

NASKAH ORISINAL

Pembuatan *Cool Box Portable* dengan Sistem Pendingin Air Guna Mendukung *Cold Chain* pada Distribusi Ikan dan Menjaga Kualitas Ikan Tangkapan Nelayan

Achmad Mustakim^{1,*} | Mashuri² | Firmanto Hadi¹ | Hasan Iqbal Nur¹ | Pratiwi Wuryaningrum¹ | Oktaviani Turbaningsih¹ | Alwi Sina Khaqiqi¹

¹Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

²Departemen Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Achmad Mustakim, Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: mustakim@seatrans.its.ac.id

Alamat

Laboratorium Infrastruktur dan Pelabuhan, Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Desa Bulak merupakan daerah yang berada di Kota Surabaya, dengan penduduk mayoritas bekerja sebagai nelayan. Permasalahan yang terjadi pada nelayan mengenai sulitnya bongkar muat hasil tangkapan ketika selesai mencari ikan. Hal ini dikarenakan lama waktu yang dibutuhkan untuk mencari ikan saat air pasang tidak bisa diprediksi dan nelayan tidak bisa membawa hasil tangkapan ke darat. Ikan yang akan dibawa perlu dipanggul membuat hasil tangkapan dapat berjatuh. Penggunaan alat untuk menjaga kualitas ikan menggunakan es batu, tetapi tidak tahan lama dan biaya mahal. Ketika dalam penangkapan ikan membutuhkan waktu lama, maka kualitas ikan menurun yang membuat pendapatan nelayan menurun. Dengan kondisi ini, dilakukan analisis dengan metode HOQ membuat *Cool Box Portable* untuk menjaga kualitas tangkapan nelayan dan membantu proses bongkar muat hasil tangkapan. Untuk *Cool Box Portable* memiliki panjang 1150 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 500 mm dengan kapasitas 25 kg. Untuk tinjauan waktu selama lima tahun dengan rasio manfaat sebesar 4,16 dengan kondisi eksisting sebesar 1,57.

Kata Kunci:

Cool Box, HOQ, Ikan, Nelayan, *Portable*

1 | PENDAHULUAN

Desa Bulak merupakan desa yang mayoritas penduduknya bekerja sebagai nelayan yang berada di Pantai Kenjeran^[1]. Sebagian besar hasil tangkapannya yaitu ikan laut dan kerang^[2]. Pada tahun 2018 awal dari Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melakukan pengabdian masyarakat kepada nelayan yang berada di Desa Bulak. Pengabdian masyarakat dilakukan dengan kelompok nelayan Bintang Samudra dan Samudra Jaya. Pengabdian masyarakat yang dilakukan saat itu menghasilkan komposisi yang optimal untuk kebutuhan paving kerang yang diproduksi. Selain itu didapatkan luaran

publikasi paper di jurnal terindeks scopus yaitu dengan judul *Utilization of Shell Waste as the Accelerate Admixture on Paving in Order to Improve the Quality of the Living Environment of the Kenjeran Coastal Community*^[3].

Setelah pengabdian masyarakat ini selesai dilakukan, kemudian diajukan ke program wirausaha di Kemenritek Dikti dengan nama program PPBT di tahun 2019. Ide atau usulan yang diusulkan yaitu komersialisasi paving berbahan baku kerang ini. Luaran yang didapatkan adalah adanya CV Galang Samudra Jaya yang bergerak dalam produksi paving khususnya yang berbahan kerang. Saat ini CV Galang Samudra Jaya ini sudah mencatatkan penjualan 9.000 m² pada tahun 2019 namun pada tahun 2020 sedikit ada penurunan dikarenakan pandemik *Covid-19*. Tetapi untuk saat ini di awal tahun 2021 sudah mengalami penjualan paving blok kembali. Awal pengabdian yang dilakukan dengan mitra yaitu kelompok nelayan Bintang Samudra dan Samudra Jaya berfokus pada pengembangan hasil tangkapan nelayan di darat yang berasal dari limbah cangkang kerang. Untuk masing-masing mitra tersebut memiliki komoditi tangkapan hasil laut masing-masing^[4]. Untuk saat ini dari kedua kelompok nelayan yang menjadi mitra ITS memiliki permasalahan yang sama. Di antara permasalahan yang terjadi saat ini untuk Mitra Nelayan di Desa Bulak, Pantai Kenjeran yaitu: (1) fasilitas bongkar muat yang kurang memadai, (2) kesulitan dalam proses bongkar hasil tangkapan nelayan saat pasang, (3) biaya operasional yang terlalu tinggi, (4) pendingin ikan yang belum memadai, (5) penurunan kualitas hasil tangkapan, dan (6) hasil tangkapan yang mengalami pembusukan.

Dari penjelasan permasalahan tersebut, maka bisa menyebabkan biaya yang terbuang (*Sunk Coast*). Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut maka diperlukan suatu inovasi penyelesaian yang tepat. Permasalah yang berada di Nelayan Desa Bulak diduga dapat diatasi dengan membuat produk berupa *Cool Box Portable*. Selain itu dengan pengabdian masyarakat yang dilakukan ini juga mendukung dalam rencana SDGs dalam Pembangunan berkelanjutan khususnya infrastruktur dan inovasi desa sesuai kebutuhan.

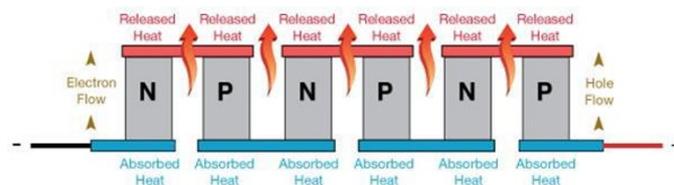
2 | TINJAUAN PUSTAKA

2.1 | Termoelektrik

Termoelektrik merupakan sebuah teknologi yang terbuat dari *solid state material* (material zat padat) yang dapat mengkonversi energi listrik (beda potensial) menjadi energi kalor (perbedaan temperatur) atau efek peltier, dan sebaliknya atau bisa disebut efek Seebeck. Kemampuan konversi tersebut berupa merubah beda potensial menjadi perbedaan temperatur, yang dapat membuat perbedaan temperatur pada kedua sisi termoelektrik^[5].

2.2 | Materi Penyusun Termoelektrik

Termoelektrik dibangun oleh dua buah semikonduktor yang berbeda, satu tipe N (negative) dan yang lainnya tipe P (positive). Kedua semikonduktor diposisikan paralel secara termal dan ujungnya digabungkan dengan lempeng pendingin biasanya lempeng tembaga atau aluminium. Semikonduktor adalah bahan pilihan untuk termoelektrik yang umum dipakai, bahan semikonduktor yang paling sering digunakan saat ini adalah *Bismuth Telluride* (Bi_2Te_3) yang telah diolah untuk menghasilkan blok atau elemen yang memiliki karakteristik individu berbeda. Bahan termoelektrik lainnya termasuk Timbal *Telluride* (PbTe), *Silicon Germanium* (SiGe), dan *Bismuth-Antimony* (SbBi) adalah paduan bahan yang dapat digunakan dalam situasi tertentu, namun *Bismuth Telluride* adalah bahan terbaik dalam hal pendinginan^[6].

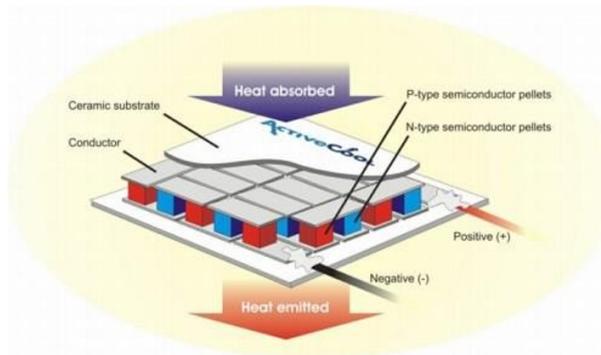


Gambar 1 Susunan konstruksi thermoelectric.

2.3 | Prinsip Kerja Termoelektrik

Pada termoelektrik yang memiliki lapisan keramik tipis dengan dipasang dua jenis semikonduktor, yang kemudian pada konduktor tersebut dialiri arus maka akan terjadi perbedaan arus sehingga secara otomatis akan mengakibatkan interaksi antara dua bahan semikonduktor tersebut. Pada saat terjadi interaksi perpindahan elektron, maka pada kedua ujung semikonduktor akan terjadi beda potensial yang besar dan akan memicu adanya arus listrik. Selain itu dari arus listrik yang diberikan akan terjadi gradient temperatur pada persimpangan semikonduktor, sehingga terjadi penyerapan kalor di sisi dingin dan pelepasan kalo pada sisi panas.

Pada dasarnya termoelektrik dapat bekerja karena adanya pengaruh efek Peltier dan efek Seebeck, pengaruh dari efek tersebut saling berhubungan tetapi memiliki dampak yang berbeda^[7].



Gambar 2 Susunan thermoelectric.

2.4 | Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah perpindahan energi panas atau kalor sebagai akibat adanya perbedaan temperatur, jadi jika ada perbedaan temperatur antara dua media maka perpindahan panas pasti akan terjadi. Jika ada perbedaan temperatur pada media yang diam, baik pada benda padat ataupun cair perpindahan panas yang terjadi disebut konduksi. Jika ada gradient temperatur antara benda padat dengan liquid yang mengalir disekitarnya perpindahan panas yang terjadi disebut konveksi. Semua permukaan yang memiliki temperatur memancarkan energi dalam yang berbentuk gelombang elektromagnetik, sehingga ada atau tidak ada media perantara perpindahan panas pasti terjadi antara dua permukaan yang berbeda temperaturnya. Perpindahan panas yang demikian ini disebut radiasi^[8].

2.5 | Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment(QFD) merupakan salah satu cara untuk mengembangkan suatu produk agar produk tersebut dapat bersaing di pasar dan dalam proses pembuatannya sangat melibatkan dari permintaan customer. QFD pertama kali diterapkan di Mitsubishi, suatu perusahaan industri berat di Kota Kobe, Japan pada tahun 1972. Di Amerika QFD dikembangkan oleh Dr. Clausing dan diaplikasikan di industri manufaktur maupun jasa dan menjadi standart pada kebanyakan organisasi. QFD merupakan alat perencanaan yang digunakan untuk memenuhi harapan-harapan konsumen. Pendekatan disiplin QFD terletak pada desain produk, rekayasa, produktivitas serta memberikan evaluasi yang mendalam terhadap suatu produk^[9]. Suatu organisasi yang mengimplementasikan QFD secara tepat dapat meningkatkan pengetahuan rekayasa, produktivitas dan kualitas, mengurangi biaya, mengurangi waktu pengembangan produk serta perubahan- perubahan rekayasa seiring dengan kemajuan jaman dan permintaan konsumen.

2.6 | Benefit Cost Ratio (BCR)

Analisis manfaat biaya (Benefit Cost Analysis) adalah analisis yang digunakan untuk mengevaluasi proyek-proyek pemerintah^[10]. Analisis ini merupakan cara praktis untuk menghitung kelayakan dari proyek tersebut, dimana juga diperlukan tinjauan

yang panjang dan luas. Dengan kata lain diperlukan suatu analisis dan evaluasi dari berbagai sudut pandang yang relevan terhadap biaya-biaya dan manfaat yang didapatkan. Dalam pengerjaan suatu proyek dapat dikatakan layak jika perbandingan antara manfaat dengan biaya yang dibutuhkan lebih besar dari satu. Maka dalam menganalisis manfaat biaya harus dapat mengubah manfaat menjadi nilai kuantitatif, seperti diubah dalam nilai mata uang.

3 | METODE KEGIATAN

Metode kegiatan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi di Nelayan Desa Bulak dan Pengabdian Masyarakat sebagai berikut:

1. Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan observasi pada lingkungan Nelayan Desa Bulak, terkait permasalahan apa saja yang sedang terjadi dan dilakukan diskusi dengan pihak-pihak yang akan terlibat. Tahap ini menggunakan metode *House Of Quality* (HOQ). Metode ini digunakan sebagai alat untuk mengetahui kebutuhan perencanaan alat bongkar muat hewan ternak dan pengembangan pelabuhan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan pengguna Pelabuhan Rakyat Dungek, Madura. Dengan mengakomodasikan kemampuan perencanaan produksi sesuai dengan persyaratan teknis adalah dengan menerapkan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dalam perencanaan perakitan sebuah objek. Penerapan metode QFD diawali dengan pembentukan matriks *House of Quality* (HOQ). Berdasarkan hal tersebut, masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan metode QFD (penyusunan matriks HOQ) dalam penyempurnaan perencanaan.

2. Pihak-pihak yang terlibat

Dalam melakukan program untuk mengatasi masalah yang ada dengan solusi yang ada maka diperlukan beberapa pihak yang akan ikut mengerjakan diantaranya kelompok nelayan, peneliti (dosen ITS), mahasiswa dan teknisi.

3. Tahapan penerapan

Untuk tahap penerapan dari teknologi yang dibutuhkan oleh kelompok nelayan dijelaskan urutan dalam penerapan inovasi untuk penyelesaian permasalahan nelayan di Desa Bulak.

4. Analogi penerapan teknologi *Cool Box Portable*

Analogi dari penerapan Produk *Cool Box Portable* yang akan digunakan oleh Nelayan Desa Bulak di Pantai Kenjeran.

5. Prosedur penggunaan teknologi *Cool Box Portable*

Dalam melakukan implementasi penggunaan *Cool Box Portable* pada kapal nelayan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan yaitu menjawab semua permasalahan yang sudah dijelaskan maka diperlukan prosedur penggunaan *Cold Storage* dan *Cold Chain*. *Cold Chain* adalah proses pengiriman muatan dengan mempertahankan kualitas muatan yang dikirim^[5]. Prosedur yang digunakan untuk *Cold Storage* terdiri dari tiga bagian yaitu bagian persiapan, pengoperasian dan bagian pengecekan setelah di pakai. Dengan penerapan teknologi ini maka akan memberikan kemudahan dalam proses pengiriman dan penjagaan kualitas hasil tangkapan nelayan. Pada awalnya hanya menggunakan es batu biasa yang di tidak tahan lama, kemudian dengan menggunakan *cold storage* memberikan kemudahan dalam penyimpanan dan pengiriman ikan ke pasar ikan. Dengan memberikan kemudahan ini maka akan memberikan nilai kelayakan yang positif untuk *cold storage* berupa *cool box portable* yang telah diusulkan.

6. Partisipasi mitra

Dalam kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan ini terdapat beberapa partisipasi dari Nelayan Desa Bulak, pada masing-masing kegiatan yang akan dilakukan. Diantara kegiatan yang akan dilakukan adalah identifikasi kebutuhan, uji operasional, evaluasi atau pembenahan dan penerapan hasil teknologi.

7. Evaluasi dan keberlanjutan program

Evaluasi pelaksanaan program penerapan *Cold Storage* dan *Cold Chain* untuk Nelayan Desa Bulak adalah mendapatkan hasil yang maksimal dari solusi yang telah didapatkan dan dapat membantu Kelompok Nelayan dalam melakukan pekerjaannya. Kemudian untuk keberlanjutan dari kegiatan pengabdian masyarakat.

4 | HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan pembuatan cool box portable dengan sistem pendingin air didapatkan hasil yang dijelaskan sebagai berikut.

4.1 | Hasil Survey

Dalam kegiatan survey yang telah dilakukan pada kegiatan pengabdian masyarakat kali ini berjalan dengan baik dan telah didapatkan kebutuhan data yang diperlukan oleh tim pengabdian masyarakat untuk diolah lebih lanjut. Responden yang dituju adalah nelayan tetap yang berada di lokasi saat kegiatan survey berlangsung. Adapun foto kegiatan selama survey dapat dilihat dibawah ini (Gambar (3)). Para peserta kegiatan pengabdian masyarakat juga turut merasakan kondisi saat berlayar dengan nelayan ketika pergi mencari hasil laut.



Gambar 3 Foto bersama dengan nelayan.

4.2 | Analisis Perancangan *Cool Box Portable*

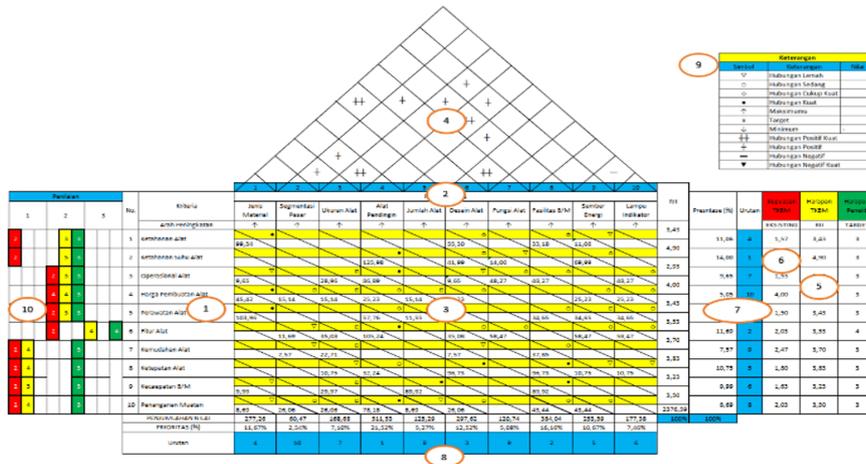
Pembuatan dan perancangan *cool box portable* dengan sistem pendingin air yang sesuai dengan permintaan nelayan digunakan metode *House of Quality*, dimana dapat membantu untuk membuat *cool box portable* seperti apa diinginkan dengan mendapatkan beberapa kriteria yang digunakan dalam perancangan. Kriteria *cool box portable* ini didapatkan dengan wawancara dengan nelayan di Desa Bulak, Pantai Kenjeran, dengan beberapa kriteria yang didapatkan 1) Ketahanan Alat; 2) Ketepatan Suhu Alat; 3) Operasional Alat; 4) Harga Pembuatan Alat; 5) Perawatan Alat; 6) Fitur Alat; 7) Kemudahan Alat; 8) Ketepatan Alat; 9) Kecepatan Bongkar Muat; dan 10) Penanganan Muatan.

Dari kriteria tersebut kemudian dilakukan respon teknis, guna memenuhi standar kebutuhan dari *cool box portable*, respon teknis yang diberikan adalah a) Jenis material; b) Segmentasi pasar; c) Ukuran alat; d) Alat pendingin; e) Jumlah alat; f) Desain alat; g) Fungsi alat; h) Fasilitas; i) Sumber energi; dan j) Lampu indikator. Kemudian dilakukan penyusunan pada metode HOQ, dengan hasil seperti pada Gambar (4) berikut.

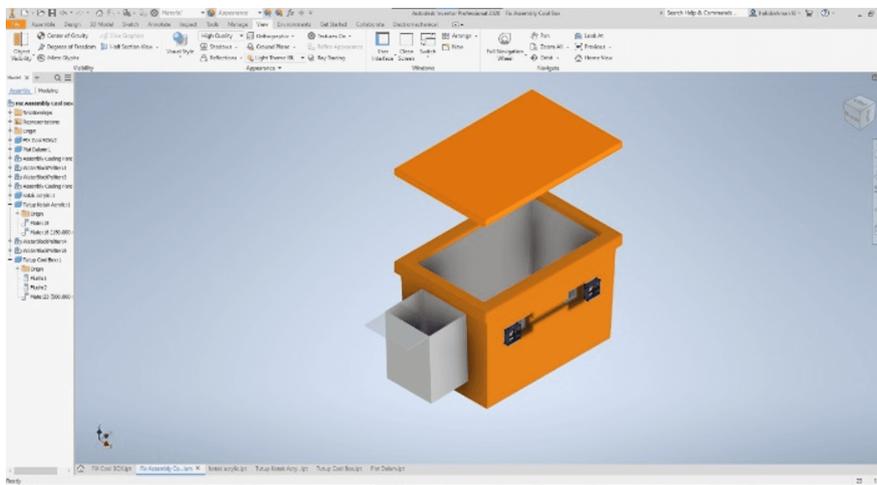
Dari Gambar (4) tersebut didapatkan nilai atau kriteria dan respon teknis yang harus diperhatikan dalam perancangan *cool box portable*. Beberapa kriteria yang harus diperhatikan paling utama adalah ketahanan suhu alat dalam *cool box portable*, sedangkan respon teknis yang perlu diperhatikan adalah alat pendingin dari *cool box portable* tersebut.

4.3 | Model *Cool Box Portable*

Dari hasil optimasi didapatkan ukuran utama alat dengan panjang 1150 mm, lebar 500 mm, tinggi 500 mm, dan sudah memperhatikan sisi kegunaan yang diinginkan oleh nelayan dan juga keadaan dari perahu kemudian dilakukan desain *cool box portable*.



Gambar 4 Hasil metode HOQ.



Gambar 5 Foto perancangan desain produk.

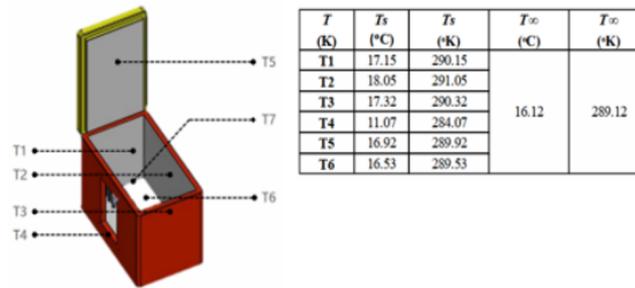
Pada gambar tersebut terdapat peltier sejumlah empat, *water heat block* sejumlah empat, pompa sejumlah dua, selang bening kecil, radiator dan *coolant*, kipas kecil sejumlah dua, dan kipas radiator sejumlah dua. Dari hasil perhitungan, rangkaian *cool box portable* ini menghasilkan daya total sejumlah 948 Watt. Estimasi waktu *Cool box portable* ini juga sudah sesuai dengan yang diinginkan nelayan yaitu sekitar 12-15 jam yang mana itu adalah waktu nelayan saat mencari ikan.

4.4 | Hasil Uji Cool Box Portable

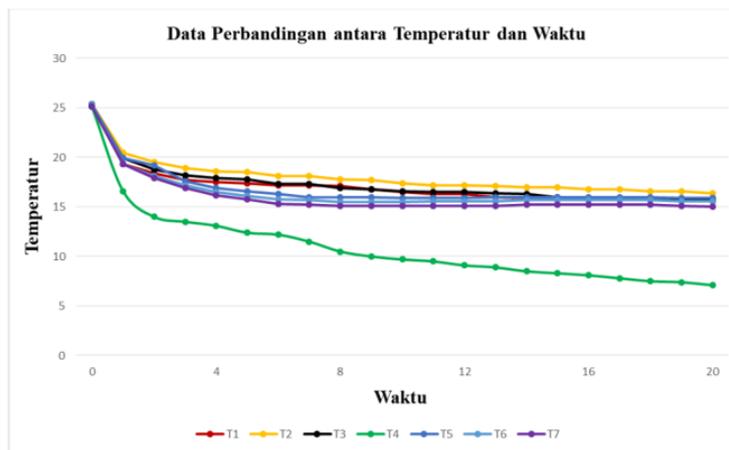
Sebelum *cool box portable* dengan sistem pendingin air ini dipasang ke perahu nelayan dilakukan pengujian terhadap bagian dari masing-masing komponen *cool box portable*. Berikut adalah hasil uji yang didapatkan dari *cool box portable*.

Dari Gambar (6) dapat dijelaskan untuk hasil uji ketahanan suhu dari komponen *cool box portable*. Dapat diketahui bahwa ketahanan suhu rata-rata mencapai 16,12°C. Dimana dengan suhu ini dapat memberikan kualitas ketahanan kualitas kesegaran ikan hasil tangkapan nelayan. Gambar (7) berikut adalah gambar perbandingan antara waktu dan temperatur yang dapat dijaga.

Dari grafik pada Gambar (7) dapat dijelaskan untuk analisis sensitivitas antara temperature dan waktu yang telah diuji pada *cool box portable*. Kemudian didapatkan juga hasil perhitungan kekuatan tiap dinding *cool box portable* (Tabel 1).



Gambar 6 Hasil uji komponen *Coolbox Portable*.



Gambar 7 Grafik data perbandingan antara temperatur dan waktu.

Tabel 1 Perhitungan Kekuatan Dinding Cool Box Portable

T(K)	ReL	NuL	$h(W/m^2.K)$	$q''(W/m^2)$	$q(Watt)$
T1	6371.9469	47.2783	5.3520	5.5050	0.2291
T2	6352.8201	47.2046	5.3513	10.3458	0.7682
T3	6368.3192	47.2643	5.3519	6.4223	0.2673
T4	6501.7610	47.7751	5.3566	27.0638	2.0095
T5	8425.6507	54.3667	4.6562	3.7471	0.2288
T6	8436.7178	54.4037	4.6565	1.9069	0.1164

Dari Tabel 1 di atas dapat dijelaskan untuk kekuatan dari tiap dinding *cool box portable*. Dapat diketahui jika dinding pada t_4 memiliki kekuatan paling tinggi daripada dinding yang lain.

4.5 | Biaya Produksi *Cool Box Portable*

Dalam perancangan dan pembuatan *cool box portable* dengan sistem pendingin air telah dilakukan perhitungan biaya produksi. Biaya ini adalah biaya yang telah dikeluarkan dalam proses pembuatan *cool box portable* dengan sistem pendingin air.

Dari Tabel 2 dijelaskan jumlah biaya komponen-komponen yang dikeluarkan dalam proses pembuatan *cool box portable* yaitu sebesar Rp4.227.000, – untuk satu *cool box portable*.

Tabel 2 Biaya Komponen Pembuatan Cool Box Portable

No	Bahan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1	Coolbox Tanaga TNG 220 L	1	Rp1.150.000	Rp1.150.000
2	Peltier TEC1-12706	4	Rp50.000	Rp200.000
3	Plat Alumunium 1mm (1000mm x 2000mm)	1	Rp480.000	Rp480.000
4	Water Heat Block	4	Rp59.000	Rp236.000
5	Pompa Mini DC 12V R38	2	Rp35.000	Rp70.000
6	Selang bening diameter 10mm	4	Rp20.000	Rp80.000
7	Adapter selang	1	Rp50.000	Rp50.000
8	Radiator	1	Rp180.000	Rp180.000
9	<i>Air coolant</i>	1	Rp50.000	Rp50.000
10	<i>Fan radiator</i>	1	Rp160.000	Rp160.000
11	Akumulator 60 Ah	1	Rp881.000	Rp881.000
12	Fan DC 12V	4	Rp20.000	Rp80.000
13	<i>Thermal paste</i>	2	Rp100.000	Rp200.000
14	Kabel 18 AWG (5 m)	5	Rp12.000	Rp60.000
15	Peralatan Mekanis	1	Rp150.000	Rp150.000
16	Komponen Mekanis (Mur, Baut, dll)	1	Rp200.000	Rp200.000
JUMLAH				Rp4227.000

Kemudian terdapat biaya operasional yang merupakan biaya yang dikeluarkan nelayan dalam proses menaangkap ikan sampai menjual ikan. Biaya operasional ini terdiri dari biaya variabel seperti bahan bakar, es batangan sebagai pengawet ikan, perbekalan seperti konsumsi serta rokok para nelayan. Berikut rata-rata biaya operasional nelayan melaut dalam satu bulan (Tabel 3).

Tabel 3 Biaya Operasional Nelayan

No	Uraian	Jumlah (Rp)	Presentase (%)
1	BBM	Rp540.000	35.88
2	Es	Rp265.000	17.6
3	Perbekalan	Rp700.000	46.52
JUMLAH		Rp1.505.000	100

Berdasarkan Tabel 3 tersebut dapat diketahui bahwa rata rata biaya melaut nelayan di desa bulak, pantai kenjeran dalam satu bulan membutuhkan biaya sebesar Rp.1.505.000, – dengan biaya perbekalan merupakan biaya paling besar yaitu Rp.700.000, – atau sebesar 46,52% dari jumlah seluruh biaya sedangkan biaya paling sedikit yaitu biaya es sebagai bahan pengawet ikan sebesar Rp.265.000, – atau 17,6% dari jumlah biaya melaut nelayan dalam satu bulan.

4.6 | Analisis Kelayakan

Analisis profit dan cost dari alat bongkar muat yang ada dengan inovasi *coolbox* adalah sebagai berikut:

Dari kedua tabel diatas dapat dilihat bahwa terdapat dua komponen keuangan yaitu biaya dan juga *revenue* yang nantinya akan digunakan untuk diuji hasil kelayakan dari inovasi yang diusung.

Tabel 4 Data Biaya Alat Bongkar Muat Eksisting dan Inovasi

No	Komponen Biaya	Existing	Inovasi
1	Pengurangan biaya tidak tetap		
	Biaya tidak tetap (/hari)	Rp50.167	Rp41.333
	Biaya tidak tetap (/tahun)	Rp144.480.000	Rp119.040.000
2	Penambahan biaya investasi alat		
	Biaya pengadaan alat (/tahun)	Rp840.000	Rp1.690.800
	Biaya pengadaan alat (/5 tahun)	Rp4.200.000	Rp8.454.000

Tabel 5 Data Pendapatan Alat Bongkar Muat Eksisting dan Inovasi

No	Komponen Revenue	Existing	Inovasi
1	Peningkatan penjualan		
	Penjualan kerang (/kg)	Rp114.000	Rp190.000
	Penjualan ikan (/kg)	Rp25.800	Rp43.000
	Penjualan udang (/kg)	Rp -	Rp -
	Total penjualan (/trip)	Rp139.800	Rp233.000
	Total penjualan (/tahun)	Rp402.624.000	Rp671.040.000
	Pengurangan akibat tidak segar (/kg)	- Rp 12.000	Rp -
	Pengurangan akibat tidak segar (/kg/tahun)	- Rp34.560.000	Rp -
	Total Penjualan	Rp368.064.000	Rp671.040.000

4.7 | Analisis Manfaat

Analisis manfaat dari alat bongkar muat yang ada dengan inovasi *coolbox* adalah sebagai berikut (Tabel6 dan 7):

Tabel 6 Data Manfaat yang Dapat Diukur

	Komponen Manfaat (Benefits)	Indikator	Penerima Manfaat	
Tangible:	(yang dapat diukur atau diuangkan)			
1	Peningkatan jumlah muatan terangkut	Kapasitas muatan	Nelayan	
2	Peningkatan daya tahan suhu muatan	Suhu	Nelayan	
3	Peningkatan penjualan	Pendapatan	Nelayan	
4	Pengurangan biaya tidak tetap	Keuangan	Nelayan	
5	Penambahan biaya investasi alat	Investasi	Nelayan	
	Komponen Manfaat (Benefits)	Satuan	Eksisting	<i>Coolbox</i>
Tangible:	(yang dapat diukur atau diuangkan)			
1	Peningkatan jumlah muatan terangkut	kg/tahun	34.560	57.600
2	Peningkatan daya tahan suhu muatan	celcius	10	16
3	Peningkatan penjualan	Rp/ tahun	Rp368.064.000	Rp671.040.000
4	Pengurangan biaya tidak tetap	Rp/ tahun	Rp144.480.000	Rp119.040.000
5	Penambahan biaya investasi alat	Rp/ 5 tahun	Rp4.200.000	Rp8.454.000

Tabel 7 Data Manfaat yang Tidak Dapat Diukur

Komponen Manfaat (Benefits)		Indikator	Penerima Manfaat
Intangible:		(yang tidak dapat diukur atau diuangkan)	
1	Mensejahterakan nelayan	<i>tangible no.3</i>	Nelayan
2	Kemasan yang lebih cocok	<i>tangible no.1 dan 2</i>	Nelayan
3	Muatan hasil laut lebih terjaga kesegaran	<i>tangible no.2</i>	Nelayan

Manfaat yang ditinjau dari pembuatan ide inovasi *coolbox* ini terbagi menjadi dua bagian yaitu manfaat yang dapat diukur (*tangible*), dan manfaat yang tidak dapat diukur (*intangible*). Data ini diperoleh dari perhitungan, literatur, serta hasil wawancara dengan narasumber terkait yaitu para nelayan.

4.8 | Rasio Manfaat Biaya

Setelah melakukan perhitungan analisis biaya dan manfaat, diperoleh data biaya dan keuntungan, selanjutnya dilakukan perhitungan rasio manfaat biaya untuk memperoleh besaran nilai rasio yang dijadikan sebagai tolak ukur kelayakan dari inovasi yang diusungkan, berikut ini merupakan hasil perhitungan rasio manfaat biaya Tabel 8 :

Tabel 8 Hasil Perhitungan Rasio Manfaat Biaya

Deskripsi	Satuan	Konvensional	<i>Coolbox</i>
Total biaya (<i>cost</i>)	Jt-Rp	Rp716.873.240	Rp650.822.896
Total Manfaat (<i>Benefits</i>)	Jt-Rp	Rp1.123.446.760	Rp2.704.377.104
$BCR = (PVB/PVC)$	(rasio)	1,57	4,16
Status Kelayakan		LAYAK	LAYAK
<i>Sumber Data:</i>		<i>wawancara</i>	<i>perhitungan</i>
<i>Tinjauan Waktu:</i>		5	tahun

Dari hasil perhitungan diatas didapat dilihat bahwa tinjauan waktu yang digunakan adalah selama lima tahun. Lalu dapat dilihat juga dari hasil perhitungan diatas bahwa nilai rasio dari *coolbox* adalah sebesar 4,16 dimana ketika nilai rasio lebih dari satu dapat dikatakan layak, sehingga inovasi *coolbox* ini dapat dikembangkan lebih lanjut.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh ukuran dari alat bongkar muat *Coolbox* dengan panjang 1.150 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 500 mm. Untuk tingkat kepentingan yang diharapkan oleh nelayan yaitu ketahanan suhu alat yang kemudian diikuti oleh fitur dari alat itu sendiri. *Coolbox* memiliki kapasitas muat sebesar 25 kg dibandingkan alat bongkar muat eksisting hanya sebesar 15 kg. Dari analisis kelayakan yang telah dilakukan didapat nilai rasio manfaat biaya (BCR) sebesar 4,16 dibandingkan dengan nilai dari kondisi eksisting yang hanya sebesar 1,57 dengan tinjauan waktu selama lima tahun.

Saran perlu diperhatikan penggunaan suhu untuk menjaga kesegaran ikan atau hasil tangkapan nelayan.

Rekomendasi dari alat *Coolbox* ini perlu adanya kajian terkait konsep bisnis dari alat *Coolbox*.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada:

1. DRPM ITS yang telah memberikan dana untuk kegiatan ini melalui kontrak nomor: 1401/PKS/ITS/2021
2. Ketua dan anggota nelayan di Desa Cumpat Pantai Kenjeran yang telah berpartisipasi dalam kegiatan pengabdian masyarakat
3. Laboratorium Mekatronik Departemen Teknik Mesin Industri
4. Laboratorium Infrastruktur dan Pelabuhan Departemen Teknik Transportasi Laut
5. Mahasiswa KKN ITS yang terlibat dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini

Referensi

1. Hardianto AD, et al. Mekanisme Survival Keluarga Nelayan (Studi terhadap Nelayan di Kelurahan Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya). PhD thesis, Universitas Airlangga; 2016.
2. Swara SI, et al. Aktivitas Nelayan Di Kampung Nelayan Kerang Cumpat, Kelurahan Kedung Cowek, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. PhD thesis, Universitas Airlangga; 2017.
3. Hadi F, Mustakim A, Yunianto I, Nur H, Boyke C, Wuryaningrum P, et al. Utilization of shell waste as the accelerate admixture on paving in order to improve the quality of the living environment of the kenjeran coastal community. *International Journal of Civil Engineering and Technology* Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri> 2018;.
4. Pustika N, Mustain M, Mukhtasor. Analisis Pengelolaan Kawasan Pantai Kenjeran Berbasis Masyarakat. *digiLib ITS* 2013;.
5. Al-Rubaye A, Al-Farhany K, Al-Chlaihawi K. Performance of Portable Thermoelectric Water Cooling System. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology* 2018;9(8):277–285.
6. Aziz A, Subroto J, Silpana V, et al. Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman. *Jurnal Rekayasa Mesin* 2017;10(1).
7. Mirmanto M, Sutanto R, Putra D. Unjuk Kerja Kotak Pendingin Termoelektrik dengan Varuasi Laju Aliran Massa Air Pendingin. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana* 2018;7(1):44–49.
8. Bergman TL, Bergman TL, Incropera FP, Dewitt DP, Lavine AS. *Fundamentals of heat and mass transfer*. John Wiley & Sons; 2011.
9. Sembiring Y, Rambe AJM, Ginting R. Aplikasi Metode Quality Function Deployment (QFD) Dalam Usaha Memenuhi Kepuasan Konsumen Terhadap Produk Pestisida Pada PT. ABCD. *Jurnal Teknik Industri USU* 2013;3(1).
10. Sulianti I, Tilik LF. Analisis Kelayakan Finansial Internal Rate of Return (IRR) dan Benefit Cost Ratio (BCR) pada Alternatif Besaran Teknis Bangunan Pasar Cinde Palembang. *PILAR* 2013;8(1).

Cara mengutip artikel ini: Mustakim, A., Mashuri, Hadi, F., Nur, H.I., Wuryaningrum, P., Turbaningsih, O. Khaqiqi, A.S. (2023), Pembuatan *Cool Box Portable* dengan Sistem Pendingin Air Guna Mendukung *Cold Chain* pada Distribusi Ikan dan Menjaga Kualitas Ikan Tangkapan Nelayan, *Sewagati*, 7(1):56–66, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i1.166>.