

SKRIPSI

**KAJI EKPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN ALAT
PEMBUAT ES BATU MENGGUNAKAN PIPA
KAPILER AC SPLIT DENGAN MEMODIFIKASI
EVAPORATOR**



ROFIK HADI ABDUL ROHMAN

03051182025001

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**KAJI EKPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN ALAT
PEMBUAT ES BATU MENGGUNAKAN PIPA
KAPILER AC SPLIT DENGAN MEMODIFIKASI
EVAPORATOR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Oleh:

ROFIK HADI ABDUL ROHMAN

03051182025001

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**KAJI EKPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN ALAT PEMBUAT ES
BATU MENGGUNAKAN PIPA KAPILER AC SPLIT DENGAN
MEMODIFIKASI EVAPORATOR**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

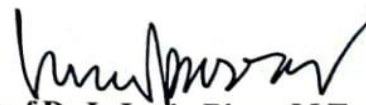
ROFIK HADI ABDUL ROHMAN
03051182025001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Indralaya, 28 Mei 2024
Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi



Prof.Dr.Ir.Irwin Bizzy, M.T,
NIP. 196005281989031002

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 092/TM/Ak/2024

: 19 Juni 2024

: 

SKRIPSI

NAMA : ROFIK HADI ABDUL ROHMAN
NIM : 03051182025001
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM ALAT
PENDINGIN PEMBUAT ES BATU
MENGUNAKAN PIPA KAPILER AC
SPLIT DENGAN MEMODIFIKASI
EVAPORATOR
DIBUAT TANGGAL : 18 MEI 2023
SELESAI TANGGAL : 10 MEI 2024

Indralaya, 22 Mei 2024

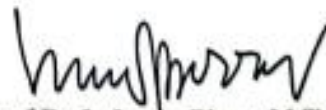
Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001



Prof. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T,
NIP. 196005281989031002

HALAMAN PERSETUJUAN

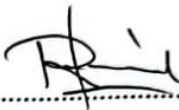
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM ALAT PENDINGIN PEMBUAT ES BATU MENGGUNAKAN PIPA KAPILER AC SPLIT DENGAN MEMODIFIKASI EVAPORATOR” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Mei 2024.

Palembang, 22 Mei 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Prof.Ir.Riman Sipahutar,M.Sc,Ph.D.
NIP. 195606041986021001

(.....)

Sekretaris :

2. Dr.Astuti,S.T,M.T.
NIP. 197210081998022001

(.....)

Anggota :

3. Prof.Ir.H.Hasan Basri,Ph.D.
NIP. 195802011984031002

(.....)

Palembang, 22 Mei 2024

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001


Prof.Dr.Ir.Irwin Bizzy, M.T,
NIP. 196005281989031002

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warohmatullohi wabarokatuh.

Alhamdulillahirobbilalamin puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan Rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat beserta salam kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam, yang telah menuntun kita dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Skripsi yang berjudul “Kaji Eksperimental Sistem Pendingin Alat Pembuatan es Batu Menggunakan pipa kapiler AC Split dengan memodifikasi evaporator” Universitas Sriwijaya disusun sebagai syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyampaikan rasa penuh terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini, kepada :

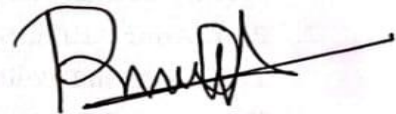
1. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph D. IPM. selaku ketua jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph D. IPP. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Gunawan, S.T., M.Eng., Ph D. selaku Pembina Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat serta arahan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
5. Prof. Dr. Ir.Irwin Bizzy. M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
6. Seluruh tenaga pendidik dan kependidikan di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu dan pelajaran yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.

xii

7. Bapak Mamik Suwandi dan Ibu Mulidah yang telah mendidik dan merawat saya dengan penuh kasih sayang, serta saudari Melinda Azka Safytri dan Melita Triara Windi yang penulis sayangi.
8. Seluruh anggota asosiasi teknisi refrigerasi dan air conditioner nusantara dan sahabat penulis di lingkungan rumah, sekolah, dan perkuliahan terkhusus rekan-rekan teknik mesin 2020 yang selalu menemani penulis dan memeberikan semangat menyelesaikan masa perkuliahan. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa di sebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah SWT. Saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini akan sangat membantu. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Indralaya, 31 Maret 2024



Rofik Hadi Abdul Rohman
NIM.03051182025001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rofik Hadi Abdul Rohaman

NIM : 03051182025001

Judul : Kaji Ekperimental Sistem Pendingin Alat Pembuat Es Batu
Menggunakan Pipa Kapiler AC Split dengan Memodifikasi
Evaporator

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 26 Mei 2024



Rofik Hadi Abdul Rohman

NIM. 03051182025001

HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rofik Hadi Abdul Rohman

NIM : 03051182025001

Judul : Kaji Ekperimental Sistem Pendingin Alat Pembuat Es Batu
Menggunakan Pipa Kapiler AC Split dengan Memodifikasi
Evaporator

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 26 Mei 2024



Rofik Hadi Abdul Rohman
NIM. 03051182025001

RINGKASAN

KAJI EKPERIMENTAL SISTEM ALAT PENDINGIN PEMBUAT ES BATU MENGGUNAKAN PIPA KAPILER AC SPLIT DENGAN MEMODIFIKASI EVAPORATOR

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, Mei 2024

Rofik Hadi Abdul Rohman, dibimbing oleh Prof.Dr.Ir.Irwin Bizzy, M.T,
xxix + 68 halaman, 15 tabel, 37 gambar, 12 lampiran

RINGKASAN

AC split adalah sistem pendingin udara yang umum digunakan untuk menciptakan temperatur udara yang nyaman di dalam ruangan. Sistem pendingin ini dirancang dengan sederhana, terdiri dari peralatan indoor, outdoor, kompresor, dan katup ekspansi. Setiap peralatan memiliki umur pakai tertentu, termasuk peralatan AC split. Meskipun demikian, peralatan AC split yang sudah tidak digunakan masih dapat dimanfaatkan kembali dengan cara dimodifikasi pada sisi evaporator. Salah satu contohnya adalah memanfaatkan sisi evaporator AC split untuk membuat es batu. Oleh karena itu, penelitian akan dilakukan untuk membuat es batu dengan judul "Kaji eksperimental sistem pendingin alat pembuat es batu menggunakan pipa kapiler AC split dengan memodifikasi evaporator". Metodologi Penelitian ini menggunakan metode eksperimental (experimental research). Metode penelitian eksperimental adalah dengan membuat alat serta melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data empiris. Selanjutnya melakukan studi literatur yaitu mencoba untuk memahami dan menggumpulkan data-data hasil penelitian terdahulu guna untuk mendukung penelitian terkait. Proses penelitian dilakukan dengan tahap-tahap seperti Studi Pustaka dan persiapan alat, bahan, Merakit Alat, Pemvakuman Mesin Pendingin dan pengisian Refrigeran R32, Temperatur Air Garam yang diinginkan -4°C , Analisis Data Dan Pembahasan dan kesimpulan Unjuk kerja

mesin pendingin pembuat es batu menggunakan AC split dengan media air garam sebagai penghantar kalor ke es batu, refrigerant menggunakan R32, unjuk kerja mesin pendingin dengan menggunakan variasi panjang pipa kapiler 100cm, 150cm, 200cm dapat dianalisis berdasarkan data-data hasil pengujian, panjang pipa kapiler sangat mempengaruhi kinerja pada mesin itu sendiri, dengan menggunakan panjang pipa kapiler 150cm, dapat menyerap panas lebih besar diperoleh hasil Q_{in} 1,3618 kW, jika dibandingkan dengan panjang pipa kapiler 200cm lebih rendah diperoleh hasil nilai Q_{in} 1,2985 kW, selanjutnya penyerapan panas pipa kapiler 100cm paling rendah dengan hasil Q_{in} 1,1142 kW. Selain itu, pada pipa 150cm dapat melepas kalor yang lebih besar yaitu Q_{out} 1,7242 kW, dibandingkan panjang pipa kapiler 200cm diperoleh hasil lebih rendah yaitu Q_{out} 1,6793 kW, dan panjang pipa kapiler 100cm paling rendah dengan hasil Q_{out} 1,4450 kW. Nilai COP pada gambar 4.5 dapat dilihat pada panjang pipa kapiler 150cm lebih tinggi yaitu 3,7416 dibandingkan panjang pipa kapiler 200cm yaitu 3,4089 dan pipa kapiler 100cm nilai COP terendah yaitu 3,3669 ini menunjukkan bahwa efisiensi mesin pendingin pembuat es batu dengan panjang pipa kapiler 150cm lebih efektif. Setelah dilakukan uji coba panjang pipa kapiler 150cm, lebih cepat membekukan es kemasan Berdasarkan data hasil pengamatan dan data hasil perhitungan, eksperimen ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut: Berdasarkan hasil analisis unjuk kerja variasi panjang pipa kapiler 100cm, 150cm, dan 200cm, menghasilkan nilai COP terbaik terjadi pada panjang pipa kapiler 150cm dengan diameter 0.54mm yaitu sebesar 3,7416. Adapun panjang pipa evaporator yang digunakan adalah 14 meter yang memiliki diameter pipa 1/4 inci dan menggunakan air garam sebanyak 15 liter sebagai media penukar kalor. Penggunaan 3 (tiga) variasi panjang pipa kapiler 100cm, 150cm, dan 200cm dalam membuat es batu, menghasilkan es batu yang lebih cepat membeku dengan waktu 55 menit pada panjang pipa kapiler 150cm, dibandingkan menggunakan panjang pipa 200cm atau 100cm.

Kata Kunci : sistem pendingin, alat pembuat es batu, COP

Kepustakaan : 27 (2004-2023)

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF THE ICE CUBES MAKER COOLING SYSTEM USING SPLIT AC CAPILLARY PIPE BY MODIFYING THE EVAPORATOR

Scientific Writing in the form of a thesis, May 2024

Rofik Hadi Abdul Rohman, supervised by Prof. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T,
xxix + 68 pages, 15 tables, 37 figures, 12 appendices

SUMMARY

Split air conditioners are commonly used air conditioning systems to create a comfortable air temperature indoors. This cooling system is simply designed, consisting of indoor, outdoor, compressor, and expansion valve equipment. Every piece of equipment has a certain lifespan, including split AC equipment. However, split AC equipment that is no longer in use can still be reused by modifying the evaporator side. One example is utilizing the evaporator side of a split AC to make ice cubes, therefore, research will be conducted to make ice cubes with the title “Experimental review of the cooling system of an ice cube maker using split AC capillary pipes by modifying the evaporator”

Methodology
This research uses experimental methods (experimental research). The experimental research method is to make tools and make direct observations to obtain empirical data. Furthermore, conducting a literature study is trying to understand and collect data from previous research results in order to support related research. The research process is carried out with stages such as literature study and preparation of tools, materials, assembling tools, vacuuming the cooling machine and filling the R32 refrigerant, the desired salt water temperature of -4°C , data analysis and discussion and conclusions

The performance of the ice cube maker cooling machine using split air conditioning

with salt water media as heat conductor to ice cubes, refrigerant using R32, the performance of the cooling machine using variations in the length of the capillary pipe 100cm, 150cm, 200cm can be analyzed based on the test data, the length of the capillary pipe greatly affects the performance of the machine itself, using a capillary pipe length of 150cm, can absorb more heat obtained the result of Q_{in} 1.3618 kW, when compared to the length of the capillary pipe 200cm lower obtained the result of Q_{in} value of 1.2985 kW, then the lowest 100cm capillary pipe heat absorption with the result of Q_{in} 1.1142 kW. In addition, the 150cm pipe can release more heat, namely Q_{out} 1.7242 kW, compared to the length of the 200cm capillary pipe, the lower result is Q_{out} 1.6793 kW, and the length of the 100cm capillary pipe is the lowest with the result of Q_{out} 1.4450 kW. COP value in Figure 4. The COP value in Figure 4.5 can be seen in the 150cm capillary pipe length is higher at 3.7416 compared to the 200cm capillary pipe length of 3.4089 and the 100cm capillary pipe the lowest COP value is 3.3669 this shows that the efficiency of the ice cube maker cooling machine with a 150cm capillary pipe length is more effective. After the 150cm capillary pipe length trial, it is faster to freeze packaged ice Based on observation data and calculation data, this experiment produces the following conclusions: Based on the results of the analysis of the performance of capillary pipe length variations of 100cm, 150cm, and 200cm, resulting in the best COP value occurs at 150cm capillary pipe length with a diameter of 0.54mm which is 3.7416. The length of the evaporator pipe used is 14 meters which has a pipe diameter of 1/4 inch and uses 15 liters of salt water as a heat exchange medium. The use of 3 (three) variations of capillary pipe lengths of 100cm, 150cm, and 200cm in making ice cubes, produces ice cubes that freeze faster with a time of 55 minutes at a capillary pipe length of 150cm, compared to using a pipe length of 200cm or 100cm.

Keywords: cop, cooling system, ice cube maker

literature: 27 (2004-2023)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
SKRIPSI	vii
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
DAFTAR PUSTAKA.....	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hukum pertama termodinamika adalah energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan namun dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Energi bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan keberadaanya. Kemampuan energi mekanik maupun listrik untuk berbagai proses kegiatan. Sebagai contoh Air Conditioner, refrigerasi domestik, menggunakan energi listrik untuk menjalankan proses tersebut.

AC split adalah sistem pendingin udara yang umum digunakan untuk menciptakan temperatur udara yang nyaman di dalam ruangan. Sistem pendingin ini dirancang dengan sederhana, terdiri dari peralatan indoor, outdoor, kompresor, dan katup ekspansi. Kelebihan AC split meliputi kemampuan pendinginan yang efisien, pemasangan yang fleksibel, dan pemeliharaan yang relatif mudah. Penggunaan AC split disesuaikan dengan ukuran ruangan agar proses pendinginan dapat berjalan dengan baik (Hajidavalloo, 2007).

Setiap peralatan memiliki umur pakai tertentu, termasuk peralatan AC split. Meskipun demikian, peralatan AC split yang sudah tidak digunakan masih dapat dimanfaatkan kembali dengan cara dimodifikasi pada sisi evaporator. Salah satu contohnya adalah memanfaatkan sisi evaporator AC split untuk membuat es batu, selanjutnya es batu yang dihasilkan digunakan dalam berbagai kebutuhan di bidang makanan dan minuman. Penggunaan es sebagai bahan pangan, baik untuk unit usaha maupun kebutuhan pribadi, semakin meningkat seiring dengan perkembangan bidang-bidang yang membutuhkan es sebagai bahan penunjang semakin banyak. Salah satu produk es yang banyak digunakan adalah es batu, yang memiliki berbagai kegunaan terutama dalam bidang pangan dan industri (Mutmainnah, 2023).

Mengingat kondisi diatas, dilakukan pengembangan dan penerapan alat mesin pembuat es batu dari AC Split bekas untuk mengatasi permasalahan dalam memproduksi es batu dalam jumlah banyak. Oleh karena itu, penelitian akan dilakukan untuk membuat es batu dengan judul "Kaji eksperimental sistem pendingin alat pembuat es batu menggunakan pipa kapiler AC split dengan memodifikasi evaporator" (Jilan dkk., 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, AC split adalah sistem pendingin udara yang digunakan untuk menciptakan temperatur udara yang nyaman. Setiap peralatan memiliki umur pakai tertentu, termasuk peralatan AC split. Meskipun demikian, peralatan AC split bekas masih dapat dimanfaatkan kembali dengan cara dimodifikasi pada sisi evaporator. Oleh karena itu, diperlukan kaji eksperimental sistem pendingin pembuat es batu menggunakan penambahan pipa kapiler dengan memodifikasi bagian evaporator pada AC split bekas, agar es batu dapat membeku dengan lebih cepat.

1.3 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dari kaji ekperimental sistem pendingin alat pembuat es batu menggunakan pipa kapiler AC split sebagai berikut:

1. Kompresor AC split yang digunakan 1 PK (*Paardenkracht*) atau (800W) sebanyak 1 unit.
2. Refrigeran yang digunakan adalah tipe R32.
3. Penurunan temperatur dan tekanan menggunakan pipa kapiler.
4. Menggunakan air garam sebagai pemindah kalor.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis unjuk kerja dari mesin pendingin siklus kompresi uap dan *Coefficient of performance*
2. Menganalisis variasi panjang pipa kapiler 100cm, 150cm dan 200cm untuk membekukan es batu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan penelitian ini antara lain:

1. Menghasilkan mesin pembuat es batu dengan memanfaatkan AC split bekas.
2. Memberikan solusi pada masyarakat terhadap kebutuhan es batu khususnya para pengusaha UMKM.
3. Sebagai referensi bagi mahasiswa Teknik mesin dalam rancang bangun mesin pembuat es batu dengan siklus kompresi uap.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiwena, I. (2008). Pengukuran dan analisa. In Fakultas Teknik Universitas Indonesia 6–22.
- Agung, D. Fitri, A. (2022). Identifikasi Miskonsepsi Penurunan Titik Beku dan Kenaikan Titik Didih pada Mahasiswa Pendidikan Kimia. *Jurnal riset pendidikan kimia* 12(2) <https://doi.org/10.21009/JRPK.122.08>
- Amri, J. (2017). ikan dengan menggunakan refrigeran R-22 dan. 2(1), 14–25.
- Andriyanto, S. (2010). Perancangan Sistem Tata Udara (Nomor Kurikulum 2007).
- Atmaca, İ. Çağlar, A. (2022). Performance testing and optimization of a split-type air conditioner with evaporatively-cooled condenser. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 32, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2021.09.010>
- Aziz, A. (2016). Pengembangan Energy Efficient Residential Air Conditioning Systems Dengan Encapsulated Ice Thermal Energy Storage Laporan Penelitian Pengembangan Energy Efficient Residential Air Conditioning Systems Dengan Encapsulated Ice Hidrokarbon Substitusi R-22 Yan. April. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1443.6243>
- Boni Junita. Sucipto, A. (2023). Pengaruh Kapasitas dan Waktu Pemanasan Terhadap Analisa Perhitungan Kalor Peleburan Es. *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(2), 74–79. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v13i2.5283>
- Botticella, F. Viscito, L. (2018). Multi-criteria (thermodynamic, economic and environmental) analysis of possible design options for residential heating split systems working with low GWP refrigerants. *International Journal of refrigeration* 87.31–153. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2017.10.030>
- Buchori, L. (2018). Perpindahan Panas. In *Energies* (Vol. 6, Nomor 1). <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044%0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>
- Cengel, Y. A. (2004). *Heat Transference a Practical Approach*. MacGraw-Hill, 4(9), 874.
- Cengel, Y. A. (2006). *Fluid Mechanics*. Fluid Mechanics, 4(1), 88–100.

- Farid, A., & Hidayat, R. (2017). Analisa Performansi Refrigerator Double System. *Journal of refrigeration*, 13(2), 11–18.
- Hajidavalloo, E. (2007). Application of evaporative cooling on the condenser of window-air-conditioner. *Applied Thermal Engineering*, 27(11–12), 1937–1943. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2006.12.014>
- Haryadi, S., & Riswanto, I. (2012). Perencanaan evaporator pada freezer dengan kapasitas 8 KG. 01(1), 39–46.
- Herman, P. (2012). Mesin pendingin untuk membekukan air pada lapisan bidang datar.
- Irfan, A. M. (2012). Analisis Perubahan Tekanan dan Temperatur Kondensor Menggunakan Refrigeran R-22 pada AC 1 PK. *Teknologi*, 43–50.
- Jilan, M. Pane, A. H. (2021). Rancang Bangun Alat Pembuat Es Batu Menggunakan Outdoor AC. *Jurnal Laminar*, 3(2), 6–9.
- Monintja, N. (2020). Termodinamika Teknik II. In Unsrat Press (Vol. 1).
- Mutmainnah, L. (2023). Analisis penetapan harga jual es kristal atlas pada PT. Indo ice kabupaten Gowa. In *Jurnal Business Technology and Science: Vol. I*. <https://ojs.nitromks.ac.id/index.php/jurnal-bugis>
- Oro, E., & Farid, M. M. (2012). Energi Terapan Tinjauan bahan perubahan fasa (PCM) untuk aplikasi penyimpanan energi panas dingin Machine Translated by Google. 99, 513–533.
- Radermacher, R. Hwang, Y. (2013). Machine Translated by Google Energi Geng Li , Yunho Hwang a ,*, Reinhard Radermacher Machine Translated by Google Gas-cair Padat-cair Padat-gas Padat-padat. 51.
- Saphira & Rahman. (2020). Kalor lebur es Hanandita Veda Saphira dan Ridwan Akbar Nur Rahman. 1–8.
- Saputra, A. R. Azharudin. (2015). Coeffecient of Performance (COP) Mini Freezer Daging Ayam Kapasitas 4 KG. *Teknologi Pendingin dan Tata Udara Politeknik Sekayu (Petra)*, 1(1), 44–54.
- Shuxue. Guoyuan. (2023). Energi & Bangunan Studi kinerja pendinginan dan dehumidifikasi sistem pendingin udara baru dengan suhu penguapan ganda. 295.
- Syahputra, S. A. Panjaitan, J. (2021). Perbandingan Coefficient of Performance (COP) Chiler Water Cooled dengan Air Cooled. *Atds Saintech-Journal of Engineering E-ISSN*, 2(1), 2021.
- Yustiasri, D. (2014). Pembuatan Alat Peraga Lemari Pendingin Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Teknik Pendingin Di Universitas Negeri

Semarang. Jurnal Teknik Elektro, 6(1), 13.

Ziliwu, B. W. (2020). Perhitungan Beban Pendinginan Pada Sistem Refrigerasi Air Blast Freezer. JTT (Jurnal Teknologi Terapan), 6(2), 163. <https://doi.org/10.31884/jtt.v6i2.291>