

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PEMANAS AIR  
DENGAN MEDIA PASIR SILIKA DAN *PARAFFIN WAX*  
BERBASIS *Internet of Things* (IoT)**



I PUTU ADITYA WIRAWAN

NIT. 09.21.010.1.03

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL  
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PEMANAS AIR  
DENGAN MEDIA PASIR SILIKA DAN *PARAFFIN WAX*  
BERBASIS *Internet of Things* (IoT)**



I PUTU ADITYA WIRAWAN

NIT. 09.21.010.1.03

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL  
TAHUN 2025

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : I PUTU ADITYA WIRAWAN

Nomor Induk Taruna : 09.21.010.1.03

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**“RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PEMANAS AIR  
DENGAN MEDIA PASIR SILIKA DAN PARAFFIN WAX BERBASIS  
*Internet of Things (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, 29 JULI 2025



I PUTU ADITYA WIRAWAN

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
PEMANAS AIR DENGAN MEDIA PASIR SILIKA DAN  
*PARAFFIN WAX BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal  
Nama : I PUTU ADITYA WIRAWAN  
NIT : 09.21.010.1.03  
Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan  
Seminar Proposal Tugas Akhir

Surabaya, 14 Desember 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
(HENNA NURDIANSARI, S.T., M.T., M.Sc.)  
NIP. 198512112009122003

  
(Dr. A. AGUNG N.A.D.P.Y., S.Si.T., M.Pd.)  
NIP. 198302262010121003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

  
(AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd.)  
NIP. 19800517200502103

**PERSETUJUAN SEMINAR  
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
PEMANAS AIR DENGAN MEDIA PASIR SILIKA DAN  
*PARAFFIN WAX BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal  
Nama : I PUTU ADITYA WIRAWAN  
NIT : 09.21.010.1.03  
Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan  
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 08 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(HENNA NURDIANSARI, S.T., M.T., M.Sc.)  
NIP. 198512112009122003

(Dr. A. AGUNG N.A.D.P.Y., S.Si. T., M.Pd.)  
NIP. 198302262010121003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd)  
NIP. 1975043020021212

**PENGESAHAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PEMANAS AIR DENGAN  
MEDIA PASIR SILIKA DAN PARAFFIN WAX BERBASIS INTERNET OF  
THINGS (IOT)**

Disusun oleh:

I PUTU ADITYA WIRAWAN

NIT. 09.21.010.1.03

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 21 Januari 2025

Mengesahkan,

Penguji I



(SRI MULYANTO H., S.T., M.T.)  
NIP. 197204181998031000

Penguji II



(EDDI A.MD. LLAJ, S.SOS., M.M.)  
NIP. 196104091987031012

Penguji III



(HENNA NURDIANSARI, ST., M.T., M.Sc.)  
NIP. 198512112009122003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(DIRHAM SYAH, S.E., M.PD.)  
NIP. 197504302002121002

**PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PEMANAS AIR DENGAN  
MEDIA PASIR SILIKA DAN PARAFFIN WAX BERBASIS INTERNET OF  
THINGS (IOT)**

Disusun oleh:

I PUTU ADITYA WIRAWAN

NIT. 09.21.010.1.03

Telah dipertahankan di depan Tim Pengaji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 28 Juli 2025

Mengesahkan,

Pengaji I



(SRI MULYANTO H., S.T., M.T.)  
NIP. 197204181998031000

Pengaji II



(EDDI A.MD, LLAJ, S.SOS, M.M.)  
NIP. 196104091987031012

Pengaji III



(HENNA NURDIANSARI, ST., M.T., M.Sc.)  
NIP. 198512112009122003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd)  
NIP. 197504302002121002

## ABSTRAK

I PUTU ADITYA WIRAWAN, Rancang Bangun Sistem *Monitoring Pemanas Air Dengan Media Pasir Silika Dan Paraffin Wax Berbasis Internet of Things* (IoT). Dibimbing oleh Ibu Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc dan Bapak Dr. Anak Agung Ngurah Ade Dwi Putra Yuda., S.SiT., M.Pd.

Efisiensi energi pada pemanas air merupakan faktor krusial di lingkungan operasional kapal akibat keterbatasan sumber daya listrik yang bergantung pada generator. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem monitoring pemanas air berbasis IoT dengan inovasi media penyimpan panas berupa campuran pasir silika dan *paraffin wax* untuk meningkatkan efisiensi termal. Walaupun penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring dan kontrol suhu pada pemanas air berbasis IoT, penelitian ini secara spesifik mengisi celah dengan menganalisis unjuk kerja penambahan pasir silika untuk mengatasi konduktivitas termal *paraffin wax* yang rendah. Menggunakan metode *Research and Development* (R&D), sistem ini dibangun dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor suhu DS18B20 untuk pengukuran akurat, serta platform *Blynk* dan *Google Sheets* untuk pemantauan dan pencatatan data *real-time*. Pengujian unjuk kerja dilakukan dengan membandingkan laju pemanasan air antara media *paraffin wax* murni dengan media campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring berfungsi dengan andal, dan temuan utama membuktikan bahwa penambahan pasir silika pada *paraffin wax* secara signifikan meningkatkan efisiensi pemanasan. Hal ini terlihat jelas dari berkurangnya waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air ke 40°C, dari 2,5 jam menjadi hanya 1 jam pada siklus pemanasan kedua.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi media pasir silika dan *paraffin wax* mampu meningkatkan efisiensi pemanas air serta memberikan solusi inovatif untuk pengendalian suhu yang hemat energi dan ramah lingkungan dengan menggunakan teknologi IoT.

**Kata Kunci:** Pemanas Air, *Internet of Things* (IoT), ESP32, Sensor DS18B20

## ***ABSTRACT***

*I PUTU ADITYA WIRAWAN, Design and Construction of Water Heater Temperature Monitoring Using Silica Sand and Paraffin Wax Media Based on the Internet of Things (IoT). Supervised by Mrs. Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc and Mr. Dr. Anak Agung Ngurah Ade Dwi Putra Yuda., S.SiT., M.Pd.*

*Energy efficiency in water heaters is a crucial factor in ship operational environments due to limited electricity resources that rely on generators. This study aims to design and build an IoT-based water heater monitoring system with an innovative heat storage medium in the form of a mixture of silica sand and paraffin wax to improve thermal efficiency. Although previous studies have developed temperature monitoring and control systems in IoT-based water heaters, this study specifically fills this gap by analyzing the performance of adding silica sand to overcome the low thermal conductivity of paraffin wax. Using the Research and Development (R&D) method, this system was built with an ESP32 microcontroller as the control center, a DS18B20 temperature sensor for accurate measurements, and the Blynk and Google Sheets platforms for real-time monitoring and data recording. Performance testing was conducted by comparing the water heating rate between pure paraffin wax media and the mixed media. The results showed that the monitoring system functioned reliably, and the main finding proved that the addition of silica sand to paraffin wax significantly increased heating efficiency. This was clearly seen from the reduction in time required to raise the water temperature to 40°C, from 2.5 hours to only 1 hour in the second heating cycle.*

*The results of this study indicate that the integration of silica sand and paraffin wax media with IoT technology can increase the efficiency of water heaters and provide an innovative solution for energy-efficient and environmentally friendly temperature control.*

**Keywords:** Water Heater, Internet of Things (IoT), ESP32, Sensor DS18B20.

## KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa oleh karena limpahan Rahmat dan keseharan peneliti dapat menyelesaikan KIT ini dengan judul “**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING PEMANAS AIR DENGAN MEDIA PASIR SILIKA DAN PARAFFIN WAX BERBASIS Internet of Things (IoT)***” dapat dilaksanakan dengan baik.

Penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam penulisan KIT dan penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, Bapak Moejiono, M.T, M.Mar.E.
2. Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd.
3. Ibu Henna Nurdiansari, ST, MT., M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan terkait materi untuk KIT ini.
4. Bapak Dr. Anak Agung Ngurah Ade Dwi Putra Yuda, S.SiT., M.Pd selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan terkait tata penulisan KIT ini.
5. Seluruh jajaran dosen dan *civitas akademika* Politeknik Pelayaran Surabaya atas pengalaman yang diberikan kepada penulis
6. Kedua orang tua Bapak I Wayan Darma Darsana (alm) dan Ibu Ni Wayan Sari Ardhani yang telah memberikan dukungan berupa material, semangat disertai doa dalam menyelesaikan KIT ini.
7. Kepada seluruh teman-teman Chapter Bali yang menghuni di mess semeton dewata yang selalu membantu dan memberi semangat untuk pengerjaan KIT ini.

Peneliti menyadari bahwa penulisan KIT ini masih terdapat kekurangan, sehingga penelitimenohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan KIT ini. Peneliti berharap adanya kritik dan saran agar menjadi lebih baik untuk kedepannya. Demikian penelitian ini semoga bermanfaat bagi semua pihak dan dapat meningkatkan efisiensi dalam industri pelayaran dapat memberikan layanan yang terbaik untuk kedepannya.

Surabaya, .....2025

I PUTU ADITYA WIRAWAN  
09.21.010.1.03

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>UJI KELAYAKAN PROPOSAL KARYA ILMIAH TERAPAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL KARYA ILMIAH TERAPAN .....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
A. Review Penelitian Sebelumnya .....	6
B. Landasan Teori.....	8

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
A. Perancangan Sistem .....	20
B. Perancangan Alat .....	22
C. Rencana Pengujian .....	27
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
A. Hasil Penelitian.....	30
B. Penyajian Data .....	39
C. Analisis Data .....	44
D. Kajian Produk Akhir .....	47
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>48</b>
A. Simpulan .....	48
B. Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Suhu Panel Surya.....	31
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Suhu Pada Air .....	31
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor BH1750 .....	32
Tabel 4. 4 Pengujian Sensor Anemometer .....	35
Tabel 4. 5 Pengujian Sensor Suhu Panel Surya.....	37
Tabel 4. 6 Pengujian Sensor Suhu Air.....	37
Tabel 4. 7 Pengujian Sensor BH1750 .....	38
Tabel 4. 8 Pengujian Sensor Anemometer .....	38
Tabel 4. 9 Pengujian Sensor INA219 .....	39
Tabel 4. 10 Pengujian Panel Surya.....	40
Tabel 4. 11 Pengujian Turbin Angin.....	40
Tabel 4. 12 Pengujian Menggunakan Paraffin Wax .....	41
Tabel 4. 13 Pengujian Media Pasir Silika dan Paraffin Wax.....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konsep dan Cara Kerja IoT.....	10
Gambar 2. 2 Mikrokontroler ESP32 .....	11
Gambar 2. 3 Sensor INA219.....	12
Gambar 2. 4 Sensor Suhu DS18B20.....	13
Gambar 2. 5 Pasir Silika.....	14
Gambar 2. 6 <i>Paraffin Wax</i> .....	15
Gambar 2. 7 LCD.....	15
Gambar 2. 8 Sensor Anemometer .....	16
Gambar 2. 9 Sensor BH1750 .....	17
Gambar 2. 10 Aplikasi <i>Blynk</i> .....	18
Gambar 2. 11 Google <i>Spreadsheet</i> .....	18
Gambar 3. 1 Blok Diagram Keseluruhan Alat .....	22
Gambar 3. 2 Blok Diagram .....	24
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> .....	26
Gambar 4. 1 Kalibrasi Sensor Suhu dengan <i>Thermogun</i> .....	30
Gambar 4. 2 Pengujian Sensor Suhu Pada Air.....	31
Gambar 4. 3 Kalibrasi Sensor Intensitas Cahaya dengan <i>Lux Meter</i> .....	32
Gambar 4. 4 Pengujian Mikrokontroler ESP32 .....	33
Gambar 4. 5 Pengujian LCD.....	34
Gambar 4. 6 Pengujian Sensor Anemometer .....	35
Gambar 4. 7 Pengujian Aplikasi <i>Blynk</i> .....	36
Gambar 4. 8 Tampilan Data <i>Spreadsheet</i> .....	43

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Negara Indonesia merupakan negara yang terletak disepanjang garis khatulistiwa sehingga Indonesia memiliki iklim yang tropis. Wilayah negara dengan iklim tropis akan mendapatkan sinar matahari sebagai pusat tata surya sepanjang waktu sehingga Indonesia cenderung mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun.

Penggunaan energi terbarukan (*renewable energy*), khususnya energi matahari dapat memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan. Indonesia memiliki potensi besar dalam penggunaan energi matahari untuk di kehidupan sehari-hari. Sistem pemanas air tenaga surya, juga dikenal sebagai pemanas air surya, dapat digunakan untuk berbagai macam pemanfaatan, termasuk area komersial maupun industri, seperti digunakan area toko, restoran, hotel hingga area industri baik di darat maupun pelayaran. Dalam industri pelayaran pemanas air diatas kapal ini biasa digunakan untuk berbagai keperluan dan aktivitas seperti mandi, memasak, dan keperluan sanitasi, untuk memenuhi kebutuhan kru kapal selama berlayar. Di lingkungan operasional kapal, efisiensi energi menjadi faktor yang sangat krusial. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan sumber daya listrik yang umumnya bergantung pada generator berbahan bakar, sehingga sistem pemanas air yang boros energi akan berdampak langsung pada peningkatan konsumsi bahan bakar dan biaya operasional kapal.

Sistem pemanas air tenaga surya menggunakan radiasi surya untuk menghasilkan panas, yang kemudian digunakan untuk memanaskan air. Namun, sejumlah variabel, seperti suhu lingkungan dan material penyimpan panas yang digunakan, sering kali memengaruhi kinerja sistem ini. Dalam situasi ini, *paraffin wax* dan pasir silika, yang dikenal sebagai material penyimpan panas laten atau *Phase Change Material* (PCM), memiliki potensi yang menjanjikan. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan pasir silika pada paraffin wax dapat meningkatkan konduktivitas termal dan efisiensi sistem pemanas air. Meskipun *paraffin wax* memiliki kemampuan penyimpanan panas laten yang tinggi, kelemahan utamanya adalah konduktivitas termal yang rendah, yang memperlambat proses transfer panas. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini mengintegrasikan pasir silika yang dikenal memiliki konduktivitas termal tinggi, sehingga diharapkan dapat meningkatkan laju penyerapan dan pelepasan panas secara signifikan.

Kemajuan teknologi telah memungkinkan sistem pemanas air untuk menggunakan Internet of Things (IoT) untuk melakukan pengawasan dan kontrol yang lebih efisien. Pengumpulan data secara *real-time* dan pengendalian jarak jauh melalui perangkat mobile atau komputer memungkinkan IoT meningkatkan kenyamanan pengguna dan memungkinkan pengoptimalan kinerja sistem berdasarkan data yang dikumpulkan. Misalnya, sensor suhu DS18B20 dapat memantau suhu air dengan tepat dan mengirimkan data ke platform IoT seperti *Blynk*.

Dalam implementasi pengendalian suhu, integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan keuntungan besar. IoT memungkinkan sistem untuk

memantau dan mengatur suhu secara *real-time* melalui sensor dan perangkat pintar yang terhubung dengan internet. Dengan IoT, sistem dapat bekerja secara otomatis dan memberikan data yang akurat untuk dianalisis, sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi.

Media pasir silika dan paraffin wax dikenal sebagai material dengan kapasitas panas yang baik. Pasir silika memiliki sifat konduktivitas termal yang tinggi, sedangkan paraffin wax memiliki kemampuan penyimpanan energi laten yang tinggi. Kombinasi keduanya dapat meningkatkan efisiensi pengaturan suhu pada sistem berbasis IoT.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring pemanas air dengan media pasir silika dan paraffin wax berbasis IoT. Dengan menggunakan teknologi ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemanas air tenaga surya serta memberikan kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian suhu secara *real-time*. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan di Indonesia serta meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya penggunaan sumber energi yang ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti mengangkat judul. “**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PEMANAS AIR DENGAN MEDIA PASIR SILIKA DAN PARAFFIN WAX BERBASIS Internet of Things (IoT)**”

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring dengan media pasir silika dan *paraffin wax* pada pemanas air di kapal berbasis IoT?
2. Bagaimana hasil pengujian keseluruhan sistem monitoring pemanas air dengan media pasir silika dan *paraffin wax* berbasis IoT di kapal?

## C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan KIT ini yang berdasarkan dari hasil yang ditemukan dan agar pembahasan tidak meluas maka peneliti mengangkat batasan sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada sistem monitoring pada pemanas air dengan media pasir silika dan *paraffin wax* di kapal.
2. Sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu dengan akurasi tinggi.
3. Sensor anemometer untuk mengukur kecepatan angin.
4. Menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk pengendali utama.
5. Aplikasi *Blynk* sebagai perangkat untuk monitoring secara *real-time*.
6. Data yang dihasilkan disimpan di *Spreadsheet*.

## D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah yang telah dijelaskan di atas, tujuan penelitian Karya Ilmiah Terapan ini yaitu:

1. Dapat merancang dan membangun sistem monitoring suhu pemanas air

menggunakan media pasir silika dan *paraffin wax* dengan aplikasi *Blynk*.

2. Dapat mengetahui hasil pengujian keseluruhan sistem monitoring dengan teknologi IoT untuk fungsionalitas dalam pemantauan di kapal secara *real-time*.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Peneliti memiliki harapan kepada para pembaca karya ilmiah terapan ini yang dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis

Secara teoritis, hasil sistem monitoring dapat diimplementasikan dan memiliki kontribusi terhadap ilmu pengetahuan mengenai penerapan media pasir silika dan *paraffin wax*. Penelitian ini dapat mengarah pada pengembangan teknologi yang ramah lingkungan dan hemat energi yang dapat digunakan untuk pengembangan teknologi di masa depan.

2. Manfaat praktis

Secara praktis, dapat mengembangkan alat untuk memantau secara *real-time* melalui perangkat yang terhubung ke internet dan memberikan solusi inovatif bagi industri pelayaran dan sektor lain untuk menghemat biaya operasional. Selain itu, dapat meningkatkan kenyamanan dan keselamatan kru kapal melalui sistem pemanas yang stabil dan dapat dipantau dari jarak jauh, serta mencegah kerusakan sistem akibat panas berlebih.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. *Review Penelitian Sebelumnya***

Tinjauan pustaka sebelumnya merupakan uraian temuan dari Teori, dan sumber penelitian lain yang bersumber dari referensi Teori merupakan kegiatan penelitian dalam menetapkan kerangka yang jelas untuk merumuskan masalah yang akan diteliti. Dalam sumber lain disebutkan bahwa penelitian kepustakaan adalah suatu analisis berupa kritik konstruktif atau destruktif terhadap penelitian yang dilakukan terhadap suatu topik atau masalah tertentu yang berkaitan dengan suatu bagian ilmu pengetahuan. Tinjauan pustaka adalah presentasi ilmiah tentang suatu masalah tertentu. Tinjauan literatur mencakup ulasan, ringkasan, dan pemikiran tentang berbagai sumber perpustakaan (artikel, buku, informasi dari internet, dll) tentang topik yang dibahas. Tinjauan pustaka atau tinjauan penelitian seperti dijelaskan pada Tabel 2.1 dibawah ini merupakan rujukan yang digunakan sebagai informasi, bahan referensi, bahan penelitian, atau sebagai pembelajaran dalam penelitian ini.

**Tabel 2. 1 *Review Penelitian Sebelumnya***

Sumber: Jurnal Penelitian

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
1.	Aurelia Z. Firdaus, Fadlan A. Firman (2023), Politeknik Negeri Ujung Pandang	Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Data Logger Solar Water Heater Berbasis IoT	Pada penelitian ini mengembangkan sistem yang dapat memantau dan mencatat kinerja <i>solar water heater</i> secara <i>real-time</i> menggunakan IoT ( <i>Internet of Things</i> ). Selain itu, sistem ini memberikan Solusi untuk meningkatkan efisiensi pemantauan	Perbedaan penelitian peneliti dengan karya penelitian ini yaitu dari sistem monitoring. Dimana pada penelitian ini masih menggunakan sistem data logger untuk suhu secara real time, sedangkan karya penelitian yang dibuat menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
			solar water heater; memudahkan dan mendukung pengambilan Keputusan berbasis data secara otomatis	memantau suhu secara real time.
2.	Elfirza Rosiana, Abdurahman, Dwi Anie Gunastuti, Sugeng Aditya (2022), Universitas Pamulang	Pengatur Suhu Otomatis Pada Solar Water Heater Berbasis IoT	Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan pemanasan air melalui kolektor surya dan dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20, mikrokontroler Wemos D1 R2, serta menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> untuk pengendalian secara jarak jauh. Alat ini melibatkan pipa kapiler spiral, tangka penyimpanan berinsulasi, dan integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak untuk monitoring dan control suhu <i>real-time</i> .	Pada penelitian sebelumnya menjelaskan pada pengembangan <i>control system</i> yang dapat mengelola suhu secara otomatis, sedangkan karya penelitian yang dibuat pada penelitian material pasir silika dan paraffin wax sebagai penyimpan panas kemudian hasilnya lebih diarahkan pada pengumpulan data suhu melalui aplikasi IoT.
3.	Muhammad L. Firdaus, dkk (2024), Universitas Pendidikan Indonesia	Implementasi Pengatur Suhu Dalam Water Heater	Penelitian ini berfokus pada sensor pengatur suhu dalam <i>Water Heater</i> yang memiliki peran sangat penting dalam menjaga kinerja, keamanan, dan efisiensi perangkat tersebut. Sensor ini bertanggung jawab untuk memonitor suhu air di dalam tangka dan mengonrol elemen pemanas agar suhu tetap sesuai dengan pengaturan yang diinginkan.	Pada penelitian sebelumnya fokus pada pengaturan suhu dalam <i>water heater</i> , mengutamakan output suhu stabil, dan cenderung untuk aplikasi langsung. Sedangkan karya yang dibuat fokus dengan media pasir silika dan paraffin wax sebagai penyimpan panas, memantau suhu secara <i>real-time</i> , dan bisa digunakan dalam bidang pelayaran.

Dalam ulasan penelitian yang telah diuraikan di atas, dapat disimpulkan bahwa dari *review* jurnal tersebut, jika perancangan sistem dari Aurelia Zaynah Firdaus, & Fadlan Amal Firman (2023) menggunakan sistem monitoring dan

data logger berbasis IoT, serta mempermudah pengguna untuk memantau kinerja menggunakan mikrokontroler berbasis IoT. Aplikasi dapat meningkatkan efisiensi dalam kebutuhan rumah tangga dan industri pabrik maupun pelayaran. Sedangkan dalam jurnal yang ditulis oleh Elfirza Rosiana dkk, (2022) menjelaskan bahwa sistem pengatur suhu otomatis pada *Solar Water Heater* berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi dan kenyamanan para pengguna, serta memiliki penerapan untuk digunakan secara luas dalam berbagai bidang. Jadi, kedua penelitian ini dapat dikatakan saling melengkapi, di mana salah satu jurnal fokus pada pengaturan suhu otomatis, serta yang satu fokus pada monitoring dengan penyimpanan data dari hasil pembacaan sensor.

## B. Landasan Teori

Landasan teori digunakan untuk sumber teori yang dijadikan dasar penelitian. Seperangkat definisi, konsep, dan pernyataan yang telah disusun dengan rapi dan sistematis tentang variabel dalam sebuah penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka konseptual atau dasar untuk memahami latar belakang dari timbulnya permasalahan secara sistematis.

### 1. Rancang Bangun Sistem

Menurut Adiguna dalam (Nur Azis, 2020) Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang ingin dikerjakan dengan teknik yang bervariasi serta melibatkan deskripsi mengenai arsitektur dan detail komponen serta keterbatasan yang akan dialami dalam prosesnya. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa pengertian perancangan adalah proses terstruktur dalam pengembangan objek, sistem, atau gagasan.

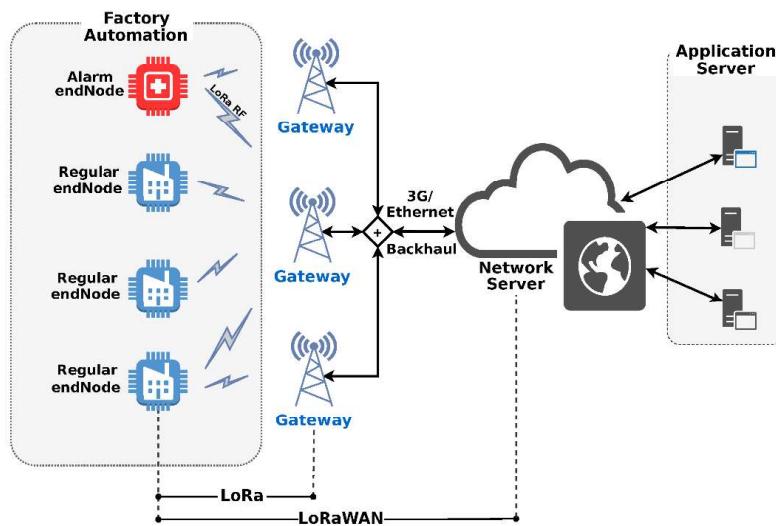
Ini melibatkan perencanaan, pemikiran, dan pembuatan rencana atau rancangan yang mempertimbangkan berbagai aspek. Perancangan bertujuan menciptakan solusi optimal dan efisien untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, proses ini mencakup pemilihan elemen, komponen, dan deskripsi detail tentang desain sistem. Kesalahan dalam perancangan dapat berdampak serius dalam implementasi, oleh karena itu perancangan adalah langkah kunci dalam pengembangan berbagai jenis sistem.

## 2. *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Dimana suatu benda atau objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan software dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet. Konsep Internet of Things mencangkup 3 elemen utama yaitu benda fisik atau nyata yang telah terintegrasi pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data pada server untuk menyimpan data maupun informasi dari aplikasi. (Yuliant dkk, 2015). Sistem kontrol yang tertanam dapat mendeteksi parameter dan mengontrol objek secara efektif. Unit komunikasi dapat mewujudkan telekomunikasi nirkabel dengan Internet. Informasi *real-time* dari "hal-hal" yang dapat diukur dan pengawasan jarak jauh kontrol dapat digunakan melalui Internet.

Cara kerja dari *Internet of Things* sangat sederhana, dengan memanfaatkan instruksi program terkandung dimana tiap-tiap perintah

dapat menghasilkan sebuah interaksi pada sesama perangkat yang terhubung secara otomatis tanpa kehadiran intervensi dari pengguna dan tanpa terbatas jarak berapapun jauhnya. Adapun platform IoT yang dapat diakses diantaranya yaitu *Firebase*, *Ubidots*, *ThingSpeak*, *Blynk*, *Antares*, *ThingsBoard*, *Thinger.io*, *Telkomsel IoT*, dan *Geeknesia*.



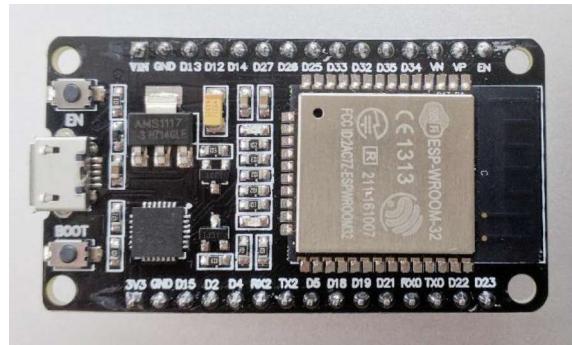
Gambar 2. 1 Konsep dan Cara Kerja IoT

Sumber: <https://shorturl.at/iy0CN>

### 3. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan sebuah komponen elektronika yang berupa *Integrated Circuit* (IC) yang dapat mengatur dan mengolah data. Mikrokontroler adalah komponen elektronika jenis semikonduktor yang dapat berfungsi sebagai isolator maupun konduktor. Berdasarkan fungsinya mikrokontroler adalah komputer mini yang memiliki satu chip dan terdapat mikroprosesor, memori, jalur input/output serta beberapa perlengkapan lain didalamnya. Kecepatan pengoperasian pengeloaan data pada mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1-16 MHz dan

kapasitas RAM dan ROM nya berkisar pada orde byte/Kbyte. Kelebihan utama mikrokontroler terletak pada ketersediaan *Random Acces Memory* (RAM) dan peralatan I/O pendukung, sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

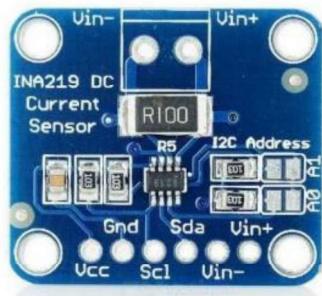


Gambar 2. 2 Mikrokontroler ESP32

Sumber: <https://student-activity.binus.ac.id/himtek/2022/07/27/esp32>

#### 4. Sensor INA219

Sensor INA219 merupakan alat pengukur arus dan tegangan digital pada sisi positif, menggunakan resistor shunt dana atarmuka I<sup>2</sup>C dengan resolusi 12-bit. Sensor ini dapat mengukur arus hingga 3,2A dan tegangan hingga 26V dengan akurasu tinggi 0,5-1% serta konsumsi daya rendah (Hareendran, 2021). Dalam penelitian “*Energy efficiency investigation of sun-path tracker system*” (2025), empat unit INA219 digunakan secara bersamaan pada rangkaian ESP32, menunjukkan kemampuan sensor sensor ini dalam pemantauan daya secara *real-time* pada sistem energi terbarukan (Abdellatif et al., 2025), dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.

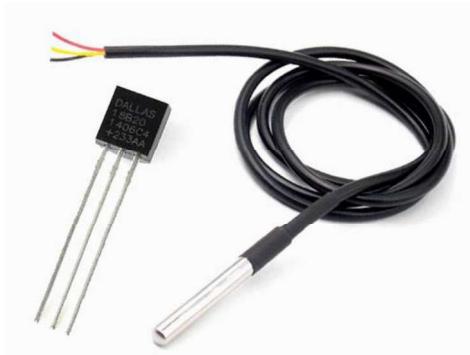


Gambar 2. 3 Sensor INA219

Sumber: <https://shorturl.at/Xs4Kr>

## 5. Sensor Suhu DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur lingkungan. Muhammad, Ichwan, (2014), kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. Tegangan sumber untuk sensor DS18B20 adalah 3V sampai 5.5V. Sensor ini juga dapat mengukur suhu pada kisaran -55 sampai 125 °C Fitur dari sensor suhu DS18B20 yaitu antarmuka hanya menggunakan satu kabel sebagai komunikasi (menggunakan protokol *one wire*), setiap sensor memiliki kode pengenal unik 64-bit tertanam di *onboard* ROM dan kemampuan *multidrop* yang menyederhanakan aplikasi penginderaan suhu terdistribusi serta tidak memerlukan komponen tambahan. Penggunannya bisa dalam lingkungan kendali termostatis, sistem industri, produk rumahan, termometer atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu.



Gambar 2. 4 Sensor Suhu DS18B20

Sumber: <https://shorturl.at/1kcMF>

## 6. Pasir Silika

Pasir silika adalah jenis pasir yang sebagian besar terdiri dari mineral kuarsa (silika atau  $\text{SiO}_2$ ) dengan tingkat kemurnian tinggi. Pasir ini dikenal karena memiliki sifat kimia dan fisika yang stabil, seperti kekerasan, titik leleh tinggi, dan ketahanan terhadap bahan kimia. Pasir silika sering digunakan dalam berbagai industri karena sifat-sifatnya yang serbaguna.

Pasir silika merupakan sebagai bahan penyimpan panas dalam berbagai aplikasi industri dan teknologi karena sifat termal dan fisiknya yang unggul. Kemudian pasir ini memiliki kapasitas panas spesifik yang cukup tinggi, sehingga mampu menyerap dan menyimpan energi panas dalam jumlah besar, pasir ini tahan terhadap suhu tinggi, sehingga ideal untuk digunakan di lingkungan dengan suhu yang ekstrim tanpa mengalami kerusakan atau perubahan bentuk.



Gambar 2. 5 Pasir Silika  
Sumber: <https://shorturl.at/PUXHu>

## 7. *Paraffin Wax*

*Paraffin Wax* adalah jenis senyawa hidrokarbon yang berasal dari minyak bumi atau bahan bakar fosil yang lainnya. *Paraffin wax* pada umumnya dapat digunakan dalam fungsi untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan energi panas. Biasanya banyak digunakan karena memiliki peran penting dalam berbagai industri, kerajinan dan dalam pemanfaatan kehidupan sehari-hari. *Paraffin wax* dapat menyerap panas saat mencair dan melepaskan panas saat membeku, serta memiliki temperatur yang berkisar antara 40°C-50°C.

*Paraffin wax* diperoleh dari destilasi minyak bumi dan bukan merupakan substansi murni tetapi merupakan kombinasi dari jenis hidrokarbon yang berbeda (Akgun dkk, 2007). Paraffin merupakan gabungan dari rantai-rantai lurus alkane CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)-CH<sub>3</sub>. Kristalisasi dari rantai CH<sub>3</sub> menyebabkan pelepasan panas latent dalam jumlah yang besar. Panas latent dan titik leleh paraffin meningkat dengan penambahan panjang rantai karbon. Kelemahan paraffin wax sebagai PCM ialah nilai

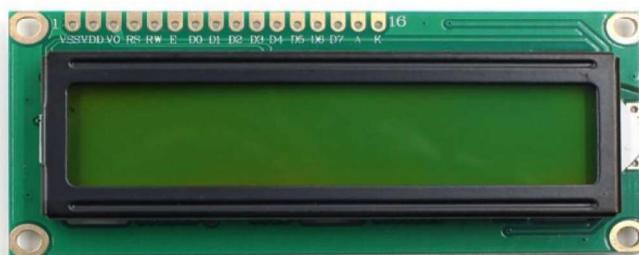
konduktifitas termalnya rendah. Untuk meningkatkan sifat perpindahan kalor PCM adalah dengan memberi campuran bahan aditif.



Gambar 2. 6 *Paraffin Wax*

Sumber: [https://en.wikipedia.org/wiki/Paraffin\\_wax](https://en.wikipedia.org/wiki/Paraffin_wax)

#### 8. *Liquid Crystal Display (LCD)*



Gambar 2. 7 LCD

Sumber: <https://shorturl.at/kdMcx>

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media *display* (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan untuk menyederhanakan desain perangkat keras dan memaksimalkan penggunaan pin I/O, modul LCD pada Gambar 2.7 digabungkan dengan sebuah konverter I2C. Antarmuka ini memungkinkan mikrokontroler mengirim data secara serial, sebuah metode yang sangat berbeda dengan komunikasi paralel yang membutuhkan banyak pin. Proses

ini hanya memerlukan dua jalur utama: *Serial Data* (SDA) untuk transfer data dan *Serial Clock* (SCL) untuk sinkronisasi. Hasilnya, penggunaan pin mikrokontroler untuk mengontrol layar menjadi jauh lebih efisien, sehingga menghemat sumber daya sistem yang berharga (Prassetyo et al., 2024).

## 9. Sensor Anemometer

Sensor anemometer alat ukur yang digunakan dalam bidang meteorologi dan energi angin. Sensor ini terdiri dari 3 cangkir kecil yang dipasang secara simetris pada poros vertikal. Yang akan berputar ketika tertuju angin. Kecepatan rotasi ini dikonversi menjadi frekuensi sinyal pulsa digital, dan digunakan untuk menghitung kecepatan angin. Sensor ini tetap popular karena menawarkan kombinasi terbaik antara akurasi, biaya rendah, ketahanan, dan keandalan, dibandingkan dengan jenis anemometer lain seperti sonic, LIDAR, atau SODAR (Alfonso-Corcuera et al., 2022), dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini.

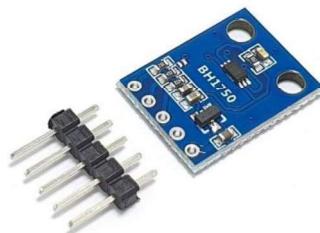


Gambar 2. 8 Sensor Anemometer

Sumber: <https://images-cdn.ubuy.co.id/63552fe710b92f7afa0c8875-5v-dc-supply-0-5v-output-anemometers.jpg>

## 10. Sensor Intensitas Matahari

Sensor intensitas cahaya BH1750 merupakan sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti diode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Sensor Cahaya digital BH1750 dapat melakukan *pengukuran* dengan keluaran lux (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu. Dengan sensor BH1750 intensitas Cahaya dapat diukur secara langsung dengan output luxmeter (lx) tanpa membuat perhitungan. (Suryana Taryana, 2021).



Gambar 2. 9 Sensor BH1750

Sumber: <https://ebinstruments.idsmol.com/product/sensor-intensitas-cahaya-gy-302-bh1750>

## 11. Aplikasi *Blynk*

Aplikasi *Blynk* adalah aplikasi platform yang dirancang untuk mendukung pengembangan sistem berbasis IoT. Aplikasi ini memungkinkan *pengguna* untuk memantau dan mengontrol perangkat seperti ESP32 melalui koneksi internet. Dalam penelitian, *Blynk* digunakan sebagai antarmuka utama untuk menampilkan data sensor secara *real-time*, seperti suhu dan ketinggian air. Platform ini terdiri dari tiga komponen

utama: *Blynk App*, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna; *Blynk Server*, yang mengelola komunikasi antara perangkat IoT dan aplikasi; serta *Blynk Library*, yang diintegrasikan ke dalam kode perangkat untuk memungkinkan konektivitas. Dengan fitur notifikasi, penyimpanan data, dan kontrol jarak jauh, *Blynk* memberikan solusi efektif untuk monitoring dan pengendalian perangkat IoT secara *real-time* (Reinanda et al., 2024), dapat dilihat pada gambar 2. 10 di bawah ini.



Gambar 2. 10 Aplikasi *Blynk*

Sumber: <https://www.arduinoindonesia.id/2024/04/arduino-dan-blynk-membuat-aplikasi-iot-tanpa-coding-berlebih.html>

## 12. Google Spreadsheet



Google Sheets

Gambar 2. 11 Google Spreadsheet

Sumber: <https://shorturl.at/RfTiL>

*Google Spreadsheet* merupakan aplikasi pengelolah data berbasis cloud yang dapat dimanfaatkan sebagai sistem monitoring data secara *real-time*. Dalam sistem berbasis mikrokontroler, *Spreadsheet* digunakan untuk

menampilkan data lain secara langsng dan fleksibel. Penggunaan Google Spreadsheet sebagai media monitoring memungkinkan pengguna untuk mengakses data dari jarak jauh, serta memantau kondisi perangkat atau sistem secara terus menerus melalui jaringan internet.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Perancangan Sistem**

Perancangan sistem menurut Adiguna dalam (Nur Azis, 2020) perancangan merupakan proses untuk mendefinisikan suatu hal yang ingin dilakukan dengan cara yang bervariasi serta melibatkan rancangan, dan detail komponen, serta kendala yang mungkin dialami dalam prosesnya. Perancangan sistem merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mendefinisikan suatu hal atau merancang sesuatu dengan proses yang saling terkait untuk mencapai tujuan yang sama.

Pada penulisan karya ilmiah terapan ini peneliti menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D) sebagai pendekatan utama dalam penelitian skripsi. Menurut Sugiyono (2013) “Metode penelitian dan pengembangan produk atau teknologi baru untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi”. Berikut tahap-tahap yang dijabarkan terdiri dari :

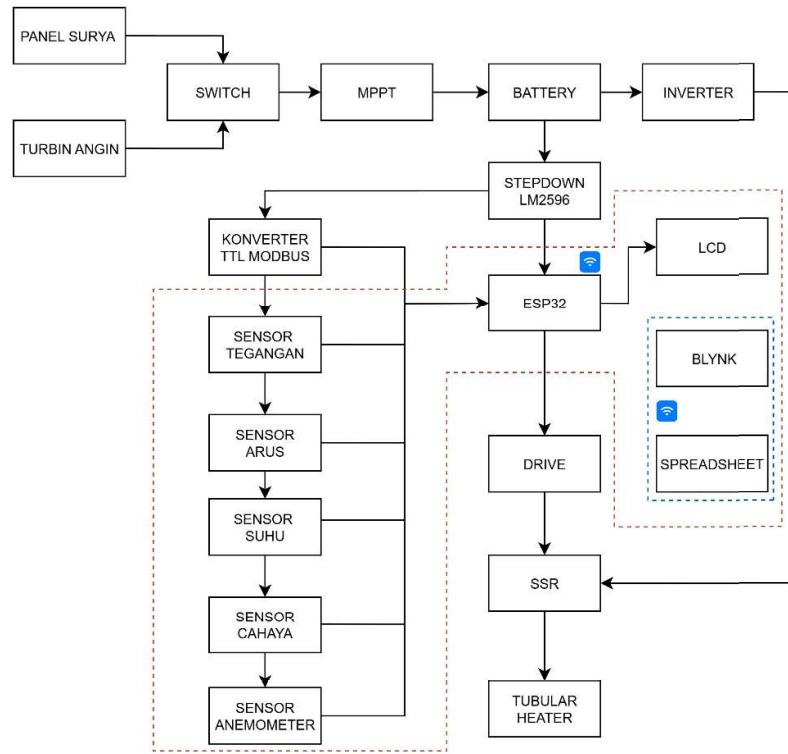
1. Mengidentifikasi potensi dan Masalah, adalah tahap di mana potensi dan masalah dari fenomena yang ingin diteliti diidentifikasi.
2. Mengumpulkan Informasi, adalah fase di mana teori-teori yang akan dikaji dan digunakan dalam penelitian dikumpulkan.
3. Desain Produk, adalah tahap merencanakan penelitian, menentukan tujuan, dan menentukan langkah-langkah penelitian. Hasil dari tahap ini adalah desain produk baru yang lengkap dan spesifikasinya.

4. Validasi Desain, adalah tahap melakukan evaluasi apakah rancangan produk akan efektif dan efisien.
5. Perbaikan Desain, jika desain yang telah divalidasi oleh para ahli dan selanjutnya ditemukan kelemahannya maka akan diperbaiki dan dikembangkan lagi.
6. Uji Coba Produk, adalah proses melakukan uji coba awal pada skala kecil pada desain produk. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi dengan baik dan benar.
7. Revisi Produk, merupakan perbaikan produk yang dibuat berdasarkan hasil uji coba awal dan diperbaiki dengan mengkalibrasi ulang bagian yang tidak berfungsi.
8. Uji Coba Pemakaian, atau dikenal sebagai uji coba utama mencakup uji coba yang diharapkan sudah dapat menunjukkan hasil pengukuran untuk seluruh komponen rancang bangun.
9. Revisi Produk, adalah memperbaiki rancang bangun yang dibuat untuk menghasilkan produk akhir.
10. Pembuatan Produk Massal adalah fase produk telah terbukti efektif dan sesuai kebutuhan. Pada tahap ini, produk dapat diajukan untuk mendapat hak paten.

Dari tahap-tahap penelitian yang telah dijabarkan diatas maka penelitian ini akan menghasilkan suatu produk. Produk yang dihasilkan adalah sistem monitoring suhu pemanas air berbasis IoT sebagai pemanas air untuk di kapal.

## B. Perancangan Alat

### 1. Blok Diagram Keseluruhan Alat



Gambar 3. 1 Blok Diagram Keseluruhan Alat

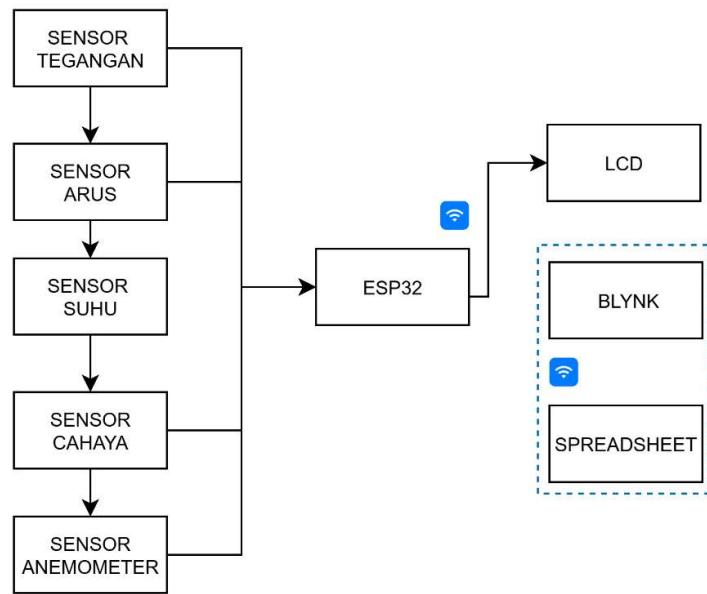
Sumber: Dokumentasi Peneliti

Penelitian ini merupakan gabungan dari projek keseluruhan alat, namun pada penelitian yang dilakukan fokus di bagian yang diarsir garis titik merah yaitu monitoring suhu panel surya dan turbin angin pada pemanas air dengan media pasir silika dan *paraffin wax* berbasis *Internet of Things* (IoT) di kapal. Proses kerja sistem diawali dengan pengumpulan data dari serangkaian sensor yang komprehensif. Sensor tegangan dan arus memonitor kondisi catu daya, sementara sensor suhu, cahaya, dan sensor anemometer mengukur parameter lingkungan dan operasional yang krusial. Data dari sensor-sensor ini, termasuk data dari perangkat lain yang mungkin menggunakan protokol industri melalui Konverter TTL Modbus,

dikirimkan secara kontinu ke ESP32. Mikrokontroler kemudian memproses informasi ini, menjalankan algoritma yang telah ditentukan. Sebagai contoh, ESP32 akan membandingkan data suhu dari sensor dengan nilai target untuk menentukan tindakan selanjutnya. Berdasarkan hasil pemrosesan data, ESP32 akan mengambil keputusan untuk mengendalikan beban utama, yaitu *heater*.

Perintah dari ESP32 yang berupa sinyal berdaya rendah akan diperkuat oleh rangkaian Drive agar mampu memicu *Solid State Relay* (SSR). SSR yang berfungsi sebagai saklar elektronik kemudian akan mengatur aliran listrik berdaya tinggi untuk menyalakan atau mematikan *heater*. Rangkaian proses dari sensor ke ESP32 hingga ke *heater* ini membentuk sebuah sistem kontrol *loop* tertutup yang efisien dan otomatis. Untuk interaksi dengan pengguna, sistem ini menyediakan dua jenis antarmuka. Secara lokal, semua data penting seperti status sensor dan kondisi *heater* ditampilkan secara *real-time* pada sebuah layar LCD. Selain itu, berkat kemampuan *Wi-Fi* pada ESP32, sistem ini juga terhubung ke internet dan platform Aplikasi *Blynk*. Hal ini memungkinkan pengguna untuk melakukan monitoring dan kontrol sistem dari jarak jauh melalui aplikasi pada *smartphone*, memberikan fleksibilitas dan aksesibilitas yang tinggi.

Penelitian ini membahas tentang sistem monitoring dari keseluruhan alat, yang digambarkan dalam bentuk blok diagram pada gambar 3. 2 dibawah ini.



Gambar 3. 2 Blok Diagram

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Berdasarkan blok diagram tersebut, sistem ini dirancang sebagai sebuah sistem akuisisi dan pemantauan data multifungsi yang berpusat pada mikrokontroler ESP32. Tugas utamanya adalah mengumpulkan data secara kontinu dari berbagai sensor, mengolahnya, dan kemudian menyajikannya kepada pengguna melalui beberapa platform berbeda, baik untuk pemantauan langsung maupun untuk analisis data historis. Pada sisi input, ESP32 terhubung dengan serangkaian sensor untuk menangkap berbagai parameter penting. Ini mencakup sensor tegangan dan sensor arus untuk memonitor aspek kelistrikan, Sensor Suhu dan Sensor Cahaya untuk mengukur kondisi lingkungan, serta sensor anemometer yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan angin.

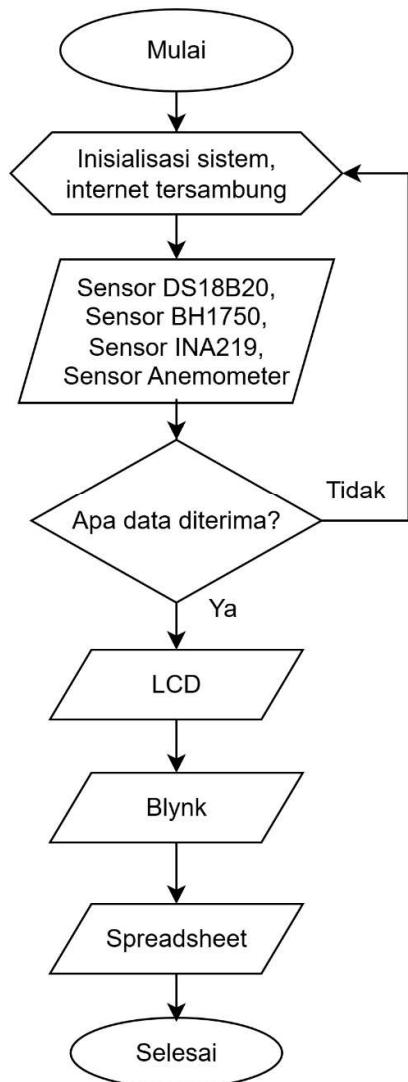
Semua data dari sensor-sensor ini dibaca dan diproses oleh ESP32 secara *real-time*. Data yang telah diolah oleh ESP32 kemudian didistribusikan ke beberapa media output. Untuk pemantauan lokal di

tempat, informasi ditampilkan pada sebuah layar LCD. Untuk pemantauan jarak jauh, sistem ini memanfaatkan koneksi *Wi-Fi* dari ESP32 untuk mengirim data ke Aplikasi *Blynk* yang dapat diakses melalui *Smartphone*.

Fitur penting lainnya dari sistem ini adalah kemampuannya untuk mencatat dan menyimpan data secara otomatis ke dalam format *Spreadsheet*, yang sangat berguna untuk analisis, pelaporan, dan membuat rekam jejak data dalam jangka waktu yang Panjang. Blok diagram merupakan bagian yang penting dalam perancangan suatu sistem, dalam blok diagram pada gambar dijelaskan bagaimana garis besar proses suatu sistem dapat bekerja dengan baik. Dalam hal ini blok diagram dirancang oleh peneliti agar cara kerja sistem monitoring suhu pemanas air di kapal ini dapat dipahami dengan baik.

## 2. *Flowchart*

*Flowchart* merupakan bagian alur yang menampilkan langkah-langkah dan Keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. *Flowchart* berperan penting dalam memutuskan sebuah langkah dari sebuah proyek pembuatan program yang dilibatkan.



Gambar 3. 3 *Flowchart*

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Pada gambar 3.3 diatas, *flowchart* diatas menggambarkan alur kerja sistem monitoring pemanas air berbasis sensor dan IoT. Proses dimulai dengan inisialisasi sistem, dimana perangkat mempersiapkan semua komponen untuk bekerja dan memastikan koneksi internet terhubung agar fitur IoT dapat berjalan. Setelah sistem aktif, sensor suhu DS18B20 membaca suhu air secara *real-time*.

Data yang diperoleh dari sensor diproses untuk menentukan langkah berikutnya. Jika pembacaan sensor berhasil, informasi suhu akan ditampilkan pada layar LCD untuk memudahkan pemantauan langsung di lokasi. Selain itu, data suhu dikirimkan ke aplikasi *Blynk* yang terhubung ke perangkat Android melalui koneksi internet. Pengguna dapat melihat data suhu dan status sistem secara jarak jauh melalui aplikasi tersebut. Proses ini berakhir setelah semua data berhasil diproses dan ditampilkan, namun sistem terus bekerja untuk melakukan pembacaan suhu secara berkala, memastikan pemantauan berjalan secara *real-time*.

### C. Rencana Pengujian

Pengujian ini merupakan konsep pengujian terhadap alat yang dibuat untuk mengetahui bagaimana cara kerja dan kemungkinan sistem error yang ada pada setiap alat. Rencana pengujian yang akan dilakukan yaitu rencana pengujian setiap komponen alat dan pengujian monitoring projek dari keseluruhan alat yang dibuat.

#### 1. Pengujian Statis

Pengujian terhadap setiap komponen yang akan digunakan dalam rancangan bangun sistem monitoring *water heater* ini, dilakukan untuk mengetahui kualitas dan kemampuan komponen yang akan digunakan dalam proses merancang alat ini.

- a. Pengujian sensor suhu DS18B20, diuji dengan menghubungkan ke ESP32. Sensor ini ditempatkan di panel surya dan tanki air, kemudian sensor akan diuji dengan membandingkan hasil pembacaan dengan

thermogun dan data akan menampilkan di aplikasi *Blynk* yang terkoneksi dengan internet.

- b. Pengujian ESP32 diujikan dengan cara menghubungkan ke perangkat laptop atau android menggunakan kabel USB, pengujian ini membaca data dari sensor suhu dan ditampilkan di LCD dan aplikasi *Blynk*.
- c. Pengujian sensor cahaya BH1750 diuji dengan menghubungkan ke ESP32. Sensor tersebut di letakkan di panel surya yang kemudian data akan ditampilkan pada LCD dan aplikasi *Blynk*.
- d. Pengujian sensor INA219 diuji dengan cara menghubungkan ke ESP32 melalui pin analog. Hubungkan sensor tersebut ke jalur arus pengisian baterai lalu ukur nilai arus yang terbaca pada LCD dan harus sesuai dengan spesifikasi baterai.
- e. Sensor anemometer diuji dengan Mengarahkan aliran angin dan mengukur berapa tegangan yang dihasilkan. Data yang masuk menggunakan ESP32 kemudian di tampilkan di LCD dan aplikasi *Blynk*.
- f. Pengujian aplikasi *Blynk*, diuji dengan menggunakan koneksi internet. Platform *Blynk* dihubungkan melalui ESP32 ke *Wi-Fi* kemudian mengirim data dari sensor ke aplikasi dan web.

## 2. Pengujian Dinamis

Pengujian dinamis yang dilakukan oleh peneliti adalah setelah semua komponen dirakit menjadi satu sistem yang utuh untuk mengevaluasi kualitas dan interaksi antar komponen. Sistem diuji saat menerima input dari semua sensor, seperti sensor suhu, cahaya, dan aliran angin. Data dari

sensor-sensor dapat proses melalui mikrokontroler kemudian di monitoring melalui aplikasi *Blynk* secara *real-time* untuk memastikan semua sistem dapat berjalan dengan baik dengan adanya perubahan dari lingkungan sekitar. Hasil pengujian ini dapat digunakan untuk memonitor dari keseluruhan sistem secara *real-time*.

### **3. Pengujian Media Penyimpan Panas**

Pengujian media penyimpan panas merupakan bagian krusial dari pengujian dinamis yang bertujuan untuk mengukur dan membandingkan secara kuantitatif efektivitas dari dua konfigurasi media yang berbeda. Untuk itu, pengujian akan dilakukan dalam dua skenario operasional terpisah: skenario pertama menggunakan media *paraffin wax* murni, dan skenario kedua menggunakan media campuran *paraffin wax* dengan aditif pasir silika. Pada setiap skenario, parameter utama yang akan dicatat dan dianalisis meliputi waktu pemanasan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air dari kondisi awal dengan suhu 31-32°C hingga mencapai suhu target operasional yaitu 40°C, serta laju pelepasan panas yang diukur dari tingkat penurunan suhu air setelah elemen pemanas dimatikan. Hasil dari kedua skenario tersebut kemudian akan dibandingkan secara langsung untuk menyimpulkan secara objektif apakah penambahan pasir silika benar-benar memberikan peningkatan efisiensi yang terukur pada sistem pemanas air.