

**ANALISIS DESAIN HEATSINK DARI PELEBURAN ALUMINIUM 3009
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR OLI BEKAS**

SEKRIPSI

OLEH:

ALFREDO. S. KARO KARO

198130080



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 26/5/26

Access From (repository.uma.ac.id)26/5/26

**ANALISIS DESAIN HEATSINK DARI PELEBURAN ALUMINIUM 3009
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR OLI BEKAS**


Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Desain Heatsink dari Peleburan Aluminium
3009 Menggunakan Bahan Bakar Oli Bekas
Nama Mahasiswa : ALFREDO. S. KARO KARO
NIM : 198130080
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Yohan Rahmad Aldori ST, M.Sc
Pembimbing I


Dr. Eng. Supriatno, ST, MT
Dekan
FAKULTAS TEKNIK


Dr. Ikwandi, ST, MT
Kepala Program Studi
FAKULTAS TEKNIK

Tanggal Lulus : 29 september 2025

iii

iii

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagianbagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Alfredo. S. Karo karo
NPM : 198130080
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi/Tugas Akhir

Demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalty (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul : “Analisis Desain Heatsink dari Peleburan Aluminium 3009 Menggunakan Bahan Bakar Oli Bekas.”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Medan
Pada tanggal 14 Desember 2024
Yang menyatakan


(Alfredo.S. Karo karo)

v

ABSTRAK

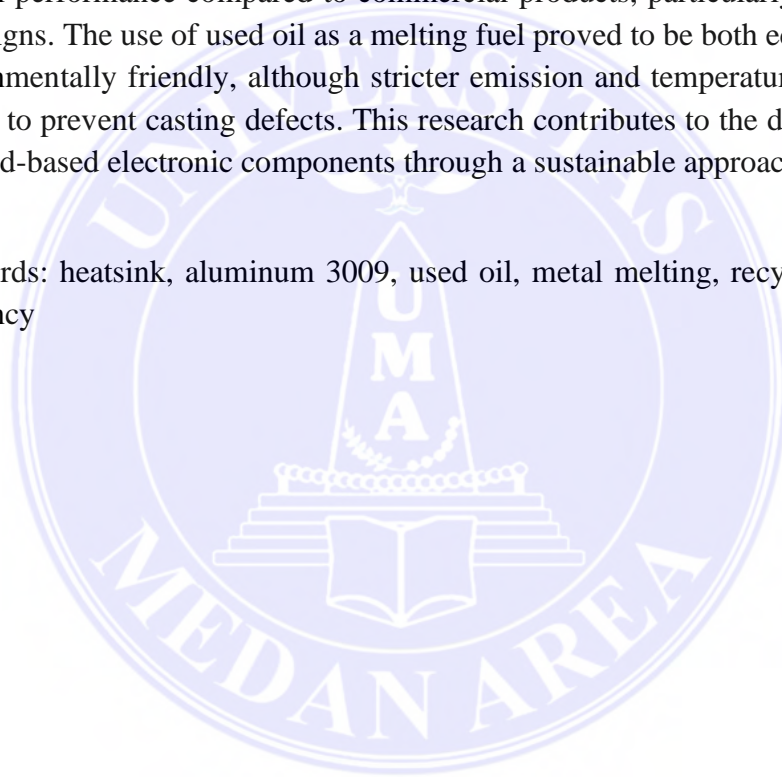
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain heatsink yang dibuat dari hasil peleburan aluminium 3009 dengan menggunakan bahan bakar alternatif berupa oli bekas. Penggunaan aluminium 3009 dipilih karena sifat termalnya yang baik dan kemudahan dalam proses pengecoran. Oli bekas dimanfaatkan sebagai sumber energi termal guna mendukung prinsip daur ulang energi dan pengurangan limbah berbahaya. Proses peleburan dilakukan dalam tungku rakitan sederhana, dan logam cair kemudian dicetak menjadi heatsink dengan berbagai variasi desain sirip untuk menganalisis performa termal. Evaluasi dilakukan terhadap efisiensi pendinginan, konduktivitas termal, serta kualitas struktur mikro hasil pengecoran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa heatsink hasil peleburan memiliki performa termal yang kompetitif dibandingkan dengan produk komersial, terutama pada desain sirip vertikal. Penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar peleburan terbukti ekonomis dan ramah lingkungan, meskipun perlu kontrol emisi dan suhu yang lebih ketat untuk menghindari cacat cor. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan komponen elektronik berbasis daur ulang dengan pendekatan berkelanjutan.

Kata kunci: heatsink, aluminium 3009, oli bekas, peleburan logam, daur ulang, efisiensi termal

ABSTRACT

This study aims to analyze the heatsink design fabricated from melted Aluminum 3009 using alternative fuel in the form of used oil. Aluminum 3009 was chosen for its excellent thermal properties and ease of casting. Used oil was utilized as a thermal energy source to support the principles of energy recycling and hazardous waste reduction. The melting process was carried out in a simple homemade furnace, and the molten metal was cast into heatsinks with various fin designs to evaluate thermal performance. The evaluation focused on cooling efficiency, thermal conductivity, and the microstructural quality of the cast product. The results indicate that the heatsinks produced from the melting process exhibit competitive thermal performance compared to commercial products, particularly with vertical fin designs. The use of used oil as a melting fuel proved to be both economical and environmentally friendly, although stricter emission and temperature controls are needed to prevent casting defects. This research contributes to the development of recycled-based electronic components through a sustainable approach.

Keywords: heatsink, aluminum 3009, used oil, metal melting, recycling, thermal efficiency

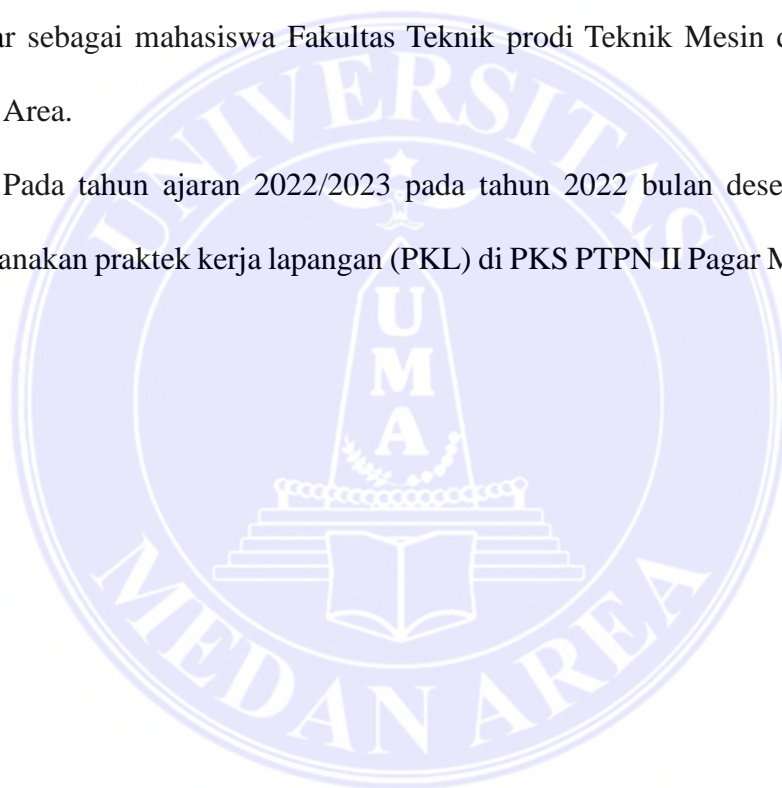


RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di medan Pada tanggal 21 januari 2001 dari ayah alexius karo-karo s.pd dan alm ibu suasta bru ginting Penulis merupakan putra kedua dari dua bersaudara.

Tahun 2019 Penulis lulus dari SMK negeri 2 medan dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik prodi Teknik Mesin di Universitas Medan Area.

Pada tahun ajaran 2022/2023 pada tahun 2022 bulan desember Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PKS PTPN II Pagar Merbau pakam .



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan karuniannya ,serta salam semoga tercurahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, beserta keluarga dan sahabatnya, yang telah membawa umat manusia ke jalan yang benar. sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Adapun judul yang dipilih penulis ialah “Analisa desain alsi untuk heatsink dari peleburan kompor berbahan bakar oli.”

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Yopan Rahmad Aldori ST, M.Sc selaku Dosen Pembimbing saya yang telah banyak memberi saran dan masukan pengetahuan. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman teman Teknik Mesin stambuk 19 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak saya alexius karo-karo dan Alm ibu suasta bru ginting, yang terus memberikan dukungan dengan tulus untuk berjuang menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas serta saudara kandung dan seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis,

(Alfredo. S. Karo karo)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Heatsink	5
2.1.1 Desain Heatsink	6
2.1.2 Fungsi heatsink	7
2.1.3 Jenis-jenis heatsink	8
2.1.4 Aplikasi Desain.....	11
2.2 Komponen Listrik pada CPU	12
2.3 Perpindahan Panas	12
2.3.1 Radiasi	13
2.3.2 Konveksi.....	15
2.3.3 Konduksi.....	18
2.4 Perpindahan pada hasink	19
2.5 Aliran perpindahan panas	20
2.6 Teori heatsink transpafer	21

2.7	Pendingin	22
2.7.1	Rumus pendingin pada ac	23
BAB III.....		25
METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Metode Penelitian	25
3.2	Waktu dan tempat penelitian	26
3.2.2	Tempat Penelitian	27
3.3	Variabel penelitian.....	27
b.	Variabel Terikat.....	27
3.4	Metode pengumpulan data.....	27
1.	Studi Literatur	27
2.	Pengambilan Data.....	27
3.5	Metode Analisa Data	29
3.7	Alat Dan Bahan Penelitian.....	33
1	Alat.....	33
1.6	Pengujian.....	37
3.8	Diagram Alur Penelitian	39
BAB IV		40
HASIL PENELITIAN.....		40
4.1	Bahan pembuatan heatsink	40
4.2	Desain pembuatan heatsink	41
4.4	Hasil data penelitian	46
BAB V.....		59
KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Properties untuk simula.....	24
Tabel 3. 1. Jadwal tugas akhir.....	23
Tabel 4. 1. Hasil uji bahan heatsink dalam per 5 menit.....	55
Tabel 4. 2. Hasil uji bahan heatsink dalam per 5 menit	56
Tabel 4. 3. Hasil uji bahan heatsink dalam per 5 menit	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Heatsink.....	6
Gambar 2. 2. Desain Heatsink.....	20
Gambar 3. 1. perhitungan pendingin heatsink	32
Gambar 3. 2. peleburan oli.....	32
Gambar 3. 3. Thermogun.....	34
Gambar 3. 4. Aplikasi stopwatch smartphone.....	34
Gambar 3. 5. Thermometer	35
Gambar 3. 6. Termocouple.....	36
Gambar 3. 7. Thermostat.....	37
Gambar 4. 1. Bahan pembuatan heatsink.....	41
Gambar 4. 2. Desain pembuatan heatsink	42
Gambar 4. 3. Jenis kaleng	46
Gambar 4. 4. Proses pemotongan menggunakan mesin miling	46
Gambar 4. 5. Pengerjaan heatsink menggunakan mesin miling	47
Gambar 4. 6. Proses pembuatan alur.....	48
Gambar 4. 7. Proses pemakanan sisi bagian samping.....	48
Gambar 4. 8. Sampel hasil heatsink aluminium dengan sirip lurus	50
Gambar 4. 9. Sampel hasil heatsink aluminium dengan sirip Sirip Tipis dan Rapat	51
Gambar 4. 10. Sampel hasil heatsink aluminium dengan sirip tipis dan rapat	52
Gambar 4. 11. Pengujian menggunakan setrika dan thermogun.....	55
Gambar 4. 12. Grafik hasil uji heatsink sampel 1	56
Gambar 4. 13. Grafik hasil uji heatsink sampel 2	57
Gambar 4. 14. Grafik hasil uji heatsink sampel 3	58

DAFTAR NOTASI

n_{termal}	= efisiensi termal (%)
m_{air}	= massa air (1 kg)
$C_{p\text{air}}$	= panas jenis air (1 kkal/kg °C)
ΔT_{air}	= perubahan suhu air selama t_m (°C)
m_f	= massa bahan bakar terbakar (kg)
E	= nilai kalor bahan bakar (10.684,91 kkal/kg)
t_m	= waktu pemanasan air (menit)
ε	= Emisivitas permukaan (0–1), tergantung bahan dan warna
σ	= Konstanta Stefan–Boltzmann = $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$, 5,67
A	= Luas permukaan yang memancarkan radiasi (m ²)
T_1	= Suhu permukaan (K)
T_2	= Suhu lingkungan (K)
H	= Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m ² ·K), tergantung kecepatan udara, jenis fluida
A	= Luas permukaan yang kontak dengan fluida (m ²)
ΔT	= Perbedaan suhu antara permukaan dan fluida disekitarnya (K atau °C)
Q	= Laju perpindahan panas (Watt)
K	=Konduktivitas termal bahan (W/m·K)
A	=Luas penampang perpindahan panas (m ²)
ΔT	=Selisih suhu antara dua sisi bahan (K atau °C)
D	=Tebal bahan (jarak perpindahan panas) (m)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Minyak pelumas mesin atau biasa dikenal Oli mesin merupakan cairan yang banyak di gunakan pada mesin motor. Oli merupakan salah satu komponen paling penting dalam mesin, banyak ragam dan macam oli tergantung pada jenis penggunaannya pada mesin atau spesifikasi mesin. Seluruh jenis oli biasanya berfungsi untuk melumasi bagian dalam mesin yang mengalami gesekan dan sebagai pendingin pada mesin. Pada umumnya pemakaian oli juga ada batasnya mengganti oli motor merupakan salah satu bentuk perawatan pada mesin untuk menjaga kondisi mesin tetap prima.

menggunakan jasa bengkel motor jika kita tidak bisa melakukan pergantian oli sendiri. Dalam pergantian oli akan menghasilkan oli bekas, oli bekas biasanya akan menjadi limbah yang berbahaya jika tumpah atau dibuang ke tanah akan mempengaruhi air tanah dan juga berbahaya bagi lingkungan. Hal ini dikarenakan limbah oli bekas dapat menyebabkan tanah kehilangan unsur hara. Selain itu jika limbah olibekas dibuang ke sungai atau laut akan mempengaruhi ekosistem sungai dan lauyang akan membunuh ikan habitat lainnya.

Pemanfaatan limbah oli bekas pada masyarakat Penggantian oli motor biasanya bisa dilihat dalam buku panduan bisa menghitung dari jangka waktu pergantian oli sebelumnya atau dengan hitungan per kilometer. Namun jika mesin digunakan dengan jam terbang yang tinggi sebaiknya mengacu pada kilometer motor untuk pergantian olinya.

Penggantian oli motor bisa di lakukan sendiri atau bisa belum maksimal sehingga pemanfaatan limbah oli bekas sangat di perlukan untuk mengurangi limbah oli bekas, pemanfaatan limbah oli bekas bisa di jadikan sebagai bahan bakar untuk kompor oli namun sifat oli jika semakin panas akan semakin mudah untuk terbakar.

Oleh karena itu penulis ingin mengembangkan kompor oli dengan penambahan pemanas elektik dalam wadah penampung oli. Jadi sebelum oli masuk dalam tungku oli sudah di panas kan di wadah olinya setelah oli panas bisalangsung di salurkan kedalam tungku pembakaran. Sehingga penyalaan api akan cepat mencapai pada titik maksimalnya dan asap yang dihasilkan pun sedikit. Rancangan kompor bahan bakar oli bekas dengan penambahan pemanas elektrik tersebut diharapkan bisa membuat nilai ekonomis yang lebih baik. Berdasarkan permasalahan di atas maka peneliti tertarik untuk mengambil judul penelitian tentang **“Analisis Desain Heatsink dari Peleburan Aluminium 3009 Menggunakan Bahan Bakar Oli Bekas”**. Harapan penulis pada penelitian ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan pada penambahan pemanas elektrik untuk pemanas oli pengaplikasian kompor oli bekas. Dan juga untuk heatsink dari prlrburan kompor berbahan bakar oli bekas.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang di peroleh pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana Analisa desain AlSi untuk Heatsink dari peleburan kompor berbahan bakar oli bekas ?
2. Bagaimana pengaruh pemanasan oli dengan suhu 90°C, 110°C,130°C terhadap temperatur api saat air mendidih?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana analisis desain heatsink dari Peleburan aluminium 3009 menggunakan bahan bakar oli bekas
2. Mengetahui pengaruh pemanasan oli dengan suhu 90°C, 110°C,130°C terhadap temperatur api saat air mendidih.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian adalah dugaan sementara yang dibuat peneliti untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Hipotesis dapat benar atau salah, dan kebenarannya harus dibuktikan dengan penelitian. Tujuan hipotesis penelitian adalah : Sebagai jawaban atau kesimpulan sementara atas suatu masalah,Mengarahkan peneliti dalam mencari dan mengumpulkan data ,Memperjelas keadaan yang tadinya masih terlihat samar,Membantu memprediksi hal-hal yang mungkin terjadi.

Contoh hipotesis penelitian dapat berupa hipotesis nol (H_0), hipotesis alternatif (H_a).

(H_0): Tidak ada pengaruh AISi untuk heatsink dari peleburan kompor berbahan bakar oli bekas.

(H_a): Terdapat pengaruh AISi dari adanya desain AISi untuk heatsink dari peleburan kompor berbahan bakar oli bekas.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui pengaruh suhu pemanas elektrik terhadap laju pembakaran pada kompor oli.
2. Manfaat bagi penulis dengan dilakukannya penelitian ini dapat memberikan gambaran untuk pengetahuan lebih mendalam tentang manfaat dari peleburan kompor berbahan bakar oli bekas
3. Dapat mengatasi limbah oli bekas kendaraan bermotor.
4. Sebagai pilihan alternatif bagi masyarakat dalam pengelolaan limbah oli menjadi bahan bakar kompor.
5. Sebagai referensi penelitian selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Heatsink

Heatsink atau pembuang panas adalah komponen yang berfungsi untuk memindahkan panas dari alat elektronik atau mekanik ke medium fluida, seperti pendingin udara atau cair. Heatsink dirancang untuk memaksimalkan area permukaannya yang bersentuhan dengan media pendingin di sekitarnya. Heatsink biasanya terbuat dari aluminium dan dirancang berbentuk seperti sebuah sikat seperti terlihat gambar di atas.

Heatsink dibentuk seperti salah satu contoh di atas dengan alasan, jika heatsink memindahkan panas ke heatsink itu sendiri, maka semakin lebar ukurannya maka panas yang serap semakin banyak, tapi berhubungan agar hemat tempat kelebaran heat sink di potong dan diletakan secara vertikal dan disusun sedemikian rupa, logikanya jika aluminium yang posisinya vertikal di letakan secara horisontal diperlebar maka akan sangat lebar.

Heat sink processor biasanya dilengkapi kipas atau fan supaya kipas dapat mendinginkan *heatsink* yang tersalurkan panas dari processor, cara tersebut dapat mendinginkan processor hingga sama dengan suhu ruangan. HSF menjadi kebutuhan pokok dalam computer karena hampir semua komponen hardware computer di dalam casing menggunakan HSF masing-masing, mulai dari prosesor, VGA card, dan Harddisk yang berlomba-lomba memberikan fasilitas komponen

HSF yang berkualitas tinggi dalam bersaing dipasaran.

Heat sink biasanya terbuat dari aluminium dan dirancang berbentuk seperti sebuah sikat seperti terlihat gambar di atas. Heatsink dibentuk seperti salah satu contoh di atas dengan alasan, jika heatsink memindahkan panas ke heatsink itu sendiri, maka semakin lebar ukurannya maka panas yang serap semakin banyak, tapi berhubungan agar hemat tempat kelebihan heat sink di potong dan diletakkan secara vertikal dan disusun sedemikian rupa, logikanya jika aluminium yang posisinya vertikal di letakkan secara horizontal diperlebar maka akan sangat lebar.

Heatsink processor biasanya dilengkapi kipas atau fan supaya kipas dapat mendinginkan heat sink yang tersalurkan panas dari processor, cara tersebut dapat mendinginkan processor hingga sama dengan suhu ruangan. HSF menjadi kebutuhan pokok dalam computer karena hampir semua komponen hardware computer di dalam casing menggunakan HSF masing-masing, mulai dari prosesor, VGA card, dan Harddisk yang berlomba-lomba memberikan fasilitas komponen HSF yang berkualitas tinggi dalam bersaing dipasaran (Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, 2020).

2.1.1 Desain Heatsink

Desain heatsink adalah geometri dan fungsionalitas yang dirancang untuk meningkatkan luas permukaan kontak antara benda padat dan cairan sehingga dapat meningkatkan perpindahan panas. Desain heatsink yang baik perlu mempertimbangkan beberapa faktor, seperti: Ruang yang tersedia, termasuk lebar, panjang, dan tinggi, Daya sumber dalam watt dan ukuran, Kecepatan udara dan arah aliran udara, Suhu operasional maksimum, Suhu sekitar local, Metode lampiran

yang disukai, Properti antarmuka termal, Perkiraan penggunaan tahunan dan anggaran. Desain heatsink yang berbeda dapat menghasilkan performa yang berbeda dalam mendistribusikan panas

Beberapa desain heatsink yang dapat diuji, di antaranya:

1. Straight design, yaitu desain dengan sirip heatsink yang lurus
2. Contraction design, yaitu desain dengan sirip yang mengecil pada permukaannya
3. Expansion design, yaitu desain dengan sirip yang melebar pada permukaannya
4. Expansion and contraction design, yaitu kombinasi antara desain b dan c

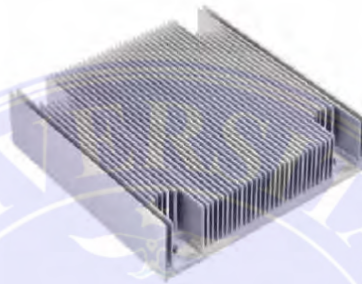
Heatsink merupakan penukar panas pasif yang berfungsi untuk memindahkan panas dari perangkat elektronik atau mekanik ke medium fluida, seperti pendingin udara atau cair. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja perangkat dan memperpanjang masa pakainya.

2.1.2 Fungsi heatsink

1. Pendingin pada hardware yang di atasnya diletakkan HSF.
2. Prosesor tidak akan berfungsi jika tidak ada heatsink fan di atasnya.
3. Penyerap panas yang dihasilkan oleh prosesor saat bekerja dan dilengkapi dengan kipas pendingin di atasnya agar suhu pada prosesor tetap stabil.
4. Penjaga sirkulasi udara di dalam casing.

Cara kerja heatsink dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu *active heatsink* dan *passive heatsink*. Heatsink pada dasarnya bekerja dengan cara memindahkan panas dari komponen komputer tertentu seperti CPU dan VGA ke udara bebas. Dengan terbebasnya panas dari komponen-komponen tersebut, maka

kinerjanya pun akan optimal. Proses pemindahan panas ini menerapkan prinsip ilmu fisik, dimana panas bisa dipindahkan melalui 3 cara: konveksi, radiasi, dan konduksi. Heatsink bekerja dengan mengombinasikan metode konduksi dan konveksi. heatsink merupakan serangkaian komponen yang terdiri dari logam dan kipas. Logam digunakan karena mempunyai konduktivitas termal yang tinggi(Mansyur, 2021) Gambar heatsink bisa dilihat pada gambar 2.1



Gambar. 2. 1 heatsink

2.1.3 Jenis-jenis heatsink

Penyerap panas (biasa juga dieja heatsink) adalah penukar panas pasif yang memindahkan panas yang dihasilkan oleh perangkat elektronik atau mekanik ke media fluida, sering kali udara atau cairan pendingin, yang kemudian membuang panas tersebut dari perangkat, sehingga suhu perangkat dapat diatur.

Berikut jenis-jenis Heat sink yaitu :

1. Heat Sinks Aktif

Ini merupakan tipe kipas (fan) umum dan memanfaatkan daya untuk tujuan mendinginkan. Heat sink aktif juga dapat disebut sebagai Heat sink atau kipas (fans). Fans diklasifikasikan lebih lanjut sebagai jenis bantalan bola dan jenis lengan bantalan. Mesin fans berlambang bola lebih disukai karena rentang kerjanya lebih panjang dan lebih murah, tetapi tidak untuk aplikasi jangka panjang karena

mereka terdiri dari bagian yang bergerak dan agak mahal juga.

2. HeatSinks Pasif

Ini tidak memiliki komponen mekanik dan terbuat dari aluminium bersirip radiator. Ini menghilangkan energi termal atau panas dengan menggunakan proses konveksi. Ini adalah yang paling dapat diandalkan daripada heat sink aktif; dan, untuk operasi yang efisien dari heat sink pasif, dianjurkan untuk menjaga aliran udara yang terus-menerus di sirip mereka.

3. Pendingin Aluminium

Heatsink umumnya terbuat dari logam; dan, aluminium merupakan logam yang paling umum digunakan di sink. Kita menyadari fakta bahwa konduktivitas termal dari masing-masing logam adalah berbeda-beda. Konduktivitas termal logam sebanding dengan perpindahan panas di heat sink. Dengan demikian, jika konduktivitas termal logam meningkat, maka kapasitas heat sink juga akan meningkat. Konduktivitas termal aluminium adalah 235 W / mK ; itu adalah logam yang termurah dan ringan. Aluminium heat sink juga disebut sebagai heat sink diekstrusi karena mereka dapat dibuat menggunakan ekstrusi.

4. Stamped Heat Sinks

Ini terbuat dari logam yang dicap untuk membentuk bentuk tertentu. Cap ini menciptakan heat sink setiap kali logam dipindahkan melalui mesin stamping. Ini lebih murah dibandingkan dengan ekstrusi heat sink. Ini digunakan untuk aplikasi daya rendah dan karenanya ini rendah dalam hal kinerja.

5. Machining Heat Sinks

Ini diproduksi oleh proses pemesinan; gergaji sering digunakan untuk menghapus blok bahan untuk membuat antar sirip dengan jarak yang tepat. Ini mahal seperti

banyak logam yang pemborosan dalam proses manufaktur.

6. Berikat-Fin Heat Sinks

Ini sering digunakan untuk aplikasi besar secara fisik yang membutuhkan kinerja yang masuk akal seperti las listrik dan aplikasi bata DC-DC. Ini dibuat oleh ikatan sirip individu logam ke dasar heat sink. Hal ini dapat dilakukan dengan dua metode yaitu epoxy termal yang ekonomis dan yang lainnya adalah dengan mematri yang mahal.

7. Bonded-Fin heat sinks

Bonded-fin heatsink memiliki luas permukaan yang besar, dan memiliki bahan heat sink, dan karenanya, mereka memiliki kinerja yang sangat tinggi dan kepadatan panas fluks sangat tinggi. Pada heat sink ini, udara diarahkan mengalir langsung ke heat sink melalui beberapa jenis saluran. Hal ini yang membuat mahal karena biaya produksi dan saluran termasuk dalam biaya keseluruhan sink.

8. Skived Heat Sinks

Proses Skiving digunakan untuk pembuatan sink ini, yang dapat membuat blok yang sangat halus dari logam umumnya tembaga. Oleh karena itu, ini disebut sebagai skived heat sink. Ini adalah media untuk berkinerja tinggi.

9. Forged Heat Sinks

Logam seperti tembaga dan aluminium yang digunakan untuk membentuk heat sink dengan menggunakan kekuatan tekan. Proses ini disebut sebagai proses penempaan. Oleh karena itu, mereka disebut sebagai forged heat sink.

10. Single Fin Assembly Heat Sinks

Ini bersifat ringan dan dapat diinstal di ruang rapat. Mereka memiliki kemampuan berkinerja tinggi yang rendah, dan dapat digunakan untuk banyak

aplikasi. Tapi kelemahan utama adalah bahwa heat sink jenis ini sedikit mahal.

11. Swaged Heat Sinks

Merupakan proses penempaan dingin tetapi kadang-kadang dapat dilakukan bahkan proses kerja panas di mana dimensi item yang diubah menjadi mati. Heat sink tipe ini murah, media performing dan terbatas dalam pengelolaan aliran udara (Faizal et al., 2022).

2.1.4 Aplikasi Desain

Aplikasi heatsink adalah untuk mengelola panas yang dihasilkan oleh komponen elektronik pada perangkat elektronik. Heatsink biasanya digunakan pada perangkat elektronik yang memerlukan konsumsi daya tinggi, seperti komputer, telepon pintar, kartu grafis, dan power amplifier.

Heatsink atau penukar kalor pasif memiliki beberapa aplikasi, di antaranya:

1. Pendinginan komputer dan laptop
2. Pendinginan baterai
3. Pendinginan pengendali kendaraan listrik
4. Pendinginan telekomunikasi TI
5. Pendinginan transistor daya
6. Pendinginan optoelektronik seperti laser dan dioda pemancar cahaya (LED)

Heatsink berfungsi untuk mendinginkan komponen yang menghasilkan banyak energi panas, seperti CPU, GPU, chipset, dan modul RAM. Heatsink bekerja dengan meningkatkan luas permukaan kontak antara benda padat dan cairan, sehingga perpindahan panas menjadi lebih efisien. Heatsink biasanya terbuat dari material yang memiliki konduktivitas termal tinggi, seperti aluminium atau tembaga. Kinerja heatsink dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kecepatan

udara, pilihan material, desain tonjolan, dan perlakuan permukaan.

2.2 Komponen Listrik pada CPU

Komponen listrik pada CPU adalah Power Supply Unit (PSU) yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik dari sumber daya utama menjadi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan CPU. PSU merupakan komponen penting dalam CPU yang menjaga kinerja sistem secara keseluruhan. Power Supply Unit memiliki beberapa fungsi utama, yaitu: Mengubah tegangan listrik yang masuk, Menyediakan metode pembagian tegangan, Memfilter tegangan DC non stabil, Mengatur output daya sesuai dengan kebutuhan beban (HANDIKA, 2018).

Beberapa jenis power supply yang umum digunakan dalam CPU adalah:

1. High Voltage Power Supply
2. AC Power Supply
3. DC Power Supply
4. Programmable Power Supply
5. Switch-Mode Power Supply (SMPS)
6. Uninterruptible Power Supply (UPS)

Selain PSU, komponen lain pada CPU adalah: Unit kontrol, Register, ALU, Unit manajemen memori, Clock.

2.3 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah perpindahan energi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda. Bahasan utama dalam perpindahan panas ialah cara energi di dalam panas dapat berpindah tempat dan laju

perpindahannya dalam kondisi tertentu. Perpindahan panas meliputi proses pemasukan dan pengeluaran panas. Dalam proses industri, perpindahan panas digunakan untuk mencapai suhu yang diperlukan dalam proses industri dan mempertahankan suhu yang dibutuhkan selama proses berlangsung. Perpindahan panas dari suatu benda ke benda lainnya dapat terjadi secara konduksi, konveksi, adveksi, dan radiasi. Penentu terjadinya perpindahan panas ialah adanya perbedaan suhu. Arah perpindahan panas dimulai dari media dengan suhu tinggi menuju ke media dengan suhu yang lebih rendah. Perpindahan panas dapat terjadi dengan satu proses tunggal maupun proses ganda.

Menurut (Kreith, 1973) perpindahan panas merupakan proses perpindahan energi dari suatu daerah ke daerah yang lain sebagai akibat dari gradien temperatur. Umumnya mekanisme perpindahan panas dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu konduksi, radiasi dan konveksi.

2.3.1 Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas tanpa zat perantara, seperti zat padat, cair, atau gas. Radiasi juga dapat disertai cahaya. Berikut adalah beberapa contoh radiasi:

1. Panas matahari yang sampai ke bumi
2. Tubuh terasa hangat saat berada di dekat api unggun
3. Pakaian menjadi kering saat dijemur di bawah terik matahari
4. Menetaskan telur unggas dengan lampu
5. Benda yang diletakkan di dekat api kompor menjadi panas
6. Makanan dipanaskan dalam oven

Radiasi merupakan bentuk energi yang dihasilkan dari berbagai sumber, seperti peluruhan radioaktif, produksi mesin, atau benda luar angkasa seperti matahari. Energi radiasi dapat berbentuk gelombang tampak, yang disebut energi cahaya, atau gelombang tak tampak seperti gelombang radio atau sinar-X. Dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{\text{radiasi}} = \epsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_1^4 - T_2^4) \dots\dots\dots$$

Dimana:

ϵ : Emisivitas permukaan (0–1), tergantung bahan dan warna

σ : Konstanta Stefan–Boltzmann = $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

A: Luas permukaan yang memancarkan radiasi (m^2)

T_1 : Suhu permukaan (K)

T_2 : Suhu lingkungan (K)

Radiasi memiliki banyak fungsi, di antaranya:

1. Kesehatan

Radiasi digunakan dalam berbagai prosedur medis, seperti:

- 1) Radioterapi: Pengobatan kanker dengan sinar energi tinggi yang merusak DNA sel kanker
- 2) Pencitraan diagnostik: Radiasi X-ray memungkinkan dokter melihat ke dalam tubuh untuk mendeteksi penyakit kanker atau tumor
- 3) Sterilisasi: Radiasi digunakan untuk mensterilkan alat-alat kesehatan dan bahan obat
- 4) Pemeriksaan fungsi organ: Zat radioaktif dikirimkan ke seluruh tubuh untuk melihat radiasi yang keluar dan menentukan fungsi organ

2. Pangan

Radiasi digunakan untuk mengawetkan makanan dan meningkatkan produktivitas pangan

3. Lingkungan

Radiasi digunakan untuk mengolah air limbah

4. Industri dan ilmu pengetahuan

Radiasi digunakan untuk menghasilkan bahan dengan karakteristik unggul, misalnya di industri mobil

5. Energi

Radiasi digunakan untuk menghasilkan listrik melalui energi matahari dan energi nuklir

6. Mutasi genetik

Radiasi digunakan untuk mengekspos bibit dengan sengaja sehingga petani dapat mengembangkan sifat-sifat tanaman yang berguna

7. Alat ukur

Radiasi digunakan untuk membuat pengukuran yang super akurat pada barang yang umumnya tidak terdeteksi dengan cara konvensional lainnya (Aldori & Pangestu, 2022).

2.3.2 Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Perpindahan panas konveksi dapat diklasifikasikan dalam konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection).

Bila gerakan mencampur berlangsung semata-mata sebagai akibat dari perbedaan kerapatan yang disebabkan gradien temperatur, maka dikatakan sebagai

konveksi bebas/alamiah (natural), sedangkan bila gerakan mencampur disebabkan oleh suatu alat tertentu dari luar dikatakan sebagai konveksi paksa, Dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{\text{konveksi}} = H \cdot A \cdot \Delta T \dots\dots\dots$$

Dimana:

H: Koefisien perpindahan panas konveksi ($W/m^2 \cdot K$), tergantung kecepatan udara, jenis fluida

A: Luas permukaan yang kontak dengan fluida (m^2)

ΔT : Perbedaan suhu antara permukaan dan fluida di sekitarnya (K atau $^{\circ}C$)

Fenomena perpindahan panas konveksi terdiri dari dua mekanisme yaitu perpindahan energi sebagai akibat dari pergerakan molekuler acak (difusi) dan energi yang dipindahkan secara makroskopik dari fluida. Menurut (Incropera dan de Witt, 1996) mekanisme perpindahan panas di atas pelat datar merupakan contoh dari sekian banyak bentuk penampang yang sering kita jumpai dan sangat luas aplikasinya, misalnya pada seterika listrik, prosesor dan head mesin. Konveksi adalah perpindahan panas melalui aliran zat perantara yang juga ikut berpindah. Konveksi terjadi ketika perbedaan suhu dalam fluida menyebabkan aliran. Berikut ini adalah beberapa contoh konveksi:

1. Air yang dipanaskan dalam panci hingga mendidih. Air di bagian bawah panci akan mendidih terlebih dahulu, kemudian mengalir ke bagian atas panci.
2. Gerakan naik dan turun kacang hijau, kedelai, dan lainnya pada saat dipanaskan.

3. Terjadinya angin darat dan angin laut. Angin laut terjadi pada siang hari karena muatan panas di darat lebih tinggi daripada di laut.
4. Gerakan balon udara.
5. Asap cerobong pabrik yang membumbung tinggi.
6. Aliran udara panas yang naik dan udara dingin yang turun di dalam ruangan berpendingin.
7. Kipas angin yang menghisap udara dingin dan menggantinya dengan udara yang lebih hangat.
8. Pencairan es. Panas yang bergerak ke dalam es dari udara menyebabkan es meleleh.

Perpindahan panas secara konveksi memiliki berbagai fungsi, di antaranya:

- 1. Memunculkan angin**

Perpindahan panas secara konveksi dapat memunculkan angin darat dan angin laut. Angin darat terjadi karena pada malam hari daratan lebih dingin daripada lautan, sehingga daratan memiliki tekanan tinggi.

- 2. Meregulasikan suhu Bumi**

Udara panas yang naik ke atas akan melepaskan panasnya di malam hari, sehingga membantu mengatur suhu Bumi dan menghindari pemanasan global.

- 3. Mendinginkan mesin mobil**

Aliran konveksi di dalam pipa air pada mesin mobil dapat mendinginkan mesin.

- 4. Mengatur suhu udara**

AC bekerja dengan memanfaatkan perpindahan panas secara konveksi untuk mengatur suhu udara.

5. Memanaskan udara

Perpindahan panas secara konveksi dapat digunakan untuk memanaskan udara melalui radiator atau api unggun(Hakim et al., 2017).

2.3.3 Konduksi

Perpindahan konduksi adalah perpindahan panas melalui zat padat dengan kontak secara langsung tanpa disertai perpindahan molekul zat perantaranya. Konduksi adalah perpindahan yang paling sering terjadi. Perpindahan ini terjadi ketika temperatur molekul dalam zat naik dan menghasilkan getaran.

Fungsi perpindahan panas konduksi adalah memindahkan panas dari satu tempat ke tempat lain. Konduksi merupakan salah satu cara utama perpindahan panas, selain radiasi dan konveksi. Konduksi terjadi ketika panas berpindah melalui zat tanpa disertai perpindahan partikel-partikel zat tersebut. Konduksi biasanya terjadi pada benda padat, terutama yang bersifat konduktor, seperti logam, Dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{\text{konduksi}} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{D} \dots\dots\dots$$

Dimana:

Q: Laju perpindahan panas (Watt)

K: Konduktivitas termal bahan (W/m·K)

A: Luas penampang perpindahan panas (m²)

ΔT: Selisih suhu antara dua sisi bahan (K atau °C)

D: Tebal bahan (jarak perpindahan panas) (m)

Berikut adalah beberapa contoh perpindahan panas secara konduksi:

1. Ujung sendok yang dipanaskan akan terasa panas jika ujung lainnya dipegang.
2. Tiang bendera akan terasa panas jika dipegang setelah terkena sinar matahari.
3. Ujung kayu yang dibakar akan terasa panas jika ujung lainnya dipegang.
4. Jok motor akan terasa panas jika motor diletakkan di tempat yang panas.
5. Tutup panci terasa panas saat panci digunakan untuk memasak.
6. Knalpot motor menjadi panas saat mesin dihidupkan.
7. Mentega yang dipanaskan di wajan menjadi meleleh karena panas (El Maghfiroh & Zaman, 2020).

2.4 Perpindahan pada hasink

Perpindahan panas yang terjadi pada heatsink adalah perpindahan panas secara konduksi dan konveksi. Pada proses ini perpindahan panas konveksi lebih dominan dibandingkan dengan perpindahan panas secara konduksi. Reynolds maka koefisien perpindahan panas konveksi (h) akan semakin besar pula. Perpindahan panas pada heatsink terjadi melalui konveksi, yaitu perpindahan panas dari heatsink ke udara di sekitarnya. Berikut cara kerja heatsink dalam memindahkan panas:

1. Komponen elektronik, seperti CPU atau GPU, menghasilkan panas saat beroperasi.
2. Panas tersebut disalurkan melalui substrat logam atau semikonduktor komponen ke heatsink.
3. Panas menyebar ke seluruh permukaan heatsink.
4. Panas dipindahkan dari heatsink ke udara melalui konveksi saat permukaan

heatsink yang dipanaskan bersentuhan dengan udara di sekitarnya.

5. Udara panas naik, menciptakan aliran udara dingin alami untuk menggantikannya.

Heatsink merupakan komponen penting dalam pendinginan perangkat elektronik. Heatsink yang lebih besar permukaannya akan lebih efisien dalam membuang panas(Sary, 2012).

2.5 Aliran perpindahan panas

Perpindahan panas adalah perpindahan energi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda. Bahasan utama dalam perpindahan panas ialah cara energi di dalam panas dapat berpindah tempat dan laju perpindahannya dalam kondisi tertentu. Perpindahan panas meliputi proses pemasukan dan pengeluaran panas. Perpindahan panas atau perpindahan kalor memiliki banyak fungsi, di antaranya:

1. Mencapai suhu tertentu

Dalam proses industri, perpindahan panas digunakan untuk mencapai suhu yang dibutuhkan, seperti untuk memanaskan reaktan atau mendinginkan produk.

2. Menjaga suhu tubuh

Perpindahan panas secara konveksi oleh aliran darah menjaga suhu tubuh tetap seimbang.

3. Mendinginkan ruangan

Pendingin udara seperti kipas angin, AC, dan radiator menggunakan perpindahan panas secara konveksi untuk menurunkan suhu ruangan.

4. Mengeringkan pakaian

Perpindahan panas secara radiasi dari matahari dapat mengeringkan pakaian basah.

5. Memanaskan makanan

Perpindahan panas secara konduksi digunakan untuk memanaskan makanan agar mematikan bakteri dan virus.

6. Memasak air

Perpindahan panas secara konduksi digunakan untuk memasak air.

7. Membuat gelas kaca

Perpindahan panas secara konduksi digunakan dalam pembuatan gelas kaca(Saputra & Aziz, 2019).

2.6 Teori heatsink transpafer

Teori heatsink transfer adalah proses perpindahan panas dari perangkat elektronik atau mekanik ke media fluida yang lebih dingin. Proses ini dilakukan dengan menggunakan heatsink, yaitu penukar panas pasif yang dapat menyerap panas dan membuangnya ke media fluida.

Teori heatsink transfer

Prinsip : Perpindahan panas dari perangkat ke media fluida yang lebih dingin

Fungsi: Membuang panas dari perangkat untuk meningkatkan kinerja dan memperpanjang masa pakainya

Media fluida: Biasanya berupa udara, tetapi bisa juga berupa air, refrigeran, atau minyak

Material: Biasanya terbuat dari aluminium atau tembaga

Cara kerja: Mentransfer panas melalui konveksi, radiasi, dan konduksi

Heatsink biasanya dilengkapi dengan kipas atau mekanisme lain untuk mengurangi suhu perangkat keras.

2.7 Pendingin

Pendingin adalah media atau perangkat yang berfungsi untuk menyerap panas atau menghilangkan panas dari suatu benda. Pendingin dapat berupa:

1. Alat atau ruangan yang mendinginkan suatu benda, seperti kotak pendingin
2. Mesin pendingin, seperti kulkas, freezer, atau AC
3. Cairan pendingin, seperti air mineral atau cairan sistem pendingin khusus

Pendingin memiliki beberapa fungsi, di antaranya: Menjaga mesin agar tetap dapat bekerja terus menerus, Mengurangi kerusakan mesin, Mengatur kestabilan suhu mesin, Memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan. Menurut Terry Gunawan, 2014 mesin pendingin (refrigerator) adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan

untuk menjadikan temperatur benda/ruangan tersebut lebih rendah dari temperatur lingkungannya sehingga menghasilkan suhu/temperatur dingin. Sehingga proses kerja mesin pendingin selalu berhubungan dengan proses-proses aliran panas dan perpindahan panas.

2.7.1 Rumus pendingin pada ac

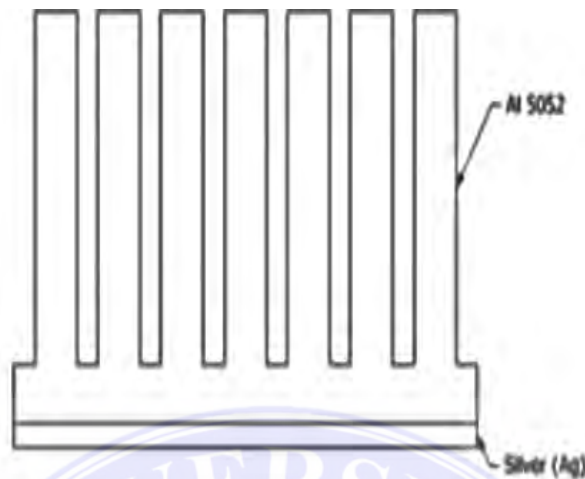
Rumus sederhana yang bisa dimanfaatkan dalam mencermati kebutuhan AC, dimana kebutuhan AC dapat diperoleh rumus = $(L \times W \times H \times I \times E)/60$.

L = Panjang Ruang (dalam feet)

W = Lebar Ruang (dalam feet)

I = Nilai 10 jika ruang berinsulasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain). Versi arus bolak-balik dari hukum Ohm direpresentasikan sebagai $I_0 = V_0/Z$. Untuk rangkaian seri RLC, impedansinya adalah $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$. Daya rata-rata yang terkait dengan elemen rangkaian diberikan oleh $P_{avc} = (1/2)I_0 V_0 \cos \Phi$ dan frekuensi sudut resonansi rangkaian direpresentasikan sebagai $\omega_0 = \sqrt{1/LC}$ (Maluegha & Luntungan, 2021).

2.8 Jenis material



Gambar. 2. 2 Desain Heatsink

Desain ini menggunakan 2 material pada desainnya dengan konduktivitas thermal yang berbeda, ini dilakukan untuk membuat panas pada heatsink distribusikan mengalir melaluisumber panas, pada desain ini heatsink digunakan secara komposit dengan menggunakan material silver (Ag) dan mengalir menuju pada material aluminium Al 5052.

Table .2. 1. Properties untuk simula

Material	Konduktivitas Thermal(W/m ² K)
Almunium 5052(Al-5052)	148
Perak murni (Ag)	419

Desain pada permukaan akan diuji dengan berbagai desain untuk mengetahui pengaruh desain pada performa heatsink untuk mendistribusikan panas. Panas yang disebabkan oleh circuit electronics dipengaruhi oleh sirip pada heatsink, maka pada percobaan ini dilakukan variasi desain pada heatsink(Aldori & Pangestu, 2022).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang nantinya digunakan penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini adalah metode eksperimen. Pelaksanaan penelitian eksperimen ini bermaksud yang dimana dalam prosesnya melalui pencarian pengaruh terhadap variable-variabel tertentu dalam kondisi yang diamati dan terkontrol secara ketat, penelitian dengan metode ini berarti melakukan percobaan secara langsung dalam pencarian dan mengkonfirmasi data variable-variable yang berubah seiring dengan berjalannya waktu dalam penelitian ini.

Dimana maksud dari penelitian yang dilaksanakan ini adalah melakukan analisa desain AlSi untuk Heatsink dari peleburan kompor berbahan bakar oli bekas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang desain paduan aluminium-silikon (AlSi) sebagai material heatsink yang diproduksi melalui proses peleburan menggunakan kompor berbahan bakar oli bekas. Pendekatan ini tidak hanya memanfaatkan limbah oli bekas sebagai sumber energi alternatif, tetapi juga mendukung praktik daur ulang logam yang ramah lingkungan dan ekonomis.

Penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar dalam proses peleburan logam telah terbukti efektif dalam mencapai suhu tinggi yang diperlukan untuk mencairkan aluminium. Sebagai contoh, sebuah penelitian menunjukkan bahwa kompor berbahan bakar oli bekas mampu mencapai suhu hingga 1127 °C, yang cukup untuk proses peleburan aluminium . Desain kompor ini sering kali dilengkapi dengan

sistem tekanan uap untuk meningkatkan intensitas api dan efisiensi pembakaran.

3.2 Waktu dan tempat penelitian

3.2.1 Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024, dengan detail jadwal tugasakhir seperti terlihat tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal tugas akhir

Aktivitas	2024			2025			
	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr
Pengajuan Judul							
Penulisan Proposal							
Seminar Proposal							
Pemilihan Alat dan Bahan							
Seminar Hasil							
Sidang Sarjana							

3.2.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian alat uji ini dilakukan di Lab Fakultas Teknik Universitas Medan Area al an Sei Serayu Nomor 70 A / Jalan Setia Budi Nomor 79 B, Medan 20112.

3.3 Variabel penelitian

a. Variabel Bebas

Variabel independen atau variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat (dependent). Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebasnya adalah variasi suhu temperatur thermostat sebesar 90°C, 110°C, 130°C.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (independent). Dalam penelitian ini yang merupakan variabel terikatnya adalah laju pembakaran.

3.4 Metode pengumpulan data

Pada tahap ini terbagi menjadi beberapa tahapan berikut:

1. Studi Literatur

Dengan mengumpulkan teori dan literatur, buku referensi, jurnal, dan artikel yang terkait atau hampir terkait dengan penelitian ini, tahap ini memperdalam pemahaman materi

2. Pengambilan Data

Pada tahap ini akan ada data yang di ambil nantinya yaitu laju pembakaran yang terjadi pada kompor oli bekas menggunakan pemanas elektrik

Langkah-langkah dalam pengambilan data:

a. Prosedur pengambilan data

1. Siapkan alat dan bahan, sebelum melakukan Proses pengambilan data.
2. Masukkan oli kedalam tangki oli sebanyak 1 liter, kemudian panaskan oli sesuai variasi suhu disini menggunakan temperatur 90°C, 110°C, 130°C, setting suhu pada thermostat digital rex c100.
3. Jika sudah pada suhu yang di inginkan putar kran untuk mengeluarkan oli yang sudah dipanaskan di dalam tangki kemudian disalurkan menggunakan pipa dan menuju ke tungku dan campur sedikit bensin.
4. kemudian nyalakan kompor oli menggunakan korek api.
5. Ambil data dan catat data yang dibutuhkan dalam penelitian.
6. Eksperimen diulang tiga kali, dan hasil rata-rata digunakan untuk mendapatkan hasil terbaik.

Pada Tabel pengambilan data Sebelum pengambilan data, mengatur terlebih dahulu suhu thermostat di suhu yang nantinya akan dijadikan penelitian yaitu: 90°C, 110°C, 130°C. dan setiap masing-masing suhu akan di ambil percobaan sebanyak tiga kali, dan hasil rata-rata digunakan untuk mendapatkan hasil terbaik dan akan digunakan sebagai perhitungan laju pembakaran. Massa oli sebelum terbakar sebanyak 1 liter, kemudian data yang akan diambil nantinya yaitu massa oli sesudah pembakaran, temperatur api, temperatur air mendidih, waktu air mendidih. Dalam memudahkan pengambilan data nantinya akan dimasukkan ke dalam tabel agar mempermudah dalam melakukan perhitungan nantinya.

3.5 Metode Analisa Data

Data hasil penelitian dianalisa menggunakan persamaan-persamaan/rumus agar mendapatkan hasil untuk disimpulkan. Adapun persamaan tersebut sebagai berikut:

1. Perhitungan Laju Pembakaran

Laju pembakaran didapatkan dari volume bahan bakar yang terbakar selama proses pembakaran atau waktu pemasakan air 1 liter sampai mendidih, dan data yang digunakan hasil rata-rata setiap percobaan, ada pun dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

2. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan jumlah setiap bahan bakar yang dikonsumsi pada setiap satuan waktu tertentu. Jadi konsumsi bahan bakar adalah bahan bakar yang digunakan terhadap waktu sampai pemasakan air mendidih dalam panci. Dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

3. Perhitungan Daya Kompor

Daya kompor adalah panas yang di berikan oleh bahan bakar selama waktu pengujian Berdasarkan data yang di ambil hasil dari penelitian oleh Ramadhan, dkk (2023) dalam pengujian limbah oli bekas motor tanpa campuran katalis adalah sebesar 10.684,912 kkal/kg.

Sebagai perhitungan adalah data rata-rata pada masing-masing suhu pemanasan oli yang berbeda. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

4. Perhitungan Efisiensi termal

Efisiensi termal merupakan sebuah ukuran kinerja pada peralatan yang menunjukkan performa peralatan yang menggunakan panas seperti proses pembakaran. Efisiensi termal pada kompor oli bekas didefinisikan sebagai energi

yang diserap oleh material yang di masak yaitu air 1 liter sama dengan 1kg air, dan panas jenis airnya 1 kkal/kg°C pada energi yang dihasilkan dari proses pembakaran seperti terlihat pada persamaan dibawah ini:

$$n_{\text{termal}} = \frac{m_{\text{air}} \times C_{p_{\text{air}}} \times \Delta T_{\text{air}}}{m_f \times E \times t_m} \times 100\% \quad (\text{Munawar, 2002})$$

Keterangan: n_{termal} = efisiensi termal (%)

m_{air} = massa air (1 kg)

$C_{p_{\text{air}}}$ = panas jenis air (1 kkal/kg °C)

ΔT_{air} = perubahan suhu air selama t_m (°C)

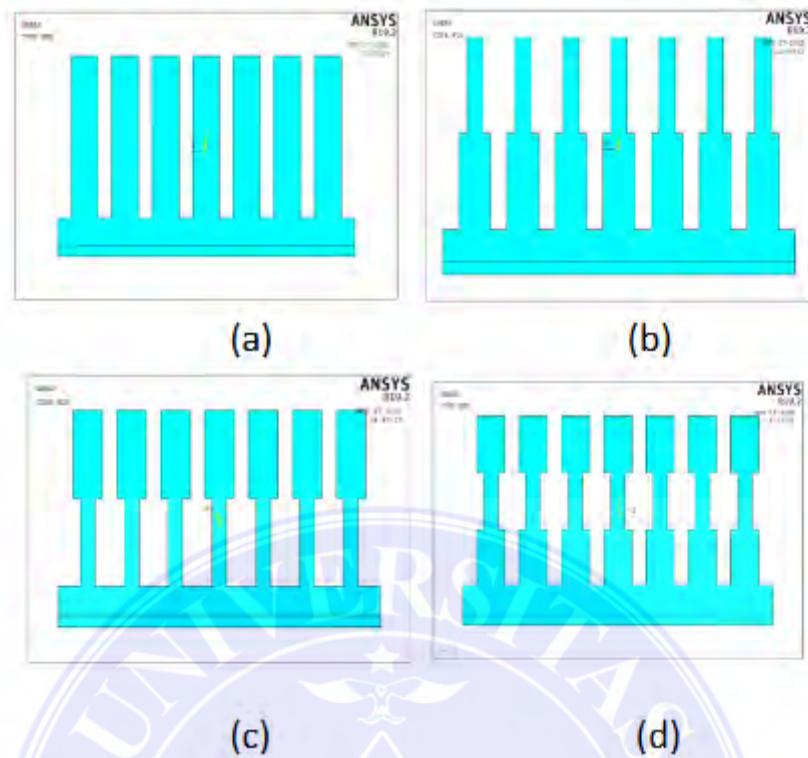
m_f = massa bahan bakar terbakar (kg)

E = nilai kalor bahan bakar (10.684,91 kkal/kg)

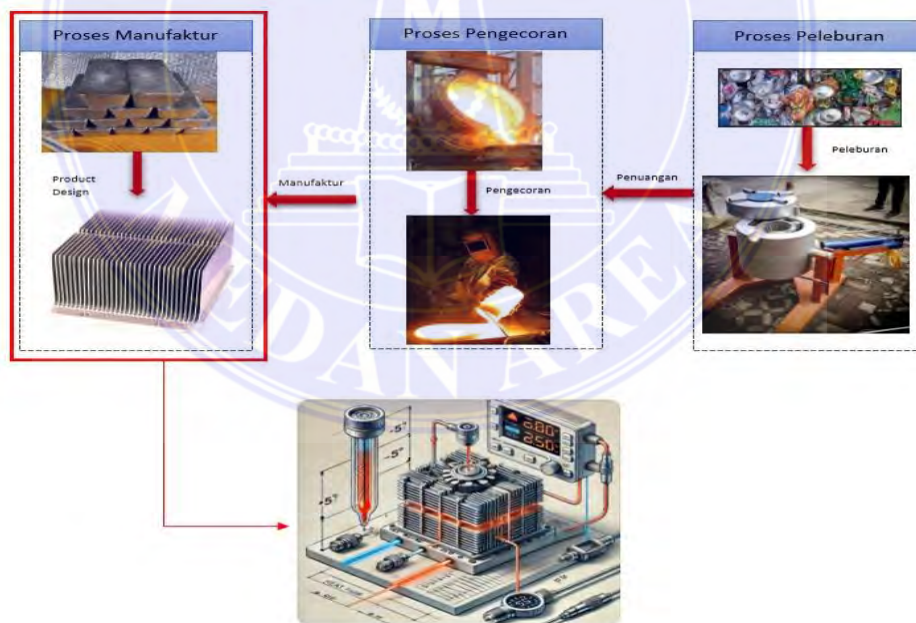
t_m = waktu pemanasan air (menit)

3.6 Perhitungan Pendingin Heatsink

Perkembangan teknologi semakin pesat dirasakan, teknologi elektronika merupakan kunci pada perkembangan teknologi saat ini, semakin berkembangnya teknologi maka komponen untuk support pada system harus terus di kembangkan. Performa pada elektronik dengan ukuran micro scale (berukuran mikro) terus dilakukan untuk inovasi baik untuk listrik, pendingin dan ketahanan material. Heatsink merupakan komponen untuk pendingin pada elektronik, hal ini dilakukan untuk menjaga suhu pada elektronik agar suhu tetap stabil dan mengurangi kerusakan pada komponen akibat tegangan aliran listrik (Muchammad 2007). Pada performa heatsink distribusi panas sangat diutamakan untuk membuang kalor pada komponen elektronika, desain material telah banyak dilakukan untuk meningkatkan performance pada heatsink. Penelitian yang dilakukan dengan mensimulasi menggunakan finite different, material pada heatsink sangat mempengaruhi performance pada heatsink. Material yang memiliki konduktivitas tertinggi adalah konduktivitas tertinggi (Fahendri, Festiyed, Hidayat 2014). Penelitian ini menggunakan ANALISA DESAIN AISi UNTUK HEATSINK DARI PELEBURAN KOMPOR BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS Material yang digunakan pada simulasi ini adalah aluminium 5052 sebagai sirip pada heatsink dan dengan menambahkan plat silver (Ag) pada permukaan bawah heatsink yang berkenaan langsung dengan sumber panas pada komponen elektronik.



Gambar. 3. 1. perhitungan pendingin heatsink



Gambar. 3. 2. peleburan oli

Cara pengerjaannya tungku peleburan berbahan bakar oli bekas:

1. Pertama sediakan kompor, setelah itu dilakukan peleburan, Dimana
2. Peleburan adalah proses untuk mengubah bijih mentah menjadi logam

dasar. Peleburan juga dapat merujuk pada perbuatan hukum untuk menggabungkan dua perusahaan atau lebih menjadi satu perusahaan baru yang menggunakan bahan aluminium ai.3009 akan mencair dan berbentuk ingot dimana Ingot adalah batangan logam yang dicetak menjadi bentuk tertentu, seperti batangan, pelat, atau lembaran. Ingot dapat terbuat dari berbagai jenis logam, seperti emas, perak, baja, dan aluminium.

Setelah itu diproses menggunakan mesin milling, Mesin milling adalah mesin perkakas yang digunakan untuk memotong, membentuk, dan menyayat benda kerja. Mesin ini juga dikenal sebagai mesin frais. Setelah itu dilakukan pengukuran suhu menggunakan alat Termocouple, setelah itu diberikan penanda titik menggunakan Termostat.

3.7 Alat Dan Bahan Penelitian

Berikut adalah peralatan dan bahan yang dibutuhkan nantinya yang akan digunakan pada pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1 Alat

Berikut ini merupakan alat yang akan digunakan untuk mendapatkan data-data pada penelitian ini sebagai berikut:

1.1 Thermogun

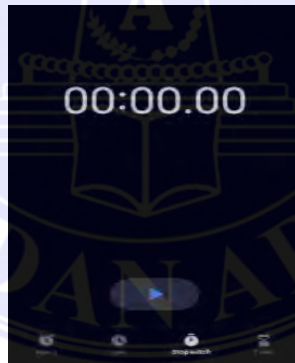
Ini adalah alat yang mampu mengukur suhu atau temperatur tanpa menyentuh benda. Termometer ini menggunakan radiasi inframerah yang dapat mengukur suhu dengan cepat dan akurat. Digunakan sebagai alat untuk mengukur suhu.



Gambar. 3.3. Thermogun

1.2 Stopwatch

Alat ini berupa aplikasi dari sebuah ponsel yang dimana terdapat waktu seperti stopwach. Aplikasi ini digunakan untuk fasilitas penghitung. sebagai alat penghitung waktu kecepatan pemanasan oli, kecepatan pembakaran dan lamanya penguapan air.



Gambar. 3.4. Aplikasi stopwatch smartphone

1.3 Termometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau temperatur. Kata termometer berasal dari bahasa Latin, yaitu thermo yang berarti panas dan meter yang berarti mengukur. Termometer memiliki berbagai jenis dan cara kerja, tergantung pada tujuan penggunaannya. Dimana termometer memiliki

Jenis seperti termometer air raksa, Termometer digital, Termometer infrared, Termometer telinga, Termometer pensil.

Cara kerja dari termometer pada Termometer air raksa bekerja dengan cara air raksa bergerak ke angka yang menunjukkan suhu tubuh. Sedangkan Termometer digital bekerja dengan cara menunggu termometer berbunyi dan melihat angkanya. Termometer biasanya digunakan untuk memeriksa suhu tubuh, namun juga bisa digunakan untuk mengukur suhu benda atau lingkungan.



Gambar. 3. 3. Thermometer

1.4 Termocouple

Termokopel /Termocouple adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “Thermoelectric”. Aplikasinya berkisar dari manufaktur industri dan pengaturan eksperimental hingga termometer daging yang Anda gunakan di rumah. Termokopel sering digunakan di mana saja yang penting untuk dapat memantau atau mencatat data

suhu dengan andal.

fungsi dari Termokopel hanyalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur suhu . Desain sensor ini terdiri dari dua kawat logam yang tidak sama yang disatukan di salah satu ujungnya, dihubungkan ke instrumen yang mampu menerima masukan termokopel dan mengukur hasil pembacaan.



Gambar. 3. 4. Termocouple

1.5 Thermostat

Thermostat adalah salah satu jenis komponen mobil yang termasuk dalam sistem pendingin. Fungsinya adalah sebagai pengatur cairan pendingin yang ada pada mesin mobil. Thermostat mampu mencegah overheat karena mampu menjaga kestabilan suhu mesin. Adapun dalam usahanya menjaga suhu mesin kendaraan, fungsi dari thermostat akan menutup saluran air pendingin dari mesin ke radiator saat suhu air masih rendah. Kemudian, ia akan membuka saluran tersebut saat suhu air pendingin sudah tinggi. Sebagai informasi, air pendingin inilah yang membantu thermostat menjaga suhu mesin.



Gambar. 3. 5. Thermostat

1.6 Pengujian

Pengujian heatsink dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan bahan dalam menghantarkan dan menyebarkan panas secara efektif dari sumber panas ke seluruh permukaan heatsink. Proses ini menjadi bagian penting dalam penelitian karena heatsink berfungsi sebagai komponen utama dalam sistem pendingin yang bertugas mengurangi suhu perangkat atau media yang terpapar panas.

Dalam penelitian ini, proses pengujian listrik dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa setrika sebagai sumber panas, serta thermogun digital untuk mengukur suhu pada beberapa titik yang telah ditentukan di permukaan heatsink. Suhu ruangan selama pengukuran dipertahankan pada kondisi stabil agar hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara tujuan antar sampel. Heatsink yang diuji diletakkan langsung di atas permukaan setrika yang telah dipanaskan hingga mencapai suhu maksimum sekitar.

Setelah itu dilakukan pengambilan data suhu secara berkala yang tersebar di area heatsink untuk melihat bagaimana panas menyebar dari pusat ke seluruh bagian heatsink. Selain pengukuran suhu, pengujian ini juga memperhatikan waktu pemanasan alat (waktu setrika mencapai suhu maksimum), serta kecepatan penurunan suhu pada masing-masing titik sebagai indikator efisiensi konduksi dan konveksi dari heatsink tersebut.

Semakin cepat panas menyebar dan semakin merata distribusinya ke seluruh permukaan heatsink, maka semakin baik pula performa bahan dan desain heatsink tersebut. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran ini kemudian dicatat dalam bentuk tabel suhu per menit, yang selanjutnya dianalisis untuk mengetahui perbedaan karakteristik termal antar sampel heatsink.

Setiap sampel memiliki desain struktur yang berbeda-beda, baik dari segi bentuk, ketebalan, jumlah sirip pendingin, maupun jenis bahan penyusunnya, sehingga hasil pengujian ini sangat penting untuk menilai kelebihan dan kekurangan masing-masing heatsink. Melalui pengujian ini diharapkan dapat diketahui mana heatsink yang memiliki kemampuan paling efektif dalam menyerap dan menyebarkan panas, sehingga dapat dipelajari dasar dalam menentukan desain atau bahan heatsink yang paling optimal untuk aplikasi sistem pendingin di masa mendatang.

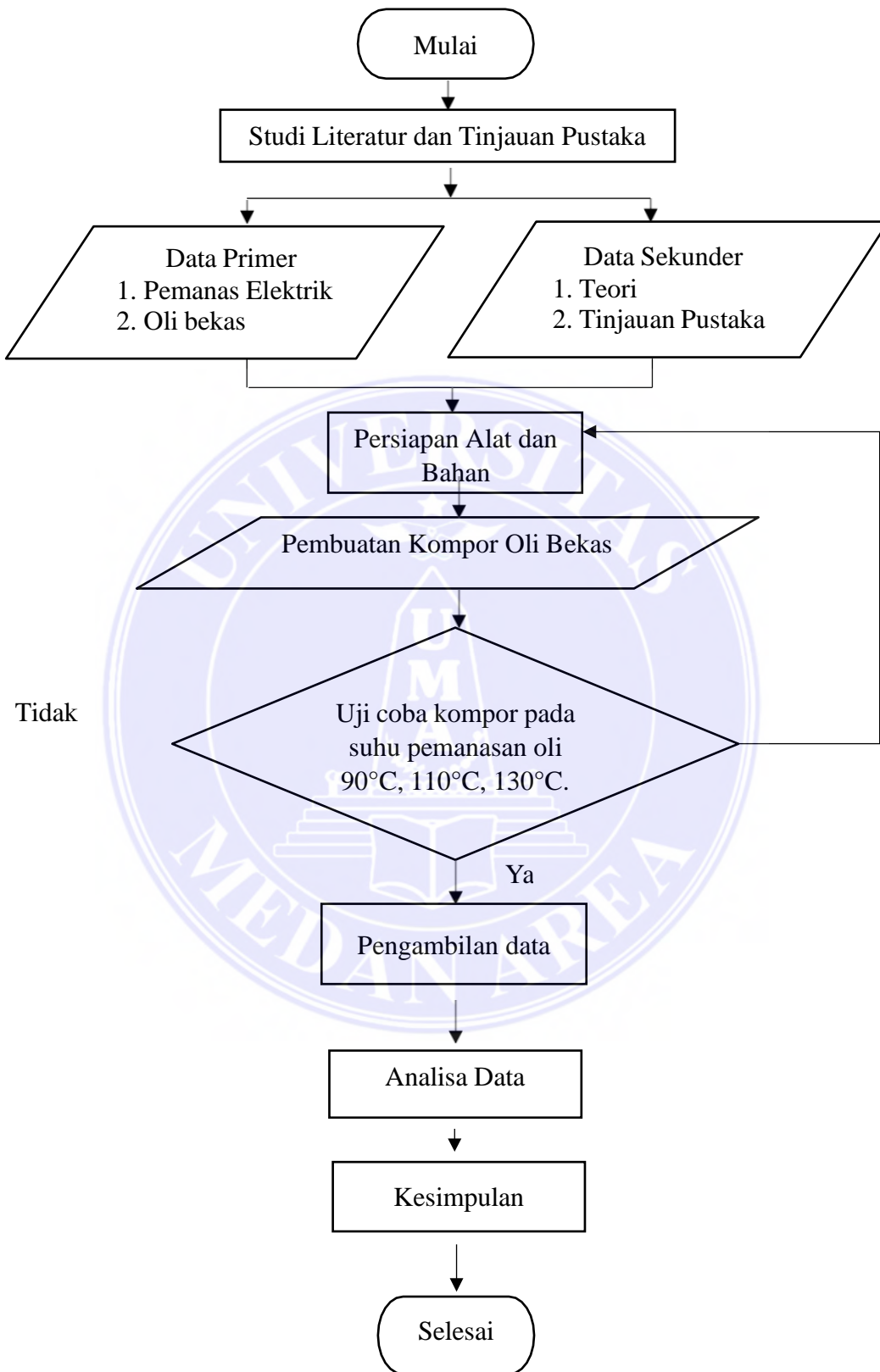
Pada fase pengujian akan dilakukan pengambilan data-data yang diperlukan pada penelitian ini. Pada fase pengujian, dilakukan proses pengambilan data yang sangat penting untuk mendukung keseluruhan tujuan dari penelitian ini. Data-data tersebut diperoleh secara langsung dari alat peraga yang telah dirancang dan disiapkan sebagai bagian dari simulasi sistem pemanas dan pendingin. Alat peraga ini dirancang menyerupai kondisi nyata sistem perpindahan panas, sehingga data yang diperoleh diharapkan mencerminkan karakteristik kinerja bahan heatsink secara lebih akurat.

Pengambilan data dilakukan secara sistematis dan terstruktur dengan memperhatikan variabel-variabel penting yang berhubungan langsung dengan efektivitas perpindahan panas. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk mengamati bagaimana panas berpindah dari sumber panas (kompor oli atau elemen pemanas seperti setrika) menuju media penghantar (heatsink).

Berikut adalah data data yang akan diambil dari alat peraga:

- 1.6.1 Temperature pada api dan air.
- 1.6.2 Waktu yang dibutuhkan sampai dengan air mendidih dan Laju pembakaran pada kompor oli.

3.8 Diagram Alur Penelitian



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Minyak pelumas mesin atau biasa dikenal Oli mesin merupakan cairan yang banyak di gunakan pada mesin motor. Oli merupakan salah satu komponen paling penting dalam mesin, banyak ragam dan macam oli tergantung pada jenis penggunaannya pada mesin atau spesifikasi mesin. Seluruh jenis oli biasanya berfungsi untuk melumasi bagian dalam mesin yang mengalami gesekan dan sebagai pendingin pada mesin. Kompor ekonomis berbahan bakar oli bekas adalah suatu rancangan guna mengurangi oli bekas yang ada.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis desain heatsink dari peleburan aluminium 3009 menggunakan bahan bakar oli bekas, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar peleburan aluminium terbukti efektif sekaligus memberikan solusi terhadap masalah limbah. Selain itu, penggunaan oli bekas lebih ekonomis dan ramah lingkungan, meskipun masih diperlukan kontrol pembakaran yang lebih baik agar proses berjalan lebih sempurna.
2. Proses peleburan menghasilkan material aluminium dalam bentuk ingot yang kemudian dapat diolah menjadi heatsink dengan berbagai desain sirip pendingin. Variasi desain yang diuji menunjukkan perbedaan signifikan dalam kemampuan pembuangan panas.
3. Dari hasil pengamatan, heatsink dengan struktur sirip tipis, rapat, dan jumlah lebih banyak (Sampel 3) memiliki kinerja sirkulasi paling baik,

diikuti oleh desain sirip vertikal yang lebih renggang (Sampel 2), sedangkan desain tanpa sirip (Sampel 1) memiliki efisiensi paling rendah.

4. Data hasil pengujian suhu menunjukkan bahwa material hasil peleburan mampu menahan dan melepaskan panas dengan baik. Hal ini membuktikan bahwa heatsink berbasis aluminium hasil peleburan oli bekas dapat menjadi alternatif kompetitif dibandingkan produk heatsink komersial.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar peleburan serta penerapan desain heatsink yang tepat dapat mendukung inovasi teknologi ramah lingkungan sekaligus efisien dalam sistem emisi elektronik maupun mekanis.

5.2 Saran

Sebaiknya, pemakaian oli juga ada batasnya mengganti oli motor merupakan salah satu bentuk perawatan pada mesin untuk menjaga kondisi mesin tetap prima. menggunakan jasa bengkel motor jika kita tidak bisa melakukan pergantian oli sendiri. Dalam penggantian oli akan menghasilkan oli bekas, oli bekas biasanya akan menjadi limbah yang berbahaya jika tumpah atau dibuang ke tanah akan mempengaruhi air tanah dan juga berbahaya bagi lingkungan. Hal ini dikarenakan limbah oli bekas dapat menyebabkan tanah kehilangan unsur hara. Selain itu jika limbah olibekas dibuang ke sungai atau laut akan mempengaruhi ekosistem sungai dan laut yang akan membunuh ikan habitat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldori, Y. R., & Pangestu, R. (2022). Analisa Perilaku Aliran Panas Pada Permukaan Desain Heatsink Dengan Menggunakan Software ANSYS. *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(2), 11–17. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i2.24>
- Faruqi, MD, Ardaha, MT., Hermanto, T., & Aldori, YR. (2025). Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Pisau Terhadap Kualitas Potongan Bawang Merah Pada Mesin Pengiris. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 4 (1), 39–47. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i1.192>
- Iqbal, M., Hermanto, T. ., & Aldori, YR . (2025). Pengujian Mesin Peniris Keripik Pisang Untuk Industri Makanan Skala Kecil. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 4 (1), 26–31. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i1.188>
- Faruqi, MD, Ardaha, MT., Hermanto, T., & Aldori, YR. (2025). Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Pisau Terhadap Kualitas Potongan Bawang Merah Pada Mesin Pengiris. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 4 (1), 39–47. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i1.192>
- Prabowo, Y., Sinaga, WW., Darianto, D., & Aldori, YR. (2025). Analisis Kinerja Termal Pengering Tipe Shangrai untuk Pengolahan Hasil Pertanian. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 4 (2), 5–8. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i2.213>
- Aldori, YR, & Pangestu, R. (2022). Analisis Perilaku Aliran Panas Pada Permukaan Desain Heatsink Menggunakan Software ANSYS. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1 (2), 11–17. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i2.24>
- Sembiring, BS., Aldori, YR., & Handoko, A. . (2025). Analisis Uji Elastisitas Modulus Muda Pada Komposit Polimer Kayu Dengan Metode Hot Press. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 4 (2), 13–16. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i2.226>
- Pranata, H. ., Aldori, YR., & Handoko, A. . (2025). Analisis Kekerasan dengan Pengujian Vickers pada Komposit Polimer Kayu Menggunakan Metode Hot Press. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 4 (2), 21–24. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i2.279>
- El Maghfiroh, R., & Zaman, M. B. (2020). Proses Penyebaran Konduksi Panas 1-Dimensi Pada Pipa Besi. *Transformasi : Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 4(1), 251–258. <https://doi.org/10.36526/tr.v4i1.911>

- Faizal, R., Agus Sahbana, M., & Risdiyanto Ismail, N. (2022). Analisa Variasi Heatsink Processor Terhadap Unjuk Kerja Sistem Pendingin Portable Thermoelectric. *Jurnal SIMETRIS*, 13(1), 1–13.
- Hakim, E. Z. R., Hasan, H., & Syukriyadin, S. (2017). Perancangan Mesin Pengering Hasil Pertanian Secara Konveksi dengan Elemen Pemanas Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dengan Sensor DS18B20. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2(3), 2017. <https://jurnal.usk.ac.id/kitekro/article/view/8325>
- HANDIKA, P. S. (2018). Analisa Meningkatnya Temperatur Air Pendingin Mesin Induk Di Mt. Princess Naomi. *Diploma thesis*, 6–19.
- Maluegha, B. L., & Luntungan, H. (2021). Penentuan Beban Pendinginan Ac Untuk Memilih Sistem Pendinginan Yang Hemat Energi Pada Ruangan Ibadah Gedung Gereja Kgmpi Getsemani Kelurahan Bahu Kota Manado. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado*, 7, 43–50.
- Mansyur, A. (2021). Rancang Bangun Cooler Box Berbasis Termoelektrik Dengan Variasi Heatsink. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 9(1), 59–64. <https://doi.org/10.32487/jtt.v9i1.989>
- Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, T. (2020). 濟無No Title No Title No Title. *Journal GEEJ*, 7(2).
- Saputra, D. I., & Aziz, A. (2019). Analisa Perpindahan Panas Kotak Pemanas Dan Pendingin Yang Menggunakan Modul Termoelektrik Sebagai Sumber Kalor. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 18(1), 32. <https://doi.org/10.31258/jst.v18.n1.p32-37>
- Sary, R. & A. Z. M. (2012). Kaji Eksperimental Perpindahan Panas pada Lemari Penyimpan Darah Portable dengan Memanfaatkan Efek Peltier. *Jurnal Teknik Mesin Unsyiah*, 1(2), 30. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JTM/article/view/1426>