SINERGI *Vol. 24, No.2, pp.168-177, Oktober 2026*
DOI : http://dx.doi.org/10.31963/sinergi.v24i2.6509

Rancang Bangun Sistem Pendingin Ikan Dengan Sistem Sirkulasi Menggunakan Kendali Otomatis

Andini Rahmadani[1*], Gamaliel Ripalno[2], Lewi[3], Firman Hamzah[4]

[1,2,3,4]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*E-main korespondensi: andinirhmdani7@gmail.com

Abstract: *The abundant fishery potential in Indonesia is often constrained by ineffective post-harvest handling methods. Conventional cooling using ice blocks is susceptible to melting, while conventional freezers may freeze fish excessively and affect product quality. This study presents the design and implementation of an automatic fish cooling system based on refrigerated brine circulation using an Arduino Mega 2560. The system integrates DS18B20 temperature sensors, a water flow sensor, a circulation pump, and a vapor-compression refrigeration system to regulate brine circulation and temperature automatically. The cooling performance was evaluated through two test scenarios: reservoir cooling without circulation load and overall system cooling involving three coolboxes. The reservoir test showed that the brine temperature decreased from 28.2°C to −5.8°C within 500 min, indicating that the refrigeration system was capable of cooling the brine under no circulation load. However, during the overall system test, the final temperatures of the three coolboxes were 7.5°C, 7.8°C, and 7.8°C, respectively, which remained above the target range of 0–5°C. This result indicates that the refrigeration capacity was insufficient to compensate for the combined thermal load of the reservoir, circulation system, coolboxes, and surrounding environment. The refrigerated brine circulation system therefore demonstrated its functionality as a cooling medium and automatic control mechanism, but its thermal performance was limited by the available refrigeration capacity. The findings provide an important basis for future optimization of compressor capacity and system thermal design.*

Keywords: *Fish Cooler, Refrigerated Brine, Automatic Control, Arduino Mega 2560, Cooling Performance.*

Abstrak: Potensi perikanan yang melimpah di Indonesia sering menghadapi kendala dalam penanganan pascapanen, khususnya dalam mempertahankan mutu ikan selama penyimpanan. Penelitian ini menyajikan perancangan dan implementasi sistem pendingin ikan berbasis sirkulasi *refrigerated brine* dengan kendali otomatis menggunakan Arduino Mega 2560. Sistem mengintegrasikan sensor suhu DS18B20, *water flow sensor*, pompa sirkulasi, dan sistem refrigerasi kompresi uap untuk mengatur temperatur dan sirkulasi larutan pendingin secara otomatis. Pengujian dilakukan dalam dua skenario, yaitu pengujian pendinginan reservoir tanpa beban sirkulasi dan pengujian kinerja sistem secara keseluruhan dengan tiga *coolbox*. Pada pengujian reservoir, temperatur larutan garam turun dari 28,2°C menjadi −5,8°C dalam waktu 500 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem refrigerasi mampu mendinginkan *brine* pada kondisi tanpa beban sirkulasi. Namun, pada pengujian sistem secara keseluruhan, temperatur akhir pada *coolbox* B1, B2, dan B3 masing-masing sebesar 7,5°C, 7,8°C, dan 7,8°C sehingga belum mencapai target 0–5°C. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas pendinginan yang tersedia belum mampu mengimbangi beban termal gabungan dari *coolbox*, larutan pendingin, sistem perpipaan, dan lingkungan. Dengan demikian, sistem sirkulasi *refrigerated brine* telah berfungsi sebagai media transfer kalor dan sistem kendali otomatis dapat bekerja sesuai rancangan, tetapi performa termal keseluruhan masih dibatasi oleh kapasitas refrigerasi. Hasil penelitian ini menjadi dasar untuk optimasi kapasitas kompresor dan desain termal sistem pada penelitian selanjutnya.

Kata kunci: Pendingin Ikan, *Refrigerated Brine*, Kendali Otomatis, Arduino Mega 2560, Beban Pendinginan.

I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi perikanan yang sangat melimpah, dengan total produksi mencapai 13,66 juta ton pada tahun 2021[1]. Tingkat konsumsi ikan juga kian digemari baik di pasar domestik maupun internasional karena kandungan gizinya yang tinggi akan protein, rendah lemak, serta kaya asam lemak omega-3 yang sangat baik untuk kesehatan. Tingginya minat pasar ini mendorong optimalisasi hasil tangkapan ikan untuk diolah menjadi beragam produk konsumsi yang diminati masyarakat, mulai dari penyediaan ikan segar, ikan beku, hingga produk olahan seperti sarden, ikan asin, dan makanan siap santap[2]. Meskipun memiliki potensi yang besar,

pengelolaan hasil perikanan di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam hal penyimpanan dan distribusi produk. Hasil tangkapan yang melimpah sering kali kehilangan nilai jual apabila ikan yang ditangkap mengalami pembusukan sebelum tiba di tempat pelelangan ikan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendinginan yang andal untuk menjaga kualitas ikan selama berada di kapal nelayan[3]. Banyak nelayan menggunakan es sebagai media pendingin, namun penggunaan es batu memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah mudah mencair, sehingga kemampuan pendinginannya menjadi kurang optimal[4]. Penelitian menunjukkan bahwa ikan yang disimpan dengan es dapat mengalami penurunan kualitas yang drastis dalam waktu singkat, yang berdampak pada nilai jualnya[5]. Freezer biasa memerlukan konsumsi listrik yang tinggi untuk menjaga suhu dingin, yang dapat menjadi kendala dalam biaya operasional[6]. Dalam pengembangan sistem pendingin ikan dengan kendali otomatis, yaitu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu seperti mekanik, elektronika, dan sistem. Ilmu mekanik berperan dalam desain dan pemilihan material untuk sistem pendinginan. Sementara itu, aspek elektronika berkaitan dengan pemilihan sensor suhu dan kontrol otomatis yang akan memantau dan mengatur kondisi sistem. Sistem kontrol dapat mengatur suhu dan sirkulasi brine dilakukan secara otomatis dan akurat, mengurangi risiko kesalahan manusia yang dapat berdampak negatif pada kualitas ikan[7]. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan sistem pendingin ikan sangat penting untuk mendukung pertumbuhan sektor perikanan di Indonesia..

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

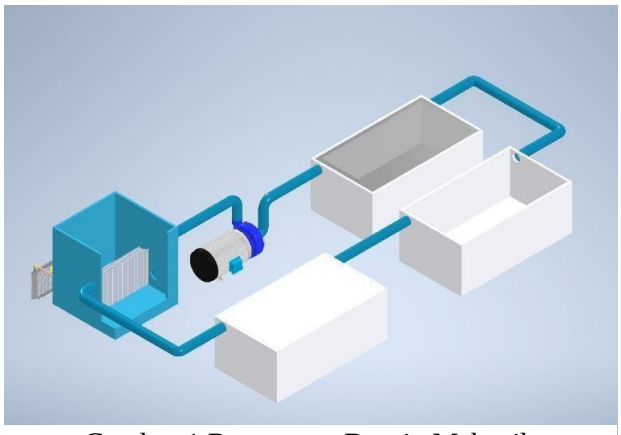
Lokasi penelitian ini dilakukan di Jurusan Teknik Mesin, Kampus 2, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu penelitian dimulai pada bulan November 2024 sampai dengan bulan September 2025.

B. Perancangan Sistem

Tahap ini bertujuan untuk penentuan sistem kerja dari alat yang akan dibuat. Dalam desain rancangan, meliputi perancangan mekanik, elektronik dan perangkat keras untuk menunjang penelitian.

a. Perancangan Mekanik

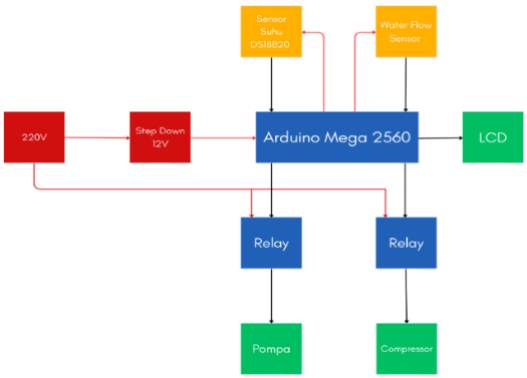
Struktur mekanik dan komponen yang diperlukan untuk sistem rancangan desain mekanik dapat dilihat pada gambar b.



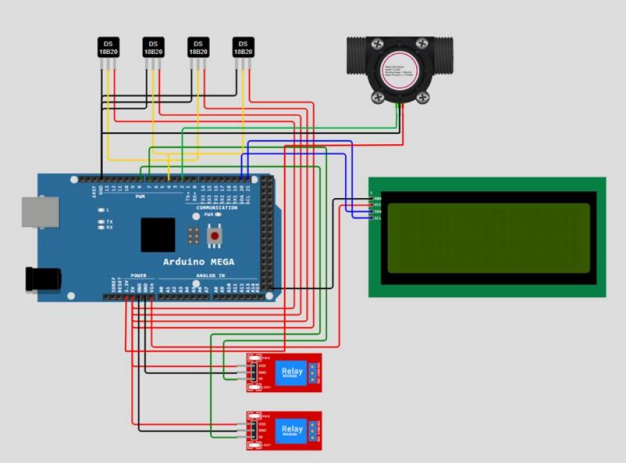
Gambar 1 Rancangan Desain Mekanik

b. Perancangan Elektronik

Rancangan sistem elektronik pada penelitian ini dibuat untuk menggambarkan hubungan antar komponen yang digunakan serta alur kerja dari keseluruhan sistem. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan setiap komponen, baik input, proses, maupun output, dapat berfungsi secara terintegrasi sesuai dengan kebutuhan sistem pengendalian suhu dan sirkulasi.



Gambar 2 Diagram Skematik Sistem Elektronika



Gambar 3 Wiring Diagram

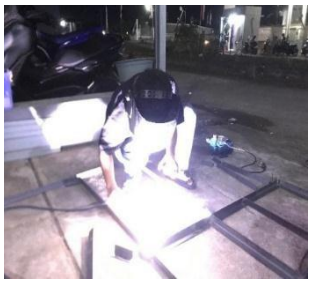
c. Pemprograman

Pada tahap ini, akan dilakukan pembuatan program menggunakan platform Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Program ini dirancang untuk mengatur logika kontrol sistem secara otomatis dengan mengintegrasikan berbagai komponen seperti sensor suhu DS18B20, sensor flow meter, pompa, kompresor, dan layar LCD. Pembuatan program bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat membaca data dari sensor secara real-time, memproses data tersebut, dan memberikan respons sesuai kebutuhan. Sebagai contoh, ketika suhu larutan pendingin melebihi batas atas yang ditetapkan (5°C), program akan mengaktifkan kompresor untuk menurunkan suhu hingga kembali ke kisaran optimal. Sebaliknya, jika suhu turun di bawah batas bawah (0°C), kompresor akan dimatikan untuk mencegah pembekuan. Selain itu, debit air akan dipantau melalui sensor flow meter, dan jika aliran terdeteksi di bawah batas minimum, program akan memerintahkan pompa untuk beroperasi atau memberikan peringatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Mekanik

Rangka utama sistem dibuat menggunakan material besi hollow yang dilas untuk membentuk struktur yang kokoh dan stabil. Rangka ini dirancang untuk menopang satu unit reservoir dan tiga unit *coolbox*, serta menempatkan sistem refrigerasi pada posisi yang strategis untuk efisiensi operasional. Struktur utama sistem terdiri dari satu box sirkulasi (*reservoir*) sebagai penampung dan pendingin utama larutan garam (*brine*), dan tiga unit box pendingin (*coolbox*) sebagai wadah penyimpanan ikan. Implementasi akhir menggunakan box kontainer plastik dengan sistem dinding ganda (*double wall*). Rongga di antara dinding tersebut difungsikan sebagai jalur sirkulasi larutan garam, sehingga proses pendinginan terjadi secara tidak langsung tanpa kontak antara larutan garam dan ikan.



(a) Proses Pembuatan Rangka

(b) Proses Pengerjaan Mekanik Sistem

(c) Hasil Perancangan Mekanik

Gambar 4 Hasil Perancangan Mekanik

Untuk efisiensi termal, permukaan luar box sirkulasi dan ketiga coolbox diisolasi menggunakan lapisan styrofoam tebal guna meminimalkan laju perpindahan panas dari lingkungan sekitar. Komponen utama siklus refrigerasi yaitu kompresor, kondensor dan evaporator telah terpasang pada rangka sistem. Evaporator ditempatkan di dalam box sirkulasi untuk mendinginkan larutan garam secara langsung. Sistem perpipaan menggunakan bahan PVC yang dilapisi dengan aluminium foil, pipa ini terhubung dari box sirkulasi ke masing-masing box pendiingin dan kembali lagi ke box sirkulasi. Sebuah pompa sirkulasi (*circulating water pump*) dipasang pada jalur *outlet* dari box sirkulasi untuk memastikan aliran larutan pendingin berlangsung secara kontinu.

B. Hasil Perancangan Sistem Elektronika

(a) Proses Pengerjaan Elektronik Sistem

(b) Hasil Rancangan Elektronik

Gambar 5 Hasil Perancangan Sistem Elektronika

Sistem elektronika mencakup mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor suhu DS18B20, water flow sensor, modul relay, dan LCD 20x4. Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai unit pemroses utama (otak) dari sistem kendali otomatis. Papan mikrokontroler ini ditempatkan di dalam panel kontrol. Sistem dilengkapi dengan empat buah sensor suhu DS18B20 *waterproof*, satu untuk memonitor suhu larutan garam di *reservoir*, dan tiga lainnya ditempatkan pada jalur sirkulasi di setiap *coolbox*. Sebuah Water Flow Sensor dipasang pada pipa utama untuk memonitor laju aliran sirkulasi. Sistem menggunakan tiga unit modul relay yang dikendalikan oleh Arduino. Relay pertama mengendalikan pompa sirkulasi, sedangkan relay kedua dan ketiga mengendalikan kompresor dan kipas kondensor. Sebuah LCD I2C 20x4 dipasang pada bagian depan panel kontrol sebagai *Human-Machine Interface* (HMI) untuk menampilkan informasi operasional sistem secara *real-time*, seperti suhu di setiap titik, laju aliran, dan status komponen (pompa/kompresor ON/OFF).

C. Hasil Perancangan Program

Hasil perancangan program pada Sistem Pendingin Ikan dengan Sistem Sirkulasi Menggunakan Kendali Otomatis ini menggunakan ATMega 2560. Perangkat lunak yang ditanamkan pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 ditulis menggunakan bahasa C/C++ pada Arduino IDE. Program ini merupakan implementasi dari logika kendali yang dirancang untuk mengotomatisasi seluruh proses pendinginan dan sirkulasi.

D. Hasil Pengujian Sistem

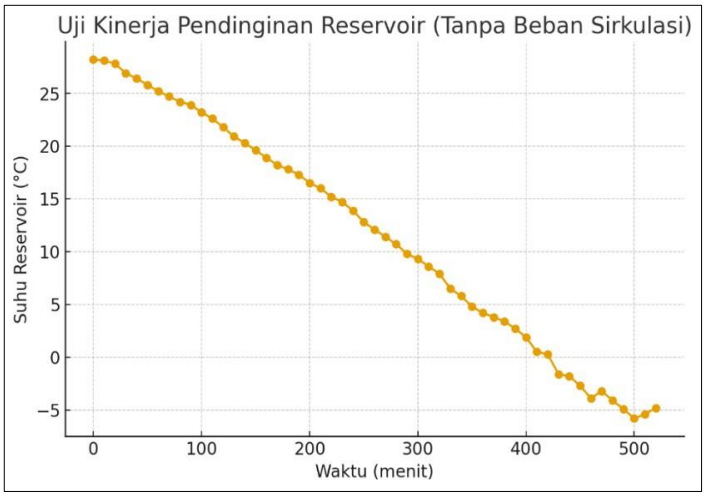
1) Uji Kinerja Pendinginan Reservoior (Tanpa Beban Sirkulasi)

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan sistem refrigerasi dalam mendinginkan larutan garam di reservoir dari suhu awal (suhu ruang) hingga mencapai rentang kerja yang ditetapkan (-5.0°C s/d -2.0°C). Pompa sirkulasi dalam kondisi nonaktif. Adapun data hasil uji pendinginan reservoir tanpa beban sirkulasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Pendinginan Reservoir Tanpa Beban Sirkulasi

No.	Waktu (Menit)	Suhu Reservoir (˚C)	Status Kompresor
1.	0	28,2	ON
2.	10	28,1	ON
3.	20	27,8	ON
4.	30	26,9	ON
5.	40	26,4	ON
6.	50	25,8	ON
7.	60	25,2	ON
8.	70	24,7	ON
9.	80	24,2	ON
10.	90	23,9	ON
11.	100	23,2	ON
12.	110	22,6	ON
13.	120	21,8	ON
14.	130	20,9	ON
15.	140	20,3	ON
16.	150	19,6	ON
17.	160	18,9	ON
18.	170	18,2	ON
19.	180	17,8	ON

No.	Waktu (Menit)	Suhu Reservoir (˚C)	Status Kompresor
20.	190	17,3	ON
21.	200	16,5	ON
22.	210	16,0	ON
23.	220	15,2	ON
24.	230	14,7	ON
25.	240	13,9	ON
26.	250	12,8	ON
27.	260	12,1	ON
28.	270	11,4	ON
29.	280	10,7	ON
30.	290	9,8	ON
31.	300	9,3	ON
32.	310	8,6	ON
33.	320	7,9	ON
34.	330	6,5	ON
35.	340	5,8	ON
36.	350	4,8	ON
37.	360	4,2	ON
38.	370	3,8	ON
39.	380	3,4	ON
40.	390	2,7	ON
41.	400	1,9	ON
42.	410	0,5	ON
43.	420	0,3	ON
44.	430	-1,6	ON
45.	440	-1,8	ON
46.	450	-2,7	ON
47.	460	-3,9	ON
48.	470	-3,2	ON
49.	480	-4,1	ON
50.	490	-4,9	ON
51.	500	-5,8	OFF
52.	510	-5,4	OFF
53.	520	-4,8	ON



Gambar 6 Grafik Hasil Uji Pendinginan Reservoir Tanpa Beban Sirkulasi

Grafik hasil uji kinerja pendinginan reservoir tanpa beban sirkulasi menunjukkan perubahan suhu terhadap waktu, dimana suhu terus menurun hingga mencapai kondisi stabil sesuai dengan waktu pengujian yang dilakukan.

2) Uji Kinerja Sistem Keseluruhan

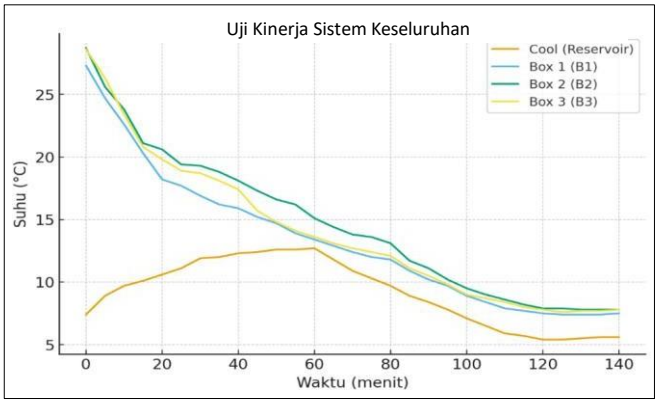
Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa sistem secara menyeluruh. Pengujian ini dilakukan ketika suhu dalam box refrigerasi baru saja didinginkan, jadi kondisi awal suhu box refrigerasi tidak selaras dengan suhu ruangan melainkan sudah lebih dingin. Sementara ketiga *coolbox* lainnya baru saja akan didinginkan dengan sistem sirkulasi. Ketiga *coolbox* dijalankan dalam mode operasi penuh. Adapun data hasil uji kinerja sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Hasil Uji Kinerja Sistem Secara Keseluruhan

Menit	Cool(˚C)	B1(˚C)	B2(˚C)	B3(˚C)	Laju(L/M)	Pompa	Komp
0	7,4	27,3	28,7	28,6	1,9	ON	ON
5	8,9	24,7	25,6	26,3	2,1	ON	ON
10	9,7	22,6	23,8	23,4	2,1	ON	ON
15	10,1	20,3	21,1	20,8	2,1	ON	ON
20	10,6	18,2	20,6	19,8	2,1	ON	ON
25	11,1	17,7	19,4	18,9	2,1	ON	ON
30	11,9	16,9	19,3	18,7	2,2	ON	ON
35	12,00	16,2	18,8	18,1	2,1	ON	ON
40	12,3	15,9	18,1	17,4	2,1	ON	ON
45	12,4	15,2	17,3	15,7	2,1	ON	ON
50	12,6	14,7	16,6	14,8	2,1	ON	ON
55	12,6	13,9	16,2	14,1	2,1	ON	ON
60	12,7	13,4	15,1	13,6	2,1	ON	ON
65	11,8	12,9	14,4	13,1	2,1	ON	ON
70	10,9	12,4	13,8	12,7	2,1	ON	ON
75	10,3	12,0	13,6	12,4	2,1	ON	ON
80	9,7	11,8	13,1	12,1	2,1	ON	ON
85	8,9	10,9	11,7	11,1	2,1	ON	ON
90	8,4	10,2	11,1	10,5	2,1	ON	ON
95	7,8	9,7	10,2	9,8	2,1	ON	ON

Menit	Cool(˚C)	B1(˚C)	B2(˚C)	B3(˚C)	Laju(L/M)	Pompa	Komp
100	7,1	8,9	9,5	9,0	2,1	ON	ON
105	6,5	8,4	9.0	8,7	2,1	ON	ON
110	5,9	7,9	8,6	8,4	2,1	ON	ON
115	5,7	7,7	8,2	8,0	2,1	ON	ON
120	5,4	7,5	7,9	7,8	2,1	ON	ON
125	5,4	7,4	7,9	7,6	2,1	ON	ON
130	5,5	7,4	7,8	7,7	2,1	ON	ON
135	5,6	7,4	7,8	7,7	2,1	ON	ON
140	5,6	7,5	7,8	7,8	2,1	ON	ON

Grafik hasil uji kinerja sistem secara keseluruhan menunjukkan perubahan suhu pada reservoir dan setiap box pendingin selama proses sirkulasi berlangsung, dimana penurunan suhu terjadi secara bertahap hingga mencapai kestabilan suhu kerja sistem yang dapat dilihat pada Gambar:



Gambar 7 Grafik Hasil Uji Kinerja Sistem Secara Keseluruhan

E. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem pendingin ikan yang dikembangkan telah menunjukkan fungsi integrasi antara sistem mekanik, sistem refrigerasi, sistem elektronika, sensor, dan kendali otomatis. Namun, evaluasi performa termal menunjukkan bahwa kemampuan sistem dalam mencapai temperatur target 0–5°C masih terbatas.

Pada pengujian reservoir tanpa beban sirkulasi, temperatur awal larutan *brine* sebesar 28,2°C secara bertahap turun hingga −5,8°C pada menit ke-500. Hal ini menunjukkan bahwa sistem refrigerasi memiliki kemampuan untuk menghasilkan temperatur *brine* yang lebih rendah daripada temperatur target *coolbox*. Akan tetapi, waktu yang dibutuhkan relatif panjang, yaitu sekitar 500 menit. Kondisi tersebut merupakan indikasi awal bahwa kapasitas pendinginan sistem relatif terbatas terhadap volume dan karakteristik termal reservoir.

Perbedaan performa terlihat ketika sistem dioperasikan secara keseluruhan. Pada kondisi awal pengujian, temperatur *coolbox* B1, B2, dan B3 masing-masing sebesar 27,3°C, 28,7°C, dan 28,6°C, sedangkan temperatur reservoir hanya 7,4°C. Selama proses pendinginan, pompa mempertahankan laju sirkulasi sekitar 2,1 L/min dan kompresor tetap dalam kondisi ON. Namun, setelah 140 menit, temperatur B1, B2, dan B3 masing-masing hanya mencapai 7,5°C, 7,8°C, dan 7,8°C.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem belum mampu mempertahankan temperatur *coolbox* pada rentang 0–5°C ketika seluruh bagian sistem beroperasi secara simultan. Salah satu indikator utamanya adalah temperatur *brine* pada reservoir. Pada akhir pengujian, temperatur reservoir berada pada sekitar 5,6°C, sedangkan temperatur *coolbox* berada pada kisaran 7,5–7,8°C. Perbedaan temperatur yang relatif kecil antara media pendingin dan *coolbox* menyebabkan gaya penggerak

perpindahan panas menjadi rendah sehingga proses pelepasan panas dari *coolbox* berlangsung lebih lambat.

Secara termal, kondisi tersebut dapat dijelaskan bahwa beban panas total sistem terdiri atas panas dari *coolbox*, perpindahan panas dari lingkungan, panas pada larutan *brine*, perpipaan, serta komponen sistem lainnya. Apabila kapasitas pendinginan aktual kompresor lebih kecil daripada total beban tersebut, temperatur sistem akan mencapai kondisi kesetimbangan pada temperatur yang lebih tinggi daripada temperatur target.

Temuan ini juga konsisten dengan pengujian reservoir tanpa beban. Meskipun reservoir dapat mencapai temperatur −5,8°C, proses pendinginannya membutuhkan waktu sekitar 500 menit. Ketika tiga *coolbox* disirkulasikan secara bersamaan, tambahan beban termal menyebabkan temperatur *brine* tidak dapat dipertahankan pada temperatur rendah. Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan adanya keterbatasan kapasitas refrigerasi pada kondisi beban penuh.

Perlu ditekankan bahwa keterbatasan tersebut tidak menunjukkan kegagalan sistem kendali. Arduino Mega 2560, sensor DS18B20, *water flow sensor*, pompa, relay, dan logika kendali dapat menjalankan fungsi sesuai rancangan. Sistem mampu mempertahankan sirkulasi dengan laju sekitar 2,1 L/min dan mengoperasikan kompresor secara kontinu selama temperatur target belum tercapai.

Dengan demikian, kontribusi utama prototipe yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah keberhasilan integrasi sistem sirkulasi *refrigerated brine* dan kendali otomatis, sedangkan pencapaian temperatur 0–5°C masih memerlukan optimasi kapasitas refrigerasi. Perbaikan berikutnya perlu diarahkan pada pemilihan kompresor berdasarkan hasil perhitungan beban pendinginan, peningkatan kapasitas pelepasan panas pada kondensor, optimasi isolasi termal, dan evaluasi karakteristik aliran *brine* pada masing-masing *coolbox*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan analisis yang telah diuraikan dalam pengujian sistem pendingin ikan ini, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Telah berhasil dirancang dan diimplementasikan prototipe sistem pendingin ikan berbasis sirkulasi *refrigerated brine* dengan kendali otomatis menggunakan Arduino Mega 2560. Sistem mampu mengintegrasikan sensor suhu DS18B20, *water flow sensor*, pompa sirkulasi, kompresor, relay, dan LCD sebagai sistem monitoring dan kendali.
2. Pada pengujian reservoir tanpa beban sirkulasi, temperatur *brine* dapat diturunkan dari 28,2°C menjadi −5,8°C dalam waktu sekitar 500 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem refrigerasi mampu menghasilkan temperatur *brine* yang rendah pada kondisi tanpa beban sirkulasi, meskipun laju pendinginannya relatif lambat.
3. Pada pengujian sistem secara keseluruhan, laju sirkulasi berada pada kisaran 2,1 L/min dan temperatur akhir *coolbox* B1, B2, dan B3 masing-masing mencapai 7,5°C, 7,8°C, dan 7,8°C. Dengan demikian, sistem belum mampu mencapai target temperatur 0–5°C.
4. Keterbatasan pencapaian temperatur target menunjukkan bahwa kapasitas pendinginan aktual sistem belum mampu mengimbangi total beban termal pada saat tiga *coolbox* dioperasikan secara bersamaan. Oleh karena itu, pemilihan kapasitas kompresor perlu dilakukan berdasarkan perhitungan beban pendinginan total, disertai evaluasi terhadap isolasi termal, kondensor, perpipaan, dan karakteristik sirkulasi *brine*.
5. Secara keseluruhan, sistem sirkulasi *refrigerated brine* telah berfungsi sebagai media transfer kalor dan sistem kendali otomatis telah bekerja sesuai rancangan. Namun, efektivitas sistem dalam mencapai temperatur penyimpanan ikan 0–5°C belum dapat dikonfirmasi pada konfigurasi dan kapasitas refrigerasi yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Pusat Statistik, *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia 2021*, Jakarta.
[2] Koesoemawardani, D. (2019). Teknologi Pengolahan Ikan. *Graha Ilmu*, 116.

[3] Supriyatno E. (2020). 9E47481Ad478Ee97358B35a42Fb03088E634. *Journal of Fisheries and Marine Research*, *4(2)*.
[4] Erwin, E., Baharuddin, B., & Zulkifli, Z. (2022). Optimasi Perancangan Sistem Pendingin RSW pada Kapal Ikan Plat Datar dengan Simulasi CFD. *Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman*, *1*(1), 26–36. https://doi.org/10.25042/jrt2k.062022.06
[5] Sunarsono, H., & Wibowo, S. A. (2022). Perancangan Storage box Sebagai Media Penyimpanan Ikan Untuk Nelayan Tradisional. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, *20*(1), 218–224
[6] Alger, P. T., Pratama, K., Jesus, F. De, Cardoso, M., Wardana, N. K., Vokasi, F., Militer, L., Pertahanan, U., & Indonesia, R. (2024). Proses pembekuan ikan cakalang (. *Prosiding Seminar Nasional Kontribusi Vokasi 1*, 309–313.
[7] Wicaksono, S. B., & Basuki, M. (2024). Analisis Teknis dan Ekonomis Cold Storage Pendingin Ikan Kapasitas 61 Ton Dengan Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Vapor Compression Pada KM Natuna. *Jurnal Ilmiah Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, *4*(Senastitan Iv), 1–7.
[8] Afiif, A. N., Saragih, Y., Rochimawati, I., Studi, P., Elektro, T., Bina, S., & Bekasi, T. (2022). Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring. In *Amran Nur Afiif) MADANI: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* (Vol. 1, Issue 2).
[9] Aflii. (2016). *Mengidentifikasi Faktor-Faktor Penyebab Kemunduran Mutu Hasil Tangkapan Ikan*. *0*, 1–23.
[10] Apriyanto, A. (2023). Analisis Unjuk Kerja AHU (Air Handling Unit) Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran NH3 (Studi Kasus di PT. CPB). *JUSTIMES (Jurnal Rekayasa Teknik Mesin Saburai)*, *1*(01), 34–41. https://doi.org/10.24967/justimes.v1i01.2102
[11] Bunganaen, W. (2022). Simulasi Termodinamika Pengaruh Temperatur Subcooling di Kondensor Terhadap Kinerja Cold Storage. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, *9*(02), 40–46. https://doi.org/10.35508/ljtmu.v9i02.9365
[12] Fair, H., Mulyati, B., Teknik, F., & Nurtanio, U. (2023). *Rancang Bangun Alat Pengukur Kecepatan Aliran Air Menggunakan Water Flow Sensor Berbasis Ardunino Uno*. *2*(1), 1–11.
[13] Hidayat, M. S., Pambudi, D. S. A., & Nugraha, A. T. (2022). Sistem Monitoring Air Compressor pada Sistem Pendistribusian Udara Berbasis IoT. *Elektriese: Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro*, *12*(02), 126–140. https://doi.org/10.47709/elektriese.v12i02.1944
[14] Ir, P., Budiharto, W., & Pengantar, K. (2020). *BelajarArduinoWidodo*.
[15] Rivai, H., Mahmuddin, F., Firmansyah, A., Klara, S., & Fitriadhy, A. (2025). *Study on Capillary Pipe Length Variation on Fishing Refrigeration Box Performance*. *1*(1), 126–135.
[16] Sunardi, C., Sutandi, T., Putra, A. D. D., & Kosasih, A. (2019). The Effect of R-22 and Mc-22 Refrigerants on the Performance of Brine Cooling Refrigeration Systems. *Seminar Nasional Edusainstek*, 44–54. http://prosiding.unimus.ac.id
[17] Suro, A. R. (2020). *Perancangan portable coolbox berbasis iot menggunakan sistem kompresi uap dc*.
[18] Yasin, M., Herlinawati, H., & Alam, S. (2018). Sistem Pendingin Ikan Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328. *Electrician*, *12*(1), 17. https://doi.org/10.23960/elc.v12n1.2069
[19] Heryana, A., Sudipa, I. G. I., & Pradnyana, G. E. (2022). Analisa Konsentrasi Larutan Garam dan Beban Pendinginan Pada Mesin Pembuat Es Balok Berbasis Energi Terbarukan dan Listrik PLN Dengan Sistem Smart Microgrid. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untag Surabaya*, *8*(2). https://mail.ejournal.itn.ac.id/index.php/flywheel/article/download/5829/3470
[20] Samad, R., Hamdani, I. C. N., & Maghfurah, F. (2019). Teknik Pendinginan: Teknik Dasar dan Aplikasinya. Universitas Brawijaya Press. Diambil dari https://books.google.co.id/books?id=inzrEAAAQBAJ