



TUGAS AKHIR – ME141501

**MODIFIKASI SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN
TRADISIONAL DENGAN INSULASI SERBUK KAYU DAN KARUNG GONI**

Miftah Nur Hidayat
NRP 4213 100 089

Dosen Pembimbing
Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TUGAS AKHIR – ME141501

**MODIFIKASI SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN
TRADISIONAL DENGAN INSULASI SERBUK KAYU DAN KARUNG GONI**

Miftah Nur Hidayat
NRP 4213 100 089

Dosen Pembimbing :
Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT – ME141501

**COOLING SYSTEM MODIFICATION FOR COLD STORAGE OF
TRADITIONAL FISHING BOAT BY SAWDUST AND GUNNY SACK
INSULATION**

Miftah Nur Hidayat
NRP 4213 100 089

Advisor :
Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc.

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**MODIFIKASI SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN
TRADISIONAL DENGAN INSULASI SERBUK KAYU DAN KARUNG GONI**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MIFTAH NUR HIDAYAT
NRP. 4213 100 089

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc.
NIP. 1968 0129 1992 03 1001



SURABAYA
JULI, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

MODIFIKASI SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN TRADISIONAL DENGAN INSULASI SERBUK KAYU DAN KARUNG GONI

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MIFTAH NUR HIDAYAT

NRP. 4213 100 089

Disetujui oleh :

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

NIP. 1977 0802 2008 01 1007

SURABAYA

JULI, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

MODIFIKASI SISTEM PENDINGIN RUANG MUAT KAPAL IKAN TRADISIONAL DENGAN INSULASI SERBUK KAYU DAN KARUNG GONI

Nama Mahasiswa : Miftah Nur Hidayat
NRP : 4213 100 089
Dosen Pembimbing : Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc.

ABSTRAK

Sumber daya bidang kelautan Indonesia yang menjadi mata pencaharian pokok bagi nelayan adalah ikan. Kesegaran ikan merupakan faktor utama dalam menentukan harga jualnya. Untuk menjaga kesegaran ikan, nelayan tradisional umumnya menggunakan metode pendinginan ikan dengan sistem pendingin es basah yang diletakkan dalam *coolbox*. Nelayan tradisional dimana waktu melautnya *one day fishing* sangat tergantung pada lama waktu *coolbox* mempertahankan temperaturnya. Serbuk kayu dan karung goni banyak tersedia di lingkungan sekitar dapat dimanfaatkan sebagai insulasi *coolbox*. Penelitian ini dilakukan modifikasi *coolbox* berbahan insulasi serbuk kayu dan karung goni (kain goni). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh insulasi serbuk kayu dan kain goni terhadap temperatur dan waktu pendinginan yang kemudian dibandingkan dengan *coolbox* berinsulasi *styrofoam*. Percobaan dilakukan dari pengujian komposit serbuk kayu dengan perekat semen putih. Pengujian meliputi massa jenis, kekuatan *bending*, dan konduktivitas termal. Parameter yang paling berpengaruh sebagai bahan insulasi yaitu konduktivitas termal terbaik pada perbandingan 1 : 1 yaitu 0,821 W/mK. Pada percobaan yang telah dilakukan dengan 3 kg es balok didapatkan bahwa total waktu pendinginan sampai suhu 25 °C *coolbox* modifikasi terbaik (*coolbox* serbuk kayu + kain goni) yaitu 20 jam 30 menit dengan suhu terendah 16,6 °C, tetapi masih kalah dengan *coolbox styrofoam* dengan suhu terendah 10,6 °C dengan lama waktu pendinginan lebih dari 24 jam. Sehingga dapat disimpulkan komposit serbuk kayu dan semen putih kurang efektif digunakan sebagai bahan insulasi. Sedangkan kain goni baik digunakan sebagai bahan insulasi.

Kata kunci : kesegaran ikan, modifikasi, sistem pendingin, insulasi, serbuk kayu, semen putih, kain goni

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

COOLING SYSTEM MODIFICATION FOR COLD STORAGE OF TRADITIONAL FISHING BOAT BY SAWDUST AND GUNNY SACK INSULATION

Student Name : Miftah Nur Hidayat
Registration Number : 4213 100 089
Advisor : Ir. H. Alam Baheramasyah, M.Sc.

ABSTRACT

The resources of the Indonesian marine sector to be the main livelihood for fishermen are fish. Freshness of fish is the main factor in determining the selling price. To keep the freshness of the fish, traditional fishermen generally use the method of cooling the fish with a wet ice cooling system that is placed in the coolbox. Traditional fishermen where the time of one day fishing is very dependent on the length of time coolbox to maintain its temperature. Sawdust and gunny sack widely available in the surrounding environment can be utilized as coolbox insulation. This study was modified coolbox made from insulation of sawdust and gunny sack (gunny). The purpose of this study aims to determine the effect of insulation of sawdust and gunny against the temperature and cooling time which is then compared with styrofoam-insulated coolbox. The experiments were carried out from testing of sawdust composites with white cement adhesives. Tests include density, bending strenght, and thermal conductivity. The most influential parameter as the insulation material is the best thermal conductivity in the 1 : 1 ratio of 0,821 W/mK. In the experiments that had been done with 3 kg of ice beams it was found that the total cooling time up to 25 °C was the best modified coolbox (sawdust + gunny coolbox) which was 20 hours 30 minutes with the lowest temperature of 16.6 °C, but still inferior to coolbox styrofoam with the lowest temperature of 10.6 °C with a cooling time of more than 24 hours. So it can be concluded composite sawdust and white cement less effective use as insulation material. While gunny is good used as an insulation material.

Keyword : freshness of fish, modification, cooling system, insulation, saw dust, white cement, gunny

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “**Modifikasi Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional dengan Insulasi Serbuk Kayu dan Karung Goni**” dengan baik dan lancar.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan , bimbingan, petunjuk, dan saran serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Sukino dan Ninik Hartini, dan kakak tersayang Ervan Hidayat dan Raditya Hidayat yang senantiasa memberikan dukungan materiil, doa dan semangat motivasi demi kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. H. Alam Baheramasyah, M.Sc., selaku dosen pembimbing dan Kepala Laboratorium *Marine Machinery and System* (MMS) yang telah memberikan bimbingan, bantuan, arahan, masukan, dan nasihat selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr.Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T., selaku dosen wali dan Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS yang telah memberikan nasihat, dorongan, dan semangat sejak menjadi mahasiswa baru hingga detik ini.
4. Teman-teman sahabat *coolbox*, M. Abidin, Mayang K. W., dan Andri C. S. yang telah memberikan bantuan, masukan, dan dorongan selama pengerjaan tugas akhir dari awal sampai selesai.
5. Teman-teman satu dosen bimbingan Bapak Ir. H. Alam Baheramasyah, M.Sc. yang telah membagi ilmu, masukan, dan dorongan selama pengerjaan tugas akhir ini.
6. Teman-teman di Laboratorium MMS terutama Aditya Adi P. dan Yudha Adi P. yang telah memberikan dukungan, dorongan, bantuan, dan nasihat selama menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman BARAKUDA '13 yang telah memberikan masukan dan bantuan selama menyelesaikan tugas akhir.
8. Teman-teman Kontrakan The Cave House, Irawan, Eko Pradipto R., Ahmad S., Yoga Bayu A. P., dan Arief R. yang telah memberikan bantuan, dorongan, dan nasihat demi terselesainya tugas akhir ini.
9. Teman-teman Keluarga Mahasiswa Klaten di Surabaya (KMKS) yang telah memberikan bantuan dan nasihat selama kuliah di Surabaya dan selama pengerjaan tugas akhir ini.
10. Seluruh civitas akademika Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS yang sedikit banyak membantu memberikan bantuan dan informasi selama pengerjaan tugas akhir ini.
11. Semua pihak tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah ikut membantu memberikan bantuan, ide, dan masukan demi terselesainya tugas akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, penulis memohon maaf atas segala tulisan yang kurang berkenan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menjadi tambahan ilmu dan pedoman untuk melakukan penulisan sebelumnya.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>Coolbox</i>	3
2.2 Teknologi Insulasi.....	3
2.3 Serbuk Kayu.....	5
2.4 Kain Goni.....	6
2.5 Semen <i>Portland</i> Putih.....	6
2.6 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	9
3.1 Study Literatur.....	9
3.2 Pengumpulan Data.....	9
3.3 Perancangan Alat.....	9
3.4 Pelaksanaan Percobaan.....	11
3.5 Analisa Hasil Percobaan.....	11
3.6 Kesimpulan.....	11
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1 Massa Jenis.....	13
4.1.1 Pembuatan Spesimen Uji.....	13
4.1.2 Pengujian Spesimen Uji.....	13
4.2 Kekuatan <i>Bending</i> (<i>Bending Strenght</i>).....	14
4.2.1 Pembuatan Spesimen Uji.....	15
4.2.2 Pengujian Spesimen Uji.....	15
4.3 Konduktivitas Termal.....	17
4.3.1 Pembuatan Spesimen Uji.....	17
4.3.2 Pengujian Spesimen Uji.....	18
4.4 <i>Coolbox</i>	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	31
BIODATA PENULIS.....	43

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bahan penyusun dinding <i>coolbox</i> 1	10
Gambar 3. 2 Bahan penyusun dinding <i>coolbox</i> 2.....	10
Gambar 3. 3 Diagram alir pengerjaan tugas akhir.....	12
Gambar 4. 1 Spesimen uji massa jenis	13
Gambar 4. 2 Massa jenis spesimen uji	14
Gambar 4. 3 Spesimen uji kekuatan <i>bending</i>	15
Gambar 4. 4 Pemberian beban dalam uji kekuatan <i>bending</i>	16
Gambar 4. 5 Kekuatan <i>bending</i> spesimen uji.....	16
Gambar 4. 6 Spesimen uji konduktivitas termal	18
Gambar 4. 7 Skema pengujian spesimen konduktivitas termal.....	19
Gambar 4. 8 Konduktivitas termal spesimen uji	20
Gambar 4. 9 Tahap pembuatan <i>coolbox</i> berbahan insulasi serbuk kayu.....	22
Gambar 4. 10 Bahan penyusun dinding <i>coolbox</i> 1	22
Gambar 4. 11 Bahan penyusun dinding <i>coolbox</i> 2.....	23
Gambar 4. 12 Pengukuran temperatur <i>coolbox</i>	23
Gambar 4. 13 Perbandingan temperatur <i>coolbox</i>	24

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai konduktivitas termal beberapa bahan	4
Tabel 2. 2 Komposisi limbah kayu industri kayu lapis	5
Tabel 2. 3 Komposisi limbah kayu industri penggergajian	5
Tabel 2. 4 Sifat mekanik serat goni	6
Tabel 2. 5 Syarat kimia semen <i>portland</i> putih	7
Tabel 4. 1 Hasil pengujian massa jenis	14
Tabel 4. 2 Hasil pengujian kekuatan <i>bending</i>	16
Tabel 4. 3 Hasil pengujian konduktivitas termal	20

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia yang wilayah perairannya lebih besar dibandingkan daratannya dikenal sebagai Negara Maritim. Sebagai Negara Maritim, Indonesia memiliki sumberdaya bidang kelautan yang melimpah. Salah satu sumberdaya bidang kelautan yang utama adalah bidang perikanan. Ikan memiliki sumber protein yang tinggi dan nilai gizi yang tinggi yang diperlukan oleh setiap orang. Sebagai sumber makanan yang memiliki nilai gizi bagi manusia maka kualitas ikan harus menjadi hal nomor satu. Ikan laut ditangkap oleh nelayan yang kemudian disimpan di ruang muat kapal selama sehari-hari sampai kapal sandar didaratkan. Tingginya nilai protein pada ikan membuat ikan akan cepat untuk mengalami pembusukan, apabila tidak ditangani segera maka ikan akan mengalami pembusukan 6-7 jam setelah penangkapan ikan (Sondana, 2013).

Lamanya waktu yang diperlukan untuk menangkap ikan, tingginya temperatur ruang penyimpanan hasil tangkapan, cara penangkapan, serta penanganan hasil tangkapan yang kurang tepat merupakan faktor yang dapat menyebabkan menurunnya kesegaran dan mutu ikan hasil tangkapan (Baheramsyah, 2007).

Ada tiga cara dalam mempertahankan kesegaran ikan yaitu dengan es (pengesan), dengan udara dingin (refrigerasi), dan dengan air dingin (*chiller*) (Ilyas, 1983). Cara umum yang dilakukan oleh nelayan, terutama nelayan tradisional adalah dengan menggunakan es yang berjenis es basah atau yang biasa dikenal dengan es balok. Namun pendinginan dengan menggunakan media ini memiliki banyak kelemahan dimana es basah memiliki berat yang bisa mengurangi muatan ikan dikapal dan es basah juga cepat mencair. Selain dengan media pendinginan saja nelayan juga menambahkan garam ke es basah dan ikan untuk mengawetkan ikan lebih lama namun cara ini juga dapat mengubah rasa dari ikan yang telah ditangkap menjadi lebih asin (Asy'ari Aziz, 2012). Cara lain yang dapat digunakan adalah menggabungkan antara es basah dengan es kering. Es kering disini adalah CO₂ yang dipadatkan. Es kering disini berfungsi sebagai pendingin sistem diruang muat kapal ikan dimana es kering juga akan mendinginkan es basah yang menjadi pendingin ikan. Es kering memiliki suhu yang lebih rendah dari es basah yaitu $-78.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-109.3\text{ }^{\circ}\text{F}$) pada tekanan atmosfer. Es kering juga berkualitas tinggi dengan kemurnian 99,98 %, tidak berbau, tidak mengandung alkohol dan mempunyai tingkat kesusutan yang rendah (Semin et al., 2011).

Penambahan insulasi bisa menjadi inovasi yang dapat dilakukan. Seperti yang kita ketahui insulasi dapat meminimalisir terjadinya perpindahan panas secara konduksi. Sehingga diharapkan dengan ditamhkannya insulasi ini pada sistem pendingin bisa menambah waktu pendinginan diruang muat. Salah satu bahan yang mudah dan murah didapat sebagai insulasi ialah serbuk kayu hasil limbah gergaji kayu dan karung goni. Serbuk kayu dalam hal ini dibuat menjadi komposit dengan perekat semen putih.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana sifat komposit serbuk kayu dan semen putih?
2. Apakah dengan teknologi insulasi serbuk kayu dan karung goni bisa mempertahankan temperatur sistem pendingin?

3. Apakah dengan kombinasi penambahan insulasi menggunakan serbuk kayu dan karung goni bisa mempertahankan temperatur lebih lama?

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam tugas akhir ini tidak meluas, maka diberikan batasan masalah. Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Insulasi serbuk kayu dan karung goni menggunakan teknik laminasi.
2. Dalam penelitian ini sifat komposit yang ditentukan adalah nilai massa jenis, kekuatan *bending*, dan konduktivitas termal pada komposit serbuk kayu dan semen putih.
3. Tidak menganalisa kandungan kimia dalam bahan insulasi.

1.4 Tujuan

Tujuan akhir dari penelitian dalam tugas akhir ini ialah sebagai berikut:

1. Merancang suatu *prototype* sistem pendingin alternatif dengan menggunakan insulasi serbuk kayu dan karung goni.
2. Mengetahui seberapa optimal sistem pendingin dengan pengaruh insulasi serbuk kayu dan karung goni terhadap temperatur dan waktu pendinginan di ruang penyimpanan ikan (*coolbox*)

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui tingkat optimal sistem pendingin dengan insulasi serbuk kayu dan karung goni.
2. Sebagai rekomendasi alternatif pendinginan ikan yang ekonomis dan efisien

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Coolbox

Nilai jual ikan tergantung pada kualitas ikan tangkapan. Semakin bagus kualitas ikan tangkapan maka akan semakin tinggi pula harga ikan tersebut. Hanya ikan yang bermutu bagus dan segar akan memiliki nilai jual tinggi. Oleh karena itu, cara penyimpanan ikan harus benar dan tempat penyimpanan ikan memiliki insulasi yang bagus. Tempat penyimpanan ikan berpendingin yang biasanya digunakan nelayan adalah *coolbox*.

Coolbox merupakan perlengkapan yang harus dipenuhi pada kapal penangkap ikan. Alat ini digunakan untuk tempat penyimpanan ikan segar agar terhindar dari kerusakan ataupun kebusukan sehingga memiliki nilai jual tinggi. *Coolbox* dengan insulasi yang bagus memiliki beberapa manfaat diantaranya:

- a. Menghemat pemakaian es
- b. Mengurangi resiko pembusukan
- c. Memperluas daerah penangkapan
- d. Memperluas jangkauan pemasaran
- e. Mengurangi penyusutan hasil tangkapan
- f. Meningkatkan pendapatan nelayan
- g. Menunda waktu jual sehingga mendapatkan harga yang pantas

2.2 Teknologi Insulasi

Panas merupakan energi yang berpindah karena perbedaan suhu. Panas berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah. Selain suhu berubah, atau dengan kata lain berubah fasa, panas ini nantinya akan merambat pada daerah lain. Hal ini disebut sebagai perpindahan panas. Cara perpindahan panas terdiri dari konduksi, konveksi, dan radiasi. Pendinginan suatu benda tidak akan banyak berarti apabila panas tidak diupayakan untuk dicegah. Isolasi panas merupakan cara yang efisien di dalam pendinginan untuk mengurangi panas yang akan kembali. Jadi fungsi isolasi adalah menghambat arus panas ke dalam ruangan yang diinginkan, dengan demikian ruangan tersebut akan cepat turun temperaturnya ke arah temperatur operasi yang diinginkan, sehingga akan lebih efisien usaha penyimpanan produk yang diinginkan.

Penggunaan isolasi dalam ruangan agar sesuai dengan yang dikehendaki, maka sifat-sifat isolasi yang baik adalah:

- a. Konduktivitas termal rendah
- b. Penyerapan uap air dan permeabilitas terhadap air rendah
- c. Pemindahan uap air rendah dan awet walaupun basah
- d. Tahan terhadap penyebab kebusukan, kerusakan lapuk dan kapang
- e. Sifat-sifat mekanik yang dimiliki cukup baik
- f. Tahan terhadap bahan-bahan kimia
- g. Tidak membahayakan kesehatan, tidak berbau dan mudah ditangani

Tabel 2. 1 Nilai konduktivitas termal beberapa bahan
(Holman, 2010)

No	Material	Konduktivitas Termal (W/mK)
1	Perak (murni)	410
2	Tembaga (murni)	385
3	Aluminium (murni)	202
4	Nikel (murni)	93
5	Besi (murni)	73
6	Baja karbon, 1% C	43
7	Timah (murni)	35
8	Baja krom-nikel (18% Cr, 8% Ni)	16,3
9	Berlian	2300
10	Kuarsa	41,6
11	Magnesit	4,15
12	Marmer	2,08-2,94
13	Batu pasir	1,83
14	Kaca, jendela	0,78
15	Kayu maple atau oak	0,17
16	Karet keras	0,15
17	Polivinil klorida	0,09
18	Styrofoam	0,033
19	Serbuk kayu	0,059
20	Wol kaca	0,038
21	Es	2,22
22	Merkuri	8,21
23	Air	0,556
24	Amonia	0,54
25	Oli pelumas, SAE 50	0,147
26	Freon 12, CCl ₂ F ₂	0,073
27	Hidrogen	0,175
28	Helium	0,141
29	Udara	0,024
30	Uap air (jenuh)	0,0206
31	Karbon dioksida	0,0146

Untuk itulah diperlukan bahan yang bersifat insulatif yang mudah dan murah untuk didapatkan. Harga konduktivitas termal material isolasi berkisar antara 0,034 – 0,21 W/mK (Kreith, 1976). Beberapa bahan isolasi bersifat insulatif yang biasa digunakan, yaitu:

- a. Udara yang terkurung antara dinding (vakum)
- b. Gabus dalam bentuk butiran atau lembaran
- c. Kayu yang sangat kering
- d. *Glasswool* atau *fiberglass*
- e. *Mineralwool*

- f. *Polyurethane*
g. *Polystyrene*

2.3 Serbuk Kayu

Pengertian limbah kayu adalah kayu sisa potongan dalam berbagai bentuk dan ukuran yang terpaksa harus dikorbankan dalam proses produksinya karena tidak dapat menghasilkan produk (*output*) yang bernilai tinggi dari segi ekonomi dengan tingkat teknologi pengolahan tertentu yang digunakan (DEPTAN dalam Riadi, 2013).

Sunarso dan Simarmata dalam Riadi (2013) menjelaskan bahwa limbah kayu adalah sisa-sisa kayu atau bagian kayu yang dianggap tidak bernilai ekonomi lagi dalam proses tertentu, pada waktu tertentu dan tempat tertentu yang mungkin masih dimanfaatkan pada proses dan waktu yang berbeda. Berdasarkan asalnya limbah kayu dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Limbah kayu yang berasal dari daerah pembukaan lahan untuk pertanian dan perkebunan antara lain berupa kayu yang tidak terbakar, akar, tunggak, dahan, dan ranting.
2. Limbah kayu yang berasal dari daerah penebangan pada areal HPH dan IPK antara lain potongan kayu dengan berbagai bentuk dan ukuran, tunggak, kulit, ranting pohon yang berdiameter kecil, dan tajuk dari pohon yang ditebang.
3. Limbah hasil dari proses industri kayu lapis dan penggergajian berupa serbuk kayu, potongan pinggir, serbuk pengamplasan, *log end* (hati kayu), dan *veneer* (lembaran triplek).

Sumadiwangsa dan Widarmana dalam Riadi (2013) menyatakan bahwa jenis limbah kayu yang terjadi pada industri kayu lapis antara lain berupa dolok (*log end*), sisa kupasan (*log core*), sisa kupasan *veneer*, lembaran (*veneer*) yang rusak, sisa potongan pinggir kayu lapis, serbuk gergaji (*sawdust*) dan serbuk pengamplasan.

Tabel 2. 2 Komposisi limbah kayu industri kayu lapis
(Dinas Kehutanan NAD dalam Riadi, 2013)

Komponen	Dalam Persen (%)
Potongan dolok	17,6
Sisa kupasan <i>veneer</i>	11,0
Serbuk gergaji	2,7
Serbuk pengamplasan	3,2
Sisa <i>veneer</i>	23,4
Potongan tepi kayu lapis	4,3

Tabel 2. 3 Komposisi limbah kayu industri penggergajian
(Dinas Kehutanan NAD dalam Riadi, 2013)

Komponen	Dalam persen (%)
Serbuk gergaji	10,4
Sabetan	25,9
Potongan ujung	14,3

Sifat fisik serbuk kayu antara lain daya hantar panas, daya hantar listrik, angka muai dan berat jenis. Perambatan panas pada kayu akan tertahan oleh pori – pori dan rongga – rongga pada sel kayu. Karena itu kayu bersifat sebagai penyekat panas. Semakin banyak pori dan rongga udaranya kayu semakin kurang penghantar panasnya. Selain itu daya hantar panas juga dipengaruhi oleh kadar air kayu, pada kadar air yang tinggi daya hantar panasnya juga semakin besar.

Menurut Kholis et al. (2014) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan mencampurkan serbuk kayu dengan tepung tapioka (sebagai bahan pengikat) dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa penggunaan pembuatan isolator kotak pendingin ikan (*coolbox*) menggunakan serbuk gergaji dapat digunakan sebagai bahan baku isolator, tetapi masih perlu olahan dan modifikasi agar mampu menyaingi kualitas buatan pabrik.

2.4 Kain Goni

Kain goni merupakan kain kasar yang digunakan untuk membuat karung atau kantong. Dulunya kain ini ditenun dari bulu kambing yang berwarna gelap. Kain goni juga terbuat dari serat jute, merupakan serat alami yang digunakan nomor dua terbanyak setelah kapas. Serat jute diperoleh dari kulit batang pohon *bast fibre*. Selain dari serat jute, kain goni juga terbuat dari serat rosela. Jika menggunakan serat rosela, untuk membuat kain goni dibutuhkan proses panjang secara alami. Mulai dari penanaman rosela (ini perlu paling tidak 3-4 bulan) lalu proses merubah batang-batang rosela menjadi serat yang kelak akan dipintal menjadi bahan baku kain atau karung goni. Karung goni yang terbuat dari bahan serat rosela, kuat karena ditenun menggunakan bahan dasar serat yang tebal sehingga tidak mudah putus.

Penggunaan kain goni atau karung goni biasanya untuk menyimpan biji-bijian, kemasan untuk beras, gula, dan hasil panen. Di pasaran juga ada kain goni meteran yang peruntukannya lebih kepada penunjang industri, biasanya untuk industri rotan atau meubel.

Tabel 2. 4 Sifat mekanik serat goni
(Antonius, 2013)

Karakteristik	Kandungan
Penyerapan air	49,50 %
Kandungan air	33,15 %
Densitas	0,352 gr/cm ³
Kekuatan tarik	48,10 MPa

Menurut Shawyer dan Pizzali (2003) nilai konduktivitas termal dari serat goni sebesar 0,036 W/mK. Dapat disimpulkan kain goni sebagai pilihan terbaik karena selain murah dibanding isolator lainnya, juga tersedia dimana-mana dan dapat digunakan dengan mudah.

2.5 Semen Portland Putih

Semen *portland* putih merupakan jenis semen bermutu tinggi. Biasanya digunakan untuk keperluan pekerjaan-pekerjaan arsitektur, *precast*, dan beton yang diperkuat dengan *fiber*, panel, permukaan teraso, *stucco*, cat semen, nat ubin / keramik

serta struktur yang bersifat dekoratif. Semen *portland* putih dibuat dari bahan-bahan baku pilihan yang rendah kandungan besi dan magnesium oksidanya (bahan-bahan tersebut menyebabkan semen berwarna abu-abu). Sesuai dengan SNI 15-0129-2004, semen *portland* putih harus memenuhi syarat kimia seperti tertera pada tabel dibawah.

Tabel 2. 5 Syarat kimia semen *portland* putih
(SNI 15-0129-2004, 2004)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1	MgO	%	maks. 5,0
2	SO ₃	%	maks. 3,5
3	Fe ₂ O ₃	%	maks. 0,4
4	Hilang pijar	%	maks. 5,0
5	Bagian tak larut	%	maks. 3,0
6	Alkali sebagai Na ₂ O	%	maks. 0,6

Semen *portland* putih dapat juga digunakan untuk proses konstruksi pada umumnya. Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif. Pembuatan semen ini membutuhkan persyaratan bahan baku dan proses pembuatan yang khusus, seperti misalnya bahan mentahnya mengandung oksida besi dan oksida manganese yang sangat rendah (dibawah 1 %).

2.6 Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya membahas mengenai:

a. Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu sebagai Campuran *Polyurethane* pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional (Mochamad Hidayat)

- Metodologi:

Dilakukan penelitian dengan mencampurkan *polyurethane* dan serbuk kayu untuk mengetahui komposisi yang tepat untuk diaplikasikan pada *coolbox*.

- Hasil:

Hasil penelitian menunjukkan penambahan serbuk maksimum dapat dilakukan adalah 40% dari total volume bahan campuran, yaitu *polyurethane* dan serbuk kayu. Penambahan serbuk kayu lebih dari 40% tidak dapat dilakukan karena bahan komposit (serbuk kayu-*polyurethane*) tidak dapat berikatan dengan baik karena dengan sedikitnya jumlah cairan *polyurethane* yang tidak dapat menembus sela-sela serbuk kayu sehingga mudah terpisah dari bentuk lempengan asalnya. Konduktivitas termal insulator yang baik dan ekonomis pada penambahan 40% serbuk kayu (konduktivitas 0.05252 W/m°C). Aplikasi *coolbox* insulator komposit serbuk kayu-*polyurethane* mampu mempertahankan es hingga mencair sempurna pada 34 jam, lebih cepat dari kemampuan aplikasi 100% *polyurethane* yang dapat mempertahankan es hingga lebih dari 40 jam.

b. Pengendalian Suhu Ruang pada Budidaya Jamur Tiram dengan Karung Goni Basah (Manunggal Ajie Putranto dan Mad Yamin)

- Metodologi:

Dilakukan penelitian untuk mengetahui perbedaan hasil dari jamur tiram pada dua kondisi ruang, yaitu yang didinginkan dengan karung goni basah dan yang tidak didinginkan.

- Hasil:

Penggunaan karung goni untuk membantu menstabilkan suhu di dalam kumbung terdapat perbedaan suhu yang cukup besar. Hasil panen jamur tiram dengan perlakuan menggunakan karung goni didapatkan total bobot dari 75 baglog sebesar 23,5 kg dibandingkan dengan tanpa perlakuan karung goni sebesar 16,5 kg.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Study Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan beberapa literatur yang diperlukan dalam mendukung pengerjaan tugas akhir. Literatur-literatur dapat diperoleh dari:

- a. Buku
- b. Jurnal
- c. Artikel
- d. Paper
- e. Tugas akhir
- f. Internet

Literatur pendukung dalam pengerjaan tugas akhir ini mengenai ilmu pengolahan dan pengawetan ikan, teknologi insulasi, pengujian bahan, penggunaan *coolbox*, penggunaan es serta materi lain yang menunjang tugas akhir ini. Selain itu juga dilakukan *review* terhadap tugas akhir sebelumnya.

3.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data untuk merancang dan menganalisa performa dari sistem pendingin ikan, yakni berupa bahan insulasi, uji bahan, *coolbox*, kapasitas *coolbox*, jumlah kebutuhan media pendingin yang diperlukan. Pada tahap ini juga dilakukan percobaan dengan skala lab untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam proses perancangan alat.

3.3 Perancangan Alat

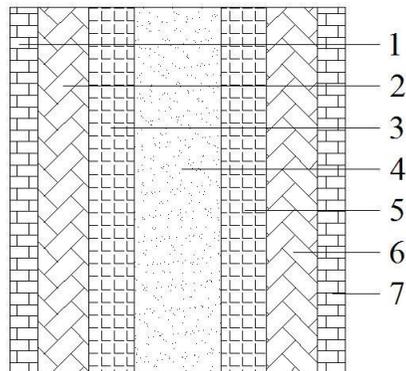
Setelah data-data didapatkan maka selanjutnya adalah dilakukan pengujian bahan insulasi. Bahan insulasi dalam pembuatan *coolbox* ialah serbuk kayu dan karung goni (dalam hal ini yang digunakan adalah kain goni). Serbuk kayu didapatkan di industri penggergajian kayu yang berada di wilayah Kenjeran, Surabaya. Untuk karung goni didapatkan di sekitar Pasar Sunan Ampel, Surabaya.

Bahan insulasi yang diuji meliputi uji massa jenis, uji kekuatan *bending*, dan uji konduktivitas termal. Pengujian ini dilakukan pada bahan insulasi serbuk kayu dikarenakan untuk kain goni sudah diketahui konduktivitas termalnya sebagai bahan insulasi. Serbuk kayu yang akan digunakan sebagai bahan insulasi dalam pembuatan *coolbox* menggunakan perekat semen putih yang biasa dijual di pasaran.

Pembuatan spesimen uji bahan insulasi serbuk kayu menggunakan variasi perbandingan serbuk kayu, semen putih, dan air. Untuk perbandingan serbuk kayu dan semen putih digunakan variasi perbandingan 1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2; dan 1 : 2,5. Sedangkan untuk perbandingan serbuk kayu dengan air adalah tetap yaitu 1 : 2.

Setelah didapatkan data hasil pengujian, maka selanjutnya dilakukan pembuatan *coolbox*. *Coolbox* direncanakan mempunyai ukuran 34 x 24 x 27 cm dengan ketebalan 2 cm dan kapasitas 15 liter sesuai dengan ukuran *coolbox* berbahan *styrofoam* yang biasa dijual di pasaran. *Coolbox* dibuat sebanyak 2 buah, yaitu *coolbox* pertama dengan menggunakan bahan insulasi serbuk kayu dan kain goni, sedangkan *coolbox* kedua hanya dengan menggunakan bahan insulasi serbuk kayu. Perbedaan penggunaan kain goni *coolbox* pertama dan *coolbox* kedua adalah sebagai perbandingan pada saat pengujian

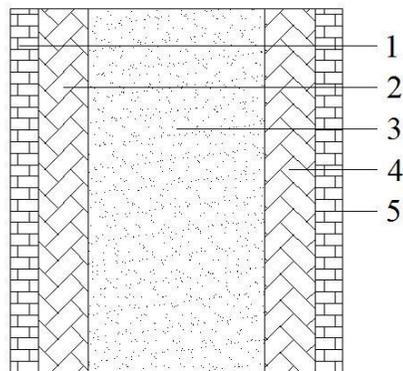
dengan es basah. Bahan insulasi serbuk kayu dalam pembuatan *coolbox* menggunakan perbandingan komposisi serbuk kayu dan semen putih yang nilai konduktivitas termalnya paling rendah.



Gambar 3. 1 Bahan penyusun dinding *coolbox* 1

Keterangan gambar:

1. *Fiberglass* (1 mm)
2. *Plywood* (3 mm)
3. Kain goni (3 mm)
4. Serbuk kayu (6 mm)
5. Kain goni (3 mm)
6. *Plywood* (3 mm)
7. *Fiberglass* (1 mm)



Gambar 3. 2 Bahan penyusun dinding *coolbox* 2

Keterangan gambar:

1. *Fiberglass* (1 mm)
2. *Plywood* (3 mm)
3. Serbuk kayu (12 mm)
4. *Plywood* (3 mm)
5. *Fiberglass* (1 mm)

3.4 Pelaksanaan Percobaan

Pada tahap ini dilakukan percobaan pada *prototype*. Percobaan dilakukan dengan menggunakan 3 *coolbox* dimana *coolbox* pertama menggunakan bahan insulasi serbuk kayu, *coolbox* kedua menggunakan bahan insulasi serbuk kayu ditambahkan laminasi kain goni, dan *coolbox* ketiga adalah *coolbox* berbahan *styrofoam* yang dibeli di pasaran dengan ukuran yang sama dengan *coolbox* pertama dan *coolbox* kedua. Untuk pengujian bahan insulasi *coolbox* digunakan es basah yang diukur dengan termometer untuk mengetahui suhu yang dapat dicapai *coolbox* dalam mempertahankan pendinginan selama 24 jam.

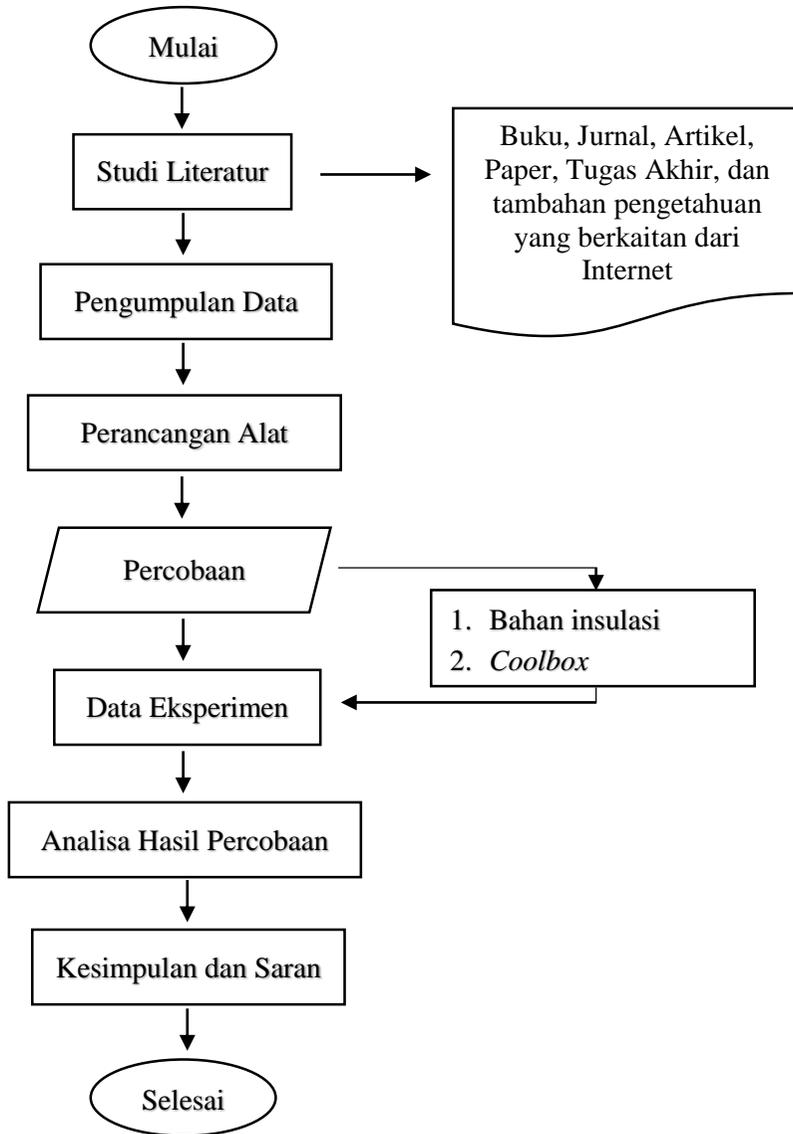
Dari percobaan ini akan diketahui suhu yang dapat dicapai dalam mempertahankan temperatur pendinginan antara *coolbox* pertama, *coolbox* kedua, dan *coolbox* ketiga. Selain itu juga akan diketahui waktu pendinginan efektif antara ketiga *coolbox*.

3.5 Analisa Hasil Percobaan

Dari hasil percobaan yang dilakukan maka selanjutnya adalah melakukan analisa terhadap hasil dari percobaan yang telah dilakukan. Data-data yang diperoleh akan dianalisa dan dilakukan perbandingan antara beberapa percobaan dengan menggunakan grafik seperti hasil pengujian bahan insulasi dan lama waktu pendinginan *coolbox*. Dari perbandingan data percobaan dapat dilihat apakah pendinginan dengan *coolbox* berbahan insulasi serbuk kayu dan kain goni dapat menghasilkan pendinginan yang lebih lama dari *coolbox* berbahan *styrofoam* atau sebaliknya. Selain itu dapat diketahui seberapa efektif *coolbox* dengan serbuk kayu dan kain goni.

3.6 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengumpulan data dan analisa data dari hasil percobaan maka akan didapatkan kesimpulan dari kegiatan penelitian ini. Kesimpulan akan menjawab dari tujuan tugas akhir ini.



Gambar 3. 3 Diagram alir pengerjaan tugas akhir

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Massa Jenis

Sebelum dilakukan pengujian massa jenis, dilakukan pembuatan alat untuk percobaan. Pembuatan alat yang dimaksud adalah pembuatan spesimen uji.

4.1.1 Pembuatan Spesimen Uji

Spesimen uji yang dibuat adalah spesimen bahan campuran serbuk kayu dan semen putih. Spesimen uji untuk uji massa jenis digunakan ukuran 5 x 5 x 1,5 cm dengan menggunakan cetakan dari seng. Proses pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Serbuk kayu diayak dengan ayakan tepung 30 mesh sehingga didapatkan serbuk kayu yang homogen.
3. Spesimen dibuat dengan mencampurkan serbuk kayu, semen putih, dan air. Dibuat perbandingan serbuk kayu dan semen putih dengan variasi 1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2; dan 1 : 2,5. Untuk variasi serbuk kayu dan semen putih 1 : 0,5 tidak dapat dilakukan dikarenakan terlalu sedikit kandungan semen putih sehingga spesimen uji yang dihasilkan tidak sempurna. Sedangkan untuk perbandingan serbuk kayu dengan air adalah 1 : 2.
4. Proses pertama pembuatan spesimen uji yaitu mencampurkan serbuk kayu dengan semen putih dan diaduk merata kemudian dicampurkan dengan air dengan perlahan.
5. Adukan serbuk kayu, semen putih, dan air dituangkan didalam cetakan yang telah dibuat sebelumnya.
6. Spesimen dikeringkan selama 7 hari pada suhu kamar.
7. Spesimen dilepaskan dari cetakan untuk diuji.



Gambar 4. 1 Spesimen uji massa jenis

4.1.2 Pengujian Spesimen Uji

Massa jenis (ρ) menunjukkan massa per satuan volume pada suhu dan tekanan tertentu, sehingga diketahui:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Dimana:

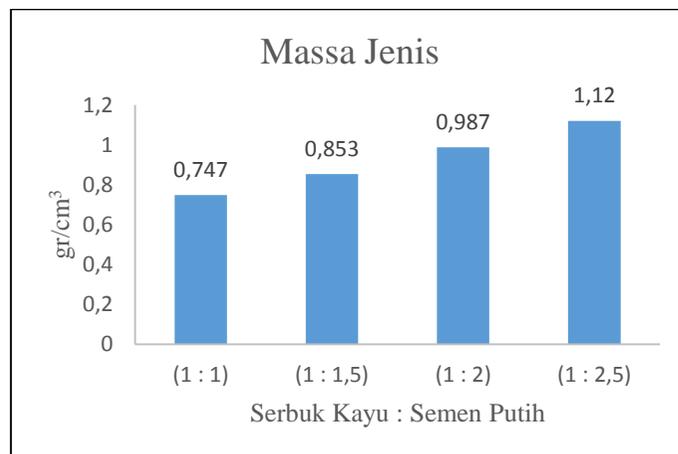
- ρ = massa jenis (gr/cm³)
- m = massa (gr)
- V = volume (cm³)

Proses pengujian massa jenis dilakukan dengan penimbangan spesimen yang sudah kering dengan menggunakan timbangan kemudian dihitung berdasarkan rumus diatas. Berdasarkan hal tersebut, pengujian spesimen didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil pengujian massa jenis

Parameter Uji	Serbuk Kayu : Semen Putih			
	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 2,5
Massa (gr)	28	32	37	42
Massa Jenis (gr/cm ³)	0,747	0,853	0,987	1,12

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa massa jenis akan bertambah seiring dengan semakin besar perbandingan komposisi serbuk kayu dengan semen putih. Hal ini dikarenakan semakin besar penambahan semen putih maka komposit yang dibuat akan semakin berat sehingga nilai massa jenis akan bertambah. Terlihat bahwa massa jenis spesimen uji serbuk kayu dengan semen putih perbandingan 1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2; dan 1 : 2,5 secara berurutan adalah 0,747 gr/cm³; 0,853 gr/cm³; 0,987 gr/cm³; dan 1,12 gr/cm³.



Gambar 4. 2 Massa jenis spesimen uji

4.2 Kekuatan *Bending* (*Bending Strenght*)

Sebelum dilakukan pengujian kekuatan *bending* (*bending strenght test*), dilakukan pembuatan alat untuk percobaan. Pembuatan alat yang dimaksud adalah pembuatan spesimen uji.

4.2.1 Pembuatan Spesimen Uji

Spesimen uji yang dibuat adalah spesimen bahan campuran serbuk kayu dan semen putih. Spesimen uji untuk uji kekuatan *bending* digunakan ukuran 20 x 5 x 1 cm dengan menggunakan cetakan dari seng. Spesimen uji mengacu pada standar JIS A 5908 (2003). Proses pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Serbuk kayu diayak dengan ayakan tepung 30 mesh sehingga didapatkan serbuk kayu yang homogen.
3. Spesimen dibuat dengan mencampurkan serbuk kayu, semen putih, dan air. Dibuat perbandingan serbuk kayu dan semen putih dengan variasi 1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2; dan 1 : 2,5. Untuk variasi serbuk kayu dan semen putih 1 : 0,5 tidak dapat dilakukan dikarenakan terlalu sedikit kandungan semen putih sehingga spesimen uji yang dihasilkan tidak sempurna. Sedangkan untuk perbandingan serbuk kayu dengan air adalah 1 : 2.
4. Proses pertama pembuatan spesimen uji yaitu mencampurkan serbuk kayu dengan semen putih dan diaduk merata kemudian dicampurkan dengan air dengan perlahan.
5. Adukan serbuk kayu, semen putih, dan air dituangkan didalam cetakan yang telah dibuat sebelumnya.
6. Spesimen dikeringkan selama 7 hari pada suhu kamar.
7. Spesimen dilepaskan dari cetakan untuk diuji.



Gambar 4. 3 Spesimen uji kekuatan *bending*

4.2.2 Pengujian Spesimen Uji

Pengujian kekuatan *bending* dilakukan dengan menggunakan alat *universal testing machine* (UTM) di Balai Riset Dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Surabaya. Pengujian menggunakan standar JIS A 5908 (2003). Spesimen uji dibentangkan dengan jarak sangga 15 kali tebal nominal, tetapi tidak kurang dari 15 cm dan kemudian pembebanan dilakukan di tengah-tengah jarak sangga. Nilai *bending strenght* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Bending\ strength\ (kg/cm^2) = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (2)$$

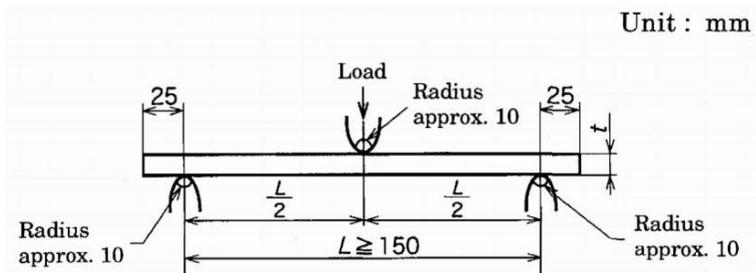
Dimana:

P = Beban sampai patah (N)

L = Panjang bentang (mm)

b = Lebar spesimen uji (mm)

h = Tebal spesimen uji (mm)

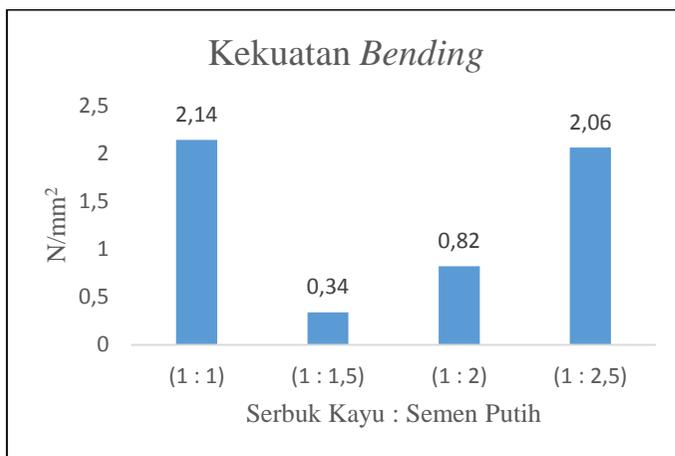


Gambar 4. 4 Pemberian beban dalam uji kekuatan *bending*

Tabel 4. 2 Hasil pengujian kekuatan *bending*

Parameter Uji	Serbuk Kayu : Semen Putih			
	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 2,5
<i>Bending strenght</i> (N/mm ²)	2,14	0,34	0,82	2,06

Kekuatan *bending* menunjukkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh suatu benda. Dapat diketahui hasil dari pengujian untuk nilai kekuatan *bending* terendah pada spesimen uji serbuk kayu dan semen putih perbandingan 1 : 1,5 sedangkan untuk nilai kekuatan *bending* tertinggi pada spesimen uji serbuk kayu dan semen putih perbandingan 1 : 1.



Gambar 4. 5 Kekuatan *bending* spesimen uji

Terdapat anomali dalam hasil pengujian spesimen uji yaitu pada spesimen uji serbuk kayu dan semen putih perbandingan 1 : 1 yang bernilai 2,14 N/mm², lebih besar nilainya dibandingkan dengan perbandingan 1 : 1,5; 1 : 2; dan 1 : 2,5. Sedangkan pada perbandingan 1 : 1,5; 1 : 2; dan 1 : 2,5 cenderung naik nilai kekuatan *bending* seiring dengan komposisi semen putih yang bertambah yaitu 0,34 N/mm²; 0,82 N/mm²; dan 2,06 N/mm². Semen putih merupakan jenis perekat hidrolis yang mana semakin banyak semen putih yang ditambahkan akan mempengaruhi daya ikat partikel. Hal ini dapat dijelaskan bahwa ikatan antar partikel serbuk kayu semakin kuat sehingga nilai kekuatan *bending* selaras dengan penambahan semen putih. Hipotesa yang mungkin terjadi pada spesimen 1 : 1 adalah kesalahan dalam proses pembuatan spesimen.

Dari keempat spesimen uji berdasarkan JIS A 5908 (2003) dapat diketahui bahwa nilai kekuatan *bending* lebih rendah dari syarat minimum yaitu 8 N/mm². Hal ini dapat ditarik hipotesa bahwa ikatan antar partikel serbuk kayu dan semen putih tidak berikatan secara kuat sehingga nilai kekuatan *bending*-nya rendah. dapat diketahui bahwa untuk membuat suatu *coolbox* maka diperlukan lapisan tambahan untuk memperkuat dinding *coolbox* dikarenakan nilai kekuatan *bending* yang kecil.

4.3 Konduktivitas Termal

Sebelum dilakukan pengujian konduktivitas termal, dilakukan pembuatan alat untuk percobaan. Pembuatan alat yang dimaksud adalah pembuatan spesimen uji.

4.3.1 Pembuatan Spesimen Uji

Spesimen uji yang dibuat adalah spesimen bahan campuran serbuk kayu dan semen putih. Spesimen uji untuk uji konduktivitas termal digunakan ukuran silinder dengan diameter 4 cm dan tinggi 5 cm dengan menggunakan cetakan pipa PVC. Ukuran spesimen mengacu pada standar ASTM E 1225-13. Proses pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Serbuk kayu diayak dengan ayakan tepung 30 mesh sehingga didapatkan serbuk kayu yang homogen.
3. Spesimen dibuat dengan mencampurkan serbuk kayu, semen putih, dan air. Dibuat perbandingan serbuk kayu dan semen putih dengan variasi 1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2; dan 1 : 2,5. Untuk variasi serbuk kayu dan semen putih 1 : 0,5 tidak dapat dilakukan dikarenakan terlalu sedikit kandungan semen putih sehingga spesimen uji yang dihasilkan tidak sempurna. Sedangkan untuk perbandingan serbuk kayu dengan air adalah 1 : 2.
4. Proses pertama pembuatan spesimen uji yaitu mencampurkan serbuk kayu dengan semen putih dan diaduk merata kemudian dicampurkan dengan air dengan perlahan.
5. Adukan serbuk kayu, semen putih, dan air dituangkan didalam cetakan yang telah dibuat sebelumnya.
6. Spesimen dikeringkan selama 7 hari pada suhu kamar.
7. Spesimen dilepaskan dari cetakan untuk diuji.

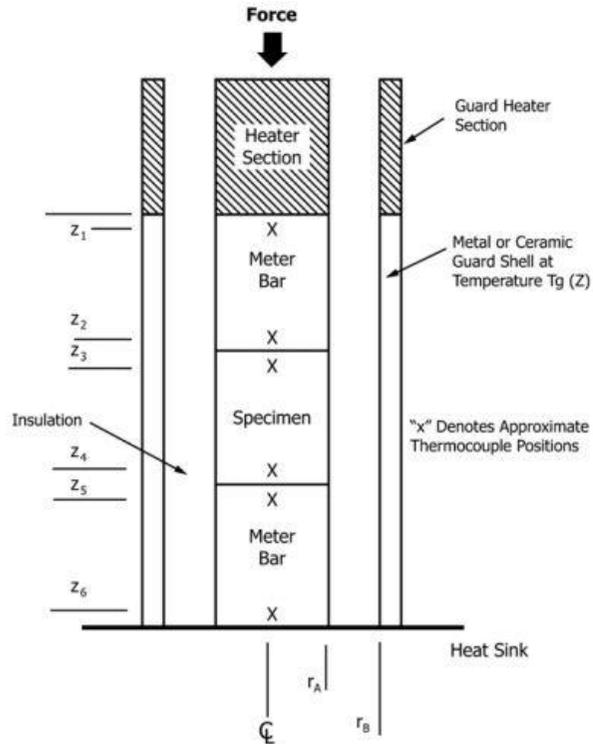


Gambar 4. 6 Spesimen uji konduktivitas termal

4.3.2 Pengujian Spesimen Uji

Pengujian spesimen dilakukan berdasarkan pengujian konduktivitas termal bahan dengan metode *steady state* menggunakan alat uji konduktivitas termal. Pengujian dilakukan dengan meletakkan spesimen uji pada batang logam panas dan dingin yang kemudian diukur dengan menggunakan termokopel pada kedua sisi bagian batang logam dan spesimen uji. Spesimen uji diujikan di Laboratorium Perpindahan Panas Dan Massa Departemen Teknik Mesin FTI – ITS.

Standar pengujian sifat termal pada komposit menggunakan ASTM E 1225-13. Metode pengujian ini menjelaskan teknik *steady* untuk menentukan nilai konduktivitas termal. Nilai konduktivitas suatu material dipengaruhi oleh kandungan uap air dimana konduktivitas termal air 0,556 W/mK lebih tinggi daripada konduktivitas termal udara 0,024 W/mK. Oleh karena itu apabila suatu benda berpori diisi oleh air, maka akan berpengaruh terhadap nilai konduktivitas termalnya. Konduktivitas termal yang rendah pada bahan isolator adalah selaras dengan kandungan udara dalam bahan tersebut. Konduktivitas termal berbeda pengaruh terhadap kepadatan apabila pori-pori bahan semakin banyak maka konduktivitas termal bernilai rendah. Jika memiliki kepadatan yang sama, nilai konduktivitas termal bergantung pada perbedaan struktur yang meliputi ukuran dan hubungan antar pori. Skema pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 4. 7 Skema pengujian spesimen konduktivitas termal

Konduksi adalah perpindahan panas karena adanya kontak langsung antar permukaan benda. Konduksi ini bergantung pada zat yang dilaluinya dan distribusi temperatur benda yang dilaluinya. Besarnya konduksi ini dapat diketahui dengan perubahan temperatur. Nilai konduktivitas termal menunjukkan seberapa cepat kalor mengalir dalam bahan tertentu serta memahami fenomena-fenomena yang terjadi dalam perpindahan panas konduksi. Menurut ASTM E 1225-13 menghitung laju kalor pada bahan referensi adalah sebagai berikut:

- Untuk bahan referensi meter bar atas (*top bar*)

$$q'_T = \lambda_M \frac{T_2 - T_1}{Z_2 - Z_1} \quad (3)$$

- Untuk bahan referensi meter bar bawah (*bottom bar*)

$$q'_B = \lambda_M \frac{T_6 - T_5}{Z_6 - Z_5} \quad (4)$$

- Dari kedua persamaan diatas, untuk menghitung nilai konduktivitas termal spesimen menggunakan rumus dibawah:

$$\lambda'_s = \frac{(q'_T + q'_B)(Z_4 - Z_3)}{2(T_4 - T_3)} \quad (5)$$

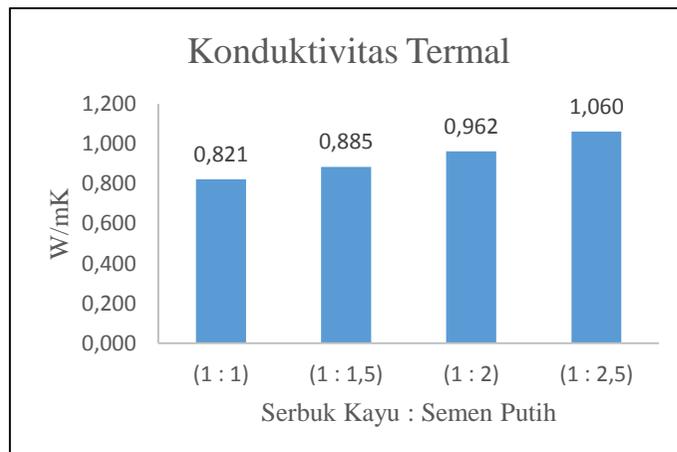
Keterangan:

- q = Aliran panas per satuan luas (W/m²)
- λ = konduktivitas termal (W/mK)
- T = Temperatur (K)
- Z = Posisi yang diukur dari ujung atas kolom (m)

Tabel 4. 3 Hasil pengujian konduktivitas termal

Parameter Uji	Serbuk Kayu : Semen Putih			
	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 2,5
Konduktivitas Termal (W/mK)	0,821	0,885	0,962	1,06

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa konduktivitas termal spesimen uji serbuk kayu dan semen putih dengan nilai terendah terdapat pada perbandingan 1 : 1 dengan 0,821 W/mK. Sedangkan untuk konduktivitas termal spesimen uji dengan nilai tertinggi terdapat pada perbandingan 1 : 2,5 dengan 1,06 W/mK.



Gambar 4. 8 Konduktivitas termal spesimen uji

Hasil pengukuran spesimen uji yang ditunjukkan pada gambar 4.8 dapat diketahui bahwa keempat spesimen uji konduktivitas termal tidak memenuhi syarat karakteristik termal yang digunakan sebagai isolator (syarat konduktivitas termal 0,034 W/mK sampai 0,21 W/mK). Terlihat bahwa semakin tinggi penambahan semen putih pada serbuk kayu maka menyebabkan konduktivitas termal semakin meningkat. Tidak dilakukannya pengujian kadar air pada

spesimen menyebabkan nilai konduktivitas termal bertambah seiring dengan besarnya kadar air yang dikandung.

Standar pengujian ASTM E 1225-13 efektif digunakan pada material dengan konduktivitas termal antara 0,2 – 200 W/mK pada temperatur 90 – 1300 K. Untuk pengujian dengan spesimen komposit bisa dilakukan pada standar tersebut. Pengujian dengan spesimen komposit yang digunakan sebagai isolator dengan konduktivitas termal kurang dari 0,2 W/mK masih dapat digunakan tetapi akan menyebabkan menurunnya tingkat akurasi nilai konduktivitas termal spesimen yang diuji. Dalam hal ini hasil pengujian konduktivitas termal spesimen uji serbuk kayu dan semen putih kurang akurat jika menggunakan standar tersebut. Sebaiknya pengujian spesimen komposit isolator menggunakan standar yang lebih baik dari standar yang telah digunakan pada pengujian ini.

4.4 *Coolbox*

Untuk mengetahui kemampuan isolator dalam menahan distribusi temperatur, maka perlu dilakukan percobaan dengan melakukan pengukuran perbandingan lama waktu isolator dalam mempertahankan pendinginan. Isolator dalam hal ini adalah *coolbox* yang telah dibuat. *Coolbox* yang dibuat ada 2 buah yaitu *coolbox* pertama berbahan insulasi serbuk kayu dan kain goni, sedangkan *coolbox* kedua berbahan insulasi serbuk kayu.

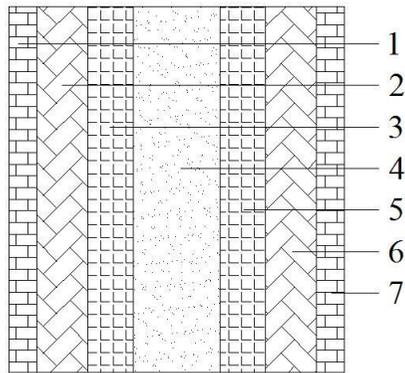
Pembuatan *coolbox* mengacu pada ukuran *coolbox* berbahan *styrofoam* yang biasa dijual dipasaran, yaitu 34 x 24 x 27 cm dengan ketebalan 2 cm dan kapasitas 15 liter. Bahan insulasi serbuk kayu yang dipakai adalah pada perbandingan serbuk kayu dan semen putih 1 : 1 dikarenakan nilai konduktivitas termalnya paling rendah yaitu 0,821 W/mK. Dikarenakan kekuatan *bending* yang kurang memenuhi standar JIS A 5908 (2003) yaitu nilai minimal papan partikel 8 N/mm² sedangkan nilai kekuatan *bending* spesimen uji 1 : 1 adalah 2,14 N/mm², maka untuk memperkuat kekuatan *bending* diberikan tambahan lapisan triplek (*plywood*) pada dinding *coolbox*. Nilai kekuatan *bending* triplek berkisar 10,6 – 65,9 N/mm². Proses pembuatan *coolbox* diantaranya:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Memotong lembaran triplek ketebalan 3 mm dengan ukuran kotak bagian dalam 30 x 20 x 25 cm dan ukuran kotak bagian luar 34 x 24 x 27 cm. Diantara celah kotak bagian dalam dan kotak bagian luar nantinya akan diisi komposit serbuk kayu dan semen putih.
3. Merekatkan potongan triplek agar menjadi kotak dengan perekat lem kayu. Salah satu *coolbox* yang akan dibuat diberikan tambahan dengan laminasi kain goni sebagai tambahan insulasi dan sebagai pembanding.
4. Membuat campuran serbuk kayu dan semen putih perbandingan 1 : 1 sesuai dengan komposisi pada waktu melakukan pengujian bahan yaitu untuk perbandingan serbuk kayu dan air adalah 1 : 2 dengan serbuk kayu sudah diayak dengan ayakan tepung 30 mesh.
5. Mengisi campuran serbuk kayu dan semen putih perbandingan 1 : 1 diantara sisi kotak bagian dalam dan kotak bagian luar untuk masing-masing *coolbox*.



Gambar 4. 9 Tahap pembuatan *coolbox* berbahan insulasi serbuk kayu

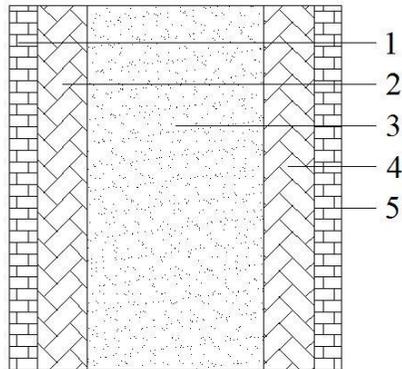
6. Proses pengeringan masing-masing *coolbox* dilakukan selama 7 hari pada suhu kamar.
7. Setelah itu dilakukan pelapisan masing-masing *coolbox* dengan *fiberglass* dan dikeringkan pada suhu kamar selama 2 hari.
8. *Coolbox* kemudian dilakukan pengujian.



Gambar 4. 10 Bahan penyusun dinding *coolbox* 1

Keterangan gambar:

1. *Fiberglass* (1 mm)
2. *Plywood* (3 mm)
3. Kain goni (3 mm)
4. Serbuk kayu (6 mm)
5. Kain goni (3 mm)
6. *Plywood* (3 mm)
7. *Fiberglass* (1 mm)



Gambar 4. 11 Bahan penyusun dinding *coolbox* 2

Keterangan gambar:

1. *Fiberglass* (1 mm)
2. *Plywood* (3 mm)
3. Serbuk kayu (12 mm)
4. *Plywood* (3 mm)
5. *Fiberglass* (1 mm)

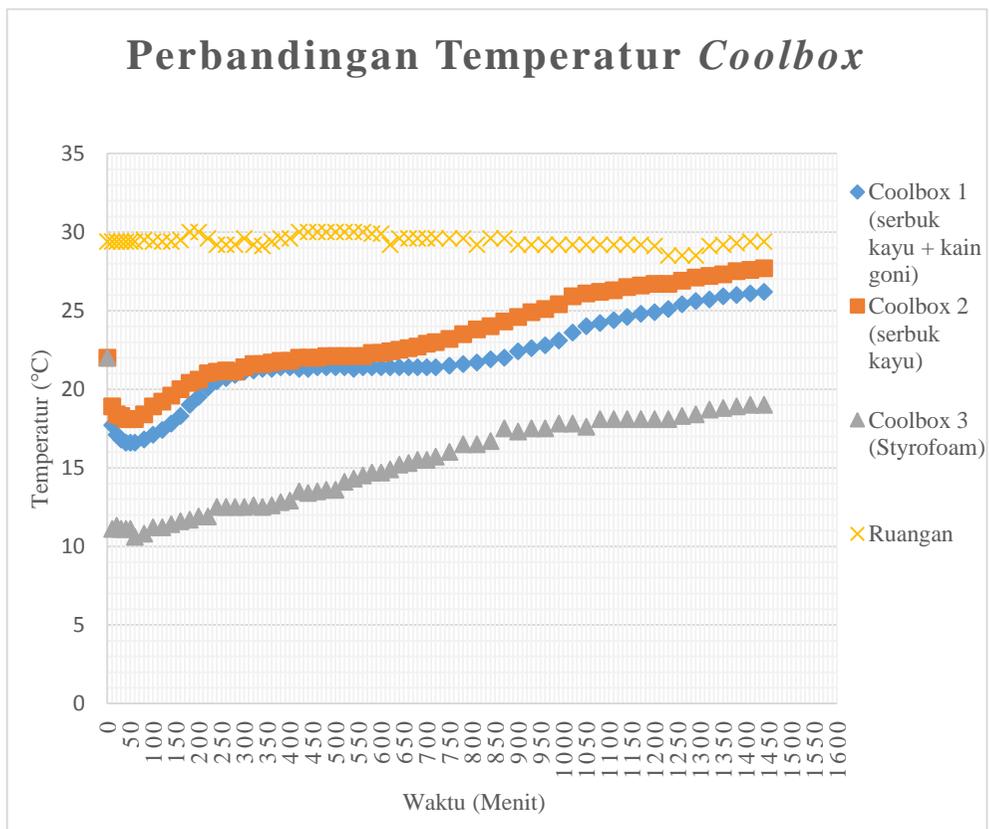
Pengukuran dilakukan dengan mengisi bagian dalam *coolbox* dengan es balok sejumlah 3 kg. Kemudian diletakkan termometer pada bagian dalam *coolbox* untuk mengetahui suhunya. Peletakan termometer dilakukan menggantung pada dinding *coolbox* sehingga termometer tidak bersentuhan langsung dengan es balok maupun air hasil dari mencairnya es balok. Peletakan termometer dengan posisi menggantung ini dimaksudkan untuk mengukur temperatur ruangan dalam *coolbox*. Pada ruangan tempat dilakukannya pengukuran suhu juga diletakkan termometer untuk mengetahui suhu ruangan. Pada pengukuran diperoleh selisih temperatur dalam *coolbox* dan temperatur ruangan yang terus diukur pada waktu es mencair.



Gambar 4. 12 Pengukuran temperatur *coolbox*

Pengukuran suhu dilakukan dengan pencatatan setiap beberapa menit agar didapatkan hasil perbedaan selisih suhu yang lebih akurat. Pengukuran dan perlakuan dilakukan sama terhadap *coolbox* berbahan insulasi serbuk kayu dan karung goni,

coolbox berbahan insulasi serbuk kayu, maupun *coolbox* berbahan insulasi *styrofoam*. Pengukuran dimulai pada saat diletakkannya es balok sampai 24 jam.



Gambar 4. 13 Perbandingan temperatur *coolbox*

Berdasarkan grafik perbandingan pada gambar di atas, maka dapat di analisa sebagai berikut:

1. Pada percobaan *coolbox* berbahan insulasi serbuk kayu dan kain goni (*coolbox* 1) didapatkan bahwa waktu pendinginan total sampai suhu mencapai 25 °C adalah 1230 menit (20 jam 30 menit). Suhu terendah yang dapat dicapai ialah pada suhu 16,6 °C pada menit ke-40. Sedangkan suhu stabil mulai 21,1°C sampai 22 °C pada menit ke-300 hingga menit ke-870.
2. Percobaan selanjutnya dengan *coolbox* berbahan insulasi serbuk kayu (*coolbox* 2) didapatkan bahwa waktu pendinginan total sampai suhu mencapai 25 °C adalah 960 menit (16 jam). Waktu pendinginan ini lebih cepat dibandingkan dengan *coolbox* 1. Suhu terendah yang dapat dicapai pada suhu 18,1 °C pada menit ke-40. Suhu stabil mulai 21 °C sampai 22,3 °C pada menit ke-220 hingga menit ke-600.
3. Pada percobaan dengan menggunakan *coolbox* berbahan insulasi *styrofoam* (*coolbox* 3) didapatkan waktu pendinginan terlama yaitu 19 °C pada menit ke-1440 (24 jam) dan masih bisa mempertahankan hingga suhu mencapai 25 °C lebih dari 24 jam. Waktu pendinginan pada *coolbox* 3 lebih lama dibandingkan dengan *coolbox* 1

maupun *coolbox* 2. Suhu terendah yang yang dapat dicapai ialah $10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada menit ke-60.

4. Suhu ruangan terendah $28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan suhu tertinggi $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rata-rata suhu ruangan selama 24 jam pengukuran adalah $29,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.
5. Berdasarkan pada grafik dapat dilihat bahwa waktu pendinginan dalam mempertahankan temperatur pada *coolbox* 3 berbahan insulasi *styrofoam* lebih baik daripada *coolbox* 1 berbahan insulasi serbuk kayu dan kain goni serta *coolbox* 2 berbahan insulasi serbuk kayu. Namun *coolbox* berbahan insulasi serbuk kayu dan kain goni lebih baik daripada *coolbox* berbahan serbuk kayu saja. Hal ini dikarenakan adanya penambahan laminasi kain goni. Terlihat bahwa selisih waktu untuk *coolbox* mencapai suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ adalah 4 jam 30 menit.

Berdasarkan uraian grafik perbandingan insulasi *coolbox* dapat diketahui bahwa bahan insulasi serbuk kayu dan kain goni yang telah dibuat kurang efektif dalam mempertahankan temperatur pendinginan. Dilihat dari komposisi bahan yang digunakan yaitu serbuk kayu memiliki konduktivitas termal yang baik untuk digunakan sebagai isolator yaitu $0,059\text{ W/mK}$. Serbuk kayu juga mudah didapatkan dan harganya tergolong murah. Serbuk kayu bisa didapatkan di industri penggergajian kayu maupun di industri pembuatan meubel. Di industri tersebut pemanfaatan serbuk kayu masih tergolong rendah. Pengamatan penulis di industri meubel dan penggergajian kayu daerah Kenjeran menyebutkan limbah serbuk kayu digunakan sebagai bahan bakar saja. Hal ini menjadikan serbuk kayu dapat dijadikan alternatif dalam pembuatan insulasi.

Sementara untuk serat dari kain goni juga memiliki konduktivitas termal yang baik sebagai isolator yaitu $0,036\text{ W/mK}$. Kain goni mudah didapatkan dalam bentuk karung goni maupun dalam bentuk lembaran. Untuk harga karung goni masih tergolong murah yaitu sekitar Rp 8.000,00 untuk karung goni bekas 50 kg. Hal ini menjadikan karung goni juga dapat digunakan sebagai alternatif dalam pembuatan insulasi.

Komposit serbuk kayu dan semen putih dalam pengujian yang telah dilakukan penulis nilai konduktivitas termalnya paling rendah adalah $0,821\text{ W/mK}$ pada perbandingan 1 : 1. Hal ini menunjukkan bahwa perekat semen putih tidak cocok digunakan. Sedangkan konduktivitas termal semen putih (termasuk jenis semen *portland*) adalah $0,9\text{ W/mK}$. Sebagai isolator, nilai tersebut kurang baik untuk digunakan. Menurut hipotesa penulis, perpindahan panas melalui dinding *coolbox* berbahan serbuk kayu dan semen putih juga buruk dikarenakan dalam proses pembuatannya melibatkan campuran air. Sedangkan dalam pembuatan spesimen tidak mengukur nilai kadar air. Nilai konduktivitas air $0,556\text{ W/mK}$ menyebabkan proses perpindahan panas yang berlangsung cepat pada dinding *coolbox* yang masih memiliki kadar air.

Solusi yang dapat ditawarkan dalam hal ini adalah mengganti perekat semen putih dengan bahan lain yang dapat digunakan misalnya menggunakan lem kayu tahan air seperti lem yang berbahan dasar polivinil asetat (PVAc). Lem tersebut mudah didapatkan di pasaran dan harganya relatif murah. Solusi lain adalah dengan teknologi perekatan tanpa perekat (*binderlessboard*). Proses pengempaan biasa digunakan dengan metode kempa panas dan dengan injeksi uap bertekanan. Sifat perekatannya tergantung pada karakteristik masing-masing bahan. Dengan teknologi ini, komponen biaya diharapkan dapat menjadi lebih murah dikarenakan tanpa perekat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian pada spesimen uji serbuk kayu dan semen putih pada variasi perbandingan 1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2; dan 1 : 2,5 untuk pengujian massa jenis semakin besar nilai massa jenis spesimen uji seiring penambahan komposisi semen putih. Untuk kekuatan *bending* maka semakin besar penambahan semen putih maka semakin baik kekuatan *bending*-nya.
2. Konduktivitas termal terbaik dari keempat spesimen uji serbuk kayu dan semen putih ada pada perbandingan 1 : 1 dengan nilai 0,821 W/mK.
3. Aplikasi percobaan *coolbox* yang terbaik yang mampu mempertahankan pendinginan lebih lama adalah *coolbox 3 (styrofoam)* yang dapat mempertahankan suhu lebih dari 24 jam.
4. *Coobox 1* (serbuk kayu + kain goni) dapat mempertahankan waktu pendinginan lebih lama dengan selisih 4 jam 30 menit dari *coolbox 2* (serbuk kayu) pada rentang suhu sampai 25 °C, sehingga penambahan karung goni baik digunakan sebagai bahan insulasi.
5. Aplikasi *coolbox 1* dan *coolbox 2* tidak cocok digunakan pada kapal *one day fishing* dikarenakan untuk mempertahankan suhu sampai 25 °C yang hanya kurang dari 24 jam. Hal ini dikarenakan komposit serbuk kayu dan semen putih kurang efektif sebagai bahan insulasi.

5.2 Saran

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dan didapatkan kesimpulan, maka saran yang dapat diberikan demi kesempurnaan penelitian selanjutnya adalah:

1. Pengujian sebaiknya dilakukan dengan menggunakan peralatan dan perlengkapan pengujian yang sudah baku dan berstandar pengujian bahan insulasi.
2. Penggunaan beban pendingin seperti ikan lebih aplikatif dalam pengukuran lama waktu pendinginan serta penyerapan panas ikan dalam *coolbox*.
3. Penelitian dengan insulasi serbuk kayu dan kain goni dapat dikembangkan lebih lanjut dengan perekat lain yang lebih baik dan dilakukan pengujian seperti daya tahan bahan insulasi terhadap pelapukan atau lama pemakaian.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ajie Putranto, Manunggal dan Yamin, Mad. 2012. "Pengendalian Suhu Ruang pada Budidaya Jamur Tiram dengan Karung Goni Basah", Technical Paper, Jurnal Keteknikan Pertanian Vol. 26 No. 2 hal 137-142
- Alian, Helmy. 2011. "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Semen Putih terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Komposit *Glass Fiber Reinforce Plastic* (GFRP) Berpenguat Serat *E-Glass Chop Strand Mat* dan Matriks *Resin Polyester*", Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3, hal 401-4015
- American Society for Testing and Material (ASTM) E 1225-13. 2013. "*Standard Test Method for Thermal Conductivity of Solids Using the Guarded-Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique*", Annual Book of ASTM, United States.
- Antonius. 2013. "Respon Tegangan-Regangan Beton Berserat Goni pada Suhu Tinggi", Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta.
- Asy'ari Aziz, Alwi. 2012. "Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Menggunakan Es Kering", Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Baheramsyah, A. 2007. "Sistem Pendinginan Ruang Palka Ikan Dengan CO₂ yang Disirkulasikan", Prosiding Seminar Nasional Tahunan IV, hal. 1-7.
- Comfortable Low Energy Architecture. Thermal Conductivity, <URL:http://new-learn.info/packages/clear/thermal/buildings/building_fabric/properties/conductivity.html>.
- Finnish Forest Industries Federation. 2002. "*Handbook of Finnish Plywood*", Finland.
- Fitinline. 2013. Kain Goni, <URL:<https://fitinline.com/article/read/kain-goni/>>.
- Hidayat, Mochamad. 2017. "Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu sebagai Campuran Polyurethane pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional", Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Holman, J. P. 2010. "*Heat Transfer*", Tenth Edition, McGraw-Hill, New York.
- Ilyas, Sofyan. 1983. "Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, Teknik Pendingin Ikan," CV. Paripurna, Jakarta.
- Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908:2003. 2003. "*Particleboards*", Japanese Standards Association, Japan.

- Kholis, M. N., Syofyan, I., Isnaniah. 2014. “*Study Use Powder As Raw Materials Manufacturing Saws Insulator Cooling Box Fish (Coolbox) Used Traditional Fisherman*”.
- Kreith, F. 1976. “Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas”, Edisi Ketiga, (Alih Bahasa: A Priyono), Erlangga, Jakarta.
- Riadi, Muchlisin. 2013. Limbah Kayu,
<URL:<http://www.kajianpustaka.com/2013/03/limbah-kayu.html>>.
- Semin, Baheramsyah A., Amiadji, Abdul Rahim Ismail. 2011. “*Effect of Dry Ice Application in Fish Hold of Fishing Boat on the Fish Quality and Fisherman Income*”, American Journal of Applied Sciences, 8(12), hal. 1263-1267.
- Setiawan, R. A. 2016. “Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Kopi terhadap Nilai Konduktivitas Termal Komposit dengan Matrik *Polyester Eterset 2504-APT*”, Jurnal ROTOR, Volume 9 Nomor 1.
- Shawyer M. dan Pizzali A. F. M. 2003. “*The Use of Ice on Small Fishing Vessels*”, FAO of The United Nations, Rome.
- Sondana, Agung. 2013. “Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Teknologi Insulasi Vakum”, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-0129-2004. 2004. “Semen *Portland Putih*”, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Indonesia.
- Widyorini, Ragil. “Karakteristik Komposit Tanpa Perekat (*Binderless Composite*) dari Limbah Pengolahan Kayu”.

LAMPIRAN

Tabel Hasil Percobaan

No	Waktu (menit)	Temperatur (°C)			
		<i>Coolbox 1</i> (Serbuk Kayu + Kain Goni)	<i>Coolbox 2</i> (Serbuk Kayu)	<i>Coolbox 3</i> (<i>Styrofoam</i>)	Lingkungan
1	0	22	22	22	29,4
2	10	17,7	18,9	11,1	29,4
3	20	17,1	18,4	11,3	29,4
4	30	16,8	18,3	11,1	29,4
5	40	16,6	18,1	11,1	29,4
6	50	16,6	18,1	11,1	29,4
7	60	16,6	18,1	10,6	29,4
8	80	16,8	18,4	10,8	29,5
9	100	17,1	18,9	11,2	29,4
10	120	17,4	19,2	11,2	29,4
11	140	17,8	19,6	11,4	29,4
12	160	18,3	20	11,6	29,5
13	180	19	20,4	11,7	30
14	200	19,5	20,6	11,9	30
15	220	20,1	21	11,9	29,6
16	240	20,5	21,1	12,5	29,2
17	260	20,7	21,2	12,5	29,2
18	280	20,9	21,1	12,5	29,2
19	300	21,1	21,4	12,5	29,6
20	320	21,2	21,6	12,6	29,2
21	340	21,3	21,6	12,5	29,1
22	360	21,3	21,7	12,6	29,4
23	380	21,4	21,8	12,8	29,6
24	400	21,4	21,8	12,9	29,6
25	420	21,3	22	13,5	30
26	440	21,3	22	13,4	30
27	460	21,4	22	13,5	30
28	480	21,4	22,1	13,6	30
29	500	21,4	22,1	13,6	30

30	520	21,4	22,1	14,1	30
31	540	21,3	22,1	14,3	30
32	560	21,4	22,1	14,5	30
33	580	21,4	22,3	14,7	29,9
34	600	21,4	22,3	14,7	29,9
35	620	21,4	22,4	14,9	29,2
36	640	21,4	22,5	15,2	29,6
37	660	21,4	22,6	15,3	29,6
38	680	21,4	22,7	15,5	29,6
39	700	21,4	22,9	15,5	29,6
40	720	21,4	23	15,7	29,6
41	750	21,5	23,2	16	29,6
42	780	21,6	23,5	16,5	29,6
43	810	21,7	23,8	16,5	29,2
44	840	21,9	24	16,7	29,6
45	870	22	24,3	17,5	29,6
46	900	22,4	24,6	17,3	29,2
47	930	22,6	24,9	17,5	29,2
48	960	22,8	25,1	17,5	29,2
49	990	23,1	25,4	17,8	29,2
50	1020	23,6	25,9	17,8	29,2
51	1050	24	26,1	17,6	29,2
52	1080	24,2	26,2	18,1	29,2
53	1110	24,4	26,3	18,1	29,2
54	1140	24,6	26,5	18,1	29,2
55	1170	24,8	26,6	18,1	29,2
56	1200	24,9	26,7	18,1	29,1
57	1230	25,1	26,7	18,1	28,5
58	1260	25,4	26,9	18,3	28,5
59	1290	25,6	27,1	18,4	28,5
60	1320	25,7	27,2	18,7	29,1
61	1350	25,9	27,3	18,8	29,2
62	1380	26	27,5	18,9	29,3
63	1410	26,1	27,6	19	29,4
64	1440	26,2	27,7	19	29,4

Bahan dan Alat



Semen Putih



Timbangan



Sebuk kayu



Ayakan tepung



Termometer



Cetakan spesimen kekuatan *bending*



Cetakan spesimen massa jenis (kiri) dan konduktivitas termal (kanan)



Karung goni

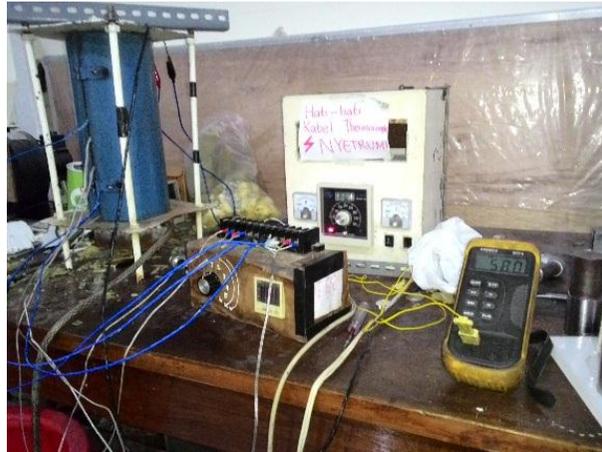


Coolbox serbuk kayu



Coolbox styrofoam

Proses Percobaan



Pengujian konduktivitas termal



Pembuatan *coolbox*



Pelapisan *coolbox* dengan *fiberglass*



Es basah untuk pengujian *coolbox*



Pengukuran temperatur *coolbox*

Laporan Uji Kekuatan *Bending* (*Bending Strenght Test*)



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

LAPORAN PENGUJIAN

Test Report

No. 2820-2823/17/LHU/3/VI/2017

NO. ANALISA : P 2820 – P 2823
Analisa No.

KOMODITI : Komposit Serbuk Kayu dan Semen Putih
Commodity

DIBUAT UNTUK : MIFTAH NUR HIDAYAT
Executed For

ALAMAT : Jombor RT. 02 RW. 022 Krakitan Bayat Klaten – Jawa Tengah
Adress

DITERIMA TANGGAL : 26 Mei 2017
Received Date

URAIAN SAMPEL : Telah diterima 4 (empat) buah sample komposit serbuk kayu dan semen putih dengan
Detail of Sample
data sebagai berikut:

a. Ukuran, mm : 200 x 50 x 10
b. Keadaan luar : Baik
c. Kode : Perbandingan 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5

Sampel tersebut diatas telah dilakukan pengujian sesuai dengan permintaan

TANGGAL PENGUJIAN : 7 Juni 2017
Tested Date

METODE UJI : Sesuai permintaan
Test Method

METODE PENGAMBILAN CONTOH : -
Sampling Method

HASIL PENGUJIAN : Terlampir
Test Result

DITERBITKAN TANGGAL : 09 Juni 2017
Issued Date

Kepala Seksi
Pengembangan Jasa Teknik





**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

Nomor Analisa : P 2820 – P 2823
Jenis Sampel : Komposit serbuk kayu dan semen putih
Ukuran, mm : 200 x 50 x 10
Kode : Perbandingan 1:1 , 1:1.5 , 1:2 , 1:2.5

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji												
			P 2820 1:1			P 2821 1:1,5			P 2822 1:2			P 2823 1:2,5			
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1	Uji Lentur														
	- Jarak tumpuan	mm	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
	- Beban Lentur	N	2,60	2,02	1,80	0,35	0,31	0,36	0,66	1,26	0,54	3,00	1,31	1,87	

Catatan :

- Sampel diuji sesuai permintaan
- Sampel tidak diberi perlakuan

Surabaya, 09 Juni 2017
Laboratorium Fisika



Fany Aditama, ST, MT.
NIP. 197801102002121005

Laporan Uji Konduktivitas Termal



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PERPINDAHAN PANAS DAN MASSA
JURUSAN TEKNIK MESIN – FTI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Kampus ITS Keputih-Sukolilo, Surabaya-60111 Fax (031)5922941

Surabaya, 29 Mei 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini Koordinator Pratikum Perpindahan Panas menerangkan bahwa:

Nama : Miftah Nur Hidayat
NRP : 4213100089
Fakultas : Teknologi Kelautan
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan

Telah melakukan pengambilan data Uji Konduktivitas Termal pada tanggal 13 – 21 Mei 2017 di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Departemen Teknik Mesin FTI-ITS.

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Hormat Kami,
Koordinator Pratikum Perpindahan Panas


Ahmad Tarmizi
NRP. 2113100149

Hasil Pengambilan Data

Variasi komposisi Spesimen	Set Point Termocontrol (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Temperatur tiap titik (°C)							Konduktivitas Termal (W/mK)
				T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Serbuk kayu + semen putih (1 : 1)	60	220	1,5	58,4	58,3	41,5	28,1	27,1	27,1	27,1	1,072
	80	220	1,5	64,4	64,3	46,5	28	27,1	27,1	27,1	0,776
	100	220	1,5	73,4	73,3	51,3	28	27,1	27,1	27,1	0,616
Serbuk kayu + semen putih (1 : 1,5)	60	220	1,5	60	59,9	40,7	28,3	27,2	27,1	27,1	1,159
	80	220	1,5	66,7	66,6	45,7	28,3	27,2	27	27	0,825
	100	220	1,5	76	75,9	49,6	28,2	27,1	27	27	0,671
Serbuk kayu + semen putih (1 : 2)	60	220	1,5	59,1	59	39,1	28	27,3	27	27	1,295
	80	220	1,5	69,6	69,5	44,2	28	27,2	27,1	27,1	0,886
	100	220	1,5	83,8	83,7	48,5	28,1	27,2	27,1	27,1	0,704
Serbuk kayu + semen putih (1 : 2,5)	60	220	1,5	59,4	59,3	38,4	28,2	27,3	27,1	27,1	1,409
	80	220	1,5	68,8	68,7	43,1	28,3	27,3	27,1	27,1	0,970
	100	220	1,5	86,4	86,3	46,1	28,2	27,2	27	27	0,802

Penanggungjawab


 Ahmad Tarmizi
 NRP. 2113100149

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Klaten, 2 November 1994. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Terlahir dengan nama Miftah Nur Hidayat dari pasangan suami istri, Sukino dan Ninik Hartini. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Aisiyah Busthanul Athfal 2 Krakitan pada tahun 1999 hingga tahun 2001. Kemudian melanjutkan pendidikan ke SD Negeri 1 Kadibolo hingga lulus tahun 2007. Setelah lulus, penulis melanjutkan ke SMP Negeri 1 Wedi hingga lulus tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan ke SMA Negeri 1 Klaten hingga lulus tahun 2013. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis mengambil bidang keahlian

Marine Machinery and System (MMS). Selama perkuliahan, penulis aktif dalam bidang akademis dan non akademis. Dalam bidang akademis, penulis aktif sebagai Grader Turbin Pelton Praktikum Mesin Fluida DTSP FTK-ITS tahun ajaran semester genap 2016/2017. Dalam bidang non akademis, penulis aktif sebagai Staff Departemen Sosial Masyarakat BEM FTK-ITS periode 2015-2016. Penulis juga pernah menjadi panitia kegiatan Marine Icon 2015 sub lomba “Dragon Boat Race” dan Marine Icon 2016 sub lomba “Robotic Boat Competition”. Untuk pengalaman praktik lapangan, penulis melakukan kerja praktek di PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya selama 1 bulan dan di PT. Biro Klasifikasi Indonesia Cabang Madya Klas Semarang selama 1 bulan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”