



TUGAS AKHIR – ME141501

**MODIFIKASI KOTAK PENDINGIN IKAN PADA KAPAL IKAN TRADISIONAL
MENGUNAKAN INSULASI BERBAHAN TONGKOL JAGUNG**

M. Denny Pratama
NRP 0421144000030

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana, S.T , M.T

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR – ME141501

**MODIFIKASI KOTAK PENDINGIN IKAN PADA KAPAL IKAN
TRADISIONAL MENGGUNAKAN INSULASI BERBAHAN TONGKOL
JAGUNG**

M. Denny Pratama
NRP 0421144000030

Dosen Pembimbing

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana, S.T , M.T

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

Halama ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT – ME141501

**MODIFICATION OF COOLING BOX IN TRADITIONAL FISHING TRADING
USING INSTULATION OF CORN COB**

M. Denny Pratama
NRP 0421144000030

Supervisor
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana, S.T , M.T

**DEPARTMENT OF MARINE OF ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

Halama ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN
MODIFIKASI KOTAK PENDINGIN IKAN PADA KAPAL IKAN
TRADISIONAL MENGGUNAKAN INSULASI BERBAHAN TONGKOL
JAGUNG

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:

M. DENNY PRATAMA
NRP. 0421144000030

Disetujui oleh Pembimbing Tugas akhir :

- 1) **Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc**
NIP. 1968 0129 1992 03 1001

- 2) **Ede Mehta Wardhana S.T , MT**
NIP. 1992 2017 11048


()

SURABAYA
JULI, 2018

Halama ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN
MODIFIKASI KOTAK PENDINGIN IKAN PADA KAPAL IKAN
TRADISIONAL MENGGUNAKAN INSULASI BERBAHAN TONGKOL
JAGUNG

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:

M. DENNY PRATAMA

NRP. 0421144000030

Disetujui oleh :
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Halama ini sengaja dikosongkan

MODIFIKASI KOTAK PENDINGIN IKAN PADA KAPAL IKAN TRADISIONAL MENGGUNAKAN INSULASI BERBAHAN TONGKOL JAGUNG

Nama : M. Denny Pratama
NRP : 0421144000030
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS
Dosen Pembimbing 1 : 1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : 2. Ede Mehta Wardhana, S.T , M.T

Abstrak

Ikan merupakan salah satu jenis hewan laut yang begitu digemari untuk dijadikan sebagai menu santapan. ikan biasanya diperdagangkan dalam keadaan segar, memerlukan serangkaian penanganan dalam mengemas ikan agar tetap dalam keadaan segar. Penanganan dapat dilakukan dengan menggunakan kotak pendingin (Cool Box). Proses penanganan temperatur tersebut tidak lepas dari sistem insulasi yang terletak pada kotak pendingin (Cool Box). Pada saat ini mayoritas nelayan Indonesia relatif masih menggunakan kotak pendingin (Cool Box) yang terbuat dari Styrofoam. Pada penelitian ini bertujuan untuk kotak pendingin dengan menggunakan tongkol jagung yang dijadikan sebagai bahan untuk insulasi pada kotak pendingin (Cool Box). Hasil pengujian didapatkan komposisi tongkol jagung terbaik yaitu 60:40 dimana memiliki nilai konduktivitas termal sebesar 0,7830 W/mK dan massa jenis sebesar 0,22 gr/cm³ . pada percobaan yang telah dilakukan dengan menggunakan 2 kg es basah dan 400 gr ikan tongkol. Hasil percobaan menunjukkan temperature minimum yang di capai coolbox sebesar 2,2°C, lalu untuk titik T2 (pada badan ikan) suhu terendah yang dicapai sebesar -0,7°C, dan untuk titik T3 (ruang coolbox) suhu minimum yang dicapai sebesar 18,1°C. Hal ini menunjukkan coolbox dengan menggunakan insulasi tongkol jagung mampu mengawetkan ikan selama 10 jam.

Kata kunci : Teknologi Insulasi, Coolbox, Konduktivitas Termal.

Halama ini sengaja dikosongkan

MODIFICATION OF COOLING BOX IN TRADITIONAL FISHING TRADING USING INSTULATION OF CORN COB

Student Name : M. Denny Pratama
NRP : 0421144000030
Department : Marine Engineering FTK-ITS
Supervisor 1 : 1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Supervisor 2 : 2. Ede Mehta Wardhana, S.T , M.T

Abstract

Fish is one kind of sea creatures that are so popular to become dishes. Fish are usually traded in a fresh state, it requires some steps to pack the fishes to keep it fresh. One of the steps can be performed by using coolbox. The process of maintaining the temperature is not separated from the insulation system located on the Cool Box. At this time the majority of Indonesian fishermen relatively still use a Cool Box made of Styrofoam. In this study the cooling box is made of corn cobs as the material for the insulation. The best composition based in the result is 60:40 where the thermal conductivity value is 0,7830 W/mK and the density is 0,22 g/cm³. This experiments has done by using 2 kg of ice and 400 gr of fish. The experimental results show the minimum temperature reached by the coolbox of 2.2 °C, then for the point of T2 (in the fish body) reached the lowest temperature at -0.7 °C, and for the point of T3 (coolbox space) reached the lowest temperature at 18, 1 °C. This shows the cool box using insulation of corn cob capable of preserving fish for 10 hours.

Keyword : Insulation Technology, Coolbox, Conductivity of Termal.

Halama ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “*Modifikasi Kotak Pendingin Ikan Pada Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Insulasi Berbahan Tongkol Jagung*”. Laporan ini disusun untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir Departemen Teknik Sistem Perkapalan.

Dalam penyusunan dan pengerjaan tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

- 1) Tuhan yang Maha Esa Allah S.W.T, atas berkah dan rahmat karunia yang telah diberikan kepada penulis.
- 2) Bapak, ibu, dan Saudara tercinta yang telah memberikan dukungan berupa materiil, dorongan semangat dan cinta kasih, serta dukungan setiap waktu kepada penulis.
- 3) Dr. Eng. M. Badruz Zaman, ST., MT. selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
- 4) Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc dan Ede Mehta Wardhana, S.T , M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan semangat,dukungan dan masukan serta ilmu pengetahuan kepada penulis.
- 5) Ir. H. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phill selaku dosen wali yang selama penulis belajar di Departemen Teknik Sistem Perkapalan selalu memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis.
- 6) Seluruh dosen dan staff pengajar di Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menempuh studi.
- 7) Nabilah Amirah selaku orang yang telah membantu penulis dalam melaksanakan tugas akhir selama ini dan juga telah memberikan dukungan mental maupun moril kepada penulis.
- 8) Kepada team coolbox, Iqbal Nasrullah, M. Azis Husein, Puteri Sihombing dan Yuniar N.H.E yang telah memberikan dan berbagi ilmu agar dalam pengerjaan tugas akhir ini berjalan lancar.
- 9) Rekan – rekan di Marine Machinery and System (MMS) laboratory yang saling menjaga semangat untuk menyelesaikan tugas akhir bersama sama
- 10) Teman-teman angkatan 2014 (Mercusuar 14) yang selalu memberikan semangat serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. akhirnya penulis berharap semoga apa yang telah penulis selesaikan ini bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 16 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vii
Abstrak	ix
Abstract	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Teknologi Insulasi	3
2.2 Isolasi Panas	3
2.3 Cool Box	4
2.4 Tongkol Jagung	4
2.5 Perpindahan Panas	6
2.6 Konduksi	6
2.7 Konveksi	6
2.8 Radiasi	7
2.9 Perekat Polyurethane	8
2.10 Penelitian Sebelumnya	8
BAB III METODOLOGI	11
3.1 Metodologi Penelitian	11
3.2 Tahapan Pengerjaan Tugas akhir	14
3.2.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah	14

3.2.2.	Studi Literatur	14
3.2.3.	Pembuatan Spesimen	14
3.2.4.	Pembuatan Spesimen untuk uji Massa Jenis	17
3.2.5.	Pembuatan Spesimen untuk Uji Konduktivitas Termal.....	18
3.2.6.	Pengujian Spesimen.....	20
3.2.7.	Perancangan Alat	22
3.2.8.	Percobaan	23
3.2.9.	Analisa Hasil Percobaan	24
3.2.10.	Kesimpulan.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil dan Pembahasan	25
4.1.1.	Hasil dan Pembahasan Spesimen Untuk Pengujian Massa Jenis. 25	
4.1.2.	Hasil dan Pembahasan Pembuatan Spesimen Untuk Pengujian Konduktivitas Termal.	29
4.2	Pengumpulan Data Hasil Uji Spesimen	33
4.2.1.	Hasil Pengujian Massa Jenis Spesimen.....	33
4.2.2.	Hasil Pengujian Konduktivitas Termal	34
4.3	Pembuatan Cool Box	46
4.4	Percobaan CoolBox	47
4.4.1.	Peralatan dan Bahan yang digunakan.....	47
4.4.2.	Langkah Percobaan.....	48
4.5	Analisa Percobaan	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....		63
LAMPIRAN		65
BAHAN DAN ALAT.....		65
BIODATA PENULIS.....		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kotak Pendingin	4
Gambar 2. 2 Granul tongkol Jagung (Jorge Pinto, 2009).....	5
Gambar 3. 1 Flow Chart	13
Gambar 3. 2 Tongkol Jagung	15
Gambar 3. 3 Potongan Jagung	16
Gambar 3. 4 Jagung yang telah dihancurkan	16
Gambar 3. 5 Proses Penjemuran Tongkol Jagung	17
Gambar 3. 6 Alat Pencetak Spesimen Massa Jenis	17
Gambar 3. 7 Spesimen Uji Konduktivitas Termal	18
Gambar 3. 8 Cetakan dari Pipa PVC	19
Gambar 3. 9 Spesimen Massa Jenis	21
Gambar 3. 10 Alat Timbangan	21
Gambar 3. 11 Gambar Rancangan Insulasi.....	23
Gambar 4. 1 Spesimen untuk Pengujian Massa Jenis	25
Gambar 4. 2 Spesimen 1 Massa Jenis (50%-50%)	26
Gambar 4. 3 Spesimen 2 Massa Jenis (60%-40%)	26
Gambar 4. 4 Spesimen 3 Massa Jenis (70%-30%)	27
Gambar 4. 5 Spesimen 4 Massa Jenis (80%-20%)	28
Gambar 4. 6 Spesimen 5 Massa Jenis (90%-10%)	28
Gambar 4. 7 Spesimen untuk Pengujian Konduktivitas Termal	29
Gambar 4. 8 Spesimen Konduktivitas (50% - 50%)	30
Gambar 4. 9 Spesimen 2 Konduktivitas Termal (60% - 40%).....	30
Gambar 4. 10 Spesimen Uji Konduktivitas Termal (70% -30%).....	31
Gambar 4. 11 Spesimen Uji Konduktivitas Termal (80% - 20%).....	32
Gambar 4. 12 Spesimen Uji Konduktivitas Termal (90% - 10%).....	32
Gambar 4. 13 Grafik Massa Jenis dari Berbagai Spesimen	34
Gambar 4. 14 Skema Pengujian Termal (Abidin, 2017).....	35
Gambar 4. 15 Tabel Properti Temperatur	40
Gambar 4. 16 Grafik Hasil Pengujian Konduktivitas Termal	45
Gambar 4. 17 Coolbox	47
Gambar 4. 18 Gambar Thermometer	48
Gambar 4. 19 Ikan Tongkol.....	48
Gambar 4. 20 Percobaan berlangsung	50
Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan T1 (Tongkol Jagung) dan T1 (Styrofoam)52	
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan T2 (Tongkol Jagung) dan T2 (Styrofoam)55	
Gambar 4. 23 Grafik perbandingan T3 (Tongkol jagung) dan T3 (Styrofoam) 58	

Halama ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konduktivitas Termal (Jorge Pinto, 2009).....	5
Tabel 4. 1 Perbandingan Massa Jenis Spesimen	33
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Uji Spesimen Konduktivitas Termal.....	45
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Massa Jenis dan Konduktivitas Termal.....	46
Tabel 4. 4 Hasil Pengambilan Data T1 (dasar kotak pendingin).....	50
Tabel 4. 5 Hasil Pengambilan Data T2 (Badan Ikan)	53
Tabel 4. 6 Hasil Pengambilan Data T3 (ruang kotak pendingin)	56

Halama ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan merupakan salah satu makanan yang memiliki sumber protein dan gizi yang tinggi dan sangat penting untuk menunjang pertumbuhan setiap orang yang memakanya. Sebagai salah satu makanan yang tinggi akan protein dan nilai gizinya maka dari itu perlu penanganan yang tepat agar kualitas dari ikan tetap terjaga, agar nilai gizi yang terkandung di dalam ikan tersebut tidak berkurang. Sebagaimana besar ikan yang telah ditangkap oleh nelayan tradisional akan di simpan pada ruang penyimpanan berupa kotak pendingin (Cool Box). Permasalahan yang sering terjadi adalah menurunnya kualitas dari ikan akibat ikan yang sudah tidak dalam keadaan segar lagi baik dari segi bentuk tekstur tubuh yang sudah tidak sempurna maupun bau yang tidak sedap yang berasal dari ikan tersebut. Sehingga akan menurunkan nilai jual dari ikan itu sendiri.

Cara yang paling sering digunakan dalam menangani hal tersebut adalah dengan menggunakan metode sistem pendinginan. Metode yang digunakan oleh nelayan tradisional ini adalah menggunakan es balok (es basah), namun cara ini masih dinilai kurang efektif karena es balok (es basah) memiliki berat yang tinggi dan memerlukan ruangan yang cukup dan berefek terhadap kurangnya hasil tangkapan selain itu es balok (es basah) ini juga cepat mencair. Cara lain yaitu dengan penggabungan antara beberapa media yaitu es balok (es basah) dan es kering, penelitian sebelumnya dengan cara ini terbukti memperlama pencairan es yang awalnya 2110 menit (35 jam 20 menit) menjadi 3110 menit (51 jam 50 menit). Penggunaan insulasi pada kotak pendingin ikan bisa mempertahankan dingin selama 75 jam dengan suhu terbaiknya -2°C - -3°C . insulasi yang dipakai disini adalah dengan menggunakan Freon (Indraswara Dinda Putra, 2014).

Inovasi yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan tongkol jagung sebagai bahan insulasi, tanaman jagung merupakan salah satu sumber makanan yang memiliki beberapa kegunaan yaitu bisa menjadi pengganti nasi ataupun makanan yang mengandung karbohidrat lainnya, saat ini pemanfaatan jagung hanya sebatas sebagai salah satu sumber makanan saja, selain sebagai salah satu sumber makanan ternyata fungsi dari tanaman jagung itu sendiri lebih dari sekedar sumber makanan saja, karena tanaman jagung memiliki kemampuan sebagai isolator dan dapat menjadi salah satu bahan untuk pembuatan insulasi (Jorge Pinto, 2009), sehingga diharapkan dengan ditambahkan insulasi ini dapat menambah waktu pendinginan dikotak pendingin. Dan dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu usaha untuk melestarikan lingkungan hidup.

Penelitian pada tugas akhir ini bertujuan untuk merancang prototype sistem pendingin dengan menambahkan insulasi menggunakan tongkol jagung dan diharapkan dapat mempertahankan suhu temperature tetap.

1.2 Perumusan Masalah

- 1) Apakah alat pendingin dengan insulasi yang menggunakan tongkol jagung yang dirancang dapat mempertahankan temperature pada kotak pendingin ?
- 2) Apakah kotak pendingin dengan insulasi yang menggunakan tongkol jagung dapat mengawetkan ikan lebih lama ?
- 3) Komposisi campuran manakah yang terbaik untuk pembuatan coolbox ?

1.3 Batasan Masalah

- 1) Penerapan insulasi yang menggunakan tongkol jagung hanya pada kotak pendingin yang berisi es basah (es balok).
- 2) Dalam penelitian ini hanya menentukan nilai massa jenis, konduktivitas termal,.
- 3) Alat pendingin merupakan kotak pendingin (Cool Box) yang dimodifikasi dengan metode insulasi menggunakan tongkol jagung

1.4 Tujuan Penelitian

- 1) Mengetahui apakah alat pendingin dengan insulasi yang menggunakan tongkol jagung dirancang dapat mempertahankan temperature pada kotak pendingin.
- 2) Mengetahui seberapa optimal sistem pendingin dengan pengaruh insulasi tongkol jagung terhadap temperatur dan waktu pendinginan di ruang penyimpanan ikan.
- 3) Mengetahui komposisi campuran terbaik untuk pembuatan coolbox

1.5 Manfaat Penelitian

- 1) Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah memberikan informasi tentang tingkat optimalisasi dari sistem pendingin yang menggunakan insulasi tongkol jagung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknologi Insulasi

Insulasi adalah suatu metode atau proses yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas/kalor. Insulasi dapat mengacu pada insulasi termal, insulasi bangunan, insulasi bangunan, insulasi akustik, material insulasi listrik, dan insulasi pipa. Pada penelitian ini menggunakan insulasi termal yang merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengurangi laju aliran perpindahan panas. Panas dapat berpindah secara konduksi, konveksi dan radiasi aliran panas bisa dikendalikan dengan proses tersebut tergantung kepada sifat material yang digunakan. Bahan yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas disebut isolator atau insulator. Sebagian besar material mempunyai sifat insulasi namun terdapat tiga bagian besar tipe insulation, adalah :

- Capacitive insulation, memiliki karakteristik yang bermanfaat banyak jika fluktuasi temperature diantara dua permukaan sangat besar. Sehingga insulasi jenis ini tidak bekerja dalam kondisi steady-state. Metode ini memanfaatkan penundaan aliran panas yang tersimpan dalam material bangunan tersebut (time-lagi). Sehingga dapat memindahkan kondisi puncak aliran panas pada waktu yang dibutuhkan.
- Reflective insulation, ialah mereduksi aliran radiasi panas kemampuan material untuk menyerap atau meradiasikan kembali infra-red sangat tergantung dari bentuk dan warnanya. Penyerap paling bagus adalah material dengan warna hitam dan sebaliknya warna putih merupakan paling bagus sifat reflektifnya.
- Resistive insulation, merupakan menghambat aliran panas dengan menghandalkan nilai resistan pada proses konduksi (Abidin, 2017)

2.2 Isolasi Panas

Isolasi panas merupakan metode atau proses yang digunakan yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas. Aliran panas dapat dikendalikan dengan proses insulasi, tergantung dengan sifat material yang dipakai. Sehingga insulasi sangat bagus untuk melindungi kotak pendingin agar dapat menyimpan produk lebih tahan lama. Untuk mendapatkan suhu di ruang pendingin lebih efisien maka isolasi yang baik memiliki sifat seperti, konduktivitas rendah, penyerapan uap air rendah, tahan terhadap penyebab kebusukan pada produk. Tahan terhadap bahan-bahan kimia, tidak membahayakan kesehatan, dan mudah ditangani. Nilai konduktivitas terbaik dari isolator berkisar antara 0,034 – 0,021 w/m/K (Abidin, 2017) dalam (S. Arbintarso, 2008). Beberapa bahan isolasi yang biasa digunakan seperti gabus, kayu kering, sekam padi, fiberglass, polyurethane, polystyrene, mineralwool dan udara vakum.

2.3 Cool Box

Kualitas dari ikan sangat penting bagi nelayan dan masyarakat, karena semakin bagus kualitas suatu ikan makan akan semakin tinggi harga ikan tersebut, hal yang berpengaruh dari kualitas ikan hasil tangkapan nelayan adalah kondisi dari ruang penyimpanan ikan dikapal. Oleh karena itu proses penyimpanan ikan dikapal harus dibuat sebagus mungkin dengan sistem pendingin yang baik. Media penyimpanan dengan sistem pendingin ini biasa disebut juga dengan Cool Box.



Gambar 2. 1 Kotak Pendingin

Cool Box tidak hanya digunakan dikapal, namun pada kehidupan sehari-hari cool box banyak digunakan sebagai tempat penyimpanan daging, sayur, buah-buahan, es batu, dan memiliki sistem pendingin yang baik. Coolbox digunakan sebagai tempat penyimpanan ikan sementara dikapal sebelum ikan didistribusikan ke darat.

2.4 Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan limbah tanaman dimana tongkol tersebut merupakan bagian dari jagung itu sendiri yaitu dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung) tongkol terbungkus kelobot (kulit buah), dan juga secara morfologi tongkol jagung adalah tangkai utama malai yang termodifikasi. Di Indonesia sendiri tongkol jagung dipakai sebagai bahan pakan yang disediakan untuk binatang seperti sapi potong dan lain-lain. Tongkol jagung juga dapat berfungsi sebagai sumber karbohidrat potensial untuk dijadikan salah satu bahan pangan pengganti nasi, selain sebagai sumber makanan tongkol juga dapat berfungsi sebagai bahan baku industri makanan seperti pembuatan makanan ringan dan jenis lainnya, Kandungan yang terdapat pada tanaman jagung ini berupa xylan 31,1% selulosa 34,3%, lignin, 17,7%, dan abu 16,9%. (Ahmad Rasyidi Fachry*, 2013) Komposisi kimia tersebut membuat tongkol jagung dapat digunakan sebagai sumber energi, bahan pakan ternak, dan sebagai sumber karbon bagi

pertumbuhan mikro organisme. Berdasarkan basis berat jagung bertongkol diperkirakan 40%-50% adalah tongkol jagung (Bregas S. T. Sembodo*, 2015).



Gambar 2. 2 Granul tongkol Jagung (Jorge Pinto, 2009)

Selain sebagai salah satu sumber makanan, tongkol jagung seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 juga mempunyai beberapa manfaat yaitu sebagai insulasi, hal ini dikarenakan hasil dari penelitian mahasiswa yang berasal dari University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal membuktikan bahwa konduktivitas termal yang dimiliki oleh tongkol jagung ini relatif rendah yaitu sebesar $0,058 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (Jorge Pinto, 2009). Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 Konduktivitas Termal

Tabel 2. 1 Konduktivitas Termal (Jorge Pinto, 2009)

Material Insulasi	Konduktivitas Termal $\text{W/m}^\circ\text{C}$
Corn Cob	0,058
EPS	0,04
XPS	0,032
Polyurethane	0,023
Cork (granulated)	0,032-0,045
Glass wool	0,039
Rock wool	0,037
Expanded day	0,103-0,108

2.5 Perpindahan Panas

Perpindahan panas ialah suatu energy yang berpindah karena perbedaan suhu yaitu dari suhu tinggi ke suhu rendah. Selain adanya perubahan suhu, panas ini nantinya akan merambat pada daerah sekitarnya. Perpindahan panas terdiri dari tiga cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.6 Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan kalor melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian bagian zat itu. Perpindahan kalor dengan cara konduksi pada umumnya terjadi pada zat padat (Yunianto, 2008). Suatu zat yang dapat menghantarkan panas disebut dengan konduktor, seperti bahan logam. Perpindahan kalor konduksi dapat juga diartikan perpindahan energi sebagai kalor melalui sebuah proses medium stasioner, seperti tembaga, air, atau udara. Di dalam benda-benda padat maka perpindahan tenaga timbul karena atom-atom pada temperatur yang lebih tinggi bergetar dengan lebih bergerak lincah, sehingga atom-atom tersebut dapat memindahkan tenaga kepada atom-atom yang tidak banyak bergerak yang berada di dekatnya dengan kerja mikroskopik, yakni kalor. Di dalam logam-logam, elektron-elektron bebas juga membuat kontribusi kepada proses hantaran kalor. Di dalam sebuah cairan atau gas, molekul-molekul juga mudah bergerak, dan tenaga juga dihantar oleh tumbukan-tumbukan molekul. (W.C. Reynolds, 1983)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung perpindahan kalor secara konduksi mengikuti hukum Fourier yaitu

$$q = k \cdot A \frac{dy}{dx} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana q adalah laju perpindahan kalor konduksi, dT/dx merupakan gradient suhu kearah perpindahan panas, k merupakan konstanta konduktifitas termal dari benda dan nilai minus untuk memenuhi hukum kedua termodinamika.

2.7 Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas dari suatu tempat ketempat lain karena adanya perpindahan fluida, proses perpindahan panas melalui proses perpindahan massa. Aliran fluida akan berlangsung sendiri akibat adanya perbedaan massa jenis karena adanya perbedaan temperatur. Konveksi panas pada aliran bebas disebut dengan konveksi bebas. Mekanisme fisis perpindahan panas konveksi berhubungan dengan proses konduksi. (pelajaran.co.id, n.d.)

Perpindahan kalor secara konveksi dapat dikelompokkan menurut gerakan alirannya, yaitu konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection). Apabila gerakan fluida tersebut terjadi sebagai akibat dari perbedaan densitas (kerapatan) yang disebabkan oleh gradient suhu maka disebut konveksi bebas

atau konveksi alamiah (natural convection). Bila gerakan fluida tersebut disebabkan oleh penggunaan alat dari luar, seperti pompa atau kipas, maka prosesnya disebut konveksi paksa

Konveksi pada aliran massa dapat juga diartikan dengan arus panas yang bergantung dengan aliran, luas penampang A, dan beda temperatur. Dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$Q = h A \Delta T \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- Q = laju perpindahan panas (W)
- h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m²°C)
- A = Luas permukaan (m²)
- ΔT = Suhu perbandingan dinding dengan fluida (°C)

Apabila fluida tidak bergerak (atau tanpa sumber penggerak) maka perpindahan panas teta[ada karena adanya pergerakan fluida akibat perbedaan massa jenis fluida. Peristiwa ini disebut dengan konveksi alami (natural convection) atau konveksi bebas (free convection). Lawan dari konveksi ini adalah konveksi paksa (Forced convection) yang terjadi apabila fluida dengan sengaja dialirkan (dengan suatu penggerak) diatas plat. Atau adanya perpindahan panas karena adanya tenaga dari luar.

2.8 Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas tanpa memerlukan zat perantara (medium) tetapi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Sebagai contoh, perpindahan panas dari matahari ke bumi. Besarnya laju perpindahan panas secara radiasi.

$$q = e \sigma A T^4 \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- q : laju perpindahan panas
- T⁴ : suhu (OK)
- e : emisivitas benda yang terkena radiasi (0 < e < 1)
- σ : Konstanta Stefan – Boltzman = 5,67 x 10⁽⁻⁸⁾ W/m² K⁴

Emisivitas benda adalah besaran yang bergantung pada sifat permukaan benda. Benda hitam sempurna (block body) memiliki harga emisivitas (e=1). Benda ini merupakan pemancar dan penyerap yang paling baik. Permukaan pemantul sempurna memiliki nilai e = 0

2.9 Perekat Polyurethane

Perekat merupakan suatu bahan yang mampu mengikat dua permukaan yang mampu mengikat permukaan atau lebih dengan ikatan yang kuat dan permanen. Polyurethane merupakan salah satu jenis perekat, polyurethane adalah suatu bahan campuran antara karet dan plastic sehingga didapatkan pelarutan material yang memiliki keunggulan sangat tahan gesek, tahan aus, terhadap beberapa kimia ringan, stabil dalam suhu dingin dan panas. Perekat dapat merupakan suatu bahan atau campuran yang didalamnya terdapat kandungan nitrogen, karbon dioksida dan oksigen. Polyurethane untuk pertama kalinya, dikembangkan sebagai pengganti karet, keanekaragaman kegunaan polimer organik baru ini serta kemampuannya dalam menggantikan bahan-bahan yang langka, telah mendorong penggunaannya secara luas (Hidayat, 2017). Selama Perang Dunia II, bahan pelapis polyurethane digunakan sebagai pengisi kertas dan mostar (pelapis) pada industry pakaian tahan udara, bahan kimia dan karat pada besi, kayu dan bagian bahan bangunan yang menggunakan batu (seperti: pondasi dan tembok).

Terdapat beberapa keunggulan dari penggunaan perekat jenis polyurethane yaitu kekerasannya yang sangat beragam yaitu dari shore A sampai dengan D, tahan aus, sangat tahan pukulan, tahan gesek, kemampuan isolasi yang sangat baik, tahan terhadap keburukan yang disebabkan oleh atmosfer, oksigen dan ozon dan yang terakhir ialah tetap flexible pada temperature rendah.

(Amiruddin, 2013).

2.10 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya membahas tentang :

- a. Desain Sistm Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Insulasi Dari Sekam Padi (Abidin, 2017)
 - Metodologi :
Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan prototype yang terdiri satu kotak yang telah di modifikasi dengan menggunakan sekam padi dan berisi es kering. Kemudian dilakukan penelitian tentang suhu dan waktu pendinginan.
 - Hasil
Dari percobaan dilakukan maka didapatkan hasil bahwa dalam waktu 24 jam suhu terendah yang dapat dicapai sebesar 13°C serta campuran komposisi terbaik yaitu 1:1
- b. Modifikasi Coolbox dengan insulasi pendinginan Freon pada ruang muat kapal ikan tradisional (Indraswara Dinda Putra, 2014)
 - Metodologi

Metode yang digunakan dalam percobaan ini adalah dengan metode berbasis percobaan dengan membuat perancangan sistem peralatan dan kemudian menguji alat tersebut. dalam penelitian ini menggunakan dua buah kotak dimana kotak pertama berisi es kering dan kipas, dan kotak kedua berisi es basah dan ikan. Pada kotak kedua dinding dirancang dengan insulasi Freon yaitu dengan memasukkan Freon pada dindingnya dan dihubungkan dengan tabung freonnya.

- Hasil

Penggunaan insulasi Freon pada kotak penyimpanan ikan bisa mempertahankan dingin pada waktu terlalu lama kurang lebih selama 120 jam dalam suhu -3°C dan waktu terbaik untuk pendinginan selama 75 jam dengan suhu terbaik sebesar -2°C sampai -5°C . Sehingga dari hasil penelitiannya dapat dikatakan bahwa dengan adanya insulasi dengan Freon berpengaruh terhadap waktu dan suhu pendinginan.
- c. Desain sistem Pendingin ruang muat kapal ikan tradisional dengan teknologi Insulasi Vakum (Agung, 2013)
- Metodologi

Melakukan pembuatan prototype coolbox yang ukuran dan dimensinya sama dengan penelitian sebelumnya namun menambah insulasi vakum pada dindingnya. Kemudian dilakukan analisa suhu dan waktu pendinginan.
 - Hasil

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan temperature terendah adalah -2°C dengan waktu pendinginan terlalu lama 122 jam pada kondisi vakum dan 124 jam pada kondisi udara luar. Hal ini membuktikan bahwa dengan insulasi vakum dapat memperlama waktu pendinginan.
- d. Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional dengan Memanfaatkan Es kering (Aziz, 2012)
- Metodologi

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan prototype yang terdiri dari dua buah kotak dimana kotak pertama berisi es kering beserta kipas, dan kotak kedua berisi ikan dan es basah. Kemudian dilakukan penelitian tentang suhu dan waktu pendinginan.
 - Hasil

Dari percobaan yang dilakukan maka didapatkan hasil bahwa dalam waktu 52 jam pendingin memiliki suhu yang mencapai -

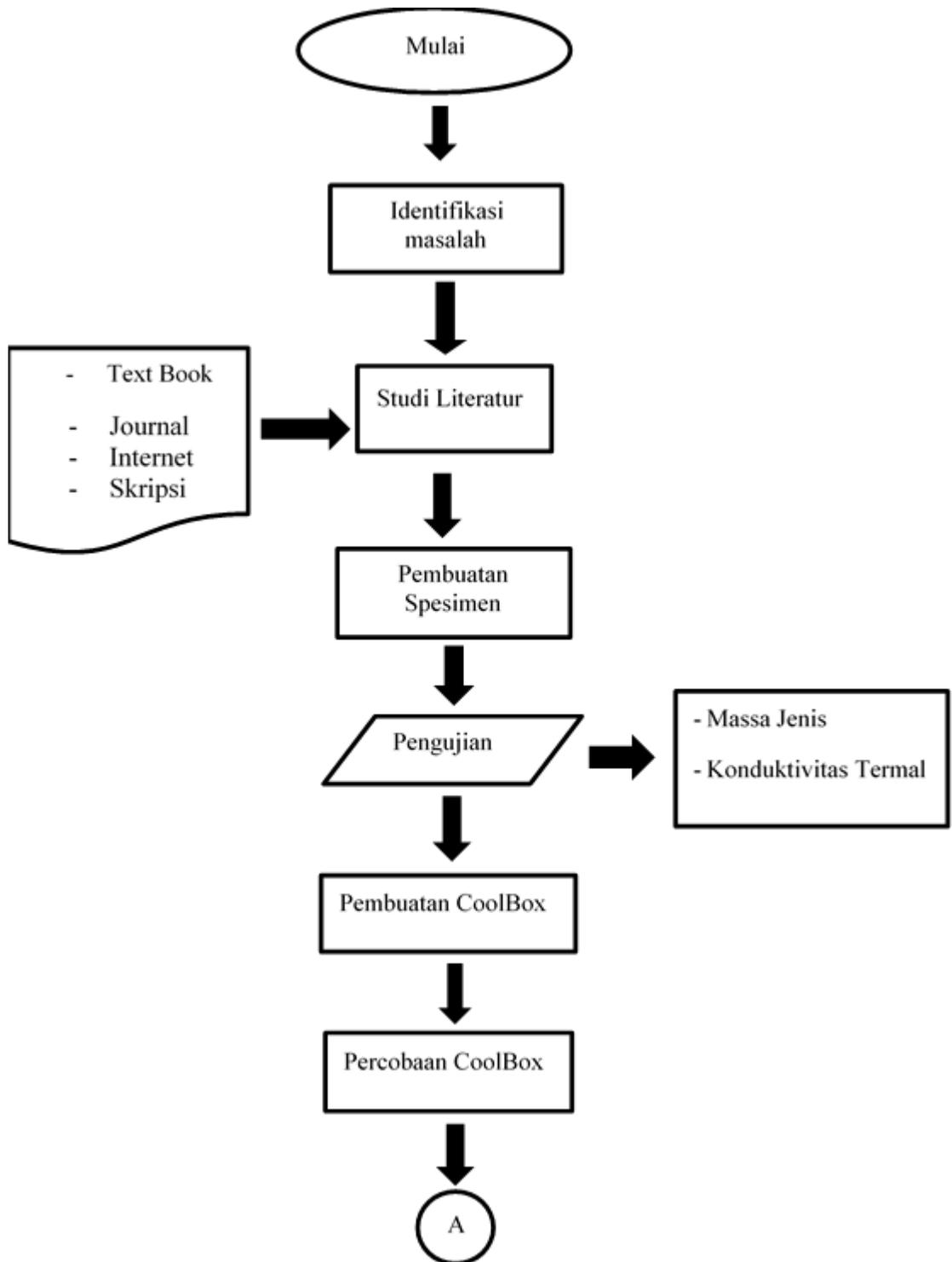
2 °C. Dan didapatkan hasil perbandingan jumlah komponen yang ideal antara ikan, es basah, dan es kering yaitu 1 : 0,63 : 0,37.

BAB III METODOLOGI

3.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode berbasis percobaan dengan membuat sistem peralatan kemudian melakukan percobaan dan pengujian terhadap alat yang telah dibuat tersebut. Metodologi penulisan tugas akhir ini mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses Analisa terhadap permasalahan pada akhir.

Metodologi Penelitian merupakan kerangka dasar suatu penelitian yang meliputi semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan tahapan-tahapan yang sudah disusun, seperti studi literatur, metode, validasi dan kesimpulan. Dalam tugas akhir ini disusun diagram alir metodologi penelitian seperti yang terlihat pada gambar 3.1.





Gambar 3. 1 Flow Chart

3.2 Tahapan Pengerjaan Tugas akhir

3.2.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahapan awal dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada maka akan didapatkan perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan tugas akhir ini. Selain itu juga terdapat batasan masalah, hal ini bermaksud untuk lebih memusatkan topik yang ada agar tidak terlalu meluas serta memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah.

3.2.2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakkan beberapa literature yang diperlakukan dalam mendukung pengerjaan tugas akhir. Literature - literature yang diperlukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dapat diperoleh dari berbagai media, yaitu :

- a) Jurnal
- b) Laporan Tugas Akhir
- c) Paper
- d) Proceeding

Literatur pendukung dalam pengerjaan tugas akhir ini mengenai ilmu pengolahan dan pengawetan ikan, teknologi insulasi, penggunaan coolbox, es basah, kualitas ikan serta materi lain yang menunjang tugas akhir ini. Selain itu juga dilakukan review terhadap tugas akhir sebelumnya. Untuk pencairan berbagai refrensi dan literatur dilakukan di beberapa tempat, diantaranya :

- a) Perpustakaan ITS
- b) Ruang Baca Fakultas Teknologi Kelautan – ITS
- c) Laboratorium Fluid Machinery and System (MMS) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, FTK

3.2.3. Pembuatan Spesimen

Pada tahap ini dilakukan pembuatan spesimen berdasarkan data-data yang didapatkan dari literatur terkait tugas akhir, selanjutnya didapatkan komposisi bahan untuk insulasi yaitu berupa tongkol jagung sebagai bahan utama dari insulasi dan menggunakan perekat, Pada tahap ini dilakukan percobaan dengan skala lab untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam proses perancangan alat. Tahapan pembuatan dari spesimen adalah :

a) Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipakai antara lain :

- Pisau
- Pipa PVC Ukuran 45 mm / 50 mm
- Minyak Sayur
- Blender/parutan
- Tongkol Jagung
- Perekat

b) Persiapan Tongkol Jagung

Tongkol jagung didapatkan dari hasil limbah yang sudah tidak terpakai lagi.



Gambar 3. 2 Tongkol Jagung

c) Pemotongan Jagung

Sebelum jagung diparut, maka akan dilakukan pemotongan jagung terlebih dahulu menjadi potongan-potongan kecil agar memudahkan dalam proses selanjutnya.



Gambar 3. 3 Potongan Jagung

d) Penghalusan Jagung

Setelah tongkol jagung dipotong menjadi bagian-bagian kecil, maka selanjutnya dilakukan penghalusan tongkol jagung menggunakan blender atau alat pamarut lainya sampai menjadi halus seperti yang terlihat paa gambar 3.3



Gambar 3. 4 Jagung yang telah dihancurkan

e) Penjemuran Tongkol Jagung

Tongkol jagung yang telah dihaluskan selanjutnya dijemur dibawah sinar matahari selama 3 hari dengan durasi waktu selama 7 jam mulai dari jam 09.00 – 15.00 .



Gambar 3. 5 Proses Penjemuran Tongkol Jagung

f) Pencetakan Spesimen

Proses pencetakan dilakukan setelah proses penjemuran telah selesai, ukuran spesienn yang dibuat disesuaikan dengan standard pengujian laboratorium.

3.2.4.Pembuatan Spesimen untuk uji Massa Jenis

Ukuran dari alat cetak untuk pembuatan dari spesimen massa jenis sebesar 5cm x 5cm x 2cm, alat cetakan dapat dilihat seperti gambar dibawah.



Gambar 3. 6 Alat Pencetak Spesimen Massa Jenis

Langkah pembuatan spesimen untuk uji Massa Jenis adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan alat yang diperlukan dalam pembuatan spesimen seperti blender atau alat pamarut
2. Mempersiapkan komposisi dari campuran bahan utama yaitu tongkol jagung dan perekat polyurethane
3. Komposisi dari setiap spesimen adalah sebagai berikut
 - a. Spesimen 1 = 12 gram tongkol jagung : 12 gram perekat PU (50 : 50)
 - b. Spesimen 2 = 14,4 gram tongkol jagung : 9,6 gram perekat PU (60 : 40).
 - c. Spesimen 3 = 16,8 gram tongkol jagung : 7,2 gram perekat PU(70 : 30).
 - d. Spesimen 4 = 19,2 gram tongkol jagung : 4,8 gram perekat PU (80 : 20).
 - e. Spesimen 5 = 21,6 gram tongkol jagung : 2,4 gram perekat PU (90 : 10).
4. Mencampur semua bahan tersebut hingga merata
5. Setelah semua bahan di campur maka selanjutnya bahan tersebut di tuang kan pada cetakan yang telah disiapkan, cetakan tersebut terbuat dari kayu yang berukuran 5cm x 5cm x 5cm.
6. Kemudian langkah selanjutnya adalah menekan campuran tersebut hingga merata, kemudian di diamkan selama 3 menit.
7. Setelah itu campuran dikeluarkan dari cetakan.
8. Kemudian spesimen tersebut keringkan selama 3 hari hingga cukup keras.

3.2.5.Pembuatan Spesimen untuk Uji Konduktivitas Termal

Ukuran spesimen untuk pengujian konduktivitas termal ialah disesuaikan dengan standar yang ditentukan oleh laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri , Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Ukuran yang ditentukan yaitu, tinggi spesimen 50 mm dan diameter sebesar 45-50 mm seperti pada gambar 3.7



Gambar 3. 7 Spesimen Uji Konduktivitas Termal

Sehingga ukuran spesimen yang digunakan untuk pengukuran konduktivitas termal pada penelitian ini adalah sebesar 50 mm dan diameter sebesar 45 mm. spesimen untuk pengujian konduktivitas termal dicetak menggunakan cetakan yang terbuat dari pipa PVC seperti terlihat pada gambar 3.8



Gambar 3. 8 Cetakan dari Pipa PVC

Langkah pembuatan spesimen untuk konduktivitas termal adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan semua alat yang dibutuhkan
2. Mengukur komposisi bahan campuran dari bahan utama yaitu tongkol jagung dan perekat PU, dalam menentukan komposisi campuran menggunakan timbangan. adapun komposisi dari bahan utama yang dibuat yaitu :
 - a. Spesimen 1 = 12 gram tongkol jagung : 12 gram perekat PU (50 : 50).
 - b. Spesimen 2 = 14,4 gram tongkol jagung : 9,6 gram perekat PU (60 : 40).
 - c. Spesimen 3 = 16,8 gram tongkol jagung : 7,2 gram perekat PU (70 : 30).
 - d. Spesimen 4 = 19,2 gram tongkol jagung : 4,8 gram perekat PU (80 : 20).
 - e. Spesimen 5 = 21,6 gram tongkol jagung : 2,4 gram perekat PU (90 : 10)
3. Mencampur semua bahan utama hingga menjadi rata.
4. Setelah semua bahan dicampur maka hal selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan pipa PVC yang berukuran diameter 45 cm x 50 cm.
5. Kemudian selanjutnya adalah ditekan sampai merata, setelah ditekan selanjutnya di diamkan kurang lebih selama 3 menit.
6. Setelah itu campuran dikeluarkan dari cetakan.
7. Lalu di diamkan selama 3 hari sampai campuran dirasa sudah berubah menjadi keras.

3.2.6. Pengujian Spesimen

Pada tahap ini dilakukan percobaan dengan skala lab untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam proses perancangan alat. Beberapa pengujian yang dilakukan terhadap spesimen insulasi tongkol jagung adalah konduktivitas termal, massa jenis. Percobaan dilakukan dengan cara memvariasikan komposisi dari tongkol jagung, perekat.

❖ Pengujian Massa Jenis Spesimen

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda maka semakin besar pula massa setiap satuan volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis yang tinggi akan memiliki volume yang kecil dari pada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah.

Massa jenis benda padat berbentuk balok dapat ditentukan dengan mengukur massa, Panjang, lebar dan tinggi benda. Besar massa jenis suatu benda dapat diukur menggunakan persamaan dibawah :

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

Persamaan Massa Jenis 1

Dimana :

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

Pada penelitian ini untuk pengujian massa jenis yaitu spesimen yang berukuran 5 cm x 5 cm x 2 cm. adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian massa jenis spesimen yaitu :

- a. Mempersiapkan spesimen dengan ukuran 5 cm x 5cm x 2cm , gambar spesimen dapat dilihat dibawah ini



Gambar 3. 9 Spesimen Massa Jenis

- b. Langkah selanjutnya adalah dengan menimbang spesimen tersebut dengan menggunakan timbangan seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini



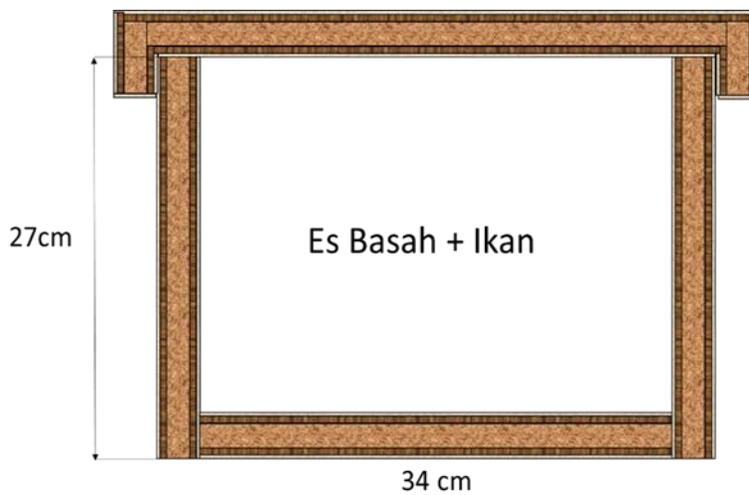
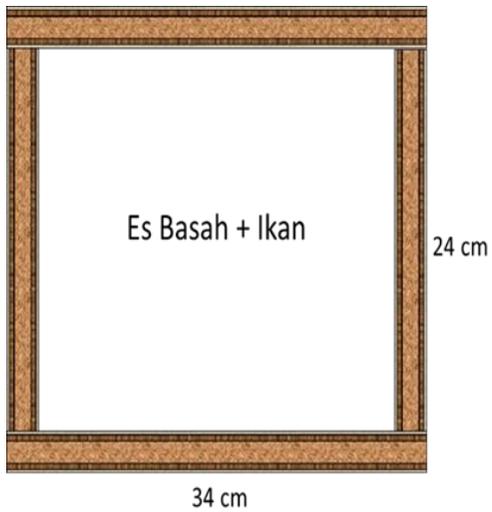
Gambar 3. 10 Alat Timbangan

- c. Mencatat hasil pengukuran yang tertera pada layar timbangan
- d. Menghitung massa jenis menggunakan persamaan massa jenis dan mencatat hasilnya.
- ❖ **Pengujian Konduktivitas Termal Spesimen**
 Konduktivitas termal adalah kemampuan suatu besaran intensif bahan yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Konduksi termal adalah suatu fenomena transport dimana perbedaan temperature menyebabkan transfer energi termal dari suatu benda panas ke daerah yang sama pada temperature yang lebih rendah.

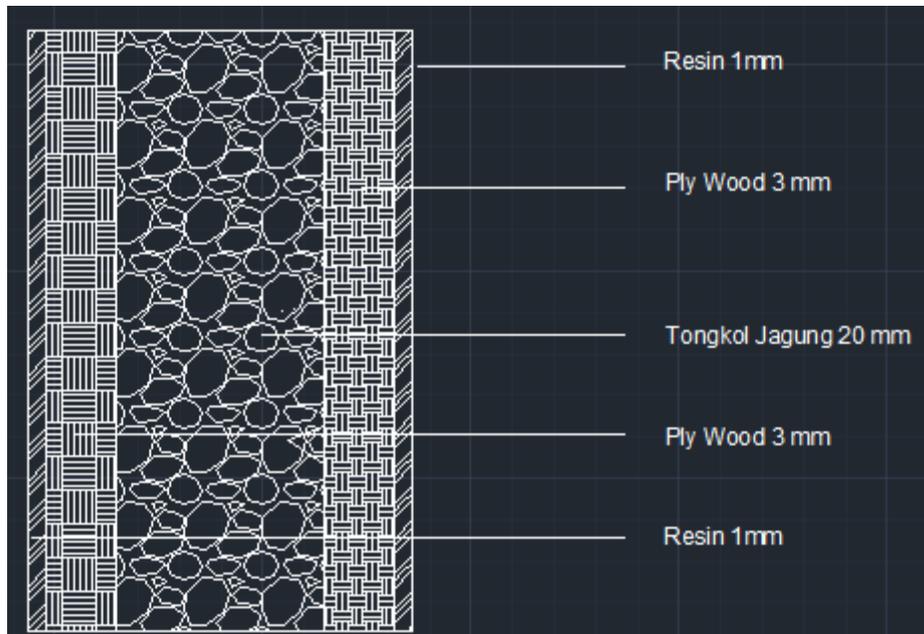
3.2.7. Perancangan Alat

Setelah data-data didapatkan maka selanjutnya adalah memilih komposisi terbaik dari berbagai variasi komposisi insulasi berbahan tongkol jagung untuk dijadikan sebagai bahan insulasi dari pembuatan ColoBox. Dimana didalam kotak pendingin ini akan diisi oleh es basah sebagai pendingin sistem.

Panjang : 34 cm
Lebar : 24 cm
Tinggi : 27 cm



Ketebalan dari dinding Coolbox itu adalah sebesar 2,8 cm, ukuran ini dipakai karena pada percobaan, coolbox yang telah dimodifikasi ini akan dibandingkan dengan coolbox yang berbahan dasar Styrofoam. Sehingga ukuran ini dipilih sesuai dengan ketebalan coolbox Styrofoam pada umumnya yang berada di pasaran, begitu juga dengan dimensi kotak pendingin yang akan dibuat



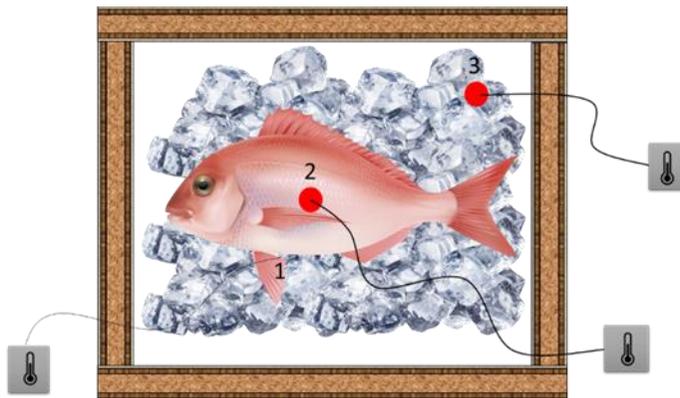
Gambar 3. 11 Gambar Rancangan Insulasi

Terdapat beberapa lapisan pada dinding coolbox sendiri yaitu fiberglass dan kayu lapis sebagai pelapis insulasi, resin disini berfungsi sebagai lapisan terluar dari dinding Coolbox sedangkan untuk kayu lapis (Ply Wood) akan menjadi lapisan dalam insulasi. Ketebalan dari resin yaitu sebesar 1 mm dan plywood 3 mm. sedangkan insulasi dari bahan utama itu sendiri sebesar 20 mm.

3.2.8.Percobaan

Pada tahap ini dilakukan percobaan pada prototype. Sebelum pembuatan kotak penyimpanan dingin, penulis telah melakukan beberapa percobaan terhadap spesimen insulasi dari tongkol jagung. Setelah melakukan pengujian terhadap insulasi tongkol jagung akan dipilih yang terbaik. Percobaan dilakukan pada kondisi dengan beban, maka cool box akan diisi es basah, dari percobaan ini akan diketahui berapa lama waktu yang dihasilkan untuk mempertahankan temperature dalam keadaan dingin. Pembuatan kotak pendingin menggunakan insulasi tongkol jagung.

- a. Waktu Pendinginan
Pengamatan dilakukan terhadap coolbox berisi ikan dan es basah hingga es basah yang terdapat dalam coolbox mencair sempurna.
- b. Suhu terendah yang dapat dicapai masing-masing CoolBox.
Pada percobaan ini dilakukan pengamatan suhu terendah yang dapat dicapai coolbox dalam waktu 24 jam. Pengamatan dilakukan selama 30 menit sekali. Dengan titik pengamatan berada pada :
Titik 1 : berada di permukaan dibawah badan ikan
Titik 2 : berada pada permukaan diatas bdaan ikan
Titik 3 : berada pada di atas permukaan es basah
- c. Contoh proses pengujian



3.2.9. 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. Kemudian dibuat grafik perbandingan tiap percobaan. Sehingga bisa diketahui apakah pendinginan sistem insulasi menggunakan bahan tongkol jagung dapat menghasilkan pendinginan lebih lama ataupun sebaliknya dan apakah pendinginan dengan sistem ini bisa menjaga temperature tetap konstan.

3.2.10. Kesimpulan

Kesimpulan akan menjawab dari tujuan tugas akhir ini. Selanjutnya juga memberikan saran terkait penelitian selanjutnya dengan harapan adanya perbaikan pada penelitian yang sama.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan pembuatan kotak pendingin, perlu adanya pengujian terhadap konduktivitas termal dan massa jenis dari bahan insulasi yang dibuat. Pada penelitian ini bahan utama dari pembuatan insulasi kotak pendingin yang digunakan yaitu berasal dari tongkol jagung.

4.1.1. Hasil dan Pembahasan Spesimen Untuk Pengujian Massa Jenis



Gambar 4. 1 Spesimen untuk Pengujian Massa Jenis

Gambar diatas merupakan hasil dari pembuatan spesimen yang ditujukan untuk pengujian massa jenis, pembuatan spesimen tersebut dibuat dengan berbagai variasi yang telah ditentukan dari masing-masing spesimen. Komposisi dari masing-masing spesimen ditentukan dari berat 100% dari tongkol jagung tanpa tambahan apapun dengan menggunakan cetakan pipa PVC yang berdiameter 45 mm : 50 mm.

Pada Percobaan pembuatan spesimen massa jenis dipakai beberapa komposisi sebagai berikut :

a) Spesimen 1

Spesimen 1 memiliki komposisi 50% Tongkol Jagung dan 50% perekat Polyurethane (PU), sebelum di campur masing-masing dari bahan tersebut di timbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat dari bahan tersebut, setelah di timbang maka selanjutnya adalah dengan mencampur kedua bahan tersebut hingga menyatu antara perekat dan tongkol jagung itu sendiri, pada saat pencampuran bahan dengan komposisi tersebut relatif mudah menyatu dan memiliki tekstur yang baik, namun terdapat beberapa

kendala yaitu pada saat campuran akan dikeluarkan dari cetakan spesimen ikut menempel pada cetakan yang terbuat dari kayu, karena perekat yang ada pada bahan spesimen tersebut hampir menyelimuti semua permukaan dari bahan utama tongkol jagung dan juga perekat yg digunakan merupakan perekat khusus kayu sehingga memungkinkan perekat untuk ikut merekat pada cetakan, sehingga ketika akan dikeluarkan dengan cara paksa maka tekstur dari spesimen akan hancur. Gambar spesimen dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4. 2 Spesimen 1 Massa Jenis (50%-50%)

b) Spesimen 2

Spesimen 2 memiliki komposisi 60% - 40% (14,4g tongkol jagung : 9,6 Perekat PU) pada saat pembuatan dari spesimen dengan komposisi 60% - 40% hampir sama seperti pembuatan spesimen 1, namun pada saat spesimen akan dikeluarkan dari cetakan relatif lebih mudah ketimbang spesimen 1. Untuk tekstur dari spesimen 2 hampir mirip seperti spesimen 1 namun jika dilihat dengan seksama dari permukaan luar spesimen 2 terlihat tidak terlalu diselimuti perekat seperti spesimen 1. Untuk gambar spesimen dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Spesimen 2 Massa Jenis (60%-40%)

c) Spesimen 3

Spesimen ini memiliki komposisi yaitu 70% - 30% (16,8g Tongkol Jagung : 7,2g perekat PU) pada saat proses pembuatan spesimen ini terdapat beberapa kendala yaitu ketika pengadukan atau pencampuran bahan utama tongkol jagung dan perekat karena bahan perekat yang diberi pada spesimen ini lebih sedikit ketimbang spesimen sebelumnya, dan juga ketika akan dikeluarkan dari cetakan, spesimen dengan komposisi ini relative lebih rapuh dari pada spesimen 1 dan 2, sehingga memerlukan waktu kurang lebih 4 menit untuk menunggu campuran tersebut benar benar kering dan siap untuk dikeluarkan dari cetakan, namun untuk tekstur permukaan dari spesimen 3 hampir sama dengan spesimen 1 dan 2



Gambar 4. 4 Spesimen 3 Massa Jenis (70%-30%)

d) Spesimen 4

Spesimen ini memiliki komposisi yaitu 80% - 20% (19,2g Tongkol Jagung : 4,8g Perekat PU) untuk spesimen 4 seperti yang terlihat pada gambar dan komposisi disini komposisi jagung jauh lebih banyak ketimbang perekat sehingga menimbulkan kendala berupa sulitnya menyatu bahan utama dan perekat ketika akan di aduk atau dicampur, namun spesimen 4 lebih mudah dikeluarkan dari cetakan akan tetapi hal tersebut mengakibatkan mudah terjadinya retak atau crack pada permukaan spesimen 4 yang nanti ketika dikeluarkan dari cetakan maka spesimen tersebut relatif mudah hancur akibat dari kurang menyatunya perekat dan bahan tongkol jagung dari segi tekstur spesimen 4 relatif tidak lebih baik dari spesimen 1,2 dan 3, gambar dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Spesimen 4 Massa Jenis (80%-20%)

e) Spesimen 5

Spesimen 5 memiliki komposisi 90% - 10% (21,6g Tongkol Jagung : 2,4 Perekat PU) untuk spesimen memiliki beberapa kendala dalam proses pembuatannya yaitu ketika akan dicampur dengan perekat bahan utama dari tongkol jagung sangat susah menyatu dengan perekat dan ketika akan dikeluarkan dari cetakan bahan spesimen 5 sangat mudah untuk dikeluarkan namun kendalanya ada pada bentuk dari spesimen tersebut karena ketika spesimen tersebut dikeluarkan maka spesimen tersebut mudah hancur dan mudah retak ketimbang spesimen 4 dan juga untuk tekstur dari spesimen 5 lebih rapuh ketimbang spesimen 4. Gambar dari spesimen dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Spesimen 5 Massa Jenis (90%-10%)

4.1.2. Hasil dan Pembahasan Pembuatan Spesimen Untuk Pengujian Konduktivitas Termal.



Gambar 4. 7 Spesimen untuk Pengujian Konduktivitas Termal

Gambar diatas merupakan hasil dari pembuatan spesimen untuk pengujian konduktivitas termal dengan berbagai variasi komposisi. Terlihat perbedaan tekstur maupun warna dari kelima spesimen karena komposisi tongkol jagung dan perekat PU yang berbeda. Variasi perekat yang digunakan juga menentukan tampilan fisik spesimen.

Pada Percobaan pembuatan spesimen massa jenis dipakai beberapa komposisi sebagai berikut :

a) Spesimen 1

Spesimen 1 dengan komposisi 50% - 50% (12g Tongkol jagung : 12g Perekat PU) proses pembuatan spesimen 1 adalah dengan mencampur kedua bahan tersebut hingga menyatu antara perekat dan tongkol jagung itu sendiri, pada saat pencampuran bahan dengan komposisi tersebut relatif mudah menyatu dan memiliki tekstur yang baik, namun terdapat beberapa kendala yaitu jika spesimen dibiarkan terlalu lama berada pada cetakan akan sulit dikeluarkan dari cetakan karena sifat perekat polyurethane yang cepat mengering dengan di iringi peningkatan temperature pada sisi luar cetakan yang akan berubah menjadi sedikit lebih panas yang menandakan perekat polyurethane sedang bereaksi dan juga sisi luar permukaan dari spesimen yang terlalu banyak terselimuti perekat sehingga terjadi kontak langsung dengan cetakan yang mengakibatkan menempelnya spesimen, namun dilain sisi spesimen 1 memiliki tekstur yang baik dan kuat. Gambar spesimen dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4. 8 Spesimen Konduktivitas (50% - 50%)

b) Spesimen 2

Spesimen 2 memiliki komposisi 60% - 40% (14,4g tongkol jagung : 9,6 g Perekat PU) pada saat pembuatan dari spesimen dengan komposisi 60% - 40% hampir sama seperti pembuatan spesimen 1, namun pada saat spesimen akan dikeluarkan dari cetakan relatif lebih mudah ketimbang spesimen 1. Untuk tekstur dari spesimen 2 hampir mirip seperti spesimen 1, namun jika dilihat dengan seksama dari permukaan luar spesimen 2 hampir mirip dengan spesimen 1. Untuk gambar spesimen dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4. 9 Spesimen 2 Konduktivitas Termal (60% - 40%)

c) Spesimen 3

Spesimen dengan komposisi yaitu 70% - 30% (16,8g Tongkol Jagung : 7,2g perekat PU) pada saat proses pembuatan spesimen ini terdapat beberapa kendala yaitu ketika pengadukan atau pencampuran bahan utama tongkol jagung dan perekat karena bahan perekat yang diberi pada spesimen ini lebih sedikit ketimbang spesimen sebelumnya, dan juga ketika akan dikeluarkan dari cetakan, spesimen dengan komposisi ini relative lebih susah karena ketika akan dikeluarkan salah satu bagian dari spesimen akan bergeser dan menjadi sedikit hancur dari pada spesimen 1 dan 2, sehingga memerlukan waktu kurang lebih 3 menit untuk menunggu campuran tersebut benar benar kering dan siap untuk dikeluarkan dari cetakan, namun untuk tekstur permukaan dari spesimen 3 hampir sama dengan spesimen 1 dan 2.



Gambar 4. 10 Spesimen Uji Konduktivitas Termal (70% -30%)

d) Spesimen 4

Spesimen 4 memiliki komposisi yaitu 80% - 20% (19,2g Tongkol Jagung : 4,8g Perekat PU) untuk spesimen 4 seperti yang terlihat pada gambar dan komposisi disini komposisi jagung jauh lebih banyak ketimbang perekat sehingga menimbulkan kendala berupa sulitnya menyatu bahan utama dan perekat ketika akan di aduk atau dicampur, namun spesimen 4 lebih mudah dikeluarkan dari cetakan akan tetapi hal tersebut mengakibatkan mudah terjadinya retak atau crack pada permukaan spesimen 4 yang nanti ketika dikeluarkan dari cetakan maka spesimen tersebut relatif mudah hancur akibat dari kurang menyatunya perekat dan bahan tongkol jagung dari segi tekstur spesimen 4 relatif tidak lebih baik dari spesimen 1,2 dan 3, gambar dapat dilihat pada gambar 4.11



Gambar 4. 11 Spesimen Uji Konduktivitas Termal (80% - 20%)

e) Spesimen 5

Spesimen 5 memiliki komposisi 90% - 10% (21,6g Tongkol Jagung : 2,4 Perekat PU) untuk spesimen memiliki beberapa kendala dalam proses pembuatannya yaitu ketika akan dicampur dengan perekat bahan utama dari tongkol jagung sangat susah menyatu dengan perekat dan ketika akan dikeluarkan dari cetakan bahan spesimen 5 sangat mudah untuk dikeluarkan namun kendalanya ada pada bentuk dari spesimen tersebut karena ketika spesimen tersebut dikeluarkan maka spesimen tersebut mudah hancur dan mudah retak ketimbang spesimen 4 dan juga untuk tekstur dari spesimen 5 lebih rapuh ketimbang spesimen 4. Gambar dari spesimen dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4. 12 Spesimen Uji Knduktivitas Termal (90% - 10%)

4.2 Pengumpulan Data Hasil Uji Spesimen

Setelah dilakukan pembuatan spesimen insulasi dengan berbagai variasi, langkah selanjutnya adalah dilakukan pengumpulan data bahan insulasi tersebut meliputi konduktivitas termal dan massa jenis di laboratorium, dan insulasi yang memiliki konduktivitas termal dan massa jenis terbaik akan dipakai untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu perancangan alat.

4.2.1. Hasil Pengujian Massa Jenis Spesimen

Massa jenis spesimen berbentuk balok dapat ditentukan dengan mengukur massa, Panjang, lebar, dan tinggi benda. Massa benda diukur dengan menggunakan timbangan, sedangkan volume benda spesimen sudah ditentukan pada saat proses pencetakan spesimen. Tabel 4.1 dibawah menunjukkan hasil pengukuran massa dan volume tiap masing-masing spesimen beserta penggunaan rumus dalam menentukan hasil perhitungan massa jenis.

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

Dimana :

- ρ = Massa jenis (gr/cm³)
- m = Massa (gr)
- V = Volume (cm³)

Dalam melakukan pengujian massa jenis menggunakan *electronic digital scale* atau timbangan elektrik untuk mengetahui massanya. Berikut hasil perhitungan massa dari masing-masing sampel:

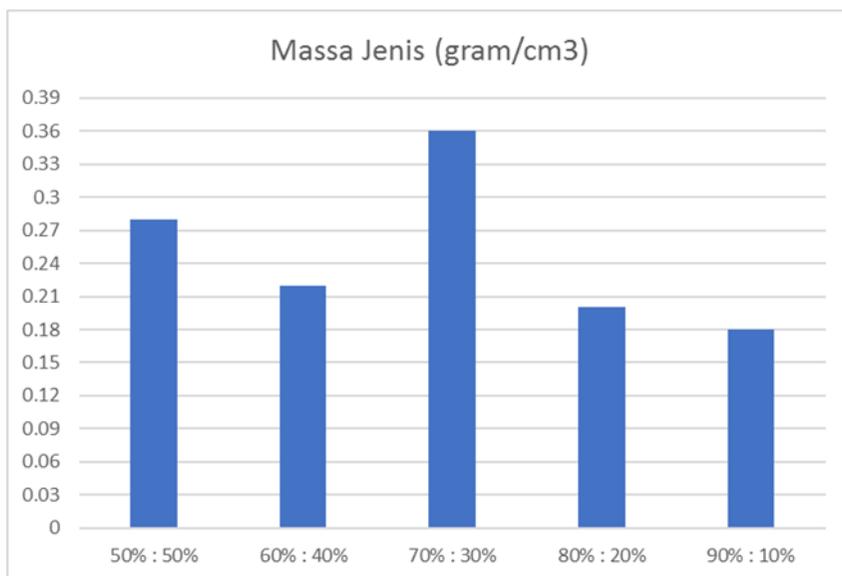
Tabel 4. 1 Perbandingan Massa Jenis Spesimen

No	Persentase	Massa (gram)	Volume (cm ³)	Massa Jenis (gram/cm ³)
1	50% : 50%	14	50	0.28
2	60% : 40%	11	50	0.22
3	70% : 30%	18	50	0.36
4	80% : 20%	10	50	0.20
5	90% : 10%	9	50	0.18

Dari hasil perhitungan massa jenis yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa spesimen 5 dengan presentase komposisi 90% tongkol jagung dan 10% perekat polyurethane PU memiliki massa jenis paling kecil yaitu 0,18 gr/cm³ , kemudian disusul dengan spesimen 3 yang memiliki komposisi campuran 70% tongkol jagung : 30% perekat polyurethane PU memiliki massa jenis yang cukup besar sebesar 0,36 gr/cm³ ,

lalu spesimen 1 dengan komposisi 50% tongkol jagung : 50% perekat PU memiliki massa jenis sebesar 0,28 gr/cm³ , untuk spesimen 2 dengan komposisi 60% tongkol jagung : 40% perekat PU memiliki massa jenis sebesar 0,22 gr/cm³ sedangkan untuk spesimen 4 dengan komposisi 80% tongkol jagung : 20% perekat PU memiliki massa jenis 0,20 gr/cm³ .

Dari perhitungan massa jenis yang diperoleh, dapat dilihat bahwa spesimen dengan komposisi 70% tongkol jagung : 30% perekat memiliki massa jenis yang lebih besar dari pada spesimen yang lain, hal tersebut dapat dilihat dari grafik yang ada pada grafik 4.13

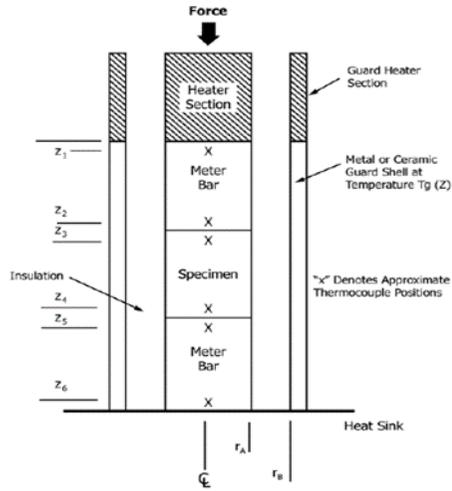


Gambar 4. 13 Grafik Massa Jenis dari Berbagai Spesimen

4.2.2. Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

Pengujian konduktivitas termal dilakukan di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Departemen Teknk Mesin FTI-ITS. Pengujian konduktivitas termal dilakukan dengan menempatkan spesimen diantara batangan logam tembaga panas dan tembaga dingin. Kemudian probe termokopel dipasang pada setiap bagian logam panas, spesimen dan logam dingin.

Pengujian sifat termal pada komposit menggunakan standard ASTM E 1225-13, Proses pengujian dapat dilihat pada skema gambar berikut.



Gambar 4. 14 Skema Pengujian Termal (Abidin, 2017)

Konduktivitas termal (k) merupakan suatu besaran intensif bahan yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Konduksi termal adalah suatu fenomena transport dimana perbedaan temperature menyebabkan transfer energi yang lebih rendah. Untuk perhitungan laju kalor dapat dilihat pada bahan referensi sebagai berikut:

- Pada bahan referensi meter bar atas (top bar)

$$q'_T = \lambda_M \cdot \frac{T_2 - T_1}{Z_2 - Z_1} \dots\dots\dots(1)$$

- Pada bahan referensi meter bar bawah (bottom bar)

$$q'_B = \lambda_M \cdot \frac{T_6 - T_5}{Z_6 - Z_5} \dots\dots\dots(2)$$

- Pada bahan referensi meter bar atas (top bar)

$$\lambda'_S = \frac{(q'_T + q'_B)(Z_4 - Z_3)}{2(T_4 - T_3)} \dots\dots\dots(3)$$

Berikut tabel hasil dari pengujian dari beberapa spesimen yang telah di uji dengan komposisi yang berbeda.

Percobaan Ke-	Spesimen 1 Tongkol Jagung 50 : 50 PU (polyuretahne)				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	74.4	73.8	72.8	47.1	39.5
2	75	74.5	73.3	47.3	39.6
3	75.5	75	74	47.6	39.7
4	76.4	76	74.9	48.3	40.3
5	76.9	76.4	75.3	48.8	40.6
	75.64	75.14	74.06	47.82	39.94

Percobaan Ke-	Spesimen 2 Tongkol Jagung 60 : 40 PU (polyurethane)				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	86.8	86.3	81.1	53.2	44.1
2	87.3	86.8	81.7	53.9	44.6
3	87.4	86.9	81.8	54.2	44.7
4	87.5	87	81.9	54.3	44.8
5	88.1	87.6	82.6	55.2	45.4
	87.42	86.92	81.82	54.16	44.72

Percobaan Ke-	Spesimen 3 Tongkol Jagung 70 : 30 PU (Polyurethane)				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	80.3	79.8	74.2	49.2	40.1
2	80.8	80.3	74.6	49.5	40.2
3	81.2	80.8	75.2	49.9	40.6
4	82	81.5	76	50.5	41
5	82.2	81.8	76.3	50.5	41.3
	81.3	80.84	75.26	49.92	40.64

Percobaan Ke-	Spesimen 4 Tongkol Jagung 80 : 20 PU (polyurethane)				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	91.5	90.8	87.9	58.4	45.7
2	91.8	91.3	88.5	59.2	46.3
3	92	91.6	88.9	59.7	46.7
4	92.3	91.7	89	59.8	46.8
5	93	92.3	89.7	60.7	47.4
	92.12	91.54	88.8	59.56	46.58

Percobaan Ke-	Spesimen 5 Tongkol Jagung 90 : 10 PU (polyurethane)				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	87.8	87.2	80	57.8	44.3
2	88.3	87.8	80.7	58.5	44.6
3	88.8	88.2	81.2	59.2	45.1
4	89.2	88.6	81.6	59.7	45.3
5	89.3	88.9	82	60.2	45.6
	88.68	88.14	81.1	59.08	44.98

Keterangan:

- T1 = Temperatur titik atas logam pemanas (°C)
- T2 = Temperatur titik bawah logam pemanas (°C)
- T3 = Temperatur titik atas permukaan spesimen (°C)
- T4 = Temperatur titik tengah spesimen dengan jarak dari permukaan 2.3 cm (°C)

Setelah didapatkan data utama maka kemudian akan dicari berapa temperature rata-rata (TAVG) dari tembaga (T1 dan T2) dan ΔT nya. Berikut rumus perhitungan temperatur rata-rata tembaga :

$$T_{AVG} = \frac{T_1 + T_2}{2} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- T_{AVG} TEMBAGA = Temperatur rata-rata tembaga
- T₁ = Temperatur titik 1
- T₂ = Temperatur titik 2

Spesimen 1 Tongkol Jagung 50 : 50 PU (polyurethane)			
Percobaan Ke-	T1	T2	Tavg,t(K)
1	74.4	73.8	347.1
2	75	74.5	347.75
3	75.5	75	348.25
4	76.4	76	349.2
5	76.9	76.4	349.65

Spesimen 2 Tongkol Jagung 60 : 40 PU (polyurethane)			
Percobaan Ke-	T1	T2	Tavg,t(K)
1	86.8	86.3	359.55
2	87.3	86.8	360.05
3	87.4	86.9	360.15
4	88.1	87	360.25
5	76.9	87.6	360.85

Spesimen 3 Tongkol Jagung 70 : 30 PU (Polyurethane)			
Percobaan Ke-	T1	T2	Tavg,t(K)
1	80.3	79.8	353.05
2	80.8	80.3	353.55
3	81.2	80.8	354
4	82	81.5	354.75
5	82.2	81.8	355

Spesimen 4 Tongkol Jagung 80 : 20 PU (polyuretahne)			
Percobaan Ke-	T1	T2	Tavg,t(K)
1	91.5	90.8	364.15
2	91.8	91.3	364.55
3	92	91.6	364.8
4	92.3	91.7	365
5	93	92.3	365.65

Spesimen 5 Tongkol Jagung 90 : 10 PU (polyurethane)			
Percobaan Ke-	T1	T2	Tavg,t(K)
1	91.5	90.8	364.15
2	91.8	91.3	364.55
3	92	91.6	364.8
4	92.3	91.7	365
5	93	92.3	365.65

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa nilai dari T_{AVG} dan juga ΔT maka hal selanjutnya adalah menghitung nilai konduktivitas termal tembaga (K_t) dari masing-masing spesimen. Perhitungan dilakukan dengan metode interpolasi tabel karakteristik termal beberapa logam padat dengan ΔT dan T_{AVG} dari masing-masing spesimen. Karena temperatur tembaga setelah di konversikan dari celcius menjadi kelvin bernilai diantara 300K dan 400K, maka nilai konduktivitas termal tembaga pada tabel yang dipakai adalah 401 W/mK dan 393 W/mK. Berikut tabel dari karakterisik termal logam padat :

Properties at various temperatures (K)												
Composition	Melting point (K)	Properties at 300 K/353 K [†]					k(W/m K)/c _p (J/kg K)					
		ρ (kg/m ³)	c _p (J/kg K)	k (W/m K)	α·10 ⁶ (m ² /s)	100	200	400	500	600	700	800
Aluminum	933	2702	906	237	97.1	302	237	240	237	232	226	220
Pure			901 [†]	240 [†]		485	802	935	996	1042	1091	1149
Alloy 2024-T6 (4.5% Cu, 1.5% Mg, 0.6% Mn)	775	2770	875	177	73.0	65	163	186		186		
Alloy 195, Case (4.5% Cu)		2790	883	168	68.2		473	787	925	1042		
							174		185			
Copper												
Pure	1358	8933	386	401	117	483	413	393	388	383	377	371
			398 [†]	394 [†]		252	356	400	404	414	423	438
Commercial bronze (90% Cu, 10% Al)	1293	8800	420	52	14		42	52		59		
							785	460		545		
Phosphor gear bronze (89% Cu, 11% Sn)	1104	8780	355	54	17		41	65		74		
Catridge brass (70% Cu, 30% Zn)	1188	8530	380	110	33.9	75	95	137		149		
							360	395		425		
Constantan (55% Cu, 45% Ni)	1493	8920	384	23	6.71	17	19					
						237	362					
Iron	1810	7870	443	80.3	23.1	132	94.0	69.4	61.3	54.7	48.7	43.3
Pure			441 [†]	74.1 [†]		216	385	486	495	566	619	686

Gambar 4. 15 Tabel Properti Temperatur

Setelah didapatkan nilai-nilai yang dibutuhkan untuk menghitung konduktivitas termal tembaga dari masing-masing spesimen, maka dilakukan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$K_t = K_{t(300K)} - \frac{(T_{AVG} - 300K)}{(300 K - 400 K)} \times (K_{t(300K)} - K_{t(400K)}) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

K_t = Konduktivitas termal tembaga (W/mK)

T_{AVG} = Temperatur rata-rata tembaga (K)

K_{t300K} = Konduktivitas termal tembaga pada temperatur 300K (401 W/mK)

K_{t400K} = Konduktivitas termal tembaga pada temperatur 400K (393 W/mK)

Berikut tabel hasil dari perhitungan konduktivitas termal tembaga dari masing-masing spesimen:

Spesimen 1 Tongkol Jagung 50 : 50 PU (polyurethane)		
Percobaan Ke-	Tavg,t(K)	Kt
1	347.1	388.768
2	347.75	388.82
3	348.25	388.86
4	349.2	388.936
5	349.65	388.972

Spesimen 2 Tongkol Jagung 60 : 40 PU (polyurethane)		
Percobaan Ke-	Tavg,t(K)	Kt
1	359.55	380.236
2	360.05	380.196
3	360.15	380.188
4	360.25	380.18
5	360.85	380.132

Spesimen 3 Tongkol Jagung 70 : 30 PU (Polyurethane)		
Percobaan Ke-	Tavg,t(K)	Kt
1	353.05	380.756
2	353.55	380.716
3	354	380.68
4	354.75	380.62
5	355	380.6

Spesimen 4 Tongkol Jagung 80 : 20 PU (polyurethane)		
Percobaan Ke-	Tavg,t(K)	Kt
1	364.15	379.868
2	364.55	379.836
3	364.8	379.816
4	365	379.8
5	365.65	379.748

Spesimen 5 Tongkol Jagung 90 : 10 PU (polyurethane)		
Percobaan Ke-	Tavg,t(K)	Kt
1	364.15	380.16
2	364.55	380.116
3	364.8	380.08
4	365	380.048
5	365.65	380.032

Selanjutnya adalah melakukan perhitungan konduktivitas termal tembaga (Kt) dibutuhkan dalam tahap perhitungan selanjutnya yaitu jumlah kalor yang masuk. Pda percobaan kali ini, diasumsikan bahwa jumlah kalor yang masuk (tembaga) sama dengan jumlah kalo yang keluar (spesimen).

$$Q_{masuk} = Q_{keluar}$$

$$Q_{tembaga} = Q_{spesimen}$$

Persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah kalor yang masuk adalah sebagai berikut:

$$Q_t = \frac{K_t \times A_t \times \Delta T_t}{L_t} \dots\dots\dots(6)$$

$$Q_t = \frac{K_t \times (\pi \cdot r_t^2) \times (T_1 - T_2)}{L_t}$$

Dimana :

- Q_t = Jumlah kalor yang masuk (W)
- K_t = Konduktivitas termal tembaga (W/mK)
- ΔT_t = Selisih temperatur temperatur tembaga (T1-T2)
- A_t = Luasan permukaan tembaga (m²)
- L_t = Panjang tembaga (m)
- r_t = Jari-jari permukaan tembaga (m)
- T_1 = Temperatur pada titik 1 (K)
- T_2 = Temperatur pada titik 2 (K)

Spesimen 1 Tongkol Jagung 50 : 50 PU (polyurethane)				
Percobaan Ke-	Kt	At(m2)	$\Delta T_{\text{tembaga}}$ (K)	Qt
1	397.232	0.00001256	0.6	0.032553
2	397.18	0.00001256	0.5	0.027131
3	397.14	0.00001256	0.5	0.027134
4	397.064	0.00001256	0.4	0.021711
5	397.028	0.00001256	0.5	0.027142

Spesimen 2 Tongkol Jagung 60 : 40 PU (polyurethane)				
Percobaan Ke-	Kt	At(m2)	$\Delta T_{\text{tembaga}}$ (K)	Qt
1	380.236	0.00001256	0.5	0.026532
2	380.196	0.00001256	0.5	0.026529
3	380.188	0.00001256	0.5	0.026529
4	380.18	0.00001256	0.5	0.026528
5	380.132	0.00001256	0.5	0.026525

Spesimen 4 Tongkol Jagung 80 : 20 PU (polyurethane)				
Percobaan Ke-	Kt	At(m2)	$\Delta T_{\text{tembaga}}$ (K)	Qt
1	379.868	0.00001256	0.7	0.037109
2	379.836	0.00001256	0.5	0.026504
3	379.816	0.00001256	0.4	0.021202
4	379.8	0.00001256	0.6	0.031802
5	379.748	0.00001256	0.7	0.037097

Spesimen 3 Tongkol Jagung 70 : 30 PU (Polyurethane)				
Percobaan Ke-	Kt	At(m ²)	$\Delta T_{\text{tembaga}}$ (K)	Qt
1	397.232	0.00001256	0.5	0.026568
2	397.18	0.00001256	0.5	0.026566
3	397.14	0.00001256	0.4	0.02125
4	397.064	0.00001256	0.5	0.026559
5	397.028	0.00001256	0.4	0.021246

Spesimen 5 Tongkol Jagung 90 : 10 PU (polyurethane)				
Percobaan Ke-	Kt	At(m ²)	$\Delta T_{\text{tembaga}}$ (K)	Qt
1	380.16	0.00001256	0.6	0.032832
2	380.116	0.00001256	0.5	0.026524
3	380.08	0.00001256	0.6	0.031825
4	380.048	0.00001256	0.6	0.031823
5	380.032	0.00001256	0.4	0.021214

Setelah didapatkan hasil perhitungan jumlah kalor yang masuk (Q_t) dari masing-masing specimen, maka nilai konduktivitas termal specimen (K_{specimen}) dapat dicari dengan persamaan berikut:

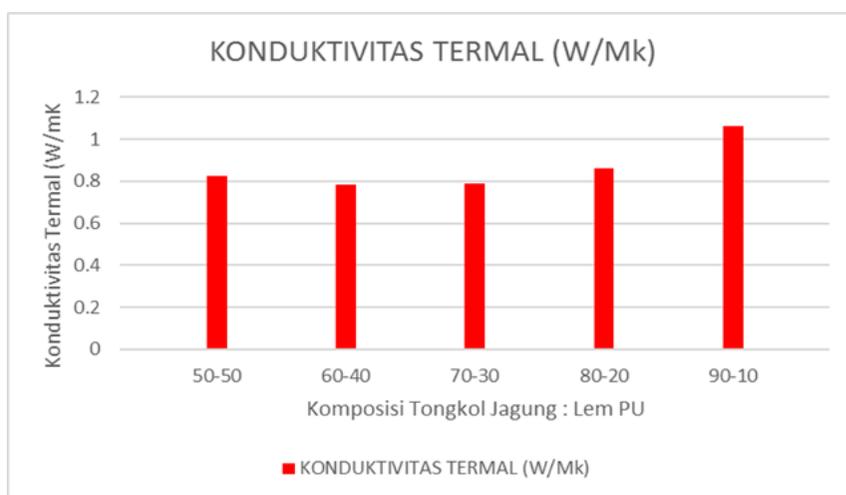
$$K_{sp} = \frac{Q_{sp} \times L_{sp}}{A_{sp} \times \Delta T_{sp}} \dots\dots\dots(7)$$

$$K_{sp} = \frac{Q_{sp} \times L_{sp}}{(\pi \cdot r_{sp}^2) \times (T_3 - T_4)}$$

Setelah melakukan perhitungan konduktivitas termal maka didapatkan hasil akhir dari pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Tabel Hasil Uji Spesimen Konduktivitas Termal

VARIASI SPESIMEN	SET POINT THERMOCONTROL	TEGANGAN (V)	ARUS (I)	TEMPERATUR TIAP TITIK (°C)					KONDUKTIVITAS TERMAL
				T1	T2	T3	T4	T5	
50-50	100	220	1,4	75.64	75.14	74.06	47.82	39.94	0.8246
60-40	100	220	1,4	87.42	86.92	81.82	54.16	44.72	0.7830
70-30	100	220	1,4	81.3	80.84	75.26	49.92	40.64	0.7859
80-20	100	220	1,4	92.12	91.54	88.8	59.56	46.58	0.8600
90-10	100	220	1,4	88.68	88.14	81.1	59.08	44.98	1.0620



Gambar 4. 16 Grafik Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan seperti terlihat pada tabel 4.2 diatas, dapat dilihat bahwa setiap perbandingan komposisi memiliki nilai konduktivitas yang berbeda-beda. nilai konduktivitas termal yang paling tinggi terdapat pada spesimen yang komposisinya sebanyak 90-10 yaitu dengan nilai 1,062 W/mk.

Pada grafik 4.16 dapat kita lihat nilai konduktivitas termal pada komposisi 60:40 dan 70:30 tersebut memiliki nilai konduktivitas termal yang hampir mirip, namun ketika dilihat secara detail komposisi terbaik yang dapat dijadikan sebagai insulasi terdapat pada perbandingan komposisi 60:40 yang memiliki konduktivitas termal sebesar 0,7830 W/mK. Tetapi nilai konduktivitas termal tersebut masih belum sesuai dengan syarat karakteristik termal sebagai isolator yaitu berkisar antara 0,034-0,21 W/mK (Kreith, 1976) dalam Arbintarso.

4.3 Pembuatan Cool Box

Setelah melakukan beberapa pengujian diatas maka langkah selanjutnya adalah pembuatan kotak pendingin atau Coolbox. Dalam pembuatan coolbox harus berpatokan pada hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu berupa pengujian massa jenis dan konduktivitas termal.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Massa Jenis dan Konduktivitas Termal

Komposisi Tongkol Jagung	Pengujian	
	Massa Jenis (gr)	Konduktivitas (W/mK)
50-50	0.28	0.8246
60-40	0.22	0.7830
70-30	0.36	0.7859
80-20	0.20	0.8600
90-10	0.18	1.0620

Dari tabel 4.3 dapat dilihat kelebihan dan kekurangan dari masing-masing komposisi spesimen yang telah diuji baik dari segi massa jenis maupun nilai konduktivitas termal yang terkandung, dilihat dari sisi massa jenis komposisi 90:10 memiliki massa jenis yang paling ringan disbanding spesimen lainnya tetapi dilain sisi spesimen dengan komposisi 90:10 memiliki nilai konduktivitas yang cukup tinggi yaitu 1.0620 yang artinya nilai konduktivitas termal nya tidak cocok untuk dijadikan sebagai bahan utama insulasi, sedangkan untuk spesimen yang memiliki komposisi 60-40 memiliki nilai konduktivitas termal terbaik dari 5 spesimen yang lain yaitu sebesar 0.7830 W/mK yang artinya spesimen dengan komposisi tersebut dapat dijadikan sebagai bahan utama pembuatan insulasi, dan dilihat dari nilai massa jenisnya, komposisi 60:40 tidak jauh berbeda dengan komposisi 90:10 yaitu sebesar 0.22 gr/cm³. Setelah dilakukan pemilihan dan penilaian dari berbagai spesimen tersebut maka langkah selanjutnya adalah pembuatan kotak pendingin. Berikut langkah-lagkah pembuatan coolbox :

- a. Mempersiapkan papan triplek yang telah di potong sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Pemotongan dan pembuatan kotak coolbox dilakukan oleh seorang yang professional dikarenakan triplek yang di pakai sangat tipis dan mudah retak, maka dari itu perlu seorang yang telah professional dalam hal ini tukang kayu yang telah berpengalaman,
- b. Ukuran kotak yang diinginkan yaitu sebesar 34cm x 24cm x 27cm hal ini dikarenakan penyesuaian dengan kotak pendingin atau Styrofoam yang beredar dipasaran.
- c. Langkah selanjutnya adalah membuat campuran antara tongkol jagung dengan perekat PU (Polyurethane) yang dibuat dengan perbandingan komposisi 60:40 yang telah dipilih setelah melakukan pengujian diatas.

- d. Setelah campuran tongkol jagung dan perekat PU (Polyurethane) tercampur dengan sempurna maka akan dimasukkan kedalam celah kotak yang telah disediakan.
- e. Setelah campuran mengisi ruang tersebut maka kotak akan didiamkan selama kurang lebih 24 jam guna menunggu campuran insulasi yang telah dimasukkan tadi mengering.
- f. Setelah mengering maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengolesan resin yang berguna untuk melapisi bagian dalam kotak dan luar kotak agar tahan terhadap air sehingga tidak terjadi kebocoran pada saat pengujian berlangsung.
- g. Setelah pengolesan resin dilakukan maka selanjutnya adalah menunggu sampai resin tersebut mengering dengan sempurna yaitu kurang lebih 1 hari
- h. Setelah resin mengering dengan sempurna kotak pendingin dapat digunakan untuk penelitian.

4.4 Percobaan CoolBox

4.4.1. Peralatan dan Bahan yang digunakan

Sebelum percobaan dilakukan, ada beberapa peralatan dan bahan yang digunakan untuk mendukung berlangsungnya percobaan. Berikut bahan dan peralatan yang digunakan pada saat percobaan berlangsung:

a. Coolbox

Coolbox adalah alat yang digunakan untuk menyimpan makanan seperti ikan segar, buah dan sayuran. Biasanya coolbox dilapisi dengan Styrofoam atau polyurethane. Bahan ini digunakan untuk menahan masuk dan keluarnya udara panas dari coolbox. Pada penelitian ini, ada dua buah coolbox yang digunakan yaitu coolbox menggunakan insulasi dari tongkol jagung dan coolbox dari Styrofoam.



Gambar 4. 17 Coolbox

b. Thermometer

Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperature) ataupun perubahan suhu



Gambar 4. 18 Gambar Thermometer

c. Ikan

Ikan yang dipilih adalah ikan tongkol dengan berat 400g yang nanti dimasukan kedalam coolbox



Gambar 4. 19 Ikan Tongkol

d. Es Basah

Pada percobaan ini digunakan sebanyak 2,5 kg es basah. Es basah langsung dimasukan kedalam masing-masing coolbox yang telah diisi ikan.

4.4.2. Langkah Percobaan

Setelah menyiapkan alat dan bahan, percobaan bisa dilakukan. Pada pengerjaan tugas akhir ini percobaan dilakukan dengan melihat dan membandingkan ketahanan dari es dan ikan didalam coolbox yang telah diinsulasi dengan menggunakan tongkol jagung dan coolbox dari Styrofoam. Berikut merupakan langkah-langkah percobaanya:

- a. Persiapkan semua alat dan bahan
- b. Persiapkan es basah seberat 2,5 kg
- c. Persiapkan thermometer pada setiap kotak dan pastikan thermometer berfungsi dengan baik,
- d. Setelah thermometer dipersiapkan, selanjutnya thermometer di tempelkan pada kotak coolbox.



- e. Ikan yang telah disediakan pada bagian tubuhnya telah dibuat lubang pada bagian tubuhnya yang berfungsi untuk memasukan alat thermometer kedalam tubuh ikan tersebut.
- f. Tempatkan thermometer pada bagian yang telah di persiapkan, terdapat 3 bagian yang telah disiapkan yaitu bagian tubuh ikan, dasar kotak pendingin dan dipasang pada posisi menggantung dengan syarat tidak bersentuhan dengan es balok maupun ikan dan air hal ini dilakukan agar thermometer membaca temperature ruangan dalam coolbox
- g. Thermometer juga dipasang diruangan dimana tempat dilakukanya percobaan yang berfungsi untuk mengetahui temperature ruangan pada saat percobaan berlangsung.
- h. Catat temperature yang ditunjukkan oleh thermometer sekaligus waktunya. Percobaan ini dilakukan selama 24 jam.
- i. Analisa data yang didapat dari percobaan.



Gambar 4. 20 Percobaan berlangsung

4.5 Analisa Percobaan

Coolbox yang berinsulasi tongkol jagung dan coolbox Styrofoam diisi dengan masing-masing 2 kg es dan ikan tongkol seberat 400 gram. Pengukuran yang dilakukan megacu pada one day fishing yaitu selama 24 jam. Pengambilan setiap data diambil dalam kurun waktu 30 menit sekali dan untuk Hasil pengukuran ditunjukkan seperti tabel berikut :

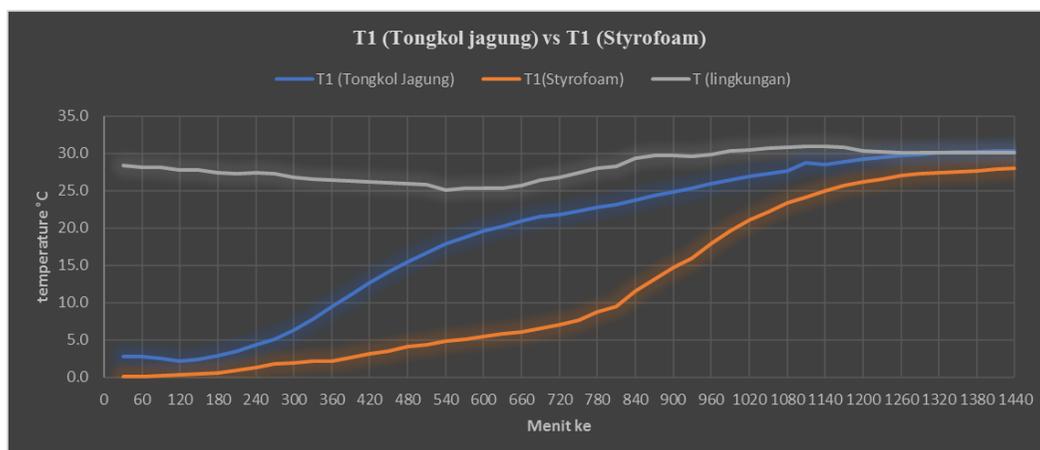
Tabel 4. 4 Hasil Pengambilan Data T1 (dasar kotak pendingin)

No	No	T1 (Tongkol Jagung)	T1(Styrofoam)	T Lingkungan
1	30	2.8	0.1	28.4
2	60	2.8	0.1	28.1
3	90	2.5	0.2	28.1
4	120	2.2	0.3	27.8
5	150	2.4	0.4	27.8
6	180	2.9	0.6	27.4
7	210	3.5	0.9	27.3
8	240	4.3	1.3	27.4
9	270	5.1	1.8	27.3
10	300	6.3	1.9	26.8
11	330	7.8	2.2	26.6
12	360	9.5	2.1	26.4
13	390	11.1	2.6	26.3

No	No	T1 (tongkol jagung)	T1 (Styrofoam)	T1 Lingkungan
14	420	12.7	3.1	26.2
15	450	14.1	3.5	26.1
16	480	15.5	4.1	26
17	510	16.7	4.4	25.8
18	540	17.9	4.9	25.1
19	570	18.8	5.1	25.4
20	600	19.6	5.5	25.4
21	630	20.2	5.8	25.4
22	660	20.9	6.1	25.7
23	690	21.5	6.5	26.4
24	720	21.8	7	26.8
25	750	22.3	7.7	27.4
26	780	22.8	8.7	28
27	810	23.1	9.5	28.3
28	840	23.8	11.5	29.4
29	870	24.4	13.2	29.7
30	900	24.8	14.7	29.7
31	930	25.3	16	29.6
32	960	25.9	17.9	29.9
33	990	26.4	19.6	30.4
34	1020	26.9	21.1	30.5
35	1050	27.3	22.2	30.7
36	1080	27.7	23.4	30.8
37	1110	28.7	24.1	30.9
38	1140	28.5	25	31
39	1170	28.9	25.7	30.8
40	1200	29.2	26.2	30.4
41	1230	29.5	26.6	30.2
42	1260	29.7	27	30.1
43	1290	29.9	27.3	30.1
44	1320	30.1	27.4	30.1
45	1350	30.2	27.5	30.1
46	1380	30.2	27.6	30.1
47	1410	30.3	27.9	30.1

48	1440	30.3	28	30.1
----	------	------	----	------

Dalam pengukuran dan pengamatan yang dilakukan selama 24 jam untuk perbandingan T1 (temperature es), didapatkan hasil dari percobaan maka akan dilakukan perbandingan data yang diperoleh dari percobaan coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung dan coolbox Styrofoam. Sehingga dapat diketahui lebih baik coolbox menggunakan insulasi tongkol jagung atau coolbox Styrofoam. Berikut adalah grafik hasil percobaan yang didapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan T1 (Tongkol Jagung) dan T1 (Styrofoam)

Berdasarkan grafik 4.21 diatas dapat dianalisa bahwa pada percobaan menggunakan coolbox tongkol jagung dan coolbox Styrofoam dengan waktu pendinginan selama 1440 menit (24 jam), untuk titik T1 didapatkan waktu suhu terendah yang dihasilkan adalah sebesar 2,8°C , suhu tersebut merupakan hasil dari coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung sedangkan untuk coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam, suhu terendah yang diperoleh yaitu sebesar 0,1°C, dan untuk T (lingkungan) atau suhu lingkungan yang diperoleh yaitu sebesar 28,4°C, ketiga suhu tersebut diperoleh pada saat 30 menit awal percobaan, namun terjadi perbedaan peningkatan suhu pada titik T1 yaitu pada coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung, pada titik tersebut terjadi perubahan suhu yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam, untuk coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung pada menit ke 300 (5jam) suhu menunjukkan kenaikan temperature dari sebelumnya 3,5°C menjadi 4,3°C, sedangkan untuk coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam pada menit yang sama menunjukkan kenaikan suhu dari sebelumnya 0,9 °C menjadi 1,3 °C, perbedaan kenaikan suhu tersebut kurang lebih sebesar 1 °C hal tersebut terus berlanjut sampai menit ke 600 (10jam), pada menit ke 600 (10 jam) suhu yang terdapat pada coolbox yang menggunakan insulasi tongkol

jagung yaitu sebesar 19,6°C hal tersebut sangat berbeda dengan coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam pada menit dan jam yang sama coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam memiliki suhu T1 sebesar 5,5°C, dengan kata lain coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung tersebut pada menit ke 600 (10jam) hampir memiliki kesamaan dengan suhu temperatur yang berada di dilingkungan, suhu T lingkungan pada saat itu yaitu sebesar 25,4°C. Suhu temperatur tersebut dapat dicapai coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung hanya dalam waktu 10 jam sedangkan untuk coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam suhu tersebut dapat dicapai pada menit ke 1.140 (19jam).

Sedangkan untuk pengambilan data T2 pengambilan tetap dilakukan pada kotak pendingin yang sama namun dengan titik yang berbeda, berikut dibawah ini tabel pengambilan data :

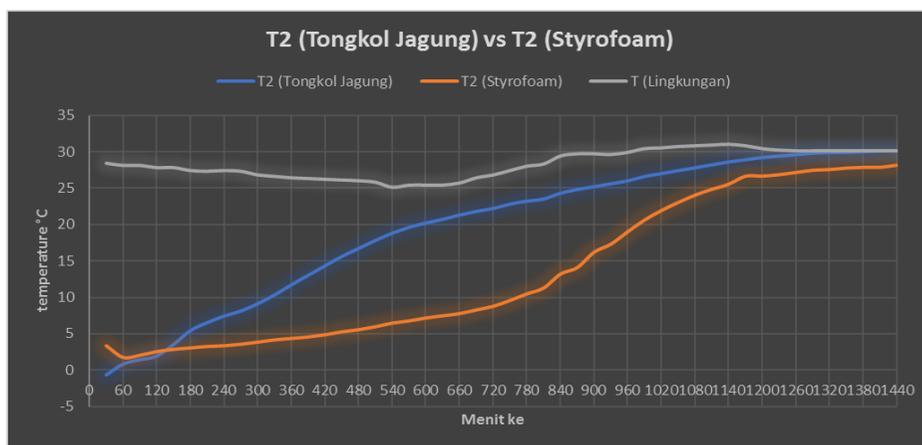
Tabel 4. 5 Hasil Pengambilan Data T2 (Badan Ikan)

No	No	T2 (tongkol Jagung)	T2 (Styrofoam)	T Lingkungan
1	30	-0.7	3.4	28.4
2	60	0.8	1.8	28.1
3	90	1.4	2.1	28.1
4	120	1.9	2.6	27.8
5	150	3.5	2.9	27.8
6	180	5.4	3.1	27.4
7	210	6.5	3.3	27.3
8	240	7.4	3.4	27.4
9	270	8.1	3.6	27.3
10	300	9.1	3.9	26.8
11	330	10.3	4.2	26.6
12	360	11.7	4.4	26.4
13	390	13	4.6	26.3
14	420	14.3	4.9	26.2

15	450	15.6	5.3	26.1
16	480	16.7	5.6	26
17	510	17.8	6	25.8
18	540	18.8	6.5	25.1
19	570	19.6	6.8	25.4
20	600	20.2	7.2	25.4
21	630	20.7	7.5	25.4
22	660	21.3	7.8	25.7
23	690	21.8	8.3	26.4
24	720	22.2	8.8	26.8
25	750	22.8	9.6	27.4
26	780	23.2	10.5	28
27	810	23.5	11.3	28.3
28	840	24.3	13.2	29.4
29	870	24.8	14.1	29.7
30	900	25.2	16.2	29.7
31	930	25.6	17.3	29.6
32	960	26	19	29.9
33	990	26.6	20.6	30.4
34	1020	27	21.9	30.5
35	1050	27.4	23	30.7
36	1080	27.8	24	30.8
37	1110	28.2	24.8	30.9
38	1140	28.6	25.5	31
39	1170	28.9	26.6	30.8

40	1200	29.2	26.6	30.4
41	1230	29.4	26.8	30.2
42	1260	29.6	27.1	30.1
43	1290	29.8	27.4	30.1
44	1320	29.9	27.5	30.1
45	1350	29.9	27.7	30.1
46	1380	30	27.8	30.1
47	1410	30.1	27.8	30.1
48	1440	30.1	28.1	30.1

Dalam pengukuran dan pengamatan yang dilakukan selama 24 jam untuk perbandingan T2 (temperature badan ikan), didapatkan hasil dari percobaan maka akan dilakukan perbandingan data yang diperoleh dari percobaan coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung dan coolbox Styrofoam. Sehingga dapat diketahui lebih baik coolbox menggunakan insulasi tongkol jagung atau coolbox Styrofoam. Berikut adalah grafik hasil percobaan yang didapat dilihat pada grafik dibawah ini. :



Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan T2 (Tongkol Jagung) dan T2 (Styrofoam)

Dari grafik 4.22 dapat dilihat bahwa pada titik T2 untuk percobaan yang menggunakan coolbox tongkol jagung dan coolbox Styrofoam dengan waktu pendinginan yang sama yaitu selama 1440 menit (24 jam), didapatkan bahwa suhu

terendah yang dicapai coolbox yang berbahan insulasi tongkol jagung sebesar $-0,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan untuk coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam suhu terendah yang dicapai sebesar $3,4^{\circ}\text{C}$, kedua suhu tersebut didapatkan pada saat 30 menit awal percobaan, pada percobaan pada titik T2 (tubuh ikan) kali ini juga memiliki kemiripan dengan T1 yaitu terdapat perbedaan perubahan suhu yang cukup signifikan, untuk coolbox yang berinsulasi tongkol jagung, setiap 30 menit sekali terjadi perubahan suhu yang cukup signifikan yaitu antara 1°C - $1,5^{\circ}\text{C}$ hal ini dapat dilihat pada menit ke 180 (3 jam) menuju menit 240 (4jam), suhu temperature pada menit ke 180 sebesar $5,4^{\circ}\text{C}$ sedangkan untuk suhu temperature pada menit ke 240 (4jam) sebesar $6,5^{\circ}\text{C}$, hal tersebut terus berlanjut sampai pada menit ke 600 (10 jam), pada menit tersebut coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung, suhu yang ada pada titik T2 coolbox tersebut telah mencapai $20,2^{\circ}\text{C}$ hal ini berbeda dengan coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam, pada menit dan jam yang sama coolbox tersebut dapat menjaga suhu T2 sebesar $7,2^{\circ}\text{C}$, suhu tersebut sangat jauh berbeda dengan suhu T lingkungan pada jam dan menit yang sama yaitu sebesar $25,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan untuk coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung suhu yang dicapai pada menit ke 600 (10 jam) hampir mirip dengan suhu T lingkungan.

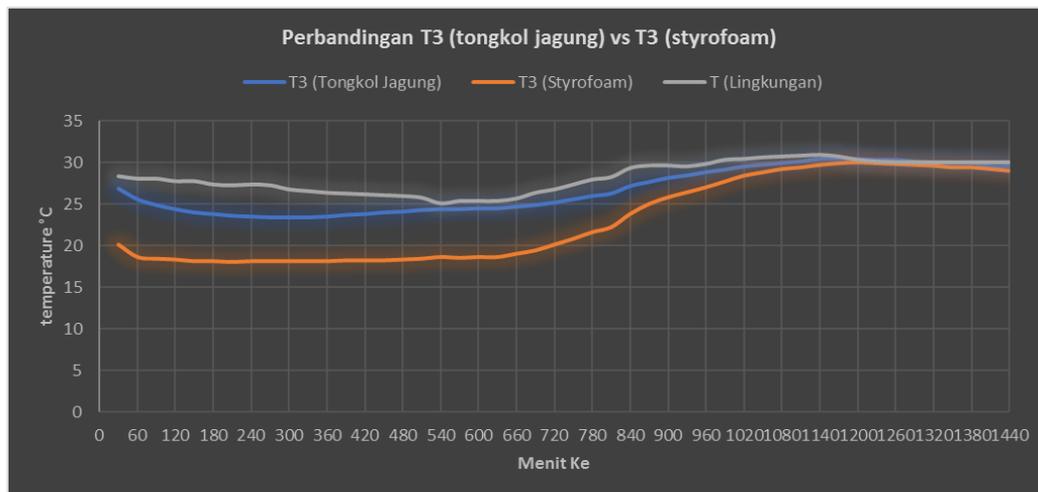
Dan sedangkan untuk pengambilan data T3 (ruang kotak pendingin) dilakukan pada bagian suhu temperature ruangan coolbox baik yang menggunakan insulasi tongkol jagung maupun insulasi Styrofoam, berikut dibawah ini hasil pengambilan dari data T3 :

Tabel 4. 6 Hasil Pengambilan Data T3 (ruang kotak pendingin)

No	Menit ke	T3	T3	T Lingkungan
1	30	26.9	20.2	28.4
2	60	25.6	18.7	28.1
3	90	24.9	18.5	28.1
4	120	24.4	18.4	27.8
5	150	24	18.2	27.8
6	180	23.8	18.2	27.4
7	210	23.6	18.1	27.3
8	240	23.5	18.2	27.4
9	270	23.4	18.2	27.3
10	300	23.4	18.2	26.8
11	330	23.4	18.2	26.6
12	360	23.5	18.2	26.4
13	390	23.7	18.3	26.3
14	420	23.8	18.3	26.2
15	450	24	18.3	26.1

NO	No	T3	T3	T lingkungan
16	480	24.1	18.4	26
17	510	24.3	18.5	25.8
18	540	24.4	18.7	25.1
19	570	24.4	18.6	25.4
20	600	24.5	18.7	25.4
21	630	24.5	18.7	25.4
22	660	24.7	19.1	25.7
23	690	24.9	19.5	26.4
24	720	25.2	20.2	26.8
25	750	25.6	20.9	27.4
26	780	26	21.7	28
27	810	26.3	22.3	28.3
28	840	27.2	23.9	29.4
29	870	27.7	25.1	29.7
30	900	28.2	25.9	29.7
31	930	28.5	26.5	29.6
32	960	28.9	27.1	29.9
33	990	29.2	27.8	30.4
34	1020	29.6	28.5	30.5
35	1050	29.8	28.9	30.7
36	1080	30	29.3	30.8
37	1110	30.2	29.5	30.9
38	1140	30.5	29.8	31
39	1170	30.5	30	30.8
40	1200	30.5	30.1	30.4
41	1230	30.4	30	30.2
42	1260	30.4	29.9	30.1
43	1290	30.2	29.8	30.1
44	1320	30.1	29.7	30.1
45	1350	30	29.5	30.1
46	1380	30	29.5	30.1
47	1410	29.6	29.3	30.1
48	1440	29.6	29.1	30.1

Untuk pengukuran dan pengamatan yang dilakukan selama 24 jam untuk perbandingan T3 (temperature ruang coolbox), didapatkan hasil dari percobaan maka akan dilakukan perbandingan data yang diperoleh dari percobaan coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung dan coolbox Styrofoam. Sehingga dapat diketahui lebih baik coolbox menggunakan insulasi tongkol jagung atau coolbox Styrofoam. Berikut adalah grafik hasil percobaan yang didapat dilihat pada grafik dibawah ini. :



Gambar 4. 23 Grafik perbandingan T3 (Tongkol jagung) dan T3 (Styrofoam)

Untuk gambar grafik 4.24 menunjukkan bahwa pada titik T3 (temperature ruangan coolbox) yang menggunakan insulasi tongkol jagung terlihat bahwa suhu temperature awal yang diperoleh pada saat percobaan coolbox sebesar 26 °C suhu tersebut hampir mirip dengan suhu temperature T lingkungan yaitu sebesar 28,4°C namun berbeda dengan coolbox yang menggunakan insulasi dari Styrofoam, coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam memperoleh suhu temperatur ruangan awal sebesar 20,2 °C suhu tersebut terus menurun hingga mencapai suhu terendah yaitu sebesar 18,1°C suhu tersebut dicapai pada menit ke 210 (3,5jam) namun setelah itu kenaikan temperature terjadi pada menit ke 240 (4jam) tetapi kenaikan tersebut tidak terlalu signifikan yaitu berkisar sekitar 0,1°C , hal berbeda terjadi pada coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung, untuk coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung suhu T3 yang paling rendah didapat pada menit ke 270 (4,5jam) yaitu sebesar 23,4°C suhu tersebut bertahan sampai menit ke 300 (5jam) setelah itu suhu temperatur T3 langsung meningkat, peningkatan suhu temperatur hampir mirip dengan coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam yaitu berkisar 0,1°C namun suhu temperature titik T3 (suhu ruang coolbox) yang berada pada coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung lebih tinggi yaitu sebesar 23,4°C ,dari pada suhu T3 (Temperatur ruang coolbox) coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam yaitu sebesar 18,1°C.

Hasil grafik dari T1, T2, dan T3 menunjukkan bahwa kotak pendingin yang menggunakan bahan utama tongkol jagung sebagai insulasi belum mampu menjadi isolator yang lebih baik dari kotak pendingin Styrofoam. Hal tersebut dikarenakan kotak pendingin yang berbahan insulasi tongkol jagung dapat mempertahankan suhu tidak lebih dari 15 °C hanya dalam waktu 470 menit (7 jam) saja, sedangkan untuk kotak pendingin Styrofoam dapat mempertahankan suhu 15°C hingga menit ke 870 (14,5 jam). Perbedaan waktu tersebut dinilai cukup jauh, seperti yang diketahui sebelumnya bahwa hasil uji konduktivitas termal dari bahan tongkol jagung itu sendiri menunjukkan nilai sebesar 0,7830 W/mK dimana nilai konduktivitas termal tersebut lebih besar dari pada konduktivitas termal yang dimiliki Styrofoam yaitu sebesar 0,03 W/mK. Beberapa hal lain yang menjadi faktor penyebab tingginya nilai konduktivitas termal yang berdampak pada tidak bagusnya hasil dari percobaan coolbox ialah kurang halus nya parutan dari tongkol jagung itu sendiri, sehingga pada waktu proses pencampuran antara tongkol jagung dan lem PU itu sendiri tidak sempurna, dengan kata lain masih terdapat beberapa rongga kosong pada campuran insulasi tersebut. Selain itu menurut (Nurdiani Muliana Sitakar, 2007) pada saat suhu 15 °C - 20 °C pertumbuhan bakteri sudah mulai tumbuh dan hanya dapat disimpan sampai 2 hari saja. Namun bukan berarti kotak pendingin yang berbahan insulasi tongkol jagung tidak dapat dijadikan sebagai kotak pendingin pada umumnya. Hal yang membedakan kedua kotak tersebut adalah waktu pendinginan dan bahan baku pembuatan kotak. Untuk coolbox yang berbahan insulasi tongkol jagung penambahan es batu akan dilakukan setiap 7 jam sekali, hal ini berbeda dengan coolbox Styrofoam yang hanya menambahkan es batu setiap 14,5 jsm sekali. Selain itu pendingin yang berbahan insulasi tongkol jagung jauh lebih ramah lingkungan dari pada kotak Styrofoam yang ada pada umumnya. Karena bahan yang digunakan dalam pembuatan kotak tersebut bahan alami yang tidak akan merusak lingkungan ataupun ekosistem dan dapat terurai, hal ini justru berbeda dengan kotak Styrofoam, kotak Styrofoam dibuat dengan bahan yang tidak ramah lingkungan dan juga buruk bagi kesehatan. Pembuatan dari kotak pendingin yang berbahan insulasi tongkol jagung itu sendiri dengan cara pemanfaatan limbah berupa tongkol jagung yang pada umumnya sudah tidak terpakai lagi.

Halama ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

- 1) Dari hasil pengujian didapatkan komposisi dari tongkol jagung dan lem PU (*polyurethane*) yang menjadi bahan utama insulasi pada coolbox yaitu dengan komposisi 60% Tongkol Jagung dan 40% Lem PU (*Polyurethane*). Karena komposisi tersebut memiliki massa jenis yang cukup rendah yaitu $0,22 \text{ gr/cm}^3$, dan memiliki nilai konduktivitas termal yang baik dibandingkan dengan yang lain dengan nilai sebesar $0,7830 \text{ W/mK}$.
- 2) Dalam waktu pendinginan selama 24 jam didapatkan suhu terendah dari beberapa titik percobaan menggunakan coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung, suhu minimum yang dicapai coolbox pada titik T1 adalah $2,2^\circ\text{C}$, titik T1 berada di bawah permukaan es basah, suhu tersebut didapatkan pada menit ke 120 (2jam) setelah ikan dan es basah dimasukkan ke dalam coolbox. Untuk titik T2 (badan ikan) suhu terendah yang di capai yaitu sebesar $-0,7^\circ\text{C}$ pada menit ke 30 (30 menit) setelah ikan dan es basah dimasukkan ke dalam coolbox, dan untuk titik T3 (ruang coolbox) suhu minum yang berhasil dicapai adalah $23,4^\circ\text{C}$ pada menit ke 270 (4,5jam) setelah ikan dan es basah dimasukkan ke dalam coolbox.
- 3) Dari hasil percobaan coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung mampu mengawetkan ikan selama 10 jam sedangkan coolbox yang menggunakan insulasi Styrofoam dapat mengawetkan ikan selama 17 jam, sehingga dapat dilihat bahwa penggunaan coolbox yang menggunakan insulasi tongkol jagung tidak lebih baik dari pada coolbox yang menggunakan Styrofoam sebagai insulasinya.

5.2 Saran

- 1) Penelitian sebaiknya dilanjutkan dengan pengujian ketahanan komposit terhadap kelembapan dan daya tahan komposit terhadap pelapukan dan waktu.
- 2) Penelitian ini dapat dikembangkan dengan cara penggunaan perekat lain yang lebih baik dari perekat yang dipakai penulis.
- 3) Melakukan modifikasi terhadap insulasi, yaitu dengan mengganti bahan utama insulasi tongkol jagung dengan bahan yang memiliki nilai konduktivitas termal rendah.
- 4) Pengujian spesimen dilakukan dengan mencari tempat alternatif lain selain yang dipakai oleh penulis agar mendapat hasil yang lebih sempurna.

Halama ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M. (2017). Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Insulasi Dari Sekam Padi. 1-70.
- Agung, S. (2013). Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Teknologi Insulasi Vakum. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.*, 1-75.
- Ahmad Rasyidi Fachry*, P. A. (2013). PEMBUATAN BIETANOL DARI LIMBAH. 1-10.
- Amiruddin, W. M. (2013). DENSITAS INSULASI POLYURETHANE PADA PALKA KAPAL PENANGKAP IKAN TRADISIONAL DI PEKALONGAN (Density of Polyurethane for Fish Hold Insulator on Traditional Fishing Boats in Pekalongan). *JURNAL TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PERIKANAN LAUT*, 1-110.
- Aziz), A. A. (2012). Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional dengan Memanfaatkan Es kering. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*, 1-80.
- Bregas S. T. Sembodo*, E. D. (2015). PENCAIRAN TONGKOL JAGUNG SECARA TERMOKIMIA. *E K U L I B R I U M*, 7-11.
- Hidayat, M. (2017). PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU SEBAGAI. 1-87.
- indonesiapolyurethane. (n.d.). Retrieved from www.indonesiapolyurethane.com: <https://www.indonesiapolyurethane.com/index.php/id/panduan>
- Indraswara Dinda Putra. (2014). Modifikasi Coolbox Dengan Insulasi Pendinginan Pada Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 1-5.
- Jorge Pinto, A. B. (2009). Possible Applications of Corncob as a Raw Insulation. *Insulation Materials in Context of Sustainability*, 26-43.
- Nurdiani Muliana Sitakar, N. F. (2007). PENGARUH SUHU PEMELIHARAAN DAN MASA SIMPAN DAGING IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) PADA PENYIMPANAN SUHU -20° C TERHADAP JUMLAH TOTAL BAKTERI. *Jurnal Medika Veterinaria*, 162-163.
- S. Arbintarso, E. M. (2008). Kotak Penyimpan Dingin Dari Papan Partikel Padi,. 1-70.
- Yunianto, B. (2008). PENGUJIAN KONDUKTIVITAS TERMAL MATERIAL PADAT SILINDER UNTUK KONDISI STEADY SATU DIMENSI MENGGUNAKAN AUISISI DATA. *"JURNAL TEKNIK MESIN*, 1-90.

Halama ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN
BAHAN DAN ALAT



Gambar Tongkol Jagung



Gambar Alat Parut Tongkol Jagung



Gambar Tongkol Jagung yang sudah di haluskan



Gambar perekat PU (*Polyurethane*)



Gambar alat ukur massa jenis



Gambar Alat Cetak Spesimen Konduktivitas Termal



Gambar Proses Pembuatan Spesimen Massa Jenis



Gambar Proses Pembuatan Spesimen Konduktivitas Termal



Gambar Spesimen Konduktivitas Termal



Gambar Spesimen Massa Jenis



Gambar Proses Pemasangan Bahan Insulasi



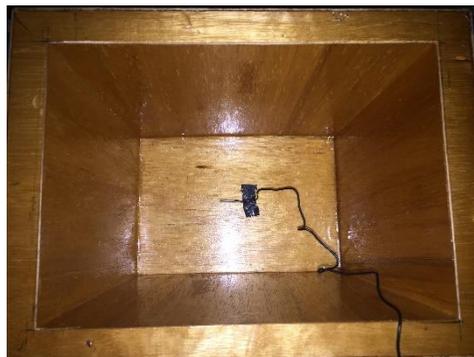
Gambar Proses Pencampuran Bahan Utama dan Perekat PU



Gambar Coolbox (tongkol jagung)



Gambar Proses Percobaan



Gambar Keadaan dalam coolbox



Gambar Ikan tongkol



Gambar Alat Thermometer



Gambar keadaan setelah di uji coba



Gambar Alat Pengujian Spesimen Konduktivitas Termal

No.	T ₁	T ₂	T ₃	T _{lingkungan}
1.	2,8	-0,7	26,9	
2.	2,8	0,0	26,6	
3.	2,2	1,4	24,9	
4.	2,2	1,9	24,9	
5.	2,4	2,5	24,9	
6.	2,9	5,4	24,8	
7.	3,5	6,5	23,6	
8.	4,5	7,9	23,5	
9.	5,1	8,1	23,9	
10.	6,3	9,1	23,9	
11.	7,8	10,3	23,4	
12.	9,5	11,7	23,5	
13.	11,1	13,0	23,7	
14.	12,7	14,3	23,8	
15.	14,1	15,4	24,0	
16.	15,5	16,7	24,1	
17.	16,7	17,8	24,3	
18.	17,8	18,8	24,4	
19.	18,9	19,6	24,4	
20.	19,6	20,2	24,5	
21.	20,2	20,7	24,5	
22.	20,5	21,3	24,7	
23.	20,7	21,4	24,5	
24.	21,4	21,5	24,5	
25.	21,4	21,5	24,5	
26.	21,4	21,5	24,5	
27.	21,4	21,5	24,5	
28.	21,4	21,5	24,5	
29.	21,4	21,5	24,5	
30.	21,4	21,5	24,5	
31.	21,4	21,5	24,5	
32.	21,4	21,5	24,5	
33.	21,4	21,5	24,5	
34.	21,4	21,5	24,5	
35.	21,4	21,5	24,5	
36.	21,4	21,5	24,5	
37.	21,4	21,5	24,5	
38.	21,4	21,5	24,5	
39.	21,4	21,5	24,5	
40.	21,4	21,5	24,5	
41.	29,5	29,4	30,4	
42.	29,7	29,6	30,4	30,1
43.	29,9	29,8	30,2	
44.	30,1	29,9	30,1	
45.	30,2	29,9	30,0	
46.	30,2	30	30	
47.	30,2	30	30	
48.	30,3	30,1	29,6	
	30,3	30,1	29,6	

Coolbox
Tongkol Jagung
No. 2

Gambar Pengamatan Hasil Percobaan

No.	T ₁	T ₂	T ₃	Tlingkungan
1.	0.1	3.4	20.2	28.4
2.	0.1	1.8	18.7	28.1
3.	0.2	2.1	18.5	28.1
4.	0.3	2.6	16.4	27.8
5.	0.4	2.9	18.2	27.8
6.	0.6	3.5	18.2	27.4
7.	0.7	3.5	18.1	27.3
8.	1.3	3.4	18.2	27.4
9.	1.8	3.6	18.2	27.3
10.	1.9	3.9	18.2	26.8
11.	2.2	4.2	18.2	26.6
12.	2.1	4.4	18.2	26.4
13.	2.6	4.6	18.3	26.3
14.	3.1	4.9	18.3	26.2
15.	3.5	5.3	18.3	26.1
16.	4.1	5.6	18.4	26.0
17.	4.4	6.0	18.5	25.8
18.	4.9	6.5	18.7	25.1
19.	5.1	6.8	18.6	25.4
20.	5.5	7.2	18.7	25.4
21.	6.8	7.5	18.7	25.4
22.	7.1	7.8	19.1	25.7
23.	7.5	8.2	19.5	26.4
24.	7.0	8.1	19.7	26.8
25.	7.7	8.5	20.3	27.4
26.	8.7	10.5	21.7	28.0
27.	9.5	11.3	22.3	28.3
28.	11.5	13.2	23.4	29.4
29.	13.2	14.1	24.1	29.7
30.	14.7	14.2	24.3	29.7
31.	16.0	17.3	26.5	29.6
32.	17.3	19.0	27.1	29.9
33.	19.6	20.6	27.8	30.4
34.	21.1	21.9	28.5	30.5
35.	22.2	23.2	28.9	30.7
36.	23.4	24	29.3	30.8
37.	24.1	24.8	29.5	30.9
38.	25.0	25.25	29.8	31
39.	25.7	26.0	30.0	30.8
40.	26.2	26.6	30.1	30.4
41.	26.6	26.8	30.0	30.2
42.	2.7	27.1	29.9	30.1
43.	27.3	28.6	30.4	30.1
44.	27.4	27.5	-	-
45.	27.15	27.7	28.5	29.7
46.	27.0	27.8	28.5	29.7
47.	27.9	27.8	29.3	29.7
48.	28	28.1	29.2	29.7

Coolbox
Styrofoam
No. 1

T₁ = atas
T₂ = tengah
T₃ = bawah

27.3 27.4 29.8
27.4 27.5 29.7

Gambar Hasil Pengamatan Percobaan

HASIL PENGAMBILAN DATA KONDUKSI

NAMA = M. DENNY PRATAMA
 JURUSAN = TEKNIK KELAUTAN FTK-ITS
 TANGGAL = 21-27 APRIL 2018

PENGUJI = ACHMAD SAIFUL HADI

VARIASI SPESIMEN	SET POINT TERMOCONTROL (°C)	TEGANGAN (V)	ARUS (I)	TEMPERATUR TIAP TITIK (°C)					KONDUKTIVITAS TERMAL (W/Mk)
				T1	T2	T3	T4	T5	
50-50	100	220	1,4	42.22	42.06	40.5	33.96	32.06	1.0449
60-40	100	220	1,4	41.9	41.72	41.02	33.78	31.6	1.0671
70-30	100	220	1,4	55.2	54.96	52.34	41.24	35.56	0.9294
80-20	100	220	1,4	74.68	74.22	72.52	50.08	41.2	0.8858
90-10	100	220	1,4	42.98	42.76	41.56	34.96	31.6	1.4292


 ASISTEN JAGA
 ACHMAD SAIFUL HADI

Gambar Hasil Pengujian Spesimen Konduktivitas Termal 1

HASIL PENGAMBILAN DATA KONDUKSI

NAMA = M. DENNY PRATAMA
 JURUSAN = TEKNIK KELAUTAN FTK-ITS
 TANGGAL = 21 MEI -5 JUNI 2018
 PENGUJI = ACHMAD SAIFUL HADI

VARIASI SPESIMEN	SET POINT TERMOCONTROL (°C)	TEGANGAN (V)	ARUS (I)	TEMPERATUR TIAP TITIK (°C)					KONDUKTIVITAS
				T1	T2	T3	T4	T5	
50-50	100	220	1,4	75,64	75,14	74,06	47,82	39,94	0,8246
60-40	100	220	1,4	87,42	86,92	81,82	54,16	44,72	0,7830
70-30	100	220	1,4	81,3	80,84	75,26	49,92	40,64	0,7859
80-20	100	220	1,4	92,12	91,54	88,8	59,56	46,58	0,8600
90-10	100	220	1,4	88,68	88,14	81,1	59,08	44,98	1,0620

Asisten Jaga

 Achmad Saiful Hadi

Gambar Hasil Pengujian Spesimen Konduktivitas Termal 2

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Palembang provinsi Sumatera Selatan pada 05 Desember 1996. Penulis merupakan anak pertama dari 4 bersaudara dari pasangan suami istri, Aswadi dan Netty Utami. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pertiwi Kota Kayu Agung pada tahun 2001 sampai 2002. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SDN 1 Kota Kayu Agung, hingga lulus tahun 2008. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMP IT BINA INSANI Kota Kayu Agung, hingga lulus pada tahun 2011. Dan berlanjut ke sekolah SMA PLUS Negeri 17 Palembang. Setelah lulus dari SMA PLUS Negeri 17 Palembang penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata-1 dan diterima di Departemen Teknik Sistem Perkapalan-Fakultas Teknologi

Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN dan terdaftar dengan NRP 04211440000030. Didepartemen Teknik Sistem Perkapalan Penulis mengambil bidang studi Marine Machinery and System (MMS) untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis sempat mengikuti beberapa kegiatan akademis maupun non-akademis. Dalam bidang non akademis penulis aktif sebagai staff Departemen Dalam Negeri HIMA SISKAL (Himpunan Mahasiswa Jurusan Sistem Perkapalan) ITS periode tahun 2015-2016, serta penulis juga sempat mengikuti UKM PSM ITS (paduan suara mahasiswa) ITS, kemudian penulis juga aktif dalam setiap kegiatan yang diadakan oleh jurusan seperti Marine Icon 2015/2016 dan Marine Icon 2016/2017 sebagai anggota panitia MDA (Marine Diesel Assembly) dan Eco Solar Boat. Dalam bidang akademis penulis aktif sebagai grader pratikum Sistem Pompa Sentrifugal dalam pratikum Mesin Fluida DTSP FTK-ITS periode 2017-2018, hingga penulis bisa menyelesaikan pendidikan S1 tahun ajaran 2017-2018.

