ISSN : 1410-7694

Volume 20 No 2, Desember 2017

e-JURNAL STP

TEKNOLOGI dan PENELITIAN TERAPAN

**KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN
BADAN RISET DAN SDM KELAUTAN DAN PERIKANAN
SEKOLAH TINGGI PERIKANAN JAKARTA**

Jl. AUP No. 1 Pasar Minggu Jakarta Selatan 12520

Telp (021) 7805030, 781414, fax (021) 7805030

e-mail : p3M_stp@yahoo.com

ISSN : 1410-7694

**JURNAL TEKNOLOGI DAN PENELITIAN TERAPAN
SEKOLAH TINGGI PERIKANAN
Vol 20 NO. 2, Desember 2017**

Diterbitkan oleh : Sekolah Tinggi Perikanan
Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia
Kementrian Kelautan dan Perikanan

Penanggung Jawab : Ketua Sekolah Tinggi Perikanan
Ir. Mochamad Heri Edy, M.S

Dewan Redaksi

Ketua : I Ketut Daging, A.Pi, MT

Editor : Yuliati H. Sipahutar S.Pi, MM
Dr. Suharyanto
Maria Goreti S.ST.Pi, M.Pi
Heri Triyono, M.Kom
Rahmad Surya S.St.Pi, MSc

Distribusi : Iman Hilman, S.St.Pi
Bestynar Kumawang Sita S.St.Pi

Alamat Redaksi : Pusat Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Sekolah Tinggi Perikanan (PPPM – STP)
JL. Aup, Pasar Minggu Jakarta Selatan 12520
Telp/Fax : (021) 7805030
Email : pppm_stp@yahoo.com

Jurnal Teknologi dan Penelitian Terapan Sekolah Tinggi Perikanan diterbitkan secara periodik dua kali setahun yaitu bulan Juni dan Desember. Perencanaan sampai penerbitan dikelola oleh Sekolah Tinggi Perikanan

ISI DAPAT DIKUTIP DENGAN MENYEBUT SUMBERNYA

**JURNAL TEKNOLOGI DAN PENELITIAN TERAPAN
SEKOLAH TINGGI PERIKANAN
Vol 20 NO. 2, Desember 2017**

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
1. Konsumsi bahan bakar pada motor induk KM. Putra Leo Anugrah dalam 1 trip Juwana-Pati Oleh : Rahmad Surya HS, Hendro Sukismo, Basino dan Riyan Dwi	1 – 8
2. Pertumbuhan Ikan Kerapu Cantang (♀ <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> x ♂ <i>Epinephelus lanceolatus</i>) Yang Dipelihara Pada Bak Beton Dan Keramba Jaring Apung (KJA) Di Perairan Barat Pandeglang, Banten Oleh : Maria Goreti Eny K dan DH. Guntur Prabowo	9 – 15
3. Analisis Finansial dan Mutu Produk Ekado di CV. Sakana Indo Prima Jawa Barat Oleh : Romauli J Napitupulu dan Arpan N. Siregar	16 – 26
4. Penanganan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) hasil tangkapan dari kapal pukat cincin (<i>Purse seine</i>) Di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Sibolga, Sumatera Oleh : Pola Panjaitan	27 – 39
5. Studi Morfometrik Dan Meristik Ikan Ikan Putih (<i>Tor Spp</i>) Endemik Perairan Bengkulu Oleh : Yoga Tandra Putra, Ratna Suharti, Mira Maulita	40 – 46
6. Analisis Kegagalan Alat Pendingin Udara Pada Motor Bantu Pembangkit Tenaga Listrik (<i>auxiliary engine</i>) Kapal perikanan madidihang 03 (GT 750) Jakarta Oleh : M. Subroto Alirejo, I Ketut Daging, Juniawan P Siahaan	47 – 51
7. Manajemen Perawatan Terencana Dan Pengaruhnya Terhadap Usia Pakai (<i>Life Time</i>) motor induk KM. Sumber Jadi, PT. Hasil Laut Sejati, Batam – Kepulauan Riau Oleh : Bambang Murtiyoso G, M. Subroto Alirejo, Henry Saputra	52 – 57
8. Pemanfaatan Teknologi Refrigerasi Dan Hubungan Dengan Hasil Penjualan Ikan Tangkapan Pada Kapal Purse Sein DI KM. Buntar Rejeki. Oleh : Bambang Murtiyoso G, Subroto Aliredjo, Hendra Hasania	58 – 65
9. Pengaruh Perendaman (<i>soaking</i>) udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>) Kupas Mentah Beku PD (<i>peeled and Deveined</i>) Terhadap Perubahan Berat Dan Mutu Organoleptik Produk Akhir Oleh : Yulianti.H Sipahutar, Widya Sari	66 – 76
10. Analisis Beban Kalor Pada Ruang Pembekuan Dan Efisiensi Daya Kompresor Pada KM. Anugrah Bahari, Juana Pati Oleh : Mardiyono, Gunadi Zaenal Abidin, Hendro Sukismo dan Ahad Joyonegoro	77 – 82

ANALISIS BEBAN KALOR PADA RUANG PEMBEKUAN DAN EFISIENSI DAYA KOMPRESOR PADA KM. ANUGRAH BAHARI, JUANA PATI

✓ Mardiyono¹, Gunadi Zaenal Abidin¹, Hendro Sukismo^{*1} dan Ahad Joyonegoro²

ABSTRAK

Di dalam proses refrigerasi pada KM. Anugrah Bahari tidak terlepas dari masalah beban pendinginan selama mesin refrigrasi beroperasi. Beban pendinginan yang berlebih pada suatu unit refrigerasi tentu akan berpengaruh pada hasil tangkapan yaitu dapat mempercepat proses pembusukan atau penurunan mutu hasil tangkapan.

Sistem refrigrasi pada KM. Anugrah Bahari yang terdiri dari komponen pokok, yaitu kompresor, kondensor, ekspansi, dan evaporator dan komponen bantu serta komponen control. Untuk mekanisme perawatan pada sistem refrigrasi di bagi atas perawatan harian, mingguan, bulanan, dan tahunan. Perhitungan pelepasan beban kalor pada KM. Anugrah bahari hanya dibatasi pada ruang pembekuan yang berkapasitas tiga ton per palkah dimana kapal tempat pelaksana melaksanakan peraktek terdapat dua palkah.

Perhitungan pelepasan kalor di bagi dua yaitu kalor pada produk dan kalor non produk. Penulis juga menghitung efesiensi daya kompresor pada KM. Anugrah Bahari. Beban produk pada hasil tangkapan ikan Tongkol, Layang, Kembung dan Bawal hitam dan produk air tawar ialah 23,2 kW. Untuk beban non produk terdiri dari Infiltrasi = 1,311 kW, internal = 1,54 kW, dan beban sisi dinding = 0,94 kW.

Kata kunci : *Beban kalor pada ruang pembekuan dan efisiensi daya kompresor.*

ABSTRACT : ANALYSIS OF HEATING LOADS IN FREEZING AND COMPETITIVE POWER EFFICIENCY ON KM. ANUGRAH BAHARI, JUANA PATI, By: Mordiyono, Gunadi Zaenal Abidin¹, Hendro Sukismo¹ and Ahad Joyonegoro²

The refrigeration process at KM. Anugrah Bahari is inseparable from the problem of cooling loads during the refinery operation. Excessive cooling load on a refrigeration unit will certainly affect the catch that can accelerate the process of decomposition or deterioration of the quality of the catch.

System refresh on KM. Anugrah Bahari consisting of basic components, namely compressor, condenser, expansion, and evaporator and component bantu and control components. For maintenance mechanisms on refrigeration systems are divided into monthly, monthly and yearly maintenance. Calculation of heat load release at KM. The bahari grace is limited only to freezing chambers with a capacity of three tonnes per palkah where the vessel executes performing the practice there are two fish hold.

Calculation of release of heat in the second for the heat on the product and non-product heat. The author also calculates the efficiency of compressor power at KM. Anugrah Bahari. Beban product on fish catches Tongkol, Layang, Kembung and Black pomfret and fresh water products is 23.2 kW. For non-product loads consisting of Infiltration = 1.311 kW, internal = 1.54 kW, and wall side load = 0.94 kW.

Keywords: *Heat load on freezing and compressor power efficiency.*

PENDAHULUAN

Penanganan hasil tangkapan di atas kapal merupakan salah satu tujuan pokok dalam mempertahankan kondisi mutu produk sebelum nantinya sampai kekonsumen.

Kegiatan penangkapan ikan diperlukan teknologi refrigerasi khususnya pada kapal penangkap ikan, mengingat ikan adalah suatu produk yang sangat mudah dan cepat membusuk pada suhu tertentu sehingga dapat mengakibatkan penurunan mutu. Menurut Ilyas (1993), salah satu cara untuk mempertahankan mutu dan kesegaran ikan

¹ Dosen Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta

² Taruna Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta.

dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi refrigerasi. Yaitu dengan menurunkan suhu ikan secepat mungkin agar aktifitas bakteri pembusuk dapat dihambat.

Pemanfaatan hasil perikanan diupayakan melalui mempertahankan nilai kesegaran, gizi, dan biologi. Pengolahan hasil tangkapan ikan bertujuan mengurangi kekurangan fisik, gizi dan ekonomi dengan mengurangi limbah dan memanfaatkannya, dan dengan meningkatkan daya simpan dan nilai tambah. Upaya penanganan hasil perikanan setelah ditangkap adalah dibersihkan dan kemudian dilakukan teknik pendinginan dan teknik pembekuan. Teknik pendinginan mengusahakan penurunan suhu pada pusat termal hasil perikanan sampai 0°C dan pemeliharaan kondisi hasil perikanan pada suhu tersebut.

Teknik pembekuan hasil perikanan mengusahakan penurunan suhu mencapai -18°C atau lebih rendah dan menyimpan serta mendistribusikan ikan beku pada suhu rendah tersebut (Ilyas, 1992).

Proses refrigerasi tidak terlepas dari masalah beban pendinginan selama mesin refrigerasi beroperasi. Beban pendinginan yang

Berlebih pada suatu unit refrigerasi tentu akan berpengaruh pada hasil tangkapan yaitu dapat mempercepat proses pembusukan atau penurunan mutu hasil tangkapan.

Tujuan penelitian terapan permesinan perikanan ini adalah:

1. Menganalisis data beban Kalor pada ruang pembekuan.
2. Menghitung Efisiensi Daya Kompresor dan Motor Penggerak Kompresor

Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang berkaitan dengan beban kalor pada *contact plate freezer* sistem pendingin dan beban kalor palka selama 1 trip di atas KM. Anugrah Bahari, adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Beban Ruang Pembekuan Pada *Freezer* Sistem Pendingin Selama Satu Trip di Atas KM. Anugrah Bahari.
2. Menghitung Efisiensi Daya Motor Penggerak Kompresor.
3. Melakukan Pengoperasian dan Perawatan Serta Mengetahui Fungsi Dari Komponen Sistem Pendingin.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini telah dilaksanakan di Juana, Pati Jawa Tengah yang bertempat pada PT. Putra Leo, terhitung dari tanggal 1 November 2016 sampai dengan 14 Mei 2017.

Alat dan Bahan

Didalam melakukan penelitian terapan ini, alat dan bahan yang digunakan terdiri dari:

1. Kapal *Purse Seine* dan perlengkapannya.
2. Unit sistem refrigerasi
3. Alat ukur suhu (Thermometer)
4. Jenis thermometer yang digunakan adalah jenis thermometer batang.
5. Alat pengukur suhu (thermometer) digunakan untuk mengukur suhu dari produk yaitu ikan sebagai hasil tangkapan utama.

Metode Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data menggunakan metode diskriptif yaitu dengan menggambarkan secara sistematis fakta hasil pengamatan atau

Perhitungan beban kalor pada unit refrigerasi pada mekanik terhadap daya kompresor yang digunakan dan efisiensi daya motor penggerakannya. Pengumpulan data dilakukan selama melaksanakan penelitian yaitu dengan cara pengamatan langsung terhadap obyek unit sistem refrigerasi.

Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan adalah analisis kuantitatif dengan mengaplikasikan data yang telah diperoleh dilapangan dengan rumus yang digunakan untuk menghitung penggunaan beban *contactplate* sesuai dengan mekanisme sistem refrigasi pada unit penangkapan ikan antara lain:

Beban kalor produk

$$Q = m.(Ta - Tp).$$

1. TahapI=Tahap penurunan suhu produk dari suhu awal T_a kesuhu T_b
 Kalor sensibel yang harus dienyahkan adalah
 $Q_{ab} = m.(Ta - Tb).c$
2. TahapII =Tahap pembekuan produk pada suhu beku(T_b), yaitu kalor laten yang harus dienyahkan untuk mengubah suhu dari suhu beku menjadi padatan beku, dapat dihitung dengan persamaan
 $Q_b = m.h_{if}$
3. TahapIII=Tahap penurunan suhu produk dari suhu pembekuan kesuhu penyimpanan akhir T_p .Kalor sensibel yang harus dienyahkan adalah
 $Q_{bp} = m.(T_b - Tp).c_1$ Sehingga total beban produk adalah: $Q_{tot} = Q_{ab} + Q_b + Q_{bp}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ruang Pembekuan(*Contact Plate Freezer*)

Pada palkah pembekuan atau *kontack plate freezer* ikan hasil tangkapan untuk tahap awal harus disortir berdasarkan besar dan jenisnya kemudian dimasukkan kedalam nampan yang terbuat dari platbesi. Untuk tahapan selanjutnya ikan disiram dengan air agar pada saat pembekuan ikan dapat menempel satu sama lain. Setelah rangkaian tersebut ikan kemudian disusun di rak rak *kontack plate* untuk proses pembekuan proses pembekuan berlangsung selama 12jam sampai akhirnya ikan di bongkar dan di kemas yang kemudian dipindahkan kedalam palkah penyimpanan beku.

Perhitungan Beban Kalor Refrigerasi Pada KM. Anugrah Bahari

Beban kalor produk terbagi atas dua, yaitu: beban kalor produk bersumber dari beban kalor dari produk (ikan pelagis kecil) serta air yang diisi dalam inner untuk udang dan beban kalor non produk yang terdiri atas : beban kalor dari dinding, beban kalor yang bersumber dari pertukaran udara, beban kalor yang bersumber dari lampu, beban kalor yang bersumber dari motor listrik dan beban kalor yang bersumber dari manusia

Gambar1..GrafikPenurunan Suhu Ikan
sumber :(Ilyas , 1992).

Penelitian penangan ikan sebagai hasil tangkapan utama yang didapatkan dari KM. Anugrah Bahari terdiri dari beberapa jenis ikan seperti: ikan Tongkol, Layang, Kembung banyar dan Bawal hitam. Jumlah total ikan selama penelitian ini adalah 45000 kilogram. Adapun untuk penyajian data perhitungan pelepasan panas pada produk akan di sajikan dalam bentuk tabel dan Titik beku ikan (T_b) : $-2,2^{\circ}\text{C}$, Panas spesifik ikan atas beku (c) : $0,76 \text{ Btu/lb}^{\circ}\text{F} = 3,181968 \text{ kJ/kg}$ Panas spesifik ikan bawah beku (c_i) : $0,41 \text{ Btu/lb}^{\circ}\text{F} = 1,716588 \text{ kJ/kg}$ Panas laten pembekuan ikan (h_{if}) : $56,4 \text{ kkal/kg} = 236,13522 \text{ kJ/kg}$ Pembekuan produk ikan selama 12 (dua belas) jam.

1. Produk Ikan Tongkol

Pada hasil tangkapan ikan Tongkol di KM. Anugrah Bahari sejumlah 15000 kg dengan rincian perhitungan pelepasan panas dari tahap I–III dapat dilihat dari tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Laju Perpindahan Kalor Pada Ikan Tongkol

No	Tanggal	Massa(kg)	$T_I (^{\circ}\text{K})$	$T_p (^{\circ}\text{K})$	$Q_{ib}(\text{kJ})$	$Q_b(\text{kJ})$	$Q_{bp}(\text{kJ})$
1	28/11/2016	500	300	256	46456,73	118067,76	12702,75
2	29/11/2016	1000	300	258	92913,46	236135,52	21972,75
3	30/11/2016	1000	301	258	96095,43	236135,52	21972,75
4	2/12/2016	3000	301	258	288286,3	708406,55	6591697
5	4/12/2016	500	300	257	46456,73	118067,76	11844,45
6	5/12/2016	500	300	257	46456,73	118067,76	11844,45
7	15/2/2017	500	300	256	46456,73	118067,76	12702,75
8	16/2/2017	1000	300	256	92913,46	236135,52	25405,5
9	18/2/2017	2000	301	257	192190,86	472271,04	4737,82
10	19/2/2017	1000	301	258	96095,43	236135,52	21972,75
11	21/2/2017	500	301	259	48047,71	118067,76	10127,86
12	22/2/2017	1000	300	258	92913,46	236135,52	21972,75
13	23/2/2017	1000	300	258	92913,46	236135,52	21972,75
14	25/2/2017	500	300	258	46456,73	118067,76	10986,16
15	27/2/2017	1000	301	258	96095,43	236135,52	21972,75

Sumber ; (KM.Anugrah Bahari 2017)

Tahap1 Pendinginan

Sempel perhitungan pelepasan beban kalor produk ikan Tongkol pada tanggal 15 Februari 2017

Massa: 500 kg

$T_i: 300^0\text{K}$

$T_b: 270,8^0\text{K}$

$Q_{lb} = m (T_i - T_b) \times c \dots \dots \dots \text{kJ}$

$= 1000 \times (300 - 270,8) \times 3,181968 \text{ kJ/kg}^0\text{K}$

$= 46456,73 \text{ kJ}$

Maka banyaknya kalor di atas beku (Q_{lb}) pada hasil tangkapan ikan Tongkol KM.Anugrah Bahari untuk priodik satu trip layar ialah 92913,46 kJ.

Tahap2. Awal Padatan Beku

Panas laten pembekuan ikan pada suhu $-2,2^0\text{C}$ adalah:

$Q_b = m \times h_{if} \dots \dots \dots \text{kJ}$

$= 500 \times 236,13552 \text{ kJ/kg}^0\text{K}$

$= 118067,76 \text{ kJ}$

Untuk tahap 2 awal padatan beku pada hasil tangkapan ikan tongkol pada KM.Anugrah Bahari sebesar 236135,52 kJ.

KESIMPULAN

1. Beban refrigerasi pada ruang pembekuan dan ruang palkah di KM.Anugrah Bahari terdiri dari beban produk dan beban non produk. Pada ruang pembekuan, beban kalor yang harus ditanggung berasal dari beban produk, beban infiltrasi dan beban transmisi. Pada ruang palkah beban kalor yang harus ditanggung berasal dari beban infiltrasi, beban transmisi dan beban internal.
2. Daya kompresor yang dihitung secara teoritis adalah sebesar 45 kW. Besarnya perhitungan total beban kalor yang ada pada KM.Anugrah Bahari pada tanggal 15 februari 2017 ialah 29,7 kW di ruang pembekuan yang telah ditambah dengan *safety margin* 10% apabila dibandingkan dengan daya kompresor maka diperoleh persentase sebesar 74,27%. Pembahasan sesuai dengan hasil yang diperoleh penulis di lapangan. Mengikuti badan standar nasional Indonesia, suhu produk pembekuan hasil tangkapan utamakan KM.Anugrah Bahari memenuhi syarat dengan acuan sebesar -19^0C .
3. Perhitungan efisiensi daya kompresor dengan rumusan perhitungan perbandingan antara daya motor penggerak kompresor dan daya kompresor dikali 100%. Dengan hasil akhir perhitungan $(10,227:11,961) \times 100\% = 85,92\%$.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W. dan Saito, H. 1995. *Penyegaran Udara*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.

- Ilyas,S.1983. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid I*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. CV.Paripurna, Jakarta.
- 1993. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid II*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. CV.Paripurna, Jakarta.
- Karyanto,E.dan Paringga,E.2003. *Teknik Mesin Pendingin*. CV.RestuAgung, Jakarta.
- Karyanto,E.dkk.2004. *Penuntun Praktikum TEKNIK MESIN PENDINGIN Volume 2*. C.V.Restu Agung, Jakarta.
- Stoecker dan Jones, 1982. *Refrigerasi dan Pengkondisian udara*. Erlangga, Jakarta.
- Sudjana, 2002. *Metoda Statistika edisi ke enam*. CV.Tartisto, Bandung.
- Widodo dan Akmal,S.2005. *Manajemen Usaha Perikanan*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.

PENGARUH FLUKTUASI MASSA PRODUK TERHADAP BEBAN KALOR REFRIGERASI PADA UNIT REFRIGERASI KM HARAPAN SRIJAYA, JUWANA-PATI

Teguh Binardi¹, Ade Hermawan¹, Muhamad Idris²

ABSTRAK

Sistim refrigerasi pada KM. Harapan Sri Jaya sangat penting dalam proses menjaga hasil tangkapan ikan agar tetap segar sampai di tangan konsumen. Dalam sistim ini terdapat komponen yang dalam pemakaiannya dapat dihitung sebagai acuan dalam pemilihan komponen sesuai kebutuhan pada KM. Harapan Sri Jaya. Tujuan penulisan ini adalah menghitung jumlah total beban kalor yang dienyahkan oleh sistim refrigerasi di KM. Harapan Sri Jaya, menentukan presentase beban kalor refrigerasi terhadap daya kompresor dan menganalisa pengaruh massa produk terhadap beban kalor refrigerasi yang dihasilkan dengan menggunakan analisis regresi tunggal.

. Hasil perhitungan beban kalor menunjukan bahwa total beban kalor, beban kalor produk dan non produk sebesar 11,416 kW perhari untuk produk ikan hasil tangkapan selama 12 jam sebanyak 866,26 kg. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan efek refrigerasi 53,648 kkal/kg, dengan daya 3 buah kompresor yang sama sebesar 11,961 kW merk *Dorin*. Persentase daya kompresor terhadap beban kalor refrigerasi adalah 64,81 %. Berdasarkan hasil analisa menggunakan regresi tunggal dapat disimpulkan bahwa fluktuasi massa produk berpengaruh nyata terhadap beban kalor refrigerasi yang dihasilkan.

Kata kunci : Ikan, Hasil Tangkapan, Beban Kalor, Refrigerasi, Daya, Kompresor

ABSTRACT: THE INFLUENCE OF MASS PRODUCT FLUCTUATION TOWARD THE HEAT LOAD OF REFRIGERATION PRODUCED By : Teguh Binardi¹, Ade Hermawan¹, Muhamad Idris²

Refrigeration system at KM. Harapan Sri Jaya is very important in the process of keeping the catch of fish to remain fresh up in the hands of consumers. In this system there are components which in its use can be calculated as a reference in the selection of components as needed in KM. Harapan Sri Jaya. The purpose of this paper is to calculate the total amount of heat burden dissolved by the refrigeration system in KM. Harapan Sri Jaya, determining percentage of refrigeration heat load to compressor power and analyzing the effect of mass of product on refrigeration heat load generated by using single regression analysis.

The calculation of the heat load shows that the total heat, calorific and non-product heat loads in the freezing and frozen storage chamber is 11,416 kW per day for the fish catch product for 12 hours at 866,26 kg. Based on the calculation results obtained refrigeration effect 53,648 kkal / kg, with power 3 pieces of the same compressor of 11.961 kW Dorin brand. The percentage of compressor power to refrigeration heat load is 64,81%. Based on the results of analysis using a single regression processed with Microsoft Excel application can be concluded that the mass of the product significantly affect the heat load of refrigeration produced.

Keywords: Fish, Catch, Heat Load, Refrigeration, Compressor Power

PENDAHULUAN

Teknik pendinginan mengusahakan penurunan suhu pada pusat termal hasil perikanan sampai 0 °C dan pemeliharaan kondisi hasil perikanan mengusahakan penurunan suhu mencapai -18 °C atau lebih rendah dan menyimpan serta mendistribusikan ikan beku pada suhu rendah tersebut. Didalam proses refrigerasi tidak terlepas dari masalah beban pendinginan selama mesin refrigrasi beroperasi. Beban pendinginan yang berlebih pada suatu unit refrigerasi tentu akan berpengaruh pada hasil tangkapan yaitu dapat mempercepat proses pembusukan atau penurunan mutu hasil tangkapan

Beban kalor yang harus ditanggung oleh sistem refrigerasi di ruang pendingin dan palka berasal dari beban produk dan beban non produk. Beban produk adalah beban yang berasal dari produk yang didinginkan di ruang pendinginan (*freezer*). Beban non produk adalah semua beban yang berasal dari selain produk yang ada di dalam ruang pendingin, diantaranya adalah beban yang ditimbulkan oleh lampu, orang yang bekerja di dalam ruang pendingin. Beban produk merupakan beban paling besar yang harus ditanggung oleh evaporator yang berada di palka. Sementara besarnya masa produk berfluktuasi tergantung dari hasil tangkapan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah fluktuasi besarnya masa produk berpengaruh terhadap beban kalor refrigerasi

BAHAN DAN METODA

Pelaksanaan pengambilan data berlangsung selama enam bulan mulai tanggal 1 November 2016 sampai dengan 5 Mei 2017, di KM. Harapan Sri Jaya di Juwana-Pati, Jawa Tengah.

Metode Analisa Data

1. Analisa Kuantitatif

Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung beban kalor dan hal lainnya dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut :

1) Perhitungan Beban Produk

(1) Tahap Penurunan Temperatur Produk

$$Q_{ab} = m (T_a - T_b) c$$

(2) Tahap Pembekuan Awal

$$Q_b = m \cdot h_{if}$$

(3) Tahap Pembekuan Lanjut

$$Q_{bp} = m (T_b - T_p) c_1$$

(4) Penjumlahan Total Produk

$$Q_{produk} = Q_{ab} + Q_b + Q_{bp}$$

(5) Beban Produk

$$q_p = Q_{produk} : t$$

2) Perhitungan Beban Non Produk

(1) Perhitungan Beban Pergantian Udara

$$q_u = \frac{\text{Volume ruang pembekuan} \times \text{Nilai pertukaran udara} \times \text{Faktor udara}}{24 \text{ jam}}$$

(2) Beban Lampu

$$q_1 = \frac{\text{Daya Lampu} \times \text{Jumlah Lampu} \times \text{Jam Operasi}}{24 \text{ jam}}$$

(3) Beban Orang yang Bekerja

$$q_o = \frac{\text{Jumlah Orang} \times \text{Nilai Faktor} \times \text{Jam Kerja}}{24 \text{ jam}}$$

(4) Beban dari Motor Listrik

$$q_m = \frac{\text{Output Motor} \times \text{Kerugian Friksi} \times \text{Jam Operasi}}{24 \text{ jam}}$$

(5) Beban dari Transmisi

$$q_s = A \times U \times (T_1 - T_2)$$

3) Perhitungan Daya Kompresor

(1) Efek Refrigerasi

$$q_e = h_1 - h_4$$

(2) Kalor Ekuivalen Kerja Kompresi

$$A_l = h_2 - h_1$$

(3) Panas yang Dilepaskan di Kondensor

$$Q_c = q_e + A_l$$

(4) Kapasitas Kompresor

$$V = \pi/4 \times D^2 \times L \times Z \times n \times 60 \text{ (m}^3/\text{jam)}$$

(5) Daya Kompresor

$$N = \frac{(h_2 - h_1)}{860} \times \frac{V}{v_a}$$

(6) Daya motor penggerak kompresor

$$N' = \frac{N}{\eta_c \times \eta_m}$$

(7) Persentase Beban Kalor Refrigerasi terhadap Daya Kompresor

$$\frac{\text{Total Beban Kalor Refrigerasi}}{\text{Daya Kompresor}} \times 100 \%$$

2. Analisis Inferensia

Data dari hasil perhitungan yang telah didapat kemudian dilakukan analisis lebih lanjut guna untuk menarik kesimpulan bahwa massa produk berpengaruh nyata terhadap beban kalor refrigerasi.

Untuk melakukan analisa menggunakan analisis regresi tunggal (*single regression*).

Regresi tunggal dilakukan secara bertahap yaitu dengan menguji pengaruh variabel bebas x (massa produk) dengan variabel tak bebas y (beban kalor refrigerasi). Model regresi yang digunakan yaitu (Maimun *et al.*, 2013) :

$$y = a + bx$$

Dimana :

y = Beban kalor refrigerasi

a = Konstanta (*intercept*), nilai a memotong sumbu y.

- Besar nilai y, ketika x = 0
b = Koefesien regresi parameter massa produk dan beban kalor refrigerasi
x = Massa produk
Nilai koefesien korelasi dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut
(Sugiyono, 2009) :

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

ra variabel x dan y
x = $(x_i - \bar{y})$

Kaidah pengambilan keputusan adalah sebagai berikut :

- 1) Bila $r = 0$, besarnya koefesien korelasi semakin lemah hubungannya antara variabel x dan y dimana kedua variabel tersebut benar-benar sempurna tidak mempunyai hubungan sama sekali
- 2) Bila $r = +1$, antara variabel x dan y mempunyai hubungan yang bersifat positif dan sempurna. Semakin besar nilai x akan semakin besar nilai y dan sebaliknya.
- 3) Bila $r = -1$, antara variabel x dan y mempunyai hubungan yang bersifat negatif (kolerasi negatif) sempurna. Semakin besar nilai x akan semakin kecil nilai y dan sebaliknya.

Untuk mengetahui hubungan signifikan antara variabel x (massa produk) terhadap variabel y (beban kalor refrigerasi) dilakukan dengan mencari nilai t hitung sebagai berikut :

$$Se = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - a \sum y_i - b \sum x_i y_i}{n - 2}}$$

$$Sb = \frac{Se}{\sqrt{\sum x_i^2 - \left(\frac{(\sum x_i)^2}{n}\right)}}$$

$$t \text{ hitung} = \frac{b}{Sb}$$

Setelah mendapatkan nilai t hitung maka, untuk mengetahui hubungan pengaruh variabel x (massa produk) terhadap variabel y (beban kalor refrigerasi) adalah melalui beberapa tahapan – tahapan sebagai berikut :

- 1) Merumuskan hipotesis, dimana :
 - (1) H_0 = variabel x (massa produk) tidak berpengaruh nyata terhadap hasil tangkapan.
 - (2) H_i = variabel x (massa produk) berpengaruh nyata terhadap hasil tangkapan.
- 2) Menentukan tingkat signifikan. Tingkat signifikan menggunakan $\alpha = 5\%$ (signifikan 5% atau 0,05 adalah ukuran standar yang sering digunakan dalam penelitian).
- 3) Menentukan nilai T hitung, dicari dengan menggunakan rumus T hitung atau dengan menggunakan data *analysis regression* pada *Microsoft Office Excel*.
- 4) Menentukan T tabel, menggunakan tingkat keyakinan 95%, $\alpha = 5\%$, (df= nk).
- 5) Menentukan kriteria pengujian, dimana kriteria tersebut sebagai berikut :
 - (1) H_0 diterima (H_i ditolak) apabila T hitung < T tabel ; $P\text{-value}$ > nilai α atau Signifikan F > nilai α .
 - (2) H_0 ditolak (H_i diterima) apabila T hitung > T tabel ; $P\text{-value}$ < nilai α atau Signifikan F < nilai α .

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Beban Kalor Produk

Jenis ikan hasil tangkapan mayoritas yang diperoleh adalah lemuru, layang, kembung, tongkol, cumi. Jumlah total ikan hasil tangkapan keseluruhan selama 107 hari di *fishing ground* adalah 92.690 kg. Jadi massa ikan yang harus didinginkan perharinya yaitu 866,26 kg. Suhu awal ikan yang tertangkap rata-rata adalah 28,4 °C. Waktu pembekuan produk selama 12 jam.

Gambar 1. Grafik Penurunan Suhu Produk Ikan

1) Jumlah Total Pengenyahan Panas

Jumlah total pengenyahan panas pada seluruh proses pembekuan ikan adalah sebagai berikut :

$$Q_{\text{produk}} = Q_{\text{ab}} + Q_{\text{b}} + Q_{\text{bp}} = 84.346,36 \text{ kJ} + 204.555,15 \text{ kJ} + 18.037,49 \text{ kJ}$$

2) Beban Produk

Dari hasil perhitungan total jumlah pengenyahan panas yaitu 306.939 kJ kemudian dapat dikonversikan menjadi :

(1 Joule = 1 Watt detik, 1 kJ = 1 kW detik)

$$Q_{\text{produk}} = 306.939 \text{ kJ} \\ = 306.939 \text{ kW detik}$$

Beban produk per hari

$$= 85,26 \text{ kW jam}$$

$$q_p = 85,26 \text{ kW} / (12 \text{ jam}) \text{ hari}$$

$$q_p = 7,11 \text{ kW}$$

2. Perhitungan Beban Non Produk

Perhitungan beban non produk terdiri dari beberapa macam beban yaitu :

1) Beban dari Pertukaran Udara

(1) Beban total pertukaran udara pada KM. Harapan Sri Jaya dapat diketahui dengan menjumlahkan dari semua beban pertukaran udara ruangan tersebut adalah :

$$q_u \text{ total} = q_u \text{ pembekuan} + q_u \text{ penyimpanan beku} \\ = 1,18 \text{ kW} + 1,59 \text{ kW}$$

$$q_u \text{ total} = 2,77 \text{ kW}$$

2) Beban Refrigerasi Internal Jumlah Total Beban Internal

Dapat diketahui dengan menjumlahkan dari semua beban di ruangan tersebut :

$$q_{in\ total} = q_1 + q_o + q_m$$

$$= 0,003\ kW + 0,167\ kW + 0,436\ kW$$

$$q_{in\ total} = 0,606\ kW$$

3) Beban Refrigerasi dan Penerimaan Sisi Perhitungan Total Panas Dinding

Setelah semua nilai dari beban dinding diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menjumlahkan semua hasilnya sehingga dapat diperoleh :

$$q_{d\ total} = q_{d\ freezer} + q_{d\ penyimpanan\ beku}$$

$$= 308,69\ W + 624,06\ W$$

$$= 932,75\ W$$

$$q_{d\ total} = 0,93\ kW$$

4) Total Keseluruhan Beban Refrigerasi

Dari perhitungan di atas maka untuk mengetahui beban refrigerasi total adalah dengan menjumlahkan keempat beban refrigerasi tersebut, yakni dengan persamaan sebagai berikut :

$$q_{total} = q_p + (q_u + q_{in} + q_d)$$

$$q_{total} = 7,11\ kW + 2,77\ kW + 0,606\ kW + 0,93\ kW$$

$$q_{total} = 11,416\ kW$$

$$\text{Safety } 15\ \% = 11,416\ kW \times 15\ \%$$

$$= 1,7124\ kW$$

$$\text{Beban Refrigerasi} = q_{total} + \text{Safety } 15\ \%$$

$$= 11,416\ kW + 1,7124\ kW$$

$$\text{Beban Refrigerasi} = 13,13\ kW$$

3. Perhitungan Daya Kompresor

Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah :

1) Menentukan Enthalpi

Untuk menghitung daya kompresor yang terpakai harus memperhatikan jurnal kompresor untuk mengetahui tekanan LP dan Hp yang diukur pada saat kompresor tersebut melakukan kerja.

Beban produk selalu mengalami perubahan setiap harinya sehingga dalam perhitungan dapat di ambil contoh beban maksimum. Dalam perhitungan siklus refrigerasi entalpi pada masing-masing titik tersebut yang didapat dengan melihat sifat-sifat cairan dan uap jenuh refrigeran 22. Agar memperjelas perhitungan tersebut digunakan tekanan absolut yaitu tekanan pengukuran + 1 atm. Diketahui bahwa 1 bar = 0,9869 atm dan 1 atm = 101,325 kPa. $L_p = 0,9\ bar = 0,9 \times 0,9869\ atm = 0,888\ atm$
Tekanan absolut pemasukan adalah $0,888\ atm + 1\ atm = 1,888\ atm$
 $1,888 \times 101,325\ kPa = 191,302\ kPa$
 $H_p = 14,5\ bar = 14,50 \times 0,9869\ atm = 14,31\ atm$
Tekanan absolut pengeluaran adalah $14,50\ atm + 1\ atm = 15,31\ atm$
 $15,31\ atm = 15,31 \times 101,325\ kPa = 1.551,29\ kPa$

Dengan mengetahui tekanan hisap yaitu 191,302 kPa maka suhu dan nilai dari h_1 dapat diketahui dengan interpolasi yaitu :

Diketahui :

$$y = y_1 + \left[\frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} \times (y_2 - y_1) \right]$$

Maka nilai h_1 adalah **394,799 kJ/kg**. Dan untuk nilai tekanan pengeluarannya h_2 sebesar 1.551,29 kPa yaitu :

Maka nilai h_2 adalah **416,639 kJ/kg**. Di bawah ini merupakan gambar dari diagram tekanan dan entalpi :

$$y = y_1 + \left[\frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} \times (y_2 - y_1) \right]$$

Gambar 2. Diagram P-h

(Sumber : Diolah dari KM. Harapan Sri Jaya, 2017)

2) Efek Refrigerasi

Efek refrigerasi adalah banyaknya panas yang diserap setiap satuan berat refrigeran dari ruangan yang direfrigerasi. Berdasarkan uraian di atas diperoleh efek refrigerasi sebagai berikut :

$$q_e = h_1 - h_4$$

$$\begin{aligned} q_e &= 394,799 \text{ kJ/kg} - 170,331 \text{ kJ/kg} \\ &= 224,468 \text{ kJ/kg} \quad q_a = 53,648 \text{ kkal/kg} \end{aligned}$$

3) Kalor Ekuivalen Kerja Kompresi

Kerja kompresi (AI) adalah perubahan entalpi dari entalpi uap jenuh pada tekanan hisap (h_1) hingga entalpi uap gas panas lanjut pada tekanan discharge (h_2) yang merupakan kerja dari kompresor untuk memindahkan uap refrigeran.

$$\begin{aligned} AI &= h_2 - h_1 \\ &= 416,639 \text{ kJ/kg} - 394,799 \text{ kJ/kg} \\ &= 21,84 \text{ kJ/kg} \quad AI = 5,21976 \text{ kkal/kg} \end{aligned}$$

4) Panas yang Dilepaskan di Kondensor

Pelepasan kalor pada kondensor adalah jumlah panas yang diserap oleh refrigeran pada proses kondensasi (q_e) ditambah kalor ekuivalen yang diberikan kepada refrigeran selama langkah kompresi.

$$Q_c = q_e + AI$$

$$\begin{aligned} &= 53,648 \text{ kkal/kg} + 5,21976 \text{ kkal/kg} \\ Q_c &= 58,86776 \text{ kkal/kg} \end{aligned}$$

5) Kapasitas Kompresor (Jumlah Massa Refrigerant yang Bersirkulasi)

Berdasarkan data kompresor yang digunakan ada 3 unit dengan merk, ukuran dan spesifikasi yang sama. Kompresor tersebut digerakkan oleh motor listrik.

$$\begin{aligned} \text{Kompresor 1,2, dan 3 Merk Dorin} \\ \text{Diameter silinder (D)} &= 0,078 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang langkah torak (L) = 0,065 m
Jumlah silinder (Z) = 6 buah
Putaran = 1750 Rpm

Maka :

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times Z \times n \times 60 \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

$$= (3,14/4) \times (0,078)^2 \times 0,065 \times 6 \times 1750 \times 60$$

$$V = 196,089 \text{ m}^3\text{/jam}$$

6) Daya Kompresor

Untuk mencari daya kompresor, maka terlebih dahulu harus diketahui nilai volume spesifik uap refrigeran (v_a) yang didapat dari lampiran sifat-sifat cairan dan uap jenuh refrigeran 22 yang kemudian dikonversikan ke dalam m^3/kg sebagai berikut : pada suhu - 26,16 °C nilai $v_a = 116,962 \text{ L/kg}$ (interpolasi) atau $0,116962 \text{ m}^3/\text{kg}$. Dari keterangan di atas maka daya kompresor yang diperlukan dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

Entalpi keluar kompresor (h_2) = 416,639 kJ/kg = 99,577 kkal/kg
Entalpi masuk kompresor (h_1) = 394,357 kJ/kg = 94,357 kkal/kg

$$N = \frac{(h_2 - h_1)}{860} \times \frac{V}{v_a}$$

$$= \frac{(99,577 - 94,357)}{860} \times \left(\frac{196,089}{0,116962} \right)$$

$$N = 10,23 \text{ kW}$$

7) Daya Motor Penggerak Kompresor

Daya motor penggerak kompresor yang dihasilkan dari perhitungan berikut:

$$= \frac{10,227}{0,90 \times 0,95}$$

$$N' = 11,96 \text{ kW}$$

4. Persentase Beban Kalor Refrigerasi Terhadap Daya Kompresor

Perbandingan antara daya kompresor yang dihasilkan selama beroperasi terhadap beban kalor refrigerasi adalah sebesar 13,13 kW dan daya kompresor yang ada 2 buah kompresor dengan daya yang sama 10,23 kW ($10,23 \text{ kW} \times 2 = 20,46 \text{ kW}$). Maka persentase dari perbandingan beban kalor refrigerasi terhadap daya kompresor adalah sebagai berikut :

$$\frac{13,13}{20,46} \times 100\% = 64,17\%$$

Ini menunjukkan bahwa kinerja kompresor belum sampai pada batas maksimal

5. Pengaruh Massa Produk Terhadap Beban Kalor Refrigerasi

Massa produk pada sistem refrigerasi di KM. Harapan Sri Jaya adalah hasil tangkapan ikan dari kegiatan operasi penangkapan ikan yang dilakukan. Dalam praktiknya hasil tangkapan ikan yang dapat tidak selalu sama, hal itu dapat berpengaruh pada beban kalor pada sistem refrigerasi di KM. Harapan Sri Jaya. Grafik massa produk dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Gambar 3. Grafik Massa Produk dari Tiap Hasil Tangkapan
(Sumber : Diolah dari KM. Harapan Sri Jaya, 2017)

Dari grafik pada gambar 3 massa produk terendah yaitu sebesar 46 kg diperoleh pada tanggal 19 November 2016 dan massa produk tertinggi yaitu sebesar 14.879 kg diperoleh pada tanggal 14 Februari 2017.

Gambar 4. Grafik Beban Kalor Refrigerasi (kW) dari Tiap Hasil Tangkapan
(Sumber : Diolah dari KM. Harapan Sri Jaya, 2017)

Dari grafik pada gambar 4 beban kalor refrigerasi terendah yaitu sebesar 5,36 kW diperoleh pada tanggal 19 November 2016 dan beban kalor refrigerasi tertinggi yaitu sebesar 144,21 kW diperoleh pada tanggal 14 Februari 2017.

Gambar 5.. Hubungan Pengaruh Massa Produk Terhadap Beban Kalor Refrigerasi yang Dihasilkan
(Sumber : Diolah dari KM. Harapan Sri Jaya, 2017)

Dari grafik pada gambar 5, hubungan massa produk terhadap beban kalor refrigerasi memiliki hubungan sangat kuat. Hal ini tampak pada nilai $r = 0,99918$ yaitu koefisien determinan yang menjelaskan kemampuan model menjelaskan kenyataan yang sesungguhnya.. Sesuai dengan tabel koefisien korelasi, bahwa nilai $r = 0,99959$ dipresentasikan yaitu tingkat hubungan sangat kuat. Koefisien determinan (R^2) diperoleh sebesar 0,99918 artinya bahwa jumlah beban kalor refrigerasi yang dihasilkan dipengaruhi

oleh massa produk sebesar 99,9%, sedangkan sisanya sebesar 0,1% dipengaruhi oleh faktor–faktor lain yang tidak teridentifikasi pada pengamatan.

Hasil pengujian dengan menggunakan uji T memperlihatkan nilai T hitung sebesar 308,3226. T tabel didapat dengan mencari pada *Formula TINV* pada *Microsoft Excel*, diperoleh nilai T tabel 1,99045. Dengan kondisi dimana nilai T hitung lebih besar daripada T tabel, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah H_0 ditolak (H_1 diterima) berarti massa produk berpengaruh nyata terhadap beban kalor refrigerasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- 1) Pada KM. Harapan Sri Jaya jumlah beban kalor produk ikan yang harus dienyahkan yaitu sebesar 7,11 kW, sedangkan jumlah beban non produk sebesar 4,306 kW, sehingga jumlah beban di ruang pembekuan dan ruang penyimpanan beku adalah sebesar 11,416 kW. Faktor keamanan sebesar 15 % sehingga besarnya beban kalor adalah 13,13 kW.
- 2) Daya kompresor yang diperoleh dari perhitungan teoritis adalah sebesar 10,23 kW, maka dapat diperoleh persentase beban kalor refrigerasi terhadap daya kompresor adalah sebesar 64,17 %.
- 3) Dari hasil perhitungan regresi tunggal melalui analisis data dengan menggunakan uji T memperlihatkan nilai T (308,3226) lebih besar daripada T tabel (1,99045) maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak (H_1 diterima) berarti fluktuasi massa produk berpengaruh nyata terhadap beban kalor refrigerasi.

Saran

- 1) Pemasukan ikan sebaiknya menunggu air mengalir dari nampal terlebih dahulu, karena jika tidak maka air tersebut dapat menghambat proses pendinginan di dalam ruang pembekuan.
- 2) Pembukaan katup ekspansi harus sesuai dengan produk yang berada di dalam ruang pembekuan maupun ruang penyimpanan beku.
- 3) Untuk mengurangi beban infiltrasi sebaiknya pembukaan pada pintu ruang pembekuan maupun ruang penyimpanan harus diminimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W. dan Heizo, S. 2002. *Penyegaran Udara*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dossat, R.J. 1976. *Principle of Refrigeration*. University of Houston, Texas
- Ilyas, S. 1983 *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid I*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. CV. Paripurna, Jakarta.
- _____, 1993. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid II*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. CV. Paripurna, Jakarta.
- Maimun dkk., 2013. *Statistika Terapan Untuk Ilmu Exacta, Sosial dan Behavioral*. STP Press. Jakarta.
- Merrit, J.H. 1969. *Refrigeration of fishing Vessel*.
- Stoecker, W.F. dan Jerold, J.W. 1994. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara Edisi Kedua*. PT. Erlangga, Jakarta.
- Sugiyono, 2009. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta. Bandung.