



Scripta Technica: Journal of Engineering and Applied Technology

Vol 2 No 1 June 2026, Hal. 177-185
ISSN:3110-0775(Print) ISSN: 3109-9696(Electronic)
Open Access: <https://scriptainteleteknika.com/scripta-technica>

Pengaruh Variasi Beban Produk Terhadap Kerja Kompresor Pada Sistem Ice Maker Berbasis Brine Cooling

Marvelyano Petra Sampara^{1*}, Cendy Sophia Edwina Tupamahu², Sefnath Josep Etwan Sarwuna³

¹⁻³ Universitas Pattimura Ambon, Indonesia
email: velliansamp@gmail.com¹

Article Info :

Received:
10-04-2026
Revised:
20-04-2026
Accepted:
29-04-2026

Abstract

Refrigeration systems play a crucial role in cooling and freezing processes within low-temperature-based industries. In brine cooling-based ice maker systems, performance is highly dependent on the compressor as the primary component in the vapor compression cycle. Variations in product load lead to changes in heat load, which directly affect compressor work and energy consumption. This study aims to analyze the effect of product load variations on compressor work and electrical power consumption. An experimental method was employed with load variations of 25, 30, and 35 water packages (0.8 kg per package). The observed parameters included pressure, temperature, compressor work, and power consumption. Data were collected through direct measurements using K-type thermocouples, manifold gauges, and watt meters, and subsequently analyzed based on vapor compression cycle equations. The results indicate that increasing the product load raises compressor work from 72.54 kJ/kg to 73.47 kJ/kg and power consumption from 5797.8 Watts to 6842.86 Watts. Additionally, higher loads result in increased discharge pressure, compressor outlet temperature, and longer freezing time. It can be concluded that product load significantly affects system performance and energy consumption.

Keywords: Product Load, Brine Cooling, Power Consumption, Compressor Work, Refrigeration System.

Abstrak

Sistem refrigerasi memiliki peran penting dalam proses pendinginan dan pembekuan pada industri berbasis temperatur rendah. Pada sistem ice maker berbasis brine cooling, kinerja sangat dipengaruhi oleh kompresor sebagai komponen utama dalam siklus kompresi uap. Variasi beban produk menyebabkan perubahan beban kalor yang berdampak pada kerja kompresor dan konsumsi energi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi beban produk terhadap kerja kompresor dan konsumsi daya listrik. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan variasi beban 25, 30, dan 35 kemasan air (0,8 kg/kemasan). Parameter yang diamati meliputi tekanan, temperatur, kerja kompresor, dan konsumsi daya listrik. Data diperoleh melalui pengukuran menggunakan termokopel tipe K, manifold gauge, dan watt meter, lalu dianalisis berdasarkan persamaan siklus kompresi uap. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan beban produk meningkatkan kerja kompresor dari 72,54 kJ/kg menjadi 73,47 kJ/kg serta konsumsi daya dari 5797,8 Watt menjadi 6842,86 Watt. Selain itu, terjadi peningkatan tekanan, temperatur keluaran kompresor, dan waktu pembekuan. Bahwa beban produk berpengaruh signifikan terhadap kinerja dan konsumsi energi sistem.

Kata kunci: Beban Produk, Brine Cooling, Konsumsi Daya, Kerja Kompresor, Sistem Refrigerasi.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Perkembangan global dalam teknologi refrigerasi menunjukkan pergeseran signifikan menuju sistem yang lebih efisien energi dan adaptif terhadap dinamika beban termal, khususnya dalam konteks industri berbasis temperatur rendah seperti perikanan, rantai dingin, dan pengolahan pangan, di mana sistem ice maker berbasis brine cooling semakin mendapatkan perhatian sebagai solusi yang mampu menjaga stabilitas temperatur melalui penggunaan refrigeran sekunder sekaligus meningkatkan fleksibilitas operasional dalam kondisi lingkungan yang fluktuatif (Penangsang et al., 2022; Indartono & Mustikaningtyas, 2022). Dalam arsitektur sistem kompresi uap, kompresor tetap menjadi elemen sentral yang menentukan performa keseluruhan melalui mekanisme peningkatan tekanan dan sirkulasi refrigeran, sehingga setiap perubahan beban pendinginan akan secara langsung memengaruhi karakteristik kerja kompresor dan konsumsi energi sistem (Darmawan, 2023).

Penekanan terhadap efisiensi energi dan keberlanjutan operasional mendorong penelitian terkini untuk tidak hanya mengoptimalkan komponen individual, tetapi juga memahami interaksi kompleks antara beban produk, distribusi kalor, dan respons sistem secara menyeluruh. Kajian empiris terdahulu memperlihatkan bahwa peningkatan beban pendinginan secara konsisten berkorelasi dengan kenaikan kerja kompresor dan konsumsi daya, meskipun dengan variasi mekanisme yang dipengaruhi oleh konfigurasi sistem dan kondisi operasi. Mitrakusuma et al. (2018) menunjukkan bahwa pada sistem brine cooling, stabilitas temperatur yang dihasilkan oleh refrigeran sekunder tidak mengeliminasi sensitivitas sistem terhadap perubahan beban, melainkan menggeser dinamika distribusi kalor yang tetap berimplikasi pada peningkatan kerja kompresor. Temuan Ramdhani et al. (2023) mengindikasikan bahwa parameter operasional seperti kecepatan fan kondensor turut memodulasi respons sistem terhadap beban, sehingga interaksi antara komponen menjadi faktor kunci dalam menentukan performa.

Sementara itu, Darmawan (2023) menegaskan bahwa pada sistem ice maker berbasis modifikasi unit pendingin, peningkatan kapasitas pendinginan menuntut kerja kompresor yang lebih tinggi untuk mempertahankan siklus termodinamika yang stabil. Meskipun berbagai studi telah mengonfirmasi hubungan antara beban pendinginan dan performa sistem, terdapat kecenderungan reduksionisme dalam literatur yang lebih menitikberatkan pada parameter makro seperti Coefficient of Performance (COP) dan kapasitas refrigerasi, tanpa mengelaborasi secara mendalam mekanisme perubahan kerja kompresor sebagai variabel utama yang mendasari fenomena tersebut. Penelitian seperti Rizkyana et al. (2023) dan Pamungkas et al. (2023) lebih berorientasi pada inovasi desain sistem dan integrasi komponen, sementara aspek dinamika kerja kompresor dalam merespons variasi beban produk belum dianalisis secara komprehensif.

Pendekatan eksperimental yang digunakan seringkali tidak mengisolasi variabel beban produk secara spesifik, sehingga sulit untuk mengidentifikasi kontribusi langsungnya terhadap perubahan tekanan, temperatur, dan energi kompresi dalam sistem brine cooling. Keterbatasan tersebut menjadi semakin relevan ketika mempertimbangkan kompleksitas sistem refrigerasi modern yang tidak hanya bergantung pada konfigurasi teknis, tetapi juga pada efisiensi operasional dan pemanfaatan energi secara optimal. Studi oleh Santosa et al. (2024) yang mengintegrasikan pemanfaatan panas buangan kompresor menunjukkan bahwa kerja kompresor memiliki implikasi lebih luas terhadap efisiensi sistem secara keseluruhan, termasuk potensi pemanfaatan energi sekunder.

Pemahaman yang tidak komprehensif terhadap hubungan antara beban produk dan kerja kompresor berpotensi menghambat optimalisasi sistem, baik dari perspektif desain maupun operasional. Hal ini diperkuat oleh temuan Tahir (2021) yang menyoroti sensitivitas efisiensi isentropik kompresor terhadap kondisi operasi, yang secara implisit mencerminkan pentingnya karakterisasi beban dalam analisis performa. Urgensi untuk mengkaji hubungan tersebut secara lebih mendalam juga diperkuat oleh kebutuhan praktis dalam pengembangan sistem ice maker skala kecil hingga menengah yang banyak digunakan pada sektor perikanan dan industri pangan di wilayah berkembang, di mana variasi beban produk bersifat dinamis dan tidak selalu terprediksi.

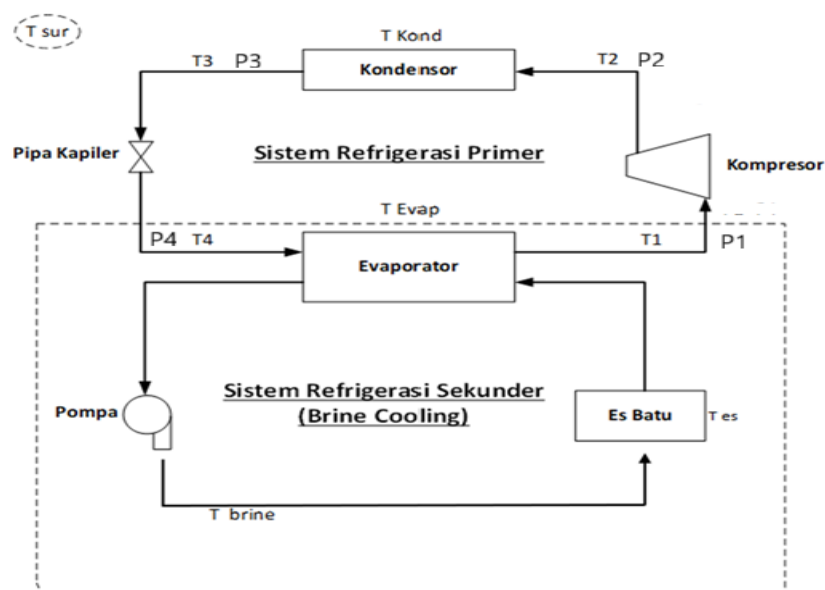
Penelitian oleh Penangsang et al. (2022) dan Indartono & Mustikaningtyas (2022) menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi ice maker sangat bergantung pada kemampuan sistem dalam beradaptasi terhadap fluktuasi beban tanpa mengorbankan efisiensi energi. Literatur yang ada belum memberikan kerangka analisis yang memadai untuk menjelaskan bagaimana variasi beban produk secara langsung memengaruhi kerja kompresor dalam sistem berbasis brine cooling, sehingga menciptakan kesenjangan antara kebutuhan praktis dan pemahaman teoretis yang tersedia. Bahkan dalam konteks yang lebih luas, pendekatan evaluatif seperti yang dikemukakan oleh Fathin et al. (2025) menegaskan pentingnya kerangka analisis sistematis dalam menilai kinerja sistem berbasis teknologi, yang masih belum sepenuhnya diadopsi dalam studi refrigerasi.

Penelitian ini menempatkan dirinya dalam upaya untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan memfokuskan analisis pada pengaruh variasi beban produk terhadap kerja kompresor dalam sistem ice maker berbasis brine cooling, melalui pendekatan eksperimental yang secara eksplisit mengontrol variabel beban dan mengukur respons sistem dalam parameter tekanan, temperatur, serta energi kompresi. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk mengkuantifikasi hubungan kausal antara beban dan kerja kompresor, tetapi juga untuk mengembangkan pemahaman yang lebih terintegrasi mengenai dinamika sistem refrigerasi dalam kondisi operasional nyata. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan evidensi empiris yang lebih terfokus pada variabel kerja kompresor sebagai determinan

utama performa sistem, sekaligus menawarkan kerangka metodologis yang dapat direplikasi untuk analisis serupa pada sistem refrigerasi lainnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk menganalisis pengaruh variasi beban produk terhadap kerja kompresor pada sistem ice maker berbasis brine cooling. Eksperimen dilakukan dalam kondisi laboratorium pendingin di Universitas Pattimura selama periode Juli hingga Agustus 2025. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah beban produk berupa air dalam kemasan plastik dengan massa 0,8 kg per kemasan, yang divariasikan menjadi 25, 30, dan 35 kemasan. Variabel terikat adalah kerja kompresor, sedangkan variabel kontrol meliputi laju aliran brine dan daya pompa yang dijaga konstan selama pengujian. Sistem yang digunakan merupakan sistem refrigerasi kompresi uap dengan refrigeran R-32 yang terintegrasi dengan sistem pendinginan sekunder (brine cooling). Peralatan utama terdiri dari kompresor, kondensor, pipa kapiler, dan evaporator, serta didukung oleh instrumen pengukuran seperti termokopel tipe K, manifold gauge, watt meter, flow meter, dan timbangan digital.



Gambar 1. Skema Penentuan Sumber Data

Pengambilan data dilakukan pada kondisi tunak (steady state) dengan mencatat temperatur dan tekanan pada titik-titik siklus (T_1 – T_4 dan P_1 – P_4), serta temperatur brine, produk, dan lingkungan pada interval waktu 10 menit. Prosedur penelitian diawali dengan persiapan sistem dan kalibrasi alat ukur untuk memastikan keakuratan data. Sistem pendingin dioperasikan dengan volume brine sebesar 55 liter hingga mencapai kondisi tunak. Selanjutnya, beban produk dimasukkan sesuai variasi yang ditentukan, dan pengamatan dilakukan hingga produk mencapai kondisi pembekuan. Setiap variasi beban diuji dengan prosedur yang sama untuk menjaga konsistensi hasil. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan persamaan termodinamika siklus kompresi uap untuk menentukan kerja kompresor berdasarkan selisih entalpi. Analisis dilakukan secara kuantitatif dengan mengkaji hubungan antara variasi beban produk terhadap kerja kompresor dan konsumsi daya, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik untuk mengidentifikasi kecenderungan kinerja sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Variasi Beban Produk terhadap Parameter Sistem Refrigerasi

Hasil penelitian diperoleh dari pengujian sistem ice maker berbasis brine cooling dengan variasi beban produk sebesar 25, 30, dan 35 kemasan. Parameter yang diamati meliputi tekanan, temperatur,

durasi pembekuan, kerja kompresor, serta konsumsi daya listrik. Data hasil pengukuran dan perhitungan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Hasil pengukuran dan perhitungan sistem

No.	Parameter	Banyaknya Beban Produk (Kemasan)			Satuan
		25	30	35	
1	Tekanan Keluar Kompresi P_2	289	292,7	296,1	Psia
2	Temperatur Keluar Kompresi T_2	86,5	87,5	88,2	$^{\circ}\text{C}$
3	Durasi penurunan temperatur produk ke set point (-5°C)	170	240	270	Menit
4	Kerja Kompresor w_k	72,54	73,14	73,47	kJ/kg
5	Konsumsi Daya	5797,8	6340,8 3	6842,86	Watt

Berdasarkan Tabel 4.1, terlihat bahwa peningkatan beban produk menyebabkan kenaikan tekanan dan temperatur keluaran kompresor. Tekanan kompresi meningkat dari 289 psia pada beban 25 kemasan menjadi 296,1 psia pada beban 35 kemasan. Temperatur keluaran kompresor juga mengalami peningkatan dari $86,5^{\circ}\text{C}$ menjadi $88,2^{\circ}\text{C}$. Selain itu, durasi penurunan temperatur produk menuju titik pembekuan (-5°C) juga meningkat seiring bertambahnya beban, yaitu dari 170 menit menjadi 270 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban produk, semakin lama waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kondisi pembekuan. Kerja kompresor mengalami peningkatan dari 72,54 kJ/kg menjadi 73,47 kJ/kg, sedangkan konsumsi daya listrik meningkat dari 5797,8 Watt menjadi 6842,86 Watt. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa sistem membutuhkan energi yang lebih besar untuk mengatasi beban pendinginan yang lebih tinggi.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk menganalisis pengaruh variasi beban produk terhadap kerja kompresor pada sistem ice maker berbasis brine cooling. Pengujian dilakukan pada kondisi tunak dengan variasi beban sebesar 25, 30, dan 35 kemasan untuk memastikan konsistensi data yang diperoleh. Parameter yang diamati mencakup tekanan, temperatur, durasi pembekuan, kerja kompresor, serta konsumsi daya listrik. Pendekatan eksperimental ini memungkinkan identifikasi hubungan kausal antara peningkatan beban produk dan respons sistem secara langsung (Mastur et al., 2016). Hasil pengukuran menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan tekanan dan temperatur keluaran kompresor seiring bertambahnya beban produk. Tekanan kompresi meningkat secara bertahap dari kondisi beban rendah ke beban tinggi, yang mencerminkan peningkatan rasio kompresi dalam sistem. Temperatur keluaran kompresor juga menunjukkan tren yang sama akibat meningkatnya energi termal yang terlibat dalam proses kompresi. Fenomena ini sesuai dengan prinsip dasar refrigerasi bahwa peningkatan beban kalor akan mempengaruhi kondisi termodinamika fluida kerja (Anwar, 2010).

Durasi pembekuan produk mengalami peningkatan signifikan seiring bertambahnya jumlah beban. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur set point menjadi lebih lama karena sistem harus menyerap kalor dalam jumlah yang lebih besar. Kondisi ini menunjukkan adanya keterbatasan kapasitas sistem dalam mempertahankan laju pendinginan pada beban tinggi. Hasil ini sejalan dengan temuan bahwa peningkatan beban pendinginan dapat memperpanjang waktu proses pendinginan (Putra, 2020). Peningkatan beban produk juga berpengaruh terhadap kerja kompresor yang mengalami kenaikan secara bertahap. Nilai kerja kompresor meningkat karena kompresor harus memindahkan kalor lebih banyak dari evaporator ke kondensor. Hal ini mengindikasikan bahwa energi kompresi yang dibutuhkan meningkat seiring bertambahnya beban pendinginan. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan hubungan linier antara beban pendinginan dan kerja kompresor (Samsi et al., 2023).

Konsumsi daya listrik juga mengalami peningkatan yang signifikan pada setiap variasi beban. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memerlukan energi listrik yang lebih besar untuk mempertahankan

performa pendinginan. Peningkatan daya ini berkaitan erat dengan meningkatnya kerja mekanis kompresor. Hubungan ini telah banyak dibuktikan dalam studi sistem refrigerasi eksperimental (Lubis et al., 2022). Dalam konteks sistem brine cooling, distribusi temperatur yang relatif stabil tidak menghilangkan pengaruh beban terhadap kinerja sistem. Brine hanya berfungsi sebagai media perpindahan kalor sekunder, sementara beban utama tetap ditanggung oleh sistem refrigerasi utama. Oleh karena itu, peningkatan beban tetap berdampak langsung pada parameter kerja kompresor. Hal ini sesuai dengan kajian mengenai sistem brine cooling yang menunjukkan sensitivitas terhadap perubahan beban (Mitrakusuma et al., 2018). Berikut disajikan ringkasan data hasil pengukuran dan perhitungan sistem yang diperoleh selama pengujian.

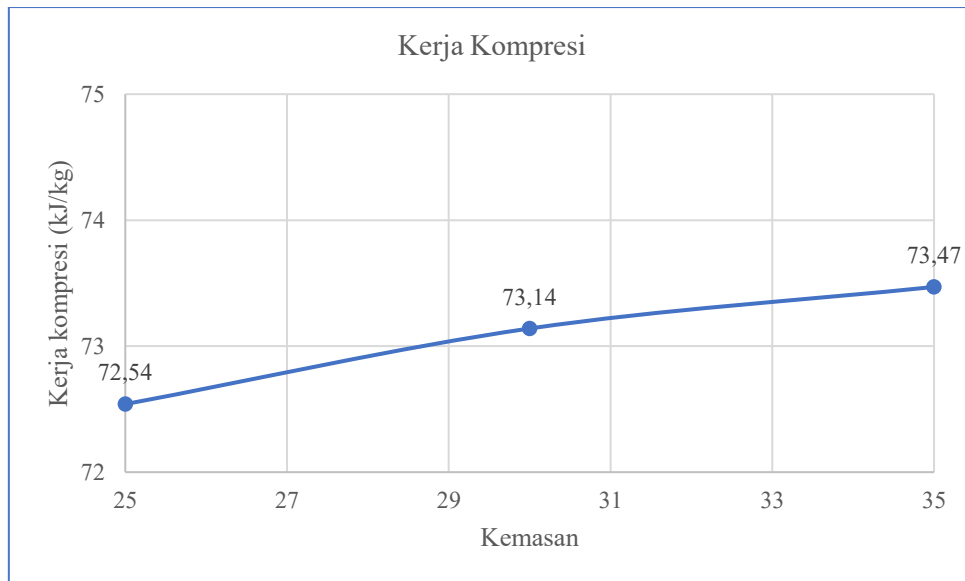
Secara eksperimental, hasil ini menunjukkan bahwa sistem bekerja dalam kondisi yang semakin berat pada beban tinggi. Kompresor mengalami peningkatan beban kerja yang berdampak pada peningkatan konsumsi energi. Hal ini juga menunjukkan adanya potensi penurunan efisiensi sistem jika beban terus ditingkatkan tanpa optimasi desain. Kondisi serupa juga dilaporkan dalam studi performa sistem pendingin skala laboratorium (Sormin et al., 2023). Perubahan parameter sistem yang terjadi juga menunjukkan adanya interaksi antar variabel dalam siklus kompresi uap. Peningkatan tekanan mempengaruhi temperatur, yang pada akhirnya berdampak pada kerja kompresor. Interaksi ini menunjukkan bahwa sistem refrigerasi merupakan sistem yang saling terintegrasi secara termodinamika. Analisis semacam ini penting untuk memahami perilaku sistem secara menyeluruh (Zhu et al., 2022). Hasil penelitian ini juga memperlihatkan bahwa variasi beban produk merupakan faktor dominan dalam menentukan performa sistem. Semakin besar beban, semakin tinggi tuntutan kerja yang harus dipenuhi oleh kompresor. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pengendalian beban dalam operasional sistem refrigerasi. Temuan ini memperkuat konsep bahwa beban merupakan variabel kritis dalam sistem energi (Setiawan & Imam, 2023).

Pengaruh Variasi Beban Produk terhadap Kerja Kompresor

Analisis terhadap kerja kompresor menunjukkan adanya peningkatan nilai kerja seiring bertambahnya beban produk dalam sistem. Kondisi ini mencerminkan bahwa kompresor harus melakukan usaha yang lebih besar untuk mempertahankan siklus refrigerasi. Secara eksperimental, peningkatan ini terukur secara konsisten pada setiap variasi beban yang diuji. Temuan ini menunjukkan bahwa beban produk merupakan variabel yang secara langsung mempengaruhi intensitas kerja kompresor (Samsi et al., 2023). Secara termodinamika, kerja kompresor ditentukan oleh selisih entalpi antara kondisi masuk dan keluar kompresor. Peningkatan temperatur keluaran kompresor menyebabkan kenaikan nilai entalpi keluaran, sehingga selisih entalpi menjadi lebih besar. Kondisi ini mengakibatkan peningkatan kerja kompresor yang harus dilakukan dalam setiap siklus. Fenomena ini sesuai dengan prinsip dasar siklus kompresi uap dalam sistem refrigerasi (Dossat, 1961).

Peningkatan beban produk menyebabkan bertambahnya kalor yang harus diserap oleh evaporator. Hal ini berdampak pada peningkatan laju aliran panas yang harus dipindahkan ke kondensator. Kompresor harus menyesuaikan kapasitas kerjanya untuk menjaga keseimbangan sistem. Mekanisme adaptasi ini telah dijelaskan dalam kajian performa kompresor modern (Zhu et al., 2022). Selain itu, peningkatan tekanan kondensasi turut mempengaruhi kerja kompresor secara signifikan. Rasio kompresi yang lebih tinggi menyebabkan kebutuhan energi kompresi meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan kondisi operasi tidak hanya dipengaruhi oleh beban, tetapi juga oleh respons sistem terhadap perubahan tekanan. Temuan ini konsisten dengan studi eksperimental pada sistem refrigerasi kompresi uap (Junaedy et al., 2022).

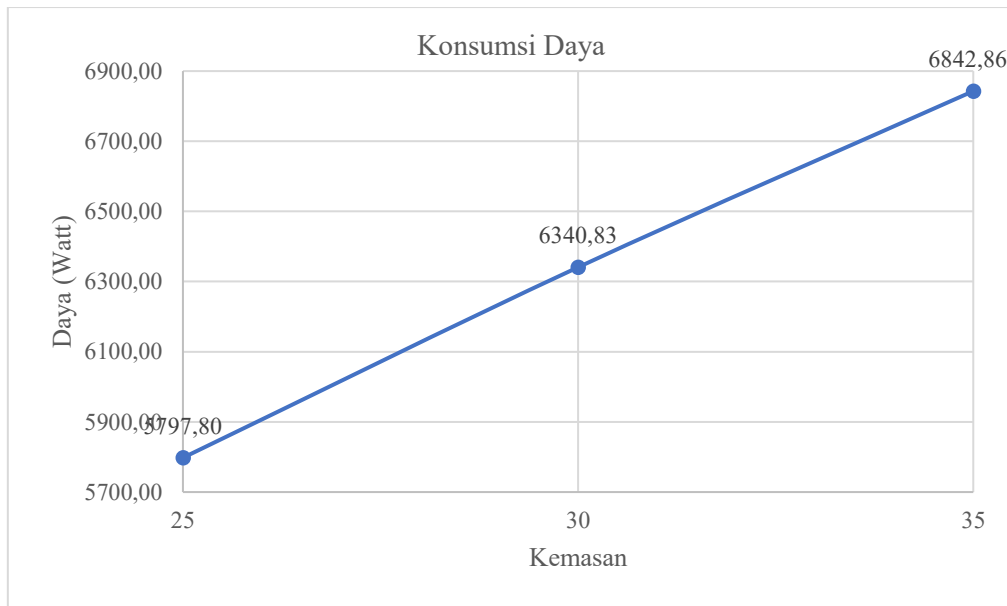
Keterkaitan antara beban dan kerja kompresor juga dapat dianalogikan dengan konsep beban kerja dalam sistem lain. Dalam konteks teknik dan manajemen, peningkatan beban kerja akan meningkatkan kebutuhan energi atau usaha untuk mempertahankan kinerja sistem. Analogi ini memperkuat interpretasi bahwa kompresor mengalami peningkatan beban operasional seiring bertambahnya beban produk. Pendekatan serupa juga ditemukan dalam studi lintas disiplin terkait beban kerja (Tinambunan et al., 2022). Berikut disajikan data kerja kompresor berdasarkan variasi beban produk yang diperoleh dari hasil eksperimen.



Gambar 2. Grafik kerja kompresi

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa kerja kompresor mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya beban produk. Pada beban 25 kemasan, kerja kompresor sebesar 72,54 kJ/kg, kemudian meningkat menjadi 73,14 kJ/kg pada 30 kemasan, dan 73,47 kJ/kg pada 35 kemasan. Peningkatan kerja kompresor ini disebabkan oleh bertambahnya beban kalor yang harus dipindahkan oleh sistem refrigerasi. Semakin banyak produk yang didinginkan, maka semakin besar kalor yang diserap oleh evaporator. Kondisi ini menyebabkan kompresor harus bekerja lebih keras untuk mensirkulasikan refrigeran serta menaikkan tekanan dari kondisi evaporasi ke kondisi kondensasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Tupamahu et al. (2024) yang menunjukkan bahwa peningkatan hambatan aliran refrigeran akibat variasi pipa kapiler juga menyebabkan peningkatan kerja kompresor dan penurunan efisiensi sistem.

Secara termodinamika, kerja kompresor ditentukan oleh selisih entalpi antara kondisi masuk dan keluar kompresor ($h_2 - h_1$). Dengan meningkatnya beban pendinginan, temperatur keluaran kompresor (T_2) cenderung meningkat sehingga nilai entalpi keluaran (h_2) juga meningkat. Hal ini menyebabkan selisih entalpi semakin besar, sehingga kerja kompresor meningkat. Fenomena ini sejalan dengan penelitian yang dikemukakan oleh Huda et al. (2021) yang menyatakan bahwa peningkatan beban pendinginan akan meningkatkan kerja kompresor karena jumlah kalor yang harus dipindahkan semakin besar. Selain itu, Junaedy et al. (2022) juga menjelaskan bahwa bertambahnya beban menyebabkan kompresor membutuhkan energi lebih besar untuk mempertahankan tekanan dan aliran refrigeran dalam sistem. Hasil penelitian ini juga didukung oleh Darmawan (2023) dan Santosa et al. (2016) yang menunjukkan bahwa peningkatan beban pendinginan berbanding lurus dengan peningkatan kerja kompresor akibat meningkatnya energi kompresi yang dibutuhkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kerja kompresor sangat dipengaruhi oleh variasi beban produk yang diberikan pada sistem.



Gambar 3. Grafik daya input sistem

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi daya listrik meningkat seiring dengan bertambahnya beban produk. Pada beban 25 kemasan, daya listrik sebesar 5797,8 Watt, kemudian meningkat menjadi 6340,83 Watt pada 30 kemasan, dan 6842,86 Watt pada 35 kemasan. Peningkatan konsumsi daya ini terjadi karena kompresor harus bekerja lebih berat untuk mengatasi bertambahnya kalor dari produk yang didinginkan. Semakin besar beban produk, maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan proses pendinginan agar tetap mencapai suhu yang diinginkan. Selain itu, peningkatan beban juga mempengaruhi tekanan kondensasi yang cenderung meningkat, sehingga rasio kompresi menjadi lebih besar. Hal ini menyebabkan kompresor membutuhkan daya listrik yang lebih tinggi untuk melakukan proses kompresi refrigeran.

Menurut Purwanto et al. (2014), peningkatan beban pendinginan akan menyebabkan peningkatan konsumsi energi listrik karena kompresor harus bekerja lebih keras. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Lubis et al. (2022) yang menyatakan bahwa konsumsi daya listrik meningkat seiring dengan bertambahnya beban pendinginan dalam sistem refrigerasi. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi daya listrik sangat dipengaruhi oleh variasi beban produk, di mana peningkatan beban menyebabkan peningkatan konsumsi energi secara langsung.

Jika ditinjau dari sisi efisiensi, peningkatan kerja kompresor dapat berdampak pada penurunan performa sistem secara keseluruhan. Hal ini terjadi karena energi yang dibutuhkan meningkat lebih cepat dibandingkan kapasitas pendinginan yang dihasilkan. Kondisi ini sering dikaitkan dengan penurunan Coefficient of Performance (COP) pada sistem refrigerasi. Fenomena tersebut telah dilaporkan dalam berbagai studi eksperimental sebelumnya (Santosa et al., 2017). Peningkatan kerja kompresor juga menunjukkan adanya keterbatasan sistem dalam mengakomodasi beban yang lebih besar. Kapasitas kompresor yang tetap akan menghadapi tekanan lebih tinggi ketika beban meningkat. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan temperatur kerja yang berpotensi mempengaruhi umur komponen. Kondisi serupa juga diamati dalam penelitian terkait optimasi sistem refrigerasi (Alfanda et al., 2025).

Dalam perspektif sistem energi, peningkatan kerja kompresor mencerminkan meningkatnya kebutuhan energi input. Hal ini berkorelasi langsung dengan konsumsi daya listrik yang juga meningkat pada setiap variasi beban. Hubungan ini menunjukkan bahwa kerja kompresor merupakan indikator utama dalam analisis performa sistem refrigerasi. Pendekatan ini juga digunakan dalam analisis sistem energi industri (Maryana & Sarjana, 2024). Analisis ini juga menunjukkan bahwa variasi beban produk harus dikendalikan untuk menjaga stabilitas kinerja sistem. Pengoperasian pada beban optimal dapat membantu mengurangi beban kerja kompresor dan meningkatkan efisiensi energi. Strategi ini penting dalam aplikasi industri yang membutuhkan efisiensi operasional tinggi. Hal ini sejalan dengan konsep optimasi beban dalam berbagai sistem teknis (Kunthi et al., 2025).

Variasi beban juga dapat mempengaruhi karakteristik dinamis sistem dalam jangka panjang. Perubahan beban yang tidak terkendali dapat menyebabkan fluktuasi performa yang signifikan. Hal ini menunjukkan pentingnya desain sistem yang adaptif terhadap perubahan beban. Pendekatan ini juga relevan dalam kajian variasi produk dan kualitas sistem (Nabillah et al., 2023). Secara keseluruhan, hasil pembahasan menunjukkan bahwa kerja kompresor sangat dipengaruhi oleh variasi beban produk. Peningkatan beban menyebabkan peningkatan kerja kompresor melalui mekanisme termodinamika dan perubahan kondisi operasi. Analisis ini memperkuat hubungan antara beban pendinginan dan energi kompresi dalam sistem refrigerasi. Temuan ini memberikan kontribusi terhadap pemahaman kinerja sistem ice maker berbasis brine cooling (Putra & Agusti, 2020).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi beban produk berpengaruh signifikan terhadap kinerja kompresor pada sistem ice maker berbasis brine cooling. Peningkatan jumlah beban produk dari 25 menjadi 35 kemasan menyebabkan kenaikan kerja kompresor dari 72,54 kJ/kg menjadi 73,47 kJ/kg. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kalor yang harus dipindahkan oleh sistem, sehingga kompresor memerlukan energi kompresi yang lebih besar untuk mempertahankan siklus refrigerasi. Selain itu, konsumsi daya listrik juga mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya beban produk, yaitu dari 5797,8 Watt menjadi 6842,86 Watt. Peningkatan ini menunjukkan bahwa beban pendinginan memiliki hubungan langsung dengan kebutuhan energi sistem. Semakin besar beban produk, maka semakin tinggi kerja kompresor dan konsumsi daya listrik yang dibutuhkan, yang berdampak pada penurunan efisiensi energi sistem secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfanda, B. D., Kusuma, G. E., Maulana, Z., & Muninggar, R. (2025). Experimental Optimization of R-134a Refrigerant Charge in a Retrofitted Dual Function Refrigeration System for Marine Engineering Applications. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 10(4), 1399-1407. <https://doi.org/10.12962/j25481479.v10i4>
- Anwar, K. (2010). Efek beban pendingin terhadap performa sistem mesin pendingin. *Smartek*, 8(3), 221671.
- Darmawan, D. B. (2023). Analisa Performance Mesin Ice Maker Menggunakan Outdoor Ac Berkapasitas 7 Kg. *Jurnal Rekayasa Energi*, 2(2), 31-35. <https://doi.org/10.31884/jre.v2i2.37>
- Huda, A. A., Karyanik, K., & Dewi, E. S. (2021). Efek variasi beban pendinginan terhadap Coefficient of performance (COP) mesin pendingin pada box cooler alat distilasi. *Jurnal Agrotek Ummat*, 8(2), 110–115.
- Indartono, Y. S., & Mustikaningtyas, A. (2022, September). Solar Powered Ice Maker System in Karimunjawa Island, Indonesia. In *MMBD* (pp. 352-360).
- Kusnandar, K., & Kurniawan, Y. (2020). Perbandingan Cop AC Split Kapasitas 1 Pk Menggunakan Refrigerant R410a Dan R32 Dengan Variasi Kecepatan Fan Evaporator. *TURBULEN Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 50-55. <https://doi.org/10.36767/turbulen.v2i2.553>
- Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Uji Eksperimental Kemampuan Lemari Pembeku Terhadap Beban Pendingin Menggunakan Energi Matahari. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 23(1), 52-58. <https://doi.org/10.23917/mesin.v23i1.15717>
- Mainil, A. K. (2012). Kaji eksperimental performansi mesin pendingin kompresi uap menggunakan refrigeran hidrokarbon (HCR12) sebagai alternatif pengganti R12 dengan sistem drop-in substitute. *MECHANICAL*, 3(1). <https://doi.org/10.23960/mech.v3i1.142>
- Mastur, M., Setiyawan, K., & Sugiantoro, B. (2016). Pengaruh variasi beban, waktu pendinginan dan temperatur ruang terhadap performansi mesin pendingin. *Techno*, 17(1), 43–47. <https://doi.org/10.30595/techno.v17i1.78>
- Mitrakusuma, W. H., Setyawan, A., & Putri, R. D. R. (2018). Pengaruh Variasi Debit Refrigeran Sekunder Terhadap Kinerja Sistem Chiller Brine Cooling. *Pros Nas Rekayasa Teknol Ind dan Inf*, 13, 2018.
- Muharni, R., Suryadimal, S., Afrianda, A., Kaidir, K., Martiana, W., & Kesuma, D. S. (2023). Analisis Performa Sistem Pendingin Mesin Mini Water Chiller. *Jurnal Teknik Mesin*, 16(1), 30-36. <https://doi.org/10.30630/jtm.16.1.1063>

- Pamungkas, K. P., Mitrakusuma, W. H., & Lukitobudi, A. R. (2023, August). Rancang Bangun Miniatur Arena Ice Skating Dengan Sistem Brine Cooling. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 14, No. 1, pp. 580-585). <https://doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5451>
- Penangsang, O., Aisjah, A. S., Arifin, S., Indriawati, K., Wahyuono, R. A., Widjiantoro, B. L., ... & Asyari, M. K. (2022). Bawean Innovative Ice Maker For Economist Fish Cooling System (BIM-Fish). *Sewagati*, 6(1), 85-91. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v6i1.176>
- Purwanto, E., & Ridhuan, K. (2014). Pengaruh Jenis Refrigerant Dan Beban Pendinginan Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 3(1). <http://doi.org/10.24127/trb.v3i1.19>
- Ramdhani, M. R., Muliawan, R., & Khakim, N. (2023, August). Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Fan Kondenser Terhadap Performansi Sistem Brine Cooling Untuk Pembuatan Es Balok. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 14, No. 1, pp. 147-153). <https://doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5376>
- Rizkyana, Q., Pramudantoro, T. P., & Muliawan, R. (2023, August). Rancang Bangun Sistem Brine Cooling yang Dilengkapi Liquid Suction Heat Exchanger untuk Pembuatan Es Balok. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 14, No. 1, pp. 291-296). <https://doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5401>
- Samsi, S., Hermawan, A., Binardi, T., Ilham, M., & Rahardja, I. B. (2023). Analisa beban pendingin produk pada contact plate freezer terhadap kinerja kompresor di PT. Trimitra Makmur, Tarakan, Kalimantan Utara. *Jurnal Teknologi*, 15(2), 207-216. <https://doi.org/10.24853/jurtek.15.2.207-216>
- Santosa, A., Setiawan, A., Anwar, Saepudin, A., Kusnadi, Darussalam, R., ... & Purwanto, A. J. (2024, August). Design and construction of compressor heat recovery utilization of ice machine for drying system. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3069, No. 1, p. 020116). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0206057>
- Setiawan, A., & Imam, M. (2023). Analisis pengaruh variasi putaran extra fan evaporator terhadap kinerja cold storage menggunakan mesin outdoor AC split untuk penyimpanan puree mangga. *JURNAL REKAYASA ENERGI*, 2(2), 1-10. <https://doi.org/10.31884/jre.v2i2.41>
- Sormin, I. A., Gunadnya, I. B. P., & Aviantara, I. G. N. A. (2023). Kinerja kotak pendingin (cooler box) berpendingin TEC1-12715 pada beberapa beban pendinginan. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 11(1), 29-37. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2023.v11.i01.p04%20>
- Sunardi, C., Sutandi, T., Putra, A. D. D., & Kosasih, A. (2019). Pengaruh refrigeran R-22 dan MC-22 terhadap performansi sistem refrigerasi brine Cooling. *Edusaintek*, 3.
- Junaedy, I., Temaja, I. W., & Subagia, I. (2022). Pengaruh Beban Terhadap Performansi Pada Multiple Compressor Rack Refrigeration System Trainer Gt-500 (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- Tupamahu, C., Tentua, B. G., Hulihulis, T., & Nurhaeny, A. (2024). Variasi Lilitan Pipa Kapiler Terhadap Kerja Unit Pembuat Es Menggunakan Outdoor AC 1 PK. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 14(3), 202-206. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v14i3.7847>
- Zhu, Z., Liang, K., Chen, H., & Meng, Z. (2022). Inherent capacity modulation of a linear refrigeration compressor. *International Journal of Refrigeration*, 143, 182-191. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2022.06.032>