

RANCANG BANGUN SISTEM BOILER UNTUK PEMANAS BAHAN MFO 180 CST BERBASIS IOT



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

ADY WIJAYA

NIT. 08.20.001.1.11

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN
KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

RANCANG BANGUN SISTEM BOILER UNTUK PEMANAS BAHAN MFO 180 CST BERBASIS IOT



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

ADY WIJAYA

NIT. 08.20.001.1.11

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN
KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ady Wijaya

Nomor Induk Taruna : 08.20.001.1.11

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**RANCANG BANGUN RANCANG BANGUN SISTEM *BOILER* UNTUK
PEMANAS MFO 180 CST 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 di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 25 Desember 2024



ADY WIJAYA
NIT. 08 20 001 1 11

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **RANCANG BANGUN SISTEM BOILER UNTUK
PEMANAS BAHAN MFO 180 CST BERBASIS IOT**

Nama Taruna : **Ady Wijaya**

NIT : **08.20.001.1.11**

Program Studi : **Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal**

Dengan ini menyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA, 18 FEBRUARI 2025

Menyetujui

Pembimbing I



(ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd., M. Mar.E.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 196905312003121001

Pembimbing II



(HENNA NURDIANSARI, ST., MT., M.Sc)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198512112009122003

Mengetahui
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



DIRHAMSYAH S.E., M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197504302002121002

PENGESAHAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

**RANCANG BANGUN SISTEM BOILER UNTUK PEMANAS
BAHAN MFO 180 CST BERBASIS IOT**

Disusun dan Diajukan Oleh :

ADY WIJAYA

NIT. 08.20.001.1.11

D-IV TRKK

Telah dipresentasikan didepan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada Tanggal 19 Februari 2025



Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

(FARIS NOFANDI S.Si.T.M.Sc.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198502012010121003

Dosen Penguji III

(HENNA NURDIANSARI, ST., M.T., Sc.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198512112009122003

Mengetahui :
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa
Kelistrikan Kapal

(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197504302002121002

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan tepat waktu.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta memberikan arahan, bimbingan, dan petunjuk dalam segala hal yang sangat berarti dan menunjang dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan sarana prasana dalam pengerjaan KIT.
2. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd. selaku ketua prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal yang telah memberikan motivasi untuk mengerjakan KIT.
3. Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dengan baik dan sabar, mengarahkan serta memotivasi kepada peneliti dalam menyusun karya ilmiah terapan ini.
4. Ibu Henna Nurdiansari, ST., M. T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dengan baik dan sabar, mengarahkan serta memotivasi kepada peneliti dalam menyusun karya ilmiah terapan ini.
5. Segenap Dosen Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah membimbing dan memberikan arahan selama proses penyelesaian karya ilmiah terapan ini.
6. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan doa, moral, materi, dan dukungan kepada.

Saya sadar bahwa dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini masih terdapat banyak kekurangan. Kekurangan tersebut tentunya dapat dijadikan peluang untuk peningkatan penulisan selanjutnya.

Surabaya,

2024

Ady Wijaya
NIT. 08 20 001 1 11

ABSTRAK

ADY WIJAYA, Rancang bangun Sistem *Boiler* Untuk Pemanas Bahan Bakar MFO 180 CST. Dibimbing oleh Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. dan Henna Nurdiansari, ST., M. T., M.Sc.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem boiler untuk pemanasan bahan bakar MFO (Marine Fuel Oil) 180 CST dengan integrasi teknologi Internet of Things (IoT) guna meningkatkan efisiensi dan pemantauan operasional. Metode yang digunakan mencakup perancangan sistem boiler, pemilihan jenis dan material sesuai standar internasional, serta penerapan sistem pembakaran yang optimal. Sensor IoT dipasang pada titik strategis untuk memantau parameter penting seperti suhu, tekanan, dan aliran fluida secara *real-time*. Data yang dikumpulkan dikirim ke platform cloud, memungkinkan pemantauan jarak jauh serta analisis performa otomatis melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi IoT pada sistem boiler meningkatkan efisiensi pemanasan bahan bakar, optimasi konsumsi energi, serta kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian proses. Pengujian yang dilakukan mencakup uji tekanan, efisiensi pembakaran, kapasitas steam, dan ketahanan material, yang hasilnya dapat dipantau secara *real-time* untuk mendukung analisis kinerja dan deteksi dini terhadap potensi masalah. Evaluasi data operasional memungkinkan penyesuaian desain atau pengaturan sistem guna meningkatkan efisiensi energi. Dengan inovasi ini, sistem boiler dapat beroperasi lebih optimal, mendukung efisiensi energi, serta memfasilitasi pemeliharaan prediktif untuk keberlanjutan operasional di industri. Penggunaan IoT dalam sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan, efektivitas, serta otomatisasi dalam pengelolaan boiler, menjadikannya solusi yang lebih andal dan modern.

Kata kunci: ESP32, Boiler, Bahan bakar MFO 180 CST, BLYNK

ABSTRACT

ADY WIJAYA, *Design and Construction of Boiler System for MFO 180 CST Fuel Heater. Supervised by Mr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. and Mrs. Henna Nurdiansari, ST., M. T., M.Sc.*

Research aims to design and develop a boiler system for heating Marine Fuel Oil (MFO) 180 CST by integrating Internet of Things (IoT) technology to enhance efficiency and operational monitoring. The methods used include boiler system design, selection of types and materials according to international standards, and the implementation of an optimal combustion system. IoT sensors are strategically placed to monitor key parameters such as temperature, pressure, and fluid flow in real-time. The collected data is transmitted to a cloud platform, enabling remote monitoring and automated performance analysis through a web or mobile-based application.. The research results indicate that IoT integration in the boiler system improves fuel heating efficiency, optimizes energy consumption, and facilitates easier monitoring and process control. Testing includes pressure tests, combustion efficiency, steam capacity, and material durability, with real-time monitoring to support performance analysis and early problem detection. Operational data evaluation allows for design adjustments or system settings to further enhance energy efficiency. With this innovation, the boiler system can operate more optimally, support energy efficiency, and facilitate predictive maintenance for sustainable industrial operations. The implementation of IoT in this system is expected to improve safety, effectiveness, and automation in boiler management, making it a more reliable and modern solution

Keywords: *ESP32, Boiler, MFO 180 CST Fuel, BLYNK*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	3
C. BATASAN MASALAH.....	3
D. TUJUAN PENELITIAN.....	4
E. MANFAAT PENELITIAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA	5
B. LANDASAN TEORI.....	6
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Jenis Penelitian	23
B. Diagram Alur Penelitian.....	24

C. Desain Penelitian.....	25
D. Rencana Pengujian.....	30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	34
A. HASIL PENELITIAN	34
BAB V PENUTUP.....	40
A. SIMPULAN	40
B. SARAN.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya 1.....	5
Tabel 2. 2 Review Penelitian Sebelumnya 2.....	6
Tabel 2. 3 Review Penelitian Sebelumnya 3.....	7

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. <i>Boiler</i>	8
Gambar 2. 2. MFO 180 CST	12
Gambar 2. 3. ESP32	15
Gambar 2. 4. <i>Heater</i>	16
Gambar 2. 5. .Pipa Tembaga	17
Gambar 2. 6. Plat	18
Gambar 2. 7. <i>Valve</i>	19
Gambar 2. 8. Sensor DS18B20	20
Gambar 2. 9. <i>Ultrasonic</i>	21
Gambar 2. 10. <i>Pump</i>	22
Gambar 2. 11. MQTT	24
Gambar 3. 1. Flowchart Penelitian	27
Gambar 3. 2. Block Diagram	29
Gambar 3. 3. Rangkaian Alat	30

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Boiler adalah salah satu komponen utama dalam sistem pembangkit energi, baik di industri maupun sektor lainnya yang membutuhkan uap atau panas. Pada berbagai aplikasi, seperti pembangkit listrik, pemrosesan industri, dan pemanasan, *boiler* berfungsi sebagai alat konversi energi termal dari bahan bakar menjadi uap yang digunakan untuk berbagai tujuan operasional. Salah satu bahan bakar yang umum digunakan dalam sistem *boiler* adalah *Marine Fuel Oil (MFO)*, khususnya *MFO* dengan kekentalan 180 CST.

Sistem steam berfungsi untuk mengumpulkan dan mengontrol produksi *steam* dalam *boiler*. Air demineralisasi yang berasal dari sistem air umpan dialirkan ke *economizer* untuk pemanasan awal, sehingga meningkatkan efisiensi *steam* pada *boiler*. Setelah dipanaskan, steam dialirkan melalui sistem pemipaan menuju titik pengguna. Di sepanjang sistem, tekanan *steam* diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan, memastikan distribusi *steam* yang efisien. Sistem bahan bakar mencakup semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan panas. *Boiler* didesain sedemikian rupa agar dapat memaksimalkan jumlah panas yang dihasilkan, memastikan operasi yang efisien serta penggunaan bahan bakar yang optimal (Oktaviani Eva, 2023).

Marine Fuel Oil (MFO) 180 CST merupakan jenis bahan bakar yang digunakan untuk mesin diesel dan boiler pada industri besar serta kapal. Karena kekentalannya yang tinggi, *MFO* 180 CST memerlukan perlakuan khusus sebelum digunakan, terutama pada tahap pemanasan. Pada suhu kamar, bahan

bakar ini cenderung sangat kental, sehingga tidak dapat dipompa atau diatomisasi dengan efektif untuk pembakaran yang efisien. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemanas yang mampu menurunkan kekentalan bahan bakar ke tingkat yang optimal sebelum masuk ke dalam proses pembakaran di *boiler*.

Penggunaan sistem pemanas untuk *MFO* bertujuan agar bahan bakar memiliki viskositas yang tepat saat mencapai ruang bakar *boiler*, yang biasanya memerlukan suhu sekitar 100-120°C. Dengan pemanasan yang memadai, efisiensi pembakaran dapat meningkat dan risiko penyumbatan saluran bahan bakar atau kerusakan komponen *boiler* dapat diminimalkan. Oleh karena itu, rancang bangun sistem *boiler* yang efektif untuk pemanas bahan bakar *MFO* 180 CST memerlukan perancangan yang mempertimbangkan parameter seperti kapasitas pemanasan, kecepatan aliran bahan bakar, serta kontrol suhu yang tepat.

Dalam konteks ini, perancangan sistem *boiler* pemanas bahan bakar *MFO* 180 CST juga harus mempertimbangkan kebutuhan energi, aspek keamanan, dan efisiensi operasi. Pemilihan jenis *boiler* yang sesuai, metode pemanasan (seperti pemanas listrik atau uap), serta sistem kontrol otomatis sangat penting untuk memastikan bahwa bahan bakar selalu berada pada suhu dan viskositas yang sesuai. Dengan uraian latar belakang di atas maka penulis. Merencanakan penelitian dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM BOILER UNTUK PEMANAS MFO 180 CST” agar menjadi ilmu bahan pengetahuan bagi para pembaca.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang akan dikemukakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana merancang sistem *Boiler* untuk pemanas bahan bakar MFO 180 CST berbasis *IOT*?
2. Bagaimana mengembangkan sistem *Boiler* berbasis *OIT* dapat mengoptimalkan untuk memanaskan bahan bakar MFO 180 CST?

Dari rumusan masalah yang telah dituliskan di atas, peneliti ditugaskan untuk mencari solusi dalam rangka mengoptimalkan penggunaan bahan bakar jenis *MFO* 180 CST melalui sistem pemanas heater supaya menunjang performa dari *BOILER*, agar dapat beroperasi dengan baik karena pentingnya atau vitalnya fungsi dari pemanas bahan bakar untuk menjaga bahan bakar agar tetap panas dan tidak membeku agar suplai bahan bakar saat pelayaran dapat berjalan baik.

C. BATASAN MASALAH

Batasan masalah merupakan suatu hal berisi pemfokusan pada objek suatu penelitian yang dikerjakan. Batasan masalah meliputi:

1. Penelitian ini hanya fokus pada penerapan sistem *boiler* untuk pemanas pada bahan bakar MFO 180 CST berbasis *IOT* dalam konteks bahan bakar tertentu.
2. Pengujian dan evaluasi kinerja pada sistem pemanas bahan bakar yang telah di tentukan, seperti bahan bakar padat atau membeku akan di panaskan dengan *steam* dari *boiler*.

D. TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui alat apa saja yang digunakan dalam merancang *prototype system* pemanas *boiler* atau *heater* bahan bakar MFO 180 CST.
2. Untuk mengetahui sistem kerja dari pemanas *boiler* atau *heater* bahan bakar MFO 180 CST.

E. MANFAAT PENELITIAN

“ RANCANG BANGUN SISTEM BOILER PEMANAS UNTUK BAHAN BAKAR MFO 180 CST ” memiliki banyak manfaat, seperti peningkatan efisiensi pembakaran, penghematan biaya operasional, serta pengurangan polusi dan emisi gas buang. Sistem ini juga menjaga stabilitas proses produksi, meningkatkan keamanan operasional, serta memperpanjang umur mesin dan *boiler*. Dengan pengaturan suhu yang tepat dan distribusi panas yang merata, sistem ini memastikan kualitas pemanasan bahan bakar optimal, sehingga mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya sangat membantu dalam bab ini untuk mencari tahu apa saja hasil dan perbedaan dari penelitian sebelumnya, oleh karena itu penulis membutuhkan referensi dari penelitian terdahulu. Berikut adalah penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi penulis seperti pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya 1

NO	JUDUL JURNAL	PENULIS	KESIMPULAN	PERBEDAAN
1.	Perhitungan Efisiensi Panas <i>Steam Generator</i> Dengan Pemanas <i>Thermal Oil</i> Pada Unit <i>Energy Plant</i> Industri Fibreboard (Linda Santia et al., 2019).	Linda Santia, Intan Retri Utari, Rahmatullah	Metodologi penyelesaian meliputi pengumpulan data, pengolahan data, dan perhitungan, hasil perhitungan. Pengumpulan data diperoleh dari <i>control room</i> berupa desain aktual dan data aktual dari <i>steam boiler</i>	Jika penelitian sebelumnya menggunakan tentang pembahasan dan perhitungan pengumpulan Data maka penelitian ini menggunakan sistem pemanas untuk bahan MFO180 cst
2.	Rancang Bangun Boiler Untuk Proses Pemanasan Sistem Uap Pada Industri Tahu Dengan Menggunakan Catia V5 (Effendy Ardiyanto Dwi, 2013)	Dwi Ardiyanto Effendy	Metode penelitian adalah suatu rancangan penelitian yang memberikan arah bagi pelaksanaan penelitian sehingga data yang diperlukan dapat terkumpul. Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono 2009: 2).	Jika pada penelitian sebelumnya boiler pemanas sistem pada industri menggunakan pemanas catia v5. Penelitian ini menggunakan sistem boiler boiler pemanas bahan bakar MFO 180 CST.

3.	Rancang Bangun Dan Pengujian Boiler Menggunakan Metode <i>Once Through</i> Kapasitas 18 Kg/Jam (Kuncoro Heru, 2024)	Heru Kuncoro, Rafi Fajar Sya'bani, Rudi Irawan1	Metode <i>once through boiler</i> atau <i>boiler</i> sekali laluan adalah <i>boiler</i> yang tidak memiliki aliran balik atau searah yang dimana hasil dari proses <i>boiler</i> akan langsung dikeluarkan ke <i>feed tank</i> . Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis kinerja <i>boiler</i> kapasitas 18 kg/jam yang dirancang bangun.	Perbedaan penelitian antara peneliti dan karya dari heru kuncoro terletak pada sistem boiler menggunakan <i>once through</i> kapasitas 18 kg/jam di boiler. Sedangkan untuk penelitian ini menggunakan sistem heater untuk pemas bahan bakar pada MFO 180 cst
----	---	---	---	---

Sumber: Dokumen Penelitian

B. LANDASAN TEORI

Dalam penelitian ini, penulis mengadopsi landasan teori yang akan menjadi dasar dari kajian ini. Landasan teori ini berperan dalam menjelaskan variabel atau isu yang akan dikaji dan dibahas oleh penulis. Berikut adalah beberapa landasan teori yang mendukung kajian ini:

1. *Boiler*



Gambar 2. 1 *Boiler*

Sumber : <http://bit.ly/4hdmR6Z> (2013)

Seperti pada gambar 2.1 *Boiler* (Putri et al., 2021) salah satu komponen utama dalam sistem permesinan yang berfungsi untuk menghasilkan uap (steam) yang digunakan untuk berbagai keperluan. *Boiler* ini berperan

penting dalam sistem tenaga dan pemanasan di kapal, terutama pada kapal-kapal besar seperti kapal *tanker*, kapal kargo, kapal pesiar, dan kapal-kapal lainnya yang membutuhkan uap sebagai sumber energi atau untuk operasi lainnya. Berikut penjelasan rinci mengenai *boiler* di kapal:

a. Fungsi *Boiler* di Kapal

Menghasilkan Uap: *Boiler* di kapal menghasilkan uap dari air yang dipanaskan. Uap ini kemudian digunakan untuk berbagai keperluan, seperti penggerak turbin uap, pemanas ruangan, pemanas bahan bakar, dan untuk sistem pengkondisian udara di kapal. Penggerak Mesin: Pada kapal yang menggunakan sistem propulsi turbin uap, uap yang dihasilkan oleh *boiler* digunakan untuk menggerakkan turbin yang berfungsi menggerakkan baling-baling kapal.

Pemanas Bahan Bakar: Beberapa jenis kapal seperti *tanker* membutuhkan bahan bakar yang dipanaskan agar memiliki viskositas yang tepat untuk digunakan di mesin utama. *Boiler* berfungsi untuk memanaskan bahan bakar tersebut. Pemanas Sistem *Boiler*: *Boiler* juga digunakan untuk memanaskan air tawar yang digunakan untuk keperluan sehari-hari di atas kapal serta untuk pemanasan ruang tertentu.

b. Komponen Utama *Boiler* di Kapal

Boiler pada kapal terdiri dari beberapa komponen penting:

- 1) *Furnace* (Ruang Bakar): Tempat di mana bahan bakar dibakar untuk memanaskan air dan menghasilkan uap. Bahan bakar yang digunakan biasanya minyak bakar (*fuel oil*) atau gas alam.

- 2) *Steam Drum*: Wadah untuk menyimpan uap yang dihasilkan. Di dalam drum ini, pemisahan antara uap dan air terjadi sehingga uap yang dihasilkan benar-benar uap kering.
- 3) *Water Drum*: Terletak di bagian bawah *boiler*, di mana air dipanaskan dan didistribusikan ke pipa-pipa pemanas. Pipa-pipa Pemanas (*Water Tubes*): Pipa-pipa di dalam *boiler* yang berisi air dan terpapar oleh panas dari ruang bakar. Di dalam pipa-pipa ini, air berubah menjadi uap.
- 4) *Super heater*: Komponen yang berfungsi untuk meningkatkan suhu uap setelah keluar dari *steam drum* sehingga uap tersebut memiliki energi lebih tinggi dan lebih efisien dalam penggunaannya.
- 5) *Economizer*: Alat untuk memanfaatkan panas sisa dari gas buang (*exhaust gas*) mesin utama untuk memanaskan air umpan *boiler*, sehingga meningkatkan efisiensi *boiler*. *Safety Valve*: Katup keselamatan yang akan terbuka secara otomatis jika tekanan uap di dalam *boiler* melebihi batas yang ditentukan untuk mencegah ledakan *boiler*.

c. Jenis-Jenis *Boiler* di Kapal

- 1) *Boiler Tabung Air (Water Tube Boiler)*: Pada jenis *boiler* ini, air mengalir di dalam pipa-pipa, sementara gas panas hasil pembakaran mengelilingi pipa-pipa tersebut. *Water tube boiler* lebih umum digunakan pada kapal-kapal modern karena memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan dapat beroperasi pada tekanan yang lebih besar.

- 2) *Boiler Tabung Api (Fire Tube Boiler)*: Pada *boiler* ini, gas hasil pembakaran mengalir di dalam pipa-pipa, sedangkan air yang dipanaskan mengelilingi pipa-pipa tersebut. *Fire tube boiler* biasanya digunakan pada kapal-kapal yang lebih kecil dan memiliki kapasitas uap yang lebih rendah.

d. Proses Kerja *Boiler* di Kapal

- 1) Pengisian Air Umpan: Air dimasukkan ke dalam *boiler* dari tangki air umpan. Air ini dipanaskan oleh *economizer* menggunakan panas dari gas buang sebelum masuk ke dalam boiler
- 2) Pembakaran Bahan Bakar: Bahan bakar, seperti minyak bakar atau gas alam, dibakar di dalam *furnace* menggunakan udara bertekanan yang dipompa oleh *blower*. Hasil pembakaran menghasilkan gas panas yang akan memanaskan air di dalam pipa-pipa pemanas.
- 3) Pembentukan Uap: Air di dalam pipa dipanaskan hingga mencapai titik didih dan berubah menjadi uap. Uap ini kemudian disalurkan ke *steam drum*, di mana uap kering dipisahkan dari air.
- 4) *Super heating*: Uap yang keluar dari *steam drum* diarahkan ke *super heater* untuk meningkatkan suhu uap tersebut, yang kemudian disalurkan untuk keperluan tenaga penggerak atau pemanasan.
- 5) Pembuangan Gas Buang: Setelah proses pemanasan, gas buang dari ruang bakar disalurkan ke cerobong kapal dan dibuang ke atmosfer.

e. Pengoperasian dan Pemeliharaan

Monitoring Tekanan dan Suhu: Pengoperasian *boiler* membutuhkan pengawasan ketat terhadap tekanan uap dan suhu. Hal ini

penting untuk mencegah *boiler* bekerja di luar batas aman yang dapat menyebabkan kerusakan atau bahkan ledakan.

2. MFO 180 CST



Gambar 2. 2 MFO 180 CST

Sumber : <https://bit.ly/4hdT12j> (2012)

Seperti pada gambar 2.2 MFO adalah Bahan bakar MFO 180 CST (*Marine Fuel Oil 180 centistokes*) adalah salah satu jenis bahan bakar minyak yang digunakan secara luas pada mesin kapal, terutama untuk mesin utama dan mesin bantu yang beroperasi pada kapal-kapal besar seperti kapal *tanker*, kargo, dan kapal pesiar. MFO 180 CST termasuk dalam kategori *Heavy Fuel Oil* (HFO) atau minyak bakar berat, yang merupakan bahan bakar dengan viskositas dan kandungan sulfur yang tinggi. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai MFO 180 CST:

a. Pengertian MFO

MFO (*Marine Fuel Oil*): MFO adalah bahan bakar yang dirancang untuk keperluan perkapalan. Terdiri dari residu hasil penyulingan minyak mentah dengan beberapa campuran distilat

ringan untuk mendapatkan karakteristik tertentu, MFO sering digunakan di mesin diesel kapal yang besar dan kuat. 180 CST: CST (*centistokes*) adalah satuan untuk mengukur viskositas kinematik suatu cairan. Viskositas 180 CST menunjukkan bahwa bahan bakar ini cukup kental pada suhu referensi 50°C. Untuk digunakan di mesin, bahan bakar ini harus dipanaskan hingga mencapai viskositas yang lebih rendah, umumnya sekitar 11-14 CST, untuk bisa mengalir dengan baik dan digunakan di sistem bahan bakar mesin.

b. Karakteristik MFO 180 CST

Beberapa karakteristik utama dari MFO 180 CST meliputi:

Viskositas Tinggi: Pada suhu ruang, MFO 180 CST sangat kental dan sering dianggap sebagai minyak bakar berat (*heavy fuel oil*). Untuk bisa digunakan secara efektif, biasanya bahan bakar ini harus dipanaskan hingga suhu 90°C hingga 120°C, tergantung kebutuhan mesin. Kandungan Sulfur: MFO 180 CST memiliki kandungan sulfur yang relatif tinggi, berkisar antara 0,5% hingga 3,5%. Sulfur dalam bahan bakar bisa menghasilkan gas sulfur dioksida (SO₂) saat pembakaran, yang berkontribusi pada pencemaran lingkungan. Karena itu, ada regulasi ketat terkait kandungan sulfur dalam bahan bakar kapal, terutama di wilayah ECA (*Emission Control Areas*) di mana batas sulfur maksimum adalah 0,1%. Kandungan Air dan Sedimen:

MFO sering mengandung sejumlah kecil air dan sedimen yang harus difilter sebelum digunakan untuk mencegah kerusakan pada sistem injeksi bahan bakar dan mesin. Kalor Tinggi:

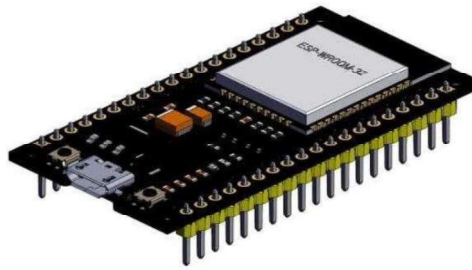
Walaupun lebih sulit dibakar dibandingkan bahan bakar distilat (seperti diesel), MFO 180 CST memiliki nilai kalor yang tinggi, sekitar 40.500 kJ/kg hingga 42.700 kJ/kg, yang membuatnya efisien dari sisi biaya operasional untuk mesin besar.

c. Penggunaan di Kapal

Mesin *Diesel* Utama: MFO 180 CST digunakan terutama pada mesin diesel besar di kapal-kapal laut. Mesin ini dirancang untuk bekerja dengan bahan bakar yang kental setelah melalui sistem pemanasan dan pemurnian di kapal.

Ketel (*Boiler*): Pada beberapa kapal, MFO 180 CST juga digunakan untuk *boiler* yang memanaskan air dan menghasilkan uap untuk berbagai keperluan, termasuk tenaga tambahan atau pemanas ruang di kapal. Sistem Pemanas: Karena viskositasnya yang tinggi, MFO 180 CST harus dipanaskan hingga suhu tertentu sebelum masuk ke sistem pembakaran. Pemanas bahan bakar di kapal (*fuel heater*) memastikan bahan bakar mencapai viskositas yang diinginkan, sehingga dapat mengalir dan disemprotkan dengan baik ke ruang bakar mesin. Sulfur dalam bahan bakar bisa menghasilkan gas sulfur dioksida (SO_2) saat pembakaran, yang berkontribusi pada pencemaran

3. ESP 32



Gambar 2. 3 **ESP 32**

Sumber : <https://bit.ly/4eWiEmF> (2019)

Seperti pada gambar 2.3 ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenal karena kemampuannya dalam berbagai aplikasi *Internet of Things* (IoT). Dengan prosesor *dual-core* atau *single-core* Xtensa LX6 hingga 240 MHz, ESP32 memiliki daya pemrosesan yang cukup besar. Selain itu, fitur *Wi-Fi* dan *Bluetooth* terintegrasi, serta kemampuan komputasi yang mumpuni membuatnya digunakan dalam aplikasi IoT, *smart home*, sensor jaringan, dan perangkat embedded lainnya. Fitur utama ESP32 meliputi dukungan *Wi-Fi* 802. 11 b/g/n, *mode Access Point* dan *Station*, *Bluetooth* v4. 2 dan *Bluetooth Low Energy* (BLE), hingga 34 GPIO, ADC/DAC, keamanan data dengan AES, RSA, SHA, dan HMAC *encryption*, serta mode operasi hemat energi seperti *deep sleep*. ESP32 menawarkan fitur unggul dibandingkan mikrokontroler lain, seperti *Wi-Fi dual-mode*, *Bluetooth dual-mode*, GPIO multifungsi, PWM, I²C, SPI, I²S, sensor sentuh kapasitif, dan RTC internal. ESP32 banyak digunakan dalam aplikasi IoT seperti perangkat *smart home*, automatasi industri, sensor jaringan, perangkat *wearable*, kendaraan otonom, dan *drone*. Sistem pengembangan ESP32 mendukung platform Arduino, ESP-IDF, *Micropython*, dan *FreeRTOS*, memudahkan pengembang dalam

membuat aplikasi sesuai kebutuhan. Kelebihan ESP32 antara lain fitur *Wi-Fi* dan *Bluetooth* terintegrasi, daya komputasi tinggi, multifungsi, dan efisiensi daya dengan mode *deep sleep*. Namun, kerumitan pemrograman dan penggunaan daya saat beroperasi penuh menjadi kekurangan. Ada beberapa varian ESP32 yang disesuaikan untuk berbagai aplikasi, seperti ESP32-WROOM-32, ESP32-WROVER, ESP32-S2, dan ESP32-C3. Keseluruhan, ESP32 merupakan pilihan yang sangat kuat dan fleksibel untuk berbagai aplikasi IoT dan *embedded systems*.

4. *Heater*



Gambar 2. 4 Heater

Sumber : <https://bit.ly/3UJ0Qnd> (2020)

Seperti pada gambar 2.4 *Heater* adalah Pemanasan bahan bakar yang berkelanjutan diperlukan untuk menjaga kekentalan atau viskositasnya dalam kisaran yang diinginkan. Tersedianya pemanas bahan bakar atau heater terdapat tujuan tertentu yaitu untuk menurunkan tingkat viskositas atau kekentalan sehingga dapat mengalir dengan lancar pada pipa-pipa bahan bakar.

Dalam operasionalnya untuk mengatur kekentalan MFO, pemanas bahan bakar ini di dalamnya terdapat alat yang bernama *viscosator*. Yaitu alat yang terbentuk dari sensor dan sistem *pneumatic* dengan tujuan untuk mengatur tingkat kekentalan atau viskositas bahan bakar sesuai dengan set

point nya. Dalam urutan kerjanya, pemanas bahan bakar terbentuk atas beberapa bagian, yaitu *coil heating*, *valve control auto*, dan *casing heating*. Beberapa bagian tersebut yang mengatur banyaknya *steam* yang akan masuk kemudian diatur seberapa panas oleh *coil heater* sehingga bahan bakar akan mencapai suhu yang diinginkan sesuai dengan titik panas yang ditetapkan. Suhu bahan bakar yang baik pada pengoperasiannya adalah sekitar 90 sampai dengan 100 °C.

5. Pipa Tembaga



Gambar 2. 5 Pipa Tembaga

Sumber : <https://bit.ly/40ambJE> (2020)

Seperti gambar pada 2.5 Pipa tembaga adalah komponen penting dalam sistem distribusi uap panas karena kemampuan konduktivitas termal yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, dan daya tahan mekanis. Karakteristik pipa tembaga termasuk konduktivitas termal tinggi, ketahanan korosi, daya tahan, dan fleksibilitas dalam desain sistem. Proses instalasi mencakup perencanaan, pemotongan, pembengkokan, pengelasan, dan pengujian untuk memastikan ketahanan terhadap tekanan uap. Aplikasi pipa tembaga meliputi, sistem pemanas, pembangkit listrik, dan industri

pengolahan. Keunggulan pipa tembaga termasuk efisiensi dalam penghantaran panas, daya tahan, dan ramah lingkungan, sementara kekurangannya adalah biaya awal yang tinggi dan beratnya bisa mempengaruhi instalasi. Pipa tembaga adalah pilihan yang efisien dan tahan lama untuk sistem uap panas karena kemampuannya dalam mentransfer energi dengan baik dan tahan terhadap berbagai kondisi. Dengan pemahaman yang baik tentang pipa tembaga, kita dapat merancang sistem yang lebih efisien dan aman untuk aplikasi uap panas.

6. Plat



Gambar 2. 6 Plat

Sumber : <https://bit.ly/4hfTdy4> (2015)

Seperti gambar 2.6 Plat tangki *prototipe* untuk penyimpanan MFO 180 CST, pemilihan material plat yang digunakan sangat penting. Material plat harus memiliki ketahanan terhadap korosi akibat sifat kimia bahan bakar, mampu menahan tekanan yang dihasilkan oleh volume bahan bakar yang besar, serta tahan terhadap variasi suhu yang sering terjadi, mengingat bahan bakar ini harus dipanaskan untuk mencapai viskositas yang lebih rendah sebelum digunakan.

Penggunaan plat baja, khususnya baja karbon rendah atau baja tahan karat, sering kali dipilih untuk konstruksi tangki bahan bakar karena kekuatan mekanis dan ketahanannya terhadap korosi. Selain itu, ketebalan plat juga menjadi faktor penting untuk memastikan kekuatan struktural

tangki, sehingga mampu menahan tekanan bahan bakar dan mencegah kebocoran.

7. VALVE



Gambar 2. 7 VALVE

Sumber : <https://bit.ly/3AaoBxc> (2019)

Seperti pada gambar 2.7 *Valve* adalah adalah komponen penting dalam sistem perpipaan untuk mengatur aliran cairan atau gas. *Valve* ini terbuat dari tembaga, yang memiliki ketahanan tinggi terhadap karat dan degradasi serta konduktivitas termal yang baik. Ada beberapa jenis *valve* tembaga, seperti *Gate Valve*, *Ball Valve*, *Check Valve*, dan *Globe Valve*, masing-masing dengan fungsi dan mekanisme yang berbeda. *Valve* tembaga tahan korosi, kuat, dan memiliki konduktivitas termal yang baik, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam sistem air bersih, industri HVAC, dan sistem perpipaan gas. *Valve* tembaga biasanya dihubungkan ke pipa dengan cara disolder atau disambung menggunakan fitting ulir. Hal ini memastikan keamanan, kestabilan, dan kualitas aliran dalam sistem perpipaan yang digunakan.

7. Sensor DS18B20



Gambar 2. 8 Sensor DS18B20

Sumber : <https://bit.ly/4fyMuxJ> (2021)

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital yang sering digunakan karena akurasi tinggi dan kemudahan penggunaannya. Sensor ini memanfaatkan protokol *1-Wire*, sehingga hanya membutuhkan satu jalur data dan *ground* untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. DS18B20 dapat mengukur suhu dalam rentang -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada rentang 10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Cara kerjanya melibatkan pengiriman perintah dari mikrokontroler untuk memulai pengukuran suhu, kemudian sensor mengirimkan data suhu kembali dalam format digital melalui jalur komunikasi *1-Wire*.

Keunggulan sensor DS18B20 meliputi pengaturan yang mudah, hasil pengukuran yang akurat karena telah dikalibrasi, serta kemampuan menghubungkan beberapa sensor pada satu jalur data yang sama. Hal ini membuat sensor DS18B20 sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran suhu di berbagai lokasi secara bersamaan. Sensor ini juga kompatibel dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino dan PLC,

menjadikannya pilihan yang populer dalam berbagai proyek pengukuran suhu.

Setiap sensor DS18B20 memiliki kode unik 64-bit, yang memungkinkan identifikasi individual ketika beberapa sensor terhubung pada satu jalur data. Proses kerjanya dimulai dengan pengukuran suhu oleh sirkuit sensor internal, diikuti oleh konversi pembacaan tersebut menjadi format digital, kemudian data suhu dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses.

8. *ULTRASONIC*



Gambar 2. 9 ULTRASONIC

Sumber : <https://bit.ly/4fd8iyA> (2021)

Sensor ultrasonik adalah sensor yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan suatu benda dengan mengukur jarak antara sensor dan objek tersebut. Gelombang ultrasonik, yang memiliki frekuensi sekitar 20.000 Hz, tidak bisa didengar oleh telinga manusia, tetapi dapat didengar oleh beberapa hewan seperti anjing, kelelawar, dan kucing. Gelombang ini dapat merambat melalui media cair, padat, dan gas, namun media cair dianggap sebagai penghantar terbaik dibandingkan dengan padat dan gas.

Sensor ultrasonik banyak digunakan pada kapal untuk mengukur ketinggian air, seperti dalam aplikasi pengukuran *water level* pada *boiler*. Sensor ini membantu memantau level air dalam *boiler* agar tetap dalam rentang yang aman dan optimal. Dengan memonitor level air secara terus-menerus, sensor ultrasonik mencegah terjadinya kondisi berbahaya seperti kelebihan air (*overflowing*) atau kekurangan air (*low water level*).

9. PUMP



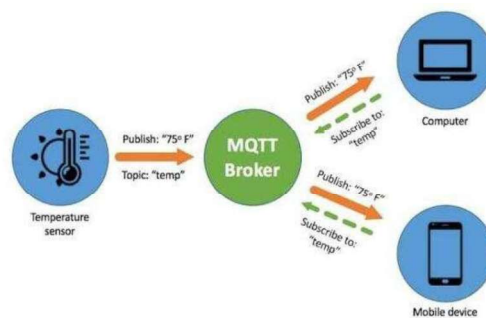
Gambar 2. 10 PUMP

Sumber : // <https://bit.ly/4eUxZnU> (2020)

Pengoperasian pompa untuk mengisi air di *boiler* kapal melibatkan beberapa tahapan untuk memastikan air di dalam *boiler* selalu berada pada level yang aman dan optimal. Proses ini dilakukan dengan pengawasan otomatis menggunakan sensor, seperti sensor ultrasonik, dan pengaturan sistem pompa air yang terintegrasi dengan kontroler. Langkah-langkah umum dari metodologi ini meliputi pengukuran level air dalam *boiler*, aktivasi pompa pengisian, regulasi tekanan dan aliran air, pemantauan tekanan umpan air, penghentian pompa otomatis, proteksi dan *alarm* keamanan, pengelolaan kondensat, sirkulasi dan pemanasan air, serta *maintenance* dan pengawasan rutin. Keseluruhan proses ini bertujuan untuk menjaga agar level air dalam *boiler* tetap stabil dan aman, serta

mencegah potensi kegagalan atau kerusakan pada *boiler*. Sistem ini umumnya telah terotomatisasi dengan bantuan sensor dan sistem kontrol, namun tetap membutuhkan pemantauan oleh operator. Selain itu, pengisian air pada *boiler* kapal juga melibatkan integrasi dengan sistem pemulihan kondensat untuk meningkatkan efisiensi proses pembakaran. Dengan demikian, pengoperasian pompa pengisian air dalam *boiler* kapal menjadi sangat penting untuk menjaga kinerja dan keselamatan *boiler* (Rifani, 2023).

10. BLYNK



Gambar 2. 11 BLYNK
Sumber:Dokumen Pribadi

Blynk adalah sebuah platform *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengendalikan, memantau, dan mengotomatisasi perangkat keras dari jarak jauh melalui aplikasi seluler atau web. Platform ini mendukung berbagai mikrokontroler dan modul komunikasi seperti Arduino, ESP8266, ESP32, *Raspberry Pi*, dan lainnya. *Blynk* bekerja dengan menghubungkan perangkat ke server melalui jaringan internet menggunakan protokol seperti *Wi-Fi*, *Bluetooth*, atau *Ethernet*. Dalam ekosistemnya, *Blynk* terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *Blynk App*, yang berfungsi sebagai antarmuka grafis untuk pengguna;

Blynk Server, yang mengelola komunikasi antara aplikasi dan perangkat; serta *Blynk Library*, yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras dengan platform *Blynk*. Salah satu keunggulan utama *Blynk* adalah kemudahannya dalam membuat dashboard interaktif tanpa perlu menulis kode kompleks, sehingga cocok untuk pemula maupun pengembang profesional dalam berbagai proyek *IoT*, seperti sistem pemantauan lingkungan, otomatisasi rumah, hingga kontrol industri. Dengan fleksibilitas dan dukungannya terhadap berbagai perangkat serta fitur berbasis *cloud*, *Blynk* menjadi salah satu solusi *IoT* yang populer dan mudah digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

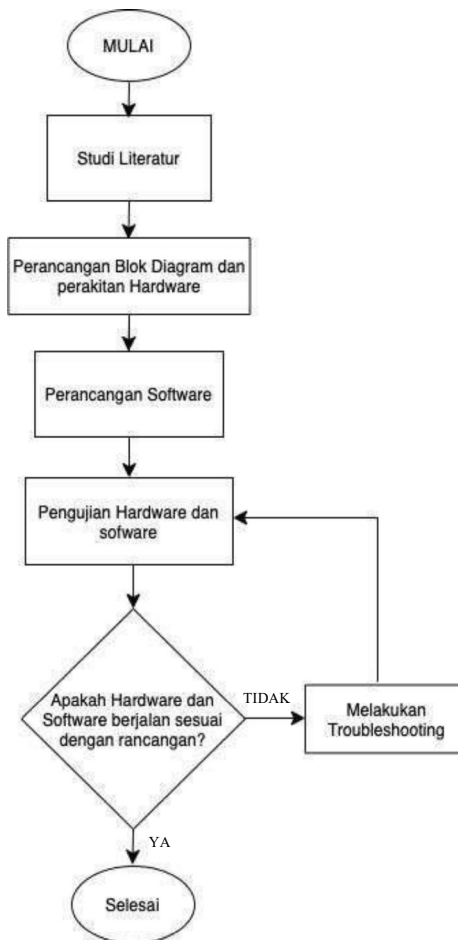
Perancangan sistem *boiler* mencakup penetapan spesifikasi, pemilihan jenis *boiler*, perancangan dimensi, dan sistem pembakaran. Selain itu, teknologi IoT diintegrasikan untuk memantau parameter penting seperti tekanan, suhu, aliran fluida, serta efisiensi pembakaran secara otomatis dan terus-menerus. Sensor IoT ditempatkan di berbagai titik strategis dalam sistem untuk mengumpulkan data yang dikirimkan ke *platform cloud*, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh. Perhitungan teknis dilakukan untuk kebutuhan energi, perpindahan panas, dan tegangan pada drum dan pipa *boiler*. Simulasi juga dilakukan untuk memodelkan aliran fluida di dalam *boiler*, dengan data hasil simulasi yang dihubungkan ke sistem IoT untuk optimasi lebih lanjut. Setelah desain disetujui, pembuatan *boiler* dilakukan dengan memilih material sesuai standar internasional, proses pengelasan, serta perakitan komponen. Pengujian dilakukan secara menyeluruh, meliputi uji tekanan, kinerja pembakaran, kapasitas *steam*, dan ketahanan material. Dengan penerapan IoT, pengujian kinerja juga dapat dimonitor secara *realtime* melalui aplikasi atau *dashboard* khusus, memungkinkan operator untuk melakukan analisis performa lebih cepat dan mendeteksi potensi masalah secara dini. Data yang dikumpulkan melalui sistem IoT dievaluasi untuk menilai performa *boiler* dalam berbagai kondisi operasional.

Kesimpulan dan rekomendasi diberikan untuk pengembangan sistem boiler yang lebih efisien, aman, dan terintegrasi dengan teknologi digital melalui IoT. Penggunaan IoT tidak hanya meningkatkan performa sistem, tetapi juga

memfasilitasi pemeliharaan prediktif dan optimalisasi operasional boiler di masa depan.

B. Diagram Alur Penelitian

Dengan menggunakan diagram alir penelitian, peneliti ingin menggambarkan langkah-langkah proses dari awal hingga akhir saat alat ini berfungsi, sehingga setiap tahap dapat di mengerti dengan baik. Langkah dalam penelitian diagram alir ini membantu menjelaskan bagaimana penelitian berkembang dimulai dari.



Gambar3.1 Flowchart Penelitian
Sumber:Dokumen Pribadi

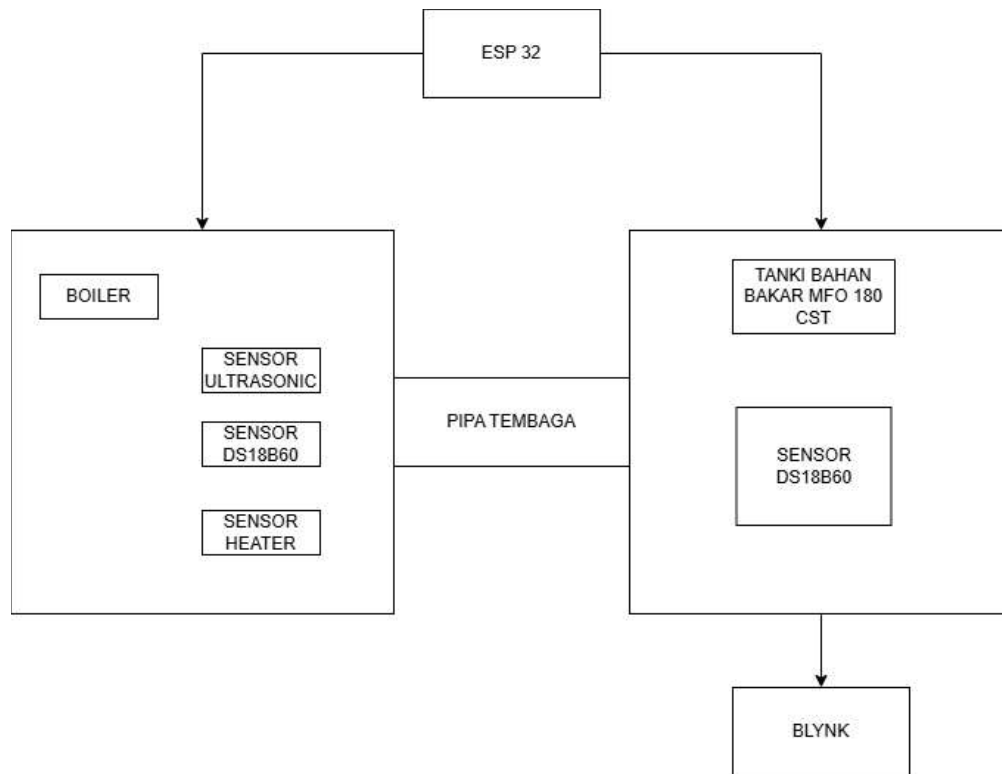
Diagram pada gambar 3.1 yang merujuk pada referensi jurnal yang berjudul perhitungan efisiensi panas *steam generator* dengan pemanas *termhal oil* menjelaskan tentang tahapan- tahapan perancangan sistem perancangan sistem yang dimulai dari studi literatur, perancangan *hardware*, perancangan *software*, dan pengujian sistem. Pada tahapan ini. Penelitian pertama yang akan dilakukan studi literatur, yaitu dengan mengumpulkan referensi jurnal dari penelitian sebelumnya dan *datasheet* komponen yang akan digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem dengan membuat penelitian dari setiap percobaan. Selanjutnya melakukan perakitan *hardware* dimana mulai dari membuat model alat, *wiring* komponen, *finishing* hasil, hingga *troubleshooting* pada alat yang dibuat. Selanjutnya membuat program sensor *temperature*, *water level*. Kemudian yang terakhir melakukan pengujian secara menyeluruh *hardware* dan *software* untuk mengetahui apakah *hardware* dan *software* dapat bekerja dengan baik (hamidin, 2019).

C. Desain Penelitian

Blok diagram dirancang dengan komponen yang di monitoring dapat berjalan secara *realtime*. Penempatan perangkat keras dibuat dengan teliti dan berurutan agar memastikan tata letak yang optimal dan memberikan dukungan yang diperlukan. Gambar 3.2 menampilkan desain *prototipe* perangkat keras.

1. Block Diagram

Untuk blok diagram proyek Rancang bangun sistem *boiler* untuk pemanas bahan bakar MFO 180 CST dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



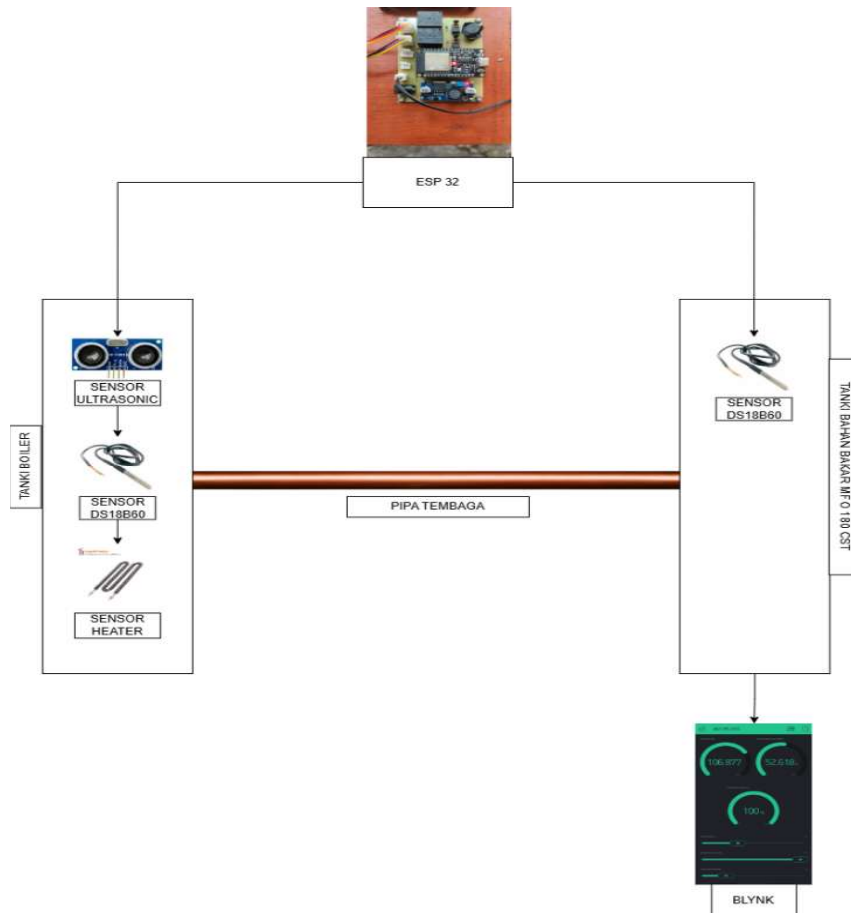
Gambar3.2 Block Diagram
Sumber:Dokumen Pribadi

Sistem *boiler* di atas kapal saya menggunakan sistem manual untuk mengoperasikan *boiler*, *boiler* di jalankan berdsarkan dari hasil steam yang telah di hasilkan. Sistem pemanas sama di jalankan manual. Pada alat ini untuk mengoprasikan *boiler* secara otomatis. Dengan otomatisasi proses pengendalian, risiko kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia dapat dikurangi secara signifikan, meningkatkan keandalan dan keamanan operasional.

Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan operasional kapal *tanker* secara langsung, tetapi juga untuk menyediakan panduan bagi industri maritim dalam menerapkan teknologi kendali otomatis. Ini dapat mengarah pada standar baru dalam pengelolaan *boiler* dan teknologi serupa di sektor industri lainnya.

Berdasarkan blok diagram diatas 3.2 di jelaskan *Heater* akan bekerja secara otomatis sesuai dengan pembacaan dari sensor suhu. Ketika suhu air didalam tanki dibawah 115°C maka *heater* akan bekerja, apabila suhu air telah mencapai 115°C maka *heater* akan berhenti (*OFF*) sesuai dengan *set-point* yang telah ditentukan. Sementara tanki air akan diisi dengan pompa, sensor ultrasonik hanya membaca level bawah (*LowLevel*) dan level tinggi (*High Level*) saja. Esp 32 sebgai memonitoring jalanya steam untuk pemanas bahan bakar MFO 180 CST(Dewi et al., 2023).

2. Rangkaian Alat

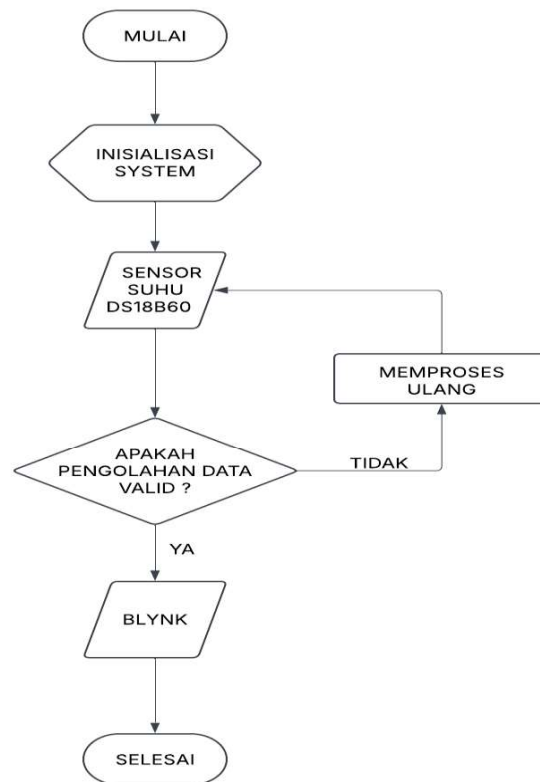


Gambar3.3 Rangkain Alat
Sumber:Dokumen Pribadi

- a. Sensor *ULTRASONIC* berfungsi sebagai penanda *LOW LEVEL* dan *HIGH LEVEL* air pada tanki *boiler* tersebut.
- b. Sensor suhu berfungsi membaca nilai suhu yang ada di dalam tanki pemanas.
Sensor suhu yang digunakan adalah jenis DS18B60.
- c. *ESP32* berfungsi sebagai untuk mengatur jalannya steam untuk pemanas bahan MFO 180 CST.
- d. *Heater*
Berfungsi sebagai akuator untuk mengatur suhu besar kecil nya pemanas agar suhu dapat mencapai set-point tertentu.
- e. *Boiler*
Berfungsi untuk memanaskan air hingga menghasilkan uap bertekanan tinggi yang kemudian di ubah menjadi *steam*.
- f. Pipa Tembaga
Berfungsi untuk jalannya steam menuju ke tanki untuk pemanas bahan bakar MFO 180 CST.
- g. Tanki bahan bakar MFO 180 CST
Berfungsi sebagai tempat bahan bakar MFO 180 CST
- h. Sensor suhu berfungsi membaca nilai suhu yang ada di dalam tanki pemanas.
Sensor suhu yang digunakan adalah jenis DS18B60.
- i. *BLYNK*
Berfungsi sebagai memonitoring dari melalui hp.

3. Flowchart

Flowchat pada gambar 3.4 dimana alur kerja mulai dengan menginisialisasi system dimana *steam* sebagai pemanas bahan bakar di tangki bahan bakar MFO 180 CST, dengan efisiensi pemanasan bahan bakar dan



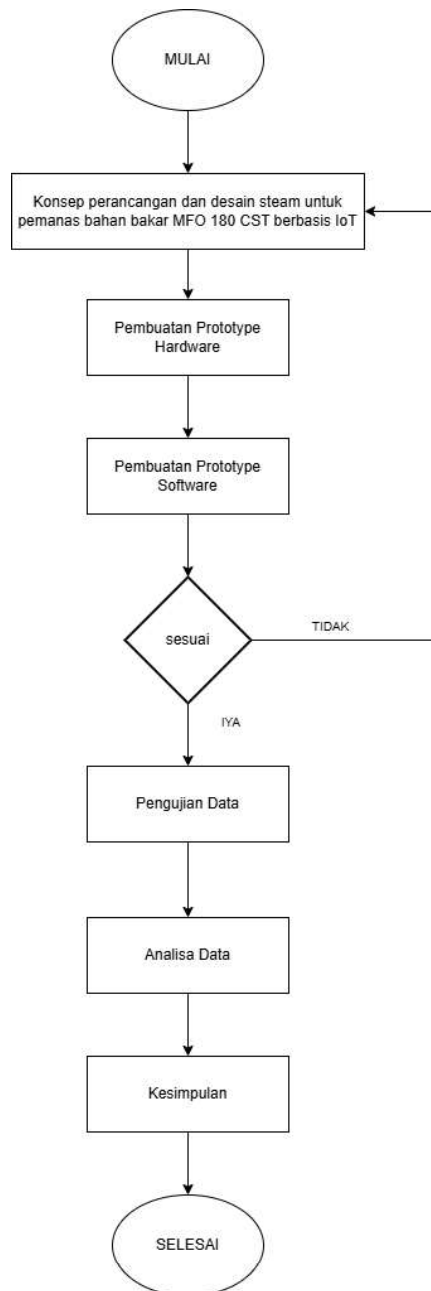
Gambar3.4 Flowchart penelitian
Sumber: Dokumen Pribadi

pengaruh penggunaan steam terhadap viskositasnya. Kemudian dikirim ke sensor DS18B60, selanjutnya apakah pengolahan data sensor valid?, jika tidak valid maka sensor akan memproses ulang. Dan jika valid maka sensor DS18B60 akan membaca data dan mengirmkannya ke aplikasi BLYNK.*Flowchart* ini menggambarkan proses pemantauan suhu menggunakan sensor DS18B60 dalam sistem berbasis IoT. Proses dimulai

dengan inisialisasi sistem, yang mencakup pengaturan awal perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Setelah itu, sistem membaca data suhu dari sensor DS18B60. Data yang diperoleh kemudian dievaluasi untuk menentukan apakah valid atau tidak. Jika data tidak valid, sistem akan melakukan pemrosesan ulang dan kembali membaca data dari sensor hingga mendapatkan hasil yang benar. Jika data sudah valid, informasi suhu akan dikirimkan ke platform Blynk untuk keperluan monitoring IoT. Setelah data berhasil dikirim, proses pun selesai.

D. Rencana Pengujian

Rencana pengujian komponen dan alat sistem kendali untuk pemanasan pada bahan bakar MFO 180 CST menggunakan *steam* pada *boiler* meliputi beberapa tahapan, dimulai dengan tahap perancangan dan desain sistem *steam* untuk pemanas bahan bakar MFO 180 CST berbasis IoT. Pada tahap ini, dilakukan perencanaan mengenai bagaimana sistem akan bekerja, termasuk perancangan mekanik, elektronik, serta implementasi sistem IoT untuk pemantauan dan pengendalian suhu pemanas. Setelah konsep perancangan selesai, langkah berikutnya adalah pembuatan prototipe *hardware*, yang melibatkan perakitan komponen seperti sensor, aktuator, mikrokontroler, serta sistem pemanas yang akan digunakan. Setelah *hardware* selesai dibuat, dilanjutkan dengan pengembangan prototipe *software*, yang berfungsi untuk mengontrol sistem dan menghubungkannya dengan platform IoT untuk monitoring suhu pemanasan bahan bakar. Setelah perangkat keras dan lunak dikembangkan, dilakukan pengecekan apakah sistem sudah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang.



Gambar3.5 Flowchart Rencana Pengujian
Sumber: Dokumen Pribadi

Setelah *hardware* selesai dibuat, dilanjutkan dengan pengembangan prototipe *software*, yang berfungsi untuk mengontrol sistem dan menghubungkannya dengan platform IoT untuk monitoring suhu pemanasan bahan bakar. Setelah perangkat keras dan lunak dikembangkan, dilakukan

pengecekan apakah sistem sudah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Jika ditemukan ketidaksesuaian, maka dilakukan revisi atau perbaikan sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya.

Jika sistem telah sesuai, pengujian data dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai performa pemanas dan integrasi sistem IoT. Data yang diperoleh dianalisis untuk menilai efektivitas sistem dalam mengontrol suhu pemanas, kestabilan kerja, serta keandalan dalam proses monitoring. Berdasarkan hasil analisis, ditarik kesimpulan mengenai kinerja keseluruhan sistem. Jika sistem sudah memenuhi standar yang diharapkan, maka proses pengujian dianggap selesai. Namun, jika masih ditemukan kekurangan, sistem dapat diperbaiki lebih lanjut. Setelah semua tahap selesai dan sistem bekerja optimal, pengujian pun berakhir.

1. Uji Statis

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap komponen alat yang berdasarkan karakteristik dan fungsi nya masing-masing. Dengan tujuan untuk menentukan setiap komponen alat apakah dapat beroperasi dengan optimal dan sesuai dengan fungsinya. Hasil pengujian akan dilampirkan dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rencana Pengujian

NO	Komponen	Jumlah Komponen	Keterangan
1			
2			
3			
4			
5			

Sumber : Dokumen Pribadi

Pengujian yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai pembacaan sensor suhu pada perubahan suhu *steam* untuk pemanas bahan bakar MFO 180 CST .

2. Uji Dinamis

Pengujian ini bertujuan untuk menguji kinerja alat prototipe dalam kondisi operasional yang sebenarnya. Pengujian dilakukan dengan mengevaluasi efektivitas sistem kendali suhu *steam* yang digunakan sebagai pemanas bahan bakar MFO 180 CST. Sistem ini harus mampu menjaga suhu bahan bakar pada rentang yang optimal agar viskositasnya tetap sesuai untuk proses pembakaran. Parameter yang diuji meliputi stabilitas suhu *steam*, *respons* sistem terhadap perubahan suhu lingkungan, serta efisiensi pemanasan bahan bakar dalam berbagai kondisi operasi. Selain itu, pengujian juga akan mencatat waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai suhu kerja yang optimal serta kemampuan sistem dalam mempertahankan suhu tersebut dalam jangka waktu tertentu.

Tabel 3.2 Rencana Pengujian

No	Percobaan Suhu Steam	Bahan Bakar	Suhu Tanki (°C)
1			
2			
3			

Sumber : Dokumen Pribadi