

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



SKRIPSI

**PEMODELAN SENSOR SUHU PADA POMPA MOTOR
LISTRIK SEBAGAI LANGKAH PENCEGAHAN
TERJADINYA OVERHEAT DI KAPAL MT.KARTIKA 1**

Oleh:

ADAM NAUFAL YORIVANNO
NRP. 565.22.1583

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



**PEMODELAN SENSOR SUHU PADA POMPA MOTOR
LISTRIK SEBAGAI LANGKAH PENCEGAHAN
TERJADINYA OVERHEAT DI KAPAL MT.KARTIKA 1**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV**

Oleh:

**ADAM NAUFAL YORIVANNO
NRP. 565.22.1583**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	:	Adam Naufal Yorivanno
NRP	:	565221583
Program Pendidikan	:	Diploma IV
Jurusan	:	Teknika
Judul	:	Pemodelan Sensor Suhu Pada Pompa Motor Listrik Sebagai Langkah Pencegahan Terjadinya Overheat Di Kapal MT.Kartika 1

Jakarta, Maret 2026

Penulis



Adam Naufal Yorivanno

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	:	Adam Naufal Yorivanno
NRP	:	565221583
Program Pendidikan	:	Diploma IV
Jurusan	:	Teknika
Judul	:	Pemodelan Sensor Suhu Pada Pompa Motor Listrik Sebagai Langkah Pencegahan Terjadinya Overheat Di Kapal MT.Kartika 1

Pembimbing Utama


Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

Jakarta, Maret 2026
Pembimbing Pendamping


Ir. Junaidi, M.M
Pembina Utama Madya (IV/d)
NIP. 19630814 199403 1 002

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika


Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Adam Naufal Yorivanno
NRP : 565221583
Program Pendidikan : Diploma IV
Jurusan : Teknika
Judul : Pemodelan Sensor Suhu Pada Pompa Motor Listrik
Sebagai Langkah Pencegahan Terjadinya Overheat Di
Kapal MT.Kartika 1

Ketua Penguji

H. Kamarul Hidayat, S.Pel., M.M.Tr.
Pembina (IV/a)
NIP. 19710919 199803 1 001

Anggota Penguji 2

Muhammad Nurdin, S.AP., M.A.M.Mar.E.
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19660217 199808 1 001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam hal ini penulis mengambil bidang keahlian Teknika menyusun skripsi dengan judul:

PEMODELAN SENSOR SUHU PADA POMPA MOTOR LISTRIK SEBAGAI LANGKAH PENCEGAHAN TERJADINYA OVERHEAT DI KAPAL MT.KARTIKA 1

Skripsi ini disusun untuk memenuhi tugas akhir dan persyaratan program Diploma IV (D-IV) yang diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Penyusunan dan penulisan skripsi ini didasari oleh pengalaman-pengalaman penulis ketika melakukan praktek berlayar di kapal MT. KARTIKA 1

Banyak hambatan dan kesulitan yang dihadapi oleh penulis di dalam pembuatan skripsi ini, namun atas dukungan dan dorongan dari semua pihak akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan yang baik ini, penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada semua pihak atas segala dukungan, arahan dan bimbinganya dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada:

1. Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Dr. Markus Yando, S.Si.T., M. M. selaku Ketua Jurusan Teknika dan selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah rela meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Ir. Junaidi, M.M sebagai Dosen Pembimbing Pendamping, yang telah memberikan bimbingan tentang penulisan skripsi ini.
4. Seluruh civitas akademika, dosen, karyawan dan karyawan Sekolahan Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
5. Kepada kedua orang tua saya tercinta, ayah saya Yofin Wilson dan bunda saya Rini Sisyanti, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta pengorbanan yang tidak ternilai selama proses pendidikan dan penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala perhatian, motivasi, kesabaran, dan kepercayaan yang selalu diberikan kepada penulis dalam menghadapi setiap tantangan. Tanpa doa dan dukungan dari ayah dan bunda, penulis tidak akan mampu menyelesaikan pendidikan dan penyusunan skripsi ini dengan baik.
6. Kepada adik saya yang saya sayangi Afif Falih Yorivanno yang selalu memberikan dukungan terbaiknya kepada penulis.

7. Kepada semua crew MT.KARTIKA 1 yang telah mendidik dan menjaga saya selama melaksanakan praktek laut.
8. Rekan-rekan taruna dan taruni angkatan LXV yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu per satu.
9. Semua rekan-rekan tim Padang angkatan LXV yang saya cintai dan saya banggakan yang selalu berbagi saat susah dan senang.
10. Kepada pemilik nrp 465221461 Salmaa Tera Abdillah Ghani yang selalu menemani penulis dan membantu mulai dari pembelian bahan, pembuatan alat sensor suhu sampai sensor suhu sudah terakit sempurna dan segala bantuan yang tidak bisa disebutkan.
11. Teman-teman kamar G-103 yang mendukung penulis dalam hal pembelajaran dikelas maupun diluar kelas.
12. Kepada abang turunan, kakak, serta teman teman organisasi English Team yang juga banyak memberikan didikan dan bantuannya.
13. Kepada semua pihak yang tidak disebutkan di atas, atas bantuannya hingga penulisan skripsi ini dapat berjalan lancar.
14. Kepada diri saya sendiri yang telah berjuang dan bertahan selama masa pendidikan dari calon taruna hingga saat ini, *proud to be myself*.

Jakarta, 10 Juni 2026

Adam Naufal Yorivanno

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENGEMBANGAN.....	4
D. SPESIFIKASI PRODUK YANG DIKEMBANGKAN	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. KAJIAN TEORI.....	7
B. PENELITIAN TERDAHULU	15
C. KERANGKA PEMIKIRAN.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. JENIS DAN PENDEKATAN PENELITIAN	20
B. MODEL PENELITIAN	20
C. SUMBER DATA	22
D. PROSEDUR PENELITIAN	22
E. UJI COBA PRODUK.....	24
F. DESAIN UJI COBA.....	25
G. SUBJEK UJI COBA	26
H. JENIS DATA	26
I. METODE DAN INSTRUMEN PENGUMPULAN DATA	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	31
A. HASIL PENELITIAN.....	31
B. PENYAJIAN DATA UJI COBA.....	32
C. HASIL ANALISIS DATA	41
D. HASIL PRODUK.....	42
E. LUARAN PRODUK	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
A. KESIMPULAN.....	46

B. SARAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Stator.....	9
Gambar 2.2 Rotor	9
Gambar 2.3 Main Shaft	10
Gambar 2.4 Brush.....	10
Gambar 2.5 Bearing.....	11
Gambar 2.6 Drive Pulley	11
Gambar 2.7 Motor Housing.....	12
Gambar 4.1 Komponen Sensor DS18B20	35
Gambar 4.2 Komponen LCD 12C	37
Gambar 4.3 Komponen Arduino UNO R3	38
Gambar 4.4 Komponen Relay 5 V 1 Channel.....	39
Gambar 4.5 Komponen Buzzer	39
Gambar 4.6 Download Aplikasi Arduino IDE.....	40
Gambar 4.7 Langkah Import Coding.....	41
Gambar 4.8 Codingan Salah.....	43
Gambar 4.9 Hasil Produk	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Spesifikasi Perangkat Keras (Hardware)	5
Tabel 2.1 Insulation Class	15
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	16
Tabel 3.1 Keterangan Penilaian Validasi.....	28
Tabel 3.2 Persentase Penilaian Validasi	28
Tabel 4.1 Persentase Penilaian Validasi	32
Tabel 4.2 Persentase Penilaian Validasi	32
Tabel 4.3 Persentase Penilaian Validasi	33
Tabel 4.4 Persentase Penilaian Validasi	33

DAFTAR SINGKATAN

AI	<i>Artificial Intelligence</i>
Arduino IDE	<i>Arduino Integrated Development Environment</i>
ATT	<i>Ahli Teknik Tingkat</i>
DC	<i>Direct Current</i>
DS18B20	<i>Digital Temperature Sensor DS18B20</i>
GND	<i>Ground</i>
HP	<i>Horse Power</i>
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
IACS	<i>International Association of Classification Societies</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
ISM	<i>International Safety Management</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MSC	<i>Maritime Safety Committee</i>
MT	<i>Motor Tanker</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : *Foto Kapal*
- Lampiran 2 : *Ship Particular*
- Lampiran 3 : Crew Matrix
- Lampiran 4 : Gambar Pemrograman
- Lampiran 5 : Pemrograman

ABSTRAK

Naufal Yorivanno, Adam. 2026. “*Pemodelan Sensor Suhu Pada Pompa Motor Listrik Sebagai Langkah Pencegahan Terjadinya Overheat Di Kapal MT.Kartika 1 .*”

Overheat pada pompa motor listrik di kapal merupakan salah satu penyebab utama terjadinya gangguan operasional dan kerusakan permesinan yang dapat menghambat kelancaran pelayaran. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pemantauan suhu yang efektif sebagai langkah pencegahan dini terhadap peningkatan temperatur yang melebihi batas aman. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan sensor suhu pada pompa motor listrik sebagai upaya pencegahan terjadinya *overheat* di kapal MT. Kartika 1. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan eksperimental dengan perancangan model sistem sensor suhu yang dipasang pada bagian pompa motor listrik yang berpotensi mengalami kenaikan temperatur tinggi. Sensor suhu diintegrasikan dengan sistem pemantauan berbasis mikrokontroler untuk mendeteksi perubahan suhu secara real time dan memberikan peringatan ketika suhu melampaui batas yang telah ditentukan. Proses pemodelan meliputi tahap perancangan, kalibrasi, pengujian, serta evaluasi kinerja sistem untuk memastikan akurasi dan kestabilan pengukuran dalam kondisi ruang mesin kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model sensor suhu yang dikembangkan mampu mendeteksi peningkatan suhu secara akurat dan memberikan peringatan dini sebelum terjadi kondisi *overheat*. Sistem ini dapat meningkatkan keselamatan operasional, mendukung perawatan preventif, serta meminimalkan risiko kerusakan pada pompa motor listrik di kapal MT. Kartika 1. Dengan demikian, pemodelan sensor suhu ini merupakan langkah preventif yang efektif dalam menjaga keandalan sistem permesinan kapal.

Keywords: *Sensor Suhu; Kenaikan Suhu; Motor Listrik; Penelitian dan Pengembangan; Pencegahan*

ABSTRACT

Naufal Yorivanno, Adam. 2026. “*Modeling of Temperature Sensors on Electric Motor Pumps As a Preventive Measure To Prevent Overheat on Board Mt. Kartika 1.*”

Overheating in ship engine systems is one of the major factors that can lead to machinery damage, operational downtime, and potential safety hazards on board. Therefore, an effective temperature monitoring system is essential to ensure safe and efficient engine performance. This research aims to develop and model a temperature sensor system to prevent overheating on board MT. Kartika 1. The study focuses on designing a reliable temperature monitoring model capable of providing early detection and warning when engine temperatures exceed safe operating limits. The research employs an experimental and prototype-based approach, in which temperature sensors are installed at critical engine components prone to overheating. The system is integrated with a microcontroller-based monitoring unit that processes temperature data in real time and activates an alarm or indicator when abnormal temperature conditions are detected. The modeling process includes calibration, system testing, and performance evaluation to ensure measurement accuracy and operational stability under engine room conditions. The results indicate that the developed temperature sensor model is capable of accurately detecting temperature fluctuations and providing timely warnings before critical overheating occurs. The system improves preventive maintenance practices, enhances operational safety, and reduces the risk of engine failure on board MT. Kartika 1. In conclusion, the implementation of a temperature sensor modeling system is an effective solution to support ship machinery reliability and prevent overheating incidents. Further improvements are recommended in sensor durability, integration with ship monitoring systems, and long-term performance optimization.

Keywords: *Temperature Sensor; Overheating; Electric Motor; Research and Development ;Prevent*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal adalah sarana transportasi laut yang memiliki peranan strategis dalam mendukung kegiatan ekonomi, perdagangan, dan distribusi barang antarwilayah. Dalam konteks industri maritim modern, kapal tidak hanya berfungsi sebagai alat pengangkut, tetapi juga sebagai sistem mekanis yang kompleks dan terintegrasi. Di dalamnya terdapat berbagai komponen dan peralatan bantu yang bekerja secara sinergis untuk menjaga kinerja mesin utama dan menjamin keselamatan pelayaran. Salah satu sistem penting di kapal adalah sistem pemompaan yang berperan dalam mengalirkan fluida seperti bahan bakar, air pendingin, air *ballast*, dan oli pelumas ke berbagai bagian mesin. Kinerja sistem ini sangat bergantung pada keandalan pompa dan motor penggeraknya. Kegagalan sistem pompa dapat menyebabkan gangguan signifikan terhadap proses operasi kapal, mulai dari gangguan pada pendinginan mesin induk hingga terganggunya suplai fluida penting dalam sistem kapal.

Motor listrik adalah suatu perangkat elektromekanis yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui proses interaksi medan magnet dan arus listrik. Energi mekanik yang dihasilkan berupa gerak putar poros, yang kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan berbagai peralatan seperti pompa, kipas, dan kompresor. Motor listrik merupakan salah satu jenis penggerak utama yang paling banyak digunakan dalam sistem pompa di kapal karena kemampuannya menghasilkan torsi besar dengan efisiensi tinggi. Secara teori, motor listrik bekerja dengan prinsip elektromagnetik, yaitu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui interaksi antara medan magnet stator dan arus listrik yang mengalir pada rotor. Berdasarkan sumber tegangannya, motor listrik terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu motor arus searah (DC) dan motor

arus bolak-balik (AC). Motor AC, khususnya motor induksi tiga fasa, menjadi pilihan umum di dunia maritim karena konstruksinya sederhana, perawatannya mudah, dan tahan terhadap beban kerja yang berat serta lingkungan yang lembap dan korosif. Pada setiap kapal, motor listrik berfungsi sebagai penggerak utama untuk memastikan ketersediaan pasokan air bersih. Air bersih merupakan kebutuhan vital yang digunakan hampir setiap hari untuk berbagai keperluan di atas kapal. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, motor listrik pada pompa air harus bekerja secara terus-menerus agar suplai air tetap terjaga. Namun, dalam praktiknya, apabila tangki penampung air yang menjadi sumber isapan pompa dalam kondisi kosong atau belum terisi kembali dari tangki air tawar, maka pompa akan bekerja tanpa fluida. Kondisi ini menyebabkan motor listrik mengalami peningkatan suhu secara berlebihan. *Bearing* pada pompa juga akan mengalami kerusakan dikarenakan pompa yang bekerja secara terus menerus dan mengalami gesekan yang berlebihan sehingga pompa akan mengalami penurunan kinerja. Apabila hal ini dibiarkan berlanjut, panas berlebih tersebut dapat merusak komponen internal hingga mengakibatkan terbakarnya elektro motor pompa.

Dalam pelaksanaannya di kapal MT. KARTIKA 1, pompa motor listrik dioperasikan secara manual melalui panel kontrol, di mana proses *start* dan *stop* dilakukan langsung oleh awak kapal menggunakan *push button* atau saklar yang tersedia. Sistem pengoperasian manual ini menyebabkan kondisi kerja pompa sangat bergantung pada pengawasan awak kapal. Apabila awak kapal terlambat mengetahui adanya gangguan pada sistem, maka pompa dapat tetap beroperasi meskipun tidak berada dalam kondisi kerja yang normal.

Salah satu kondisi yang pernah terjadi adalah kosongnya tangki harian air tawar (*fresh water daily tank*) yang menyebabkan pompa tetap beroperasi meskipun pasokan fluida tidak tersedia. Akibatnya, pompa bekerja tanpa aliran air yang cukup (*dry running*), sehingga proses pendinginan dan pelumasan internal pompa menjadi tidak optimal. Kondisi tersebut mengakibatkan peningkatan suhu pada pompa dan motor listrik secara terus-menerus. Beberapa item PMS yang berkaitan dengan pemantauan kondisi motor listrik belum dilaksanakan secara maksimal, khususnya pengawasan temperatur kerja motor selama beroperasi. Akibatnya, kenaikan suhu yang terjadi pada motor tidak dapat terdeteksi secara dini sehingga motor tetap beroperasi pada kondisi temperatur yang melebihi batas normal. Kondisi tersebut menyebabkan akumulasi panas pada lilitan motor,

mempercepat degradasi isolasi, menurunkan efisiensi kerja motor, dan meningkatkan risiko terjadinya kerusakan akibat *overheat*.

Karena sistem yang digunakan masih bersifat manual dan belum dilengkapi dengan sistem pemantauan suhu otomatis, kenaikan temperatur tersebut tidak dapat segera diketahui oleh awak kapal. Akibatnya, motor listrik tetap bekerja dalam kondisi suhu tinggi hingga terjadi *overheat*. *Overheat* yang berlangsung dalam waktu tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada isolasi lilitan motor, bearing, serta komponen lainnya yang berpengaruh terhadap kinerja dan keandalan pompa.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pemasangan temperature sensor sebagai sistem monitoring dan proteksi tambahan yang mampu mendeteksi kenaikan suhu secara dini, memberikan peringatan kepada awak kapal, serta menghentikan kerja motor secara otomatis apabila suhu telah melebihi batas aman yang ditentukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu alat yang berfungsi sebagai sistem pengaman terhadap panas berlebih yang timbul pada motor serta mampu mengatur penggunaan motor agar tidak bekerja secara berlebihan. Untuk implementasi lainnya, alat ini juga dapat dipergunakan pada berbagai macam pompa seperti pompa air laut, pompa bahan bakar, pompa minyak lumpur dan juga pompa *seawage*. Dengan adanya alat ini, kondisi motor dapat tetap terjaga dalam keadaan optimal dan memiliki umur pakai yang lebih panjang. Oleh karena itu, penulis memilih untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul :

**“PEMODELAN SENSOR SUHU PADA POMPA MOTOR LISTRIK
SEBAGAI LANGKAH PENCEGAHAN TERJADINYA OVERHEAT DI
KAPAL MT. KARTIKA 1”**

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian pada latar belakang sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

Bagaimana cara merancang dan mengembangkan sensor suhu pada motor listrik pompa sebagai langkah untuk mencegah terjadinya *overheat* pada motor listrik tersebut?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENGEMBANGAN

1. Tujuan Pengembangan

Pengembangan pemodelan sensor suhu pada pompa motor listrik bertujuan untuk mencegah terjadinya *overheat* dengan mengembangkan sensor suhu pada motor listrik pompa.

2. Manfaat Pengembangan

Manfaat yang diharapkan dari pengembangan sistem ini meliputi manfaat praktis dan akademis sebagai berikut:

a. Manfaat Praktis

Pengembangan *temperature sensor* pada pompa motor listrik di kapal MT. KARTIKA 1 diharapkan dapat menjadi solusi terhadap permasalahan *overheat* yang sering terjadi selama operasional kapal. Dengan adanya pemantauan suhu motor secara *real-time*, kondisi kerja pompa dapat diawasi dengan lebih akurat sehingga peningkatan suhu yang tidak normal dapat segera terdeteksi. Sistem ini memungkinkan pemberian peringatan dini kepada awak kapal maupun penghentian pompa secara otomatis sebelum terjadi kerusakan serius. Selain itu, penggunaan *temperature sensor* diharapkan dapat membantu awak mesin dalam menjaga kinerja dan keandalan pompa motor listrik, mengurangi risiko kerusakan akibat kelalaian pengoperasian, serta meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional di kamar mesin.

b. Manfaat Akademis

Dari sisi akademis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem pemantauan suhu (*temperature sensor*) pada pompa motor listrik, khususnya dalam upaya pencegahan *overheat* di kapal MT. KARTIKA 1 maupun kapal sejenis. Selain itu, penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai penerapan pendekatan *Research and Development* (R&D) dalam merancang dan mengembangkan sistem keselamatan dan keandalan permesinan kapal yang berbasis pada permasalahan nyata di kamar mesin, sehingga dapat mendukung peningkatan keselamatan kerja dan efisiensi operasional di atas kapal.

D. SPESIFIKASI PRODUK YANG DIKEMBANGKAN

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa sistem *temperature sensor* yang dirancang sebagai alat bantu pendukung pada pompa motor listrik di kapal MT. KARTIKA 1 untuk mengatasi permasalahan *overheat*. Sistem ini dikembangkan dalam bentuk alat atau *prototipe*, yang merepresentasikan konsep pemantauan suhu motor secara berkelanjutan dan pemberian peringatan dini apabila suhu melebihi batas aman yang telah ditentukan.

Sistem *temperature sensor* dirancang sebagai sistem tambahan yang dapat diaplikasikan pada pompa motor listrik tanpa mengubah fungsi utama maupun sistem kelistrikan pompa yang telah ada. Pengembangan produk ini difokuskan pada upaya menjaga keandalan dan keselamatan pengoperasian pompa, sehingga risiko kerusakan akibat panas berlebih dapat diminimalkan, umur peralatan dapat diperpanjang, serta operasional kamar mesin menjadi lebih aman, andal, dan efisien.

1. Spesifikasi Fungsional

Sistem mampu:

- a. Melakukan pemantauan suhu pompa motor listrik secara kontinu dengan menggunakan *temperature sensor* yang dipasang pada bagian motor atau area kritis pompa.
- b. Mendeteksi kenaikan suhu yang melebihi batas aman (*overheat*) dan memberikan peringatan dini kepada awak kapal melalui indikator visual maupun *alarm*.
- c. Membantu mencegah kerusakan pompa motor listrik dengan memberikan informasi kondisi suhu secara *real-time* sehingga tindakan korektif dapat segera dilakukan.
- d. Bekerja sebagai sistem pendukung tanpa mengganggu fungsi utama pompa motor listrik dan sistem kelistrikan yang telah ada di kapal MT. KARTIKA
- e. Sistem dirancang untuk mengurangi risiko kelalaian awak kapal dalam pengoperasian pompa serta meminimalkan ketergantungan pada pengawasan manual secara terus-menerus, sehingga meningkatkan keselamatan dan keandalan operasional di kamar mesin.

Tabel 1.1
Spesifikasi perangkat keras (hardware).

Komponen	Spesifikasi
Nama alat	<i>Temperature Sensor</i>
Modul	<i>Temperature Sensor DS18B20</i>
Rentang suhu	65°-70°C
Bahan alat	Sensor DS18B20
Sistem Kerja	Berdasarkan suhu pompa motor listrik yang bergerak
Sistem monitoring	Menggunakan LCD
Fungsi utama	Mencegah terjadinya kenaikan suhu berlebih di pompa
Aplikasi	Pompa motor listrik di atas kapal

BAB II

LANDASAN TEORI

A. KAJIAN TEORI

Dalam sub bab ini berisi uraian tentang teori-teori yang relevan, pengertian pompa motor listrik, komponen pada pompa motor listrik, pengertian dari sensor suhu, dan jenis-jenis sensor suhu. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam memahami isi dari karya ilmiah ini.

a. Motor Listrik

Pengertian motor listrik menurut Patil, R. & Patil, A. (2023) menyebutkan bahwa *“An electric motor is an electrical machine that transforms electrical energy into mechanical motion using magnetic fields.”* Menurutnya, motor listrik adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi gerak mekanik dengan memanfaatkan medan magnet. Artinya, motor listrik bekerja berdasarkan prinsip bahwa ketika arus listrik mengalir melalui penghantar yang berada dalam medan magnet, maka akan timbul gaya elektromagnetik yang menyebabkan penghantar tersebut bergerak dan dapat digunakan untuk menggerakkan beban seperti pompa, kipas, atau permesinan lainnya.

Secara umum, struktur motor listrik terdiri atas bagian diam yang disebut stator dan bagian berputar yang dikenal sebagai rotor. Stator berfungsi sebagai penghasil medan magnet dan tempat terpasangnya lilitan kawat penghantar arus listrik. Bagian ini mencakup rangka luar sebagai pelindung dan penopang, inti stator yang terbuat dari lapisan baja tipis guna menyalurkan fluks magnet serta mengurangi kerugian akibat arus pusar, dan kumparan stator yang menciptakan medan magnet ketika dialiri arus. Rotor, yang terletak di dalam stator, berfungsi menghasilkan gerakan mekanis sebagai akibat interaksi antara medan magnet dan arus listrik. Rotor dapat berbentuk sangkar atau lilit, tergantung pada jenis motor yang digunakan. Di antara stator dan rotor terdapat celah udara yang memungkinkan perputaran rotor tanpa gesekan langsung.

Komponen lain yang turut menunjang kinerja motor listrik antara lain bantalan atau *bearing* yang menahan poros agar berputar stabil, poros (*shaft*) sebagai penyalur tenaga ke beban, serta kipas pendingin yang menjaga suhu motor tetap stabil selama beroperasi. Beberapa jenis motor juga dilengkapi dengan *slip ring* dan sikat (*brush*) untuk menyalurkan arus ke lilitan rotor. Seluruh bagian tersebut saling berinteraksi secara harmonis sehingga motor listrik dapat bekerja secara efisien, andal, dan mampu menghasilkan daya mekanik sesuai kebutuhan sistem penggerak.

b. Komponen Motor Listrik

Menurut Electrical Motor Handbook yang diterbitkan tahun 1998 dengan maker H. Wayne Beaty & James L. Kirtley dan penerbit McGraw-Hill (McGraw-Hill Book Company / McGraw-Hill Education), motor listrik adalah perangkat elektromekanis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui interaksi medan magnet. Motor listrik merupakan perangkat elektromekanis yang tersusun atas beberapa komponen utama yang memiliki fungsi saling berkaitan dalam proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik. Setiap bagian memiliki peran tersendiri dalam mendukung kinerja sistem secara keseluruhan, baik dari sisi pembentukan medan magnet, perputaran mekanis, maupun penyaluran daya ke beban.

- 1) Stator merupakan bagian tetap dari motor listrik yang berfungsi utama untuk menghasilkan medan magnet. Komponen ini tersusun atas lilitan kawat pada inti berbahan feromagnetik, seperti baja atau besi lunak, yang dirancang untuk mengalirkan fluks magnet dengan efisien. Medan magnet yang dihasilkan oleh stator kemudian berinteraksi dengan bagian berputar, yaitu rotor, untuk menghasilkan gaya elektromagnetik yang menyebabkan pergerakan mekanis. Pada motor arus bolak-balik (AC), stator biasanya terdiri atas beberapa kumparan yang dialiri arus AC sehingga membentuk medan magnet berputar yang menginduksi pergerakan rotor.



Gambar 2.1 Stator

- 2) Rotor merupakan bagian yang berputar di dalam stator dan bertugas mengubah energi elektromagnetik menjadi energi mekanik. Rotor umumnya dibuat dari logam konduktif atau lilitan kawat tembaga yang dipasang sedemikian rupa agar dapat merespons perubahan medan magnet dari stator. Ketika medan magnet stator berinteraksi dengan arus yang mengalir pada rotor, timbul gaya Lorentz yang menghasilkan torsi dan menyebabkan rotor berputar. Jenis rotor yang umum digunakan meliputi rotor sangkar tupai (*squirrel cage*) dan rotor lilit (*wound rotor*), di mana masing-masing memiliki karakteristik dan penerapan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan operasional motor.



Gambar 2.2 Rotor

- 3) Poros utama (*main shaft*) berfungsi menyalurkan torsi yang dihasilkan oleh rotor menuju beban mekanik yang digerakkan, seperti pompa, roda gigi, atau alat transmisi lainnya. Poros ini harus memiliki kekuatan dan

kekakuan yang memadai agar mampu menahan gaya puntir yang dihasilkan tanpa mengalami deformasi. Efisiensi transmisi tenaga dari rotor ke beban sangat bergantung pada keseimbangan dan ketepatan desain poros utama.



Gambar 2.3 Main Shaft

- 4) Sikat (brush) merupakan komponen yang berperan menghantarkan arus listrik dari sumber daya menuju rotor, terutama pada motor arus searah (DC). Sikat biasanya terbuat dari bahan karbon atau grafit yang memiliki sifat konduktif dan tahan terhadap keausan akibat gesekan. Pada motor DC, sikat bersinggungan langsung dengan komutator untuk memungkinkan arus mengalir ke kumparan rotor. Kualitas sikat yang digunakan akan memengaruhi kinerja, efisiensi, serta umur pakai motor, sehingga perawatan berkala perlu dilakukan untuk menjaga kestabilan sistem kelistrikan motor.



Gambar 2.4 Brush

- 5) Bantalan (*bearing*) berfungsi menopang rotor dan poros agar dapat berputar secara halus serta meminimalkan gesekan antarbagian yang bergerak. *Bearing* umumnya terbuat dari bahan baja berkualitas tinggi atau keramik yang tahan terhadap keausan dan beban putaran tinggi. Selain menahan gaya radial dan aksial, *bearing* juga berperan menjaga keseimbangan perputaran sehingga getaran dan kebisingan dapat

diminimalkan. Pemilihan jenis dan kualitas bearing yang tepat akan meningkatkan efisiensi, stabilitas, dan umur kerja motor listrik.



Gambar 2.5 *Bearing*

- 6) Katrol penggerak (*drive pulley*) digunakan untuk mentransmisikan energi putar dari motor ke perangkat lain melalui perantara sabuk atau rantai. Komponen ini biasanya dibuat dari bahan logam atau polimer berkekuatan tinggi dan dirancang agar memiliki daya cengkeram optimal untuk mencegah selip. Penentuan ukuran serta posisi pulley yang tepat sangat penting untuk menjamin efisiensi transmisi daya dan mengurangi keausan pada sistem pemindah tenaga.



Gambar 2.6 *Drive Pulley*

- 7) Rumah motor (*motor housing*) berfungsi sebagai pelindung seluruh bagian internal motor dari debu, kelembapan, serta benturan fisik selama proses operasi. *Housing* umumnya terbuat dari aluminium atau besi cor yang memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi dan panas. Selain sebagai

pelindung, rumah motor juga berperan dalam pelepasan panas yang dihasilkan selama proses kerja, sehingga menjaga suhu operasional tetap stabil dan mencegah terjadinya *overheating*. Dengan demikian, keseluruhan komponen tersebut saling mendukung dalam memastikan motor listrik dapat beroperasi dengan efisien, andal, serta memiliki daya tahan yang tinggi terhadap kondisi kerja yang berat.



Gambar 2.7 Motor Housing

c. Efisiensi Motor Listrik

Menurut Emadi (2012), efisiensi sebuah motor listrik dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya mekanik yang dikeluarkan oleh motor dengan daya listrik yang masuk ke motor tersebut, yang menyiratkan seberapa efektif motor mengubah energi listrik menjadi kerja mekanis. Tingkat efisiensi pada motor listrik ditentukan oleh besarnya rugi-rugi dasar yang terjadi selama proses konversi energi. Rugi-rugi tersebut hanya dapat diminimalkan melalui penyempurnaan rancangan motor serta pengaturan kondisi operasional yang optimal. Besar kehilangan energi ini umumnya berkisar antara sekitar dua persen hingga dua puluh persen dari total energi yang digunakan. Dengan demikian, efisiensi motor dapat dijelaskan sebagai rasio antara daya mekanik yang dihasilkan dan daya total yang disuplai ke motor, yang menunjukkan seberapa besar bagian energi listrik yang berhasil diubah menjadi energi berguna.

d. Beban Motor

Dalam mempelajari kinerja motor listrik, pemahaman mengenai konsep beban motor menjadi hal yang sangat penting. Beban motor dapat diartikan sebagai keluaran tenaga putar atau torsi yang dihasilkan motor sesuai dengan kebutuhan kecepatan tertentu. Menurut Emadi (2020), beban motor merupakan jumlah kerja mekanis yang dilakukan oleh motor listrik, termasuk gaya yang harus diatasi ketika motor menggerakkan beban. Karena pengukuran efisiensi motor secara langsung pada kondisi operasi normal cukup kompleks, maka besar beban sering kali digunakan sebagai indikator tingkat efisiensi motor. Umumnya, ketika beban meningkat, faktor daya serta efisiensi motor juga akan meningkat hingga mencapai nilai maksimum pada kondisi beban penuh. Oleh karena itu, pemilihan ukuran motor harus dilakukan melalui evaluasi beban yang cermat. Apabila dilakukan penggantian motor yang terlalu besar dengan kapasitas yang lebih kecil, maka perlu mempertimbangkan potensi peningkatan efisiensi dan dampak terhadap sistem secara keseluruhan.

Survei terhadap beban motor umumnya dilakukan untuk mengetahui kondisi pembebanan pada berbagai motor yang beroperasi di suatu fasilitas atau pabrik. Tujuan dari survei ini adalah untuk mengidentifikasi motor yang bekerja pada kapasitas tidak sesuai, baik motor yang berukuran terlalu kecil yang dapat menimbulkan risiko panas berlebih dan kerusakan komponen maupun motor yang berukuran terlalu besar yang menyebabkan pemborosan energi serta rendahnya efisiensi sistem.

Terdapat tiga metode utama yang biasa digunakan untuk menentukan besar beban motor pada sistem yang bekerja secara individual.

- a) Metode pengukuran daya masuk, yaitu cara yang menghitung persentase beban berdasarkan perbandingan antara daya listrik yang masuk ke motor (yang diukur menggunakan alat analisis daya) dan daya nominal motor pada kondisi beban penuh.
- b) Metode pengukuran arus (*current measurement*), di mana nilai arus yang terukur dibandingkan dengan arus nominal motor. Cara ini umumnya digunakan ketika faktor daya tidak diketahui atau hanya tersedia data arus saja. Metode ini juga direkomendasikan untuk kondisi beban yang rendah, yaitu di bawah 50 persen.

- c) Metode slip, yang menentukan beban dengan membandingkan nilai slip aktual pada saat motor beroperasi dengan slip pada kondisi beban penuh. Walaupun ketelitiannya terbatas, metode ini cukup sederhana karena hanya memerlukan tachometer tanpa alat analisis daya. Dari ketiga metode tersebut, pengukuran daya masuk merupakan cara yang paling umum diterapkan pada motor tiga fase karena hasilnya relatif lebih akurat dan praktis.

Adapun beberapa penyebab utama kerusakan pada motor listrik (*electro motor*) antara lain adalah timbulnya panas berlebih. Menurut Fitzgerald, Kingsley, dan Umans (2013), panas dapat dihasilkan oleh berbagai sumber energi seperti gesekan antara dua benda, api, atau radiasi sinar matahari. Panas yang berlebihan merupakan penyebab paling umum yang mengakibatkan umur pakai motor berkurang drastis. Setiap peningkatan suhu operasi sebesar 10°C di atas batas normal dapat memangkas masa pakai motor hingga 50%, bahkan jika kenaikan tersebut hanya terjadi dalam waktu singkat. Beberapa faktor yang memicu peningkatan suhu tersebut meliputi pemilihan ukuran motor yang tidak sesuai motor yang terlalu kecil akan bekerja melebihi kapasitas arusnya (*overcurrent*), sedangkan motor yang terlalu besar mengakibatkan konsumsi daya listrik menjadi boros, penggunaan sistem *starting* langsung (*direct on line*) yang menimbulkan lonjakan arus dan panas tinggi saat awal beroperasi, serta kebiasaan *start stop* berulang tanpa jeda waktu yang cukup, yang mengakibatkan akumulasi panas pada lilitan dan komponen motor.

e. Overheat

Menurut Kirtley (2010), overheating pada motor listrik terjadi ketika suhu operasinya melebihi batas yang dirancang. Kondisi ini muncul akibat ketidakseimbangan antara panas yang dihasilkan dan kemampuan motor membuang panas ke lingkungan. Akibatnya, isolasi pada lilitan motor melemah dan dapat menimbulkan kerusakan listrik maupun mekanis. Ia juga menjelaskan bahwa kenaikan suhu di atas batas desain dapat secara signifikan memperpendek umur isolasi, sehingga sistem pendinginan yang efektif sangat penting untuk menjaga kinerja dan efisiensi motor. Motor listrik memiliki kelas-kelas tersendiri untuk ketahanan terhadap peningkatan suhu atau panas.

Insulation class dikelompokkan menjadi empat tipe, diantaranya :

- a. Insulation class A

- b. Insulation class B
- c. Insulation class F
- d. Insulation class H

No	Insulation Class	Ambient Temperature	Rise Temperature	Titik Panas	Maximum Temperature
1	Class A	40°	60°	+5°	105°
2	Class B	40°	80°	+10°	130°
3	Class F	40°	105°	+10°	155°
4	Class H	40°	125°	+15°	180°

Tabel 2.1 *Insulation Class*

Berdasarkan standar IEC 60034-1 tentang *rotating electrical machines* serta referensi *motor manufacture manual book* kelas isolasi F yang umum digunakan pada pompa kapal, suhu maksimum lilitan mencapai 155°C. Namun suhu casing aman operasi kontinu berkisar 40–60°C, sehingga sistem proteksi dirancang pada 65°C sebagai peringatan dini dan 70°C sebagai batas penghentian otomatis untuk mencegah degradasi isolasi dan overheat.

B. PENELITIAN TERDAHULU

Kajian terhadap penelitian terdahulu merupakan langkah penting untuk mengetahui perkembangan teknologi yang relevan, serta untuk mengidentifikasi kelebihan, keterbatasan, dan celah penelitian yang dapat dijadikan landasan pengembangan lebih lanjut. Dalam konteks sensor suhu dan pencegahan overheat, berbagai penelitian telah dilakukan baik secara teoritis, eksperimental, maupun aplikatif. Berikut ini adalah beberapa studi sebelumnya yang relevan dan menjadi rujukan dalam penelitian ini :

Tabel 2.2 Beberapa Penelitian Sebelumnya

No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Penerbitan	Hasil
1	Perancangan Sistem Monitoring Suhu Motor Listrik Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler	Putra, A., 2020	Sistem mampu memantau suhu motor listrik secara real-time dan memberikan peringatan ketika suhu melebihi batas aman. Penggunaan sensor DS18B20 menunjukkan tingkat akurasi yang baik dengan selisih pengukuran $\pm 1^{\circ}\text{C}$.
2	Implementasi Sensor Suhu sebagai Proteksi Overheat pada Pompa Listrik Industri	Santoso, B. dan Pratama, R., 2021	Penelitian menunjukkan bahwa pemasangan sensor suhu pada casing motor pompa dapat mencegah kerusakan akibat overheat dengan mengaktifkan alarm dan sistem penghentian motor secara otomatis.
3	Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Overheat Motor Listrik Berbasis Arduino	Wibowo, D., 2022	Sistem berhasil mendeteksi kenaikan suhu abnormal dan memberikan peringatan dini melalui buzzer dan indikator LED. Alat ini dinilai efektif untuk meningkatkan keselamatan pengoperasian motor listrik.
4	Aplikasi Sensor Suhu untuk Monitoring Peralatan Mesin di Kapal	Sari, N. dan Rahman, F., 2023	Penerapan sensor suhu pada peralatan mesin kapal mampu mengurangi risiko kegagalan akibat panas berlebih serta membantu awak kapal dalam pengawasan kondisi mesin secara berkelanjutan.

5	Pengembangan Alat Pendeteksi Suhu Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan Pendekatan R&D	Prasetyo, D., 2023	Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode R&D mampu menghasilkan alat yang memiliki tingkat akurasi tinggi serta memenuhi aspek kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas berdasarkan pengujian lapangan.
---	--	--------------------	---

a. Sensor Suhu

Menurut Dally (2011), sensor suhu merupakan alat yang berfungsi untuk mengenali dan mengukur perubahan temperatur pada suatu sistem atau lingkungan tertentu. Perangkat ini bekerja dengan cara mengubah besaran suhu yang diterimanya menjadi sinyal listrik yang dapat diolah oleh rangkaian elektronik atau sistem kontrol. Melalui konversi tersebut, sensor suhu membantu proses pemantauan serta pengendalian temperatur agar tetap berada dalam batas yang diinginkan, sehingga kinerja peralatan dapat berjalan secara stabil dan efisien.

b. Jenis Jenis Sensor Suhu

a. Thermokopel

Thermokopel adalah sensor suhu yang bekerja berdasarkan efek Seebeck, di mana perbedaan suhu pada dua logam berbeda menghasilkan tegangan listrik. Menurut Fraden (2016), thermokopel mampu mengukur suhu dalam rentang sangat luas dan banyak digunakan pada aplikasi industri dan permesinan.

b. Thermistor

Thermistor merupakan sensor suhu yang nilai resistansinya sangat peka terhadap perubahan temperatur. Menurut Davis dan McCormick (2018), jenis NTC thermistor memiliki karakteristik penurunan resistansi seiring kenaikan suhu dan umum digunakan pada sistem proteksi overheat.

c. RTD (Resistance Temperature Detector)

RTD bekerja berdasarkan perubahan resistansi listrik yang sebanding dengan suhu. Menurut Webster dan Eren (2017), RTD memiliki akurasi dan kestabilan tinggi, sehingga cocok untuk pengukuran suhu presisi pada peralatan industri.

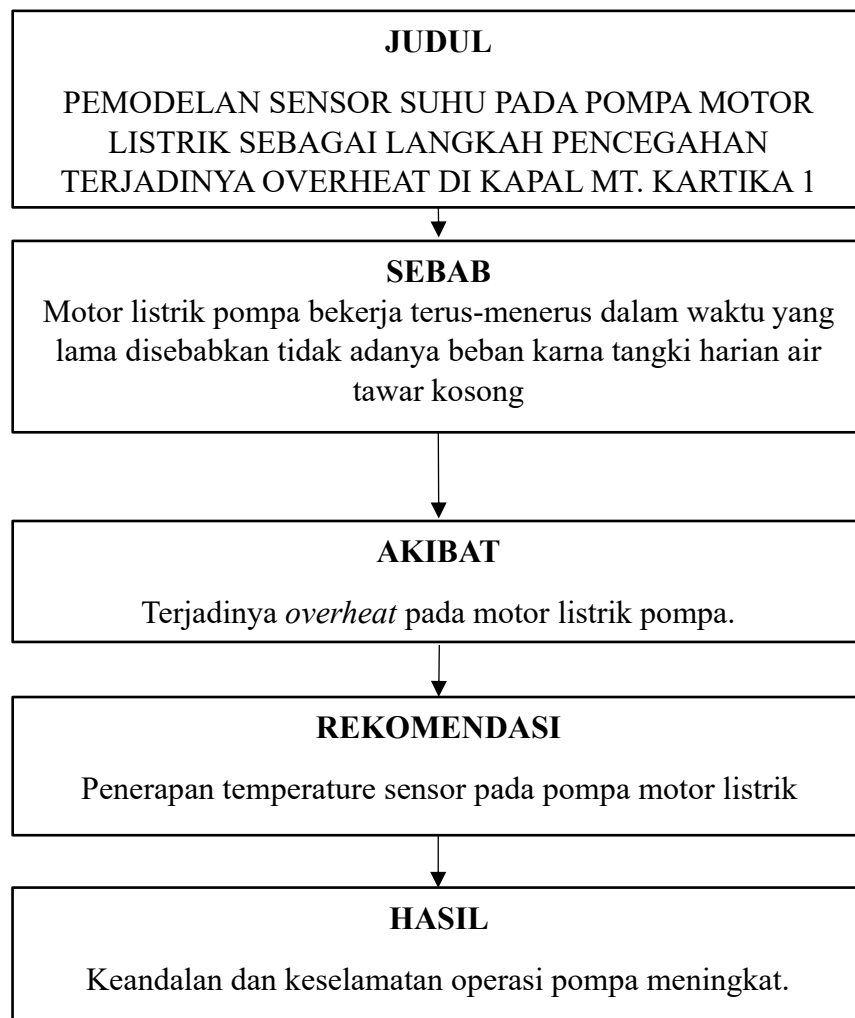
d. LM35

LM35 adalah sensor suhu semikonduktor dengan keluaran tegangan analog yang sebanding dengan suhu. Berdasarkan Texas Instruments (2019), sensor ini akurat, stabil, dan mudah diintegrasikan dalam sistem monitoring suhu.

C. KERANGKA PEMIKIRAN

Pada penulisan skripsi ini penulis ingin mencoba menjelaskan tentang pengembangan sensor suhu pada pompa motor listrik untuk mencegah terjadinya *overheat*, serta menemukan pemecahan masalah yang benar. Di mana pemaparan masalah tersebut diperoleh dari pengalaman yang didapat oleh penulis selama menjalani proyek laut atau praktik kerja nyata, masukan-masukan dari para masinis di atas kapal, buku-buku referensi, dan dari pembelajaran oleh dosen.

Berikut kerangka pemikiran yang berkaitan dengan masalah yang dihadapi:



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat sensor overheat berbasis Arduino terbukti efektif dalam mendeteksi kondisi panas berlebih pada elektro motor pompa. Dengan memanfaatkan sensor suhu DS18B20, sistem mampu melakukan pengukuran suhu secara akurat dan tepat. Selain itu, alat ini berfungsi untuk membaca data suhu, memberikan peringatan melalui buzzer, serta melakukan pemutusan daya secara otomatis ketika suhu melewati batas yang telah ditentukan, dengan penggunaan kabel yang relatif pendek sehingga instalasi lebih sederhana.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa batas suhu pada sensor dapat diatur sesuai kebutuhan pengguna, misalnya suhu kerja maksimal elektro motor pompa ditetapkan pada 65°C, buzzer akan aktif sebagai peringatan pada suhu 70°C, dan sistem akan memutus daya untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Dengan kinerja dan fleksibilitas tersebut, sensor overheat berbasis Arduino ini dinilai layak dan dapat diaplikasikan pada sistem kelistrikan di kapal.

B. SARAN

Untuk menjaga ketepatan hasil pengukuran, sensor suhu sebaiknya dilakukan kalibrasi secara rutin. Pemilihan kabel dengan panjang yang lebih memadai juga perlu diperhatikan agar proses pemasangan dan penerapan di ruang kamar mesin dapat berjalan lebih optimal. Selain itu, rangkaian sensor *overheat* disarankan dilengkapi dengan lampu LED berukuran kecil sebagai penanda visual sehingga kondisi alat dapat dipantau dengan lebih mudah. Dengan konfigurasi tersebut, sensor *overheat* ini tidak hanya cocok digunakan pada berbagai jenis pompa, tetapi juga memungkinkan untuk diterapkan di lingkungan lain seperti rumah atau lingkungan industri lainnya.

Selain itu, penulis berharap sistem ini dapat menjadi langkah awal dalam upaya pencegahan terjadinya *overheat* pada elektro motor pompa secara lebih dini dan sistematis. Dengan adanya sistem monitoring suhu yang bekerja secara kontinu, potensi kerusakan akibat kenaikan temperatur dapat diminimalkan sebelum mencapai kondisi kritis. Ke depan, sistem ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi sistem proteksi berlapis, seperti penambahan sensor arus, sistem pendinginan otomatis, maupun integrasi monitoring jarak jauh berbasis jaringan, sehingga pencegahan *overheat* tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga preventif dan prediktif.

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem sensor suhu yang telah dirancang dapat diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) sehingga data temperatur motor pompa dapat dipantau secara *real-time* melalui perangkat *smartphone* atau komputer. Dengan adanya sistem IoT, awak kapal dapat menerima notifikasi atau peringatan dini secara jarak jauh apabila suhu motor listrik melebihi batas aman, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat dan efektif guna meningkatkan keselamatan serta keandalan operasional permesinan kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afianto, N., & Jamaaluddin, J. (2020). Rancang bangun alat ukur temperatur *bearing* pada pompa industri berbasis Arduino UNO. *SinarFe7*, 3(1).
- Alfredo Sinaga, R., Eteruddin, H., & Tanjung, A. (2021). Pengaruh kapasitor terhadap faktor daya motor induksi tiga phasa di PT. Malindo Karya Lestari. *Jurnal Teknik*, 15(2), 85–93.
- Arifin, Z. (2011). *Penelitian Pendidikan: Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Beaty, H. W., & Kirtley, J. L. (1998). *Electrical Motor Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Chapman, S. J. (2012). *Electric Machinery Fundamentals* (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods In Education* (7th ed.). London: Routledge.
- Dally, J. W., Riley, W. F., & McConnell, K. G. (2011). *Instrumentation For Engineering Measurements (2nd Ed.)*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Fraden, J. (2016). *Handbook Of Modern Sensors: Physics, Designs, And Applications (5th Ed.)*. Cham: Springer.
- (IEC.) Kharisma, R. S., & Priati, A. (2017). Sistem Pemantauan Suhu Udara Pendingin Pada Motor Pompa Pendingin Utama Di PLTGU Tanjung Priok Menggunakan Arduino Uno R3. *Data Manajemen dan Teknologi Informasi*, 18(2), 7–12.
- Nugraha, L. D. (2025). Metode-Metode Harvesting Energy Mekanik Pada Sepeda Motor Listrik. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3S1).
- Pratama, R., & Mulyati, S. Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan, Dan Gas Pada Ruang Server Berbasis Node MCU ESP8266.
- Setiawan, F. W., & Wahyudi, I. (2025). Sistem Pemantauan Temperatur Mesin Berbasis Arduino Pada Motor Untuk Perawatan Optimal. *Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(1), 57–66.
- Setiawan, I. (2013). Studi Komparatif Arus Asut Motor Induksi Tiga Fasa Standar NEMA Berdasarkan Rangkaian Ekvivalen Dan Kode Huruf. *Jurnal Electrical Engineering Energy Information Technology*, 1(01).
- Sihombing, P. (2023). Prototipe Pengawasan Suhu Secara Real-Time Dan Pengontrolan Dua Motor Listrik Secara Otomatis Berbasis IoT. *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, 13(1), 83–94.

- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Texas Instruments. (2019). *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors* (Rev. H). Dallas, TX: Texas Instruments.
- Webster, J. G., & Eren, H. (Eds.). (2017). *Measurement, Instrumentation, And Sensors Handbook (2nd Ed.)*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Widitirto, W. P. (2021). *Rancang Bangun Alat Monitoring Temperatur Dan Vibrasi Pada Motor Dan Pompa Berbasis IoT* (Disertasi, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- Wiry Febriandi, R. (2023). *Analisis Terjadinya Kelebihan Beban Pada Motor Listrik di Kapal MT. Kyodo* (Disertasi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. FOTO KAPAL



LAMPIRAN 2. SHIP PARTICULAR



SHIP'S PARTICULARS

Ship's name	M.T. KARTIKA 1	Cargo capacity 100%	4247.200 M3 ~ 10 Tanks
Nationality	INDONESIA	Cargo Tank Coating	-
Port of Registry	Tanjung Priok	Cargo Tank Heating	-
Call sign	Y B V B 2	Ballast capacity 100 %	2288.35 M3
Imo No.	9828728	Fuel oil capacity 100 %	236.22 M3
MMSI No.	525100588	Gas oil Capacity	-
Class	NK	FW capacity 100 %	76.00 M3
Class Notation	NS / MNS (CT II & III)	Cargo Pumps	Diesel Driven 2 pump 200 m3/h, 8 bar and 1 pump 30 m3/h, 4 bar (Stripping)
Ship Builder	PT. PALMA PROGRESS SHIPYARD BATAM	Portable cargo pumps	-
Owner	PT. KSA OFFSHORE	Slop pumps	1 pump 30 m3/h, 4 bar (Stripping)
Operator	PT. KSA OFFSHORE	Ballast Pump	2 pump 200 m3/h, 30 mTH 1 pump 80 m3/h, 60 Mth
Length OA	80.00 M	Tank cleaning pump	5 m3/H, 30 mTH (Sludge Pump)
Length BP	77.30 M	Fire & General Service Pump	80 m3/h, 60 Mth (Ver. Primm. Pump)
Breadth (Moulded)	20.00 M	E/R & Bilge pump	5 m3/H, 20 mTH (Ver. Primm. Pump)
Depth (Moulded)	5.50 M	Emergency Fire Pump	32 m3/H, 45 Mth (Diesel Driven)
Dist. Top to keel	12.75 M	Sewage unit	Sewage Treathment Plant
Air draft	10.5 M		16 Prsn, 1500 Ltr/day
Dist Man To Bow	48 M		B.A dual Scr. Pump
Dist Man To Stern	18.5 M	No. of slop tank	2 (P & S)
Gross Tonnage GRT	2529 Tons	Crane : Stern Derrick	Modified
Net Tonnage NRT	1251 Tons	Power Pack (Hydraulic Pump)	Elec Motor 11 Kw
Lightship Disp.	1297.470 Tons	Oil Discharge Monitor	-
Built :	2015	Engine Room Supply Fan	2 x 31500 m3/h, 7.5 KW
Keel/Launch/Deliver	24-Aug-17		AXIAL FLOW RVSBLE
Main Engine Diesel	2 x 829 HP, 1900 RPM	Trading Area	Indonesia Local Trade
Type & Max. power	YANMAR 6AYM - WET	Sat C. No.	
Aux. Engine	Marine Use	Sat phone No	
Aux. kW	2 x 80 KW, 380 V, 3 Ph, 50 Hz	Mobile Phone	0821 4870 4845
Propeller	FPP Dia. 2.08 m, 5 Blades	E-mail Address	
Speed (service)	9.0 kts	H & M	
Anchore Chain	5 schack port.& 5 schack.stbd. 25.0 m ø 42 mm	P & I	
Mooring equipment	FOW : 2 Windlass	Emergency Response service	
	AFT : 1 Capstan		
Number of Crew : 15 PERSON			
Name of Master : Capt. Jestor Dongoran			

	TROPICAL	SUMMER	WINTER
FREEBOARD	1.586 M	1.609 M	1.682 M
DRAUGHT	3.914 M	3.891 M	3.818 M
DISPLACEMENT	5349.456 T	5315.099 T	5206.612 T
DWT	4057.980 T	3596.110 T	3915.140 T

Note : Draught corresponding to the form freeboard

4.259 M

LAMPIRAN 3. CREW LIST



PT. K S A OFFSHORE

CREW LIST

NAME OF VESSEL : MT. KARTIKA 1
 FLAG : INDONESIA
 OWNER : PT. K S A OFFSHORE
 PORT :
 DATE DEPT :

CALL SIGN : YBVB2
 GRT : 2529 TONS
 DWT : 3500 TONS
 LAST PORT :
 NEXT PORT :

NO	NAME	RANK	DATE SIGN ON	CERTIFICATE	COC CERTIFICATE NUMBER	BST NUMBER	SEAMEN BOOK	
							NO	EXP
1	Capt. Akbar Setiadi	Master	03-01-2025	ANT II	6201472610N20624	6201472610010422	G 055080	Apr 2026
2	Mawardi Irwanto Saputra	Ch. Off	05-01-2025	ANT II	6211811650N20124	6211811650010123	J 061529	Jun 2027
3	Welyar Juli Maher Gultom	2 nd . Off	26-12-2023	ANT III	6211811666N30121	6211811666010123	F 188309	Nov 2025
4	Gusten Rio Siburian	Ch. Eng	04-08-2022	ATT II	6200414043T20114	6200414043010120	G137570	Jan 2025
5	Andi Chandra Eka Putra	2 nd . Eng	12-03-2024	ATT II	6211408192T20123	6211408192010122	F 218793	Feb 2026
6	Muhammad Farhan	3 rd . Eng	21-02-2025	ATT III	6212138653T30124	6212138653010121	H 034485	Jul 2025
7	Achmad Yaini	Bosun	04-08-2022	ABLE-D	6202091427340517	6202091427010523	H 053577	Jul 2025
8	Riyan Firdiyanto	AB I	01-12-2022	RATINGS	6211442746330623	6211442746010620	G 125621	Des 2026
9	Sigit Jonardan Adikari S	AB II	02-03-2023	ABLE-D	6211701531340524	6211701531010321	J 005408	Mei 2027
10	Ridwan	AB III	08-01-2025	ABLE-D	6200172125340621	6200172125010621	F 300791	Jan 2027
11	Ranto Alexander Eka P.T	Oiler/Man	01-03-2023	ATT-V	6200264960T55321	6200264960010122	G 108416	Nov 2026
12	Sampe Sianipar	Oiler	08-04-2024	ATT-IV	6211529828T45222	6211529828010720	F 297839	Feb 2025
13	Pirman Samadu	Oiler	16-11-2024	RATINGS	6211719310350624	6211719310350624	G 056148	Jan 2026
14	Martinus Senohadi	Cook	03-01-2025	FOODHANDLING	6201341089010322	6201341089010322	F 148527	Mar 2026
15	Daniel Jorena Sembiring K	Cadet Deck	10-10-2024	BST	-	6212323460010123	J 061239	Jun 2027
16	Adam Naufal Yorivanno	Cadet Engine	09-10-2024	BST	-	6212323520010123	J 039948	Jun 2027

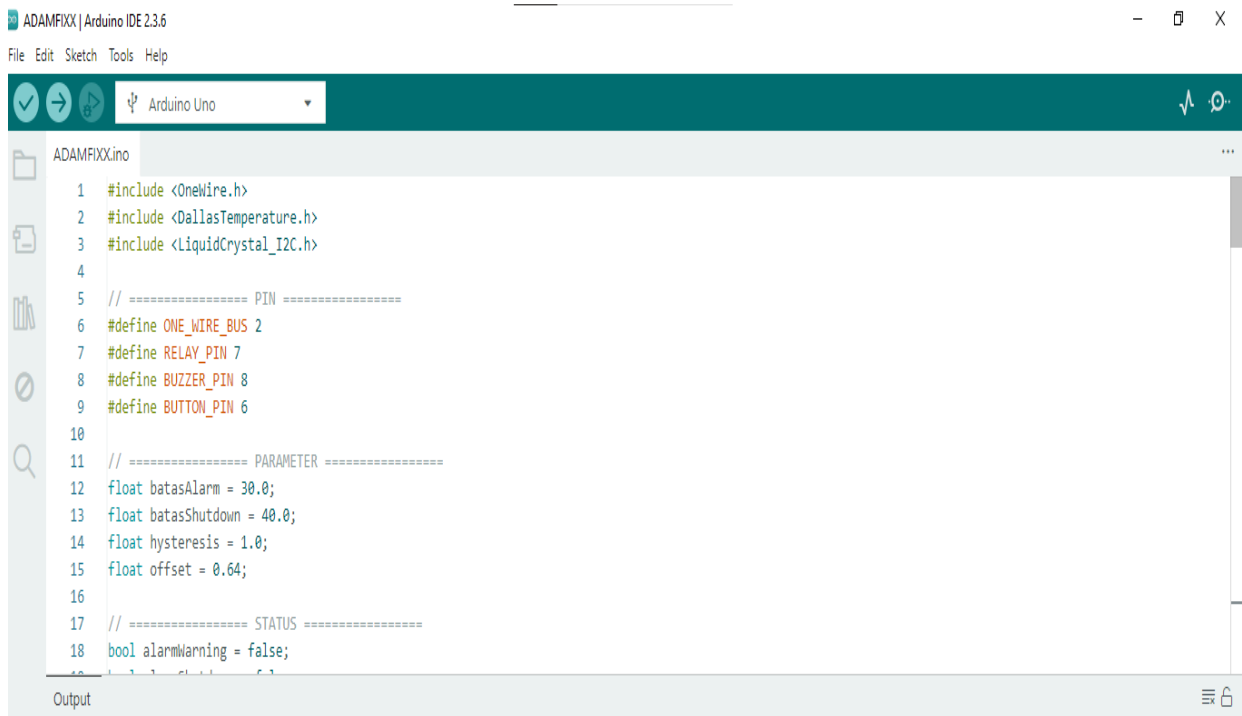
JUMLAH AWAK KAPAL : 16 (ENAM BELAS) ORANG TERMASUK NAKHODA

AT SAMPIT, 07 MARET 2025

Mengesahui:

Capt. Akbar Setiadi
 Master of MT. Kartika 1

LAMPIRAN 4. GAMBAR PEMROGRAMAN



LAMPIRAN 5. PEMROGRAMAN

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// ===== PIN =====
#define ONE_WIRE_BUS 2
#define RELAY_PIN 7
#define BUZZER_PIN 8
#define BUTTON_PIN 6

// ===== PARAMETER =====
float batasAlarm = 65.0;    // PERINGATAN
float batasShutdown = 70.0; // SHUTDOWN
float hysteresis = 1.0;
float offset = 0.64;

// ===== STATUS =====
bool alarmWarning = false;
bool alarmShutdown = false;
bool alarmMute = false;

// ===== OBJEK =====
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// ===== SETUP =====
void setup() {
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);

  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // pompa ON
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

  sensors.begin();
  sensors.setResolution(12);

  lcd.init();
  lcd.backlight();

  // ===== WELCOME SCREEN =====
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SELAMAT DATANG");
  lcd.setCursor(0,1);
```

```

    lcd.print("TEMP SAFETY SYS");
    delay(2000);
    lcd.clear();
}

// ===== LOOP =====
void loop() {
    float total = 0;
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        sensors.requestTemperatures();
        total += sensors.getTempCByIndex(0);
        delay(200);
    }

    float suhu = (total / 5) + offset;

    // ===== LEVEL WARNING =====
    if (suhu >= batasAlarm) {
        alarmWarning = true;
    }
    if (suhu < (batasAlarm - hysteresis)) {
        alarmWarning = false;
        alarmMute = false;
    }

    // ===== LEVEL SHUTDOWN =====
    if (suhu >= batasShutdown) {
        alarmShutdown = true;
        alarmWarning = true;
    }
    if (suhu < (batasShutdown - hysteresis)) {
        alarmShutdown = false;
    }

    // ===== PUSH BUTTON (MUTE) =====
    if (digitalRead(BUTTON_PIN) == LOW) {
        alarmMute = true;
        noTone(BUZZER_PIN);
        delay(300);
    }

    // ===== RELAY =====
    digitalWrite(RELAY_PIN, alarmShutdown ? LOW : HIGH);

    // ===== BUZZER =====
    if (!alarmMute) {
        if (alarmShutdown) {

```

```

    tone(BUZZER_PIN, 1800, 200); // nada darurat
} else if (alarmWarning) {
    tone(BUZZER_PIN, 1200, 200); // nada peringatan
} else {
    noTone(BUZZER_PIN);
}
}

// ===== LCD =====
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temp: ");
lcd.print(suhu, 2);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C ");

lcd.setCursor(0,1);
if (alarmShutdown) {
    lcd.print("SHUTDOWN!   ");
} else if (alarmWarning) {
    lcd.print("WARNING!   ");
} else {
    lcd.print("NORMAL PUMP ON ");
}

delay(500);
}

```