

DENSITAS INSULASI POLYURETHANE PADA PALKA KAPAL PENANGKAP IKAN TRADISIONAL DI PEKALONGAN

*(Density of Polyurethane for Fish Hold Insulator
on Traditional Fishing Boats in Pekalongan)*

Oleh:

Wilma Amiruddin^{1*}, Budhi H. Iskandar², Bambang Murdiyanto², Mulyono S. Baskoro²

¹Program Studi S-1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, UNDIP

²Departemen Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB

* Korespondensi: wisilmiw@yahoo.com

Diterima: 3 Mei 2012; Disetujui: 18 Desember 2012

ABSTRACT

Polyurethane as an insulator material has been used widely in wooden traditional fishing boat in Pekalongan and other areas of Indonesia. Appropriate application of this material which meets technical standard will provide a good ability in fish preservation on a fishing boat's fish holds. One of the technical standards is the density of the insulation material (ρ). The objective of this research was to determine density of polyurethane which applied in traditional fishing vessels based in Pekalongan. A standard density (ρ) > 30 kg.m⁻³ mentioned by Dellino (1997) was used in this research. A Direct observation method was used to obtain density of polyurethane in two samples of wooden traditional fishing boats based in Pekalongan. The result showed that density of polyurethane in two sample boats were vary. In boat no 1 density ranged from 28,15 kg.m⁻³ to 30,86 kg.m⁻³, meanwhile in boat no. 2 density ranged from 31,67 kg.m⁻³ to 33,58 kg.m⁻³. In boat no. 1 only 70% fish holds comply with standard, meanwhile in boat no. 2 all fish holds comply with standard.

Key words: density, insulation, polyurethane, traditional fishing boats

ABSTRAK

Penggunaan *polyurethane* sebagai bagian dari sistem insulasi pada palka kapal penangkap ikan sudah sangat umum digunakan. Namun demikian takaran yang diaplikasikan masih berdasarkan pengalaman dan perkiraan pembuatnya. Salah satu kriteria teknis adalah densitas material insulasi (ρ). Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai densitas insulasi yang digunakan pada palka kapal penangkap ikan di Pekalongan. Palka dari dua kapal penangkap ikan dan bahan insulasi *polyurethane* digunakan sebagai obyek dalam penelitian ini untuk menentukan apakah densitas insulasi yang digunakan sudah memenuhi batas minimum. Nilai densitas standar yang digunakan adalah nilai densitas (ρ) *polyurethane* > 30 kg.m⁻³ (Dellino 1997). Hasil penelitian menunjukkan, nilai densitas insulasi yang bervariasi. Pada kapal 1 densitas berkisar 28,15 kg.m⁻³-30,86 kg.m⁻³, sementara itu pada kapal 2 berkisar 31,67 kg.m⁻³-33,58 kg.m⁻³. Pada kapal 1 hanya 70% dinding palka memiliki insulasi sesuai dengan standar, sementara pada kapal 2 semua dinding palka memenuhi standar yang digunakan.

Kata kunci: densitas, insulasi, *polyurethane*, kapal penangkap ikan

PENDAHULUAN

Penggunaan sistem insulasi pada kapal penangkap ikan sudah umum dilakukan dengan tujuan menjaga mutu hasil tangkapan yang disimpan di dalam palka. Mutu yang baik akan memberikan harga jual yang baik terhadap hasil tangkapan. Insulasi yang diaplikasikan adalah menjaga suhu ruang palka berada pada suhu rendah sampai hasil tangkapan didaratkan.

Berbagai sistem insulasi telah diaplikasikan pada kapal penangkap ikan, diantaranya *styrofoam*, *polyurethane* dan sistem *refrigerasi* elektrik. Penggunaan *polyurethane* sebagai salah satu bagian dari sistem insulasi sangat populer. Hal ini dikarenakan kemudahan dalam aplikasinya. Bahan ini dapat diaplikasikan pada berbagai bentuk palka karena bentuknya yang cair saat disisipkan ke dinding palka, sehingga dapat masuk ke seluruh bagian dinding palka sebelum mengeras.

Keandalan dalam menjaga mutu ikan yang disimpan dalam palka ditentukan oleh beberapa hal, antara lain kualitas insulasi dalam palka tersebut. Kualitas insulasi yang baik akan mampu menahan penetrasi panas sehingga es sebagai media pendinginan tidak cepat meleleh dan pendinginan dapat berlangsung lama. Pendinginan yang berlangsung lama dapat menghambat laju pertumbuhan bakteri pembusuk sehingga proses pengawetan ikan dapat berlangsung dengan baik. Proses pengawetan ikan yang baik tersebut memungkinkan kapal penangkap ikan dapat melakukan operasi penangkapan lebih lama dengan jangkauan wilayah lebih jauh.

Penggunaan insulasi untuk perlengkapan pendinginan dalam palka, tidak terlepas dari perkembangan material insulasi itu sendiri. Berbagai keunggulan sifat fisika-kimia, harga dan aplikasi di lapangan menjadi pertimbangan dalam pemilihan material insulasi. Ilyas (1992), menyebutkan bahwa salah satu faktor paling penting yang digunakan sebagai kriteria memilih material insulasi adalah sifat konduktivitas termalnya. Pada bagian lain Ilyas (1992), juga menyebutkan bahwa sifat-sifat baik yang mencakup sifat kimia dan fisiknya umumnya dimiliki oleh material *polyurethane* dan *polystyrene*. Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Papadopoulos (2004).

Keunggulan *polyurethane* terhadap *polystyrene* adalah sifat konduktivitas termal yang lebih rendah sertamudah dalam pemasangan. Beberapa acuan tentang nilai standar konduktivitas termal *polyurethane* dapat disebutkan antara lain $k=0,023$ (Dellino 1997), $k=0,026$ (Shawyer dan Pizzali 2003). Nilai konduktivitas

termal yang rendah, mudah dalam pemasangan dan ketersediaan bahan baku, membuat beberapa komunitas pengrajin kapal penangkap ikan tradisional beralih menggunakan *polyurethane* sebagai material insulasi dalam palka.

Selanjutnya Dellino (1997) menjelaskan bahwa busa kaku *Polyurethane (PUR)* adalah rangkaian silang *polymer* yang cukup padat dengan susunan sel tertutup berupa gelembung dalam material, dengan dinding tidak terputus, sehingga ada gas terkurung didalamnya. Gas tersebut adalah *Clorofluoromethane* dimana gas tersebut memiliki sifat konduktivitas termal lebih rendah dari udara. Dengan demikian, bentuk sel tertutup akan mempunyai nilai konduktivitas termal lebih rendah secara signifikan dari pada busa dengan sel terbuka. Bagaimanapun juga, untuk mempertahankan konduktivitas termal yang rendah, gas dalam sel harus tidak mudah bocor, sebagai konsekuensinya insulasi busa yang kaku memiliki tidak kurang dari 90% sel tertutup dan densitas di atas 30 kg.m^{-3} . Busa kaku adalah kombinasi dari *polyol* dan cairan pengembang ditambah katalis dan *Polyisocyanurate (PIR)*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai densitas insulasi *polyurethane* pada palka kapal penangkap ikan tradisional. Apakah densitasnya telah memenuhi syarat untuk kriteria insulasi yang baik. Syarat tersebut mengacu pada ketentuan bahwa untuk insulasi yang baik struktur materialnya harus mengandung 90% sel tertutup, dan hal ini bisa dipenuhi jika densitas materialnya, $\rho > 30 \text{ kg/m}^3$ (Dellino 1997).

METODE

Penelitian ini dilaksanakan antara bulan November 2008 hingga Februari 2009. Pelaksanaan observasi lapangan dilakukan di galangan kapal UD. Karyamina Putra di Kabupaten Batang, Propinsi Jawa Tengah.

Obyek penelitian berupa palka dari 2 (dua) kapal yang dinding palkanya berinsulasi *polyurethane*. Saat observasi dilakukan, kedua kapal ini sedang dalam proses penyelesaian pembangunannya. Dimensi masing-masing kapal tersebut disampaikan pada Tabel 1.

Masing-masing kapal memiliki ruang palka sebanyak 10 (sepuluh) buah yang tersusun secara simetris dari depan ruang kemudi ke arah haluan kapal. Jumlah ruang palka dari tengah kapal arah memanjang (longitudinal) ke haluan masing-masing 5 (lima) ruang di sisi kanan dan kiri.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: alat ukur (penggaris dan *roll meter*); timbangan; alat tulis; dan kamera digital.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi langsung ke galangan kapal UD Karyamina Putra. Data dikumpulkan dengan cara mengukur langsung obyek penelitian berupa ukuran dinding palka dan berat bahan insulasi *polyurethane* yang dituang ke dalam setiap dinding palka. Observasi dilakukan terhadap seluruh palka yang ada pada masing-masing kapal sehingga jumlah keseluruhan palka yang diobservasi sebanyak 20 buah palka.

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai densitas atau kerapatan bahan insulasi. Nilai ini dapat diketahui dengan cara mengukur volume dinding palka yang akan diisi dengan larutan *polyurethane*, dan menimbang jumlah larutan *polyurethane* yang akan dituang ke dalam dinding palka tersebut. Menurut Tipler (1998), kerapatan (ρ) suatu zat adalah rasio massa (m) terhadap volumenya (V) yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\rho = m/V \dots\dots\dots(1)$$

keterangan:

- ρ = densitas material (kg/m^3);
- m = massa benda (kg); dan
- V = volume ruang (m^3).

Nilai volume (V) diperoleh dengan rumus:

$$V = (\Sigma A) \times T \dots\dots\dots(2)$$

keterangan:

- V = volume ruang yang terisi bahan insulasi (m^3)
- A = luas dinding tiap sisi palka (m^2); dan
- T = tebal dinding palka (m)

Analisis data dilakukan terhadap hasil pengolahan data tersebut dengan membandingkannya terhadap nilai standart densitas insulasi yang baik, yaitu $\rho > 30 \text{ kg}/\text{m}^3$ (Dellino 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan utama dalam pembuatan insulasi adalah proses penuangan bahan insulasi. Proses penuangan tersebut disampaikan pada Gambar 1. Proses penuangan ini berlaku umum dan dilakukan berdasarkan pengalaman yang ada pada para pengrajin insulasi kapal. Cara pembuatan insulasi ini secara rutin diterapkan pada galangan kapal UD. Karyamina Putra. Galangan kapal UD. Karyamina Putra telah beroperasi dalam bidang pembuatan kapal penangkap ikan tradisional dalam kurun waktu puluhan tahun di Kabupaten Batang,

Provinsi Jawa Tengah. Beberapa nelayan di pesisir laut utara Jawa Tengah banyak yang mempercayakan pembuatan kapalnya di galangan tersebut.

Kedua kapal penangkap ikan yang menjadi obyek penelitian dibuat dari kayu dengan cara tradisional. Pada saat penelitian dilaksanakan kapal sedang dalam tahap penyelesaiannya sehingga mudah untuk melakukan pengukuran yang diperlukan. Hasil pengukuran terhadap dinding kelima dinding palka pada masing-masing kapal disampaikan pada Tabel 2. Tabel 2 hanya menampilkan ukuran dari 5 (lima) ruang palka, karena bentuk dan ukuran yang simetris dari masing-masing palka yang saling bersisian.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada kapal 1 ukuran dinding palka lebih bervariasi, sementara pada kapal 2 memiliki nilai L dan D yang sama. Pada kapal 1 dan 2 memiliki nilai T (tebal) dinding palka yang sama. Nilai dimensi ini selanjutnya digunakan untuk mendapatkan volume dari dinding palka yang akan diberi bahan insulasi.

Hasil perhitungan volume berdasarkan rumus (2), densitas berdasarkan rumus (1), dan berat bahan insulasi berdasarkan penimbangan di lapangan pada tiap palka disampaikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa berat bahan insulasi yang diberikan pada masing-masing palka tidak sama. Berat bahan insulasi pada kapal 1 sama untuk semua ukuran dinding palka, sedangkan pada kapal 2 beratnya beragam. Hal ini membuktikan bahwa para pengrajin belum menggunakan patokan tertentu dalam menentukan berat bahan insulasi yang akan dituangkan ke dalam dinding palka. Sebagai akibatnya, densitas yang terbentuk pada bahan insulasi tersebut cukup beragam. Pada kapal 1 rentang densitas bahan insulasi berkisar 28,15-30,86 kg/m^3 , sementara itu pada kapal 2 berkisar 31,67-33,58 kg/m^3 . Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa pada kapal 1, 6 dari 10 palka, memiliki bahan insulasi dengan densitas di bawah 30 kg/m^3 , hanya 4 palka yang memiliki bahan insulasi dengan densitas di atas nilai tersebut. Sedangkan pada kapal 2 semua palka memiliki bahan insulasi dengan densitas lebih dari 30 kg/m^3 . Bila ditelaah secara keseluruhan dari kedua kapal tersebut, dapat dikatakan bahwa dari 20 palka, sebanyak 70% atau 14 palka memiliki dinding insulasi dengan densitas (ρ) $> 30 \text{ kg}/\text{m}^3$, sementara 30% lainnya masih memiliki densitas (ρ) $< 30 \text{ kg}/\text{m}^3$. Hasil studi terdahulu yang dilakukan oleh Setiyanto (2004) di Pekalongan menunjukkan bahwa nilai rata-rata densitas dinding palka sebesar 28,2 kg/m^3 . Bila dibandingkan dengan nilai ini, menunjukkan

adanya peningkatan densitas. Peningkatan ini dapat terjadi secara kebetulan atau memang ada permintaan dari pemilik kapal untuk menambahkan bahan insulasi ke dalam dinding palka agar rambatan panas tidak cepat masuk ke dalam ruang palka, tentunya kedua alasan tersebut tidak didasarkan pada ukuran tertentu. Hasil penelitian Kurniawati dan Iskandar (2006) terhadap salah satu kapal *purse seine* di Peka-longan mendapatkan nilai densitas (ρ) yang lebih tinggi yaitu 40 kg.m^{-3} . Nilai densitas bahan insulasi yang berbeda-beda menunjukkan belum adanya satu patokan berat tertentu untuk volume dinding palka tertentu sebelum dituangkan ke dalam dinding palka. Berat bahan insulasi yang digunakan lebih banyak dikira-kira.

Shawyer dan Pizzali (2003) menjelaskan tentang densitas material *polyurethane* yang dibutuhkan untuk keperluan pembuatan insulasi berada pada kisaran $30\text{-}40 \text{ kg.m}^{-3}$. Pendapat lain diberikan oleh Prager (2008), yang menyatakan bahwa nilai medium densitas insulasi *polyurethane* hasil test adalah $1,7 \text{ pounds per cubic foot (pcf)}$ atau berada pada kisaran $1,5\text{-}2 \text{ pcf}$ (lebih kurang $21\text{-}28 \text{ kg.m}^{-3}$) untuk busa kaku *polyurethane* yang dibentuk ditempat.

Peningkatan nilai densitas bahan insulasi harus memperhatikan kekuatan konstruksi palka. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa ketika nilai densitas *polyurethane* dinaikkan mendekati nilai $\rho = 34 \text{ kg.m}^{-3}$, tekanan busa *polyurethane* saat terjadi pengembangan menyebabkan suara gemertak pada dinding papan palka. Hal ini menunjukkan bahwa pada nilai densitas tersebut tekanan yang ditimbulkan oleh busa *polyurethane* saat terjadi proses pengembangan dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi. Tekanan yang kuat dari busa *polyurethane* pada saat terjadi proses pengembangan, mampu menerobos celah-celah sempit dari dinding palka. Gambar 2 menunjukkan bahwa material busa keluar dari dinding saat proses pengembangan busa terjadi.

Ilustrasi pada Gambar 2 menunjukkan bahwa jika dikehendaki densitas insulasi yang lebih tinggi dari nilai di atas, harus dipertimbangkan penggunaan sistem struktur konstruksi kapal yang baik khususnya di bagian palka, sehingga mampu menahan gaya deformasi saat terjadi proses pengembangan material larutan *polyurethane*. Tekanan busa *polyurethane* saat terjadi proses pengembangan

berkisar $2\text{-}3 \text{ kg.cm}^{-2}$ pada densitas material $35\text{-}40 \text{ kg.m}^{-3}$ (Shawyer dan Medina 2003). Tekanan pada saat proses pengembangan akan meningkat seiring kenaikan densitas material insulasinya.

Selain faktor tekanan busa *polyurethane*, hal lain yang perlu diperhatikan adalah efektivitas penambahan densitas larutan tersebut, dimana pada batas-batas tertentu kenaikan densitasnya justru menaikkan nilai konduktivitas termalnya. Kenaikan nilai konduktivitas termal ini akan menurunkan kemampuan insulasinya. Bing (2006) menjelaskan, bahwa pertambahan nilai konduktivitas termal tidak proporsional dengan pertambahan densitas material.

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa penentuan jumlah larutan yang akan dituang ke dalam kompartemen dinding palka, dilakukan secara coba-coba (*trial and error*) hingga dianggap mendapatkan suatu nilai densitas material insulasi yang dianggap ideal. Langkah tersebut ditempuh karena beberapa sebab, antara lain perilaku atau sikap para nelayan tradisional yang lebih mengandalkan pengalaman dibandingkan hitungan yang terukur, penggunaan material *polyurethane* yang belum begitu populer, dan minimnya informasi teknis tentang penggunaan material tersebut untuk keperluan insulasi dinding palka.

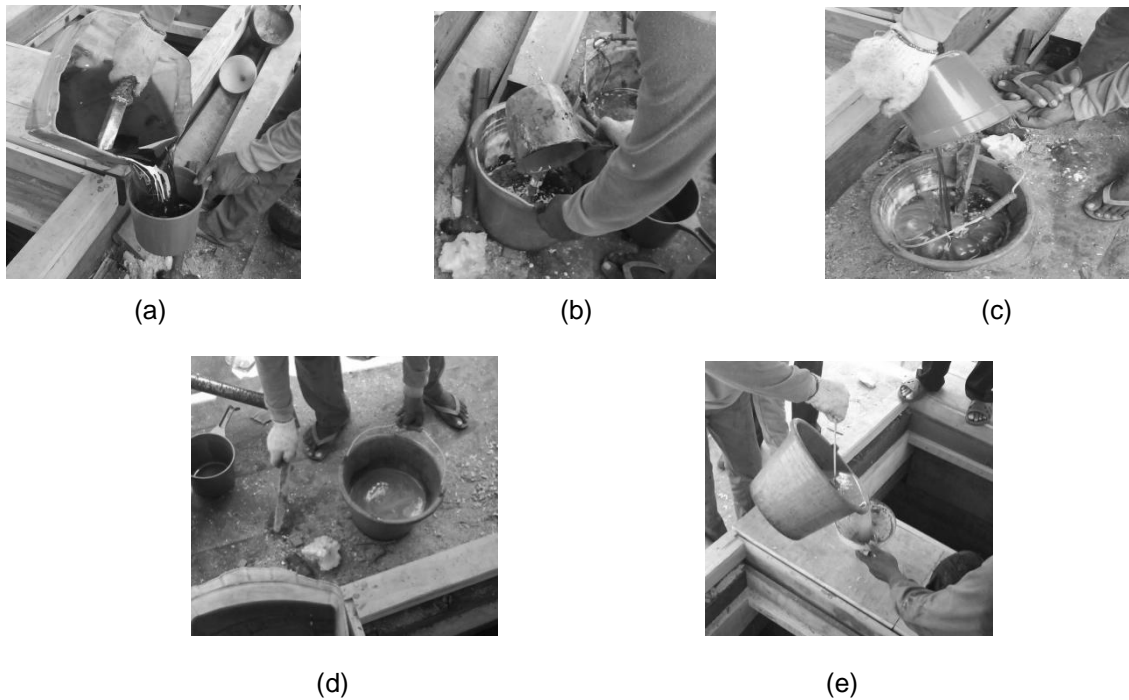
Berdasarkan hal tersebut sudah saatnya dibuat standar ukuran bahan insulasi yang diperlukan berdasarkan volume dinding palka yang akan diberi insulasi. Peran berbagi pihak terkait seperti koperasi mina, kelompok nelayan, Dinas Kelautan dan Perikanan di daerah dan Kementerian Kelautan dan Perikanan di tingkat pusat sangat penting dalam memberikan pelatihan dan pembinaan pada aspek insulasi ini, agar densitas yang diharapkan dapat dicapai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa nilai densitas *polyurethane* yang diaplikasikan oleh pengrajin kapal masih bervariasi, belum semuanya memenuhi standar yang ada. Pengrajin masih menggunakan metode *trial and error* dalam mencampur bahan insulasi sebelum dituangkan ke dalam dinding palka dan belum ada standar yang dianut oleh para pengrajin tersebut.

Tabel 1 Dimensi kapal yang menjadi obyek penelitian

Kapal	LOA (m)	LPP (m)	B (m)	D (m)	d (m)
1	18,6	15,6	5,2	2,4	1,85
2	17,5	13,5	4,5	2,2	1,80



Gambar 1 Urutan penuangan larutan *polyurethane* (a) Larutan B warna coklat muda diletakkan dalam timba, (b) Menakar larutan A warna coklat tua ke dalam gayung tersendiri, (c) Mencampur larutan A ke dalam ember yang berisi larutan B, mengaduknya hingga rata, (d) Campuran larutan berwarna kuning siap untuk dituang, (d). Penuangan larutan *polyurethane* ke dalam kompartemen melalui lubang yang telah disiapkan



Gambar 2 Busa *polyurethane* keluar dari celah-celah dinding karena adanya tekanan saat proses pengembangan

Tabel 2 Dimensi palka pada kedua kapal yang menjadi obyek penelitian

Kapal 1				
Palka ke-	<i>L</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>D</i> (m)	<i>T</i> (m)
1.	2,15	2,40	2,20	0,15
2.	2,22	2,40	2,20	0,15
3.	2,34	2,35	2,30	0,15
4.	2,36	2,30	2,35	0,15
5.	2,43	2,30	2,35	0,15
Kapal 2				
Palka ke-	<i>L</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>D</i> (m)	<i>T</i> (m)
1.	1,6	2,1	2,2	0,15
2.	1,6	2,1	2,2	0,15
3.	1,6	1,9	2,2	0,15
4.	1,6	1,9	2,2	0,15
5.	1,6	1,8	2,2	0,15

Keterangan: *L* (panjang); *B* (lebar); *D* (dalam/tinggi); *T* (tebal)

Tabel 3 Dimensi palka dan hasil perhitungan volume (V), berat (m) dan densitas (ρ)

Kapal 1							
Palka ke-	L (m)	B (m)	D (m)	T (m)	V (m ³)	m (kg)	ρ (kg.m ⁻³)
1.	2,15	2,40	2,20	0,15	2,59	80	30,86
2.	2,22	2,40	2,20	0,15	2,65	80	30,14
3.	2,34	2,35	2,30	0,15	2,78	80	28,80
4.	2,36	2,30	2,35	0,15	2,78	80	28,77
5.	2,43	2,30	2,35	0,15	2,84	80	28,15
Rata-rata ρ							29,34
Kapal 2							
Palka ke-	L (m)	B (m)	D (m)	T (m)	V (m ³)	m (kg)	ρ (kg.m ⁻³)
1.	1,6	2,1	2,2	0,15	1,90	60	31,67
2.	1,6	2,1	2,2	0,15	1,76	58	33,01
3.	1,6	1,9	2,2	0,15	1,76	59	33,58
4.	1,6	1,9	2,2	0,15	1,70	55	32,58
5.	1,6	1,8	2,2	0,15	1,90	60	31,67
Rata-rata ρ							32,50

DAFTAR PUSTAKA

- Badri KH, Othman Z, Ahmad SH. 2004. Rigid Polyurethane Foams from Oil Palm Resources. *Journal of Material Science*. 39: 5541-5542.
- Bing. 2006. Thermal Insulation Materials Made of Rigid Polyurethane Foam (PUR/PIR), Properties Manufacture [Internet]. [diunduh pada 2008 Mei 14]. Tersedia pada: <http://www.bing.org>.
- Dellino CVJ. 1997. *Cold And Chilled Storage Technology*. London: Blackie Academic & Professional.
- [DKP] Dinas Kelautan dan Perikanan. 2000. *Kebijaksanaan Pemberdayaan Masyarakat Pesisir, Pantai dan Pulau-pulau Kecil. Kampanye Kelautan dan Perikanan*. Jakarta: DKP Ed ke-1.
- Kurniawati VR, Iskandar BH. 2006. Perhitungan Beban Panas pada Palka Kapal Purse Seine KM. Duta Mulia di Pekalongan. *Bulletin PSP*. 15(3): 196-211.
- Ilyas S. 1992. *Teknologi Refrigasi Hasil Perikanan (Teknik Pembekuan Ikan)*. Jakarta: USAID/FRDP.
- Narine SS, Kong X, Bouzidi L, Sporns P. 2007. Physical Properties of Polyurethanes Produced from Polyols from Seed Oils: II. Foams, *J. Amer Oil Chem*. 84: 65 -72.
- Papadopoulos AM. 2004. State of the Art in Thermal Insulation Materials and Aims for Future Developments. *Energi and Buildings*. 37: 77-86.
- Prager R. Spray Polyurethane Foam Insulation and Air/Vapor Barrier System [Internet]. [diunduh pada 2008 September 5]. Tersedia pada: <http://www.polyurethane.org.pdf>.
- Rohaeti E, Surdia NM, Radiman CL, Ratnaningsih E. 2003. Pengaruh Jenis Polioli terhadap Pembentukan Polyurethane dan Monomer PE PEG400 dan MDI. *Proc. ITB Sains&Tek*. 2: 97-109.
- Shawyer M, Medina PAF. 2003. The use of Ice on Small Fishing Vessels. *Fisheries Technical Paper* No. 436. Rome: FAO.
- Setiyanto I. 2004. Study Pembuatan Palka Ikan Berinsulasi Polyurethane Type Vekto untuk Kapal Purse Seine di Batang. *Majalah KAPAL*. 2: 15-22.
- Tipler PA. 1998. Fisika untuk Sains dan Teknik. Jakarta: Erlangga. hal 410.
- Tri HT, Nasution Z. 2005. Aspek-aspek Sosial Budaya Masyarakat Nelayan di Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 3: 64-73.