



TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI DINDING OVEN PENDINGIN IKAN TERI

Oleh:

Achmad Belqi Yuda

NRP. 33212301022

Dosen Pembimbing 1

Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing 2

Lukman Hadiwijaya, S. T., M. T.

PRODI D3 TEKNIK MESIN ALAT BERAT

JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI

POLITEKNIK NEGERI MADURA

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Belqi Yuda
NRP : 33212301022
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri
Tahun Akademik : 2025/2026

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul Pemanfaatan Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Dinding Oven Pengering Ikan Teri adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain, dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarbenarnya.

Sampang, 30 juli 2026

Yang menyatakan,



Achmad Belqi Yuda
NRP. 33212301022

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Komposit Serat Sabut
Kelapa Sebagai Dinding Oven
Pengering Ikan Teri

Penulis : Achmad Belqi Yuda

NRP : 33212301022

Program Studi : D3 Teknik Mesin Alat Berat

Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri

Proposal Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk
diseminarkan.

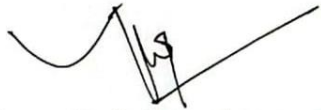
Ditandatangani di bawah ini
Menyetujui,

Pembimbing I,



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si
NIPPPK. 198106242021211004

Pembimbing II,



Lukman Hadiwijaya, S.T., M.T
NIPPPK. 197404292021211004

Koordinator Program Studi
Teknik Mesin Alat Berat



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T
NIPPPK. 197705222021211005

Koordinator TA
Teknik Mesin Alat Berat



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si
NIPPPK. 199006062024212053

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI DINDING OVEN PENERING IKAN TERI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar
Ahli Madya Teknik (A. Md.T.)

Pada

Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri
Program Studi Teknik Mesin Alat Berat
Politeknik Negeri Madura

Oleh:

Achmad Belqi Yuda

NRP. 33212301022

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 27 Juli 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui tim penguji Tugas Akhir:

1. Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si..... (Pembimbing I)
2. Lukman Hadiwijaya, S.T., M.T..... (Pembimbing II)
3. Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T..... (Penguji I)
4. Annafiyah, S.Si., M.T..... (Penguji II)
5. Abdul Hamid, S.Si., M.Si..... (Penguji III)

Sampang
Juli 2026

PEMANFAATAN KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI DINDING OVEN PENDINGIN IKAN TERI

Nama : Achmad Belqi Yuda
NRP : 3321201022
Pembimbing 1 : Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si
Pembimbing 2 : Lukman Hadiwijaya, S.T., M.T.

ABSTRAK

Untuk mengurangi kehilangan panas, diperlukan material isolator yang memiliki konduktivitas termal rendah sehingga mampu menghambat perpindahan panas dari dalam oven ke lingkungan luar. Berbagai material isolator telah dikembangkan, termasuk material berbasis serat alam yang dinilai lebih ramah lingkungan, ringan, serta ekonomis dibandingkan material sintetis. Salah satu material yang berpotensi digunakan adalah sabut kelapa, yang merupakan limbah biomassa dengan ketersediaan melimpah di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan komposit serat sabut kelapa sebagai material isolator pada dinding oven pendingin ikan teri serta mengetahui kemampuan material tersebut dalam menghambat perpindahan panas berdasarkan nilai selisih temperatur (ΔT), tahanan termal (R), dan laju perpindahan panas (Q). Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan enam variasi susunan material, yaitu plat aluminium, aluminium bubble foil, dan sabut kelapa. Pengujian dilakukan dengan mengukur temperatur pada sisi dalam dan sisi luar setiap spesimen. Data hasil pengujian kemudian dianalisis berdasarkan selisih temperatur (ΔT), tahanan termal (R), dan laju perpindahan panas (Q). Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap variasi susunan material memiliki kemampuan isolasi termal yang berbeda. Spesimen E menghasilkan nilai selisih temperatur (ΔT) tertinggi sebesar $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan temperatur sisi luar sebesar $31,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sementara itu, Spesimen F menghasilkan nilai tahanan termal (R) tertinggi sebesar $0,335\text{ K/W}$ dan laju perpindahan panas (Q) terendah sebesar $108,5\text{ W}$. Berdasarkan hasil tersebut, Spesimen E menunjukkan

kemampuan isolasi terbaik berdasarkan nilai ΔT , sedangkan Spesimen F menunjukkan kinerja terbaik berdasarkan nilai R dan Q. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan sabut kelapa yang dikombinasikan dengan aluminium bubble foil memiliki potensi sebagai material isolator pada dinding oven pengering ikan teri.

Kata kunci: sabut kelapa, aluminium bubble foil, isolator termal, oven pengering, perpindahan panas.

**PEMANFAATAN KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA
SEBAGAI DINDING OVEN PENERING IKAN TERI**

Name : Achmad Belqi Yuda
NRP : 3321201022
Supervisor 1 : Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si
Supervisor 2 : Lukman Hadiwijaya, S.T., M.T.

ABSTRAK

To reduce heat loss, an insulating material with low thermal conductivity is required to inhibit heat transfer from the oven's interior to the external environment. Various insulating materials have been developed, including those based on natural fibers, which are considered more environmentally friendly, lightweight, and cost-effective than synthetic materials. One material with potential for this application is coconut coir, a biomass waste product that is abundantly available in Indonesia. This study aims to determine the manufacturing process of coconut coir fiber composite as an insulating material for the wall of an anchovy drying oven and to evaluate its ability to reduce heat transfer based on temperature difference (ΔT), thermal resistance (R), and heat transfer rate (Q). The study was conducted experimentally using six variations of material arrangements consisting of aluminum plates, aluminum bubble foil, and coconut coir. The test was performed by measuring the temperature on the inner and outer surfaces of each specimen. The experimental data were then analyzed based on temperature difference (ΔT), thermal resistance (R), and heat transfer rate (Q). The results showed that each material arrangement had different thermal insulation capabilities. Specimen E produced the highest temperature difference (ΔT) of 37.8 °C, with an outer surface temperature of 31.4 °C. Meanwhile, Specimen F produced the highest thermal resistance (R) of 0.335221252 K/W and the lowest heat transfer rate (Q) of 108.553 W. Based on these results, Specimen E demonstrated the best insulation performance in terms of temperature difference, while

Specimen F showed the best performance based on thermal resistance and heat transfer rate. The results indicate that the combination of coconut coir and aluminum bubble foil has potential as an insulating material for the wall of an anchovy drying oven.

Keywords: *coconut coir, aluminum bubble foil, thermal insulation, drying oven, heat transfer.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul *“Pemanfaatan Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Dinding Oven Pengering Ikan Teri”*

Terwujudnya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Ibu Laily Ulfiyah, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.
2. Yth. Bapak Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Prodi D3 Teknik Mesin Alat Berat yang telah memberikan semangat, motivasi serta dukungan sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
3. Yth. Bapak Amin Jakfar, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan.
4. Yth. Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. selaku koordinator Tugas Akhir Politeknik Negeri Madura.
5. Yth. Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 1 yang senantiasa memberikan kritik, saran dan masukan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
6. Yth. Lukman Hadiwijaya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang senantiasa memberikan kritik, saran dan masukan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
7. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura.

8. Kepada kedua orang tua saya Jodi dan Siti Raodah. Yang telah memberikan segala pengorbanan dan kasih sayang yang tulus kepada saya.
9. Kepada saudari saya Siti Raisyatul Yuda yang telah memberikan semangat, dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman Teknik Mesin Alat Berat atas dukungannya dan saran yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan-perbaikan ke depan. Aamiin Yaa Rabbal Alaamiin.

Sampang, 21 Januari 2026

Achmad Belqi Yuda
NRP. 33212301022

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR ..	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Teknik Pembuatan Komposit Serat Alam	7
2.3 Sifat Fisika dan Kimia Komposit Sabut Kelapa	8
2.4 Matriks atau Perekat Komposit	9
2.5 Ikan Teri Kering	9
2.6 Proses Pengeringan	10
2.7 Oven Pengering	10
2.8 Isolator Panas	11
2.9 Material Komposit Serat Alam.....	11
2.9.1 Karakteristik Komposit Serat Alam	12
2.9.2 Sifat Thermal komposit	13
2.10 Serat Sabut Kelapa	14
2.10.1 Karakteristik Sabut Kelapa	14
2.10.2 Sifat Thermal Sabut Kelapa	15
2.11 Aplikasi Sabut Kelapa sebagai isolator Panas oven pengering ikan.....	16
2.12 Aluminium Foil.....	17
2.13 Konduktivitas Termal Aluminium Foil.....	18
2.13.1 Jenis-Jenis Aluminium Foil	18
2.14 Tahanan thermal	19

2.14.1	Jaringan Resistensi Termal.....	21
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1	Desain Alat.....	25
3.2	Diagram alir	26
3.3	Alat dan bahan	27
3.3.1	Alat.....	27
3.3.2	Bahan	27
3.3.3	Spesifikasi Spesimen Penelitian	27
3.4	Variabel Penelitian	28
3.5	Prosedur penelitian.....	29
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Data Hasil Pengujian Temperatur.....	31
4.2	Perhitungan	32
4.2.1	Perhitungan	32
4.2.2	Hasil perhitungan	40
4.3	Pembahasan	41
4.3.1	Analisa keseluruhan spesimen.....	46
BAB V	PENUTUP	48
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposit Serat	13
Gambar 2. 2 Sabut Kelapa.....	15
Gambar 2. 3 Resistansi termal (Cengel, 2004).....	22
Gambar 3. 1 Desain Komposit	25
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	26
Gambar 4. 1 Grafik hasil temperature	42
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan tahanan termal (R) total ...	44
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan laju perpindahan panas (Q)	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Sabut Kelapa	15
Tabel 3. 1 Spesimen Penelitian.....	27
Tabel 3. 2 variabel penelitian	28
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengukuran Temperatur	31
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Perpindahan Panas	40
Tabel 4. 3 Tabel Perbandingan Hasil Temperature	41
Tabel 4. 4 Tabel perbandingan tahanan termal (R) total	43
Tabel 4. 5 Tabel perbandingan laju perpindahan panas Q (W)	45
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan ΔT ,R ,Q	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan teri merupakan salah satu komoditas perikanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia karena memiliki kandungan protein yang tinggi serta mudah diolah menjadi berbagai produk pangan. Namun, ikan teri memiliki kadar air yang tinggi sehingga mudah mengalami pembusukan apabila tidak segera diawetkan. Salah satu metode pengawetan yang umum digunakan adalah proses pengeringan untuk menurunkan kadar air dan memperpanjang umur simpan produk [1]

Pengeringan ikan teri dapat dilakukan secara tradisional maupun menggunakan oven pengering. Penggunaan oven pengering memiliki keunggulan karena mampu mengontrol suhu secara lebih stabil dibandingkan pengeringan alami yang sangat bergantung pada kondisi cuaca. Akan tetapi, kinerja oven pengering sangat dipengaruhi oleh kemampuan dinding oven dalam mempertahankan panas. Kehilangan panas melalui dinding oven dapat menyebabkan penurunan efisiensi termal serta memperpanjang waktu pengeringan [2]

Untuk mengurangi kehilangan panas, diperlukan material isolator yang memiliki konduktivitas termal rendah sehingga mampu menghambat perpindahan panas dari dalam oven ke lingkungan luar. Berbagai material isolator telah dikembangkan, termasuk material berbasis serat alam yang dinilai lebih ramah lingkungan, ringan, serta ekonomis dibandingkan material sintetis. Salah satu material yang berpotensi digunakan adalah sabut kelapa, yang merupakan limbah biomassa dengan ketersediaan melimpah di Indonesia [3]

Sabut kelapa memiliki struktur serat berpori serta konduktivitas termal rendah sekitar $0,038\text{--}0,042\text{ W/m}\cdot\text{K}$, sehingga efektif digunakan sebagai material isolator panas. Selain itu, sabut kelapa memiliki kekuatan serat yang baik dan kandungan lignin tinggi sehingga lebih tahan terhadap kelembapan dan stabil secara struktural dibandingkan biomassa lain seperti sekam padi dan batang pisang[4]

Kemampuan sabut kelapa sebagai isolator termal telah diujikan oleh Rodríguez [5]. Dalam penelitian tersebut, sabut kelapa diuji menggunakan metode pelat panas–dingin untuk melihat kemampuan perpindahan panasnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi sumber panas 80°C , temperatur pada sisi yang tidak dipanaskan dapat turun dari sekitar 55°C (tanpa isolasi) menjadi sekitar 28°C ketika menggunakan sabut kelapa sebagai lapisan isolasi. Selain itu, nilai konduktivitas termal sabut kelapa berada pada kisaran $0,048\text{--}0,0499\text{ W/m}\cdot\text{K}$ dengan selisih hasil eksperimen dan perhitungan hanya 3,8%, yang menunjukkan akurasi dan kemampuan isolasi yang cukup baik. Secara umum, penelitian ini menegaskan bahwa sabut kelapa mampu menghambat perpindahan panas secara efektif dan menurunkan temperatur pada sisi yang dilindungi.

Dalam penelitian ini, sabut kelapa dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan komposit yang diaplikasikan sebagai lapisan isolator pada dinding oven pengering. Modifikasi dilakukan dengan menambahkan lapisan komposit sabut kelapa pada dinding oven serta mengombinasikannya dengan foil aluminium sebagai reflektor panas, sehingga diharapkan mampu meningkatkan kemampuan dinding oven dalam mempertahankan panas dan meningkatkan efisiensi termal sistem.

Berdasarkan penelitian terdahulu, komposit serat sabut kelapa telah banyak dikaji terkait sifat mekanik dan penggunaannya sebagai material alternatif yang ramah lingkungan. Hasil penelitian [5] juga memperkuat bahwa sabut kelapa memiliki potensi sebagai material isolator termal karena mampu menurunkan temperatur secara signifikan pada sisi yang dilindungi dibandingkan sistem tanpa isolasi.

Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji pemanfaatan komposit serat sabut kelapa sebagai material isolator pada dinding oven pengering, khususnya dalam proses pengeringan ikan teri, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kemampuan komposit sabut kelapa sebagai isolator panas pada oven pengering guna meningkatkan efisiensi termal serta mengurangi kehilangan panas selama proses pengeringan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan dinding oven pengering ikan teri dengan menggunakan komposit serat sabut kelapa sebagai material isolator?
2. Bagaimana kemampuan komposit serat sabut kelapa dalam menghambat perpindahan panas pada dinding oven pengering ikan teri berdasarkan nilai selisih temperatur (ΔT), tahanan termal (R), dan laju perpindahan panas (Q)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses pembuatan dinding oven pengering ikan teri dengan menggunakan komposit serat sabut kelapa sebagai material isolator
2. Mengetahui kemampuan komposit serat sabut kelapa dalam menghambat perpindahan panas pada dinding oven pengering ikan teri berdasarkan nilai selisih temperatur (ΔT), tahanan termal (R), dan laju perpindahan panas (Q).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Menambah pengetahuan dan pengalaman mengenai pemanfaatan serat sabut kelapa sebagai material isolator termal serta dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai pemanfaatan serat alam sebagai bahan isolator.
2. Memberikan alternatif material isolator yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan sabut kelapa sebagai bahan isolator pada dinding oven pengering ikan teri, serta memberikan informasi mengenai kemampuan material dalam menghambat perpindahan panas berdasarkan hasil pengujian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai material komposit, khususnya komposit sandwich dan pemanfaatan serat alam, telah banyak dilakukan dalam upaya menghasilkan material yang ringan, kuat, serta ramah lingkungan. Salah satu serat alam yang memiliki potensi besar adalah serat sabut kelapa (coconut coir fiber). Serat sabut kelapa memiliki kandungan lignin yang tinggi sehingga memberikan kekakuan dan ketahanan terhadap deformasi. Secara mekanik, serat ini memiliki modulus elastisitas sekitar 4–7 GPa dan kekuatan tarik berkisar antara 54–250 MPa tergantung pada perlakuan dan struktur seratnya. Hal ini menjadikan sabut kelapa sebagai material alternatif yang potensial sebagai penguat komposit berbasis matriks polimer.

Penelitian eksperimental menunjukkan bahwa komposit serat sabut kelapa bermatriks polyester mengalami peningkatan sifat mekanik akibat variasi fraksi volume serat dan perlakuan alkali. Komposit dengan fraksi serat optimum mampu meningkatkan kekuatan tarik dan lentur dibandingkan material tanpa penguat serat. Dengan demikian, penggunaan sabut kelapa terbukti mampu meningkatkan performa mekanik komposit sekaligus memberikan solusi material yang lebih ramah lingkungan.

Selain sifat mekanik, sabut kelapa juga memiliki keunggulan dari sisi termal. Struktur serat yang berpori menyebabkan nilai konduktivitas termal yang rendah, yaitu sekitar 0,038–0,042 W/m·K. Nilai ini menunjukkan bahwa sabut kelapa sangat potensial digunakan sebagai material insulasi termal pada aplikasi konstruksi dan panel komposit. Penelitian lain yang mengombinasikan serat sabut kelapa

dengan material seperti parafin dan grafit dalam komposit multifungsi menunjukkan bahwa serat ini dapat menurunkan konduktivitas termal pada material Phase Change Materials (PCM) sekaligus mempertahankan kekuatan mekaniknya. Hal ini menjadikan sabut kelapa cocok untuk aplikasi penyimpanan energi termal dan sistem isolasi.

Dalam konteks komposit sandwich, penelitian oleh [6] mengkaji perilaku mekanik struktur sandwich dengan inti bambu berbentuk honeycomb melingkar. Struktur sandwich terdiri dari dua lapisan skin berupa aluminium dan Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP), serta core dari cincin bambu. Pengujian dilakukan menggunakan metode three-point bending. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan skin aluminium menghasilkan performa mekanik yang lebih baik dibandingkan GFRP. Selain itu, diameter bambu dan susunan geometri core (hexagonal dan cubic) berpengaruh signifikan terhadap kekuatan lentur dan geser. Kekuatan lentur tertinggi diperoleh pada diameter bambu 30 mm dengan susunan hexagonal, yaitu sekitar 43 MPa (s44245). Penelitian ini menunjukkan bahwa material alami seperti bambu memiliki potensi besar sebagai inti komposit sandwich yang kuat dan berkelanjutan.

Selanjutnya, penelitian oleh [7] menganalisis kekuatan komposit sandwich dengan menggunakan aluminium sebagai skin dan komposit serat eceng gondok sebagai core. Material komposit dibuat menggunakan resin epoxy sebagai matriks dengan variasi ukuran serat. Pengujian dilakukan berdasarkan standar ASTM D638 untuk uji tarik dan ASTM D790 untuk uji lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi mencapai 53,64 MPa dan kekuatan lentur tertinggi sebesar 41,07 MPa pada variasi tertentu (arman+14). Penelitian

ini membuktikan bahwa serat eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai material alternatif yang ringan, ekonomis, dan memiliki sifat mekanik yang cukup baik dalam struktur sandwich.

Selain itu, penelitian oleh [8] berupa studi literatur yang membahas perkembangan komposit sandwich dari segi desain, manufaktur, dan aplikasi. Struktur sandwich dijelaskan terdiri dari dua lapisan luar dan satu lapisan inti dengan berbagai jenis material seperti foam, honeycomb, dan balsa. Komposit sandwich memiliki keunggulan berupa berat ringan, kekuatan tinggi, ketahanan terhadap dampak, serta stabilitas termal yang baik. Selain itu, metode manufaktur seperti hand lay-up, vacuum bagging, autoclave, dan resin transfer molding sangat mempengaruhi kualitas dan performa material (Jes 07). Penelitian ini menegaskan bahwa pemilihan material core, skin, serta metode produksi sangat menentukan karakteristik akhir komposit sandwich.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa serat alam seperti sabut kelapa, bambu, dan eceng gondok memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai material penyusun komposit sandwich. Selain memberikan keuntungan dari sisi mekanik, material tersebut juga unggul dalam aspek keberlanjutan dan efisiensi energi. Namun demikian, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan kombinasi material, struktur, dan metode manufaktur guna memperoleh sifat mekanik dan termal yang lebih baik.

2.2 Teknik Pembuatan Komposit Serat Alam

Pembuatan komposit serat alam dilakukan dengan menggabungkan material penguat berupa serat dengan matriks atau perekat sehingga terbentuk material baru dengan sifat

mekanik dan termal yang lebih baik. Matriks berfungsi sebagai pengikat serat, menjaga bentuk komposit, serta mendistribusikan beban secara merata pada material komposit [9].

Beberapa metode pembuatan komposit serat alam yang umum digunakan antara lain hand lay-up, compression molding, dan hot press. Metode hand lay-up merupakan teknik sederhana dengan cara menyusun serat secara manual kemudian dicampur dengan resin di dalam cetakan. Sementara itu, metode compression molding dilakukan dengan memberikan tekanan pada campuran serat dan matriks sehingga menghasilkan komposit yang lebih padat dan homogen [8].

Dalam penelitian ini digunakan metode compression molding sederhana dengan tekanan manual menggunakan cetakan. Metode ini dipilih karena mudah diterapkan dalam skala laboratorium dan mampu menghasilkan panel komposit dengan struktur yang cukup padat untuk aplikasi isolator panas oven pengering ikan.

2.3 Sifat Fisika dan Kimia Komposit Sabut Kelapa

Komposit sabut kelapa memiliki karakteristik fisika dan kimia yang mendukung penggunaannya sebagai material isolator panas. Struktur serat sabut kelapa yang berongga menyebabkan material memiliki nilai konduktivitas termal rendah, yaitu sekitar $0,038\text{--}0,042\text{ W/m}\cdot\text{K}$ sehingga efektif digunakan sebagai bahan isolasi termal [4]).

Selain memiliki sifat termal yang baik, sabut kelapa juga mempunyai densitas rendah sehingga material menjadi ringan namun tetap memiliki kekuatan mekanik yang cukup baik. Karakteristik ini sangat mendukung penggunaan pada dinding oven pengering karena dapat mengurangi kehilangan panas tanpa menambah beban struktur secara signifikan.

Secara kimia, sabut kelapa mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan lignin yang tinggi pada sabut kelapa menyebabkan material lebih tahan terhadap kelembapan dan pembusukan dibandingkan serat alam lainnya [3]. Oleh karena itu, sabut kelapa berpotensi digunakan sebagai bahan dasar komposit ramah lingkungan dengan stabilitas termal yang baik.

2.4 Matriks atau Perekat Komposit

Pada material komposit, matriks berfungsi sebagai bahan pengikat serat sehingga terbentuk struktur material yang kuat dan stabil. Matriks juga berfungsi melindungi serat dari kerusakan mekanik dan pengaruh lingkungan. Jenis matriks yang umum digunakan pada komposit serat alam antara lain resin polyester, epoxy, dan perekat berbasis polimer lainnya [10].

Pemilihan matriks sangat memengaruhi sifat mekanik, ketahanan termal, dan daya rekat komposit. Penggunaan resin polyester pada komposit serat sabut kelapa terbukti mampu meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan lentur material komposit dibandingkan material tanpa penguat serat [11].

Dalam penelitian ini digunakan perekat sebagai matriks untuk menyatukan serat sabut kelapa sehingga terbentuk panel komposit yang dapat diaplikasikan sebagai dinding oven pengering ikan.

2.5 Ikan Teri Kering

Ikan teri merupakan salah satu jenis makanan yang diperoleh dari ikan yang diawetkan melalui proses pengeringan. Di Indonesia, ikan teri banyak dimanfaatkan sebagai lauk pendamping nasi dan sering menjadi bahan utama dalam berbagai masakan tradisional, seperti sambal teri, teri goreng, atau nasi teri. Selain rasanya yang gurih, ikan teri juga memiliki

kandungan gizi yang cukup tinggi. Protein hewani yang terkandung di dalamnya dapat memenuhi kebutuhan nutrisi masyarakat dengan harga yang relatif terjangkau. Tidak hanya itu, ikan teri juga kaya akan asam lemak omega-3 yang baik untuk kesehatan jantung dan otak, vitamin A yang mendukung fungsi penglihatan, serta mineral penting seperti kalsium dan fosfor yang berperan dalam menjaga kesehatan tulang. Daya tahan ikan teri yang cukup lama membuatnya menjadi pilihan yang praktis untuk disimpan dan dikonsumsi dalam jangka waktu lebih panjang. Oleh karena itu, selain nilai gizinya, kemudahan penyimpanan dan fleksibilitas penggunaannya menjadikan ikan teri asin sebagai salah satu sumber protein yang populer di masyarakat Indonesia[12]

2.6 Proses Pengeringan

Proses pengeringan ikan teri merupakan tahap penting dalam pengolahan hasil perikanan untuk menurunkan kadar air sehingga memperpanjang umur simpan produk. Metode tradisional yang paling umum digunakan adalah penjemuran langsung di bawah sinar matahari, namun metode ini berisiko terhadap kontaminasi lingkungan seperti debu dan serangga serta hasil yang kurang konsisten dalam mutu produk akhir (Proses Pengolahan Ikan Teri Secara Tradisional, 2025). Penggunaan alat pengering seperti *closed sun dryer* atau mesin pengering mekanik telah terbukti meningkatkan mutu ikan teri kering dengan parameter organoleptik yang lebih baik serta memenuhi standar mutu nasional jika dibandingkan dengan pengeringan terbuka [13]

2.7 Oven Pengering

Oven pengering adalah peralatan yang digunakan sebagai alternatif pengeringan secara alami oleh sinar matahari, dengan kemampuan untuk mengatur suhu secara stabil sesuai

kebutuhan. Proses pengeringan di dalam oven berlangsung melalui sirkulasi udara panas, yang berfungsi menguapkan kadar air dari material dan kemudian mengeluarkannya melalui sistem pembuangan (exhaust). Dengan mekanisme ini, kadar air material dapat dikurangi secara lebih cepat dan terkontrol dibandingkan pengeringan konvensional.[14]

2.8 Isolator Panas

Dalam sistem oven pengering, isolator panas berperan penting dalam mengurangi laju kehilangan panas dari ruang pengering ke lingkungan luar. Isolator termal merupakan bahan dengan konduktivitas termal rendah yang efektif menghambat perpindahan energi panas antar dua area bersuhu berbeda, sehingga mempertahankan energi panas di dalam oven dan meningkatkan efisiensi pengeringan. Penelitian isolasi panas pada alat pemanggang menunjukkan bahwa material isolator dapat menahan aliran panas secara signifikan, sesuai prinsip isolator termal pada alat pengering lainnya. Berbagai material isolator seperti kayu, karet, dan styrofoam memiliki karakter konduktivitas yang berbeda, yang memengaruhi kemampuan mereka dalam mengurangi perpindahan panas dalam suatu sistem [15]. Perancangan oven berinsulasi juga mensyaratkan pemilihan material isolator yang tepat untuk memastikan proses pengeringan yang efisien dan hasil akhir produk pangan berkualitas.[15]

2.9 Material Komposit Serat Alam

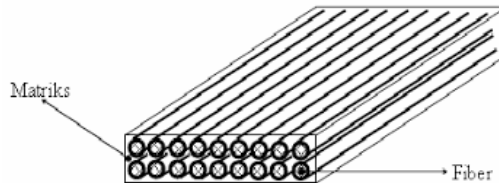
Material komposit serat alam merupakan salah satu jenis material teknik yang banyak dikembangkan karena mampu menggabungkan keunggulan dari dua atau lebih bahan penyusun sehingga menghasilkan material baru dengan sifat yang lebih unggul, termasuk berat yang lebih ringan, biaya produksi yang lebih rendah, dan potensi ramah lingkungan

dibandingkan komposit berbasis serat sintetis yang kurang dapat terurai secara hayati. Komposit serat alam tersusun atas matriks sebagai bahan pengikat dan serat sebagai bahan penguat, dengan serat alam seperti sisal, ijuk, kenaf, dan serat tanaman lainnya yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan ketangguhan mekanik material komposit[15].

2.9.1 Karakteristik Komposit Serat Alam

Komposit didefinisikan sebagai suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang memiliki sifat atau struktur yang berbeda yang dicampur secara fisik menjadi satu membentuk ikatan mekanik yang dengan struktur homogen secara makroskopik dan heterogen secara mikroskopik. Material campuran tersebut akan menghasilkan material yang baru yang memiliki sifat unggul dari material pembentuknya [16] Komposit terdiri suatu bahan utama (Matrik-matrik) dan suatu jenis penguatan (reinforcement) yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matrik. Penguatan ini biasanya dalam bentuk serat (fibre). Material komposit terdiri dari lebih dari satu tipe material dan dirancang untuk mendapatkan kombinasi karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusunnya. Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan dan ketahanan yang lebih tinggi, tidak korosi dan ketahanan aus [10].

Komposit Serat terdiri dari ratusan bahkan ribuan filamen, masing-masing filament memiliki diameter 5 sampai 15 mm, sehingga dapat diproses lebih lanjut. Material komposit serat ditunjukkan seperti pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1 Komposit Serat

Pada gambar diatas terlihat bahwa material komposit dibentuk oleh matriks yang diisi oleh serat-serat sehingga material yang dihasilkan memiliki sifat gabungan dari matriks dan bahan penguatnya yang berupa serat. Ditinjau dari pembuatannya, serat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu serat sintetis dan serat alami. Kedua jenis serat itu digunakan sebagai penguat atau pengisi pada material komposit. Serat sintetis banyak berperan sebagai penguat, sedangkan serat alami digunakan sebagai pengisi [16].

2.9.2 Sifat Thermal komposit

Penelitian ini mengkaji sifat termal komposit polimer yang diperkuat dengan berbagai jenis pengisi yang memiliki tingkat konduktivitas listrik berbeda. Mengingat polimer pada umumnya mempunyai konduktivitas termal yang rendah, penerapannya pada proses dengan tekanan dan suhu tinggi menjadi terbatas. Oleh sebab itu, peningkatan konduktivitas termal, stabilitas termal, serta koefisien muai termal diupayakan melalui penambahan pengisi seperti logam, material berbasis karbon, dan bahan dielektrik. Pengisi logam dan berbasis karbon terbukti mampu meningkatkan konduktivitas termal sekaligus konduktivitas listrik komposit, sedangkan pengisi dielektrik berperan dalam meningkatkan kemampuan penyebaran panas tanpa mengorbankan sifat isolasi listrik.

2.10 Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa (*coconut coir fiber*) adalah serat alam yang berasal dari kulit buah kelapa dan memiliki komposisi kimia yang meliputi selulosa, lignin, dan hemiselulosa yang menjadikannya tahan terhadap kelembapan dan degradasi biologis dibandingkan banyak serat alami lainnya. Sabut kelapa memiliki kandungan lignin yang relatif tinggi, sehingga bersifat kuat, tahan lembap, dan tahan terhadap pembusukan, sehingga potensial digunakan sebagai bahan penguat dalam material komposit berbasis polimer atau resin. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat sabut kelapa dalam komposit dapat meningkatkan sifat mekanik seperti kekuatan tarik, lentur, dan impak, tergantung pada fraksi volume serat dan perlakuan permukaan yang diterapkan pada serat tersebut [11]. Sebagai contoh, variasi fraksi volume dan perlakuan alkali terhadap serat sabut kelapa dalam matriks epoksi menunjukkan perubahan sifat mekanik yang signifikan, yang menguatkan potensi sabut kelapa sebagai penguat komposit yang ringan, murah, dan ramah lingkungan [17]. Secara keseluruhan, keberadaan serat sabut kelapa dalam komposit membuka peluang pengembangan material baru yang lebih berkelanjutan dibandingkan serat sintetis.

2.10.1 Karakteristik Sabut Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu jenis tanaman palma yang sangat dikenal dan banyak tumbuh di wilayah tropis. Tanaman kelapa termasuk tumbuhan berumah satu dengan batang yang tumbuh tegak ke atas tanpa percabangan. Pohon kelapa dapat mencapai ketinggian sekitar 10–14 meter atau lebih, serta memiliki daun berpelepah dengan panjang mencapai 3–4 meter, yang tersusun atas anak-anak daun berbentuk lidi yang menopang setiap helaian daun

kelapa dimasukkan ke dalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)
Divisio : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
Sub-divisio : *Angiospermae* (berbiji tertutup)
Ordo : *Palmales*
Familia : *Palmae*
Genus : *Cocos*
Spesies : *Cocos nucifera L*

Sabut kelapa disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Sabut Kelapa

Komposisi dari sabut kelapa disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Komposisi Sabut Kelapa

Parameter	Kadar(%)
selulosa	26,6
Hemiselulosa	27,7
Lignin	39,4
Air	3,8
Komponen Ekstraktif	4,2
Unronat anhidrat	3,1
Nitrogen	0,1
Abu	0.5

2.10.2 Sifat Thermal Sabut Kelapa

Konduktivitas termal yang rendah pada spesimen berperan dalam menghambat perpindahan panas ke dalam bangunan, sehingga berkontribusi terhadap efisiensi energi.

Dengan demikian, serat kelapa memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam aplikasi konstruksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kandungan serat kelapa, panjang serat, tingkat kepadatan, serta ukuran pasir berpengaruh terhadap nilai konduktivitas termal spesimen.

2.11 Aplikasi Sabut Kelapa sebagai isolator Panas oven pengering ikan

Sabut kelapa (*Cocos nucifera L.*), sebagai limbah pertanian yang melimpah di Indonesia, memiliki struktur serat berpori dan konduktivitas termal rendah sehingga berpotensi besar dimanfaatkan sebagai bahan isolator termal untuk berbagai aplikasi teknis termasuk oven pengering ikan. Serat sabut kelapa memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah, yaitu dalam rentang sekitar 0,038–0,1 W/m·K, yang menunjukkan kemampuannya untuk menghambat perpindahan panas dan menjadikannya alternatif isolasi yang efektif serta ramah lingkungan dibandingkan material konvensional [4].

Kemampuan sabut kelapa dalam menghambat perpindahan panas juga telah dibuktikan melalui hasil pengujian [5]. Dalam penelitian tersebut, penggunaan sabut kelapa sebagai isolator pada sistem dengan sumber panas 80°C menunjukkan penurunan temperatur pada sisi terlindungi dari sekitar 55°C (tanpa isolasi) menjadi sekitar 28°C (dengan isolasi), sehingga terjadi penurunan sekitar 27°C. Hasil ini menunjukkan efektivitas sabut kelapa dalam mengurangi perpindahan panas.

Beberapa penelitian lain menegaskan bahwa peningkatan fraksi volume sabut kelapa dalam komposit isolasi cenderung menurunkan konduktivitas termal material tersebut, sehingga meningkatkan kemampuan isolasinya secara

signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sabut kelapa dapat dikembangkan menjadi papan isolator termal yang cocok untuk meminimalkan kehilangan panas pada unit pengering [18].

Dengan demikian, pemanfaatan sabut kelapa tidak hanya bernilai tambah secara ekologis dan ekonomis, tetapi juga memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi oven pengering ikan berbasis sumber daya lokal yang hemat energi. Hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan penurunan temperatur dari sekitar 55°C menjadi 28°C pada kondisi sumber panas 80°C menjadi dasar bahwa sabut kelapa memiliki potensi sebagai material isolator untuk aplikasi oven pengering. Oleh karena itu, penggunaan sabut kelapa sebagai lapisan isolator pada dinding oven diharapkan dapat mengurangi kehilangan panas ke lingkungan, mempertahankan temperatur di dalam ruang pengering, dan meningkatkan efisiensi termal oven.

2.12 Aluminium Foil

Aluminium foil merupakan lembaran aluminium yang diproduksi melalui proses *rolling* hingga mencapai ketebalan yang sangat tipis, umumnya berkisar antara 0,006–0,2 mm. Material ini memiliki massa jenis yang rendah, tahan terhadap korosi, mudah dibentuk, tidak beracun, serta mempunyai kemampuan memantulkan radiasi panas yang sangat tinggi. Oleh karena itu, aluminium foil banyak dimanfaatkan sebagai material penghalang panas (*thermal barrier*), kemasan pangan, sistem HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*), insulasi bangunan, hingga berbagai aplikasi oven industri [19].

Pada sistem isolasi termal, aluminium foil tidak berfungsi sebagai material penghambat konduksi panas utama, melainkan sebagai lapisan reflektor yang mampu memantulkan radiasi inframerah kembali ke sumber panas sehingga mengurangi kehilangan energi panas ke lingkungan. Permukaan aluminium

yang mengkilap memiliki tingkat reflektivitas radiasi termal mencapai sekitar 95–97%, sehingga sangat efektif digunakan sebagai lapisan pelindung panas apabila dipasang bersama ruang udara (*air gap*) [20]

2.13 Konduktivitas Termal Aluminium Foil

Aluminium memiliki konduktivitas termal yang tinggi, yaitu sekitar 205–237 W/m·K, sehingga mampu menghantarkan panas dengan cepat. Namun, pada sistem isolasi, aluminium foil lebih berfungsi sebagai pemantul radiasi panas daripada sebagai penghambat konduksi. Penggunaan aluminium foil yang dikombinasikan dengan *air gap* dan material isolator dapat mengurangi kehilangan panas secara lebih efektif[4].

Tabel 2. 2 Konduktivitas Termal Beberapa Material

Material	Konduktivitas Termal (W/m·K)
Aluminium	205–237
Baja karbon	43–60
Stainless steel	14–16
Sabut kelapa	0,038–0,042
Udara diam	0,024–0,026

2.13.1 Jenis-Jenis Aluminium Foil

Berdasarkan penggunaannya, aluminium foil dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Single Side Foil, digunakan untuk kemasan dan pelapis sederhana.
2. Double Side Foil, memiliki dua permukaan reflektif sehingga lebih efektif sebagai isolator panas.
3. Bubble Aluminium Foil, terdiri atas lapisan aluminium foil dan gelembung udara (*air bubble*) yang mampu mengurangi perpindahan panas secara konduksi dan radiasi.

4. Woven Aluminium Foil, diperkuat dengan anyaman sehingga lebih kuat dan tahan lama untuk aplikasi insulasi[19].

2.14 Tahanan thermal

Tahanan termal konduksi panas melalui dinding datar dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_{cond,wall} = \frac{T_1 - T_2}{R_{wall}} \text{ (W)} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$R_{wall} = \frac{L}{kA} \text{ (}^\circ\text{C/W)} \dots\dots\dots (2.2)$$

R_{wall} adalah tahanan termal dinding terhadap konduksi panas. Resistensi termal media tergantung pada geometri dan sifat termal material. Persamaan hambatan di atas untuk aliran panas dapat dianalogikan dengan hubungan untuk arus listrik I, dinyatakan sebagai

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R_e} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana R_e adalah resistansi listrik dan $V_1 - V_2$ adalah perbedaan tegangan di seluruh resisten. Dengan demikian, kecepatan transfer panas melalui lapisan sesuai dengan arus listrik, resistansi termal sesuai dengan resistensi listrik, dan perbedaan suhu sesuai dengan perbedaan tegangan listrik.

Jika transfer panas konveksi dari permukaan padat dengan area A_s dan suhu T_s menuju fluida bebas dengan suhu T_∞ , dengan koefisien transfer panas konveksi h . Berdasarkan Hukum Newton tentang pendinginan untuk transfer panas konveksi $Q_{conv} = h \cdot A_s \cdot (T_s - T_\infty)$, maka dapat disusun persamaan resistansi panas konveksi menjadi

$$Q_{conv} = \frac{T_s - T_{\infty}}{R_{conv}} \text{ (W)} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$R_{conv} = \frac{1}{hA_s} \text{ (}^{\circ}\text{C/W)} \dots\dots\dots (2.5)$$

R_{conv} adalah tahanan termal permukaan terhadap konveksi panas. Ketika koefisien transmisi panas konveksi sangat besar ($h \rightarrow \infty$), resistensi konveksi menjadi nol dan $T_s = T_{\infty}$. Artinya, permukaan tidak menawarkan tahanan terhadap konveksi, dan dengan demikian tidak memperlambat proses transfer panas. Situasi ini didekati dalam praktek pada permukaan saat mendidih dan kondensasi terjadi. Juga perhatikan bahwa permukaan tidak harus menjadi permukaan datar. Persamaan resistensi konveksi berlaku untuk permukaan bentuk apapun, asalkan asumsi $h = \text{konstan}$ dan seragam.

Ketika dinding dikelilingi oleh gas, efek radiasi, yang telah kita abaikan sejauh ini, dapat signifikan dan mungkin perlu dipertimbangkan. Kecepatan transfer panas radiasi antara permukaan emisi dan sekitarnya dapat dinyatakan sebagai

$$Q_{rad} = \varepsilon \sigma A_s (T_s^4 - T_{surr}^4) = h_{rad} A_s (T_s - T_{surr}) = \frac{T_s - T_{surr}}{R_{rad}} \text{ (W)} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$R_{rad} = \frac{1}{h_{rad} A_s} \text{ (K/W)} \dots\dots\dots (2.7)$$

R_{rad} adalah tahanan panas permukaan terhadap radiasi,

$$h_{rad} = \frac{Q_{rad}}{A_s (T_s - T_{surr})} = \varepsilon \sigma A_s (T_s^2 + T_{surr}^2) (T_s + T_{surr}) \text{ (W/m}^2\text{.K)} \dots\dots\dots (2.8)$$

h_{rad} adalah koefisien transfer panas radiasi, T_{surr} adalah suhu lingkungan sekitar. Definisi koefisien transfer

panas radiasi memungkinkan kita untuk mengekspresikan radiasi dengan seperti halnya konveksi dengan perbedaan suhu permukaan dan lingkungan. Tetapi h_{rad} sangat tergantung pada suhu sementara h_{conv} biasanya tidak.

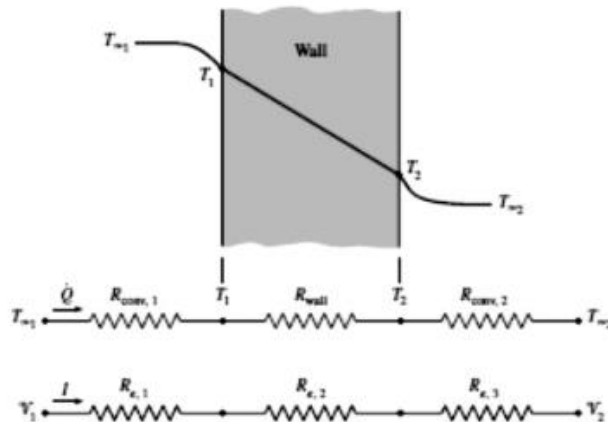
Sebuah permukaan yang terkena udara di sekitarnya melibatkan konveksi dan radiasi secara bersamaan, dan total transfer panas di permukaan ditentukan dengan menambahkan komponen radiasi dan konveksi. Resistensi konveksi dan radiasi paralel satu sama lain. Ketika $T_{\text{surr}} = T_{\infty}$, efek radiasi dapat diperhitungkan dengan mengganti h sesuai hubungan resistensi konveksi dengan

$$h_{\text{combined}} = (h_{\text{conv}} + h_{\text{rad}}) \text{ (W/m}^2\text{.K)} \dots\dots\dots (2.9)$$

di mana h_{combined} adalah koefisien transfer panas gabungan

2.14.1 Jaringan Resistensi Termal

Jika aliran panas satu dimensi yang stedi melalui dinding datar ketebalan L , luas A , dan konduktivitas panas k yang terkena konveksi di kedua sisi pada suhu $T_{\infty 1}$ dan $T_{\infty 2}$ dengan koefisien transfer panas h_1 dan h_2 , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Dengan asumsi $T_{\infty 2} < T_{\infty 1}$, variasi suhu akan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Perhatikan bahwa suhu bervariasi secara linear di dinding, dan asymptotically mendekati suhu $T_{\infty 1}$ dan $T_{\infty 2}$ dalam fluida saat bergerak menjauhi dinding.



Gambar 2. 3 Resistansi termal (Cengel, 2004)

Dalam kondisi stedi di dapatkan persamaan.

Laju konveksi masuk dinding = laju konduksi di dalam dinding = laju konveksi keluar dinding

$$R = R_{conv\ 1} + R_{wall} + R_{conv\ 2} = \frac{1}{h_1 A} = \frac{L}{kA} = \frac{1}{h_2 A} \text{ (}^\circ\text{C/W)} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\dot{Q} = h_1 A (T_{\infty 1} - T_1) = kA \frac{T_1 - T_2}{L} = h_2 A (T_2 - T_{\infty 2})$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{T_{\infty 1} - T_1}{1/h_1 A} = \frac{T_1 - T_2}{L/kA} = \frac{T_2 - T_{\infty 2}}{1/h_2 A} \\ &= \frac{T_{\infty 1} - T_1}{R_{conv\ 1}} = \frac{T_1 - T_2}{R_{wall}} = \frac{T_2 - T_{\infty 2}}{R_{conv\ 2}} \end{aligned} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan area transfer panas A adalah konstan untuk dinding datar, dan laju transfer panas melalui dinding yang memisahkan dua media sama dengan perbedaan suhu dibagi oleh resistensi termal total antara media. Resistensi termal total adalah serangkaian yang setara dengan penjumlahan resistensi

individual, sama seperti resistor listrik yang terhubung secara seri. Dengan demikian, analogi listrik masih berlaku.

Dari persamaan terlihat bahwa rasio penurunan suhu terhadap resistensi termal di seluruh lapisan adalah konstan, sehingga penurunan temperatur di setiap lapisan proporsional dengan resistansi termik lapisan. Semakin besar resistensi, semakin besar penurunan suhu. Sehingga persamaan $Q = \Delta T / R$ dapat disusun ulang sebagai

$$\Delta T = Q \cdot R \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

yang menunjukkan bahwa penurunan suhu di seluruh lapisan sama dengan kecepatan transfer panas kali resistensi panas di sepanjang lapisan itu. Hal ini juga berlaku untuk penurunan tegangan di atas resistensi listrik ketika arus listrik konstan.

Lebih mudah untuk mengekspresikan transfer panas melalui media dengan cara yang analog dengan hukum pendinginan Newton sebagai
di mana U adalah koefisien transfer panas keseluruhan.

$$Q = UA \cdot \Delta T \text{ (W)}$$

Oleh karena itu, untuk satu satuan luasan, besar koefisien transfer panas total berbanding terbalik dengan besar resistensi panas total[21].

$$UA = \frac{1}{R_{total}}$$

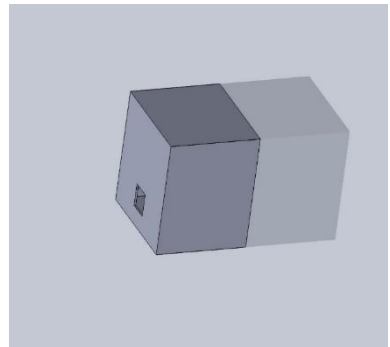
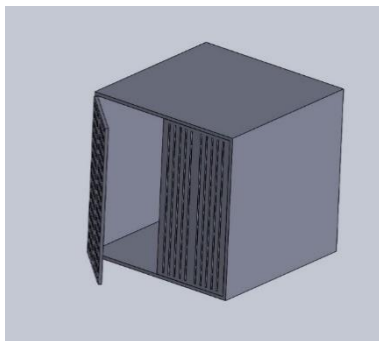
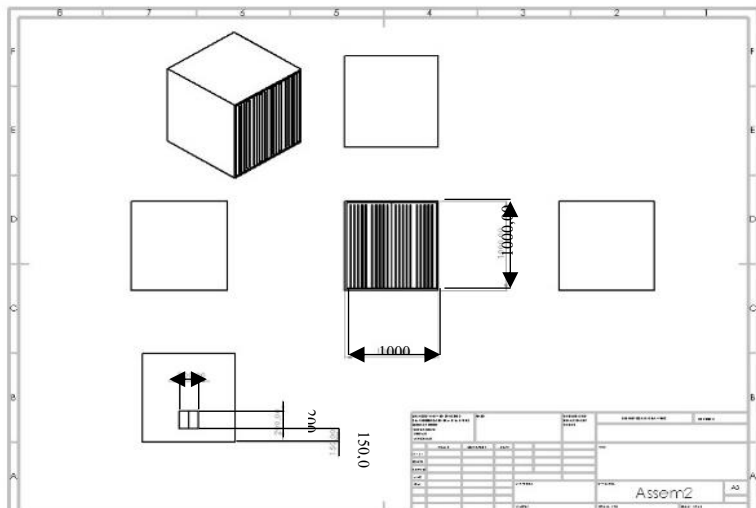
Halaman ini sengaja di kosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Alat

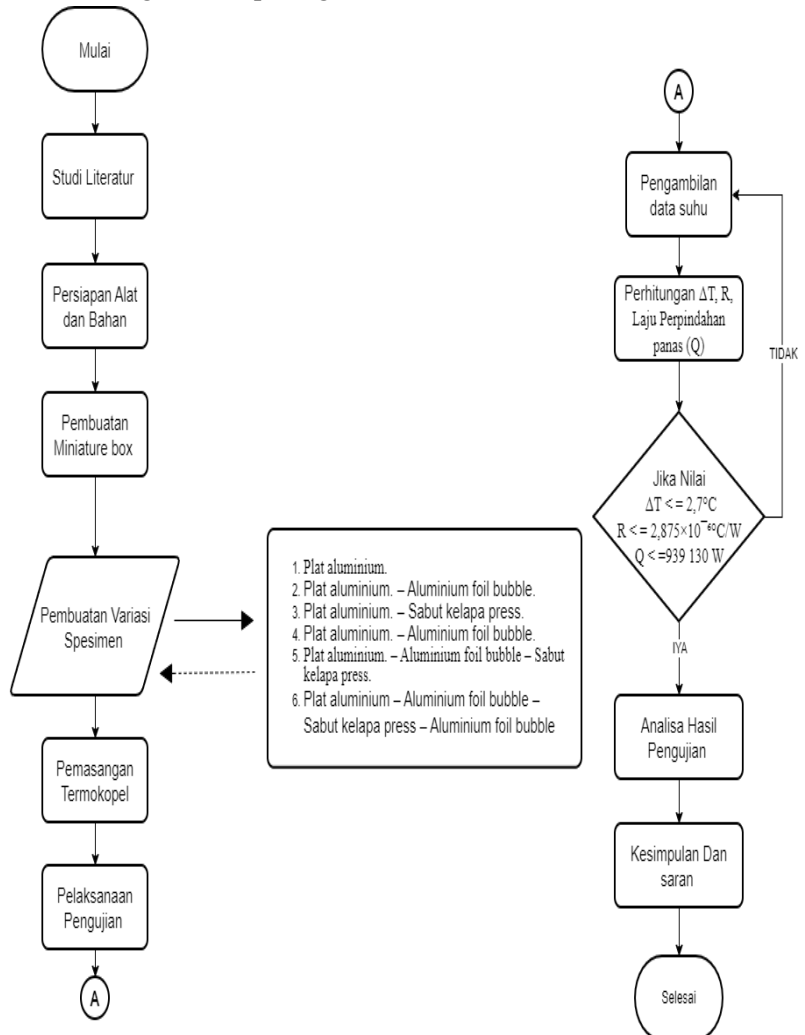
Berikut adalah rancangan desain Komposit yang berfungsi untuk Isolator Peredam Panas pengering ikan teri



Gambar 3. 1 Desain Komposit

3.2 Diagram alir

Tahapan penelitian ini digambarkan secara ringkas melalui diagram alir pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

3.3 Alat dan bahan

3.3.1 Alat

1. Rivet
2. Paku rivet
3. Gerinda
4. Bor tangan
5. Termometer atau termokopel
6. Stopwatch
7. Penggaris
8. Jangka sorong
9. Meteran
10. Sumber panas

3.3.2 Bahan

1. Sabut kelapa yang sudah di press
2. Baja ringan
3. Plat aluminium
4. Foil aluminium bubble
5. Kompor elektrik
6. Miniature box

3.3.3 Spesifikasi Spesimen Penelitian

Spesimen yang digunakan berupa miniature box dengan satu sisi dinding sebagai media pengujian perpindahan panas. Dimensi dan ketebalan material yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Spesimen Penelitian

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang sisi uji	0,37	m
Lebar sisi uji	0,40	m
Luas bidang uji	0,148	m ²
Tebal plat aluminium	0,001	m
Tebal aluminium foil bubble	0,004	m
Tebal sabut kelapa press	0,007	m

3.4 Variabel Penelitian

Tabel 3. 2 variabel penelitian

Jenis Variabel	Variabel	Keterangan
Variabel Bebas	Specimen A	Plat aluminium.
	Specimen B	Plat aluminium. – Aluminium foil bubble.
	Specimen C	Plat aluminium. – Sabut kelapa press.
	Specimen D	Plat aluminium. – Aluminium foil bubble.
	Specimen E	Plat aluminium. – Aluminium foil bubble – Sabut. kelapa press.
	Specimen F	Plat aluminium – Aluminium foil bubble – Sabut kelapa press – Aluminium foil bubble
Variabel Terikat	Suhu sisi dalam isolator (Ti)	Diukur menggunakan termokopel (°C).
	Suhu sisi luar isolator (To)	Diukur menggunakan termokopel (°C).
	Selisih temperatur (ΔT)	Dihitung dari perbedaan suhu sisi dalam dan sisi luar (°C).
	Laju perpindahan panas (Q)	Dihitung berdasarkan persamaan perpindahan panas (W).
	Nilai tahanan termal (R)	Dihitung dari hasil pengujian (K/W).
Variabel Kontrol	Dimensi <i>miniature box</i>	Dibuat sama pada seluruh spesimen.
	Ketebalan plat aluminium	Dibuat tetap pada setiap spesimen.

Jenis Variabel	Variabel	Keterangan
	Ketebalan aluminium foil bubble	Dibuat tetap pada setiap spesimen yang
	Ketebalan sabut kelapa press	Dibuat tetap pada setiap spesimen yang menggunakan sabut kelapa press.
	Jenis sumber panas	Menggunakan kompor listrik yang sama.
	Jarak sumber panas terhadap spesimen	Dibuat tetap selama pengujian.
	Suhu lingkungan saat pengujian	Dijaga relatif konstan.
	Posisi pemasangan termokopel	Dipasang pada titik pengukuran yang sama.
	Luas permukaan spesimen	Dibuat sama pada seluruh spesimen.

3.5 Prosedur penelitian

Prosedur penelitian dilakukan secara bertahap mulai dari persiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen isolator, pelaksanaan pengujian, hingga analisis data. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut..

1. Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini dilakukan persiapan seluruh alat dan bahan yang diperlukan. Alat yang digunakan meliputi rivet gun, gerinda tangan, bor tangan, termokopel atau termometer digital, stopwatch, penggaris, jangka sorong, meteran, dan kompor listrik. Adapun bahan yang digunakan yaitu

miniature box, sabut kelapa yang telah dipress, baja ringan, plat aluminium, aluminium foil bubble, dan paku rivet.

2. Pembuatan Miniature Box

Miniature box dibuat menggunakan rangka baja ringan sesuai ukuran yang telah ditentukan. Selanjutnya plat aluminium dipasang sebagai dinding bagian dalam, Seluruh bagian disatukan menggunakan paku rivet sehingga membentuk kotak uji yang kokoh.

3. Termokopel dipasang pada dua titik pengukuran, yaitu:

1. Titik pertama pada sisi dalam dinding miniature box yang berhadapan dengan sumber panas.
2. Titik kedua pada sisi luar dinding miniature box.
3. Pemasangan sensor dilakukan pada posisi yang sama untuk setiap pengujian agar hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara langsung.

4. Pelaksanaan Pengujian.

Kompur listrik digunakan sebagai sumber panas. Setelah sumber panas dinyalakan, temperatur sisi dalam dan sisi luar miniature box dicatat secara berkala menggunakan thermometer digital.

Data yang dicatat meliputi:

1. Suhu sisi dalam ($^{\circ}\text{C}$).
2. Suhu sisi luar ($^{\circ}\text{C}$).

5. Pengolahan Data

Data hasil pengujian kemudian diolah untuk memperoleh:

1. Selisih temperatur (ΔT).
2. Laju perpindahan panas (Q).
3. Tahanan termal (R).

Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan perpindahan panas konduksi satu dimensi sesuai teori Fourier.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian Temperatur

Hasil pengujian diperoleh dari pengukuran temperatur pada sisi dalam dan sisi luar masing-masing spesimen menggunakan termokopel. Pengujian dilakukan pada kondisi sumber panas yang sama sehingga perbedaan temperatur yang diperoleh dipengaruhi oleh kemampuan isolasi dari setiap susunan material.

Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengukuran Temperatur

Sepesimen	Susunan Material	Suhu Dalam (°C)	Suhu Luar (°C)	ΔT (°C)
A	Plat aluminium	69,2°C	66,5°C	18,6°C
B	Plat aluminium + Aluminium foil bubble	69,2°C	41,1°C	28,1°C
C	Plat aluminium + Sabut kelapa press	69,2°C	35,7°C	33,5°C
D	Plat aluminium + Aluminium foil bubble	69,2°C	37,6°C	31,6°C
E	Plat aluminium + Aluminium foil bubble + Sabut kelapa press	69,2°C	31,4°C	37,8°C
F	Plat aluminium + Aluminium	69,2°C	32,8°C	36,4°C

	foil bubble + Sabut kelapa press + Aluminium foil bubble			
--	--	--	--	--

4.2 Perhitungan

4.2.1 Perhitungan

1. Sepesimen A

Data Awal :

- $T_{in} = 69,2^{\circ}\text{C}$
- $T_{out} = 66,5^{\circ}\text{C}$
- $A = 0,148 \text{ m}^2$
- $Al = 0,001 \text{ m}^2$

Perhitungan :

$$R = \frac{T_{in} - T_{out}}{Q}$$

R = perhitungan tekanan termal

R Dapat dihitung dengan rumus 2.2 berikut:

$$Ra = \frac{0,001m}{235w/m \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot 0,148m^2}$$

$$Ra = 2,87 \times 10^{-5} ^{\circ}\text{C}/W$$

Q = laju perpindahan panas (W)

Q Dapat dihitung dengan rumus 2.1 berikut:

$$Q = \frac{69,2^{\circ}\text{C} - 56,5^{\circ}\text{C}}{2,87 \times 10^{-5} ^{\circ}\text{C}/W}$$

$$Q = \frac{18,6^{\circ}\text{C}}{2,87 \times 10^{-5} ^{\circ}\text{C}/W}$$

$$Q = \frac{18,6^{\circ}\text{C}}{2,87 \times 10^{-5} ^{\circ}\text{C}/W}$$



$$Q = 648 \text{ W}$$

Q = laju perpindahan panas (W)
 Q Dapat dihitung dengan rumus 2.1 berikut:

$$Q = \frac{69,2^{\circ}\text{C} - 41,4^{\circ}\text{C}}{103^{\circ}\text{C}}$$

$$Q = \frac{28,1^{\circ}\text{C}}{103^{\circ}\text{C/W}}$$

$$Q = 27,2 \text{ W}$$

$$Q = 0,0272 \text{ KW}$$

3. Sepesimen C

Data Awal :

- $T_{\text{in}} = 69,2^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{out}} = 35,7^{\circ}\text{C}$
- $A = 1,48 \text{ m}^2$
- $\text{Plat al} = 0,001 \text{ m}^2$
- $\text{Sabut} = 0,007 \text{ m}^2$

Sifat material (K)

- $\text{Plat Aluminium} = 235 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$
- $\text{Sabut} = 0,038 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

Perhitungan :

$$T_{\text{in}} \text{ --- } \frac{R_{\text{al}}}{\text{---}} \text{ --- } \frac{R_{\text{sab}}}{\text{---}} \text{ --- } T_{\text{out}}$$

R = perhitungan tekanan termal

R Dapat dihitung dengan rumus 2.2 berikut:

$$Ra = \frac{0,001m}{235w/m \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot 0,148m^2}$$

$$Ra = 2,87 \times 10^{-5} ^{\circ}\text{C/W}$$

$$Rs = \frac{L_2}{K_s \cdot A}$$

$$Rs = \frac{0,007m}{0,038 \text{ w/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 0,148m^2}$$

$$Ra = 1,24^\circ\text{C/W}$$

$$R_{total} = Ra + Rs$$

$$R_{total} = 2,87 \times 10^{-5} \frac{C}{W} + 1,24^\circ\text{C}$$

$$R_{total} = 1,24^\circ\text{C/W}$$

Q = laju perpindahan panas (W)
Q Dapat dihitung dengan rumus 2.1 berikut:

$$Q = \frac{69,2^\circ\text{C} - 35,7^\circ\text{C}}{1,24^\circ\text{C/W}}$$

$$Q = \frac{33,5^\circ\text{C}}{1,24^\circ\text{C/W}}$$

$$Q = 27,0 \text{ W}$$

$$Q = 0,0270 \text{ KW}$$

4. Sepesimen D

Data Awal :

- $T_{in} = 69,2^\circ\text{C}$
- $T_{out} = 37,6^\circ\text{C}$
- $A = 1.48 \text{ m}^2$
- $Al = 0,001 \text{ m}^2$
- $Bub = 0,008 \text{ m}^2$

Sifat material (K)

- Plat Aluminium = $235 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$
- Bubble = $0,026 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$

Perhitungan :



R = perhitungan tekanan termal

R Dapat dihitung dengan rumus 2.2 berikut:

$$Ra = \frac{0,001m}{235w/m \cdot ^\circ C \cdot 0,148m^2}$$

$$Ra = 2,87 \times 10^{-5} ^\circ C/W$$

$$Rb = \frac{L_2}{Kbu \cdot A}$$

$$0,008 m$$

$$Rb = \frac{0,026W/m \cdot ^\circ C \cdot 0,148m^2}{}$$

$$Rb = 2,07 ^\circ C/W$$

$$R_{total} = Ra + Rb$$

$$R_{total} = 2,87 \times 10^{-5} \frac{^\circ C}{W} + 2,07 ^\circ C/W$$

$$R_{total} = 2,07 ^\circ C/W$$

Q = laju perpindahan panas (W)

Q Dapat dihitung dengan rumus 2.1 berikut:

$$Q = \frac{69,2 ^\circ C - 37,6 ^\circ C}{2,07 ^\circ C/W}$$

$$Q = \frac{31,6 ^\circ C}{2,07 ^\circ C/W}$$

$$Q = 15,2 \text{ W}$$

$$Q = 0,0152 \text{ KW}$$

5. Sepesimen E

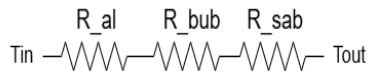
Data Awal :

- $T_{in} = 69,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $T_{out} = 31,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $A = 1,48 \text{ m}^2$
- $A_l = 0,001 \text{ m}^2$
- $Bub = 0,004 \text{ m}^2$
- $Sab = 0,007 \text{ m}^2$

Sifat material (K)

- Plat Aluminium = $235 \text{ W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$
- Bubble = $0,026 \text{ W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$
- Sabut = $0,038 \text{ W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$

Perhitungan :



R = perhitungan tekanan termal

R Dapat dihitung dengan rumus 2.2 berikut:

$$Ra = \frac{0,001m}{235w/m \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot 0,148m^2}$$

$$Ra = 2,87 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C/W}$$

$$Rb = \frac{L_2}{Kbu \cdot A}$$

$$Rb = \frac{0,004 \text{ m}}{0,026W/m \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot 0,148m^2}$$

$$Rb = 1,03 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$$

$$R_s = \frac{L_3}{K_s \cdot A}$$

$$R_s = \frac{0,007m}{0,038 \text{ w/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 0,148m^2}$$

$$R_s = 1,24 ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{total} = R_a + R_b + R_s$$

$$R_{total} = 2,87 \times 10^{-5} \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + 1,03 ^\circ\text{C/W} + 1,24 ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{total} = 2,27 ^\circ\text{C/W}$$

Q = laju perpindahan panas (W)

Q Dapat dihitung dengan rumus 2.1 berikut:

$$Q = \frac{69,2 ^\circ\text{C} - 31,4 ^\circ\text{C}}{2,27 ^\circ\text{C/W}}$$

$$Q = \frac{37,8 ^\circ\text{C}}{2,27 ^\circ\text{C/W}}$$

$$Q = 16,65 \text{ W}$$

$$Q = 0,0165 \text{ KW}$$

6. Sepesimen F

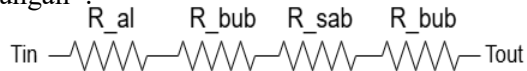
Data Awal :

- $T_{in} = 69,2 ^\circ\text{C}$
- $T_{out} = 32,8 ^\circ\text{C}$
- $A = 1.48 \text{ m}^2$
- $A_1 = 0,001 \text{ m}^2$
- $Bub = 0,004 \text{ m}^2$
- $Sab = 0,007 \text{ m}^2$
- $Bub = 0,004 \text{ m}^2$

Sifat material (K)

- Plat Aluminium = $235 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$
- Bubble = $0,026 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$
- Sabut = $0,038 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$

Perhitungan :



R = perhitungan tekanan termal

R Dapat dihitung dengan rumus 2.2 berikut:

$$Ra = \frac{0,001m}{235w/m \cdot ^\circ\text{C} \cdot 0,148m^2}$$

$$Ra = 2,87 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$Rb = \frac{L_2}{Kbu \cdot A}$$

$$0,004 m$$

$$Rb = \frac{0,026W/m \cdot ^\circ\text{C} \cdot 0,148m^2}{0,004 m}$$

$$Rb = 1,03 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$Rs = \frac{L_3}{Ks \cdot A}$$

$$0,007m$$

$$Rs = \frac{0,038 w/m \cdot ^\circ\text{C} \cdot 0,148m^2}{0,007m}$$

$$Rs = 1,24 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$Rb = \frac{L_4}{Kbu \cdot A}$$

$$0,004 m$$

$$Rb = \frac{0,026W/m \cdot ^\circ\text{C} \cdot 0,148m^2}{0,004 m}$$

$$Rb = 1,03 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{total} = R_a + R_b + R_s + R_b$$

$$R_{total} = 2,87 \times 10^{-5} \frac{^{\circ}C}{W} + 1,03 \text{ } ^{\circ}C/W + 1,24 \text{ } ^{\circ}C/W$$

$$+ 1,03 \text{ } ^{\circ}C/W$$

$$R_{total} = 3,30 \text{ } ^{\circ}C/W$$

Q = laju perpindahan panas (W)

Q Dapat dihitung dengan rumus 2.1 berikut:

$$Q = \frac{69,2 \text{ } ^{\circ}C - 32,8 \text{ } ^{\circ}C}{3,30 \text{ } ^{\circ}C/W}$$

$$Q = \frac{36,4 \text{ } ^{\circ}C}{3,30 \text{ } ^{\circ}C/W}$$

$$Q = 11,03 \text{ W}$$

$$Q = 0,0110 \text{ KW}$$

4.2.2 Hasil perhitungan

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Perpindahan Panas

Spesimen	ΔT ($^{\circ}C$)	Tebal Total (m)	Luas (m^2)	R Total ($m^2 \cdot ^{\circ}C/W$)	Q (W)	kWh
A	18,6	0,001	0,148	$2,87 \times 10^{-5}$	648	0,648
B	28,1	0,005	0,148	1,03	27,2	0,0272
C	33,5	0,008	0,148	1,24	27,0	0,0270
D	31,6	0,009	0,148	2,07	15,2	0,0152
E	37,8	0,012	0,148	2,27	16,65	0,0165
F	36,4	0,016	0,148	3,30	11,03	0,0110

Sumber: Hasil perhitungan penelitian.

Berdasarkan Tabel 4.2, Spesimen A memiliki nilai tahanan termal paling rendah sehingga laju perpindahan

panasnya paling tinggi. Nilai Q pada Spesimen A mencapai 648 W. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan plat aluminium saja belum mampu memberikan hambatan termal yang besar.

Penambahan lapisan isolator menyebabkan nilai tahanan termal meningkat dan laju perpindahan panas menurun. Spesimen F menghasilkan nilai tahanan termal paling tinggi, yaitu 3,30 °C/W, sedangkan laju perpindahan panasnya merupakan yang paling rendah, yaitu 0,0110 W.

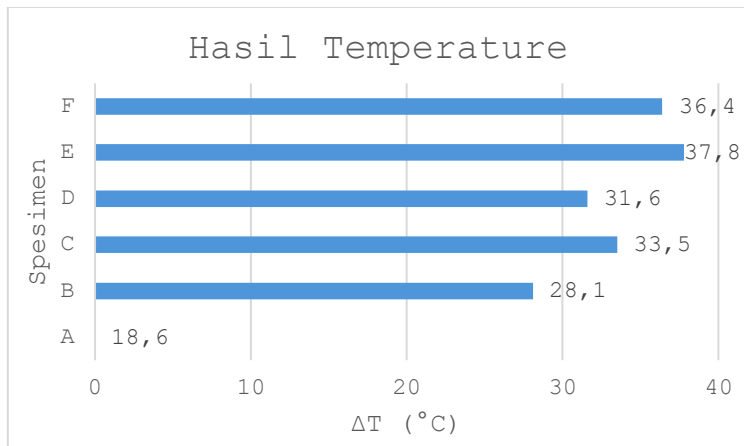
Hasil tersebut menunjukkan bahwa susunan Spesimen F memberikan hambatan terbesar terhadap perpindahan panas. Susunan aluminium bubble foil pada kedua sisi sabut kelapa memberikan tambahan lapisan yang menyebabkan perpindahan panas melalui dinding menjadi lebih kecil.

4.3 Pembahasan

Tabel 4. 3 Tabel Perbandingan Hasil Temperature

Spesimen	Material	Suhu Dalam (°C)	Suhu Luar (°C)	ΔT (°C)
A	Plat Aluminium	69,3	66,6	18,6
B	Plat Aluminium + Aluminium Bubble Foil	69,2	41,1	28,1
C	Plat Aluminium + Sabut Kelapa	69,2	35,7	33,5
D	Plat Aluminium + Aluminium Bubble Foil (8 mm)	69,2	37,6	31,6

E	Plat Aluminium + Aluminium Bubble Foil + Sabut Kelapa	69,2	31,4	37,8
F	Plat Aluminium + Aluminium Bubble Foil + Sabut Kelapa + Aluminium Bubble Foil	69,2	32,8	36,4



Gambar 4. 1 Grafik hasil temperature

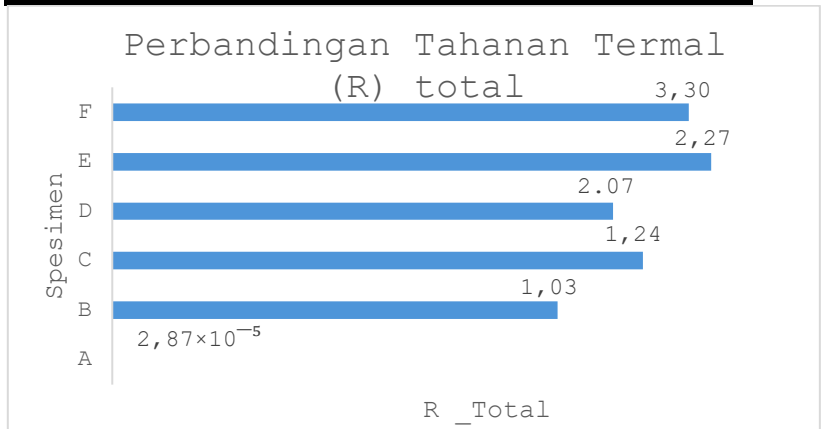
Berdasarkan grafik hasil temperatur, Spesimen E menghasilkan nilai ΔT terbesar yaitu 37,8°C, sedangkan Spesimen A menghasilkan ΔT terkecil yaitu 18,6°C. Hal ini menunjukkan bahwa Spesimen E memiliki kemampuan isolasi temperatur yang lebih baik dibandingkan Spesimen A.

Hasil tersebut didukung oleh [5] yang memperoleh nilai konduktivitas termal serat sabut kelapa sebesar 0,038 W/m·K. Nilai konduktivitas yang rendah menunjukkan bahwa sabut kelapa dapat menghambat perpindahan panas. Aluminium foil juga dapat membantu mengurangi perpindahan panas radiasi

karena permukaannya yang memiliki emisivitas rendah (Lee et al., 2016).

Tabel 4. 4 Tabel perbandingan tahanan termal (R) total

Spesimen	Susunan Material	ΔT (°C)	R _{total}
A	Plat aluminium 1 mm	18,6	$2,87 \times 10^{-5}$
B	Plat aluminium 1 mm + bubble foil 4 mm	28,1	1,03
C	Plat aluminium 1 mm + sabut kelapa 7 mm	33,5	1,24
D	Plat aluminium 1 mm + bubble foil 8 mm	31,6	2,07
E	Plat aluminium 1 mm + bubble foil 4 mm + sabut kelapa 7 mm	37,8	2,27
F	Plat aluminium 1 mm + bubble foil 4 mm + sabut kelapa 7 mm + bubble foil 4 mm	36,4	3,30



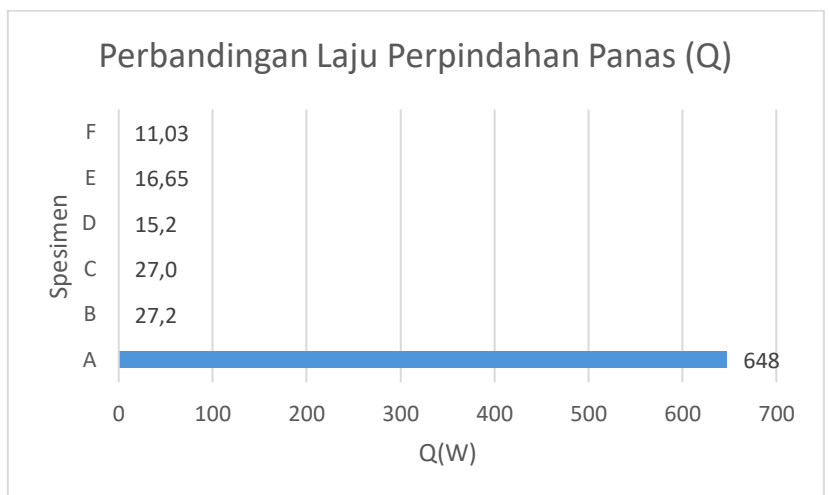
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan tahanan termal (R) total

Berdasarkan grafik tahanan termal, Spesimen F memiliki nilai R total paling tinggi yaitu 3,30, sedangkan Spesimen A memiliki nilai paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa Spesimen F memiliki hambatan perpindahan panas paling besar.

Secara teori, material dengan konduktivitas termal rendah memiliki kemampuan lebih besar dalam menghambat perpindahan[5] menunjukkan bahwa serat sabut kelapa memiliki konduktivitas termal sekitar 0,038 W/m·K. Penambahan lapisan sabut kelapa dan aluminium bubble foil pada Spesimen F menyebabkan terbentuknya susunan multilapis yang meningkatkan hambatan termal dinding.

Tabel 4. 5 Tabel perbandingan laju perpindahan panas Q (W)

Spesimen	Susunan Material	ΔT (°C)	Q (W)
A	Plat aluminium 1 mm	18,6	648
B	Plat aluminium 1 mm + bubble foil 4 mm	28,1	27,2
C	Plat aluminium 1 mm + sabut kelapa 7 mm	33,5	27,0
D	Plat aluminium 1 mm + bubble foil 8 mm	31,6	15,2
E	Plat aluminium 1 mm + bubble foil 4 mm + sabut kelapa 7 mm	37,8	16,65
F	Plat aluminium 1 mm + bubble foil 4 mm + sabut kelapa 7 mm + bubble foil 4 mm	36,4	11,03



Gambar 4. 3 Grafik perbandingan laju perpindahan panas (Q)

Berdasarkan grafik laju perpindahan panas, Spesimen A menghasilkan Q paling tinggi yaitu 648 W, sedangkan Spesimen F menghasilkan Q paling rendah yaitu 11,03 W.

Hal ini menunjukkan bahwa Spesimen F paling mampu mengurangi panas yang melewati dinding.

Hasil tersebut sesuai dengan teori perpindahan panas pada isolasi termal, yaitu peningkatan tahanan termal dapat mengurangi aliran panas melalui dinding. menunjukkan bahwa serat sabut kelapa memiliki konduktivitas termal rendah sehingga berpotensi sebagai material isolasi. Sementara itu, [22] menjelaskan bahwa lapisan aluminium foil dengan emisivitas rendah dapat mengurangi perpindahan panas radiasi.

4.3.1 Analisa keseluruhan spesimen

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan ΔT , R , Q .

Speimen	ΔT ($^{\circ}C$)	R_{total}	Q (W)
A	18,6	$2,87 \times 10^{-5}$	648
B	28,1	1,03	27,2
C	33,5	1,24	27,0
D	31,6	2,07	15,2
E	37,8	2,27	16,65
F	36,4	3,30	11,03

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan terhadap enam variasi spesimen, diperoleh perbedaan kemampuan isolasi termal pada masing-masing susunan material. Spesimen A yang hanya menggunakan plat aluminium menghasilkan nilai selisih temperatur (ΔT) paling rendah, yaitu $18,6^{\circ}C$, sehingga

kemampuan menghambat perpindahan panasnya paling rendah dibandingkan spesimen lainnya.

Spesimen E menghasilkan nilai ΔT paling tinggi, yaitu $37,8^{\circ}\text{C}$, dengan temperatur sisi luar sebesar $31,4^{\circ}\text{C}$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Spesimen E memiliki kemampuan isolasi yang baik berdasarkan perbedaan temperatur antara sisi dalam dan sisi luar dinding.

Dengan demikian kemampuan komposit serat sabut kelapa dalam menghambat perpindahan panas berdasarkan ΔT , R, dan Q. Berdasarkan ΔT , Spesimen E merupakan yang terbaik, sedangkan berdasarkan R dan Q, Spesimen F merupakan yang terbaik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sabut kelapa yang dikombinasikan dengan aluminium bubble foil memiliki potensi untuk digunakan sebagai material isolator pada dinding oven pengering ikan teri.

Halaman ini sengaja di kosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pemanfaatan komposit serat sabut kelapa sebagai dinding oven pengering ikan teri, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Komposit serat sabut kelapa dapat dimanfaatkan sebagai material isolator pada dinding oven pengering ikan teri dengan dikombinasikan bersama aluminium bubble foil. Variasi susunan material memberikan perbedaan kemampuan dalam menghambat perpindahan panas. Penggunaan sabut kelapa dan aluminium bubble foil secara berlapis mampu meningkatkan hambatan termal dibandingkan dinding yang hanya menggunakan plat aluminium.
2. Berdasarkan hasil pengujian, Spesimen E menghasilkan selisih temperatur (ΔT) paling tinggi sebesar $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, dengan temperatur dalam oven $69,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan temperatur luar $31,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, sehingga menunjukkan kemampuan isolasi yang paling baik berdasarkan perbedaan temperature, Namun, berdasarkan nilai tahanan termal (R) dan laju perpindahan panas (Q), Spesimen F memberikan hasil terbaik dengan nilai R_{total} sebesar $3,30\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ dan laju perpindahan panas sebesar $11,03\text{ W}$. Dengan demikian, penambahan lapisan aluminium bubble foil pada kedua sisi sabut kelapa memberikan hambatan terhadap perpindahan panas yang lebih besar dan mampu mengurangi panas yang keluar melalui dinding oven.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan perbandingan kemampuan isolasi termal antara sabut kelapa dengan material isolator alami lainnya, sehingga dapat diketahui kelebihan dan kekurangan sabut kelapa sebagai bahan isolator pada dinding oven pengering.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji penggunaan sabut kelapa pada berbagai jenis dan ukuran oven pengering, sehingga dapat diketahui konsistensi kemampuan isolasi termal sabut kelapa pada kondisi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

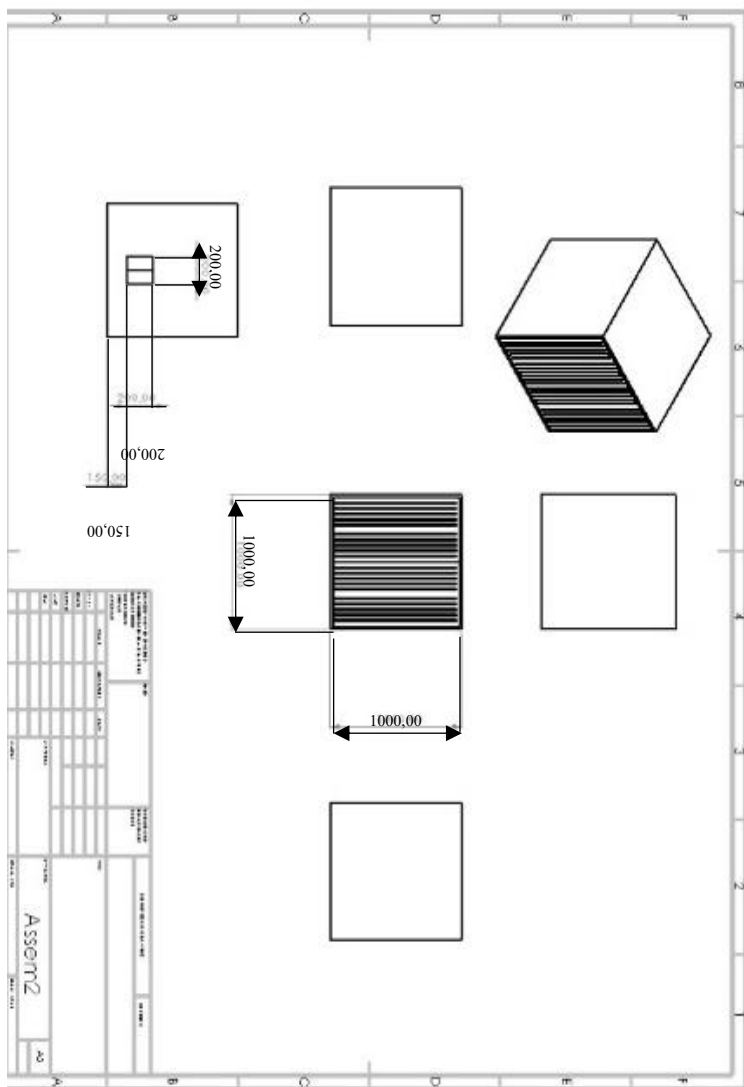
- [1] M. Chandrawati and H. Hafiludin, “Analisis Produksi dan Distribusi Produk Teri Nasi (*Stolephorus* Sp) Kering di PT. Marinal Indoprima, Kapedi, Kabupaten Sumenep,” *J. Mar. Res.*, vol. 12, no. 4, pp. 586–596, Nov. 2023, doi: 10.14710/jmr.v12i4.36788.
- [2] S. Sekar Pratiwi, F. Swastawati, and A. S. Fahmi, “PENGARUH KANDUNGAN ASAP CAIR TERHADAP OKSIDASI LEMAK IKAN TERI GALER (*Stolephorus indicus*) ASIN KERING SELAMA PENYIMPANAN SUHU RUANG,” 2019.
- [3] K. M. F. Hasan, P. G. Horváth, Z. Kóczán, and T. Alpár, “Thermo-mechanical properties of pretreated coir fiber and fibrous chips reinforced multilayered composites,” *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-83140-0.
- [4] N. Hayatul Sahira Mat Isa and M. AMajid, “A Review on Coconut Coir as Thermal Insulation Material in Building Application,” *Recent Trends in Civil Engineering and Built Environment*, vol. 3, no. 1, pp. 389–397, 2022, doi: 10.30880/rtcebe.2022.03.01.041.
- [5] N. J. Rodríguez *et al.*, “Assessment of coconut fibre insulation characteristics and its use to modulate temperatures in concrete slabs with the aid of a finite element methodology,” *Energy Build.*, vol. 43, no. 6, pp. 1264–1272, 2011, doi: 10.1016/j.enbuild.2011.01.005.
- [6] L. Á. de Oliveira *et al.*, “An investigation on the mechanical behaviour of sandwich composite structures with circular honeycomb bamboo core,” *Discover Mechanical Engineering*, vol. 1, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1007/s44245-022-00006-z.

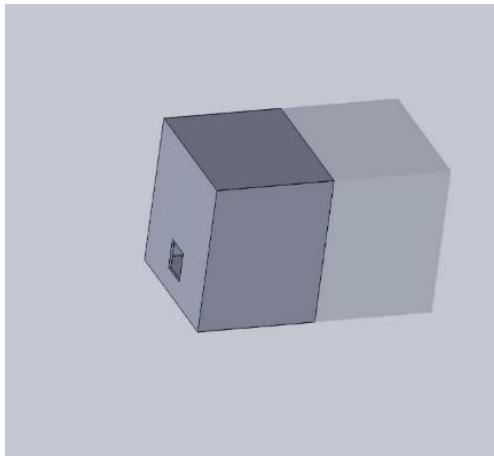
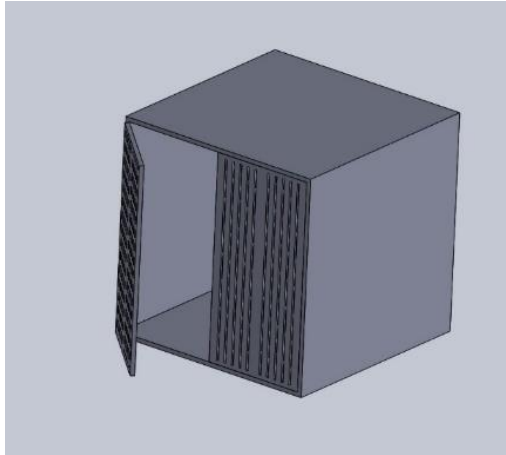
- [7] M. A. Suyuti, S. Sahriana, P. Gautama, M. Mastang, M. H. Jacobus, and C. Agatha, “Analisis Kekuatan Material Sandwich dengan Skin Aluminium dan Komposit Eceng Gondok Sebagai Core,” *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, vol. 20, no. 2, pp. 240–249, Oct. 2022, doi: 10.31963/sinergi.v20i2.4162.
- [8] A. Kausar and I. Ahmad, “Hemp Fibres: Essentials, Composites or Nanocomposites and Technical Applications,” *Nano-Horizons: Journal of Nanosciences and Nanotechnologies*, vol. 2, Nov. 2023, doi: 10.25159/3005-2602/13835.
- [9] M. N. Masri *et al.*, “Review of Manufacturing Process of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites,” *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 13, no. 4, pp. 172–179, 2021, doi: 10.30880/ijie.2021.13.04.016.
- [10] D. E. N. Siagian, M. Hakiem, and S. Putra, “SERAT ALAM SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN NATURAL FIBER AS AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COMPOSITE MATERIAL,” 2024. [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/?index.php/civeng>
- [11] P. Zarviansyah, N. Pranandita, and P. Manufaktur Negeri Bangka Belitung, “Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik,” vol. 01, no. 2, 2023.
- [12] C. Litaay, A. Indriati, C. E. W. Anggara, and H. M. Astro, “Effects of Sodium Bicarbonate Immersion on Characteristics of Anchovy Flour as a Source of Phosphorus and Calcium,” *J. Pengolah. Has. Perikan.*

- Indones.*, vol. 24, no. 2, pp. 148–159, Aug. 2021, doi: 10.17844/jphpi.v24i2.33756.
- [13] I. Krisanta, E. Savitri, B. Silaban, and R. B. D. Sormin, “MUTU PRODUK TERI (*Stolephorus* sp.) KERING PULAU BURU DENGAN METODE PENERING SURYA TERTUTUP.”
- [14] R. F. Sobirin, Z. Sidqi Islami, and T. Wibowo, “Prosiding the 16 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung,” 2025.
- [15] J. Artikel, “Metalik: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik,” 2022.
- [16] D. Agam Widhiansyah, T. Mesin, P. Negeri Malang Jalan Soekarno Hatta, and M. Jawa Timur, “EFFECT OF ALKALI TREATMENT AND VOLUME FRACTION ON THE IMPACT STRENGTH OF COCONUT FIBER COMPOSITE (COCOFIBER)-EPOXY.” [Online]. Available: <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/j-meeg>
- [17] D. Agam Widhiansyah, T. Mesin, P. Negeri Malang Jalan Soekarno Hatta, and M. Jawa Timur, “EFFECT OF ALKALI TREATMENT AND VOLUME FRACTION ON THE IMPACT STRENGTH OF COCONUT FIBER COMPOSITE (COCOFIBER)-EPOXY.” [Online]. Available: <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/j-meeg>
- [18] R. Kimura, M. Ohsumi, and L. Susanti, “Development of Thermal Insulation Material Using Coconut Fiber to Reuse Agricultural Industrial Waste,” vol. 8, no. 3, 2018.
- [19] A. Zhang and Y. Li, “Thermal Conductivity of Aluminum Alloys—A Review,” Apr. 01, 2023, *MDPI*. doi: 10.3390/ma16082972.

- [20] “Heat Transfer.”
- [21] J. Mojopahit and B. Sidoarjo, *Buku Ajar Perpindahan Panas heat sink dan permukaan bersirip Oleh: A’rasy Fahrudin Mulyadi Rachmat Firdaus Diterbitkan oleh UMSIDA PRESS*. 2024.
- [22] S. W. Lee, C. H. Lim, and E. @. I. Bin Salleh, “Reflective thermal insulation systems in building: A review on radiant barrier and reflective insulation,” Nov. 01, 2016, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.rser.2016.07.002.

LAMPIRAN





BIODATA PENULIS



Achmad Belqi Yuda dilahirkan di Pamekasan, 04 Oktober 2004. Anak dari Bapak Jodi dan Ibu Siti Raodah. Penulis merupakan anak Pertama dari Dua bersaudara. Penulis mulai menuntut ilmu di SDN Tlonto Raja 5 pada tahun (2011-2016), melanjutkan ke SMPN 1 Pasean pada tahun (2016-2019) melanjutkan ke SMKS Mambaul Ulum Bata-Bata pada tahun (2019- 2022), Pada tahun 2023 alhamdulillah penulis dapat melanjutkan menuntut ilmu di perguruan tinggi Politeknik Negeri Madura Jurusan Teknik Mesin Alat Berat selama 3 tahun (2023-2026). Selama menempah ilmu di Politeknik Negeri Madura, penulis juga aktif diberbagai macam organisasi kampus. Penulis bergabung sebagai pengurus BEM Politeknik Negeri Madura pada 2 periode (2023-2025) sebagai Bendahara dan Menteri Riset dan Kemitraan. Serta penulis mengikuti On The Job Training di CV. KHARISMA TEKNIK Selama 3 bulan di Bangkalan.