

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KINERJA *MAIN ENGINE* KAPAL BERBASIS IOT



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

ADITYA PUTRA MAHENDRA
NIT. 08.20.001.1.03

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN
KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KINERJA *MAIN ENGINE* KAPAL BERBASIS IOT



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

ADITYA PUTRA MAHENDRA
NIT. 08.20.001.1.03

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN
KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ADITYA PUTRA MAHENDRA

Nomor Induk Taruna : 08.20.001.1.03

Program Diklat : Diploma IV TRKK

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KINERJA MAIN ENGINE KAPAL BERBASIS IOT

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya,2024



ADITYA PUTRA MAHENDRA
NIT. 08.20.001.1.03

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL

Judul : **RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
KINERJA MAIN ENGINE BERBASIS IOT**

Nama : Aditya Putra Mahendra

Nomor Induk Taruna : 08.20.001.1.03

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA,.....2024

Menyetujui

Pembimbing I



SRI MULYANTO HERLAMBAH, S.T., MT.

Pembina (IV/a)

NIP. 197204181998031002

Pembimbing II



PRIMA YUDHA YUDIANTO, S.E., M.M.

Penata (III/c)

NIP. 197807172005021001

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198005172005021003

**PENGESAHAN SEMINAR HASIL
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KINERJA *MAIN ENGINE*
KAPAL BERBASIS IOT**

Disusun dan Diajukan Oleh :

ADITYA PUTRA MAHENDRA
NIT.08.20.001.1.03
D-IV TRKK

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal 07 Agustus 2024

Menyetujui :

Penguji I


DIANA ALIA, S.T., M.Eng.
Penata (III/c)
NIP. 199106062019022003

Penguji II


EDDI, A.Md.LLAJ., S.Sos, M.M.
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 196104091987031012

Penguji III


SRI MULYANTO HERLAMANG, S.T., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 197204181998031002

Mengetahui :

Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal


AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KINERJA *MAIN ENGINE* KAPAL BERBASIS IOT”. KIT ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat melaksanakan wisuda Program Diploma IV Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penelitian ini dilaksanakan karena ketertarikan peneliti pada masalah yang menyangkut Pendeteksi Panas pada main engine kapal. Karena pada saat ini sering terjadi permasalahan di atas kapal seperti pemakaian yang tidak wajar pada main engine kapal. Penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D (*Research and Development*) yang ditekankan pada analisis objek penelitian untuk mendapatkan validitas data dan membuat simpulan demi tercapainya tujuan penelitian yaitu menyajikan fakta yang deskriptif. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada pihak - pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Sri Mulyanto Herlambang, S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembimbing Materi.
3. Bapak Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M. Selaku Dosen Pembimbing Teknik Tulisan.
4. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M. Pd. selaku Ketua Jurusan Elektro.
5. Para dosen di POLTEKPEL Surabaya pada umumnya dan para dosen jurusan Elektro pada khususnya yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat.
6. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan berupa doa, moral dan material.
7. Seluruh Teman-teman atau Rekan - rekan khususnya Saudari Fitri Firdausi Nuzula yang tidak pernah bosan untuk selalu mendukung dan membantu saya dalam pembuatan Karya Ilmiah Terapan ini.

8. Para Pemberi Saran dan Masukan yang tidak bisa disebutkan namanya.

Terimakasih kepada beliau dan semua pihak yang telah membantu saya dalam pembuatan Karya Ilmiah Terapan ini, semoga semua amal, jasa dan seluruh kebaikan mereka mendapat imbalan dari Tuhan Yang Maha Esa.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan proposal ini. Kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan dan semoga penelitian ini akan bermanfaat bagi semua pihak.

Akhir kata penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan di dalam penulisan karya tulis ilmiah ini. Penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan bagi penulis serta berguna bagi pembaca.

Surabaya,

2024



ADITYA PUTRA MAHENDRA
NIT. 08.20.001.1.03

ABSTRAK

Aditya Putra Mahendra, Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Main Engine Kapal Berbasis IoT, dibimbing oleh Bapak Sri Mulyanto Herlambang, S.T.,M.T. dan Bapak Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M.

Main engine merupakan mesin penggerak utama. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan suhu mesin utama kapal menggunakan aplikasi Blynk. Sensor Thermocouple mengukur suhu mesin dan IR Sensor mengukur RPM, data diproses oleh ESP32, dan dikirim ke server cloud Blynk, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perancangan prototype sistem pemantauan cerdas untuk mendeteksi suhu main engine kapal menggunakan sensor Thermocouple, NodeMCU ESP32 yang beroperasi pada daya 3.3V digunakan sebagai inti pemrosesan data. Rancangan sistem dalam penelitian ini mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT). Faktor uji perangkat pengukur suhu *thermocouple* dan sensor RPM (IR Sensor). Prosedur uji menggunakan Motor DC sebagai simulasi main engine, diuji 1-10 menit dalam keadaan normal dan 5 menit saat Motor DC terasa hangat hingga panas.

Kata Kunci: Monitoring Kinerja, Main Engine, Internet of Things (IoT).

ABSTRACT

Aditya Putra Mahendra, IoT Based Ship Main Engine Performance Monitoring System Design, supervised by Mr. Sri Mulyanto Herlambang, ST,MT and Mr. Prima Yudha Yudianto, SE, MM

Main engine is the main driving engine. This research develops a ship's main engine temperature monitoring system using the Blynk application. Thermocouple sensors measure engine temperature and IR Sensor measure RPM, the data is processed by ESP32, and sent to the Blynk cloud server, this research aims to determine the design of a prototype intelligent monitoring system to detect the temperature of a ship's main engine using a Thermocouple sensor, NodeMCU ESP32 which operates at 3.3V power is used as the processing core data. The system design in this research integrates Internet of Things (IoT) technology. Test factors for thermocouple temperature measuring devices and RPM sensors (IR Sensors). The test procedure uses a dynamo as a simulation of the main engine, tested for 5-10 minutes under normal conditions and 5 minutes when the dynamo feels warm to hot.

Keywords: *Performance Monitoring, Main Engine, Internet of Things (IoT).*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN MASALAH.....	3
D. BATASAN MASALAH	3
E. MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA.....	6
B. LANDASAN TEORI	7
B. KERANGKA PENELITIAN	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
A. JENIS PENELITIAN	24

B. PERANCANGAN SISTEM.....	24
C. PERANCANGAN ALAT	27
D. RENCANA PENGUJIAN.....	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	30
A. UJI COBA KOMPONEN	30
B. TAMPILAN DATA	37
C. ANALISIS DATA	38
BAB V PENUTUP	42
A. KESIMPULAN	42
B. SARAN.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
DAFTAR LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 2. 1 Sensor Thermocouple.....	9
Gambar 2. 2 ESP32	12
Gambar 2. 3 Internet of Things	13
Gambar 2. 4 Mini Breadboard	15
Gambar 2. 5 Medium Breadboard.....	15
Gambar 2. 6 Large Breadboard.....	16
Gambar 2. 7 Male to Male Cable	17
Gambar 2. 8 Male to Female Cable	17
Gambar 2. 9 Female to Female Cable.....	18
Gambar 2. 10 IR Sensor	19
Gambar 2. 11 Registrasi Proyek.....	20
Gambar 2. 12 Widget Aplikasi Blynk.....	20
Gambar 2. 13 Pengaturan Button (1) (2) (3).....	21
Gambar 3. 1 Diagram Perancangan Alat.....	25
Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Alat	26
Gambar 3. 3 Wiring Diagram Perancangan Alat	27
Gambar 4. 1 Pengujian ESP32 (1) Pengujian Alat (2) Coding ESP32 (3) Serial Monitor	31
Gambar 4. 2 Pendaftaran Blynk (1) Log In (2) Pendaftaran Akun (3) Verifikasi Akun (4) Tampilan Awal.....	32
Gambar 4. 3 Pengujian Thermocouple (1) Status Normal (2) Status Perhatian (3) Status Kritis.....	33

Gambar 4. 4 Kode Arduino Nano	34
Gambar 4. 5 Kode ESP32	35
Gambar 4. 6 Komunikasi serial antara ESP32 dan Arduino Nano	35
Gambar 4. 7 Alat Tampak Luar	36
Gambar 4. 8 Alat Tampak Dalam	36
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Pengukuran RPM.....	39
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Pengukuran Suhu Ketika Alat ON.....	40
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Pengukuran Suhu Ketika Alat OFF	41

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 2. 2 Ukuran Kabel Jumper	18
Tabel 3. 1 Rencana Pengujian.....	29
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Thermocouple dan RPM.....	34
Tabel 4. 2 Pin Mapping.....	35
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran dan perbandingan data RPM.....	37
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran dan perbandingan data suhu saat on	38
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran dan perbandingan data suhu saat off.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memberikan dampak signifikan dalam berbagai bidang, termasuk industri pelayaran. Salah satu aplikasi penting dari teknologi ini adalah dalam monitoring dan pemeliharaan mesin penggerak utama (*main engine*) kapal. Mesin penggerak utama merupakan komponen vital dalam operasional kapal, sehingga kinerja dan kondisi mesin harus dipantau secara terus-menerus untuk mencegah kerusakan yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi atau bahkan kecelakaan.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan pentingnya sistem pendinginan dan kontrol jarak jauh dalam operasi mesin kapal. Misalnya, penelitian oleh Dhimas (2022) mengembangkan sistem pendinginan mesin penggerak utama yang lebih efisien menggunakan Arduino Uno. Meskipun sistem ini meningkatkan efisiensi pendinginan, penelitian tersebut tidak mencakup aspek monitoring kinerja mesin secara menyeluruh. Selain itu, Cahyono dan Wibowo (2020) dalam Jurnal Teknik Elektro mengembangkan sistem monitoring dan kontrol jarak jauh untuk mesin kapal menggunakan teknologi IoT. Sistem ini memungkinkan operator untuk menyesuaikan parameter operasional mesin dari lokasi yang jauh, namun fokus utama dari penelitian ini adalah pada kontrol jarak jauh, bukan pada monitoring kinerja main engine secara real-time.

Berdasarkan studi literatur di atas, terdapat kekurangan dalam penelitian sebelumnya, yaitu kurangnya fokus pada monitoring kinerja main engine secara keseluruhan dan real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan mengembangkan sistem monitoring kinerja main engine kapal berbasis IoT yang dapat memantau kondisi mesin secara real-time. Dengan adanya sistem monitoring berbasis IoT, operator kapal dapat memperoleh informasi yang akurat dan real-time mengenai kondisi mesin, sehingga dapat melakukan tindakan preventif sebelum terjadi kerusakan.

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah pengembangan sistem monitoring kinerja main engine kapal berbasis IoT yang mampu memberikan informasi real-time mengenai kinerja mesin. Data awal menunjukkan bahwa kegagalan fungsi dan kerusakan mesin kapal sering kali disebabkan oleh kurangnya monitoring dan pemeliharaan yang tepat waktu. Dengan adanya sistem monitoring berbasis IoT, diharapkan dapat diperoleh data yang lebih akurat dan sistematis mengenai kondisi mesin, sehingga dapat dilakukan tindakan preventif yang lebih efektif.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional kapal melalui pengembangan sistem monitoring kinerja main engine berbasis IoT yang lebih canggih dan komprehensif. Data dari industri pelayaran dan dokyard akan digunakan untuk mengevaluasi penerapan dan pengujian sistem ini, sehingga solusi yang diberikan dapat diimplementasikan dengan efektif dan memberikan dampak nyata dalam operasional kapal.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pada latar belakang masalah maka dirumuskan Masalah Karya Ilmiah Terapan (KIT) sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring berbasis IoT yang mampu memantau RPM dan suhu panas dari main engine kapal secara real-time?
2. Bagaimana sistem monitoring ini dapat membantu dalam mengidentifikasi dan mencegah potensi kerusakan mesin akibat suhu panas berlebih dan RPM yang tidak normal?

C. TUJUAN MASALAH

Dari rumusan masalah di atas, dapat dibuat kesimpulan tujuan penelitian yaitu:

1. Untuk menguji dan mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang mampu memantau RPM dan suhu panas dari *main engine* kapal secara *real-time*.
2. Untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi resiko kerusakan mesin utama kapal dengan menyediakan informasi secara *real-time* dan tepat waktu mengenai kondisi RPM dan suhu panas.

D. BATASAN MASALAH

Batasan masalah yang akan diulas dalam perancangan sistem pendeteksi suhu panas pada main engine kapal menggunakan teknologi IoT dan ini mencakup beberapa hal yaitu antara lain :

1. Untuk Penelitian fokus pada main engine kapal dan tidak mencakup sistem lain di kapal.
2. Sistem komunikasi antara sensor dan platform IoT terbatas pada jaringan

wi-fi.

3. Pada pengujian sistem dilakukan dalam lingkungan simulasi dan belum diimplementasikan pada kapal yang beroperasi.

E. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan menghasilkan suatu manfaat bagi semua pihak bagi akademis maupun praktis, manfaat yang diharapkan penulis melalui penelitian antara lain:

1. Secara Teoritis

- a. Bagi penulis, penelitian ini akan memperluas pengetahuan penulis tentang teknologi IoT, sensor, dan sistem monitoring.
- b. Bagi masyarakat, penelitian ini menambah literatur ilmiah yang dapat diakses oleh mahasiswa, akademisi, dan penelitian lainnya yang tertarik dengan implementasi IoT dalam pemantauan kinerja mesin.

2. Secara Praktis

- a. Bagi Bagi penulis, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang tantangan praktis dalam implementasi teknologi baru di industri kapal.
- b. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat mendorong perkembangan teknologi IoT dan penerapannya dalam berbagai sektor pelayaran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Dalam setiap penelitian tentu terdapat penelitian sebelumnya, yang dilakukan sebagai pembandingan atau acuan antara penelitian dengan penelitian sejenis terdahulu dan sebagai referensi untuk kedepannya. Dalam penelitian kali ini penulis *mereview* beberapa penelitian sejenis sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

NO.	NAMA	JUDUL	HASIL	PERBEDAAN
1.	Dhimas, A. P. (2022). (Doctoral Dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang).	Rancang Bangun Sistem Pendinginan Mesin Penggerak Utama Di Kapal.	Penelitian ini merancang sistem pendinginan yang lebih efisien.	Pada Penelitian sebelumnya berfokus pada sistem pendinginan menggunakan Arduino Uno, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh penulis mencakup monitoring kinerja secara menyeluruh menggunakan IoT.
2.	Cahyono, E., & Wibowo, A. (2020) Jurnal Teknik Elektro, 12(3), 155-167.	Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh untuk Mesin Kapal menggunakan Teknologi IoT.	Penelitian ini mengembangkan sistem kontrol jarak jauh yang memungkinkan operator untuk menyesuaikan parameter operasional mesin dari lokasi yang jauh.	Penelitian sebelumnya berfokus pada kontrol jarak jauh, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh penulis lebih menekankan pada monitoring kinerja main engine secara real-time dan analisis data untuk meningkatkan efisiensi operasional.

Sumber : Dokumentasi Pribadi

B. LANDASAN TEORI

Landasan teori adalah teori-teori atau konsep-konsep ilmiah yang digunakan sebagai dasar atau acuan dalam melakukan suatu penelitian. Landasan teori berfungsi sebagai pondasi bagi penelitian yang memberikan gambaran umum mengenai variabel, konsep, maupun hubungan antar variabel yang diteliti.

1. *Main Engine Kapal*

Main engine atau mesin penggerak utama merupakan komponen vital pada kapal yang berfungsi menghasilkan tenaga putar poros untuk memutar baling-baling sehingga menggerakkan kapal. Mesin penggerak utama menggunakan prinsip kerja motor bakar pembakaran dalam, di mana bahan bakar solar disemprotkan ke ruang bakar silinder dan dinyalakan oleh percikan api busi. Reaksi pembakaran ini menimbulkan pelepasan panas yang sangat besar dan gas hasil pembakaran bertekanan tinggi untuk mendorong piston bergerak naik turun memutar poros engkol (Lu et al., 2022). Putaran poros engkol kemudian ditransmisikan untuk memutar baling-baling kapal. Secara umum, main engine kapal bisa beroperasi sekitar 300-400 hari per tahun. Temperatur hasil pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar utama dapat mencapai 800-1000 derajat Celcius pada beberapa tipe mesin diesel kapal besar dengan daya mencapai puluhan megawatt. Pada umumnya mesin diesel dapat beroperasi pada dua kecepatan yaitu 1500 RPM untuk 50 Hz dan 1800 RPM untuk 60 Hz (Geertsma et al., 2017).

Sistem pendingin pada mesin diesel kapal umumnya menggunakan media air laut atau air tawar yang diedarkan ke seluruh blok mesin dan komponen vital melalui saluran pendingin dan block jacket. Apabila terjadi masalah pada pompa atau saluran distribusi sehingga aliran pendingin terhambat, maka sebagian panas hasil pembakaran tidak dapat dibuang, sehingga terakumulasi pada komponen mesin dan melebihi ambang batas toleransi logam (Bae et al., 2021). Akibatnya liner, kepala silinder, torak piston dan komponen lainnya akan mengalami peningkatan temperatur yang signifikan hingga ratusan derajat, yang dikenal sebagai kondisi overheating. Overheating yang dibiarkan secara terus menerus tanpa deteksi dan perbaikan akan menimbulkan kerusakan yang makin parah. Komponen mesin yang overheating dapat mengalami deformasi permanen, keausan berlebih, retak atau bahkan patah total akibat kelelahan material karena terpapar suhu kerja abnormal dalam waktu lama (Anantharaman et al., 2019).

Dampak terburuk dari overheating adalah kegagalan fatal pada main engine yang dapat mengakibatkan kehilangan daya dorong utama dan kemudi pada kapal. Kondisi ini sangat membahayakan stabilitas dan keselamatan operasional kapal. Untuk mencegah terjadinya overheating pada main engine, biasanya dipasang sensor suhu di berbagai titik panas seperti sisi kepala silinder, keluaran gas buang turbocharger, dan jacket block mesin. Sensor akan secara otomatis memantau temperatur kerja mesin dan memberikan peringatan dini apabila terdeteksi lonjakan suhu abnormal melalui bunyi alarm di ruang kontrol (Lazakis et al., 2018).

Dengan sistem deteksi dini ini, para masinis dan engineer dapat segera mengambil tindakan korektif untuk menurunkan suhu sebelum komponen overheat, seperti membersihkan filter udara yang kotor, mengatur ulang beban mesin, atau menambah laju aliran pendingin ke area yang mulai overheat. Dengan proteksi termal dan pemantauan yang responsif, potensi bahaya overheating pada main engine dapat diminimalisasi.

2. Sensor Suhu Thermocouple



Gambar 2. 1 Sensor Thermocouple

Sumber : (<https://tempsens.co.id/apa-itu-termokopel/>)

Sensor Thermocouple merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu. Sensor ini terdiri dari dua jenis logam berbeda yang disambung pada satu ujung, membentuk suatu persimpangan. Ketika persimpangan ini terkena panas, Thermocouple menghasilkan tegangan yang sebanding dengan perbedaan suhu antara persimpangan panas (*hot junction*) dan persimpangan dingin (*cold junction*). Tegangan ini kemudian dapat dikonversikan menjadi pembacaan suhu.

a. Prinsip Kerja Thermocouple

1) Efek *Seebeck*

Termokopel bekerja berdasarkan prinsip efek *Seebeck*, yang

menyatakan bahwa ketika dua logam yang berbeda disambungkan dan sambungannya dipanaskan, maka akan timbul tegangan listrik pada sambungan tersebut.

2) Pengukuran Suhu

Tegangan yang dihasilkan oleh termokopel kemudian diukur dan diubah menjadi nilai suhu menggunakan tabel referensi atau algoritma yang sesuai dengan jenis termokopel yang digunakan.

b. Keuntungan Thermocouple

- 1) Kisaran Suhu yang Luas: Termokopel dapat mengukur suhu dalam kisaran yang sangat luas, dari suhu yang sangat rendah hingga suhu yang sangat tinggi.
- 2) Respon Cepat: Termokopel memiliki waktu respons yang cepat terhadap perubahan suhu.
- 3) Daya tahan: Termokopel tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras dan dapat digunakan dalam aplikasi industri.
- 4) Rentang dapat mengukur suhu -200°C hingga 2000°C

3. Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler Arduino merupakan platform open-source yang populer digunakan untuk pengembangan sistem elektronika dan interface, termasuk pada bidang instrumentasi, otomatisasi, hingga Internet of Things (Pratama et al., 2023). Arduino mengintegrasikan sebuah mikrokontroler Atmega seri tertentu, memori flash, EEPROM, RAM, dan sirkuit pendukung seperti regulator tegangan dan port input output yang terhubung dengan pin header standar. Pemrograman

Arduino menggunakan bahasa tingkat tinggi serupa C/C++ yang ditulis pada IDE Arduino, kemudian program di-compile dan di-upload menuju memori mikrokontrolernya.

Sebagai sebuah platform open-source dan open-hardware, pengguna Arduino diberikan kebebasan penuh untuk memodifikasi, meningkatkan fungsionalitas, hingga mendistribusikan kembali rancangan Arduino baik secara komersial maupun non-komersial. Hal ini telah memicu munculnya berbagai varian Arduino clone dari berbagai produsen selain developer dan komunitas resmi Arduino LLC. Beberapa contoh populer antara lain Seeeduno dari Seeed Studio, Uno R3 DIP dari SB Components, dan NodeMCU ESP32 (Supriyanto et al., 2022).

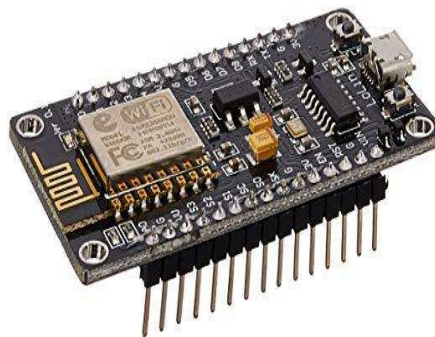
Salah satu keunggulan Arduino adalah ketersediaan berbagai macam library, contoh program, dan instrumen pendukung yang luas dari komunitas pengguna. Hal ini sangat memudahkan pengembang dan peneliti untuk melakukan implementasi sistem tertentu tanpa harus membangun semua fungsi dari nol. Sebagai contoh, terdapat library khusus untuk sensor suhu Thermocouple, library SD Card, library komunikasi Wi-Fi dan Bluetooth, library motor servo, dan lain sebagainya.

Secara elektronik, proses masukan-keluaran data pada Arduino melibatkan GPIO (General Purpose Input Output), ADC (Analog to Digital Converter), buffered voltage reference, UART/USART serial communication, dan lainnya. GPIO berfungsi sebagai jalur masukan maupun keluaran digital, ADC mengubah besaran analog menjadi

bilangan digital dengan resolusi tertentu, buffered voltage reference menyediakan referensi tegangan stabil sebagai pembanding, sementara USART bertugas mengirim dan menerima data serial ke komputer atau mikrokontroler lain. Dengan karakteristik tersebut, Arduino telah terbukti menjadi platform pengembangan sistem yang sangat potensial untuk berbagai aplikasi baik berskala kecil, menengah, maupun besar.

4. NodeMCU ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang sering digunakan untuk perangkat Internet of Things atau biasa disebut IoT. Mikrokontroler buatan Espressif Systems ini memiliki elemen yang sangat lengkap dan mudah digunakan. Salah satu fitur yang paling menonjol adalah modul Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi. Dengan modul Wi-Fi ini, ESP32 dapat terhubung ke internet melalui jaringan nirkabel, memungkinkannya berfungsi sebagai perangkat IoT yang efisien. Selain dapat berperan sebagai klien yang berinteraksi dengan jaringan, ESP32 juga mampu berfungsi sebagai access point dan server web.



Gambar 2. 2 ESP32

Sumber : (<https://www.anakteknik.co.id>)

Thermocouple memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Operating voltage: 3.3 V
- b. Current consumption: 10uA - 170mA
- c. Flash memory attachable 16mb max (512K normal)
- d. Processor Tensilica: L106 32-bit
- e. Processor speed 80-160MHz
- f. RAM: 32 + 80KGPIOs: 17 (multiplexed with other functions)
- g. Analog to digital input with 1024 step (10 bit) resolution
- h. WI-FI: 802.11 support b/g/n
- i. Maximum concurrent TCP connections 5

5. *Internet of Things (IoT)*



Gambar 2. 3 *Internet of Things*
 Sumber : (<https://indonesiancloud.com>)

Internet of Things (IoT) untuk segala adalah sebuah konsep yang mengacu pada jaringan objek fisik yang terhubung ke web dan dapat saling bertukar information tanpa perlu campur tangan manusia. Dengan *individualized organization* lain, IoT merujuk pada kemampuan suatu benda atau perangkat untuk terhubung dengan *web*, mengumpulkan information, dan bertindak sesuai dengan information tersebut.

Contoh perangkat IoT yang umum meliputi sensor, kamera, lampu, pintu otomatis, dan lain sebagainya. Konsep IoT telah membuka peluang besar dalam pengembangan solusi teknologi cerdas dan aplikasi terkait yang dapat meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan dalam kehidupan sehari-hari.

Perangkat IoT dilengkapi dengan sensor yang mampu mendeteksi berbagai jenis informasi, seperti suhu, kelembaban, cahaya, gerakan, dan lain sebagainya. Informasi yang dikumpulkan dari sensor tersebut kemudian dikirim ke *server* melalui koneksi *web*. *Server* yang menerima informasi dari perangkat IoT kemudian memproses informasi tersebut untuk diambil kesimpulan atau keputusan tertentu. Komposisi ini sering disebut sebagai “pemeriksaan”.

Hasil dari pemeriksaan komposisi kemudian dikirim kembali ke perangkat IoT untuk diterapkan pada sistem atau perangkat tersebut. Secara umum, IoT memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan berkomunikasi untuk mencapai tujuan tertentu, seperti menghemat energi, meningkatkan efisiensi produksi, atau meningkatkan kenyamanan pengguna.

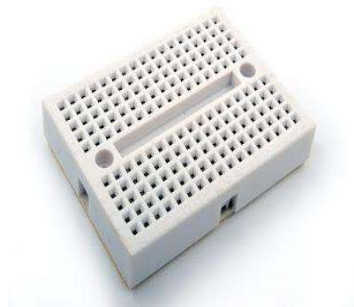
6. Breadboard

Definisi *breadboard Arduino* adalah sejenis papan yang biasanya digunakan untuk membuat model rangkaian elektronik. Beberapa orang kadang menyebutnya project board atau bahkan protoboard (prototype board). Pada dasarnya breadboard adalah board yang digunakan untuk membuat rangkaian elektronik tanpa harus merepotkan pengguna untuk

menyolder. Biasanya papan breadboard ini digunakan untuk membuat rangkaian elektronik sementara untuk tujuan uji coba atau model.

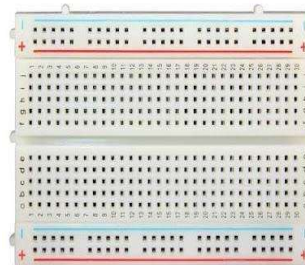
Salah satu kelebihan tersendiri dari penggunaan breadboard adalah komponen yang telah dirakit tak akan rusak dan mudah untuk dibongkar pasang. Ini karena papan breadboard merupakan papan tanpa *bind* (*solderless*). Berikut adalah beberapa ukuran ukuran *breadboard*:

- a. *Mini Breadboard*, yaitu jenis yang paling kecil diantara semua *breadboard* dan memiliki sekitar 170 titik koneksi.



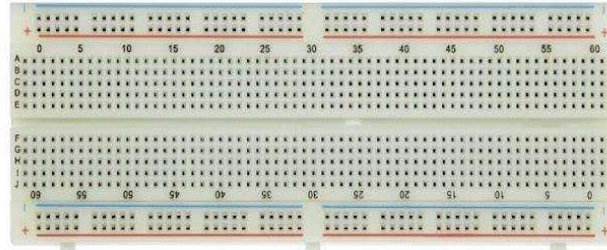
Gambar 2. 4 *Mini Breadboard*
Sumber : (<https://www.aldyrazor.com>)

- b. *Medium Breadboard*, yaitu jenis *breadboard* ukuran sedang yang kadang juga disebut *half breadboard* karena memiliki ukuran dan jumlah titik koneksinya setengah dari jumlah titik koneksi breadboard ukuran besar. Yaitu 400 titik koneksi



Gambar 2. 5 *Medium Breadboard*
Sumber : (<https://www.aldyrazor.com>)

- c. *Large Breadboard*, yaitu jenis yang ukurannya paling besar diantara semua jenis *breadboard* dan memiliki sekitar 830 titik koneksi.



Gambar 2. 6 *Large Breadboard*
Sumber : (<https://www.aldyrazor.com>)

7. Kabel *Jumper*

Kabel jumper adalah komponen penting dalam pengembangan prototipe elektronik, terdiri dari kabel konduktor dengan konektor di kedua ujungnya, tersedia dalam konfigurasi male-to-male, female-to-female, atau male-to-female, memungkinkan koneksi cepat dan fleksibel antar komponen pada breadboard atau dengan pin header mikrocontroller seperti Arduino atau ESP32, tanpa memerlukan solder, sehingga memfasilitasi iterasi desain yang cepat dan pengujian rangkaian dalam pengembangan proyek IoT dan elektronika (Supriyanto et al., 2023).

Kabel *jumper* bekerja untuk menghantarkan arus listrik dari satu komponen ke komponen lainnya yang dihubungkan. Hal ini terjadi karena di ujung dan di dalam kabel terdapat konduktor listrik kecil yang memang fungsinya untuk menghantarkan listrik. Berikut adalah beberapa jenis kabel *jumper* Arduino:

- a. *Male to male kabel* yang sangat cocok untuk yang ingin membuat rangkaian elektronik di *breadboard*.



Gambar 2. 7 *Male to Male Cable*

Sumber : (<https://www.arduinoindonesia.id>)

- b. *Male to female* jenis ini mempunyai ujung konektor yang berbeda di tiap ujungnya, yaitu male dan female. Biasanya digunakan untuk menghubungkan komponen elektronika selain dari Arduino ke breadboard.



Gambar 2. 8 *Male to Female Cable*

Sumber : (<https://www.arduinoindonesia.id>)

- c. *Female to female* jenis ini merupakan kabel yang sangat cocok untuk menghubungkan antar komponen yang mempunyai header male. Misalnya, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT dan lain sebagainya.



Gambar 2. 9 *Female to Female Cable*

Sumber : (<https://www.arduinoindonesia.id>)

Ukuran Kabel Jumper Arduino dapat terlihat dalam Tabel 2. 2 berikut:

Tabel 2. 2 *Ukuran Kabel Jumper*

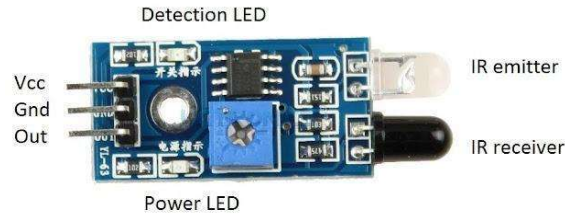
Inchi (In)	Centimeter (cm)
9,8	25
9,4	24
7,8	20
7,7	19,5
6,2	16
5,9	15
5,8	14,7
4,6	11,7
4,3	11

Sumber: (<https://www.arduinoindonesia.id>)

8. *IR Sensor (Infra Red Sensor)*

IR Sensor adalah gadget listrik yang mengukur jarak, mendeteksi objek, atau mengenali gerakan menggunakan radiasi inframerah. sensor yang banyak digunakan dalam inframerah digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti kendali jarak jauh, sistem keamanan, dan pengukuran peralatan putaran per menit (RPM). Beberapa kategorinya yaitu (PIR) Aktif dan (PIR) Pasif. PIR Aktif mengirim dan menerima sinyal infra merah secara independen. Sensor jarak, misalnya. Pasif (PIR) menemukan sesuatu dengan mendeteksi radiasi infra merahnya

(biasanya digunakan untuk deteksi gerakan). radiasi (biasanya digunakan untuk deteksi gerakan).



Gambar 2. 10 *IR Sensor*

Sumber : (<https://butterflymx.com/blog/ir-sensors/>)

9. Perangkat Blynk

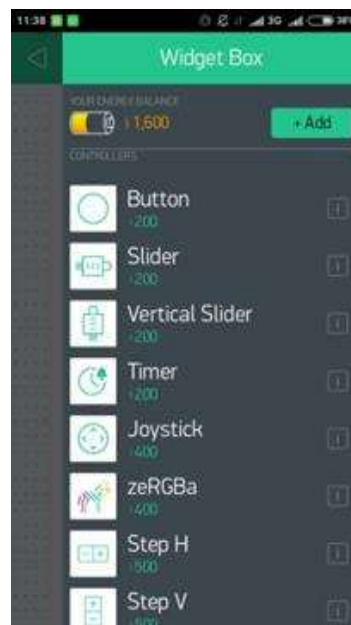
BLYNK adalah *platform* untuk aplikasi *OS Mobile* (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan module sejenisnya melalui Internet. Aplikasi Blynk memiliki 3 bagian mendasar yaitu Aplikasi, Server dan *Library*. Kemampuan server Blynk untuk menangani semua pertukaran antara ponsel dan peralatan. *Gadget* yang tersedia di Blynk termasuk Tombol, Presentasi Nilai, Bagan Sejarah, Twitter, dan Email. Blynk tidak melekat pada beberapa jenis mikrokontroler namun harus didukung oleh peralatan yang dipilih. NodeMCU dikendalikan dengan Web melalui *Wi-Fi*, *chip* ESP8266, Blynk akan dibawa ke web dan dipersiapkan untuk *Internet of Things*. Cara pembuatan *user interface* pada Blynk sebagai berikut :

- a. Membuka aplikasi blynk, pertama membuat akun untuk mendapatkan *auth token* yang dikirim melalui email. Setelah itu membuat project dengan diberi nama “ Tugas Akhir” dan hardware yang digunakan , kemudian pilih *create* seperti pada Gambar 2. 11.



Gambar 2. 11 Registrasi Proyek
Sumber : Dokumen Pribadi

- b. Setelah *auth token* didapatkan, dapat memulai menambahkan *widget* untuk mendukung tampilan Tugas Akhir, seperti button.



Gambar 2. 12 Widget Aplikasi Blynk
Sumber : Dokumen Pribadi

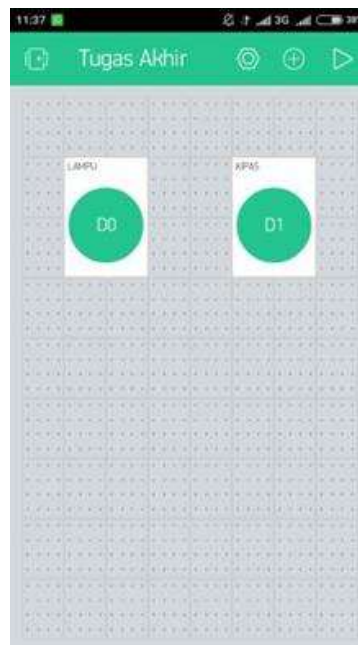
- c. Setting button yang terdapat pada pin NodeMCU kemudian menempatkan komponen tersebut sesuai yang diinginkan.



(1)



(2)



(3)

Gambar 2. 13 Pengaturan *Button* (1) (2) (3)
Sumber : Dokumen Pribadi

10. Perancangan Sistem Monitoring

a. Sistem monitoring

Monitoring didefinisikan sebagai proses sistematis pengumpulan, analisis, dan penggunaan informasi untuk melacak kemajuan suatu program atau kegiatan dalam mencapai tujuannya dan memandu keputusan manajemen. Umumnya, monitoring digunakan dalam checking antara kinerja aktual dan target yang telah ditentukan.

Monitoring dalam konteks manajemen kinerja berfungsi untuk memastikan bahwa aktivitas berjalan sesuai rencana dan memberikan informasi yang diperlukan untuk penyesuaian dan perbaikan berkelanjutan. Proses ini dilakukan secara real-time atau near real-time selama pelaksanaan program atau kegiatan..

b. Tujuan monitoring

Terdapat beberapa tujuan sistem monitoring. Tujuan sistem monitoring dapat ditinjau dari beberapa segi, misalnya segi obyek dan subyek yang dipantau, serta hasil dari proses monitoring itu sendiri. Adapun beberapa tujuan dari sistem monitoring yaitu:

- 1) Memastikan suatu proses dilakukan sesuai prosedur yang berlaku. Sehingga, proses berjalan sesuai jalur yang disediakan (on the track).
- 2) Menyediakan probabilitas tinggi akan keakuratan data bagi pelaku monitoring.
- 3) Mengidentifikasi hasil yang tidak diinginkan pada suatu proses

dengan cepat (tanpa menunggu proses selesai).

4) Menumbuh kembangkan motivasi dan kebiasaan positif pekerja.

B. KERANGKA PENELITIAN

Kerangka penelitian merupakan struktur konseptual yang fundamental dalam sebuah studi ilmiah, berfungsi sebagai premis yang mengarahkan seluruh proses investigasi. Kerangka ini dibentuk melalui sintesis kompleks antara realitas empiris, persepsi teoretis peneliti, dan kajian literatur yang komprehensif (Adom et al., 2020).

Diagram aliran, atau yang lebih dikenal sebagai flowchart, adalah representasi visual dari serangkaian langkah atau proses dalam suatu sistem atau program, yang efektif dalam mengilustrasikan alur logika dari suatu algoritma atau prosedur, memungkinkan peneliti dan praktisi untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi tahapan-tahapan kritis dalam suatu proses, seperti dalam penelitian ini yang menggambarkan sistem pengumpulan dan pengolahan data suhu dan kelembaban menggunakan sensor Thermocouple dan IR sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32, merepresentasikan pendekatan Internet of Things (IoT) dalam monitoring lingkungan yang semakin populer dalam berbagai aplikasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. JENIS PENELITIAN

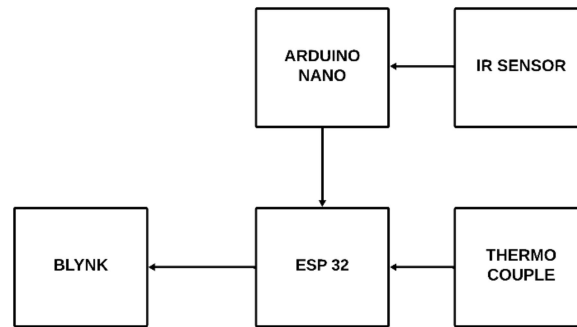
Dalam perancangan sistem penjadwalan otomatis perawatan dan perbaikan pada *main engine*, NodeMCU ESP32 yang beroperasi pada daya 3.3V digunakan sebagai inti pemrosesan data. Sistem ini diberi pasokan daya 5V DC sebagai sumber energinya. NodeMCU ESP32 bertindak sebagai pusat pengolahan dan pengumpulan data suhu, yang selanjutnya data tersebut dikirimkan ke perangkat Hp atau komputer pengguna melalui aplikasi Blynk sebagai antarmuka outputnya.

B. PERANCANGAN SISTEM

Rancangan sistem dalam penelitian ini mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk pengumpulan dan analisis data lingkungan secara real-time. Sistem ini terdiri dari sensor Thermocouple dan IR sensor yang terhubung ke mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai unit pemrosesan utama. ESP32 dikonfigurasi untuk mengumpulkan data suhu dan kelembaban secara periodik, memproses informasi tersebut, dan mengirimkannya ke server cloud melalui koneksi nirkabel. Arsitektur sistem dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi energi, keandalan transmisi data, dan skalabilitas untuk penambahan sensor di masa depan. Interface pengguna berbasis web dikembangkan untuk memvisualisasikan data dan memungkinkan pemantauan jarak jauh. Keseluruhan perancangan sistem ini bertujuan untuk menyediakan platform yang handal dan fleksibel untuk monitoring lingkungan, dengan potensi aplikasi yang luas di berbagai

sektor seperti pertanian presisi, manajemen energi bangunan, dan pemantauan kualitas udara.

1. Blok Diagram



Gambar 3. 1 *Diagram Perancangan Alat*

Sumber : Dokumen Pribadi

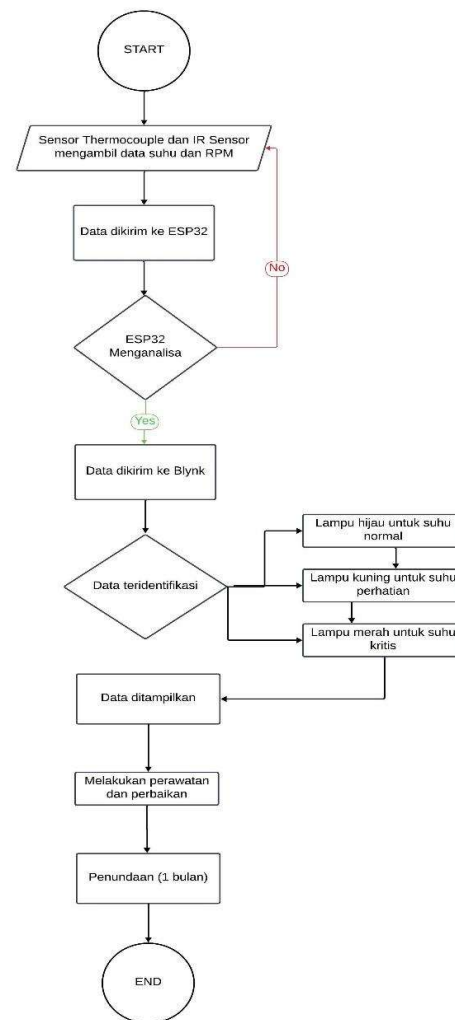
Keterangan perancangan alat :

- a. *Blynk* menampilkan data suhu dan RPM yang diterima dari ESP32 dan memberikan notifikasi jika parameter melebihi batas yang ditentukan
- b. ESP32 mengolah data suhu dari thermocouple, menerima data RPM dari Arduino nano lalu mengirimkan data suhu dan RPM ke aplikasi *Blynk* melalui koneksi wi-fi
- c. *Thermocouple* mengukur suhu panas dari main engine lalu mengirimkannya ke esp32
- d. Arduino Nano mengolah data yang dikirimkan dari IR sensor lalu mengirimkan data RPM ke esp32 melalui komunikasi serial
- e. Sensor RPM (IR Sensor) mengukur kecepatan putaran dari main engine . Terhubung ke Arduino Nano untuk pemrosesan awal

2. Flowchart

Flowchart yang terlihat seperti di gambar 3. 2 ini mendelineasi

proses mulai dari pengumpulan data oleh sensor, transmisi data ke ESP32, verifikasi jadwal pengiriman, hingga penyimpanan data di server cloud dan visualisasi informasi. Setiap tahap dalam flowchart ini mewakili komponen kritis dalam arsitektur IoT, di mana perangkat edge (dalam hal ini, sensor dan ESP32) berinteraksi dengan infrastruktur cloud untuk menghasilkan insight yang actionable.



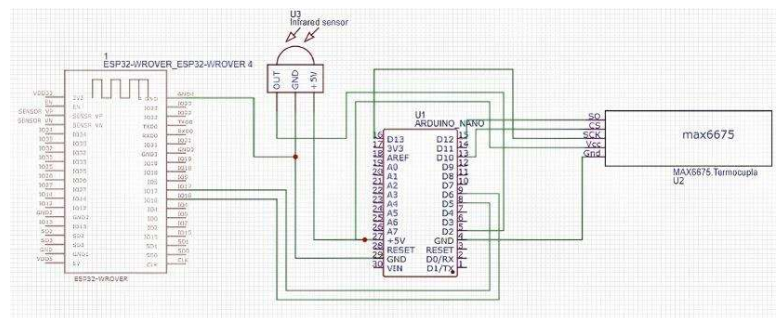
Gambar 3. 2 *Flowchart Perancangan Alat*
Sumber : Dokumen Pribadi

C. PERANCANGAN ALAT

Perancangan alat pada penelitian “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja *Main Engine* Kapal Berbasis IoT” sebagai berikut:

1. *Wiring Diagram* Perancangan Alat

Wiring diagram perancangan alat merupakan hubungan antara berbagai komponen dalam suatu sistem menggunakan gambar dan garis standar. yang biasanya digunakan untuk menggambarkan bagaimana komponen diagram ini membantu dalam pemecahan masalah, desain, proses perakitan alat dengan efisien dan rapi. Sesuai dengan penjelasan diatas bisa dilihat pada Gambar 3. 3.



Gambar 3. 3 Wiring Diagram Perancangan Alat
Sumber : Dokumen Pribadi

2. Alat Perancangan

Dalam perancangan alat ini bisa dilihat seperti blok diagram yang mencakup alat dan komponen sebagai berikut :

a. Komponen Utama :

- 1). ESP32
- 2). Arduino Nano
- 3). Kabel Jumper
- 4). Breadboard

5). Lampu LED (Merah, Kuning, Hijau)

6). IR Sensor

7). Thermocouple

8). Resistor

b. Komponen Pendukung :

1). Project Box

2). Power Supply 24 Volt

3). Bracket Motor DC

4). Motor DC 12V

5). DC Motor Speed Controller

D. RENCANA PENGUJIAN

Penulis menggunakan pendekatan dalam metodologi penelitian dengan membutuhkan faktor uji. Dalam hal ini, faktor uji adalah perangkat pengukur suhu thermocouple dan sensor RPM (IR Sensor) sebagai pengukur RPM. *Main engine* diukur menggunakan sensor thermocouple dan IR Sensor. Sementara pemantauan melalui Blynk menggunakan ESP32 sebagai server atau pemrosesan data.

Prosedur uji coba dilakukan dengan menggunakan Motor DC sebagai simulasi *main engine*, yang akan diuji selama satu hingga sepuluh menit dalam keadaan normal dan lima menit saat Motor DC terasa hangat hingga panas. Setiap pengujian akan dikalibrasi dengan mematikan daya alat. Untuk pengujian kedua, yaitu selama sepuluh menit dalam keadaan normal hingga ke panas. Setiap pengujian akan dikalibrasi dengan mematikan daya alat. Pemantauan akan terus berlangsung hingga indikator atau parameter di

aplikasi Blynk memberi notifikasi untuk segera melakukan perawatan dan perbaikan.

Rencana pengujian dilaksanakannya ujian tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3. 1.

Tabel 3. 1 Rencana Pengujian

NO	WAKTU	SUHU (°C)	RPM	KETERANGAN
1	1 menit			
2	2 menit			
3	3 menit			
4	4 menit			
5	5 menit			
6	6 menit			
7	7 menit			
8	8 menit			
9	9 menit			
10	10 menit			

Sumber : Dokumen Pribadi