

OPTIMASI DESAIN ISOLASI RUANG PALKA IKAN KM. BERKAH 9 GT UNTUK MENGURANGI LAJU PERPINDAHAN PANAS

Untung Budiarto, Kiryanto
Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP

ABSTRACT

Fishing vessel Cantrang 9 GT Type belong to Mr.H.Jupri, a fishing vessel ownership at Wedung Demak, still use block ice for cargo hold in which each its wall insulation on Sterofoam. This insulation to be used because is cheapest although it investigated to overall of total cost is rated still not optimal enough.

In this final project optimizes original design of cargo hold to replaced by new design alternative in its insulation part with using insulation substance Polyurethane. Chosen 3 thickness variation of insulations, they are 5 cm (called; Design A), 10 cm (Design B) and 15 cm (Design C). The variation used as principal data to calculate the cooling load, afterward the calculation of block ice needed which to be used for ship operational. Based on insulation and equipment of refrigeration system data, will be calculated economically that is included investation Cost and Operational Cost.

The result of calculation of each alternative design that based on economically calculated Method. design C have most advantages economically than others about 36,95 % to original design.

Key Word : Refrigeration System, Economically calculated , Fishing Vessel 9 GT

I. PENDAHULUAN

Kapal motor perikanan Berkah II merupakan kapal perikanan yang di produksi oleh galangan kapal tradisional. Adapun konstruksi dari kapal motor Berkah II terbuat dari material kayu yang metode pendinginan ikannya masih menggunakan es

batu. Agar temperatur udara didalam ruang palka dingin, tiap dinding ruang palka diisolasi dengan sterofom, bahan isolasi tersebut digunakan karena dari segi ekonomis harganya murah jika dibandingkan dengan bahan isolasi yang lain.

Dengan adanya banyak bahan isolasi lain yang dapat dijadikan sebagai isolasi pengganti dimana berbagai macam bahan isolasi tersebut memiliki konduktifitas termal dan harga ekonomis yang berbeda-beda maka penulis berkeinginan untuk mendapatkan alternative desain isolasi ruang palka baru pada kapal perikanan KM. Berkah II.

Perubahan yang dilakukan terhadap desain isolasi ruang palka ikan lama adalah mengganti bahan isolasinya karena dipandang kurang optimal masalah tebal isolasi dan pemilihan bahan isolasi yang terpasang pada ruang palka ikan KM. Berkah II saat ini, jadi disini penulis mencari bahan isolasi lain dengan ketebalan tertentu melalui perhitungan teknis dengan tujuan mencegah adanya perpindahan panas yang berlebih pada ruang palka ikan KM. Berkah II. Setelah bahan dan tebal isolasi dipilih maka dapat dijadikan data untuk menentukan desain isolasi ruang palka ikan yang baru pada kapal tersebut dimana desain tersebut.

Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini yaitu bagaimana mendapatkan desain alternatif isolasi ruang palka ikan untuk mengurangi laju

perpindahan panas pada ruang palka ikan KM. Berkah II.

Batasan Masalah

Mengingat akan luasnya permasalahan, maka perlu adanya pembatasan masalah guna memudahkan dalam pemahaman dan pembahasan yang lebih terarah. Adapun pembatasan masalah tersebut meliputi :

- a. Analisa perencanaan isolasi ruang palka ikan pada kapal ikan KM. Berkah II.
- b. Perencanaan isolasi ruang palka ikan ini hanya meliputi pemilihan bahan isolasi dan ketebalan isolasi pada ruang palka ikan.

Tujuan

Merencanakan desain alternatif isolasi ruang palka ikan guna memperlambat proses perpindahan panas pada ruang palka ikan KM. Berkah II.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kapal Penangkap Ikan

Kapal penangkap ikan merupakan sarana apung yang memiliki geladak dan rumah geladak atau salah satunya, serta memiliki peralatan khusus yang

dipergunakan untuk menangkap ikan, mengumpulkan dan mengangkut ikan dan, atau mengolah ikan hasil tangkapan.

Macam-macam kapal perikanan berdasarkan material pembuatannya, antara lain :

- a) kapal kayu.
- b) kapal besi.
- c) kapal fibre.
- d) kapal laminasi.
- e) Kapal Alumunium.

Sistim Pendingin Hasil Tangkapan (Ikan)

Sistem pendinginan pada kapal ikan ada dua cara, yaitu sistem pendinginan dengan menggunakan es dan sistem pendinginan dengan menggunakan mesin pendingin.

Sistem pendinginan dengan es jarang dipakai sebab harganya mahal. Sebenarnya pemakaian es dalam pengawetan ikan sangat baik, karena hal-hal berikut :

- Es sanggup mendinginkan ikan dengan cepat, panas dari ikan ditarik keluar sehingga ikan cepat dingin dan pembusukan terhambat.
- Es berasal dari air sehingga tidak akan menimbulkan kesulitan apa-apa dan tidak membahayakan kesehatan orang.
- Es melindungi ikan dari kekeringan.

- Es mudah dibuat dan diperoleh.

Perpindahan Kalor / Panas

Kalor dapat diangkut dengan tiga macam cara yaitu:

- Pancaran / radiasi, yaitu perpindahan kalor melalui gelombang dari suatu zat ke zat yang lain.
- Hantaran / konduksi, yaitu pengangkutan kalor melalui satu jenis zat.
- Aliran / radiasi, yaitu pengangkutan kalor oleh gerak dari zat yang dipanaskan.

Panas yang berkonduksi melalui material (wadah/ peti/ storage/ palka/ fish hold) tergantung pada 4 faktor :

1. Luas sisi wadah
2. Tebal Pelat sisi peti
3. Jenis Material palka yang digunakan.
4. selisih suhu antara luar dan fish hold

Kapasitas Beban Pendingin

Berikut ini merupakan beberapa tinjauan pustaka yang dapat digunakan untuk menghitung kapasitas total beban pendingin.

A. Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (U)

$$U = \frac{1}{R}$$

$$R = \frac{x}{k}$$

$$R_{\text{total}} = \frac{1}{U} =$$

$$\frac{1}{f_1} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{f_0}$$

Dimana :

R = Total tahanan panas dari material atau bahan (ft².°F.hr/Btu)

U = Koefisien perpindahan panas menyeluruh (Btu/ft². °F.hr)

k = Koefisien perpindahan panas konduksi (Btu.in/ft². °F.hr)

x = Ketebalan isolasi (in)

f_i = Koefisien konveksi (konduksi permukaan) pada sisi dinding dalam lantai atau atap. (Btu/ ft². °F.hr)

f₀ = Koefisien konveksi (konduksi permukaan) pada sisi dinding luar, lantai atau atap. (Btu/ ft². °F.hr)

B. Beban Pendingin

Beban pendingin meliputi:

- Panas mengalir kedalam ruang pendingin dari konduksi luar melalui dinding yang diisolasi.

- Panas masuk ke ruang secara langsung oleh sinar matahari melalui kaca atau material lain yang transparan.
- Panas mengalir kedalam ruang pendingin oleh udara panas masuk melalui bukaan pintu atau melalui keretakan pada jendela atau pintu.
- Panas dari produk ketika temperatur produk diturunkan ke tingkat yang diinginkan.
- Panas dari orang pada saat beraktivitas didalam ruang pendingin.
- Panas dari peralatan yang terletak didalam ruang produk, seperti motor elektrik, lampu, peralatan elektronik, tabel uap, material handling equipment. (Dossat)

Perhitungan Teknis

Beberapa persamaan untuk menghitung beban pendingin.

Beban transmisi (q₁)

$$q_1 = U \times A \times T_d \times 24$$

Dimana:

q₁ = Aliran panas melalui boundary (Btu/24hr)

U = Koefisien perpindahan panas (Btu/ ft². °F.hr)

A = Luas permukaan dinding
(ft²)

Td = Perbedaan temperatur (°F)

24 = Periode waktu transmisi
selama 24 hr

dengan persamaan koefisien
pengaliran panas seperti berikut :

$$U = \frac{1}{\left(\frac{1}{f_o} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \dots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{f_1}\right)}$$

Dimana :

U = Koefisien perpindahan panas
(Btu/ ft².°F.hr)

f_o : faktor film udara luar

f₁ : faktor film udara dalam

x : Tebal setiap lapisan material (in)

k : Konduktivitas thermal

Beban solar atau radiasi (q2)

$$q2 = U \times A \times (Te - Ti) \times 24$$

Dimana,

q2 = Aliran panas radiasi
(Btu/24hr)

U = Koefisien perpindahan
panas (Btu/.ft².°F.hr)

A = Luas permukaan dinding
atap (ft²)

Te = Temperatur efektif (°F)

Ti = Temperatur didalam ruang
pendingin (°F)

24 = Periode waktu radiasi
selama 24 hr

Beban personel atau orang (q3)

$$q3 = faktor \times P_n \times hr$$

Dimana,

q3 = Panas orang (Btu/24hr)

Faktor = Lihat Tabel atau Grafik

Faktor panas per orang

P_n = Jumlah orang

hr = Lama orang didalam ruang
palka (jam)

Beban infiltrasi (q4)

$$q4 = V \times airchanges \times 0,075(ho - hi)$$

Dimana,

q4 = Panas infiltrasi (Btu/hr)

V = Volume udara di ruang
palka (ft³)

ho = Enthalpy pada temperatur
udara luar (Btu/lb) lihat
Grafik Psikometri

hi = Enthalpy pada temperatur
udara dalam (Btu/lb) lihat
Grafik Psikometri

Air changes = per 24hr

Beban Produk (Ikan) (q5)

$$q5a = m \times c \times \Delta t$$

Dimana :

- q5a = Jumlah panas produk (Btu/24hr)
- m = Massa produk (Pounds / lb)
- c = Panas spesifik sebelum pembekuan (Btu/lb.°F)
- ΔT = Perubahan temperatur produk awal (°F)

Isolasi Ruang Palka

Ruang Palka merupakan bagian di sebuah kapal yang berfungsi sebagai wadah untuk menyimpan hasil tangkapan berupa ikan dan biasanya dilengkapi oleh system isolasi ruang palka yang berfungsi sebagai penghalang panas dari luar untuk masuk ke dalam ruang palka.

Pada umumnya bahan isolasi yang digunakan harus bersih, tidak menimbulkan cacat pada bahan yang tersimpan didalamnya, kuat terhadap guncangan dan benturan, tidak mengandung racun serta tidak menimbulkan bau, merubah rasa dan warna bahan yang diawetkan.

Beberapa karakteristik terpenting dari perbedaan material isolasi yaitu :

- Celluler glass, padat dan digunakan di lantai dimana factor berat tidak masalah dan keuntungannya kekuatan kompresinya tinggi.

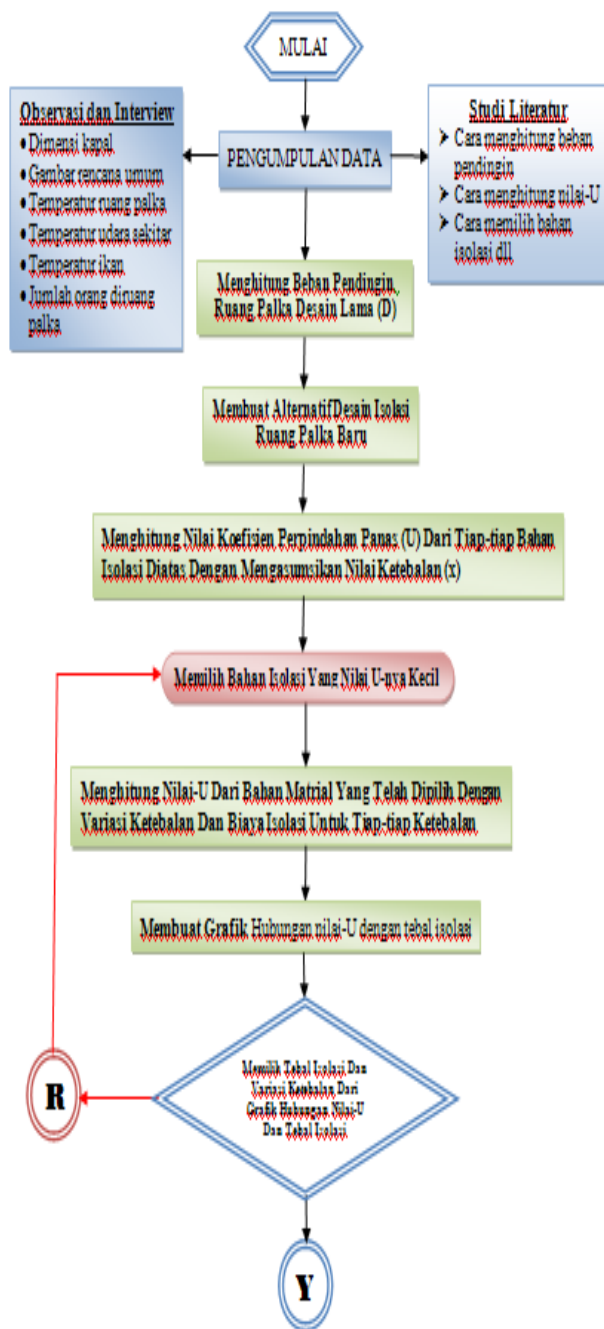
- Glass fiber, ringan namun tidak dapat menahan berat dan tidak tahan terhadap uap air.
- Polyurethane dan polyisocyanorate adalah jenis isolasi yang bagus.
- Glass fiber dan molded polystyrene adalah isolasi yang paling murah, sementara yang paling mahal yaitu cellular glass. (Stoecker, 1998)

Tabel Sifat-sifat Penting Beberapa Material Isolasi Yang Biasa Digunakan (ILYAS):

Sifat material isolasi	Lempeng-gabus	Foam-glass	Expanded-polystyrene	Expanded-polyurethane
Densitas (kg/m ³)	100-150	145	15-30	40
Konduktivitas panas (kkal/m jam °C)	0,032	0,046	0,03	0,02
Ketebalan (mm)	130	N.A	120	90
Ketahanan terhadap masuknya air	cukup	sempurna	baik	baik
Keamanan terhadap api	jelek	sangat baik	jelek	jelek
Kekuatan kompresi (kg/m ³)	5000	30000	2000	3000
Indek harga rata-rata(exp.polyurethane)	0,6	1	0,3	1
Beaya pasang	agak tinggi	agak tinggi	agak tinggi	tinggi

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam menyusun Tugas Akhir ini ada beberapa tahap yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir, secara garis besar dapat dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :



IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Tabel beban pendingin pada masing-masing ruang palka desain lama (D)

No	Beban	Ruang Palka I	Ruang Palka II	Ruang Palka III
1	Transmisi (Btu)	4692,4755	3723,2915	5364,3775
2	Produk (Btu)	9927,40	9927,40	9927,40
3	Infiltrasi (Btu)	5519,445	5506,805	6158,76
4	Radiasi (Btu)	1430,35	1459,95	1455,45
Total Beban (Btu)		21569,67	20617,446	22905,987

Tabel Biaya Desain Lama (D)

No	Jenis Biaya	Harga
1	Biaya Operasional	Rp. 205.860.000,-
2	Biaya Investasi	Rp. 818.800,-
Total Biaya Keseluruhan		Rp. 206.678.800,-

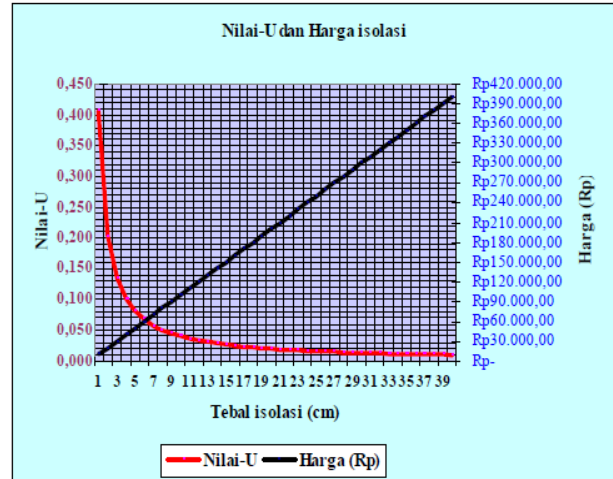
Pada desain lama bahan isolasi yang digunakan berupa sterofom dengan tebal isolasi 10 cm dan nilai koefisien konduksinya $0,23 \text{ Btu.in/ft}^2 \cdot \text{F.hr}$.

Membuat Alternatif Desain Baru

Tabel Konduktivitas material isolasi.

No	Material Isolasi	Konduktivitas Termal Material (k)		
		(Btu in/hr.ft ² .°F)	(W/m.°C)	kkal/m.jam.°C
1	Cellular glass	0.4	0.0576	0.049536
2	Corkboard	0.3	0.0432	0.037152
3	Polystyrene (extruded)	0.2	0.0288	0.024768
4	Polystyrene (molded beads)	0.25	0.036	0.03096
5	Polyurethane (extruded)	0.16	0.02304	0.0198144
6	Polyurethane (board)	0.18	0.02592	0.0222912
7	Milled paper or wood pulp	0.27	0.03888	0.0334368
8	Sawdust or shavings	0.45	0.0648	0.055728
9	Sterofom	0.23	0.03312	0.0284832
10	Mineral wool (rock, glass)	0.27	0.03888	0.0334368
11	Redwood bark	0.26	0.03744	0.0321984
12	Wood fiber (soft wood)	0.3	0.0432	0.037152

Dari macam-macam bahan isolasi diatas pilih bahan isolasi yang mempunyai nilai-U yang kecil yaitu polyurethane (extruded), kemudian buat grafik seperti berikut.



Grafik nilai-U dan Harga isolasi

Tebal isolasi yang diambil sebagai alternatif desain baru berdasarkan grafik yaitu dengan variasi tebal isolasi seperti ditulis sebagai berikut, tujuan dari variasi tersebut untuk mengetahui trend ketebalan isolasi terhadap nilai beban pendinginan yang menuju pada besar kecilnya biaya ekonomis desain sistem pendingin.

Variasi ketebalan isolasi yang dipilih yaitu :

Tebal isolasi : 5 cm disebut sebagai desain A

Tebal isolasi : 10 cm disebut sebagai desain B

Tebal isolasi : 15 cm disebut sebagai desain C

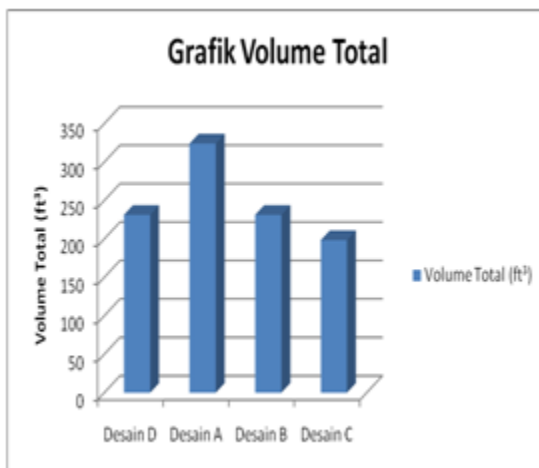
Setelah tebal isolasi dipilih hitung beban pendingin dan pilih alternatif masing-masing ruang palka.

Tabel Nilai Optimasi Desain Isolasi
Palka Ikan

Desain Isolasi	Bahan Isolasi	Tebal Isolasi	Volume Total (ft ³)	Beban Total (BTU)	Total Biaya (Rp)	Nilai Optimasi
I	II	III	IV	V	VI	VII
						(VI / IV) / V
Desain D	Sterofoam	10 Cm	231.417	65093.1045	206678800	13.72
Desain A	Polyurethane	5 Cm	324.192	76370.222	213160000	8.61
Desain B	Polyurethane	10 Cm	231.417	61365.013	195195300	13.75
Desain C	Polyurethane	15 Cm	198.47	55795.8425	176295000	15.92



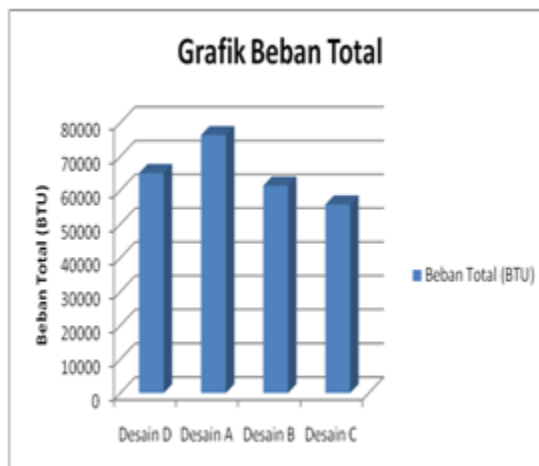
Grafik Total Biaya



Grafik Volume Total



Grafik Nilai Optimasi



Grafik Beban Total

V. KESIMPULAN

Dari desain isolasi ruang palka ikan KM. Berkah II lama (D) yang memiliki bahan material isolasi berupa sterofom dengan tebal 10 cm dan tiga alternatif desain baru (A, B dan C) dengan bahan isolasi sama (polyurethane) dan ketebalan yang berbeda, dimana desain A (5 cm), B (10 cm) dan D (15 cm) diperoleh hasil optimasi sebagai berikut :

- Pada desain **D** dengan tebal isolasi **5 cm**, **memiliki nilai optimasi sebesar 13,72**
- Pada desain **A** dengan tebal isolasi **5 cm**, **memiliki nilai optimasi sebesar 8,61**
- Pada desain **B** dengan tebal isolasi **10 cm**, **memiliki nilai optimasi sebesar 13,75**
- Pada desain **C** dengan tebal isolasi **15 cm** **memiliki nilai optimasi sebesar 15,92**

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa dari tiga alternatif desain baru yang paling optimal berdasarkan nilai optimasinya adalah desain **C** karena memiliki nilai optimasi terbesar dengan keuntungan sebesar **13,82 %** dari desain lama.

DAFTAR PUSTAKA

Dossat Roy J, Wiley John dan Son Inc. 1981. *Principles of Refrigeration*.

Eddy Afrianto dan Evi Liviawaty. 1989. *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.

Holman. 1984. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.

Ilyas Sofyan. 1983. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*. Jakarta.

Murniyati, A.S. 2000. *Pendinginan Pembekuan dan Pengawetan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.

Rabiatul Adawyah. 2008. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Robert J. Kodoatie. 1995. *Analisis Ekonomi Teknik*. Yogyakarta: Andi.

Robert L. Wolke. 2007. *Einstein Aja Gak Tau*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama

Stoecker Wilbert F. 1994. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Penerbit Airlangga.

Stoecker Wilbert F. 1978. *Refrigeration and Air Conditioning*, Mc Graw Hill.

Diklat Kuliah Sistem Pendingin Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.