

**TUGAS AKHIR**

**PENGGUNAAN KOMPOSIT SEKAM PADI SEBAGAI  
PENGANTI DINDING BOX PENDINGIN IKAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**SABANA ARIFF**  
**1607230108**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sabana Arif  
NPM : 1607230108

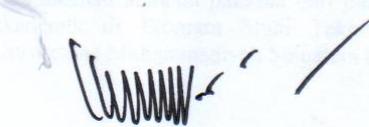
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : PENGGUNAAN KOMPOSIT SEKAM PADI SEBAGAI  
PENGANTI DINDING BOX PENDINGIN IKAN  
Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 September 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji



Rahmatullah S.T., M.sc IPM, Asean Eng

Dosen Penguji



H. Muharnif, S.T., M.sc

Dosen Penguji



Sudirman Lubis S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Chandra A Siregar S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Sabana Arif  
NPM : 1607230108  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **“Penggunaan Komposit Sekam Padi Sebagai Pengganti Dinding Box Pendingin Ikan”,**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 September 2021

Saya yang menyatakan,  
  
Sabana Arif

## ABSTRAK

Kekayaan jenis ikan di Indonesia sangat tinggi dan diperkirakan 8500 jenis hidup di perairan Indonesia yang merupakan 45% dari jumlah jenis global di dunia. Dari jumlah tersebut, 1300 jenis menempati perairan tawar (D Bhagawati 2013). Ikan merupakan bahan pangan yang akan cepat mengalami pembusukan sehingga kualitas ikan akan cepat menurun. Hal ini karena proses pembusukan yang cukup cepat sejak kematiannya, yaitu sekitar 6 sampai 7 jam bila tidak mendapat perlakuan khusus. Sekam padi merupakan limbah hasil pengolahan padi dapat digunakan sebagai bahan dasar dari kotak pendingin, sedangkan Resin yang merupakan bahan yang banyak digunakan oleh masyarakat dapat dijadikan sebagai perekat jika dicampurkan dengan material lain dalam pengolahannya. Penelitian ini dilakukan dengan cara mencampurkan sekam padi dan Resin sehingga mampu menjadi coolbox alternatif untuk nelayan. Penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan sekam padi dan Resin sehingga mampu menjadi coolbox alternatif untuk nelayan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh insulasi sekam padi dan Resin terhadap temperatur dan waktu pendinginan yang dibandingkan dengan coolbox berbahan styrofoam. Penentuan komposisi sekam padi dan Resin untuk coolbox dilakukan dengan perhitungan massa jenis, pengujian Tensile strength (Uji Tarik) dan pengujian konduktivitas thermal. Parameter yang paling berpengaruh sebagai bahan insulasi yaitu konduktivitas termal terbaik pada perbandingan sekam padi 25% : 1 yaitu 1,801 W/mK. Percobaan dilakukan dengan menambahkan 3 kg es balok ke tiap coolbox, dan didapatkan hasil pada kotak pendingin sekam padi dan Resin mampu mempertahankan suhu dibawah 20°C selama 6 jam dengan suhu terendah 13,5 °C, untuk kotak pendingin styrofoam mampu menahan suhu 20°C selama lebih dari 24 jam dengan suhu terendah 10,6°C. Sehingga dapat disimpulkan kotak pendingin berbahan sekam padi dan Resin tidak lebih baik dibandingkan kotak pendingin styrofoam.

Kata kunci : Komposit, Resin BTQN 157, Sekam padi, Kotak Pendingin

## ABSTRACT

The richness of fish species in Indonesia is very high and it is estimated that there are 8,500 species of life in Indonesian waters, which is 45% of the global species in the world. Of these, 1,300 freshwater species (D Bhagawati 2013). Fish is a food that will quickly decay so that the quality of fish will quickly decline. This is because the decay process is quite fast since his death, which is about 6 to 7 hours if he does not receive special treatment. Rice husk is a waste from rice processing that can be used as a base material for coolerbox, while resin, which is a material that is widely used by the community, can be used as an adhesive if it is mixed with other materials in its processing. This research was conducted by mixing rice husk and resin so that it can become an alternative coolerbox for fishermen. This research was conducted by mixing rice husk and resin so that it can become an alternative coolerbox for fishermen. The purpose of this study was to determine the effect of rice husk and resin insulation on the temperature and cooling time compared to a styrofoam coolerbox. Determination of the composition of rice husks and resin for the coolerbox is carried out by calculating the density, testing the Tensile Strength (Tensile Test) and testing the thermal conductivity. The most influential parameter as an insulation material is the best thermal conductivity at the ratio of rice husks of 25% : 1, which is 1.801 W/mK. The experiment was carried out by adding 3 kg of ice cubes to each coolerbox, and the results obtained that the rice husk and resin cooler box was able to maintain a temperature below 20°C for 6 hours with the lowest temperature of 13.5°C, for the styrofoam cooler box it was able to withstand a temperature of 20°C for more than 24 hours. hours with the lowest temperature of 10.6°C. So it can be concluded that the coolerbox made of rice husk and resin is not better than the styrofoam cooler.

Keywords: Composite, BTQN 157 Resin, Rice Husk, coolerbox

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “Penggunaan Komposit Sekam Padi Sebagai Pengganti Dinding Box Pendinging Ikan ” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik Mesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis: Bapak Sabaruddin dan Ibu Mayarni Panjaitan, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Yogi Dira Nugraha, M.Urip Maulana, Haryadi Adha, dan yang terakhir Rofifah Khairunisa S.Pd. yang selalu mensupport penulis selama penyusunan dari awal hingga akhir penulisan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil/Mesin/Elektro.

Medan, 12 September 2021

Sabana Arif

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<i>ABSTRACT</i>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Komposit	4
2.2. Klasifikasi Komposit	5
2.2.1 Unsur-unsur Utama Pembentuk Komposit	8
2.3 Coolbox	9
2.4 Sekam Padi	10
2.5 Prinsip Perpindahan Panas	12
2.5.1. Perpindahan Kalor Secara konduksi	13
2.6 Uji Tarik	14
2.7 Persamaan Statis	14
2.8 Faktor Yang mempengaruhi Kekuatan Tarik	17
2.9 Konduktivitas Termal	17
2.10 Teknologi Insulasi	19
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>21</b>
3.1 Tempat dan Waktu	21

3.1.1 Tempat	21
3.1.12 Waktu	21
3.2 Persiapan Alat dan bahan	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	27
3.3 Bagan Alir Penelitian	29
3.4 Pembuatan Spesimen Komposit Bahan Serat Sekam Padi	30
3.5 Pembuatan Kotak Pendingin Komposit Bahan Serat Sekam Padi	31
3.6 Prosedur Pembuatan Kotak Pendingin	32
3.7 Prosedur Penelitian	33
3.7.1 Proses Pembuatan Specimen	33
3.7.2 Pengujian Konduktivitas Thermal	33
3.7.3 Proses Pengambilan data ( <i>Experimental set up</i> )	35
3.7.3.1 Peralatan dan Bahan yang Digunakan	35
3.8 Analisa dan Pembahasan	37
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>38</b>
4.1 Analisa massa jenis sekam padi	38
4.2 Menghitung Volume Cetakan	38
4.3 Menghitung Komposisi Variasi Sekam Padi, Resin dan Katalis	38
4.4 Hasil Data Analisa Pengujian Suhu Luar Dan Dinding Dalam	38
4.5 Analisa Aliran Konduktivitas Thermal Komposit	41
4.5.1 Komposit 25 %	41
4.5.2 Komposit 30 %	42
4.5.3 Komposit 50 %	44
4.6 Hasil Pengujian Tarik	47
4.7 Hasil pengujian Kotak Pendingin	50
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>56</b>
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat mekanik dari beberapa jenis serat.( Dieter H. Mueller)	8
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Sekam Padi	11
Tabel2.3 Data Pengujian Variasi Komposit 50%	38
Tabel 4.1 Data Pengujian Variasi Komposit 25 %	39
Tabel 4.2 Data Pengujian Variasi Komposit 30 %	39
Tabel4.3 Data Pengujian Variasi Komposit 50%	40
Tabel 4.4 Dimensi awal pengujian tarik	47
Tabel 4.5 Data Pengujian Variasi Komposit 25 %	48
Tabel 4.6 Data Pengujian Variasi Komposit 30 %	48
Tabel 4.7 Data Pengujian Variasi Komposit 50 %	48
Tabel 4.8 Pengukuran Temperatur Didalam Dan Diluar <i>Coolbox</i>	50
Tabel 4.9 Lanjutan Pengukuran Temperatur Didalam Dan Diluar <i>Coolbox</i>	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Continuous fiber composite (Gibson, 1994)	5
Gambar 2.2. Woven fiber composite (Gibson, 1994)	6
Gambar 2.3. Chopped fiber composite (Gibson, 1994)	6
Gambar 2.4. Hybrid composite (Gibson, 1994)	6
Gambar 2.5. Particulate Composite (Gibson, 1994)	6
Gambar 2.6. Laminates Composites (Gibson, 1994)	7
Gambar 2.7. Coolbox yang Biasa Digunakan Nelayan	10
Gambar 2.8. Coolbox Ikan	10
Gambar 2.9. Sekam padi (Wibowo, dkk, 2007)	11
Gambar 2.10. Skema pengujian Tarik dari awal pembebanan (MKM, 2015)	16
Gambar 2.11. Gambar uji Tarik dan tegangan yang terjadi (MKM, 2015)	16
Gambar 2.12. Ilustrasi Pengukur Regangan pada Spesimen	16
Gambar 2.13. Konduksi kalor pada balok	18
Gambar 3.1 <i>Universal Testing Machine</i>	22
Gambar 3.2 Laptop	23
Gambar 3.3. Jangka Sorong	23
Gambar 3.4. Sarung Tangan	23
Gambar 3.5 Masker	24
Gambar 3.6 Timbangan Digital	24
Gambar 3.7 Wadah Pencampur	24
Gambar 3.8 Pengaduk	25
Gambar 3.9 Gerinda	25
Gambar 3.10 Sekrap	25
Gambar 3.11 Obeng	26
Gambar 3.12 Cetakan Komposit	26
Gambar 3.13 Sensor Termoinfrared digital	26
Gambar 3.14 Sekam Padi	27
Gambar 3.15 Resin	27
Gambar 3.16 Katalis	28
Gambar 3.17 Wax	28
Gambar 3.18 Plastisin	28
Gambar 3.19 Diagram Alir	29

Gambar 3.20	Ukuran Spesimen Uji Tarik	30
Gambar 3.21	Spesimen Uji Tarik 70% Resin : 30 % Serat	31
Gambar 3.22	Spesimen Uji Tarik 75% Resin :25 % Serat	31
Gambar 3.23	Spesimen Uji Tarik 50% Resin : 50% Serat	31
Gambar 3.24	Bentuk dan Ukuran Coolbox	32
Gambar 3.25	Kotak Pendingin yang sudah jadi	32
Gambar 3.26	skema pengujian konduktivitas thermal	34
Gambar 3.27	<i>Coolbox</i> dari sekam padi	35
Gambar 3.28	<i>Coolbox</i> dari sekam styrofoam	35
Gambar 3.29	Thermometer	36
Gambar 3.30	Es basah pada <i>coolbox</i>	36
Gambar 3.31	Percobaan menggunakan 2 kotak pendingin	37
Gambar 4.1	Perbandingan Dinding Komposit Terhadap Konduktivitas Thermal	46
Gambar 4.2	Hasil dari pengujian tarik	49
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Temperatur <i>Coolbox</i> Sekam Padi Dengan <i>Coolbox Styrofoam</i>	54

## DAFTAR NOTASI

$\dot{m}$	= massa laju aliran	(kg/s)
$\rho$	= masa jenis	(kg/m <sup>3</sup> )
V	= Volume	(m <sup>3</sup> )
a	= Percepatan	(m/s <sup>2</sup> )
m	= Massa	(kg)
q	= kalor persatuan massa	(J)
v	= Kecepatan	(m/s)
$\dot{m}$	= massa	Kg
T	= Waktu	(s)
$\Delta T$	= Perbedaan temperatur	°C
P	= Panjang	( Cm )
L	= Lebar	( Cm )
t	= Tebal	( Cm )
$\varepsilon$	= Regangan tarik	Mpa
E	= Modulus elastisitas	Mpa
$\sigma$	= Tegangan tarik	Mpa
F	= Gaya yang di terima	N/ kgf
$L_0$	= Panjang awal spesimen	mm
$L_1$	= Paanjang sepesimen setelah di uji	mm
A	= Luas penampang	mm/m
c	= Koefisien panas	Joule
P	= Beban Temperatur	°C
K	= Koefisien Perpindahan panas suatu dinding	W/m
Qk	= Laju aliran panas konduksi	W
Rb	= Rugi kalor dengan isolasi	m <sup>2</sup> .°C/W
Rp	= Rugi kalor tanpa isolasi	m <sup>2</sup> .°C/W
R	= Rugi Kalor tahanan isolasi termal	m <sup>2</sup> .°C/W

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kekayaan jenis ikan di Indonesia sangat tinggi dan diperkirakan 8500 jenis hidup di perairan Indonesia yang merupakan 45% dari jumlah jenis global di dunia. Dari jumlah tersebut, 1300 jenis menempati perairan tawar (D Bhagawati 2013). Ikan merupakan bahan pangan yang akan cepat mengalami pembusukan sehingga kualitas ikan akan cepat menurun. Hal ini karena proses pembusukan yang cukup cepat sejak kematiannya, yaitu sekitar 6 sampai 7 jam bila tidak mendapat perlakuan khusus. Hal yang harus diperhatikan untuk menjaga kualitas ikan dalam keadaan segar sampai di tangan konsumen yaitu proses penyimpanannya. Pada dasarnya mutu ikan tidak dapat diperbaiki hanya dapat dipertahankan. Mutu ikan akan segera mengalami kerusakan setelah ikan dalam kondisi mati. Salah satu metode untuk menjaga kesegaran ikan harus dijaga dalam suhu 0 °C dalam proses pendinginan sampai lebih rendah saat proses pembekuan. Pada proses pendinginan, idealnya ikan dijaga dalam rentang temperatur -2°C sampai 0 °C (Risa Setyalina 2018).

Hasil ikan tangkapan nelayan tradisional sekitar 15-20 kg per hari dengan waktu melaut 6 jam, mulai dari penangkapan ikan di tengah laut sampai di bawa ke daratan. Menurut observasi nelayan tradisional sudah menerapkan teknik pendinginan menggunakan es dengan media penyimpanan pada kotak kayu, palka atau kotak *styrofoam*. Akan tetapi, penggunaan media penyimpanan tersebut masih didapati beberapa kelemahan, salah satunya yaitu proses penyimpanan dingin yang tidak dapat bertahan lama. Hal ini dikarenakan kurangnya kemampuan insulasi untuk mencegah panas yang hilang (*heat loss*) dalam kotak penyimpanan pada saat proses pendinginan, yang menyebabkan es mudah mencair. Penggunaan kotak gabus (*styrofoam*) kurang efektif karena sifat gabus yang mudah rusak sehingga hanya bisa digunakan beberapa (Risa Setyalina 2018).

Kualitas dari ikan juga salah satu hal yang sangat penting bagi nelayan dan masyarakat. Karena semakin baik kualitas ikan tangkapan maka akan semakin tinggi pula harga ikan tersebut. Hal yang berpengaruh dari kualitas ikan hasil

tangkapan nelayan adalah kondisi dari ruang penyimpanan ikan di kapal. Oleh karena itu proses penyimpanan ikan di kapal harus dibuat sebegu mungkin dengan memiliki sistem pendingin yang baik. Media penyimpanan dengan isolasi suhu ini biasa disebut juga dengan coolbox (Puteri Ladikha Sihombing 2018).

Inovasi yang dapat dilakukan peneliti adalah dengan pemanfaatan insulasi menggunakan sistem pendingin siklus kompresi uap (refrigeran. Nilai konduktivitas yang besar mengakibatkan perpindahan panas begitu cepat sehingga energi panas dari lingkungan mudah masuk kedalam Box pendingin. Hal ini mengakibatkan penurunan efektifitas kinerja dan efisiensi dari sistem pendingin untuk itu pemilihan bahan bahan dinding box pendingin perlu dikaji kembali untuk mendapatkan material baru yang memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah.

Saat ini pemanfaatan sekam padi masih sangat sedikit, sehingga sekam masih tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan. Sekam padi telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan untuk melindungi es dari suhu lingkungan, dengan mengisolasi es agar tidak cepat mencair. Dalam pemanfaatan sekam padi sebagai isolator panas, sekam padi diolah menjadi dinding. Untuk mengolah sekam padi jadi dinding, sekam padi dicampur dengan bahan pengikat berupa resin. Papan pertikel tersebut kemudian diuji unjuk kerjanya dalam hal kemampuan menahan kalor dengan menghitung konduktivitas termalnya dan nilai isolasi. Tahap penelitian ini diharapkan setelah dibuatnya dinding komposit ber serat sekam padi, yaitu dapat menurunkan jumlah kalor yang berpindah dari lingkungan kedalam box sehingga temperatur didalam box tetap terjaga.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik komposit yang meliputi massa jenis, kekuatan tarik (*Tensile Strength*), dan konduktivitas thermal dalam penggunaan komposit sekam padi sebagai pengganti dinding box pendingin ikan?
2. Apakah penggunaan insulasi dengan campuran campuran sekam padi dengan resin dapat mempertahankan temperatur sistem pendingin lebih lama dibanding kotak pendingin *Styrofoam*?

### **1.3 Ruang Lingkup**

Dalam penelitian ini akan melakukan kajian terhadap komposit sekam padi dengan konsentrasi yang bervariasi 25%, 30%, 50% dari berat total komposit selanjutnya spesimen komposit di uji tarik untuk mengetahui nilai kekuatan bahan uji kekerasan dan uji konduktivitas thermal melakukan pengujian menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM ) untuk mengetahui penggunaan komposit sekam padi sebagai pengganti dinding box pendingin.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan umum dari penelitian tugas akhir ini adalah:

Mendapatkan material baru berbahan komposit serat sekam padi sebagai pengganti fiber box pendingin.

Tujuan khusus dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk menganalisa hasil pengujian tarik pada komposit dinding box pendingin .
2. Membandingkan kemampuan kotak pendingin dengan insulasi berbahan komposit sekam padi dengan kotak pendingin berbahan Styrofoam
3. Untuk menganalisa hasil nilai konduktivitas thermal.

### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Merupakan salah satu bekal mahasiswa dan modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh.
2. Mengetahui tingkat keoptimalan yang dihasilkan oleh campuran sekam padi dan resin sebagai insulasi sistem pendingin.
3. Sebagai rekomendasi alternatif pendingin ikan yang ekonomis dan efisien

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Komposit**

Kata komposit (composite) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Composite ini berasal dari kata kerja to compose yang berarti menyusun atau menggabungkan. Jadi definisi komposit dalam lingkup ilmu material adalah gabungan dua buah material atau lebih yang digabung pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang lebih bermanfaat, ini berbeda dengan alloy atau paduan yang digabung secara mikroskopis. Pada material komposit sifat unsur pendukungnya masih terlihat dengan jelas, sedangkan pada allo atau /paduan sudah tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya (Jones, 1975). Sebagai contoh baja, baja adalah alloy atau paduan antara Fe dengan C serta sedikit unsur lainnya. Pada baja sudah tidak terlihat mana Fe maupun mana yang C (karbon). Tetapi ini tidak berlaku pada komposit, pada material ini penyusunnya akan terlihat jelas baik itu serat maupun matriknya (Gibson, 1994).

Keunggulan dari material ini adalah penggabungan unsur-unsur yang unggul dari masing-masing unsur pembentuknya tersebut. Orang melakukan penggabungan material ini adalah dalam rangka untuk menemukan sifat antara (intermediate) material penyusunnya. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan saling melengkapi kelemahan-kelemahan yang ada pada material penyusunnya (Gibson, 1994).

Ada tiga faktor yang sangat menentukan sifat-sifat komposit, yaitu (Gibson, 1994) :

##### **a. Material pembentuk**

Sifat-sifat yang dimiliki oleh material pembentuk memegang peranan yang sangat penting karena sangat besar pengaruhnya dalam menentukan sifat kompositnya. Sifat dari komposit itu merupakan gabungan dari sifat-sifat komponennya.

##### **b. Bentuk dan susunan komponen**

Karakteristik struktur dan geometri komponen juga memberikan pengaruh yang besar bagi sifat komponen. Bentuk dan ukuran tiap komponen dan distribusi

serta jumlah relative masing - masing merupakan factor yang sangat penting yang memberikan kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan

c. Hubungan antar komponen

Komposit merupakan campuran atau kombinasi bahan-bahan yang berbeda, baik dalam hal sifat bahan maupun bentuk bahan, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda. Prinsip yang mendasari perancangan, pengembangan dan penggunaan dari komposit adalah pemakaian komponen yang sesuai dengan aplikasinya.

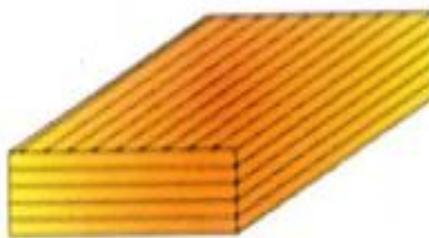
## 2.2 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan bentuk komponen strukturalnya, bentuk-bentuk komponen utama yang digunakan dalam material komposit dapat dibagi atas tiga kelas, yaitu (Gibson,1994).

### 1. Komposit Serat (Fibrous Composites)

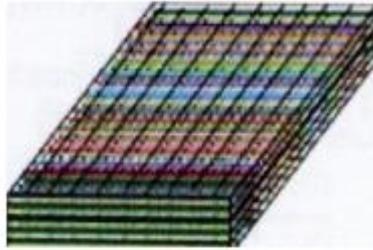
Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. Secara alami serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih dibanding serat yang berbentuk curah (bulk). Serat panjang mempunyai struktur yang lebih sempurna karena struktur kristal tersusun sepanjang sumbu serat dan cacat internal pada serat lebih sedikit daripada material dalam bentuk curah. Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian diantaranya (Gibson, 1994):

a. Continuous fiber composite (komposit diperkuat dengan serat kontinyu) (lihat Gambar 2.1.)



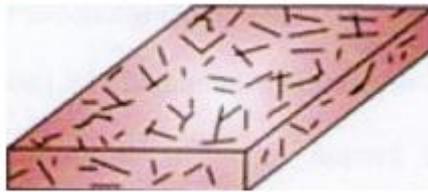
Gambar 2.1. Continuous fiber composite (Gibson, 1994)

b. Woven fiber composite (komposit diperkuat serat anyaman) (lihat Gambar 2.2)



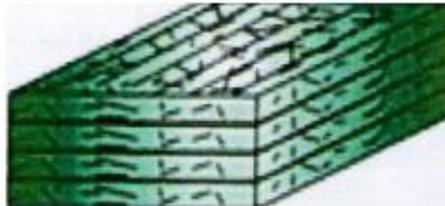
Gambar 2.2. Woven fiber composite (Gibson, 1994)

c. Chopped fiber composite (komposit diperkuat serat pendek/acak) (lihat Gambar 2.3.)



Gambar 2.3. Chopped fiber composite (Gibson, 1994)

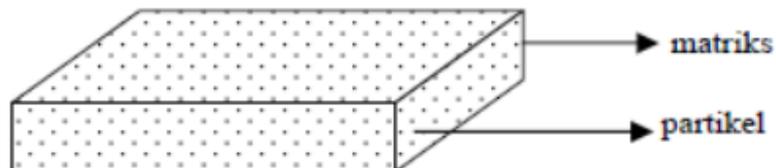
d. Hybrid composite (komposit diperkuat serat kontinyu dan acak) (lihat Gambar 2.4.)



Gambar 2.4. Hybrid composite (Gibson, 1994)

## 2. Komposit Partikel (Particulate Composite)

Merupakan composite yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya (Gibson, 1994). Skema komposit partikel diperlihatkan pada Gambar 2.5.

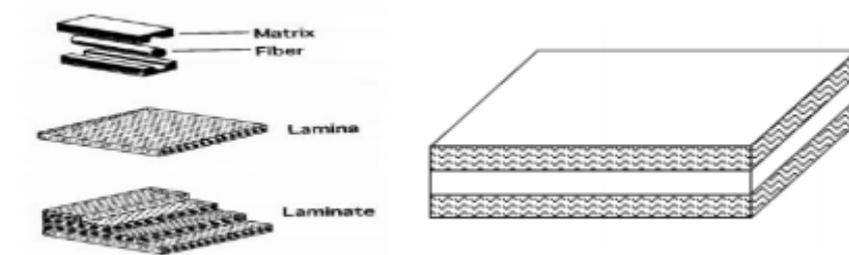


Gambar 2.5. Particulate Composite (Gibson, 1994)

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama, yang kerap disebut partikel. Dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang ditenamkan dalam suatu matrik dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam, seperti halnya matrik. Selain itu ada pula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Jones, 1999)

### 3. Komposit Lapis (Laminates Composites)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri (Gibson, 1994). Skema komposit lapis diperlihatkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Laminates Composites (Gibson, 1994)

#### a. Bimetal

Bimetal adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi thermal yang berbeda. Bimetal akan melengkung seiring dengan berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok untuk alat ukur suhu (Gibson, 1994).

#### b. Pelapisan Logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya (Gibson, 1994).

#### c. Kaca yang dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam. Kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca (Gibson, 1994).

#### d. Komposit lapis serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat (Gibson, 1994).

### 2.2.1 Unsur-unsur Utama Pembentuk Komposit.

#### 1. Serat

Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran Kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material (Surdia, 1999).

Selain itu serat (fiber) juga merupakan unsur yang terpenting, karena seratliah nantinya yang akan menentukan sifat mekanik komposit tersebut seperti kekakuan, keuletan, kekuatan dan sebagainya. Fungsi utama dari serat adalah :

- Sebagai pembawa beban. Dalam struktur komposit 70%-90% beban dibawa oleh serat
- Memberikan sifat kekakuan, kekuatan, stabilitas panas dan sifatsifat lain dalam komposit (lihat Tabel 2.1)
- Memberikan insulasi kelistrikan (konduktivitas) pada komposit, tetapi ini tergantung dari serat yang digunakan

Tabel 2.1. Sifat mekanik dari beberapa jenis serat.( Dieter H. Mueller ).

		<b>Cotton</b>	<b>Flax</b>	<b>Jute</b>	<b>Kenaf</b>	<b>E-Glass</b>	<b>Ramie</b>	<b>Sisal</b>
Diameter	mm	-	11–33	200	200	5–25	40–80	50–200
Panjang	mm	10–60	10–40	1–5	2–6	-	60–260	1–5
Kekuatan tarik	MPa	330–585	345–1035	393–773	930	1800	400–1050	511–635
Modulus elastisitas	GPa	4.5–12.6	27.6–45.0	26.5	53.0	69.0–73.0	61.5	9.4–15.8
Massa jenis	g/cm <sup>3</sup>	1.5–1.54	1.43–1.52	1.44–1.50	1.5	2.5	1.5–1.6	1.16–1.5
Regangan maksimum	%	7.0–8.0	2.7–3.2	1.5–1.8	1.6	2.5–3.0	3.6–3.8	2.0–2.5
Spesifik kekuatan tarik	km	39.2	73.8	52.5	63.2	73.4	71.4	43.2
Spesifik kekakuan	km	0.85	3.21	1.80	3.60	2.98	4.18	1.07

#### 2. Matrik

Matrik biasanya bersifat lebih ulet, kurang keras, dan berkarakter kontinyu. Matriks sebagai mengikat serat dan menyalurkan beban pada serat. Serat ditambahkan ke matrik dalam bentuk tertentu. Serat biasanya memiliki sifat lebih kuat daripada matrik (Surdia, 1999).

Pada bahan komposit matriks mempunyai kegunaan sebagai berikut :

- 1) Matrik memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
- 2) Pada saat pembebanan, merubah bentuk dan mendistribusikan tegangan ke unsur utama yaitu serat.

### **2.3 Coolbox**

*Coolbox adalah* sebuah alat berupa kotak penyimpanan yang memiliki kemampuan mempertahankan temperatur rendah atau melindungi dari panas agar tidak masuk menggunakan material insulasi. Umumnya digunakan untuk penyimpanan bahan yang mudah rusak akibat temperatur tinggi; seperti bahan pangan, ikan, daging, sayur, buah.

Berdasarkan *The Use of Ice on Small Fishing Vessels* (Shawyer dan Pizzali, 2003), fungsi utama kotak penyimpanan ikan atau coolbox pada kano, perahu dan kapal kecil adalah:

- a. Mempermudah penanganan ikan (mengurangi frekuensi penanganan ikan secara individu) dan melindungi ikan dari kerusakan fisik
- b. Menjaga kualitas ikan dengan memastikan pendinginan serta tingkat pelelehan es rendah karena infiltrasi panas yang minim
- c. Meningkatkan praktik penanganan ikan yang menghasilkan kualitas ikan lebih baik saat didaratkan, durasi melaut lebih panjang serta harga jual yang sesuai bagi nelayan.

Terdapat beragam jenis, tipe, serta material yang digunakan untuk coolbox. Mulai dari yang berbahan alami seperti alang-alang, rotan, serat, rumput, kayu hingga produk buatan industri seperti bahan plastik dan logam. Untuk mendapatkan kemampuan pendinginan yang optimal, material insulasi juga diaplikasikan pada coolbox.



Gambar 2.7 Coolbox yang Biasa Digunakan Nelayan



Gambar 2.8 Coolbox Ikan

#### **2.4 Sekam Padi**

Padi merupakan salah satu hasil utama pertanian, disamping mampu mencukupi kebutuhan pangan, produksi padi juga menghasilkan limbah berupa sekam padi. Pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit, sehingga sekam tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan. Negara Indonesia yang mayoritas penduduknya adalah petani kebanyakan penduduknya menjadikan beras sebagai makanan pokok (Hananta, 2016).

Sekam padi merupakan hasil sampingan dari proses penggilingan padi. Dari proses penggilingan biasanya diperoleh sekam sekitan 20 – 30 %, Dedak Antara 8 – 12 % dan beras giling antara 50 - 63,5 % data awal bobot gabah Sekam padi selama ini di kenal sebagai limbah yang selalu di bakar oleh petani setelah proses penggilingan, sehingga sering kali menimbulkan polusi udara

terhadap lingkungan sekitar. Untuk menanggulangi hal itu, perlu adanya alternatif untuk dapat di daya gunakan limbah sekam padi sehingga menimbulkan efek polusi yang di timbulkannya.



Gambar 2.9 Sekam padi (Wibowo, dkk, 2007)

Sekam padi memiliki karakteristik yang memiliki bagian yang tidak keras tidak sulit dikerjakan, tidak mudah menyusut, tidak mudah mengerucut, tidak terpelintir, bengkok, terbelah atau melengkung. Sekam padi juga kuat, kaku, lurus, dan ringan, serta harga dari sekam padi lebih murah daripada kayu gelondongan (Arbintarso, 2008). Sekam padi terdiri dari senyawa organik beripa protein, lemak, serat, lignin, pentose dan selulosa. Komposisi senyawa dari sekam padi dapat dilihat pada table 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Sekam Padi

No	Komponen	%Berat
1	H <sub>2</sub> O	2,4 – 11,35
2	Crude Protein	1,7 – 7,26
3	Crude Fat	0,38 – 2,98
4	Ekstrak Nitrogen Bebas	24,7 – 38,79
5	Crude fiber	31,37 – 49,92
6	Abu	13,16 – 29,04
7	Pentosa	16,94 – 21,95
8	Selulosa	34,34 – 43,80
9	Lignin	21,40 – 46,97

(Sumber : Houston, 1972)

Sekam padi telah banyak dimanfaatkan sebagai lahan untuk melindungi es dari suhu lingkungan, dengan mengisolasi es agar tidak dapat mencair. Sekam padi dijadikan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas genteng (Jolianingsih, 2004), sebagai bahan pembuat silika armorf (Harsono, 2002) dan sebagai isolator panas (Wibowo, dkk, 2007).

Untuk pemanfaatan sekam padi sebagai isolator panas, sekam padi diolah menjadi papan kabin untuk mengolah sekam padi menjadi kabin papan, sekam padi di campur dengan bahan pengikat berupa resin. Kabin papan partikel tersebut di uji kinerjanya dalam hal kemampuan menahan kalor dan menghitung konduktivitas panasnya.

Sekam padi memiliki potensi untuk dijadikan sebagai insulasi. Menurut Arbintasro (2008) potensi sekam padi yang memiliki ukuran partikel lebih kecil, memiliki sifat mekanis yang baik, elastis, ukuran stabil, memiliki permukaan yang kuat, tahan air dan tahan tekanan.

## **2.5 Prinsip Perpindahan Panas**

Perpindahan merupakan energi yang terjadi pada benda atau material yang memiliki temperatur tinggi ke benda atau material yang bertemperatur rendah. Dari termodinamika telah diketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor atau panas (*heat*) Ilmu pengetahuan kalor tidak hanya menjelaskan bagaimana energi kalor itu berpindah dari suatu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi kondisi tertentu. Kenyataan bahwa disini yang menjadi analisis ialah masalah laju perpindahan, inilah yang membedakan ilmu perpindahan kalor dengan termodinamika.

Termodinamika membahas sistem dan kesemimbangan; ilmu ini juga dapat meramalkan energi yang diperlukan untuk mengubah sistem dari keadaan seimbang menjadi suatu ke keadaan seimbang lainnya, Tetapi tidak dapat meramalkan kecepatan perpindahan itu. Hal ini disebabkan karena ada waktu proses perpindahan itu berlangsung, Sistem tidak berada dalam seimbangan. Ilmu perpindahan kalor melngkapi hukum pertama dan kedua termodinamika yaitu dengan memberikan kaidah percobaan yang di gunakan dalam percobaan dalam pemasalahan percobaan pemindahan kalor sederhana, dan dapat dengan mudah dikembangkan sehingga mencakup berbagai ragam situasi praktis. Energi dapat

berpindah dalam bentuk kalor dari suatu zat ke lingkungannya atau zat lain yang apabila kedua zat tersebut berbeda temperaturnya. Jadi beda temperatur merupakan potensial utama terjadinya perpindahan energi dalam bentuk kalor. Dari hasil studi pustaka diperoleh bahwa ada 3 perpindahan kalor yaitu :

1. Perpindahan kalor secara konduksi
2. Perpindahan kalor secara konveksi
3. Perpindahan kalor secara radiasi

Dimana masing – masing sistem memiliki ciri atau karakter tertentu sesuai dengan prosesnya. Dalam suatu peristiwa, tiga cara perpindahan kalor tersebut dapat terjadi secara bersamaan.

### **2.5.1. Perpindahan kalor secara konduksi**

Perpindahan kalor konduksi adalah perpindahan kalor yang mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah bertemperatur lebih rendah di dalam suatu medium ( pada, cair, gas ) atau antara medium – medium yang berlainan tetapi bersinggungan secara langsung ( kontak langsung ). Pada konduksi ini perpindahan kalor yang terjadi akibat kontak langsung antara molekul – molekul dalam zat atau medium tersebut tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar.

Untuk kebanyakan zat, perpindahan kalor secara konduksi dengan mudah dapat di jelaskan dengan teori partikel zat. Konduksi kalor dapat di pandang sebagai akibat perpindahan energi kinetik dari suatu partikel ke partikel selanjutnya yang melalui tumbukan. Di tempat yang di panaskan, Energi kinetiknya lebih besar, sehingga memberikan sebagian energi kinetiknya ke partikel – partikel tetangganya melalui tumbukan. Akibatnya partikel – partikel tetangganya bergetar dengan energi kinetik yang lebih besar pula, demikian seterusnya. Secara keseluruhan tidak ada perpindahan. Ada zat yang mudah sekali menghantarkan atau kalor yang menambat kalor misalnya besi, baja, perak, tembaga, aluminium dan jenis baja lainnya. Benda benda yang mudah menghantarkan panas ini disebut dengan konduktor, sebaliknya ada zat yang sulit merambat atau menghantarkan kalor yaitu : karet, plastik dan sebagainya.

Untuk Perpindahan kalor secara konduksi ini di mukakan oleh ilmuwan Prancis *I.B.I forier* Sebuah hubungan laju perpindahan panas konduksi  $q_k$  dalam suatu bahan dinyatakan dengan :

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad ( 2.1 )$$

## 2.6 Uji Tarik

Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui untuk mengetahui sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Uji tarik adalah pembebanan secara perlahan dan pergerakannya kaku.

Di umum, kurva tegangan aliran bahan diperoleh dengan uji tarik menggunakan spesimen berbentuk halter karena metode sederhana menunjukkan hubungan antara aliran stresss dan tegangan tarik rata-rata. Setelah penciutan terjadi dalam spesimen, daerah *Necking* dikenai *stress* multiaksial. Oleh karena itu, rata-rata stress dalam arah sumbu tarik diperoleh dengan terus menerus pengukuran( selanjutnya, tegaangan tarik rata-rata),  $\sigma_{Zave} = P/A$ , tidak setuju dengan tegangan alir material,  $\sigma$  mengalir, dimana P adalah beban tarik dan minimum tegak lurus luas penampang selama kontiniyu pengukuran. Pengukuran langsung dari tegangan alir setelah terjadinya penciutan tidak mungkin. (Massanobu Murata,dkk,2017).

## 2.7 Persamaan Statis

Statis dirumuskan sebagai berikut. Berdasarkan hasil pengujian tarik yaitu berupa data dan perpanjangan, maka dapat dianalisa luas penampang, tegangan, regangan dan dam modulus elastis, yaitu persamaannya:

- a. Luas penampang

Luas penampang adalah perkalian antara pi dengan jari jarinya, rumus luas penampang dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$A = \pi \cdot r^2$$

Dimana

A = luas penampang

$\Pi$  = dimana bilangan konstannya 3,14

R = jari jari

b. Tegangan

Tegangan adalah perbandingan antara gaya tarik terhadap luas penampang benda, rumus yang tegangan dapat dilihat pada persamaan 2.2

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

c. Regangan

Regangan adalah perbandingan antara pertambahan panjang benda uji dengan panjang mula mula benda uji, rumus tegangan dapat dilihat pada persamaan 2.3

$$\varepsilon = \chi = \frac{L_i - L_o}{L_o} = \frac{\Delta L}{L_o}$$

Dimana

$\varepsilon$  = regangan

$L_i$  = panjang sesudah pengujian

$L_o$  = panjang sebelum pengujian

$\Delta L$  = pertambahan panjang

d. Modulus Elastisitas

Regangan adalah tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan regangan tertentu, semakin besar nilai modulus elastisitas semakin besar tegangan yang diperlukan untuk regangan tertentu, rumus modulus elastisitas dapat dilihat pada persamaan 2.4.

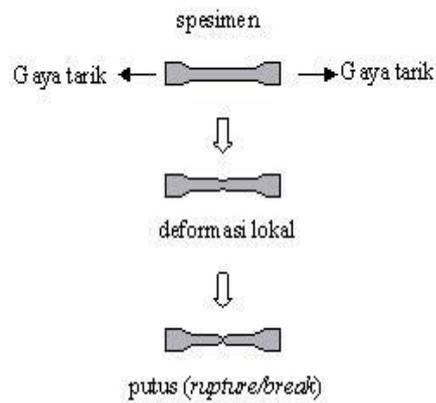
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana

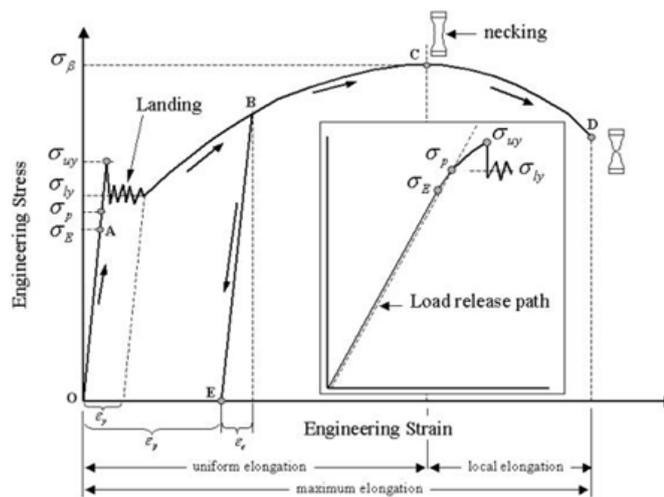
E = Modulus Elastis

$\sigma$  = Tegangan

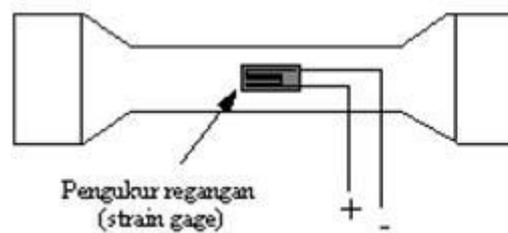
$\varepsilon$  = Regangan



Gambar 2.10 Skema pengujian Tarik dari awal pembebanan (Mkm,2015 )



Gambar 2.11 Gambar uji Tarik dan tegangan yang terjadi (Mkm,2015 )



Gambar 2.12 Ilustrasi Pengukur Regangan pada Spesimen

## 2.8 Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan Tarik

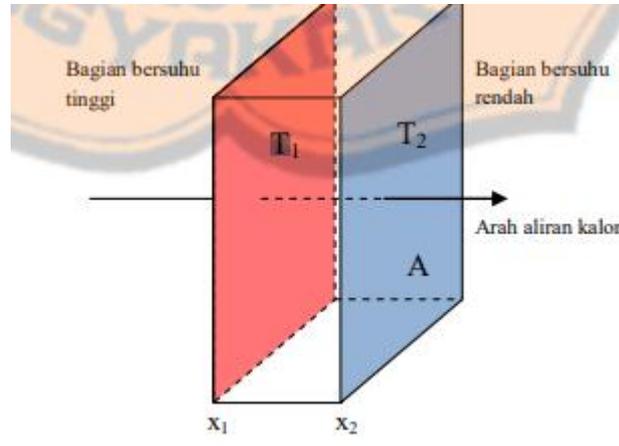
Mengalir ketika terdapat perbedaan suhu antara dua buah benda. Umumnya kalor mengalir dari benda atau sistem bersuhu tinggi menuju benda atau sistem bersuhu rendah. Aliran kalor tidak hanya terjadi antara benda ke benda, namun juga antara benda ke lingkungannya. Kalor tidak dimiliki oleh benda tertentu, meskipun suhu benda tersebut tinggi. Kalor dipahami sebagai suatu aliran yang dipengaruhi oleh perbedaan suhu antara dua buah sistem atau lebih. Bila dua buah sistem yang berbeda suhunya disentuh satu sama lain, lambat laun kedua sistem tersebut akan memiliki suhu yang sama. Keadaan ini sering disebut dengan kesetimbangan termal. Pada keadaan ini, tidak ada kalor lagi yang mengalir. Kalor dinyatakan dalam satuan kalori. Kalori didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1 derajat Celsius. (Djojodihardjo, 1985 ; Giancoli, 2001).

## 2.9 Konduktivitas Thermal

Ketika terdapat perbedaan suhu antara dua buah titik pada suatu benda, maka kalor akan mengalir dari ujung yang bersuhu lebih tinggi menuju ujung yang bersuhu lebih rendah. Hal yang sama juga terjadi ketika dua buah benda yang memiliki perbedaan suhu tertentu disentuh satu sama lain. Perpindahan kalor tersebut sering disebut dengan konduksi. Pada proses konduksi, kalor dihantarkan melalui interaksi antar atom-atom dalam medium tersebut. Ketika suatu bagian dalam medium dipanaskan, atom-atom pada bagian tersebut bergetar. Hal ini diakibatkan atom-atom tersebut mengalami kenaikan suhu, sehingga energi kinetik atom-atom tersebut bertambah. Akibatnya, atom-atom tersebut menumbuk atom-atom disekitarnya. Atom-atom yang tertumbuk mengalami kenaikan suhu dan energi kinetiknya juga bertambah. Proses tersebut terjadi secara berantai, sehingga terjadi aliran energi dari ujung yang bersuhu tinggi menuju ujung yang bersuhu rendah. Energi yang dialirkan akibat proses tersebut adalah kalor. Kreith, 1958 ; Tipler, 1998.

Aliran kalor pada proses konduksi ditunjukkan pada gambar 2.2. ketika sebuah balok dengan konduktivitas termal  $k$  memiliki beda suhu antara kedua sisinya, maka akan terjadi aliran kalor. Kalor mengalir dari sisi balok yang

bersuhu lebih tinggi  $T_1$  pada koordinat  $x_1$  menuju sisi balok yang bersuhu lebih rendah  $T_2$  pada koordinat  $x_2$ , melalui luas bidang  $A$ .



Gambar 2.13 Konduksi kalor pada balok

Besarnya kalor yang mengalir tiap satu satuan waktu melalui bidang balok dapat dinyatakan dengan persamaan. Kern, 1965 ; Naga 1991.

$$H = -kA \frac{T_2 - T_1}{x_2 - x_1} \quad (2.1)$$

$$H = -kA \frac{dT}{dx} \quad (2.2)$$

dengan,  $H$  : kalor yang mengalir tiap satu satuan waktu ( Watt)

$k$  : koefisien konduktivitas termal ( $W/m \cdot ^\circ C$ )

$A$  : luas bidang yang dilalui kalor ( $m^2$ )

$dT$  : selisih suhu ( $^\circ C$ )

$dx$  : tebal bahan (m)

Tanda negatif menunjukkan kalor mengalir dari bagian yang bersuhu lebih tinggi menuju bagian yang bersuhu lebih rendah. Nilai  $k$  merupakan nilai yang menunjukkan konduktivitas termal suatu bahan. Konduktivitas termal merupakan koefisien yang menunjukkan kemampuan suatu bahan dalam mengantarkan kalor. Nilai  $k$  untuk masing-masing bahan berbeda – beda. Semakin besar nilai  $k$  maka semakin baik kemampuan suatu bahan dalam mengantarkan kalor secara konduksi. Bahan-bahan yang baik dalam mengantarkan kalor secara konduksi

disebut dengan konduktor. Sedangkan bahan-bahan yang buruk dalam mengantarkan kalor secara konduksi disebut isolator. Sebagian besar logam termasuk ke dalam konduktor. Sedangkan bahan seperti kayu, wol, *fiberglass*, dan plastik merupakan beberapa contoh isolator.

## 2.10 Teknologi Insulasi

Insulasi dalam KBBI memiliki arti penyekat, insulasi sendiri memiliki beberapa jenis yaitu insulasi bangunan, insulasi akustik, insulasi thermal, dan insulasi listrik. Dalam teknik pendinginan sendiri insulasi yang digunakan adalah insulasi thermal yaitu penyekat yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas. Panas dapat berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu yang lebih rendah. Cara perpindahan panas melalui konduksi, konveksi dan radiasi. Untuk mencegah laju perpindahan panas suatu *coolbox* maka dibutuhkan insulasi yang bagus. Insulasi dibedakan menjadi beberapa jenis atau teknik penyekatan panas yaitu :

1. *Resistive insulation*, merupakan tipe insulasi dimana cara penyekatan panas dilakukan dengan mengandalkan nilai resistansi pada proses konduksi.
2. *Reflective insulation*, tipe insulasi dengan cara mereduksi kemampuan material untuk menyerap panas secara radiasi. Panas yang dihantarkan dalam bentuk gelombang inframerah dapat dihambat atau bahkan dapat diserap tergantung pada bentuk dan warna material. Material dengan warna putih mampu merefleksikan panas secara maksimal sedangkan warna hitam berlaku sebaliknya.
3. *Capasitive insulation*, tipe insulasi ini memiliki karakter berbeda dengan tipe lain. Insulasi ini tidak digunakan pada kondisi *steady-state*. Material yang digunakan mampu menunda aliran panas (*time-lag*) sehingga seolah-olah seperti menyimpan panas dalam waktu tertentu dan kemudian panas akan dilepaskan.

Insulasi yang bagus adalah bahan yang memiliki sifat isolasi panas atau menghambat laju perpindahan panas, sehingga perpindahan panas dari luar ke dalam *coolbox* dapat dihambat. Dengan mengurangi infiltrasi panas maka tingkat

pelelehan es dapat dikurangi sehingga proses pendinginan dapat berlangsung lebih efisien. Berikut adalah sifat – sifat dari bahan yang memiliki isolasi yang baik :

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

Tabel 2.3 Konduktivitas Thermal Bahan

No	Material	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Konduktivitas termal (W/m°C)
1	Wood soft	350 – 740	0.11 - 0.16
2	Wood hard	370 - 1100	0.11 – 0.255
3	Plywood	530	0.14
4	Aluminum alloy	2740	221
5	Mild steel	7800	45.3
6	Fiberglass reinforce plastic	64 – 144	0.036
7	High tensile polyethylene		0.5
8	Kulit baja kapal		0.72
9	Rongga udara		0.107
10	Styrofoam		`
11	Plester beton		0.72
12	Jenis kayu		0.15
13	Serat material		0.039
14	Lempengan gabus		0.043
15	Polystyrene		0.03
16	Polyurethane		0.025
17	Plaster aspal gips		0.056
18	Udara diam		0.103
19	Serut gergajian		0.065
20	Ampas Tebu		0.046
21	Sabut Kelapa		0.054
22	Sekam Padi		0.034
23	Jerami		0.08

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya pengujian terhadap *Dinding Box Pendingin* yaitu di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

#### 3.1.2 Waktu

Pengerjaan Pengujian terhadap *Dinding Box Pendingin* ini dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing, dapat dilihat pada tabel 3.1

No	Kegiatan														
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	6	7			
1	Pengajuan judul														
2	Studi literatur														
3	Penulisan proposal														
4	Penyediaan alat dan bahan														
5	Pengujian dan Pengambilan data														
6	Analisa Data dan pembuatan box pendingin ikan														
7	Penulisan laporan akhir														
8	Seminar hasil dan sidang sarjana														

## 3.2 Persiapan alat dan Bahan

### 3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam pengujian *Dinding Box Pendingin* adalah sebagai berikut:

#### 1. *Universal Testing Machine*

Merupakan alat uji yang akan digunakan untuk mengetahui tegangan dan regangan statis. Fungsinya ialah untuk mengetahui tegangan dan regangan menggunakan specimen komposit. Spesifikasi Mesin yang digunakan dalam Pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Type : UTM-LC05T
- b. Capacity : 5000 Kgf
- c. Made in : Bandung

Mesin yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 *Universal Testing Machine*

#### 2. Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan untuk medesain *Box Pendingin Ikan* ini adalah sebagai berikut :

- a. Proccesor : Intel ® Core (TM) i3-4005U CPU @ 1.70GHz  
1,70 GHz
- b. Ram : 4,00 GB
- c. Operasi System : Microsoft Windows 10 Home

Laptop yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Laptop

### 3. Jangka Sorong (*Sigmat*)

Sigmat digunakan untuk mengukur ketebalan spesiemen. Dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Jangka Sorong

### 4. Sarung Tangan

Berfungsi melindungi tangan dari bahan kimia.



Gambar 3.4 Sarung Tangan

### 5. Masker

Berfungsi melindungi hidung dan mulut dari aroma resin



Gambar 3.5 Masker

#### 6. Timbangan Digital

Untuk menimbang bahan-bahan komposit sesuai takaran.



Gambar 3.6 Timbangan Digital

#### 7. Wadah Pencampur

Sebagai tempat penyampur bahan resin dan katalis.



Gambar 3.7 Wadah Pencampur

#### 8. Pengaduk

Untuk mengaduk campuran resin dan katalis.



Gambar 3.8 Pengaduk

## 9. Gerinda

Untuk *memfinishing* (merapikan) dinding *coolbox*



Gambar 3.9 Gerinda

## 10. Sekrap

Membersihkan permukaan cetakan dari sisa-sisa resin.



Gambar 3.10 Sekrap

11. Obeng

Membantu mengeluarkan (mencongkel) *deck skateboard* keluar dari cetakan.



Gambar 3.11 Obeng

12. Cetakan komposit plat besi ukuran 50 x 50 x 0,5

Sebagai wadah untuk membentuk struktur Box Pendingin Ikan



Gambar 3.12 Cetakan Komposit

13. Sensor Termoinfrared digital

Berfungsi Untuk mengukur suhu dinding kabin.



Gambar 3.13 Sensor Termoinfrared digital

### 3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pengujian pada *Box Pendingin Ikan* adalah sebagai berikut :

#### 1. Sekam Padi

Sekam padi merupakan hasil sampingan dari proses penggilingan padi. Dari proses penggilingan biasanya diperoleh sekam sekitan 20 – 30 %, Dedak Antara 8 – 12 % dan beras giling antara 50 - 63,5 % data awal bobot gabah (Deptan., 2009).



Gambar 3.14 Sekam Padi

#### 2. Resin

Komponen aktif kimia dalam komposit, yang berbentuk cair dan membentuk ikatan silang polimer yang kuat pada bahan komposit.



Gambar 3.15 Resin

#### 3. Katalis

Mempercepat proses pengerasan (curing) pada bahan resin komposit.



Gambar 3.16 Katalis

#### 4. Wax

Wax berfungsi sebagai media pemisah antara spesimen dan cetakan. Bahan ini akan mempermudah pemisahan spesimen ketika proses pembongkaran sehingga spesimen tidak lengket di permukaan cetakan. Jenis wax yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Wax

#### 4. Plastisin

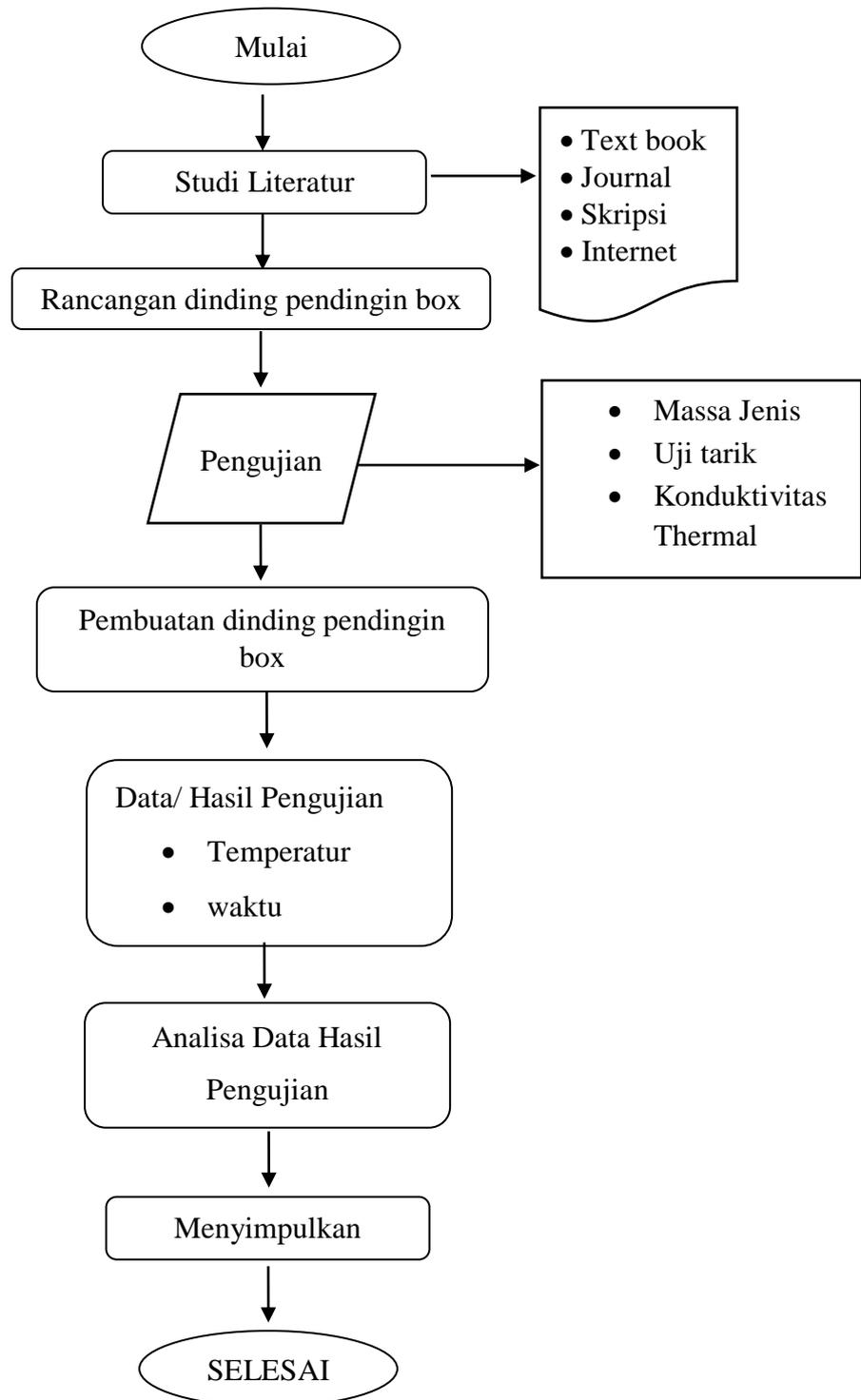
Plastisin berfungsi untuk menutupi celah yang berada dicetakan deck skateboard agar tidak bocor. Bentuk plastisin yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.18



Gambar 3.18 Plastisin

### 3.3 Bagan Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



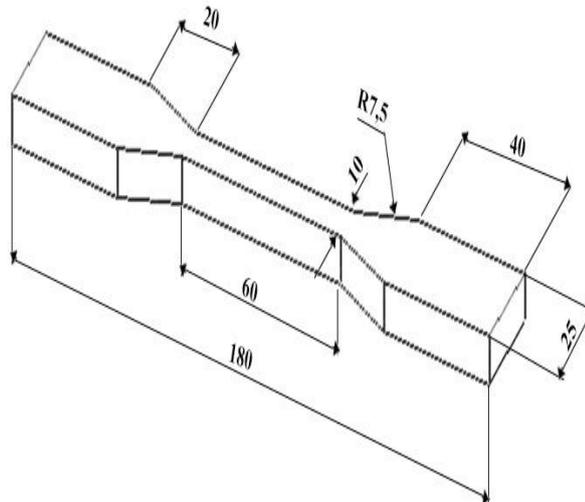
Gambar 3.19 Diagram Alir

### 3.4 Pembuatan Spesimen Komposit Bahan Serat Sekam Padi

Komposit bahan serat sekam padi berfungsi sebagai benda yang akan di uji untuk mengetahui kekuatan uji tarik statis.

#### A. Bentuk dan ukuran spesimen uji tarik statis

Komposit berfungsi sebagai benda yang akan diuji untuk mengetahui kekuatan uji tarik statis, spesimen akan diuji, menggunakan bahan serat sekam padi. Bentuk dan ukuran spesimen pengujian tarik menggunakan standar ASTM E8, dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.20 Ukuran Spesimen Uji Tarik

Keterangan ukuran spesimen Uji Tarik sebagai berikut:

Panjang bagian sempit	: 60 mm
Lebar <i>grip</i>	: 25 mm
Panjang sebelum pengujian	: 180 mm
Lebar bagian tengah	: 10 mm
Radius	: 7,5 mm
Panjang <i>grip</i>	: 40 mm

Spesimen uji tarik dapat dilihat pada gambar 3.5, 3.6 dan 3.7



Gambar 3.21 Spesimen Uji Tarik 70% Resin : 30 % Serat



Gambar 3.22 Spesimen Uji Tarik 75% Resin :25 % Serat

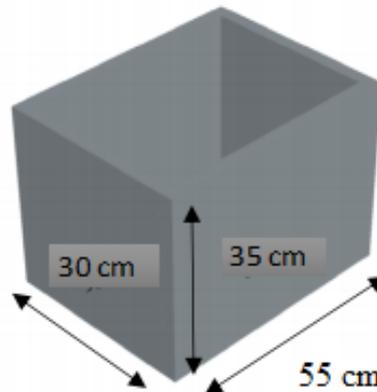


Gambar 3.23 Spesimen Uji Tarik 50% Resin : 50% Serat

### **3.5 Pembuatan Kotak Pendingin Komposit Bahan Serat Sekam Padi**

Pembuatan kotak pendingin dilakukan dengan menggunakan komposisi antara sekam padi sebesar 25% dan resin 75%. Kotak pendingin berukuran panjang 55 cm x lebar 30 cm x dan tinggi 35 cm dengan ketebalan 3 mm seperti

gambar 3.8, ukuran kotak pendingin ini di sesuaikan dengan ukuran styrofoam yang akan menjadi pembanding kotak pendingin.



Gambar 3.24 Bentuk dan Ukuran Coolbox

### 3.6 Prosedur Pembuatan Kotak Pendingin

Setelah ditentukan komposisi yang tepat dari hasil pengujian, maka dilakukan pembuatan kotak pendingin. Untuk kotak pendingin yang akan dibuat yaitu kotak dengan ukuran 55 cm x lebar 30 cm x dan tinggi 35 cm dengan ketebalan 3 mm seperti gambar 3.8. Proses pembuatan kotak pendingin yaitu : sekam padi 25%, dan resin 75% campuran di masukkan ke dalam cetakan, kemudian di tekan selama 10 menit, kemudian didiamkan selama 24 jam dalam proses pengeringan resin dan pengerasan dinding *coolbox*. Kemudian tiap sisi dinding dilapisi dengan bingkai aluminum, hal ini digunakan untuk memperkuat dinding dan terlihat rapi. Hasil pembuatan *coolbox* dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.25 Kotak Pendingin yang sudah jadi

### **3.7 Prosedur Penelitian**

#### **3.7.1 Proses Pembuatan Specimen**

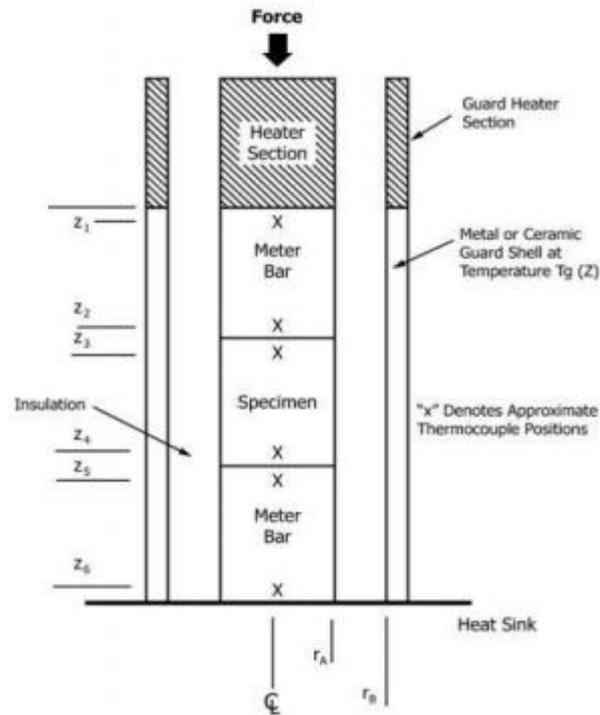
Adapun prosedur penelitian yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan desain Perancangan dinding box komposit di perkuat sekam padi
2. Menyiapkan seluruh kebutuhan material yang di butuhkan seperti Resin, katalis, cetakan, sekam padi, ayakan mesh 10, dan timbangan.
3. Selanjutnya mencari volume serta perbandingan resin, katalis, dan sekam padi, dengan variasi persentase volume sekam 30% Resin 70 %, sekam 75% Resin 25%, Sekam 50% resin 50%.
4. Setelah didapat persentase perbandingan antara sekam padi dan resin selanjutnya kita mencampurkan antara resin, sekam padi, dan katalis dengan menurut persentase yang di tentuin diatas.
5. Sehabis tercampur semua, aduklah dengan rata sekitar 2 menit agar campuran tercampur dan merata dengan maksimal.
6. Setelah itu tuanglah campuran tadi kedalam cetakan dengan volume 50 x 50 x 0,3 mm, dan ratakanlah pada saat penuangan, tunggu sekitar 1 jam agar dinding komposit tersebut dapat mengeras dan di buka.
7. Setelah dinding semua tercetak buatlah tulangan kabin untuk meletakkan dinding komposit tersebut di ke enam sisi kabin tersebut. Dengan memakai besi siku berukuran 10 x 20 mm sebanyak 4 kabin.

#### **3.7.2 Pengujian Konduktivitas Thermal**

Pengujian konduktivitas thermal dilakukan di Laboratorium, Departemen Teknik Mesin UMSU menggunakan metode steady state. Pengujian dilakukan dengan mengapit kedua sisi atas dari spesimen dengan tembaga yang berbentuk tabung, yang akan dipanaskan oleh pemanas di tembaga bagian atas. Alat tersebut juga dilindungi oleh busa sehingga kalor yang ditransferkan tidak banyak terbuang. Alat tersebut diletakkan kabel yang tersambung pada termokopel pada tembaga atas (Z1 dan Z2), spesimen (Z3 dan Z4), dan tembaga bawah (Z5 dan Z6) seperti gambar 3.10 yang berfungsi untuk mengukur suhu yang ditransfer kan oleh pemanas. Terdapat dua mode dalam penggunaan alat uji konduktivitas ini, yaitu

untuk mengukur konduktivitas thermal bahan konduktor dan mengukur konduktivitas bahan isolator. Perbedaan dalam kedua mode ini yaitu pada peletakan kabel Z5, ketika digunakan untuk mengukur konduktivitas thermal Z5 diletakkan pada bagian bawah spesimen, ketika digunakan sebagai bahan isolator Z5 diletakkan 1 cm di tengah spesimen sehingga spesimen perlu diberikan lubang.



Gambar 3.26 skema pengujian konduktivitas thermal

Standar pengujian sifat termal pada komposit menggunakan ASTM E 1225-13. Metode pengujian ini menjelaskan teknik steady untuk menentukan nilai konduktivitas termal. Nilai konduktivitas thermal akan menunjukkan kecepatan ketika terjadinya perpindahan kalor dari tembaga atas ke spesimen dan di teruskan ke tembaga bawah. Pada ASTM E 1225-13 untuk menentukan laju kalor pada bahan digunakan rumus sebagai berikut.

$$qk = kA * \frac{T_2 - T_1}{L} (W)$$

Keterangan :

$q$  = Aliran panas per satuan luas (W/m<sup>2</sup>)

$k$  = konduktivitas termal (W/mK)

$T_1$  : Temperature Dinding Kabin Dalam

$T_2$  : Temperature Dinding Kabin Luar

$L$  = Posisi yang diukur dari ujung atas kolom (m)

### 3.7.3 Proses Pengambilan data (*Experimental Set Up*)

#### 3.7.3.1 Peralatan dan Bahan yang Digunakan

Sebelum percobaan dilakukan, ada beberapa peralatan dan bahan yang digunakan untuk mendukung berlangsungnya percobaan. Berikut merupakan peralatan dan bahan yang digunakan, diantaranya :

1. *Coolbox*

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



Gambar 3.27 *Coolbox* dari sekam padi



Gambar 3.28 *Coolbox* dari sekam styrofoam

## 2. Thermometer

Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu.



Gambar 3.29 Thermometer

## 3. Es Basah

Pada percobaan ini digunakan sebanyak 3 kg es basah. Es basah langsung dimasukkan kedalam masing-masing Coolbox.



Gambar 3.30 Es basah pada *coolbox*

Untuk mengetahui kemampuan kotak pendingin dengan bahan campuran sekam dan resin yaitu dengan membandingkan dengan kotak pendingin dengan bahan lain. Untuk ini akan dilakukan percobaan pada penelitian ini membandingkan kemampuan kotak pendingin berabahan *Styrofoam* dengan kotak pendingin berabahan campuran sekam padi 25% dan resin 75% dengan kotak pendingin berabahan *Styrofoam*.

1. Pada percobaan ini kotak pendingin tambahkan oleh plastik, plastik bertujuan agar air pada kotak pendingin campuran sekam padi dan resin

tidak meluber, sehingga jika ada beberapa bagian yang tidak solid air tidak dapat keluar dari kotak pendingin.

2. Temperatur yang diambil pada percobaan ini yaitu, temperatur kotak pendingin berbahan campuran sekam padi dan resin, temperatur berbahan styrofoam, dan temperatur ruangan.
3. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan temperatur ruangan digital selama 24 jam, pengambilan data temperatur diambil setiap 10 menit.
4. Pengukuran temperatur dalam kotak pendingin dilakukan dengan menggunakan termometer digital seperti gambar 4.10. Untuk ujung kabel diletakkan pada daerah yang tidak terkena air maupun es balok yang ada di dalam kotak pendingin sehingga temperatur yang didapatkan adalah temperatur dari kotak pendingin.
5. Untuk jumlah es balok tiap kotak yaitu 3 buah es balok dengan ukuran 1 kg, artinya terdapat 3 kg es balok di setiap kotak pendingin. Pengukuran temperatur dilakukan setiap 10 menit selama 24 jam.

Gambar hasil experiment dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini



Gambar 3.31 Percobaan menggunakan 2 kotak pendingin

### **3.8 Analisa dan Pembahasan**

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 setiap percobaan. Sehingga bisa diketahui apakah pendinginan dengan sistem insulasi menggunakan bahan sekam padi dapat menghasilkan pendinginan yang lebih lama ataupun sebaliknya dan apakah pendinginan dengan sistem ini bisa menjaga temperatur tetap konstan.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Massa Jenis Sekam Padi

Perhitungan massa jenis ( $\rho$ ) merujuk pada massa persatuan volume. Massa jenis tidak bergantung pada jumlah zat, sedikit atau banyak suatu zat maka massa jenis akan tetap sama. Karena massa jenis setiap zat merupakan ciri khas suatu zat. Untuk rumus perhitungan massa jenis yaitu:

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{112,5}{375} = 0,2986 \text{ gr/cm}^3$$

Dik = Berat jenis resin = 1,1 gr/cm<sup>3</sup> ( Dari Tabel Produsen Resin )

Berat Sekam Padi = 112,5 gr ( Didapat melalui di timbang dengan gelas ukur yang sama untuk mencari berat jenis sekam padi )

$$\text{Berat total dinding sekam 30 \% + 70 resin \%} = 487,5 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat total dinding sekam 25 \% + 75 resin \%} = 468,75 \text{ kg/cm}^3$$

$$\text{Berat total dinding sekam 50 \% + 50 resin \%} = 562,5 \text{ kg/cm}^3$$

### 4.2 Menghitung Volume Cetakan

Dengan asumsi :

Volume cetakan = Volume komposit total

V cetakan = V balok

$$\text{Maka volume cetakan} = 50 \times 25 \times 0,3 \text{cm} = 375 \text{ cm}^3$$

### 4.3 Menghitung Komposisi Variasi Sekam Padi, Resin dan Katalis

$$\begin{aligned} \text{A. Variasi Sekam 30\%} &= \frac{30}{100} \times 375 \text{ cm}^3 \times 0,2986 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 33,5925 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variasi Resin 25\%} &= \frac{25}{100} \times 375 \text{ cm}^3 \times 0,2986 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 27,99375 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variasi Sekam 50 \%} &= \frac{50}{100} \times 375 \text{ cm}^3 \times 0,2986 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 55,9875 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

### 4.4 Hasil Data Analisa Pengujian Suhu Luar Dan Dinding Dalam

1. Kabin Komposit Sekam Padi 25 %

Tabel 4.1 Data Pengujian Variasi Komposit 25 %

		Dinding Komposit 25 %					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
10 Menit	( T <sub>2</sub> )	25,3 °C	27,4 °C	26,7 °C	26,6 °C	26,1 °C	25,8 °C
	( T <sub>1</sub> )	26,1 °C	32,7 °C	28,5 °C	27,0 °C	28,2 °C	30,5 °C
20 Menit	( T <sub>2</sub> )	24,2 °C	26,1 °C	25,8 °C	25,5 °C	25,7 °C	25,3 °C
	( T <sub>1</sub> )	26,7 °C	32,9 °C	28,8 °C	28,2 °C	28,6 °C	29,9 °C
30 Menit	( T <sub>2</sub> )	21,2 °C	22,4 °C	23,9 °C	21,9 °C	20,7 °C	21,8 °C
	( T <sub>1</sub> )	22,7 °C	27,9 °C	25,1 °C	23,2 °C	26,1 °C	26,7 °C
40 Menit	( T <sub>2</sub> )	21,0 °C	22,1 °C	23,5 °C	21,5 °C	20,5 °C	21,4 °C
	( T <sub>1</sub> )	23,5 °C	28,7 °C	25,3 °C	23,0 °C	25,3 °C	26,3 °C
50 Menit	( T <sub>2</sub> )	20,9 °C	22,0 °C	23,3 °C	21,5 °C	20,1 °C	21,2 °C
	( T <sub>1</sub> )	22,8 °C	29,2 °C	24,6 °C	23,5 °C	24,5 °C	27,3 °C
60 Menit	( T <sub>2</sub> )	20,7 °C	21,8 °C	23,1 °C	21,2 °C	19,8 °C	21,0 °C
	( T <sub>1</sub> )	22,6 °C	30,4 °C	24,8 °C	23,8 °C	25,3 °C	27,5 °C

Laju kecepatan Udara : 25,5 Km/H

Suhu Bola Lampu : 26 °C

Suhu Sekitar : 33,5 °C

## Keterangan

D1 : Dinding komposit Depan

D2 : Dinding Komposit Kiri

D3 : Dinding Komposit Kanan

D4 : Dinding Komposit Belakang

D5 : Dinding Komposit Atas

D6 : Dinding Komposit Bawah

T<sub>1</sub> : Temperature Dinding Kabin DalamT<sub>2</sub> : Temperature Dinding Kabin Luar

## 2. Kabin Komposit Sekam Padi 30 %

Tabel 4.2 Data Pengujian Variasi Komposit 30 %

		Dinding Komposit 20 %					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
10 Menit	( T <sub>1</sub> )	22,2 °C	23,0 °C	24,4 °C	23,3 °C	21,4 °C	21,5 °C
	( T <sub>2</sub> )	23,3 °C	29,8 °C	25,6 °C	24,1 °C	25,5 °C	27,5 °C
20 Menit	( T <sub>1</sub> )	22,0 °C	22,9 °C	24,2 °C	22,1 °C	21,8 °C	21,3 °C
	( T <sub>2</sub> )	23,5 °C	30,9 °C	25,8 °C	24,6 °C	25,6 °C	27,9 °C
30 Menit	( T <sub>1</sub> )	21,8 °C	22,7 °C	24,0 °C	21,9 °C	21,6 °C	21,2 °C
	( T <sub>2</sub> )	23,8 °C	31,5 °C	25,9 °C	24,8 °C	26,1 °C	29,2 °C
40 Menit	( T <sub>1</sub> )	21,5 °C	22,4 °C	23,8 °C	21,7 °C	21,4 °C	21,0 °C
	( T <sub>2</sub> )	22,9 °C	30,8 °C	24,9 °C	24,9 °C	25,8 °C	28,3 °C
50 Menit	( T <sub>1</sub> )	21,1 °C	22,0 °C	23,4 °C	21,5 °C	20,9 °C	20,8 °C
	( T <sub>2</sub> )	23,4 °C	31,2 °C	25,6 °C	25,1 °C	26,0 °C	29,4 °C
60 Menit	( T <sub>1</sub> )	20,6 °C	21,5 °C	22,8 °C	20,9 °C	20,6 °C	20,5 °C

( T<sub>2</sub> )    22,7 °C    31,4 °C    26,0 °C    26,0 °C    26,5 °C    29,4 °C

Laju kecepatan Udara : 25,2 Km/H  
 Suhu Bola Lampu : 27 °C ( 5 watt )  
 Suhu Sekitar : 34,2 °C

Keterangan

- D1 : Dinding komposit Depan
- D2 : Dinding Komposit Kiri
- D3 : Dinding Komposit Kanan
- D4 : Dinding Komposit Belakang
- D5 : Dinding Komposit Atas
- D6 : Dinding Komposit Bawah
- T<sub>1</sub> : Temperature Dinding Kabin Dalam
- T<sub>2</sub> : Temperature Dinding Kabin Luar

3. Kabin Komposit Sekam Padi 50 %

Tabel 4.3 Data Pengujian Variasi Komposit 50 %

		Dinding Komposit 50 %					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
10 Menit	( T <sub>1</sub> )	23,8 °C	24,2 °C	23,8 °C	23,5 °C	23,9 °C	23,9 °C
	( T <sub>2</sub> )	25,7 °C	30,8 °C	27,1 °C	26,7 °C	27,2 °C	33,5 °C
20 Menit	( T <sub>1</sub> )	22,3 °C	23,9 °C	23,4 °C	23,1 °C	23,5 °C	23,3 °C
	( T <sub>2</sub> )	26,0 °C	31,5 °C	27,3 °C	26,9 °C	27,4 °C	33,8 °C
30 Menit	( T <sub>1</sub> )	22,8 °C	23,9 °C	23,4 °C	23,1 °C	23,5 °C	23,3 °C
	( T <sub>2</sub> )	26,1 °C	30,7 °C	27,5 °C	27,0 °C	27,6 °C	28,8 °C
40 Menit	( T <sub>1</sub> )	22,3 °C	22,8 °C	22,5 °C	22,4 °C	22,7 °C	22,1 °C
	( T <sub>2</sub> )	26,5 °C	31,7 °C	27,6 °C	27,4 °C	27,7 °C	28,9 °C
50 Menit	( T <sub>1</sub> )	19,7 °C	19,9 °C	20,3 °C	20,0 °C	19,8 °C	20,5 °C
	( T <sub>2</sub> )	26,6 °C	32,1 °C	27,8 °C	27,6 °C	27,9 °C	30,7 °C
60 Menit	( T <sub>1</sub> )	18,8 °C	19,1 °C	19,5 °C	19,8 °C	19,3 °C	19,2 °C
	( T <sub>2</sub> )	27,0 °C	32,8 °C	27,4 °C	26,9 °C	27,9 °C	30,8 °C

Laju kecepatan Udara : 27,8 Km/H  
 Suhu Bola Lampu : 27 °C ( 5 Watt )  
 Suhu Sekitar : 31,4 °C

Keterangan

- D1 : Dinding komposit Depan
- D2 : Dinding Komposit Kiri
- D3 : Dinding Komposit Kanan
- D4 : Dinding Komposit Belakang
- D5 : Dinding Komposit Atas
- D6 : Dinding Komposit Bawah
- T<sub>1</sub> : Temperature Dinding Kabin Dalam
- T<sub>2</sub> : Temperature Dinding Kabin Luar

## 4.5 Analisa Aliran Konduktivitas Thermal Komposit

### 4.5.1 Komposit 25 %

#### 1. Dinding Depan ( D<sub>1</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding depan} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{22,6 - 20,7}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 3,16 = 1,801 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 2. Dinding Kiri ( D<sub>2</sub> ) / 1 jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding kiri} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{30,4 - 21,8}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 14,3 = 6,910 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 3. Dinding Kanan ( D<sub>3</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding kanan} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{24,8 - 23,1}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 2,83 = 1,316 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 4. Dinding Belakang ( D<sub>4</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding belakang} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{23,8 - 21,2}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 4,3 = 2,143 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 5. Dinding Atas ( D<sub>5</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding atas} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{25,3 - 19,8}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 9,1 = 5,324 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 6. Dinding Bawah ( D<sub>6</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding Bawah} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{27,5 - 21,0}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 10,8 = 5,932 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

### 4.5.2 Komposit 30 %

#### 1. Dinding Depan ( D<sub>1</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding depan} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{23,7 - 20,6}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 5,16 = 2,755 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 2. Dinding Kiri ( D<sub>2</sub> ) / 1 jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding kiri} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{31,4 - 21,5}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 9,9 = 4,804 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 3. Dinding Kanan ( D<sub>3</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding kanan} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} qk &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{26,0 - 22,8}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 5,3 = 2,928 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 4. Dinding Belakang ( D<sub>4</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding belakang} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned}
 q_k &= kA * \frac{T_2-T_1}{L} ( W ) \\
 &= 0,33 * 1,440 \frac{26,0-20,9}{0,6 m} ( W ) \\
 &= 0,4752 * 5,1 = 2,429 \text{ W/mK}
 \end{aligned}$$

#### 5. Dinding Atas ( D<sub>5</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding atas} = q_k = kA \frac{T_2-T_1}{L}$$

$$\begin{aligned}
 q_k &= kA * \frac{T_2-T_1}{L} ( W ) \\
 &= 0,33 * 1,440 \frac{26,5-20,6}{0,6 m} ( W ) \\
 &= 0,4752 * 9,8 = 4,656 \text{ W/mK}
 \end{aligned}$$

#### 6. Dinding Bawah ( D<sub>6</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding Bawah} = q_k = kA \frac{T_2-T_1}{L}$$

$$\begin{aligned}
 q_k &= kA * \frac{T_2-T_1}{L} ( W ) \\
 &= 0,33 * 1,440 \frac{29,4-20,5}{0,6 m} ( W ) \\
 &= 0,4752 * 14,8 = 7,032 \text{ W/mK}
 \end{aligned}$$

### 4.5.3. Komposit 50 %

#### 1. Dinding Depan ( D<sub>1</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding depan} = q_k = kA \frac{T_2-T_1}{L}$$

$$\begin{aligned}
 q_k &= kA * \frac{T_2-T_1}{L} ( W ) \\
 &= 0,33 * 1,440 \frac{27,0-18,8}{0,6 m} ( W )
 \end{aligned}$$

$$= 0,4752 * 13,6 = 6,494 \text{ W/mK}$$

## 2. Dinding Kiri ( D<sub>2</sub> ) / 1 jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding kiri} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$qk = kA * \frac{T_2 - T_1}{L} ( W )$$

$$= 0,33 * 1,440 \frac{32,8 - 19,1}{0,6 \text{ m}} ( W )$$

$$= 0,4752 * 13,7 = 6,510 \text{ W/mK}$$

## 3. Dinding Kanan ( D<sub>3</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding kanan} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$qk = kA * \frac{T_2 - T_1}{L} ( W )$$

$$= 0,33 * 1,440 \frac{27,4 - 19,5}{0,6 \text{ m}} ( W )$$

$$= 0,4752 * 13,1 = 6,256 \text{ W/mK}$$

## 4. Dinding Belakang ( D<sub>4</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding belakang} = qk = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$qk = kA * \frac{T_2 - T_1}{L} ( W )$$

$$= 0,33 * 1,440 \frac{26,9 - 19,8}{0,6 \text{ m}} ( W )$$

$$= 0,4752 * 11,8 = 5,623 \text{ W/mK}$$

## 5. Dinding Atas ( D<sub>5</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding atas} = q_k = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

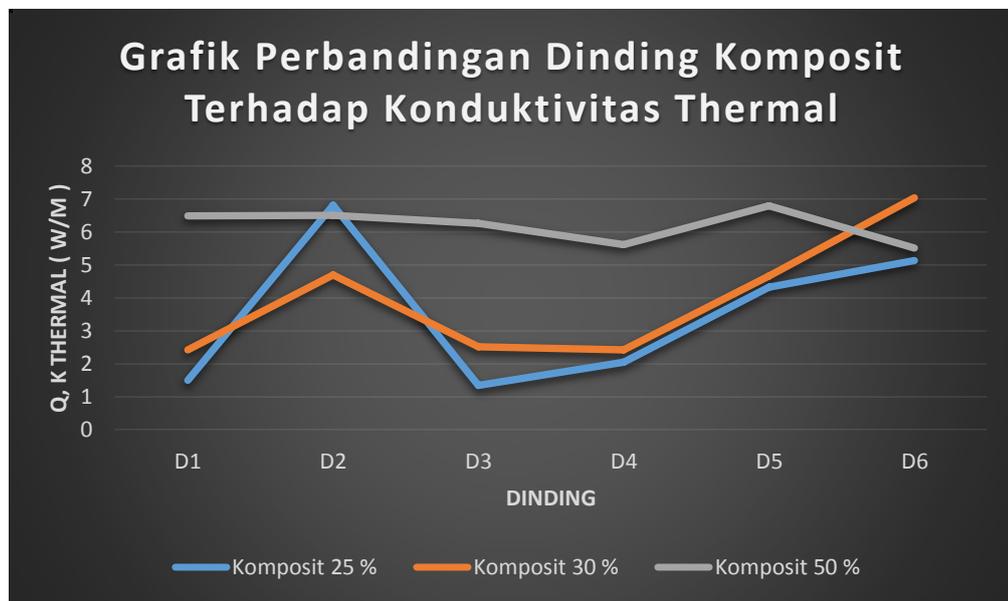
$$\begin{aligned} q_k &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{27,9 - 19,3}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 14,3 = 6,7953 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

#### 6. Dinding Bawah ( D<sub>6</sub> ) / 1 Jam

Konduktivitas Thermal satu dimensi dinding yang terjadi pada dinding depan dengan distribusi temperatur yang seragam melalui suatu bahan Komposit, Dihitung melalui persamaan :

$$Q \text{ konduksi, dinding Bawah} = q_k = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

$$\begin{aligned} q_k &= kA * \frac{T_2 - T_1}{L} \text{ ( W )} \\ &= 0,33 * 1,440 \frac{30,8 - 19,2}{0,6 \text{ m}} \text{ ( W )} \\ &= 0,4752 * 11,6 = 5,512 \text{ W/mK} \end{aligned}$$



Gambar 4.1 Perbandingan Dinding Komposit Terhadap Konduktivitas Thermal

Dari Tabel diatas dapat dilihat konduktivitas thermal pada masing-masing specimen dengan keterangan sebagai berikut :

1. Komposit 25 %

D1 = 1,801 W/mK,            D2 = 6,910 W/mK,            D3 = 1,316 W/mK,  
D4 = 2,143 W/mK,            D5 = 5,324 W/mK,            D6 = 5,932 W/mK.

2. Komposit 30 %

D1 = 2,455 W/mK,            D2 = 4,704 W/mK,            D3 = 2,518 W/mK,  
D4 = 2,423 W/mK,            D5 = 4,656 W/mK,            D6 = 7,032 W/mK.

3. Komposit 50 %

D1 = 6,494 W/mK,            D2 = 6,510 W/mK,            D3 = 6,256 W/mK  
D4 = 5,623 W/mK,            D5 = 6,7953 W/mK,            D6 = 5,512. W/mK

Jika nilai konduktivitas termal suatu bahan makin besar, maka makin besar juga panas yang mengalir melalui benda tersebut. Karena itu, bahan yang harga k-nya besar adalah penghantar panas yang baik, sedangkan bila k-nya kecil bahan itu kurang menghantar atau merupakan isolator, sehingga dari ketiga specimen komposit yang memiliki konduktivitas thermal paling kecil adalah pada specimen komposit dengan campuran sekam padi 25% dan resin 75%. Oleh karena itu specimen komposit dengan campuran sekam padi 25% dan resin 75% dipilih sebagai bahan dinding pada kotak pendingin (*cool box*).

#### 4.6. Hasil Pengujian Tarik

Dari data – data hasil pengujian tarik pada material komposit serat sekam padi, maka bisa di dapatkan hasil dari regangan tarik, tegangan tarik, max force. Brake force serta elastisitas.

##### A. Data Awal Pengujian Tarik

Tabel 4.4 Dimensi awal pengujian tarik

Percentase Variasi (%)	Panjang (mm )	Lebar ( mm )	Tebal ( mm )	Luas Penampang ( mm )
0 %	90	14	4	180
10 %	90	14	4	180
20 %	90	14	4	180
30 %	90	14	4	180

1. Spesimen uji komposit serat sekam Padi 25 %

Tabel 4.5 Kekuatan tarik material komposit 25 %

Spesimen uji komposit serat sekam Padi 25 %	
Max. Force	33,74 ( kgf )
Brake. Force	32.41 ( kgf )
Yield Strengce	0.04 ( kgf / mm <sup>2</sup> )
Tensile Strengce	0.26 ( kgf / mm <sup>2</sup> )
Elongation	6.25 %

2. Spesimen uji komposit serat sekam Padi 30 %

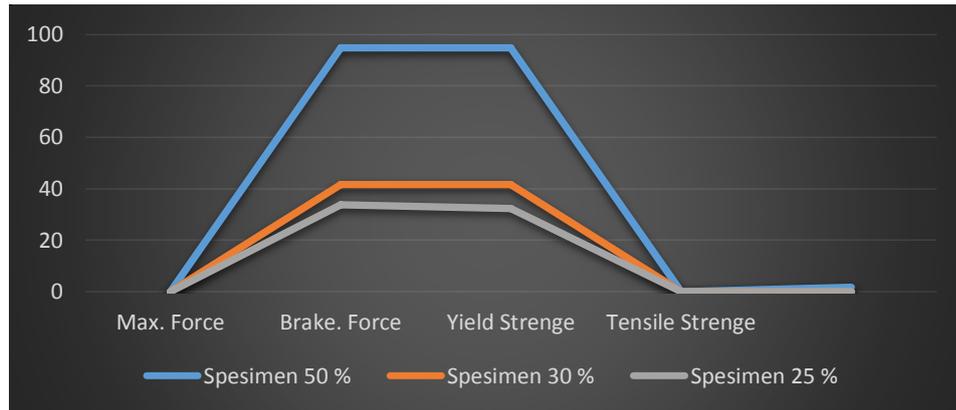
Tabel 4.6 Kekuatan tarik material komposit 30 %

Spesimen uji komposit serat sekam Padi 30 %	
Max. Force	41,70 ( kgf )
Brake. Force	41,70 ( kgf )
Yield Strengce	0.04 ( kgf / mm <sup>2</sup> )
Tensile Strengce	0,32 ( kgf / mm <sup>2</sup> )
Elongation	6.25 %

3. Spesimen uji komposit serat sekam Padi 50 %

Tabel 4.7 Kekuatan tarik material komposit 50 %

Spesimen uji komposit serat sekam Padi 50 %	
Max. Force	94,76 ( kgf )
Brake. Force	94,76 ( kgf )
Yield Strengce	0.09 ( kgf / mm <sup>2</sup> )
Tensile Strengce	1,69 ( kgf / mm <sup>2</sup> )
Elongation	5,56 %



Gambar 4.2 Hasil dari pengujian tarik

1. Hasil dari grafik uji tarik spesimen sekam padi 50 %
 

max. Force 94,76 kgf,	brake force sebesar 94,76 kgf,
yield strength 0,09 kgf/mm <sup>2</sup> ,	tensile strength sebesar 1,69kgf/mm <sup>2</sup> ,
elongation sebesar 5,56 %.	
2. Hasil dari grafik uji tarik spesimen sekam padi 30 %
 

max. Force 41,70 kgf,	brake force sebesar 41,70 kgf,
yield strength 0,04 kgf/mm <sup>2</sup> ,	tensile strength sebesar 0,32 kgf/mm <sup>2</sup> ,
elongation sebesar 6,25 %.	
3. Hasil dari grafik uji tarik spesimen sekam padi 25 %
 

max. Force 33,74 kgf,	brake force sebesar 32,41 kgf,
yield strength 0,04 kgf/mm <sup>2</sup> ,	tensile strength sebesar 0,26 kgf/mm <sup>2</sup> ,
elongation sebesar 6,25 %.	

Kekuatan tarik (*tensile strength, ultimate tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Kekuatan tarik adalah kebalikan dari kekuatan tekan, dan nilainya bisa berbeda.

Pada hasil pengujian Tarik dari ketiga specimen diatas menghasilkan kekuatan Tarik yang berbeda, dimana kekuatan Tarik terbesar dihasilkan oleh specimen dengan kandungan sekam padi sebesar 50%, dengan nilai tensile strength sebesar 1,69kgf/mm<sup>2</sup>, oleh karena nilai uji Tarik yang dihasilkan kecil, berarti benda tersebut bersifat rapuh atau getas (*brittle*), tidak bisa diberikan pembebanan besar, oleh karena itu pembuatan kotak pendingin ini digunakan untuk menyimpan bahn makanan yang berukuran tidak terlalu besar.

#### 4.7 Hasil Pengujian kotak pendingin

Coolbox yang berinsulasi sekam padi dan coolbox Styrofoam diisi dengan masing-masing 3 kg es basah. Pengukuran yang dilakukan mengacu pada one day fishing yaitu selama 24 jam. Hasil pengukuran ditunjukkan seperti tabel berikut :

Tabel 4.8 Pengukuran Temperatur Didalam Dan Diluar *Coolbox*

No	Waktu (menit)	Temperature Sekam Padi (°C)	Temperatur Styrofoam (°C)	Suhu Lingkungan (°C)
1	0	22	22	29,4
2	10	16	11,5	29,4
3	20	15,2	11,2	29,4
4	30	14,5	11,2	29,4
5	40	14	11,3	29,4
6	50	13,8	11,2	29,4
7	60	13,6	11,1	29,4
8	70	13,5	10,8	29,4
9	90	13,5	10,6	29,4
10	110	13,9	11,2	29,4
11	130	14,1	11,5	29,4
12	150	15	11,4	29,4
13	170	15,8	11,6	29,6
14	190	16,9	11,7	30

Tabel 4. 9 Lanjutan Pengukuran Temperatur Didalam Dan Diluar *Coolbox*

No	Waktu (menit)	Temperature ( <i>coolbox</i> ) (°C)	Suhu Styrofoam (°C)	Suhu Lingkungan (°C)
15	210	18,4	11,9	30
16	230	19,4	11,9	30
17	250	19,8	12,5	29,6
18	270	20,1	12,5	29,5
19	290	20,4	12,5	29,5
20	310	20,5	12,5	29,5
21	330	21	12,5	29,5
22	350	21,1	12,6	29,6
23	370	21,1	12,6	29,6
24	390	21,2	12,8	29,8
25	410	21,1	12,9	29,8
26	430	21,1	13,4	30
27	450	21,1	13,4	30
28	470	21,1	13,5	30
29	490	21,1	13,5	30
30	510	21,2	13,6	30
31	530	21,2	14,1	30

Tabel 4.9 Lanjutan Pengukuran Temperatur Didalam Dan Diluar *Coolbox*

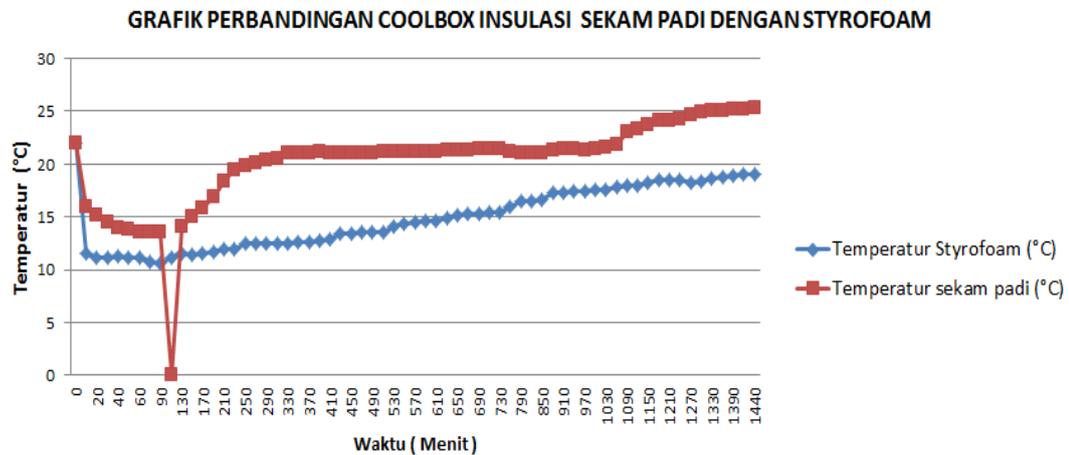
No	Waktu (menit)	Temperature ( <i>coolbox</i> ) (°C)	Suhu Styrofoam (°C)	Suhu Lingkungan (°C)
32	550	21,2	14,3	29,4
33	570	21,2	14,5	30
34	590	21,2	14,7	30
35	610	21,2	14,7	30
36	630	21,3	14,9	30
37	650	21,3	15,2	30
38	670	21,3	15,3	30
39	690	21,4	15,3	30
40	710	21,4	15,5	30
41	730	21,4	15,5	30
42	760	21,2	16	30
43	790	21,1	16,5	29,8
44	820	21,1	16,5	29,8
45	850	21,1	16,7	29,8
46	880	21,3	17,3	29,8
47	910	21,4	17,3	29,6
48	940	21,5	17,5	29,6

Tabel 4. 9 Lanjutan Pengukuran Temperatur Didalam Dan Diluar *Coolbox*

No	Waktu (menit)	Temperature Sekam padi (°C)	Temperatur Styrofoam (°C)	Suhu Lingkungan (°C)
49	970	21,3	17,5	29,4
50	1000	21,5	17,6	29,2
51	1030	21,6	17,6	29,2
52	1060	21,9	17,8	29,2
53	1090	23	18	29,2
54	1120	23,3	18	29,2
55	1150	23,7	18,2	29,1
56	1180	24,1	18,5	28,5
57	1210	24,1	18,5	28,5
58	1240	24,3	18,5	28,5
59	1270	24,6	18,2	28,5
60	1300	24,9	18,4	29
61	1330	25	18,7	29,2
62	1360	25,1	18,8	29,1
63	1390	25,2	18,9	29,3
64	1420	25,2	19	29,4
65	1440	25,3	19	29,4

Dalam pengukuran dan pengamatan selama 24 jam dengan suhu ruangan rata-rata Adalah 29°C. Setelah Didapatkan hasil dari kedua percobaan maka di lakukan perbandingan data yang diperoleh dari percobaan coolbox sekam padi dan coolbox Styrofoam.

Sehingga dapat dianalisa pengaruh insulasi ketahanan thermal sekam padi terhadap waktu dan suhu pendinginan dan akan dapat diketahui lebih baik kotak pendingin menggunakan insulasi sekam padi atau kotak pendingin Styrofoam. Berikut adalah grafik hasil percobaan yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Temperatur *Coolbox* Sekam Padi Dengan *Coolbox Styrofoam*

Dari grafik perbandingan diatas dapat dianalisa bahwa pada percobaan menggunakan coolbox styrofoam dan es balok sebagai media pendingin sebanyak 3 kg, dengan waktu pendinginan selama 1440 menit (24 jam) didapatkan temperatur terendah yang dihasilkan adalah 10,8 °C pada menit ke-70 (1jam 10 menit). Temperatur tertinggi yang dihasilkan didalam coolbox adalah 19 °C pada menit ke 1440 ( 24jam ).

Pada percobaan dengan menggunakan sekam padi sebagai insulasi pada coolbox dengan media pendingin berupa es basah sebanyak 3 kg, dalam waktu pendinginan selama 24 jam dihasilkan suhu terendah 13,5 °C pada menit ke-70 (1 jam 10 menit) dimana lebih tinggi dari percobaan menggunakan Styrofoam. Kestabilan temperature didalam coolbox terjadi pada menit ke 350 (5jam 50 menit) sampai menit ke-970 (16 jam 10 menit) berkisar pada 21.1 °C . Dari kedua percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa percobaan yang

menggunakan insulasi dari sekam padi tidak lebih baik dari percobaan menggunakan coolbox Styrofoam.

Seperti yang diketahui sebelumnya bahwa semakin kecil nilai konduktivitas termalnya maka semakin lama proses perpindahan panas dan semakin bagus proses pendinginannya. Berdasarkan hasil pengujian konduktivitas termal pada subbab 4.5.3 didapatkan nilai konduktivitas termal pada komposisi sekam padi 25% yang dipilih adalah 5,932 W/mK dimana lebih besar dari konduktivitas termal dari Styrofoam yang bernilai 3 W/ mK. Pada standard ASTM E 1225-13 menyebutkan bahwa rentang nilai konduktivitas yang dapat dihitung adalah 0,2 W/mK sampai 200 W/mK

Beberapa hal lain yang menjadi penyebab tingginya nilai konduktivitas termal yang berdampak tidak bagusnya hasil dari percobaan *coolbox* adalah campuran dari isolasinya yang terdiri dari sekam padi dan resin. Penyebab lainnya dikarenakan tidak lakukannya pengujian kadar air sehingga dapat ditarik hipotesa akan adanya kandungan air yang terperangkap didalam isolasi sekam padi sehingga dari sela-sela yang mengandung air dapat menghantarkan panas dengan baik dan membuat nilai konduktivitas termal dari isolasi semakin tinggi dan menyebabkan buruknya hasil pengujian pada coolbox, syarat sebagai isolasi pendingin yang baik adalah memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah.

Penyebab lainnya dikarenakan tidak lakukannya pengujian kadar air sehingga dapat ditarik hipotesa akan adanya kandungan air yang terperangkap didalam isolasi sekam padi sehingga dari sela-sela yang mengandung air dapat menghantarkan panas dengan baik dan membuat nilai konduktivitas termal dari isolasi semakin tinggi dan menyebabkan buruknya hasil pengujian pada coolbox, syarat sebagai isolasi pendingin yang baik adalah memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah.

Untuk mengatasi permasalahan diatas Cara lain yang bisa digunakan adalah dengan menggunakan teknologi *binderlessboard* dimana cara ini banyak digunakan dalam pembuatan papan partikel. Penelitian dengan metode ini telah dilakukan dengan menggunakan kenaf inti, ampas tebu, serat kelapa, rumput gajah dan spruce serta pinus.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dalam melakukan percobaan penelitian analisa suhu didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisa dalam penelitian pengujian tarik terdapat perbedaan antara variasi komposit 25%, 30 %, 50% disimpulkan bahwa semakin besar volume variasi sekam padinya maka akan semakin besar pula angka hasil kekuatan tarik, regangan tarik serta elastisitasnya dan angka pengujian tariknya dari variasi 25 % sampai dengan 50% hasil kekuatannya lebih besar 30 %. Oleh karena nilai uji Tarik yang dihasilkan kecil, berarti benda tersebut bersifat rapuh atau getas (*brittle*), tidak bisa diberikan pembebanan besar, oleh karena itu pembuatan kotak pendingin ini digunakan untuk menyimpan bahan makanan yang berukuran tidak terlalu besar.
2. Dari hasil pengujian didapatkan komposisi dari sekam padi 25% dan resin 75% yang terbaik dan yang dipilih menjadi isolasi pada coolbox memiliki nilai konduktivitas termal yang baik dibandingkan dengan komposisi yang lain dengan nilai 5,932 W/mK. Namun memiliki kekurangan pada nilai kekuatan Tarik (*Tensile Strength Test*) yaitu hanya 0,26 kgf/mm<sup>2</sup> dimana komposisi sekam padi 50% memiliki nilai yang lebih baik yaitu 1,69 kgf/mm<sup>2</sup>. Dalam mengantisipasi nilai kekuatan yang rendah maka coolbox diberi dinding yang terbuat dari triplek.
3. Pada waktu 1060 menit ( 17 jam) temperatur pada coolbox sekam padi kembali seperti semula yaitu sebesar 21.9 °C , sehingga pada waktu 17 jam es balok sudah benar benar mencair semua. Dan Pada waktu 1440 menit ( 24 jam) temperatur pada coolbox styrofoam sebesar 19 °C .
4. Dalam waktu pengujisn selama 24 jam didapatkan temperatur terendah dari percobaan menggunakan coolbox berinsulasi sekam padi adalah 13,5 °C. Dan pada percobaan dengan menggunakan coolbox Styrofoam dengan temperature terendah 10,6 °C. sehingga dapat dilihat bahwa penggunaan

resin sebagai perekat pada insulasi dari sekam padi tidak lebih baik dari coolbox Styrofoam.

## **5.2. Saran**

Penulis sepenuhnya menyadari analisa kerugian panas pada dinding komposit di perkuat sekam padi pada ruangan pendingin ini masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menuliskan beberapa saran yaitu:

1. Sebelum membuat campuran sekam padi sebagai isolasi thermal, sebaiknya partikel sekam padi yang digunakan digiling terlebih dahulu untuk menghilangkan rongga kosong antara partikel sekam padi.
2. Penelitian sebaiknya dilanjutkan dengan pengujian kadar air dan daya tahan komposit terhadap pelapukan dan waktu.
3. Pemilihan sekam padi sebagai penguat resin dan sebagai isolasi termal ini bisa lebih dikembangkan lagi agar terciptanya penemuan baru bahan bahan komposit yang ramah lingkungan dari ekstra tumbuhan, yang bisa mengurangi dampak kepadatan limbah dari sektor pertanian, dan sekam padi menjadi salah satu teknologi baru untuk bahan isolasi pendingin didalam ruangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Purkuncoro, Eko A., Djiwo, S., and Rahardjo, T., 2014. "Pemanfaatan Komposit Hybrid Sebagai Produk Panel Pintu Rumah Serat Bulu Ayam ( Chicken Feather ) Dan Serat Ijuk ( Arenga Pinata ) Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Thermal Komposit Hybrid Matrik Polyester. M-28 M-29." 4(2):28–33.
- Nurhidayat, Achmad and Susilo, D.D., 2013. "Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit Hdpe Limbah- Cantula." 14(2):15–29.
- Wardani, L., Massijaya, M.Y., and Machdie, M.F., 2013. "Utilization of Petiole Oil Palm Wastes and Recycled Polypropylene as Raw Materials." Jurnal Hutan Tropis 1(1):46–53.
- Manikandan, N. et al. 2017. "Effect of Alkalization on Fabrication and Mechanical Properties of Jute Fiber Reinforced Jute-Polyester Resin Hybrid Epoxy Composite." American Journal of Current Organic Chemistry.
- Bakri.(2005). Komponen kimia dan fisik abu sekam padi sebagai SCM untuk pembuatan kompos  
it semen.*Jurnal Perennial*, 5(1), 9-14.
- Wibowo, dkk, 2007,, "*Pembuatan Jerami Permentasi*", Instalasi Penelitian dan Pengkajian teknologi Pertanian Mataram.
- Harsono, Heru, 2002, Pembuatan Silika Amorf dari Limbah Sekam Padi, Jurnal Ilmu Dasar. Universitas Brawijaya
- Holman J.P, 1997, "Perpindahan Kalor" Edisi ke-8,Erlangga, Bandung.
- S. Arbintarso, Ellyawan. Muhajir, Khairul. Sujatmiko,Andhi, 2008. Kotak Penyimpan Dingin Dari Papan Partikel Padi, Teknologi Jurusan Teknik Mesin, STAKPRIND ,Yogyakarta.
- Waysima, dkk, 2010, Sikap Afektif Ibu Terhadap Ikan Laut Nyata Meningkatkan Apresiasi Anak Mengonsumsi Ikan Laut
- Tri Nugroho Widiyanto dan Ahmat Fauzi, 2018, Disain Dan Kinerja Sistem Air Laut Yang Direfrigerasi (Alref) Untuk Penampung Ikan Pada Kapal Nelayan 10-15 Gt

Sudirman Lubis, 2019 ,Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi,  
Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada  
Sepatu Rem Mobil Ketebalan 8 mm Menggunakan Perangkat Lunak  
Msc.Nastran V.9

ASHRAE Research, “ASHRAE Handbook Refrigeration”, Atlanta: American  
Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers Inc,  
2006.

MAJELIS PENDIDIRIAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PENGUNAAN KOMPOSIT SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI DINDING  
 BOX PENDINGIN IKAN

Nama : SABANA ARIF  
 NPM : i607230108

Dosen Pembimbing : SUDIRMAN LUBIS, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Senin 13 Juli 2021	- Perbaiki latar belakang mulai dari agenda Pertama, Kedua, Ketiga	<i>Sh</i>
2.	Kamis 15 Juli 2021	- Perbaiki latar belakang di Pendahuluan, tujuan, Rumusan masalah, Pertanyaan lagi	<i>Sh</i>
3.	Sabtu 17 Juli 2021	- lengkapi Rumus-Rumus & tabel di Bab 2.	<i>Sh</i>
4.	Selasa 20 Juli 2021	- Bab 3 perbaiki metode penelitian. & Penjelasan dan penyajian waktu tempat alat dan bahan Flow/Chart	<i>Sh</i>
5.	Jumat 23 Juli 2021	- Perbaiki cara pembuatan Box, cara penelitian dan metode analisa lengkap	<i>Sh</i>
6.	Senin 26 Juli 2021	- Perbaiki Bagian Akhir Penelitian	<i>Sh</i>

Ace. Lumar Hani. *Sh*



**MSU**

Cerdas | Terpercaya

Surat ini agar disebutkan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor 1022/IL.3AU/UMSU-07/F/2020**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 27 Agustus 2020 dengan ini Menetapkan :

Nama : SABANA ARIF  
NPM : 1607230108  
Program Studi : Mesin  
Semester : VIII ( Delapan )  
Judul Tugas Akhir : PENGGUNAAN KOMPOSIT SEKAM PADI SEBAGAI  
PENGGANTI DINDING BOX PENDINGIN IKAN

BERITA ACARA SEMINAR HASIL

Pembimbing I : SUDIRMAN ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Dengan demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan 08 Muharram 1442 H  
27 Agustus 2020 M



Dekan

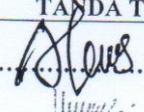
Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202

. File

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

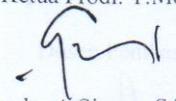
Peserta seminar  
 Nama : Sabana Arif  
 NPM : 1607230108  
 Judul Tugas Akhir : Penggunaan Komposit Sekam Padi Sebagai Pengganti Dinding BoxPendingi Ikan.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Sudirman.Lubis.S.T.M.T	: .....  .....
Pembanding – I : Rahmatullah S.T.M.Sc.	: .....  .....
Pembanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: .....  .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1707230010	Irfanul	
2	1707230025	Ramadhani	
3	1707230115	Amol Pratiwi Amri	
4	1707230073	M. ZULFADLI LUBIS	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 11 Muharram 1443 H  
0 Agustus 2021 M

Ketua Prodi. T.Mesin

  
Chandra A Siregar.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Sabana Arif  
NPM : 1607230108  
Judul T.Akhir : Penggunaan Komposit Sekam Padi Sebagai Pengganti Dinding  
Box Pendingin Ikan.

Dosen Pembimbing - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif .M.Sc

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :  
Lihat pada buku tugas akhir  
.....*lihat... Skripsi p.f.l*.....  
.....  
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan 11 Muharram1443H  
20 Agustus 2021 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II



H.Muharnif.M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Sabana Arif  
NPM : i607230108  
Judul T.Akhir : Penggunaan Komposu Sekam Padi Sebagai Pengganti Dinding  
Bcx Pengganti ikan.

Dosen Pembimbing - I : Sudirman Lubis, S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Rahmatullah, S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : H. Muhamid, S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

2. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)  
Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan  
perbaikan antara lain :

Backgroud, karyou, metode dan responnsi yang  
ada harus saling berkaitan.

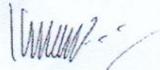
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 11 Muharram 1443 H  
20 Agustus 2021 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

  
Chandra A Siregar, S.T. M.T.

Dosen Pembanding - I

  
Rahmatullah, S.T., M.Sc. (N)

PENDIDIKAN FORMAL

2004-2010 : SD Swasta Tulis Bagan Asahan  
2010-2013 : SMP Negeri 1 Tanjung Balai Asahan  
2013-2016 : SMK 1 Yapan Medan  
2016-2021 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Sabana Arif  
Npm : 1607230108  
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Balai, 14-03-1998  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Dusun III Bagan Asahan Baru  
Kecamatan : Tanjung Balai  
Kabupaten : Asahan  
Provinsi : Sumatera Utara  
Nomor Hp : 0812-6244-0506  
E-Mail : Arifbana1998@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : Sabaruddin  
Ibu : Mayarni Panjaitan

### PENDIDIKAN FORMAL

2004- 2010 : SD Swasta Tulis Bagan Asahan  
2010-2013 : SMP Negeri 1 Tanjung Balai Asahan  
2013-2016 : SMK 1 Yapim Medan  
2016-2021 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara