JOURNAL SYNTAX IDEA
p–ISSN: 2723-4339 e-ISSN: 2548-1398
Vol. 8, No. 7, Juli 2026

Pengaruh Kadar Garam (Salinitas) terhadap Laju Pembekuan Es Balok dengan Sistem Brine Tank di UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai

Raja Mohd Irza Mahendra*, Eddy Elfiano
Universitas Islam Riau, Indonesia
Email: rajamohdirzamahendra@stundent.uir.ac.id*, eddy_elfiano@eng.uir.ac.id

Keywords:
salt concentration; salinity; brine tank; freezing rate; block ice.

Abstract
The demand for block ice as a cooling medium for fishermen's catches at UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai continues to increase, necessitating optimization of the freezing process to ensure efficient ice availability. This study aims to analyze the effect of salt concentration (salinity) variations in the brine tank system on the block ice freezing rate, and to determine the most efficient salt concentration. The research was conducted from December 18 to 25, 2025, using a quantitative method with three salt concentration variations: 10%, 14%, and 17%. Parameters measured included brine tank temperature, freezing time, evaporator temperature, electrical energy consumption (kWh), and system efficiency. The results indicate that increasing salt concentration significantly lowers the solution temperature and accelerates the freezing rate. At 10% salinity, the brine tank temperature reached -4°C with a freezing time of 12.3 hours and energy consumption of 336.89 kWh. At 14% salinity, the temperature dropped to -7°C with a freezing time of 8.8 hours and energy consumption of 262.49 kWh. At 17% salinity, the brine tank temperature reached -10°C with the shortest freezing time of 6.2 hours and the lowest energy consumption of 184.93 kWh. System efficiency improved with increasing salinity, from 1.76% at 10% concentration to 3.50% at 17%. It is concluded that a salt concentration of 17% represents the most optimal condition in the brine tank system for achieving rapid freezing with efficient energy consumption.

Kata Kunci:
kadar garam; salinitas; brine tank; laju pembekuan; es balok.

Abstrak
Kebutuhan es balok sebagai media pendingin hasil tangkapan nelayan di UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai terus meningkat, sehingga diperlukan optimalisasi proses pembekuan untuk menjamin ketersediaan es yang efisien. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi kadar garam (salinitas) dalam sistem brine tank terhadap laju pembekuan es balok, serta menentukan konsentrasi garam yang paling efisien. Penelitian dilakukan pada 18–25 Desember 2025 menggunakan metode kuantitatif dengan tiga variasi kadar garam, yaitu 10%, 14%, dan 17%. Parameter yang diukur meliputi suhu brine tank, waktu pembekuan, suhu evaporator, konsumsi energi listrik (kWh), dan efisiensi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar garam berpengaruh signifikan terhadap penurunan suhu larutan dan percepatan laju pembekuan. Pada kadar garam 10%, suhu brine tank mencapai -4°C dengan waktu pembekuan 12,3 jam dan konsumsi energi 336,89 kWh. Pada kadar garam 14%, suhu turun menjadi -7°C dengan waktu pembekuan 8,8 jam dan konsumsi energi 262,49 kWh. Pada

kadar garam 17%, suhu brine tank mencapai -10°C dengan waktu pembekuan paling singkat, yaitu 6,2 jam, dan konsumsi energi paling rendah sebesar 184,93 kWh. Efisiensi sistem meningkat seiring kenaikan kadar garam, dari 1,76% pada konsentrasi 10% hingga 3,50% pada konsentrasi 17%. Disimpulkan bahwa kadar garam 17% merupakan konsentrasi paling optimal dalam sistem brine tank untuk menghasilkan pembekuan yang cepat dengan konsumsi energi yang efisien.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber daya perikanan yang sangat besar, yaitu diperkirakan mencapai 65 juta ton per tahun. Namun, hingga saat ini potensi tersebut baru dimanfaatkan sekitar 9 juta ton. Sebagian besar potensi tersebut berasal dari sektor perikanan budidaya (akuakultur) yang diperkirakan mencapai 57,7 juta ton per tahun. Sementara itu, potensi perikanan tangkap di laut dan perairan umum diperkirakan sebesar 7,3 juta ton per tahun dengan tingkat pemanfaatan mencapai 65,75%.

Produksi perikanan Indonesia juga memberikan kontribusi terhadap kegiatan ekspor. Volume ekspor hasil perikanan tercatat sebesar 577.419 ton atau sekitar 12,54% dari total produksi nasional yang mencapai 4,6 juta ton. Selain itu, jumlah ikan yang dipasarkan dalam bentuk segar mencapai sekitar 2,9 juta ton. Sekitar 30% dari produksi ikan segar tersebut dimanfaatkan sebagai bahan baku produk perikanan yang diekspor. Akibatnya, kualitas ikan yang dipasarkan di dalam negeri masih relatif lebih rendah dibandingkan dengan produk yang ditujukan untuk pasar ekspor (Sahar et al., 2010) .

Kota Dumai merupakan salah satu kota di Provinsi Riau yang dibentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 16 Tahun 1999 tanggal 20 April 1999. Secara geografis, Kota Dumai berbatasan langsung dengan Selat Malaka sehingga sebagian besar masyarakat yang bermukim di wilayah pesisir menggantungkan mata pencahariannya pada sektor kelautan dan perikanan. Salah satu aktivitas utama masyarakat pesisir adalah penangkapan ikan yang telah menjadi profesi turun-temurun, khususnya bagi masyarakat yang tinggal di sepanjang kawasan pantai (Andriansyah & Nurhasanah, 2020).

UPT Perikanan dan Kelautan Kota Dumai memiliki berbagai fasilitas fungsional yang mendukung kegiatan operasional nelayan, salah satunya adalah pabrik es. Fasilitas ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan es balok sebagai media pendingin hasil tangkapan selama kegiatan melaut. Es balok dipasarkan dengan harga Rp25.000,00 per batang dengan berat sekitar 50 kg. UPT Perikanan dan Kelautan Kota Dumai memiliki dua unit pabrik es, yaitu pabrik dengan kapasitas produksi 160 batang es balok per hari dan pabrik es pabrik es berkapasitas 10 ton per hari yang mampu memproduksi sekitar 200 batang es balok per hari (Zaini Miftach, 2018)

Di UPT.Perikanan Dan Pelabuhan Dumai menggunakan sistem pendinginan brine tank,sistem,brine tank ini memiliki ke unggulan dari segi perawatan karena perawatan memiliki kos yang rendah dan kekurangan nya adalah pembekuan yang cukup memakan waktu 12-24 jam, oleh karena itu sistem pengambilan es balok menggunakan sistem recyle atau pengambilan bergantian setiap mall es balok. Oleh karena itu es balok banyak diminati oleh nelayan dikarenakan sumber daya laut kita yang berlimpah,dan adapun

tujuan penelitian ini agar tidak banyak ikan yang busuk dikarenakan lama nya pendinginan es balok dan permintaan yang banyak dikalangan nelayan laut karna indonesia terdiri dari banyak nya pulau-pulau.

Sistem *brine tank* bekerja dengan memanfaatkan larutan garam sebagai media perantara perpindahan panas antara evaporator dan cetakan es balok. Penambahan garam ke dalam air menurunkan titik beku larutan, sehingga larutan garam dapat mencapai suhu di bawah 0°C tanpa membeku. Prinsip ini memungkinkan perpindahan panas yang lebih efektif dari cetakan es balok ke larutan garam, yang kemudian didinginkan oleh evaporator. Semakin tinggi konsentrasi garam dalam larutan, semakin rendah titik beku yang dapat dicapai, sehingga potensi penurunan suhu larutan menjadi lebih besar. Namun, peningkatan konsentrasi garam juga memengaruhi sifat termofisika larutan, seperti kapasitas panas dan viskositas, yang pada akhirnya berdampak pada kinerja sistem secara keseluruhan (Aldrin & Anggara, 2022; Mitrakusuma, 2018).

Penelitian sebelumnya telah mengkaji berbagai aspek sistem *brine tank* dan pengaruh konsentrasi garam terhadap kinerja pendinginan. Aldrin & Anggara, (2022) menganalisis konsentrasi larutan garam dan beban pendinginan pada mesin pembuat es balok, dan menemukan bahwa kadar garam berpengaruh signifikan terhadap suhu brine dan waktu pembekuan. Mitrakusuma (2018) meneliti pengaruh variasi debit refrigeran sekunder terhadap kinerja sistem *chiller brine cooling*, dan menyimpulkan bahwa parameter aliran brine memengaruhi efisiensi sistem. Pamungkas, Mitrakusuma, dan Lukitobudi (2023) merancang bangun miniatur arena *ice skating* dengan sistem *brine cooling*, yang menunjukkan bahwa sistem brine mampu mencapai suhu rendah yang dibutuhkan untuk pembekuan. Sahar (2010) melakukan simulasi pengaruh aliran brine terhadap laju pembekuan air pada *mini ice plant*, dan menemukan bahwa kecepatan aliran brine memengaruhi homogenitas suhu dalam cetakan es. Haryadi (2020) menganalisis pengaruh pemeliharaan terhadap kinerja sistem refrigerasi, yang menekankan pentingnya perawatan rutin untuk menjaga efisiensi sistem.

Namun, penelitian yang secara spesifik mengkaji pengaruh variasi kadar garam (salinitas) terhadap laju pembekuan es balok dengan sistem brine tank di pabrik es skala industri, khususnya di UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai, masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya dilakukan pada skala laboratorium atau menggunakan simulasi komputer, sehingga hasilnya belum tentu dapat diaplikasikan secara langsung pada sistem produksi es balok skala industri yang memiliki karakteristik operasional berbeda. Penelitian yang mengintegrasikan analisis waktu pembekuan, konsumsi energi, dan efisiensi sistem pada berbagai variasi kadar garam di pabrik es skala industri masih jarang dilakukan. Hal ini menciptakan kesenjangan penelitian (research gap) yang perlu diisi, mengingat pentingnya optimalisasi proses pembekuan es balok untuk memenuhi kebutuhan nelayan dengan efisiensi energi yang tinggi.

Novelty penelitian ini terletak pada pengujian pengaruh variasi kadar garam (10%, 14%, dan 17%) terhadap laju pembekuan es balok pada sistem brine tank skala industri di UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai, dengan menganalisis secara komprehensif parameter suhu brine tank, waktu pembekuan, suhu evaporator, konsumsi energi listrik

(kWh), dan efisiensi sistem. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih banyak dilakukan pada skala laboratorium atau simulasi, penelitian ini menawarkan data empiris dari sistem produksi es balok skala industri yang beroperasi secara nyata. Penelitian ini juga memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu refrigerasi dan sistem brine tank dengan menyajikan analisis kuantitatif mengenai hubungan antara kadar garam dan kinerja sistem pendinginan pada kondisi operasional aktual.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi garam dalam sistem brine tank terhadap proses pembekuan es balok, menganalisis laju pembekuan es balok pada berbagai variasi konsentrasi garam, serta menentukan konsentrasi garam yang paling efisien dalam menghasilkan waktu pembekuan optimal dengan konsumsi energi minimal. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoretis bagi pengembangan ilmu refrigerasi dan sistem brine tank, khususnya mengenai pengaruh salinitas terhadap perpindahan panas dan kinerja sistem pendinginan. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi pengelola UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai dalam mengoptimalkan konsentrasi garam untuk meningkatkan efisiensi produksi es balok, mengurangi konsumsi energi, dan memenuhi kebutuhan es balok nelayan secara tepat waktu sehingga kualitas ikan tangkapan dapat terjaga.

METODE PENELITIAN

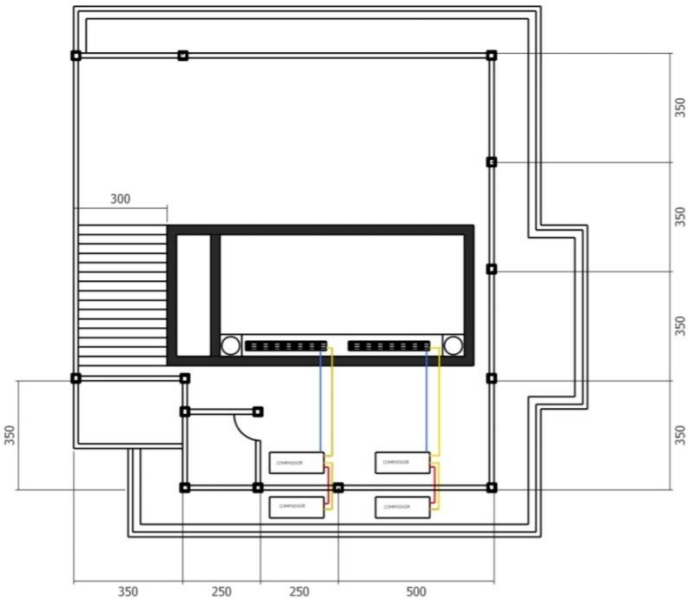
Dalam melakukan penelitian ada yang namanya metodologi penelitian, Yang dimana proses dari penelitian ini akan dilakukan berdasarkan diagram alir yang telah di buat.Penelitian yang akan dilakukan pertama yaitu dimulai lalu dilanjutkan studi literatur dengan mempelajari apa saja yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian di lokasi penelitian yaitu di UPT. Perikanan Dan Pelabuhan Dumai. Setelah studi literatur dilanjutkan dengan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian nanti yang dimana alat dan bahan pada saat penelitian yang akan digunakan untuk memperoleh hasil yang akan di analisa nanti dengan alat Termometer, Refractometer, Kamera Hp , dan bahan garam. Setelah memperoleh alat bahan yang akan digunakan dilanjutkan pengambilan data kadar air garam dan suhu yang dihasilkan ada ada dalam brine tank. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif yang dimana penelitian ini dilakukan secara sistematis dalam pengumpulan data yang akan di ukur.

Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan untuk pengambilan data untuk penelitian tugas akhir dengan judul analisa variasi kadar garam(sanilinitas) terhadap perfoma mesin refrigerasi es balok di UPT. Perikanan dan Pelabuhan DUMAI, Jl. TPI, Pangkalan Sesai, Kec DUMAI Bar., Kota Dumai, Provinsi Riau, Pada tanggal 18-Desember 2025 sampai dengan 25-Desember 2025.

Proses Pembuatan Es Balok

Adapun proses pembuatan es balok yang ada di UPT. Perikanan Dan Pelabuhan Dumai menggunakan sistem brine tank , seperti gambar dibawah ini :



Gambar 1. Gambar sistem brine tank (tangki air garam)
Sumber: Dokumentasi penelitian di UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai, 2025

Sebelum terbentuknya es balok tentu ada proses yang akan dilalui, proses yang dilalui pertama adalah pengisian air tawar kedalam wadah es balok dengan cara mengangkatnya menggunakan *crane* dan pengisiannya melalui *water feeding gadget*, setelah terisi penuh *ice bucket* dan diangkat kembali menggunakan *crane* kedalam *brine tank.* Di dalam *brine tank,* wadah es balok mengalami pendinginan selama 12 jam ±. Setelah es balok membeku akan diangkat kembali menggunakan *crane* ke *thawing tank* (tangki pencairan), lalu es balok dapat di keluarkan dari wadahnya.

Alat Dan Bahan

Sebelum melakukan Analisa perlu dipersiapkan alat dan bahan agar penelitian dapat berjalan dengan lancer dan mendapat hasil baik

1. Alat Yang Digunakan

Adapun alat - alat yang digunakan dalam melakukan penelitin ini sebagai berikut:

1. Termogun



Gambar 2. Termogun
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Spesifikasi termogun yang digunakan bermerek tolsen yang bisa mengkur temperatur dari -50°C sampai 800°C, menggunakan sensor infrared, Termogun berguna untuk mengukur suhu dicetakan es dan mengukur suhu sistem refrigerasi.

2. Hydrometer



Gambar 3. Hydrometer
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Hydrometer yang digunakan saat pengambilan data menggunakan prinsip Archimedes, yaitu gaya apung yang dialami benda dengan berat zat cair yang berbeda-beda dimana semakin banyak garam yang ada dibrine maka semakin terapung hydrometer dan semakin besar angka, hydrometer ini menggunakan pemberat yaitu merkuri, satuan yang terdapat ditabungnya berupa ppt*(parts/thousand),* jika dikonversi kepersen maka $\frac{ppt}{10} = \%$, berguna untuk mengetahui kadar garam yang ada di dalam brine tank.

3. Termometer



Gambar 4. Termometer
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Termometer air raksa disini bisa mengukur suhu sampai -20°C, untuk mengukur suhu air garam yang berada dalam brine tank.

4. Kamera HP



Gambar 7. Kamera HP
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Kamera HP disini untuk mendokumentasi kan pengujian dan mempotret semua yang dilakukan selama melakukan penelitian di UPT. Pelabuhan Dan Perikanan Dumai.

3.5.2 Bahan yang Digunakan

Adapun bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini sebagai berikut :

1. Garam



Gambar 6. Garam Grade A
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Garam yang digunakan garam grade A dimana garam ini yang paling ideal untuk brine tank, kelebihan garam ini kemurnian yang sangat tinggi (99,5%-99,9%) dan sangat minim residu, garam yang telah dicampur dengan air tawar bergunakan untuk menghanghantar kan suhu dingin dari evaporator keseluruh cetakan es balok.

2. Air bersih



Gambar 7. Air Bersih (Air Tawar)
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Air bersih (air tawar) digunakan sebagai bahan utama dalam terbentuknya es balok.

3. Refrigerant



Gambar 8. Refrigerant R22
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Rerigerant R22 *(Chlorodifluoromethane)* senyawa HCFC (Hydrochlorocarbon), formula kimianya $CHClF_2$, mempunyai titik didih -40°C - 8°C pada tekanan atmosfer, dan memiliki karakter fisika yang tidak beracun, tidak beraroma, dan berupa cairan jernih.

Prosedur Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian perbandingan kadar garam pada penyebaran suhu dingin didalam brine tank terhadap pembekuan es balok, pada kegiatan penelitian ini akan menajadi beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan selama melakukan analisa dilokasi penelitian yaitu di UPT. Perikanan Dan Pelabuhan Dumai. Berikut tahapan prosedur yang akan dilakukan sebelum dan sesudah melakukan penelitian :

1. Melakukan persiapan alat – alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Persiapan intruksi kerja atau SOP sebelum melakukan kerja dan analisa
3. Koordinasi dengan operator lapangan.
4. Melakukan pengecekan kadar garam dengan menggunakan refraktometer.
5. Isi wadah atau *ice bucket*, setelah itu *ice bucket* akan dikembalikan ke dalam *brine tank* lalu start menghitung jam untuk melakukan proses pendinginan.
6. Melakukan pengecekan es balok yang telah di letakkan di *brine tank* setelah melalui 12 jam ± pendinginan.
7. Kemudian melakukan pengecekan suhu pada evaporator, memastikan terjadi pengembunan atau tidak untuk melihat efek dari variasi kadar garam.
8. Lalu memastikan agitator tetap hidup selama proses pendinginan agar tidak terjadi pengendapan garam.
9. Melakukan pengukuran suhu pada evaporator dengan menggunakan termogun
10. Melakukan pengukuran kadar garam disetiap brine tank yang kadar garam berbeda

11. Lalu pastikan kembali data yang sudah diambil secara berulang untuk hasil yang lebih akurat
12. Setelah ngambilan data selesai bersihkan alat-alat yang sudah digunakan dengan air tawar agar air garam tidak menempel

Hasil dan Pembahasan

Data – data dan sampel yang telah didapatkan dari hasil pengujian kadar garam yang dilakukan di UPT. Perikanan Dan Pelabuhan Dumai, setelah mendapatkan data dan sampel dari pengujian, kemudian dilakukannya analisa dari hasil kadar garam yang berbeda – beda, hasil analisa tersebut dijadikan sebagai pembahasan untuk kesimpulan dari pengaruh kadar garam (salinitas) terhadap performa mesin refrigerasi pada pembuatan es balok dengan sistem brine tank di UPT. Pelabuhan Dan Perikanan Dumai.

a. Tabel Data Penelitian

Pada saat melakukan penelitian penulis melakukan pembuatan tabel data penelitian, Tabel data penelitian ini nantinya diunjuk sebagai alur penelitian nantinya pada saat di lokasi penelitian di UPT. Perikanan Dan Pelabuhan Dumai.

Tabel 1. Data Penelitian

No	Kadar Garam (%)	Temperatur brine tank (°C)	Waktu pembekuan (jam)	Temperatur Evaporator (°C)	Konsumsi Energi (kWh)	Ketebalan Es (cm)
1	10	-4	Jam	-3	336,8884	38 cm
2	14	-7	Jam	-3	262,4864	38 cm
3	17	-10	Jam	-3	184,9334	38 cm

Sumber: Data primer penelitian, 2025

b. Jadwal Kegiatan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, Penulis membuat sebuah jadwal kegiatan penelitian pengaruh kadar garam (salinitas) terhadap performa mesin refrigerasi pada pembuatan es balok dengan sistem brine tank di UPT. Pelabuhan Dan Perikanan Dumai. Agar proses melakukan penelitian dilakukan secara terjadwal dan teratur.

Tabel 2. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	BULAN																							
		Maret - Mei				Juni-Agustus				September - November				Desember - Febuari											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																								
2	Pembuatan Proposal																								
3	Persiapan Alat dan Bahan																								
4	Seminar Proposal																								

Sumber: Dikembangkan peneliti, 2025

3.8 Kesimpulan Penelitian

Setelah melakukan penelitian didapatkan hasil dari penelitian dan dilakukan pembahasan yang akan mendapatkan kesimpulan dari pengaruh kadar garam (salinitas) terhadap performa mesin refrigerasi pada pembuatan es balok dengan sistem brine tank di UPT. Pelabuhan Dan Perikanan Dumai. Hasil kesimpulan penelitian tersebut yang akan di tujukan ke tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel Hasil Pengujian

Tabel 3. Hasil Pengujian

No	Kadar Garam (%)	Temperatur brine tank (°C)	Waktu pembekuan (jam)	Temperatur Evaporator (°C)	Konsumsi Energi (kWh)	Ketebalan Es (cm)
1	10	-4	12,3	-3	336,8884	38
2	14	-7	8,8	-3	262,4864	38
3	17	-10	6,2	-3	184,9334	38

Sumber: Data primer penelitian, 2025

Menghitung Energi total Pembekuan

Setelah dilakukannya pengambilan data, dapat diketahui energi total pembekuan atau energi yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang dibutuhkan dengan cara menghitung energi total pembekuan sebagai berikut:

- **Pendingan air ke 0°C**

$$\boldsymbol{Q_1 = m.C_p.\Delta T}$$

= 50kg . 4.18kJ/kg°C . (30-0) = 6270kJ

- **Pembekuan Air**

$$\boldsymbol{Q_2 = m.Lf}$$

= 50kg.334kJ/kg=16700Kj

- **Pendinginan es ke -3°C**

$$\boldsymbol{Q_3 = m.C_{es}.\Delta T}$$

= 50kg.2,1kJ/kg°C.3°C = 315kJ

Total Energi = $\boldsymbol{Q_{total}}$ = 6270kJ + 16700kJ + 315kJ

= 23285kJ = 23285000J

Menghitung Energi Perpindahan Panas

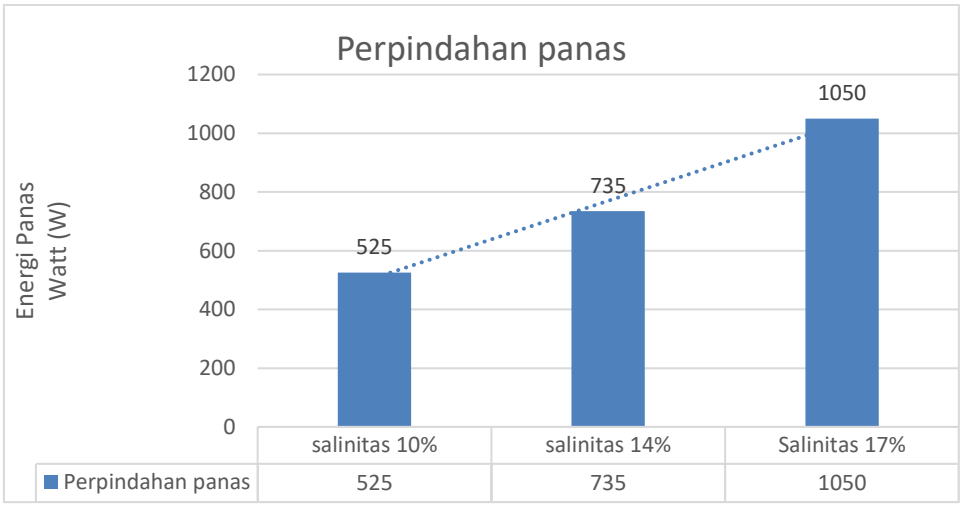
cara menghitung Energi perpindahan panas dengan masing-masing kadar garam(salinitas):

Brine 10%(-5°C)

$$Q = U.A.\Delta T$$

$$Q = \frac{50W}{m^2.K}.2{,}1m^2.5°C$$

$$Q = 525W$$



Gambar 9. Grafik Perpindahan Panas
Sumber: Hasil analisis data penelitian, 2025

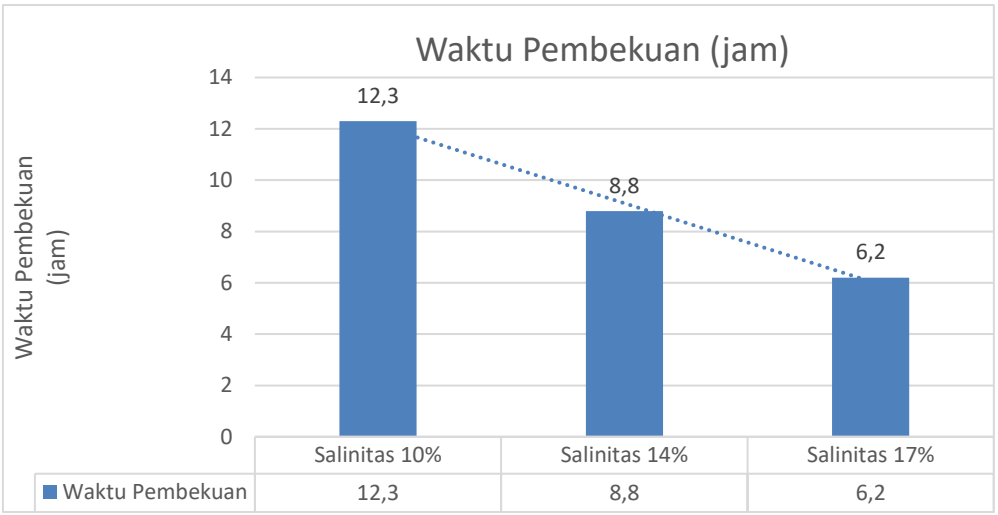
Daya yang dihasilkan saat perpindahan panas terdapat pada grafik perpindahan panas dengan variasi kadar garam, dimana dengan perbedaan kadar garam daya yang dihasilkan jugak berbeda dimana kadar garam 10% mendapat daya sebesar 525 watt, dikadar garam 14% mengalami kenaikan yaitu sebesar 735 watt, dan dikadar garam 17% mengalami kenaikan sebesar 1050 watt, dimana semakin tinggi kadar garam akan semakin efektif daya yang bisa diserap oleh brine tank.

4.4 Waktu Pembekuan(Jam)

Adapun cara untuk mencari laju pembekuan dimasing

1. **Brine 10%**

$$t = \frac{Qtotal}{Q} = \frac{23285000}{525} = 44.352{,}4detik = 12{,}3\ jam$$



Gambar 10. Grafik Waktu Pembekuan
Sumber: Hasil analisis data penelitian, 2025

Dimana Waktu pembekuan dari masing-masing kadar garam semakin cepat berdampingan dengan seberaapa besar kadar garamnya, dengan kadar garam 10% membutuhkan waktu 12,3 jam untuk es balok dapat membeku, dengan kadar garam 1 4% membutuhkan waktu lebih sedikit dibandingkan kadar garam 10% yaitu hanya membutuhkan waktu 8,8 jam, dan kadar garam 17% hanya membutuhkan waktu pembekuan 6,2 jam .

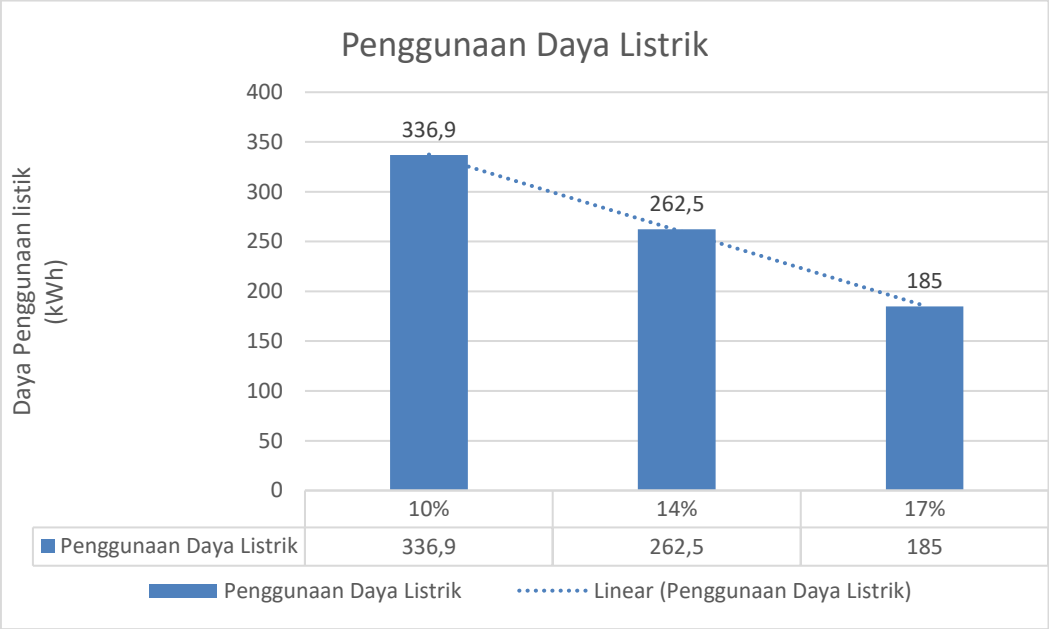
Konsumsi Listrik (kWh)

Yang diketahui daya motor listrik = **29828 *Watt***

1. **Salinitas 10%**

$$kWh = \frac{Watt.Jam}{1000}$$

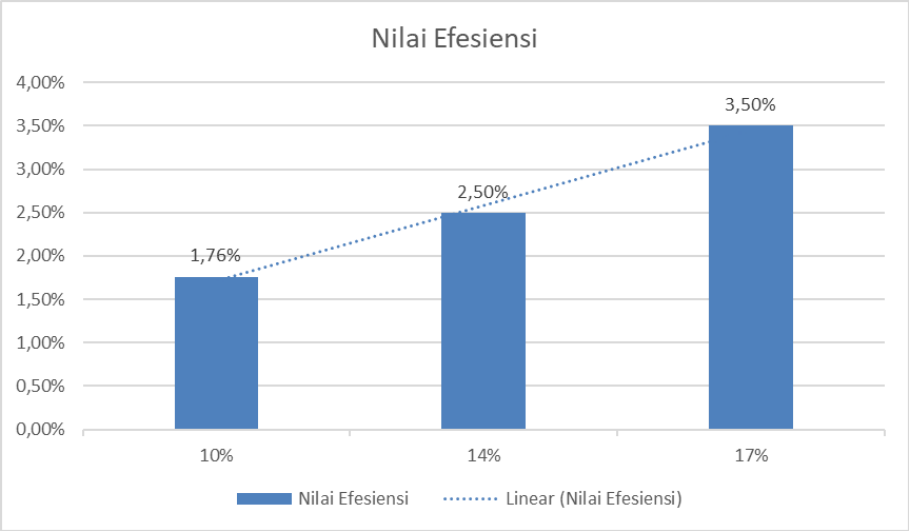
$$kWh = \frac{29828W.12{,}3Jam}{1000} = 366{,}9kWh$$



Gambar 11. Grafik Konsumsi Listrik (kWh)
Sumber: Hasil analisis data penelitian, 2025

Penggunaan daya listrik dengan satuan kWh dengan masing-masing kadar garam, dengan kadar garam 10% menggunakan daya listrik selema pembekuan sebesar 336,9 kWh, kadar garam 14% menggunakan daya selama pembekuan sebesar 262,5 kWh, kadar garam 17% menggunakan daya selama pembembekuan sebesar 185 kWh, dengan masing-masing kadar garam semakin tinggi kadar garam semakin sedikit konsumsi daya yang dibutuhkan untuk membekukan es balok. Dari hasil konsumsi kita bisa menghitung efesiens(Ƞ) dengan cara;

$$\eta = \frac{Q_{total}}{kWh} .100\% = \frac{23285kJ}{665748kJ} .100\% = 3{,}50\%$$



Gambar 12. Grafik Efisiensi Sistem (Ƞ)
Sumber: Hasil analisis data penelitian, 2025

Setelah dilakukan perhitungan untuk mencari efesiesi didapat efesinsi dengan kadar garam17% efesiensinya 3,50%, kadar garam 14% mengalami penurunan 2,50%, dan kadar garam 10% mengalami penurunan ke 1,76%, semakin tinggi kadar garam semakin tinggi kadar garam semakin besar pula efesiensinya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada variasi kadar garam terhadap waktu pembekuan es balok dengan sistem brine tank di UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai, dapat disimpulkan bahwa kadar garam sangat mempengaruhi penghantaran suhu dingin dari evaporator ke brine tank, di mana semakin tinggi konsentrasi garam, semakin rendah suhu yang dapat dicapai oleh larutan brine sehingga perpindahan panas dari cetakan es ke larutan garam menjadi lebih efektif. Kadar garam juga sangat mempengaruhi waktu pembekuan es balok, dengan kadar garam 10% membutuhkan waktu 12,3 jam, kadar garam 14% membutuhkan waktu 8,8 jam, dan kadar garam 17% hanya membutuhkan waktu 6,2 jam, yang menunjukkan bahwa peningkatan kadar garam secara signifikan mempercepat proses pembekuan. Kadar garam 17% terbukti menjadi konsentrasi paling optimal karena menghasilkan waktu pembekuan tercepat (6,2 jam) dengan konsumsi energi terendah (184,93 kWh) dan efisiensi sistem tertinggi (3,50%), menjadikannya kondisi paling efisien dalam sistem brine tank untuk produksi es balok.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, disarankan bagi pengelola UPT Pelabuhan dan Perikanan Dumai untuk menerapkan kadar garam 17% sebagai standar operasional dalam proses pembekuan es balok guna meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi konsumsi energi listrik, dan memenuhi permintaan es balok nelayan secara lebih cepat sehingga kualitas ikan tangkapan dapat tetap terjaga. Selain itu, disarankan untuk melakukan perawatan rutin pada sistem brine tank, termasuk pengecekan kadar garam secara berkala

dan pembersihan agitator untuk mencegah pengendapan garam yang dapat menurunkan kinerja sistem. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengkaji pengaruh variasi kadar garam di atas 17% terhadap laju pembekuan dan konsumsi energi, serta menganalisis pengaruh jenis garam yang berbeda terhadap kinerja sistem refrigerasi. Penelitian lebih lanjut juga dapat dilakukan dengan mempertimbangkan variabel tambahan seperti kecepatan aliran brine, desain cetakan es, dan kapasitas kompresor untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai optimalisasi sistem brine tank.

REFERENSI

Adolph, R. (2016). *Buku sistem refrigerasi*. 1–23.

Al Hasbi, G., 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), 768–778.

Aldrin, & Anggara, M. (2022). Analisa Konsentrasi Larutan Garam dan Beban Pendinginan Pada Mesin Pembuat Es Balok Berbasis Energi Terbarukan dan Listrik PLN Dengan Sistem Smart Microgrid. *Jurnal Flywheel*, *13*(2), 7–13. https://doi.org/10.36040/flywheel.v13i2.5829

Andriansyah, S., & Nurhasanah. (2020). Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis. *Konsep Desain Menentukan Hull Type, Material, Dan Propulsi Unmanned Surface Vehicle (Usv) Untuk Patroli Di Wilayah Rokan Hiir Dengan Metode Desicion Tree*, *000*(Lcm), 478–486.

Fazrul, C. M., & Prayogi, U. (2019). Analisa Teknis Perencanaan Sistem Pendingin Ruang Palkah Ikan Di Km. Bintang Mas Murni Dari Refrigeran R-22 (Hcfc-22) Ke R 134a. *Prosiding Seminakel*, *22*, 36–57.

Haryadi, S. (2020). Analisa Pengaruh Pemeliharaan Terhadap Kinerja. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, *2*(1), 30–35.

Helmenstine. (2024). *adding-salt-increases-water-boiling-point-607447*. https://www.thoughtco.com/adding-salt-increases-water-boiling-point-607447

Jumadi, Aziz, A., & Mainil, R. I. (2016). Pendingin Siklus Kompresi Uap Hibrida Menggunakan Refrigeran R 22. *Jom FTEKNIK*, *3*(2), 3–6.

Mitrakusuma, W. H. (2018). Pengaruh Variasi Debit Refrigeran Sekunder Terhadap Kinerja Sistem Chiller Brine Cooling. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi XIII*, *2018*(November), 385–391. https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1045

Pamungkas, K. P., Mitrakusuma, W. H., & Lukitobudi, A. R. (2023). Rancang Bangun Miniatur Arena Ice Skating Dengan Sistem Brine Cooling. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, *14*(1), 580–585. https://doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5451

Patabang, D. (2005). Efek Udara Di Dalam Sistem Refrigerasi. *Mektek*, 1–5. http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mektek/article/viewFile/356/295

Pratama, W. Y., & Ali Zainal Abidin. (2023). *Kajian Eksistensi Produk Garam Darat di Desa Jono , Kecamatan*. *7*(2), 351–361.

Raharjo, S. (2020). *Efisiensi Penggunaan Refrigerant Pada Mesin Pengkondisian Udara Split*.

Sahar, D. R., Teknik, F., Studi, P., & Mesin, T. (2010). *UNIVERSITAS INDONESIA SIMULASI PENGARUH ALIRAN BRINE TERHADAP LAJU PEMBEKUAN AIR*

PADA MINI ICE PLANT UNIVERSITAS INDONESIA.
Saksono, P. (2013). Analisa Siklus Ideal Dan Aktual Pada Mobile Air Conditioning Dengan Menggunakan R-134a Dan Hidrokarbon MC-134. *Transmisi*, *VOL-IX*(Edisi-2), 903–910.
Sari, S. K., Septiani, E. L., & Wulandari, R. (2018). Perencanaan Sistem Mekanikal Cold Storage sebagai Penyimpanan Sayur Pascapanen. *Inovtek Polbeng*, *8*(2), 149. https://doi.org/10.35314/ip.v8i2.474
Studi, P., Matematika, P., Mipa, J. P., Keguruan, F., Ilmu, D. A. N., & Jember, U. (2020). *Akhmad Sholihin-160210101061*.
Yulianto, T., Sofyan, M., & Ulfaniyah, N. I. (2017). Penentuan Kadar Garam Menggunakan Metode Interpolasi Spline di Madura. *Zeta - Math Journal*, *3*(1), 27–30. http://www.journal.uim.ac.id/index.php/zeta/article/view/42
Zaini Miftach. (2018). . https://id.wikipedia.org/wiki/Refrigerasi#Prinsip_dasar