan Kipas	7
2.5 Karakteristik Mesin Pembuat Es.....	8
2.6 <i>Heat Rejection Rate</i> (HRR).....	8
2.7 Performa Sistem Pendingin.....	9
2.8 Katup Ekspansi	9
2.8.1 Jenis-Jenis Katup Ekspansi	10
2.8.2 Pengaruh Variasi Katup Ekspansi	10
2.9 Kondensor	11
2.9.1 Kecepatan Kipas Kondensor	11

2.9.2	Pengaruh Kecepatan Kipas terhadap Performansi Sistem	12
2.10	Mesin Pembuat Es Batu	12
2.10.1	Prinsip Kerja Mesin Pembuat Es Batu	12
2.10.2	Komponen Tambahan	13
2.10.3	Parameter Karakteristik dan Performansi	14
2.11	Pengaruh Desain Sistem terhadap Performansi.....	15
2.12	Koefisien Performa (COP).....	15
2.12.1	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi COP.....	15
2.12.2	Pentingnya COP dalam Mesin Pembuat Es Batu.....	16
2.12.3	Siklus Refrigerasi	16
2.13	Penelitian Terdahulu	18
2.13.1	Penelitian oleh Jumadi (2023).....	18
2.13.2	Penelitian oleh Izzuddin Ali Raja Siregar et al. (2022).....	18
2.13.3	Penelitian oleh I Gede Wiratmaja (2022).....	19
2.13.4	Penelitian oleh Syahrir Habiba (2024).....	19
2.13.5	Penelitian oleh Akhmad Baihaqi Karuniawan (2024).....	20
2.14	Kesimpulan Bab II	20
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Metodologi Penelitian	23
3.2	Diagram Alir.....	24
3.3	Prototype Alat Uji	25
3.4	Alat dan Bahan.....	25
3.5	Prosedur Penelitian.....	29
3.6	Variabel Penelitian.....	31
3.7	Jenis Data yang Diperoleh.....	32
3.8	Metode Analisa Data	33
3.9	Indikator Kinerja Sistem	33
3.10	Hubungan Data dengan Tujuan Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35

4.1	Analisa Data Penelitian	35
4.2	Data Hasil Pengujian.....	35
4.3	Perhitungan Pipa Kapiler 20 cm Kecepatan Kipas Kondensor 5,0 m/s	37
4.4	Tabel Hasil Perhitungan	41
4.5	Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 5,0m/s.....	43
4.6	Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 7,0m/s.....	44
4.7	Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 9,0m/s.....	45
4.8	Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kerja Kompresor.....	46
4.9	Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Pelepasan Kalor Kondensor	47
4.10	Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Diserap Evaporator	48
4.11	Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Laju Pelepasan Panas (HRR)	49
4.12	Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kipas Kondensor Terhadap Karakteristik dan Performansi (COP)	51
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat Pembuat Es Batu	5
Gambar 2. 2 Katup Ekspansi Termostatik	9
Gambar 2. 3 Kondensor	11
Gambar 2. 4 Pompa Air	13
Gambar 2. 5 Sensor Suhu.....	14
Gambar 2. 6 Timer atau Kontrol	14
Gambar 2. 7 Siklus Refrigerasi R600A.....	17
Gambar 2. 8 Penelitian Jumadi	18
Gambar 2. 9 Penelitian Izzuddin Ali Raja Siregar	19
Gambar 2. 10 Penelitian I Gede Wiratmaja	19
Gambar 2. 11 Penelitian Syahrir Habiba.....	20
Gambar 2. 12 Penelitian Akhmad Baihaqi Kurniawan	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir	24
Gambar 3. 2 Prototype Alat Uji	25
Gambar 4. 1 Diagram P-h.....	37
Gambar 4. 2 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 5,0 m/s.....	43
Gambar 4. 3 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 7,0m/s.....	44
Gambar 4. 4 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 9,0 m/s.....	45
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kerja Kompresor.....	46
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Pelepasan Kalor Kondensor	47
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Perhitungan Evaporator dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kerja kondensor	48
Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Laju Pelepasan Panas (HRR)	49
Gambar 4. 9 Grafik Pengaruh Variasi Katup Ekspansi dan Kipas Kondensor Terhadap Karakteristik dan Performansi (COP)	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat yang Digunakan.....	25
Tabel 3. 2 Bahan yang Digunakan	29
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kecepatan Kipas Kondensor 5,0 m/s	35
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kecepatan Kipas Kondensor 7,0 m/s	36
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Kecepatan Kipas Kondensor 9,0 m/s	36
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Perhitungan	41
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Perhitungan	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pembuatan dan Perakitan Prototype	57
Lampiran 2 Proses Pengambilan Data dan Hasil Es Batu	58