

PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN DAN KINERJA KOTAK REFRIGERASI IKAN KAPASITAS 35 L

Generousdi

Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STITEKNAS) Jambi

Email: mr.generousdi@yahoo.co.id.

Abstract. *The coolant load test in the cooler with a capacity of 35 L uses 1 kg of lambak fish. The purpose of this research is to determine the load on the fish cooler to determine whether the heat load is sufficient for the refrigeration process. This fish cooling method uses vapor compression, therefore a fish cooler box is made that is effective and has innovations that can cool food ingredients so they last a long time. The results of the fish cooler box power test were 0.077 kW at compressor power, flow rate 0.00247 kg/s, evaporator heat 0.2758 kW, actual COP 3.581, COP carnot 4.478, and efficiency 79.97%. Fish that is put in the cooler for 2 hours will drop in temperature to -11°C. The performance of this compressor is very good and ideal with a maximum load of 15 kg.*

Keywords: Lamb Fish, Refrigeration, Fish Cooler Box, Vapor Compression

Abstrak. *Pengujian beban pendingin pada kotak pendingin berkapasitas 35 L ini menggunakan ikan lambak sebanyak 1 kg. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui beban pada pendingin ikan untuk mengetahui beban panas apakah mencukupi untuk proses refrigerasi. Metode pendingin ikan ini menggunakan kompresi uap, oleh karena itu dibuatlah kotak pendingin ikan yang efektif dan memiliki inovasi yang dapat mendinginkan bahan makanan agar bertahan lama. Hasil pengujian daya kotak pendingin ikan sebesar 0,077 kW pada daya kompresor, laju aliran 0,00247 kg/s, panas evaporator 0,2758 kW, COP aktual 3,581, COP carnot 4,478, dan efisiensi 79,97%. Ikan yang dimasukkan kedalam kotak pendingin selama 2 jam akan turun temperatur sampai -11°C. Untuk kinerja dari kompresor ini sangat bagus dan ideal dengan beban maksimal 15 kg.*

Katakunci: Ikan Lambak, Refrigerasi, Kotak Pendingin Ikan, Kompresi Uap

Pendahuluan

Hasil tangkapan ikan membutuhkan penanganan khusus untuk menjaga ikan tetap segar. Penanganan ikan di atas kapal meliputi segala tindakan terhadap hasil tangkapan di kapal, mulai dari tindakan awal sampai dengan penyimpanan. Hal tersebut bertujuan untuk menjaga mutu atau kualitas ikan sesuai dengan standar yang diinginkan. Mutu ikan tidak dapat diperbaiki tetapi hanya dapat dipertahankan (Nugroho *et al.*, 2017).

Sistem pendingin ikan (*cold storage*) ini digunakan untuk menyimpan ikan dan mendinginkannya pada *temperature* tertentu sehingga ikan segar tersebut dapat bertahan lama hingga beberapa minggu bahkan bisa bertahan hingga beberapa bulan. Dimana *cold storage* ini memiliki daya tampung penyimpanan ikan hingga mencapai 60 L. Namun dalam pengoperasiannya, massa ikan rata – rata yang masuk *cold storage* tersebut hanya beberapa ton saja dengan konsumsi listrik yang relatif besar (Siagian, 2017).

Hal ini saya mencoba memperkirakan untuk beban pendingin dan kinerja pada kotak pendingin ikan berkapasitas 35 L dan menggunakan massa ikan yang masuk ke kotak pendingin hanya beberapa kg dan menggunakan ikan lokal yang berada di Jambi seperti ikan lambak.

Ikan adalah salah satu hasil perairan yang sudah lama dikenal peradaban, banyak dicari orang, tetapi ikan ini termasuk jenis pangan yang paling cepat menurun

kesegarannya dan cepat membusuk pada suhu kamar, yang dapat mengakibatkan kerugian besar secara nilai gizi, mutu kesegaran dan nilai uang. Ikan hasil tangkapan yang pasti akan mengalami proses penurunan mutu ini, berlainan atau berbeda antar species yang satu dengan species yang lainnya. Penguasaan akan ilmu dan pengetahuan yang menyangkut perubahan-perubahan yang menjurus ke arah penurunan mutu kesegaran yang dialami spesies ikan setelah dipanen serta semua faktor-faktor penyebab penurunan mutu, dimanfaatkan manusia untuk mencegah penurunan mutu dengan cara menerapkan teknik pengawetan, terutama cara pendinginan dan pembekuan.

Sebuah kotak pendingin atau dikenal juga dengan *cooler box* adalah tempat untuk menyimpan dan mendinginkan makanan atau minuman dingin. Disaat kita berkendara atau berlibur bersama keluarga menggunakan mobil, dan kita melintasi jalan tol, apalagi disaat terik matahari yang menyengat seperti saat ini, kita cukup sulit menjumpai minimarket, atau malas untuk berhenti saat perjalanan jauh di mobil untuk membeli minuman yang menyegarkan, untuk mengatasi masalah tersebut maka *cooler box* hadir untuk mendinginkan ikan dan makanan yang kita bawa supaya tetap awet saat perjalanan jauh.

Cool box merupakan sebuah alat yang biasa digunakan untuk menyimpan sesuatu yang memerlukan kondisi dingin seperti makanan, minuman, darah, organ

tubuh, dan lain-lain. Berbeda dengan pendingin *portable* lainnya yang mempunyai keterbatasan dalam ruang, berat, dan dayanya, sehingga penggunaan sistem pendinginannya kurang efektif untuk diaplikasikan. Maka dari itu perlu dicari sistem pendingin lain yang dapat dengan mudah diaplikasikan, statis dan tidak memerlukan ruang yang relatif luas.

Dalam pengoperasian mesin refrigerasi dilakukan manajemen pemeliharaan beban yang baik sehingga produk yang didinginkan dapat dibekukan dengan tetap memperhatikan usaha penghematan beban pendingin pada sistem refrigerasi tersebut. Pada skripsi ini akan difokuskan bagaimana menghitung beban pendingin ikan dan kinerja. Beban yang dihitung berupa ikan hasil tangkapan yang akan dimasukkan ke dalam pendingin ikan. Selain menghitung beban-beban pada ikan, akan diketahui juga komponen-komponen apa saja yang terdapat pada unit refrigerasi.

Metodologi Penelitian

1. Tempat dan Waktu

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Jalan Lintas Timur, RT 15 Mendalo Darat, Kecamatan Jaluko, Kabupaten Muaro Jambi. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2021.

2. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lambak dan kotak pendingin ikan.

3. Prosedur Penelitian

Untuk menghitung beban pendingin ikan dan kinerja pertama kita harus

menghidupkan kompresor untuk proses kompresi uap, pertama taruh ikan lambak sebanyak 1 kg kedalam kotak pendingin dan bandingkan dengan percobaan kedua ikan sebanyak 5 kg untuk mengetahui beban panas yang ada pada kotak pendingin, setiap percobaan tunggu selama 2 jam sampai 6 jam untuk proses pembekuan. Setelah itu kita mengetahui nilai dari beban panas dari produk sebesar 0,0199 kW untuk ikan sebanyak 1 kg.

Setelah itu kita ukur temperatur yang dibutuhkan untuk mencari beban panas seperti temperatur pada kondensor, kompresor dan evaporator dan juga ukur temperatur ikan sebelum dan sesudah didalam kotak, proses ini untuk menghitung untuk beban pada ikan, kompresor dan beban pada kotak.

Untuk beban panas di kompresor tergantung berapa daya pada kompresor untuk kompresor dengan daya 0,077 kW. Setelah itu bisa mencari beban panas di evaporator (Q_e) sebesar 0,2758 kW, Lalu untuk mengetahui kinerja pada kotak bisa mengetahui dari COP aktual yang didapatkan dengan nilai 3,581 dan COP carnot 4,478 semakin kecil yang didapatkan pada nilai COP semakin bagus kinerja pada kompresor.

Cara mendapatkan efisiensi didapat setelah mengetahui nilai COP aktual dan COP carnot untuk nilai efisiensi didapatkan 79,97% sangat baik tapi semakin kecil nilai dari COP carnot maka semakin baik dengan nilai efisiensi, maksudnya efisiensi berarti menunjukkan kedekatan sistem pendingin dengan siklus ideal yang mampu bolak-balik, yang mempengaruhi kecilnya nilai COP tergantung pada baik atau tidaknya

spesifikasi dari kompresor dan juga pengaruh akibat kurang ideal untuk penyerapan panas yang terjadi dari panas kondensor, kompresor dan panas dari evaporator.

Results and Discussion

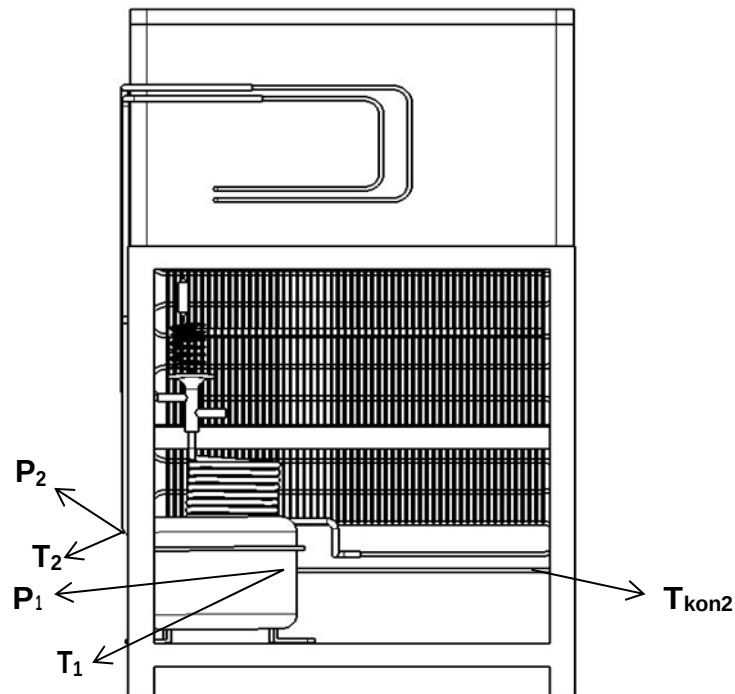
Setelah melakukan perhitungan pada data yang didapat saya mengetahui nilai daridaya kompresor dengan rumus (2) mendapatkan hasil 0,077 kW semakin besar daya pada kompresor semakin besar juga beban kompresor. Dari hasil yang diperoleh bisa mengetahui laju aliran massa refrigerant dengan nilai 0,00247 kg/s, kemudian kita dapat menghitung panas pada evaporator dengan rumus (3) dengan nilai 0,2758 kW. Setelah itu kita bisa mencari COP aktual, COP adalah *coefficient of performance* yang mana merupakan nilai perbandingan antara kapasitas penyerapan panas yang ada di evaporator dengan sejumlah kerja kompresi yang dilakukan di kompresor menggunakan rumus (4) dan mendapatkan nilai 3,581, Nilai COP tersebut merupakan nilai COP aktual atau yang sebenarnya terjadi. Terdapat juga istilah COP carnot, dimana merupakan nilai COP yang ideal dengan menganggap bahwa kalor yang dilepas di kondensor adalah sama dengan kalor yang diambil di evaporator ditambah energi yang dikeluarkan di kompresor. Sehingga rumus (5) didapat nilai 4,478. Kemudian efisiensi dari refrigerasi adalah perbandingan dari panas yang

berubah menjadi usaha dengan panas yang diserap sehingga dengan rumus (6) mendapatkan nilai 79,97%, semakin besar nilai COP aktual maka efisiensi dari kotak juga semakin besar. Nilai dari COP aktual tergantung dari besarnya dari panas yang diserap dari evaporator, dan untuk COP carnot semakin kecil maka efisiensi semakin besar. Nilai dari COP carnot selalu lebih besar dari COP aktual tapi semakin mendekati nilai dari COP aktual maka efisiensi semakin besar.

Jika temperatur penyimpanan produk lebih rendah dari temperatur titik bekunya, maka jenis panas yang dikeluarkan oleh produk tersebut terdiri dari yaitu panas sensibel sebelum pembekuan merupakan yang dikeluarkan oleh produk penurunan temperatur produk tersebut sampai pada batas temperatur titik bekunya, bisa dihitung dengan rumus (7) dan akan didapatkan panas sensibel 0,0199 kW dengan massa 1 kg, dan akan lebih besar panas sensibel yang dihasilkan jika banyaknya ikan yang dimasukkan maka lebih besar juga panas sensibelnya. Dan untuk mencari panas secara konduksi (8) didapatkan nilai 0,0426 kW. Untuk mencari nilai tahanan termal keseleruhan menggunakan rumus (9) dan mendapatkan $R_1 0,292 \text{ w/}^\circ\text{C}$ dan $R_2 0,6 \text{ w/}^\circ\text{C}$, kemudian mendapatkan R_{tot} dengan nilai 0,892 W/ $^\circ\text{C}$. Setelah mendapatkan beberapa panas pada kotak pendingin kemudian dihitung

panas keseluruhan menggunakan rumus (10) mendapatkan nilai 0,0625 kW.

Untuk nilai panas cukup untuk proses pendinginan karena jika beban panas berlebihan maka ketidakmampuan untuk pendinginan tidak sanggup. Kesanggupan untuk proses pendinginan ini tergantung besarnya kompresor yang dipakai. Semakin besar daya pada kompresor maka sanggup untuk banyaknya beban panas yang ada. Dan untuk nilai yang didapat dari efisiensi sebesar 79,97% itu sangat bagus dan ideal.



Gambar 1 Lay Out Lemari Pendingin Ikan

Table 1. Pengambilan Data

Massa ikan	Waktu	T_{kond2}	P_1	P_2	T_1	T_2	ΔT (°C)
1 kg	2 jam	40°C	3 bar	0,3 bar	95°C	5°C	38°C

Tabel 2. Hasil Data Pengujian Sistem Refrigerasi

No	Data	Tekanan (bar)	Temperatur (°C)
1	P_1	3	
2	P_2	0,3	
3	T_1		95
4	T_2		5

5	T_{evap2}		-11
6	T_{kond2}		40
7	T_{evap1}		-15
8	T_{kond1}		45

Tabel 3. Hasil Data Pengujian Ikan

Jenis Ikan	Berat Ikan Lambak	Suhu awal	Suhu Akhir	Panas Spesifik Ikan Segar (cp)	ΔT
Ikan Lambak	0,162 kg	27°C	-11°C	0,084 J/(kg°C)	38°C

Tabel 4. Hasil Perhitungan COP, Kapasitas Pendingin dan Efisiensi

P_{komp}	$\dot{m}$	Q_e	$\text{COP}_{\text{aktual}}$	$\text{COP}_{\text{carnot}}$	η_{ref}
0,077 kW	0,00247 kg/s	0,2758 kW	3,581	4,478	79,97%

Tabel 5. Hasil Perhitungan Panas Produk dan Panas Total

Q_{ps}	R_1	R_2	R_{total}	Q_k	Q_{tot}
0,0199 kW	0,292 w/°C	0,6 w/°C	0,892 W/°C	0,0426kW	0,0625 kW

Conclusion

Berdasarkan data pengukuran dan perhitungan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan daya pendingin sebesar 0,077 kW dengan kapasitas kotak pendingin 35 L, sudah cukup normal untuk kotak pendingin karena beban pendingin tergantung dari daya dikompresor, semakin kecil beban pendingin semakin efisiensi dalam proses refrigerasi. Dan untuk COP aktual lebih kecil dibandingkan COP carnot disebabkan oleh panas yang didapat dari beban penyerapan panas produk didalam evaporator lebih kecil dari pada beban penyerapan panas yang diambil di evaporator dan di kompresor.
2. Dengan kompresor dengan daya 0,077 kW cukup untuk proses pendinginan dengan beban total 0,0625 kW. Untuk itu proses kinerja kompresi uap dan pendinginan baik dan ideal dengan dilihat dari efisiensi dengan nilai 79,97% itu sangat bagus dan baik untuk proses sirkulasi kompresi uap, Karena semakin besar efisiensi maka semakin baik untuk proses mampu-balik dalam proses refrigerasi.

Darma, Y., Sitinjak, P. K., Sappu, F. P., Luntungan, H., Teknik, J., Universitas, M., & Ratulangi, S. (2014). Laju Pendinginan Pada Mesin Pendingin Menggunakan R-12 Dan Mc-12. 1–11. ma, Y. *et al.* (2014) 'Laju Pendinginan Pada Mesin Pendingin Menggunakan R-12 Dan Mc-12', pp. 1–11.

Faozan, I. (2015) '177016-ID-analisis-perbandingan-evaporator-kulkas. R-134a', Analisis Perbandingan Evaporator Kulkas (Lemari Es) Dengan Menggunakan Refrigerant R-22 Dan R-134a Imam, 04(3), pp. 99–105.

Nugroho, T. A. *et al.* (2017) 'Kajian Eksperimen Penggunaan Media Pendingin Ikan Berupa Es Basah Dan Ice Pack Sebagai Upaya Peningkatan Performance Tempat Penyimpanan Ikan Hasil Tangkapan Nelayan', *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(4), pp. 889–898.

Siagian, S. (2017) 'Perhitungan Beban Pendingin Pada Cold Storage Untuk Penyimpanan Ikan Tuna Pada Pt . X', *Bina Teknika*, 13(1), pp. 139–149.

Terehovics, E. *et al.* (2018) 'Analysis of fish refrigeration electricity consumption', *Energy Procedia*, 147, pp. 649–653. doi: 10.1016/j.egypro.2018.07.084.

Dossat, Roy J. (1981), Principle of Refrigeration, SI Version, Second Edition; John Wiley & Sons, Inc , New York.

C P Arora. 1975. Refrigeration and Air Conditioning. New Delhi : McGraw Hill Education.