

## PENGARUH BEBAN PANAS *YELLOWFIN* TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS *COOLBOX POLIURETAN-FIBER*

Abdul Idhar<sup>1)</sup>, N. L. T. Thenu<sup>2)</sup>, G. S. Norimarna<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pattimura  
Email: [idhar0801@gmail.com](mailto:idhar0801@gmail.com)

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email: [novitha.thenu@fatek.unpatti.ac.id](mailto:novitha.thenu@fatek.unpatti.ac.id)

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email: [gertruidanorimarna@gmail.com](mailto:gertruidanorimarna@gmail.com)

**Abstrak** Maluku memiliki kekayaan sumber daya laut dan pesisir yang melimpah, pemanfaatannya belum optimal karena nelayan kecil masih mengalami kesulitan untuk mendapatkan kualitas ekspor akibat keterbatasan penyimpanan ikan. Kendala utama yang ditemui nelayan adalah cara penanganan ikan dan proses penyimpanannya. Proses penyimpanan ikan *yellowfin* untuk nelayan hand line menggunakan Styrofoam sebagai tempat penyimpanan dan dilengkapi dengan es sebagai media pendingin. Permasalahan ini, memiliki keterbatasan waktu karena es yang berada dalam Styrofoam tidak mampu bertahan lama terutama saat ikan masuk. Kesulitan yang mempengaruhi waktu penyimpanan mulai dari penangkapan sampai pemasaran sangat mempengaruhi kualitas hasil tangkapan. Karena tempat penyimpanan hanya dapat bertahan dari 6-8 jam. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dilakukan penelitian yang meliputi : pemilihan material pembuatan isolasi cool box yang memiliki konduktivitas panas rendah. Perbedaan nilai kerapatan material poliuretan untuk isolasi mempengaruhi nilai konduktivitas termal. Akhir dari penelitian adalah mendapatkan cool box yang memiliki konduktivitas panas rendah. Penelitian ini menggunakan metode observasi langsung, desain peletakan alat, pengukuran temperatur, dan menghitung laju perpindahan panas pada cool box material poliuretan dilapisi FRP. Pengukuran dilapangan adalah laju perubahan temperatur udara luar, temperatur dinding luar cool box, temperatur dinding dalam cool box, temperatur dalam cool box, temperatur es, dan temperatur ikan *yellowfin*. Hasil penelitian diperoleh sebagai berikut : 1. Lama waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan temperatur ikan dalam cool box poliuretan-FRP dengan massa ikan 18 kg selama 12 jam sedangkan untuk massa 23 kg membutuhkan waktu 16 jam, 2. laju perpindahan panas ikan *yellowfin* pada cool box poliuretan dengan jumlah es yang sama tergantung pada massa ikan.

**Kata kunci :** Beban panas, Laju Perpindahan panas, Cool box poliuretan FRP

### 1. PENDAHULUAN

Maluku memiliki kekayaan sumber laut dan pesisir yang melimpah namun pemanfaatannya belum optimal karena nelayan-nelayan kecil masih mengalami kesulitan untuk mendapatkan kualitas ekspor akibat keterbatasan peralatan. Kondisi ini terjadi karena keterbatasan kemampuan masyarakat baik dari segi pengetahuan ataupun dari peralatan yang digunakan. Salah satu cara agar nelayan mendapatkan kualitas hasil tangkapan yang lebih baik dengan melakukan survey di lapangan. Setelah survey dilakukan di Dusun Mange-mange Seram Bagian Barat ternyata ada kendala-kendala yang nelayan temukan. Kendala utama yang nelayan temui adalah hasil tangkapan ikan *yellowfin* nelayan dengan ukuran besar di penampungan mendapat Grade C sedangkan Ikan *yellowfin* dengan ukuran kecil mendapat Grade A, dari hasil pengamatan peneliti kendala tersebut berasal dari proses penyimpanan ikan.

Proses penyimpanan ikan *yellowfin* untuk nelayan *hand line* di Maluku menggunakan *Styrofoam* sebagai tempat penyimpanan ikan dan dilengkapi dengan es sebagai media pendingin. Salah satu permasalahan dengan proses penyimpanan ini adalah nelayan memiliki keterbatasan waktu penangkapan karena es yang berada di dalam *Styrofoam* tidak mampu bertahan lebih lama terutama saat ikan masuk ke dalam *Styrofoam*. Kesulitan yang mempengaruhi waktu penyimpanan mulai dari penangkapan sampai pemasaran sangat mempengaruhi kualitas hasil tangkapan. *Styrofoam* sebagai tempat penyimpanan hasil tangkap hanya dapat bertahan dari 6-8 jam, (dihitung dari waktu tangkap sampai tiba di pemasaran). Permasalahan ini dapat diatasi dengan cara pemilihan material dalam pembuatan isolasi *cool box* yang memiliki konduktivitas panas rendah sehingga panas yang diserap oleh dinding *cool box* lebih kecil.

Selain dari *Styrofoam*, *poliuretane* sering digunakan sebagai salah satu bahan utama untuk melapisi isolasi dari sistem pendingin. Menurut Jing-Fu Jia dan wei he (2013), tahanan panas dari bahan isolasi poliuretan menjadi lebih besar apabila koefisien perpindahan panas keseluruhan dari sekat berkurang dan panas yang dipindahkan dari luar ke dalam sekat berkurang secara substansial. Menurut M. Khairulmaini (2020), isolasi yang baik digunakan untuk *cool box* adalah poliuretan, sama halnya dengan penelitian Ginting Cici (2021), yang menyatakan isolasi yang baik digunakan untuk *cool box* adalah poliuretan.

Kemampuan isolasi untuk menahan penetrasi panas dari luar *cool box* dipengaruhi oleh kerapatan massa (densitas,  $\rho$ ) dari material dinding/isolasi. Perbedaan nilai kerapatan material poliuretan untuk isolasi sangat mempengaruhi nilai konduktivitas termal (sifat isolator). Berdasarkan hal di atas maka dilakukan penelitian agar mendapatkan *cool box* yang memiliki konduktivitas panas rendah. Dari hasil penelitian akan disajikan sebagai skripsi dengan judul : **“PENGARUH BEBAN PANAS IKAN *YELLOWFIN* (*THUNNUS ALBACARES*) TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS *COOL BOX* POLIURETAN-FRP”**

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode observasi langsung, desain peletakan alat, pengukuran temperatur, dan menghitung laju perpindahan panas pada *cool box* dengan material poliureten dilapisi FRP.

### A. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau nilai, objek atau kegiatan yang memiliki variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti guna dipelajari dan selanjutnya ditarik kesimpulan. Pada umumnya, terdapat dua jenis variabel penelitian, yaitu:

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah faktor-faktor yang diatur dan dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diamati. Adapun variabel bebas pada penelitian ini adalah temperature *cool box*, temperature *cool box* bagian dalam, temperature es, massa es balok, temperature ikan *yellowfin*.

#### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang didefinisikan sebagai nilai y dimana faktor-faktor yang diukur menentukan adanya pengaruh variabel (x) yakni faktor yang muncul, atau tidak muncul, atau berubah sesuai dengan yang diperkenalkan peneliti, adapun variabel terikat pada penelitian ini adalah laju perpindahan panas.

Dalam penelitian ini variabel penelitiannya sebagai berikut:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8) \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

- y : laju perpindahan panas
- x1 : Temperature udara luar

- x2 : Temperature dinding luar cool box
- x3 : Temperature dinding dalam cool box
- x4 : Temperature dalam cool box
- x5 : Temperature es
- x6 : Massa es balok
- x7 : Temperature ikan yellowfin
- x8 : Massa ikan yellowfin

### B. Prosedur Pengambilan Data

Dalam penelitian ini prosedur eksperimen yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Studi lapangan
- 2) Penyiapan alat (*cool box poliuretan-frp*, termometer digital, dan timbangan digital)
- 3) Peletakan *cool box* ke dalam kapal nelayan (*Speed boat*)
- 4) Peletakan alat ukur ke semua titik-titik pengukuran.
- 5) Pengukuran massa es curah sebelum diberikan beban panas (ikan *yellowfin*).
- 6) Pemberian beban panas ke dalam *cool box poliuretan-frp*, sebelum di masukan ke dalam *cool box* ikan terlebih dahulu dilakukan pengukuran massa ikan.
- 7) Pencatatan hasil pengukuran.
- 8) Setelah ikan sampai ke daratan, maka akan dilakukan pengukuran kembali massa es curah dan temperatur ikan.
- 9) Analisis data.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Dari penelitian yang dilakukan di dusun mange-mange Kab. Seram Bagian Barat, Prov. Maluku yang berlangsung kurang lebih 15 hari pada tanggal 19 Juli – 01 Agustus 2022, didapatkan hasil penelitian dengan 5 kali pengambilan data dalam 5 hari yang berbeda dengan jeda waktu 5 menit.

Variasi pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut ini:

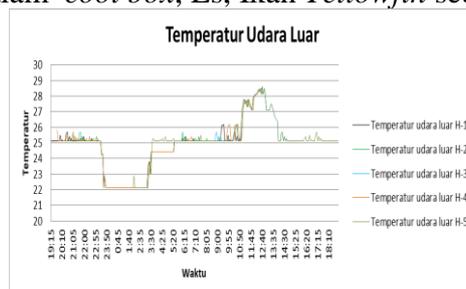
Tabel 1. Variabel pengukuran *cool box*

No	Diketahui	Variasi				
		1	2	3	4	5
1	massa ikan	22 kg	18 kg	20 kg	19 kg	23 kg
2	massa es balok	35 kg	35 kg	35 kg	35 kg	35 kg
3	massa ikan keluar	25 kg	20 kg	22 kg	21 kg	25 kg
4	massa air sisa	34 kg	33 kg	34 kg	33 kg	34 kg

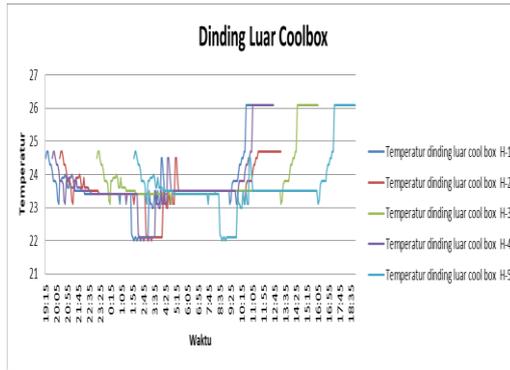
### B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan maka didapatkan data-data sebagai berikut:

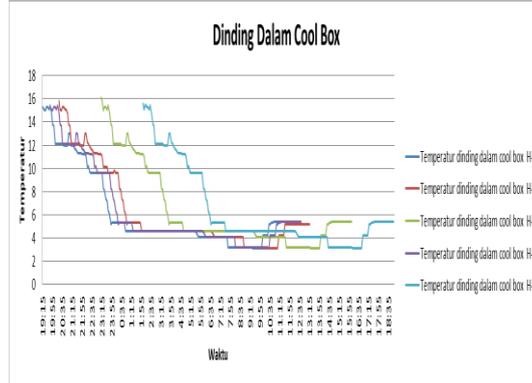
Gambar grafik perbandingan pengukuran temperatur Udara Luar, dinding luar *cool box*, dinding dalam *cool box*, dalam *cool box*, Es, Ikan *Yellowfin* sebagai berikut :



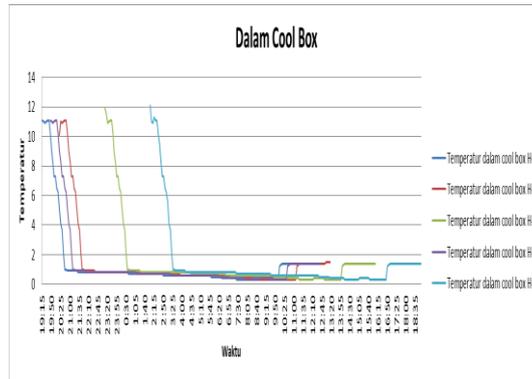
Gambar 1. Grafik temperature udara luar



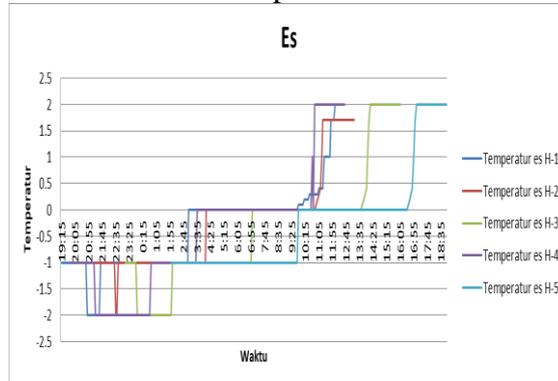
Gambar 2. Grafik temperature dinding luar *Cool Box*



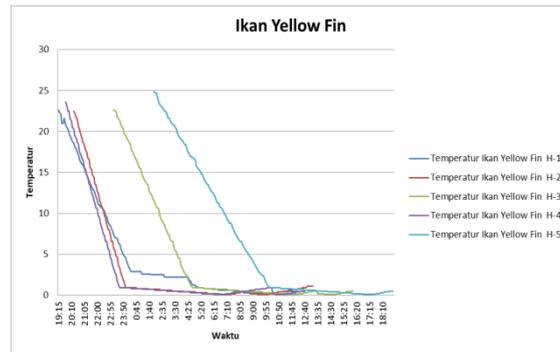
Gambar 3. Grafik temperature dinding dalam *cool box*



Gambar 4. Grafik temperature dalam *cool box*



Gambar 5. Grafik temperature es



Gambar 6. Grafik temperature ikan *yellowfin*

a. Beban panas ikan *yellowfin*

Berdasarkan tabel diatas maka dapat hitungan beban panas ikan pada *cool box poliuretanan-frp* menggunakan rumus 2.4. dimana diketahui:

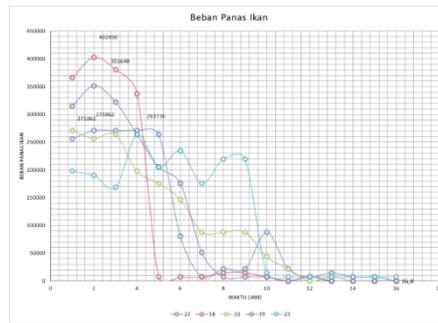
- $m_{\text{ikan}}$  :
- Eks 1 =  $m_1 = 22$  kg
- Eks 2 =  $m_2 = 18$  kg
- Eks 3 =  $m_3 = 20$  kg
- Eks 4 =  $m_4 = 19$  kg
- Eks 5 =  $m_5 = 23$  kg
- $C_p$  ikan : 3.330 Kkal/kg
- $\Delta T_{\text{ikan}}$  :  $T_2 - T_1$

Berdasarkan hasil perhitungan beban panas dari 5 (lima) hari eksperimen maka dapat dibuat dalam tabel berikut dimana Q (beban panas) persatuan jam sebagai berikut:

Tabel 2. Beban panas yang dilepaskan ikan *yellowfin* per jam

Waktu (Jam)	Massa Ikan				
	22	18	20	19	23
1	256410	366300	271062	315018	197802
2	271062	402930	256410	351648	190476
3	271062	380952	263736	322344	168498
4	271062	336996	197802	263736	263736
5	263736	7326	175824	205128	205128
6	80586	7326	146520	175824	234432
7	7326	7326	87912	51282	175824
8	21978	14652	87912	7326	219780
9	21978	14652	87912	7326	219780
10	87912	7326	43956	7326	14652
11	21978	0	21978	0	7326
12	7326	7326	0	7326	7326
13	14652	0	7326	0	7326
14	7326	0	0	0	7326
-	7326	0	0	0	7326
16	0	0	0	0	7326
Total	1611742	1553130	1648370	1714303	1934087

Berdasarkan tabel 2, maka dapat dibuat grafik beban panas ikan *yellowfin* sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik beban panas ikan *yellowfin* per jam 5 kali pengukuran

Dari tabel beban panas ikan *yellowfin* per jam 5 kali pengukuran dapat dilihat bahwa ikan dengan massa 22 kg membutuhkan waktu 15 jam dalam *cool box poliuretan-frp* untuk beban panasnya mencapai titik 0 kkal/jam (tampa beban panas) dengan beban panas tertinggi 271.062 kkal/jam, untuk ikan dengan massa 18 kg membutuhkan waktu 10 jam dalam *cool box poliuretan-frp* untuk beban panasnya mencapai titik 0 kkal/jam (tampa beban panas) dan terjadi peningkatan temperatur pada waktu 12 jam lalu mengalami penurunan kembali dengan beban panas tertinggi 402.930 kkal/jam, untuk ikan dengan massa 20 kg membutuhkan waktu 11 jam dalam *cool box poliuretan-frp* untuk beban panasnya mencapai titik 0 kkal/jam (tampa beban panas) dan terjadi peningkatan temperatur pada waktu 13 jam lalu mengalami penurunan kembali dengan beban panas tertinggi 271.062 kkal/jam, untuk ikan dengan massa 19 kg membutuhkan waktu 10 jam dalam *cool box poliuretan-frp* untuk beban panasnya mencapai titik 0 kkal/jam (tampa beban panas) dan terjadi peningkatan temperatur pada waktu 12 jam pengukuran lalu mengalami penurunan kembali dengan beban panas tertinggi 351.648 kkal/jam, sedangkan untuk ikan dengan massa 23 kg membutuhkan waktu 16 jam dalam *cool box poliuretan-frp* untuk beban panasnya mencapai titik 0 kkal/jam (tampa beban panas) lebih lama dari yang lain dengan beban panas tertinggi 263.736 kkal/jam, dapat disimpulkan bahwa ikan dengan massa 23 kg membutuhkan waktu lebih lama untuk beban panasnya mencapai titik 0 kkal/jam dengan massa es yang sama, sedangkan massa ikan 18 kg dan 19 kg membutuhkan waktu lebih cepat untuk menurunkan beban panas pada ikan *yellow fin* pada *cool box poliuretan-frp*.

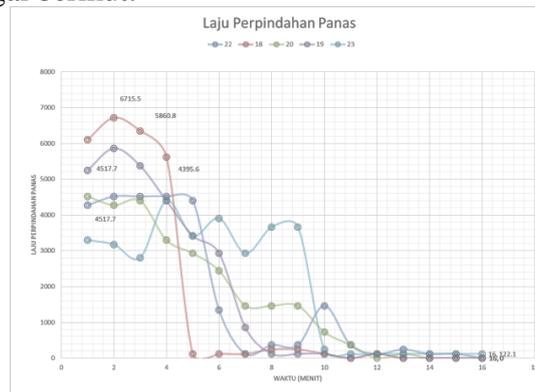
b. Laju perpindahan panas

Dari hasil yang didapatkan pada tabel 2. Maka laju perpindahan panas ikan *yellowfin* per menit adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Laju perpindahan panas ikan perpindahan panas ikan *yellowfin* per menit untuk masing-masing jam

Waktu (jam)	Massa Ikan				
	22	18	20	19	23
1	4273.5	6105	4517.7	5250.3	3296.7
2	4517.7	6715.5	4273.5	5860.8	3174.6
3	4517.7	6349.2	4395.6	5372.4	2808.3
4	4517.7	5616.6	3296.7	4395.6	4395.6
5	4395.6	122.1	2930.4	3418.8	3418.8
6	1343.1	122.1	2442	2930.4	3907.2
7	122.1	122.1	1465.2	854.7	2930.4
8	366.3	244.2	1465.2	122.1	3663
9	366.3	244.2	1465.2	122.1	3663
10	1465.2	122.1	732.6	122.1	244.2
11	366.3	0	366.3	0	122.1
12	122.1	122.1	0	122.1	122.1
13	244.2	0	122.1	0	122.1
14	122.1	0	0	0	122.1
15	122.1	0	0	0	122.1
16	0	0	0	0	122.1
Rata-rata	2963.68	4796.93	3125.13	4179.6	3128.06

Dari tabel 3. maka dapat dibuat grafik laju perpindahan panas ikan *yellowfin* per menit untuk masing-masing jam sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik laju perpindahan panas ikan *yellowfin* per menit untuk masing-masing jam Laju perpindahan panas per menit dapat dihitung menggunakan rumus 2.5. berdasarkan tabel 2 dan 3 maka hasil penelitian laju perpindahan panas terhadap waktu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil laju perpindahan panas ikan *yellowfin* (Kkal per menit)

Massa ikan (Kg)	Waktu (Jam)	Beban panas (Kkal)	Laju perpindahan panas (Kkal/Menit)
22	15	1611742	49.39458333
18	12	1553130	79.94875
20	13	1648370	52.13433333
19	12	1714303	69.66033333
23	16	1934087	52.08547619

Dari tabel laju perpindahan panas ikan *yellowfin* menit dapat dilihat bahwa ikan dengan massa 22 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 49.39458333 Kkal/Menit, untuk ikan dengan massa 18 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 79.94875 Kkal/Menit, untuk ikan dengan massa 20 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 52.13433333 Kkal/Menit, untuk ikan dengan massa 19 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 69.66033333 Kkal/Menit, sedangkan untuk ikan dengan massa 23 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 52.08547619 Kkal/Menit lebih besar dari yang lain, dapat disimpulkan bahwa ikan dengan massa 23 kg memiliki rata-rata laju perpindahan panasnya terkecil, sedangkan massa ikan 18 kg memiliki rata-rata laju perpindahan panasnya terbesar. Dapat disimpulkan bahwa laju perpindahan panas ikan *yellow fin* pada *cool box poliuretan* dengan massa ikan 18 kg dengan massa es yang sama laju perpindahan panasnya akan lebih besar dibanding dengan massa ikan 23 kg.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan temperatur ikan *yellowfin* dengan massa 18 kg membutuhkan waktu 12 jam untuk menurun suhu dari 22,6 °C ke 0,1 °C, untuk massa ikan 19 kg membutuhkan waktu 12 jam untuk menurun suhu dari 22,5 °C ke 0,1 °C, untuk massa ikan 20 kg membutuhkan waktu 13 jam untuk menurun suhu dari 22,7 °C ke 0,1 °C, untuk massa ikan 22 kg membutuhkan waktu 15 jam untuk menurun suhu dari 23,6 °C ke 0,1 °C sedangkan untuk massa ikan 23 kg untuk membutuhkan waktu lebih lama yaitu 16 jam untuk menurun suhu dari 24,9 °C ke 0,1 °C.

2. Laju perpindahan panas ikan *yellowfin* menit dapat dilihat bahwa ikan dengan massa 22 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 49.39458333 Kkal/Menit, untuk ikan dengan massa 18 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 79.94875 Kkal/Menit, untuk ikan dengan massa 20 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 52.08547619 Kkal/Menit, untuk ikan dengan massa 19 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 69.66033333 Kkal/Menit, sedangkan untuk ikan dengan massa 23 kg laju perpindahan panas per menit sebesar 52.13433333 Kkal/Menit lebih besar dari yang lain, dapat disimpulkan bahwa ikan dengan massa 23 kg memiliki rata-rata laju perpindahan panasnya terbesar, sedangkan massa ikan 18 kg memiliki rata-rata laju perpindahan panasnya terkecil. Dapat disimpulkan bahwa laju perpindahan panas ikan *yellowfin* pada cool box poliuretan dengan jumlah es yang sama tergantung pada massa ikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amiruddin Wilma, 2005, Korelasi Nilai *Stowage Rate* Terhadap Jaminan Mutu Ikan Pada Palka Ikan Tradisional, MATANA Vol. 2 No. 2
- [2] Arora, C.P., 2000, Refrigeration and Air Conditioning, Second Edition. Tata McGraw-Hill
- [3] G. Cardoso, “*characterization of rigid polyurethane foam (PU) extracted from castor oil (ricinus communis) for building insulation.*” VDM Verlag Dr. Muller. Saarbrücken, Germany. Vol 84. 2011.
- [4] G. Oertel. Polyurethane handbook. 2nd ed. Munich: Carl Hanser Verlag, 1994, pp. 770, ISBN 3446171983.
- [5] Ginting Cici (2021), meneliti tentang “Desain *Cool box* Menggunakan Material Poliuretan-Frp Untuk Nelayan *Hand Line*”, Skripsi
- [6] Holman JB. 1984. Perpindahan Kalor. Jakarta: Erlangga.
- [7] M. Khairulmaini (2020), “*infroment of insulation material for cool box application*”.
- [8] Ozei and M. “*Thermal performance and optimum insulation thickness of building walls with different structure material*” *Application thermal Engineering*.2011.
- [9] Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara : W. F. Stoecker, Professor Of *Mechanical Engineering University Of Illinois At Urbana-Champaign*,. J. W. Jones dan Ir.Supratman Harta
- [10] Risa Setya Lina dan Shanti Artika Sari (2018), “ Perancangan dan analisa *cool box* sebagai media penyimpanan ikan bagi nelayan”.