

Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Semi Permanen Berbahan *Polistirena* (C_8H_8)n dan Seng (Zn) Pada Kapal Ikan Tradisional

Suardi^{1*}, Rodlian Jamal Ikwani², Akhmad Rida'I³
^{1*,2,3}Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

*Suardi@lecturer.itk.ac.id

Abstract

Good quality fish determines a high selling price in the market. In this case, proper handling by the fisherman is needed when the fish are caught. To maintain the freshness of fish, fishermen use semi-permanent loading space with Polystyrene and Zinc as their insulation. Fishermen usually use wet ice as a cooling medium. Traditional fishermen where their fishing time depends greatly on how long Coolbox maintains its temperature. In this study, trying to find out how resistant the insulation used by the fishermen against time and temperature, and the influence of Polystyrene thickness on the strength of the Coolbox to keep the temperature cool. The experiment was carried out using 15 kg of ice with time for 2 days / 48 hours. From the results of testing of cooling devices made with polystyrene and zinc insulators can maintain the temperature of the fishing vessel's loading space for a certain period. Coolbox application using Polisterina insulator with a thickness of 4 cm and 0.1 cm Zinc is able to maintain ice for 48 hours with an average Coolbox temperature of 2 ° C. While Polystyrene Insulator with a thickness of 2 cm and 0.1 cm Zinc is only able to maintain ice for 24 hours with an average temperature of 6.6 ° C. The value of the heat rate from inside the Coolbox with the thickness of Polisterina insulation is 2 cm faster than the insulation thickness of Polisterina 4 cm.

Keywords : Coolbox, Insulation, Heat rate

Abstrak

Kualitas ikan yang baik menentukan harga jual yang tinggi di pasaran. Dalam hal ini maka diperlukan penanganan yang tepat oleh nelayan pada saat ikan di dapatkan. Untuk menjaga kesegaran ikan nelayan menggunakan ruang muat semi permanen dengan bahan Polistirena dan Seng sebagai insulasinya. Nelayan biasa menggunakan es basah sebagai media pendinginya. Nelayan tradisional dimana waktu melautnya sangat tergantung pada lama waktu Coolbox mempertahankan temperaturnya. Pada penelitian ini mencoba untuk mengetahui seberapa tahan insulasi yang di gunakan para nelayan tersebut terhadap waktu dan temperature , dan pengaruh ketebalan Polistirena terhadap kekuatan Coolbox untuk mempertahankan suhu agar tetap dingin. Percobaan dilakukan dengan menggunakan es 15 kg dengan waktu selama 2 hari / 48 jam. Dari hasil pengujian alat pendingin yang dibuat dengan insulator *Polistirena* dan seng dapat mempertahankan suhu pada ruang muat kapal ikan pada periode tertentu. Aplikasi *Coolbox* dengan menggunakan insulator *Polisterina* dengan ketebalan 4 cm dan Seng 0,1 cm mampu mempertahankan es selama 48 jam dengan suhu Coolbox rata-rata 2°C . Sedangkan Insulator *Polistirena* dengan ketebalan 2 cm dan Seng 0,1 cm hanya mampu mempertahankan es selama 24 jam dengan suhu rata-rata 6,6°C. Nilai laju panas dari dalam Coolbox dengan ketebalan insulasi Polisterina 2 cm lebih cepat dibandingkan dengan insulasi ketebalan Polisterina 4 cm.

Kata kunci : Coolbox, Insulasi , Laju panas

1. Pendahuluan

Dalam proses penangkapan ikan sangat dibutuhkan palka atau tempat penyimpanan sementara ikan. Para nelayan yang biasa melaut hanya membawa es sebagai media pendingin ikan agar pada saat ikan dibawa ke daratan tetap segar. Kualitas ikan pasti akan tergantung pada ruang palka atau tempat ikan sementara yang digunakan pada saat nelayan melaut [1].

Sistem palka kapal ikan tradisional saat ini khususnya yang di temui pada pembuatan kapal kayu di Kabupaten Penajam Paser Utara, sistem di buat dengan semi permanen dengan insulasi berbahan *Polisterina* (Strefoam), Seng dan Kayu, Maka dari itu penulis ingin mengetahui ketahanan dari insulasi tersebut terhadap pendinginan ikan yang dilakukan para nelayan dan membandingkan perbedaan ketebalan dari insulasi *Polistirena* hingga nantinya dapat diketahui perbedaanya secara detail sesuai dengan apa yang diharapkan [2].

Kotak Pendingin (*Coolbox*)

Kualitas dari ikan adalah suatu hal yang sangat penting bagi nelayan dan masyarakat. Karena semakin baik kualitas ikan tangkapan maka akan semakin tinggi pula harga ikan tersebut. Hal yang berpengaruh dari kualitas ikan hasil tangkapan nelayan adalah kondisi dari ruang penyimpanan ikan di kapal. Oleh karena itu proses penyimpanan ikan dikapal harus dibuat sebgas mungkin dengan memiliki sistem pendingin yang baik [3]. Media penyimpanan dengan isolasi suhu ini biasa disebut juga dengan coolbox seperti yang terlihat pada gambar



Gambar 1. Kotak Pendingin

Coolbox merupakan perlengkapan yang harus dipenuhi pada kapal penangkap ikan.

Coolbox dengan insulasi yang bagus memiliki beberapa manfaat diantaranya:

- Menghemat pemakaian es
- Mengurangi resiko pembusukan
- Memperluas jangkauan pemasaran
- Mengurangi penyusutan hasil tangkapan
- Meningkatkan pendapatan nelayan
- Menunda waktu jual sehingga mendapatkan harga yang pantas

Alat ini digunakan untuk tempat penyimpanan ikan segar agar terhindar dari kerusakan ataupun kebusukan sehingga memiliki nilai jual tinggi [3]

Isolasi Panas

Isolasi panas merupakan metode atau proses yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas. Aliran panas dapat di kendalikan dengan proses insulasi, tergantung dengan sifat material yang digunakan. Bahan yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas biasanya disebut sebagai isolator atau insulator. Sehingga insulasi sangat bagus untuk melindungi kotak pendingin agar dapat menyimpan produk lebih tahan lama. Untuk mendapatkan suhu di ruang pendingin lebih efisien maka isolasi yang baik memiliki sifat-sifat seperti, memiliki konduktivitas rendah, penyerapan uap air rendah, tahan terhadap penyebab kebusukan pada produk, tahan terhadap bahan-bahan kimia, tidak membahayakan kesehatan, dan mudah ditangani [4].

Polisterina (C_8H_8)n

Styrofoam atau yang dikenal dengan *Expandable Polystyrene* (EPS) adalah suatu material yang terbuat ekspansi *polystyrene beads* (butir *polistiren*) yang dibuat dengan cara dicetak (*moulding*). *Styrofoam* dikenal juga dengan istilah *styropor* [5].

Seperti dalam penggunaan *packaging*, karakteristik EPS yang sangat berguna untuk aplikasi untuk bahan bangunan adalah insulasi suhunya yang sangat unggul. Ini menjadikan EPS sebagai bahan yang ideal untuk bangunan hemat energi di daerah-daerah tropis dimana udara luar sepanjang tahun selalu panas dan

lembab. *Styrofoam* memiliki konfigurasi sel tertutup yang memungkinkan untuk memperoleh nilai resistansi (R) yang tinggi sebagai ukuran untuk isolasi. Nilai R menentukan kapasitas elemen untuk melawan panas. Semakin tinggi nilai R, semakin baik kemampuan bahan untuk melawan panas [5].

Seng (Zn)

Seng merupakan logam keempat yang paling banyak digunakan di dunia industri setelah baja, aluminium, dan tembaga. Menurut aplikasinya, seng banyak digunakan untuk *coating* anoda untuk memproteksi baja dari korosi, pengecoran seng, sebagai unsur paduan pada tembaga, aluminium, dan magnesium, sebagai paduan seng tempa, dan untuk material yang bersifat kimiawi [6].

Kayu

Kayu merupakan hasil hutan dari kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pengertian kayu di sini ialah sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dimanfaatkan untuk suatu tujuan penggunaan. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industri maupun kayu bakar [7].

Perpindahan Kalor/Panas

Perindahan kalor (*heat transfer*) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Pada termodinamika telah kita ketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor (*heat*). Ilmu perpindahan kalor tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana energi kalor itu berpindah dari suatu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Kenyataan di sini yang menjadi sasaran analisis ialah masalah laju perpindahan, inilah yang membedakan

ilmu perpindahan kalor dari ilmu termodinamika [8].

Konduksi

Konduksi ialah pengangkutan kalor melalui satu jenis zat. Perpindahan kalor secara hantaran/konduksi merupakan satu proses pendalaman karena proses perpindahan kalor ini hanya terjadi di dalam bahan. Arah aliran energi kalor adalah dari titik bersuhu tinggi ke titik bersuhu rendah. Konduksi adalah mekanisme perpindahan energi dari suatu benda ke benda yang lain atau dari suatu bagian ke bagian yang lainnya dengan suatu perubahan energi kinetik oleh gerakan molekul- molekul [9].

$$Q = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Dengan :

Q = Laju perpindahan panas (Watt)

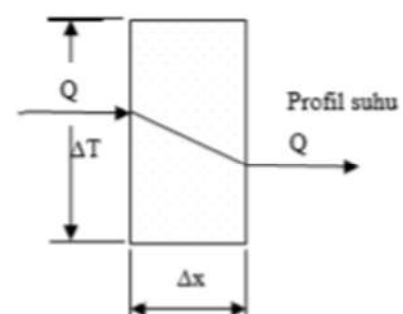
A = Luas penampang bahan (m²)

K = Konduktifitas thermal (W/m.°C)

x = Ketebalan bahan (m)

T = Perbedaan temperatur (°C)

Aliran panas akan melewati dinding yang memiliki bahan yang berlapis-lapis dengan bahan yang berbeda-beda seperti terlihat pada gambar berikut [10].



Gambar 2 Perpindahan kalor pada plat

Persamaan aliran untuk seluruh bidang datar [8] adalah :

$$Q = \frac{\Delta T_{\text{menyeluruh}}}{\Sigma R_{th}}$$

Dimana R_{th} adalah jumlah tahanan termal, dan untuk bahan yang disusun seri R_{th} nya adalah $R_A + R_B + R_C + \dots$ Sehingga persamaanya menjadi :

$$Q = \frac{\Delta T}{R_A + R_B + R_C}$$

$$Q = \frac{T_1 - T_4}{\left(\frac{\Delta x_A}{K_A \cdot A}\right) + \left(\frac{\Delta x_B}{K_B \cdot A}\right) + \left(\frac{\Delta x_C}{K_C \cdot A}\right)}$$

Perhitungan luas bidang aliran (A) untuk mengetahui luasan dari coolbox yang dibuat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$l = 2 \times ((p \times l) + (p \times t) + (l \times t))$$

Untuk menentukan R_{th} pada setiap bahan material dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$R_{th} = \frac{\Delta x}{K \cdot A}$$

Dengan

Δx = Tebal material

K = Konduktivitas termal material

A = Luas permukaan material

2. Metode Penelitian

2.1. Garis Besar Penelitian

Penelitian ini mempelajari mengenai ketahanan bahan *Polisterina* dan *Seng* pada lapisan insulasi palka pada pembuatan kapal ikan tradisional terhadap panas yang masuk dengan menggunakan media pendingin es. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah berbasis percobaan dengan membuat sistem palka / *Coolbox* dengan ukuran skala 1:3 dari bentuk aslinya pada pembuatan palka kapal ikan tradisional di kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. *Coolbox* yang dibuat memiliki ukuran ketebalan *Polisterina* yang berbeda

1. *Coolbox* 1 dengan insulasi Kayu 2 cm , *Polisterina* 2 cm dan *Seng* 0,1 cm (4,1 cm)
2. *Coolbox* 2 dengan Insulasi Kayu 2 cm , *Polisterina* 4 cm dan *Seng* 0.1 cm (6,1 cm)

2.2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau nilai obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan di tarik kesimpulannya.

Tabel 1 Variabel Penelitian

No	Jenis Variabel	Keterangan
1	Kontrol	Ukuran <i>Coolbox</i> 76 x 43 x 54 (cm)
2	Manipulasi	Perbandingan ketebalan Insulasi <i>coolbox</i> 1 (4,1 cm) dan <i>coolbox</i> 2 (6,1 cm)
3	Respon	Perubahan temperatur dan waktu pendinginan dengan perbandingan yang dilakukan

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur atau tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.3.1 Identifikasi Masalah

Tahapan pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi masalah yang ada atau masalah yang telah ditemukan. Dengan mengidentifikasi permasalahan akan di dapatkan perumusan masalah yang nantinya akan di selesaikan selama pengerjaan penelitian ini.

2.3.2 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan beberapa referensi untuk mendukung pengerjaan tugas akhir ini. Beberapa literatur dapat diperoleh dari berbagai media seperti buku, jurnal, laporan tugas akhir, internet dan sebagainya.

2.3.3 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini penulis mencari data yaitu data primer data yang langsung diambil ke lokasi pembuatan kapal ikan tradisional di Kabupaten Penajam Paser Utara. Data yang diambil yaitu , ukuran palka dan material yang digunakan sebagai insulasi palka, ini yang nantinya akan menunjang pengerjaan tugas akhir ini.

2.3.4 Membuat Desain Alat

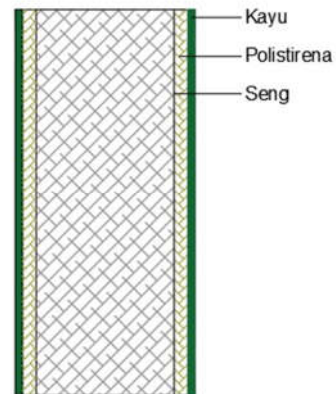


Gambar 3 Desain Tampak Atas *Coolbox*



Gambar 4 Desain Tampak Samping *Coolbox*

Berikut ini adalah lapisan insulator *coolbox* yang digunakan terlihat seperti gambar 6 berikut



Gambar 5 Lapisan Insulasi *Coolbox*

2.3.5 Perancangan Alat

Setelah alat di desain sesuai dengan ukuran, selanjutnya membuat perancangan sistem palka / *Coolbox*, dengan material yang sama yaitu kayu, Polistirena dan Seng, dimana didalam sistem ini akan diisi oleh es basah sebagai pendingin sistem.



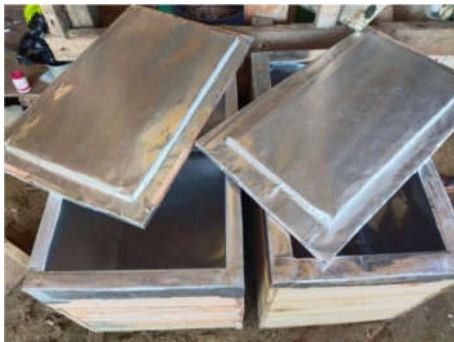
Gambar 6 Material Dasar Kayu

Kemudian setelah bahan dasar *coolbox* dengan menggunakan kayu telah di buat selanjutnya memasukan polistirena kedalam kayu terlihat seperti gambar berikut :



Gambar 7 Material kayu dan *Polistirena*

Pada tahap terakhir adalah pemasangan seng ke dalam *coolbox* sebelum pemasangan seng pastikan *polistirena* dalam *coolbox* telah terpasang dengan rapat agar bisa di di lapisinya oleh seng seperti gambar berikut ini :



Gambar 8 *Coolbox* 1 dan *Coolbox* 2

2.3.6 Pelaksanaan Percobaan

Setelah menyiapkan alat dan bahan, percobaan bisa dilakukan. Pada pengerjaan tugas akhir ini percobaan dilakukan dengan membandingkan ketahanan dari es didalam *Coolbox* yang dirancang dengan ketebalan material yang berbeda. Percobaan dilakukan dengan menggunakan 2 thermometer digital untuk mengetahui suhu yang ada diluar dan di dalam *coolbox*, adapun proses percobaan dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 9 Pengujian *coolbox*

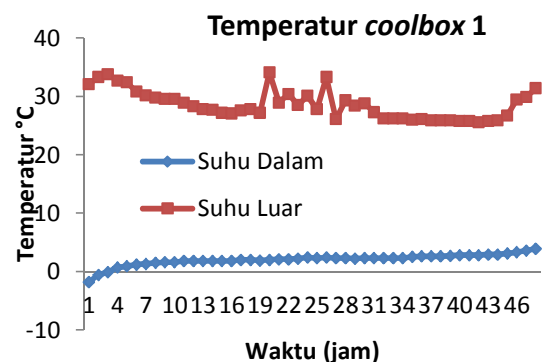
2.3.7 Analisa Data

Setelah melakukan percobaan maka akan mendapatkan hasil yang akan di analisis dan di lakukan perbandingan antara percobaan *Coolbox* 1 dan *Coolbox* 2, kemudian akan dibuat grafik perbandingan dari percobaan.

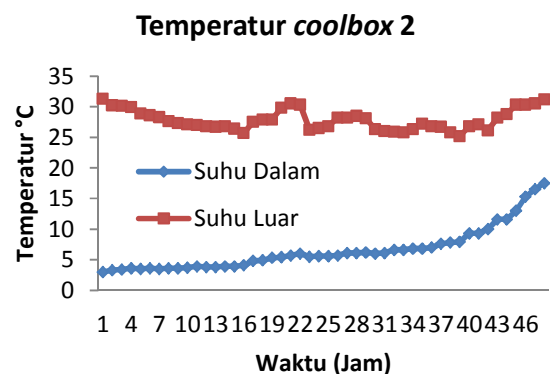
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perbandingan Distribusi Temperatur pada *Coolbox* dan *Coolbox* 2

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan 2 Termometer Digital, satu pada bagian dalam *Coolbox* dan satu pada luar *Coolbox*. Pada pengukuran diperoleh selisih temperature luar dan dalam *Coolbox* yang terus diukur sampai pada waktu es mencair. Pada bagian dalam *Coolbox* diisi dengan Es sejumlah 15 kg. Pengukuran dimulai pada saat diletakkanya es sampai 48 jam.



Gambar 8. grafik 1 Temperatur *Coolbox* 1



Gambar 9. grafik 2 Temperatur *Coolbox* 2

3.2 Perbandingan Matematis Distribusi Temperatur pada *Coolbox* 1 dan *Coolbox* 2

Untuk menentukan perpindahan kalor per satuan waktu pada *coolbox* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

3.2.1 Coolbox 1

$$R_{th} = \frac{\Delta x}{K \cdot A}$$

$$R_{th} (\text{Kayu}) = \frac{0,02}{0,15 \times 0,19388 \text{ m}^2}$$

$$R_{th} (\text{Polistirena}) = \frac{0,02}{0,03 \times 0,16716 \text{ m}^2}$$

$$R_{th} (\text{Seng}) = \frac{0,02}{104,7 \times 0,16716 \text{ m}^2}$$

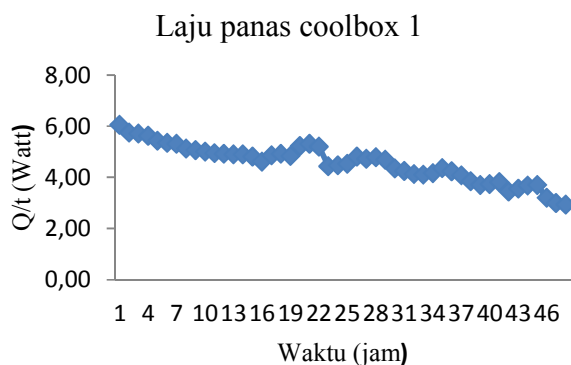
$$\Sigma R_{th} = 4,676$$

Perpindahan kalor pada 1 jam pertama ($T_d = 3,0^\circ\text{C}$, $T_i = 31,3^\circ\text{C}$)

$$Q = \frac{31,3 - (3,0)}{4,676}$$

$$Q = 6,05 \text{ Watt}$$

Begitu seterusnya hingga 48 jam. Perhitungan matematis laju kalor dan hasil pengukuran diperlihatkan pada grafik berikut



Grafik 3 Perpindahan panas coolbox 1

3.2.2 Coolbox 2

$$R_{th} = \frac{\Delta x}{K \cdot A}$$

$$R_{th} (\text{Kayu}) = \frac{0,02}{0,15 \times 0,19388 \text{ m}^2}$$

$$R_{th} (\text{Polistirena}) = \frac{0,04}{0,03 \times 0,16716 \text{ m}^2}$$

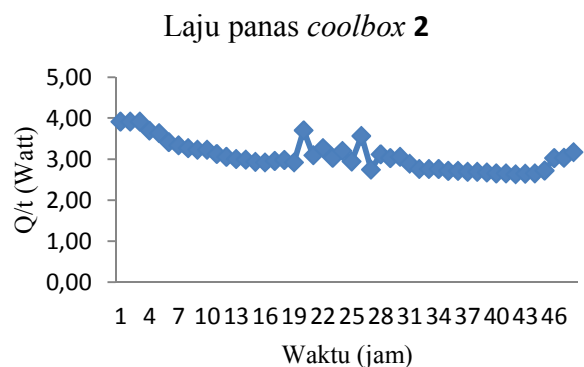
$$R_{th} (\text{Seng}) = \frac{0,02}{104,7 \times 0,16716 \text{ m}^2}$$

$$\Sigma R_{th} = 8,664$$

Perpindahan kalor pada 1 jam pertama ($T_d = -1,8^\circ\text{C}$, $T_i = 32,1^\circ\text{C}$)

$$Q = \frac{32,1 - (-1,8)}{8,664}$$

$$Q = 3,91 \text{ Watt}$$



Grafik 4 Perpindahan Kalor Coolbox 2

3.2.3 Perpindahan panas coolbox 1 dan 2

Perbandingan perpindahan panas dari dalam *Coolbox* seperti pada gambar 4.6. bisa dilihat *Coolbox 1* dengan ketebalan insulasi Polisterina 2 cm lebih cepat dibandingkan dengan insulasi ketebalan Polisterina 4 cm. maka dari itu ketebalan sangat berpengaruh terhadap insulator penahan suhu di dalam palka, karena dapat mempertahankan temperature didalamnya selama periode tertentu.

4. Kesimpulan

Alat pendingin yang dibuat dengan insulator *Polistirena* dan seng dapat mempertahankan suhu pada ruang muat kapal ikan pada periode tertentu. Aplikasi *Coolbox* dengan menggunakan insulator *Polisterina* dengan ketebalan 4 cm dan Seng 0,1 cm

mampu mempertahankan es selama 48 jam dengan suhu *Coolbox* rata-rata 2°C, Sedangkan Insulator *Polisteria* dengan ketebalan 2 cm dan Seng 0,1 cm hanya mampu mempertahankan es selama 24 jam dengan suhu rata-rata 6,6°C. dan perbandingan perpindahan panas dari dalam *Coolbox* dengan ketebalan insulasi *Polisterina* 2 cm lebih cepat dibandingkan dengan insulasi ketebalan *Polisterina* 4 cm.

5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut dengan penambahan variasi ketebalan, pengujian kekuatan, kelembaban dan daya tahan komposit terhadap pelapukan dan waktu.

6. Daftar Pustaka

- [1] Abidin. M. (2017) *Desain Sistem Pendingin Euang Muat Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Insulasi dari Sekam Padi*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- [2] Amiruddin. W. (2012) *Efisiensi Teknis Penggunaan Bahan Polyurethane Sebagai Insulasi Palka Kapal Ikan*. Tugas Akhir Jurusan Teknologi Kelautan Institut Pertanian, Bogor
- [3] Puteri Ladikha Sihombing (2018) *Desain Kotak Pendingin Pada Kapal Nelayan Tradisional Menggunakan Insulasi Campuran Serbuk Kayu Sengon dan Jerami*. Tugas Akhir Jurusan Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [4] S.Arbindarso, Ellyawan, dan Muhajir (2008). *Kotak Penyimpanan Dingin dari Papan Pertikel Padi*, Teknolgi Jurusan Teknik Mesin, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- [5] Andersen (2011). *Keefektifan Strefoam Sebagai Material Kulit Bangunan Menginsulasi Panas*, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Grogol Jakarta Barat.
- [6] Gunawan P.S Hutahaeen (2015) *Pengaruh Penambahan Seng (Zn) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Paduan Tembaga-Seng Melalui Proses Pengecoran*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [7] Dumanauw, J, F. 1990. *Mengenal kayu*. Yogyakarta : Kanisius.
- [8] J.P. Holman, 1986. *“Heat Transfer Sixth Edition”* Professor of Engineering Southern Methodist University
- [9] Muhammad Hidayat (2017) *Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Campuran Polyurethane Pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional*. Tugas Akhir Jurusan Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [10] Frank Kreith, 1976. *“Principles Of Heat Transfer Third Edition”* University Of Colorado : Harper & Row, Newyork.