

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**MODEL PROTOTIPE PENGISI AIR OTOMATIS BOILER  
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**



IQBAL ROZAK WICAKSONO  
NIT 22 36 306 2 038

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESIANAN KAPAL  
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**MODEL PROTOTIPE PENGISI AIR OTOMATIS BOILER  
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**



IQBAL ROZAQ WICAKSONO  
NIT 22 36 306 2 038

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
TAHUN 2026

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Moch. Iqbal Rozaq W.

Nomor Induk Taruna : 22 36 3062 038

Program : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

### **MODEL PROTOTIPE PENGISI AIR OTOMATIS BOILER BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**

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 sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 6 APRIL 2026



Moch. Iqbal Rozaq Wicaksono  
22363062038

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : MODEL PROTOTIPE PENGISI AIR OTOMATIS BOILER  
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560  
Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
Nama : MOCH. IQBAL ROZAQ WICAKSONO  
NIT : 22363062038  
Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan\*~~  
Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan  
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 31 MARET 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Agus Prawoto, S.Si.T,MM.)



(Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd.)

NIP. 197808172009121001

NIP. 198003022005022001

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Antonius Edy Kristiyono, MPd., M.Mar.E.)

NIP. 196905312003121001

**PERSETUJUAN SEMINAR  
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : MODEL PROTOTIPE PENGISI AIR OTOMATIS BOILER  
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560  
Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
Nama : MOCH. IQBAL ROZAQ WICAKSONO  
NIT : 22363062038  
Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype / Karya Ilmiah Terapan / Karya Tulis Ilmiah\*~~

Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

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

Surabaya, 01 April 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Agus Prawoto, S.Si.T.MM.)  
NIP. 197808172009121001



(Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd.)  
NIP. 198003022005022001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Antonius Edy Kristiyono, MPd., M.Mar.E.)  
NIP. 196905312003121001

**PENGESAHAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR  
PROTOTYPE**

**MODEL PROTOTYPE PENGISI AIR OTOMATIS BOILER BERBASIS  
ARDUINO MEGA 2560**

Disusun oleh:


**MOCH. IQBAL ROZAQ WICAKSONO**  
NIT. 22363062038

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


Surabaya, 20 Juni 2024

Mengesahkan,


Dosen Penguji I

  
(H. Saiful Irfan, M.Pd., M.Mar.E.)  
NIP. 19760905201021001

Dosen Penguji II


  
(Agus Prawoto, S.Si.T.MM.)  
NIP. 197808172009121001

Dosen Penguji III

  
(Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd.)  
NIP. 198003022005022001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

  
(Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E.)

NIP. 197605282009122002

**PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**MODEL PROTOTIPE PENGISI AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO  
MEGA 2560**

Disusun oleh:

**MOCH. IQBAL ROZAQ WICAKSONO**  
NIT. 22363062038

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

Surabaya, 13 April 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



(Dr. ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd., M.Mar.E.)  
NIP. 196905312003121001

Dosen Penguji II



(AGUS PRAWOTO, M.M., M.Mar.E.)  
NIP. 197808172009121001

Dosen Penguji III



(SHOFA DALROBBIL, S.T., M.T.)  
NIP. 198203022006041001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Dr. ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd., M.Mar.E.)  
NIP. 196905312003121001

## ABSTRAK

Moch. Iqbal Rozaq Wicaksono, model prototipe pengisi air boiler otomatis, Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing Bapak Agus Prawoto, S.Si.T,MM. dan Ibu Dyah Ratnaningsih,S.S.,M.pd.

Boiler merupakan permesinan bantu kapal yang membutuhkan pengendalian level air dan suhu secara aman untuk mencegah kerusakan saat operasi. Penelitian ini mengembangkan prototipe pengisi air boiler otomatis berbasis Arduino Mega 2560. Sistem memanfaatkan sensor suhu DS18B20 dan sensor level air float switch sebagai masukan, pompa DC 12 V sebagai aktuator pengisian, serta heater yang dikendalikan menggunakan Solid State Relay (SSR). Mekanisme pengaman diterapkan dengan menonaktifkan heater ketika level air berada di bawah batas aman, sementara kondisi operasi ditampilkan melalui LCD 16×2 I2C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe mampu mengisi air secara otomatis saat level rendah, menghentikan pengisian saat air mencukupi, serta mengendalikan heater sesuai batas suhu yang ditetapkan. Sistem bekerja sesuai perancangan dan menjawab kebutuhan otomasi pengisian air boiler.

**Kata kunci:** Arduino Mega 2560, Boiler, Pengisi Air Otomatis, Sistem Kendali.

## **ABSTRACT**

*Moch. Iqbal Rozaq Wicaksono, prototype model of automatic boiler water filler, Surabaya Shipping Polytechnic. Supervised by Mr. Agus Prawoto, S.Si.T,MM. and Mrs. Dyah Ratnaningsih, S.S., M.pd.*

*A boiler is an essential auxiliary machinery on ships that requires safe control of water level and temperature to prevent damage during operation. This study develops a prototype of an automatic boiler water filling system based on the Arduino Mega 2560. The system utilizes a DS18B20 temperature sensor and a float switch water level sensor as inputs, a 12 V DC pump as the water filling actuator, and a heater controlled using a Solid State Relay (SSR). A safety mechanism is implemented by disabling the heater when the water level falls below the safe limit, while operating conditions are displayed through a 16×2 I2C LCD. The test results show that the prototype is able to automatically fill water when the level is low, stop filling when the water reaches the required level, and control the heater according to the predetermined temperature limits. The system operates as designed and meets the requirements for automatic boiler water filling.*

**Keywords:** *Arduino Mega 2560, Boiler, Automatic Water Filling, Control System.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah ini yang berjudul “**Model Prototipe Pengisi Air Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560**”. Karya ilmiah ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi saya Program Sarjana Terapan Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penelitian ini dilaksanakan karena saya telah melaksanakan praktek laut di kapal yang mana boiler adalah salah satu bagian terpenting yang ada di kapal untuk melaksanakan berbagai hal di dikapal. Pada kesempatan kali ini saya sampaikan terimakasih kepada pihak yang telah membantu sehingga pembuatan karya ilmiah ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Antonius Edy Kristiyono, MPd.,M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal.
3. Agus Prawoto ,S.Si.T,MM. selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar memberi arahan dan motivasi.
4. Dyah Ratnaningsih ,S.S.,M.Pd. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberi arahan dan semangat
5. Para Dosen dan Segenap Sivitas Akademik Politeknik Pelayaran Surabaya khususnya para dosen jurusan TRPK yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang bermanfaat.
6. Kedua orang tua saya tercinta Dewi Pertiwi dan Bapak Syaifuddin serta keluarga dari Almh Ibunda saya Yayuk Fitri Rahayu yang selalu memberikan dukungan dan doa.
7. Seluruh crew kapal MT. Falcon19, yang mengarahkan dan membantu penulis dalam proses pembuatan Model Prototipe Boiler.
8. Rekan TRPK dan rekan Teknik Otomasi Industri SMKN 1 cerme Gresik serta senior yang tidak bisa disebutkan Namanya satu per satu yang selalu memberikan dukungan dan membantu penulis.

Peneliti menyadari jika di dalam penyusunan dan juga penulisan Karya Ilmiah Terapan ini masih banyak kesalahan dan kekeliruan. Oleh karena itu Penulis siap menerima kritik dan saran yang membangun agar kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi.

Surabaya, 2026

Moch. Iqbal Rozaq Wicaksono

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	iii
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	iv
PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR .....	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Penelitian .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	7
B. Landasan Teori.....	9
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
A. Jenis Penelitian.....	20

B. Perancangan Sistem .....	21
C. Perancangan Alat .....	23
D. Rencana Pengujian Uji Coba Produk.....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
A. Hasil Penelitian/Uji Coba Produk .....	28
B. Penyajian Data .....	32
C. Analisis Data .....	33
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>35</b>
A. Simpulan .....	35
B. Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya.....	7
Tabel 4. 1 Pengujian Suhu dan Status Heater .....	32
Tabel 4. 2 Pengujian Level Air dan Pompa .....	33
Tabel 4. 3 Pengujian Proteksi Heater.....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino Mega 2560 .....	10
Gambar 2. 2 Shield Arduino .....	11
Gambar 2. 3 Relay.....	12
Gambar 2. 4 Modul Relay Arduino.....	13
Gambar 2. 5 Pompa DC 12V .....	14
Gambar 2. 6 DS18B20 .....	14
Gambar 2. 7 Float switch stainless steel .....	15
Gambar 2. 8 SSR60DA.....	16
Gambar 2. 9 Heater 2000W 220V .....	17
Gambar 2. 10 LCD 16x2 dan Module I2C.....	18
Gambar 2. 11 PSU 24 V.....	18
Gambar 2. 12 Stepdown DC .....	19
Gambar 2. 13 Kalengcat (miniatur boiler) .....	19
Gambar 3. 1 Diagram Blok Rancangan Perangkat Keras .....	21
Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Sistem Prototype Boiler.....	23
Gambar 3. 3 Coding Arduino.....	25
Gambar 3. 4 Diagram Wiring.....	25
Gambar 3. 5 Miniatur / Prototype boiler berbasis Arduino .....	26
Gambar 4. 1 Pengujian Arduino.....	29
Gambar 4. 2 Pengujian Relay.....	29
Gambar 4. 3 Pengujian Pompa DC12V (relay bekerja).....	30
Gambar 4. 4 Sistem Kontrol .....	31

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

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

Indonesia merupakan salah satu negara yang tergolong sebagai negara maritim karena kondisi geografisnya yang didominasi oleh wilayah perairan. Karakteristik ini menjadikan Indonesia memiliki potensi besar dalam mengembangkan sektor perekonomian, khususnya yang berkaitan dengan aktivitas kelautan. Dalam menunjang transportasi laut, diperlukan sarana berupa kapal sebagai alat angkut penumpang maupun barang. Transportasi laut memiliki keunggulan karena biaya pengangkutannya relatif lebih ekonomis dibandingkan dengan transportasi udara. Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi, hal tersebut juga turut mendorong perkembangan teknologi di bidang perkapalan.

Teknologi kapal juga masih termasuk permesinan kapal, yang di dalam kapal tersebut terdapat permesinan utama dan juga permesinan bantu, di Pada sistem permesinan bantu di kapal terdapat boiler yang berfungsi untuk menghasilkan uap bertekanan yang sangat diperlukan dalam berbagai kebutuhan operasional kapal. Uap tersebut digunakan, antara lain, untuk memanaskan bahan bakar, memanaskan minyak pelumas, serta sebagai pemanas air.. Untuk akomodasi maupun permesinan, tetapi dalam penggunaan boiler sering terjadi beberapa masalah, salah satunya kehabisan air ketika boiler bekerja, pembakaran yang tidak sempurna, sistem electric pada boiler tidak bekerja, dan korosi pada pipa-pipa air akibat air ketel yang kurang baik(Santosa,

2022) oleh karena itu salah satu antisipasi terjadinya hal tersebut adalah dengan alat pengisi air otomatis dengan media Arduino Mega2560.

Teknologi merupakan suatu sarana yang digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan mereka, beberapa teknologi yang ada saat ini merupakan perkembangan dari teknologi yang sudah ada sebelumnya, banyak teknologi yang dikembangkan sehingga lebih membantu manusia, tidak kecuali dalam hal permesinan kapal, salah satunya adalah diciptakannya model prototipe pengisi air boiler otomatis berbasis Arduino Mega 2560. Arduino merupakan mikrokontroler yang dapat berperan sebagai otak dalam suatu sistem. Sistem otomatisasi atau controller tidak akan terlepas dengan apa yang disebut dengan sensor.

Sensor merupakan perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur suatu besaran tertentu, kemudian mengubah perubahan yang terjadi—baik berupa mekanis, magnetis, suhu, cahaya, maupun reaksi kimia—menjadi sinyal listrik berupa tegangan atau arus. Sementara itu, Arduino adalah platform perangkat keras terbuka (open-source) yang dirancang untuk memudahkan siapa saja dalam membuat prototipe perangkat elektronik interaktif dengan memanfaatkan sistem hardware dan software yang fleksibel serta mudah digunakan. Pada aplikasi Arduino IDE, mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman C atau C++ yang dilengkapi dengan berbagai pustaka khusus. Karena bersifat open-source, skema perangkat keras Arduino Mega 2560 dapat diakses dan diunduh oleh siapa pun sehingga memungkinkan pengguna untuk mempelajari maupun merakitnya sendiri.

Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler yang sering

digunakan dalam berbagai proyek elektronika, terutama pada sistem yang membutuhkan banyak jalur input dan output. Board ini cocok digunakan oleh pemula maupun pengguna tingkat lanjut karena ketersediaan sumber belajar dan dokumentasi yang cukup lengkap. Arduino Mega 2560 menggunakan mikrokontroler ATmega2560 yang memiliki kapasitas memori lebih besar, sehingga mendukung pengembangan program dengan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi.

Keunggulan utama Arduino Mega 2560 terletak pada jumlah pin digital dan analog yang melimpah, sehingga memungkinkan penghubungan berbagai sensor dan aktuator secara bersamaan. Walaupun tidak dilengkapi dengan fitur komunikasi nirkabel secara bawaan, board ini tetap dapat dikombinasikan dengan modul tambahan seperti ESP8266 atau ESP32 untuk mendukung sistem berbasis IoT. Dari segi biaya dan konsumsi daya, Arduino Mega 2560 tergolong efisien dan ekonomis.

Dalam penerapannya, Arduino Mega 2560 digunakan bersama sensor water level untuk memantau ketinggian air pada boiler. Apabila sensor mendeteksi bahwa volume air berada di bawah batas yang telah ditentukan, sistem akan secara otomatis mengaktifkan pompa air hingga kondisi kembali normal

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses perancangan dan pembuatan prototipe sistem pengisi air

boiler otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560?

2. Bagaimana performa sistem dalam mengendalikan pengisian air dan kerja pemanas berdasarkan data dari sensor level air dan sensor suhu boiler?

### **C. Batasan Masalah**

Agar penelitian tetap terarah dan tidak meluas dari topik yang dibahas, maka ditetapkan batasan masalah. Penelitian ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama, dengan sensor suhu DS18B20 dan sensor level air tipe float switch sebagai perangkat input pada sistem.. Sistem dirancang untuk mengendalikan satu unit pompa air dan satu unit pemanas (heater) secara otomatis, di mana pompa berfungsi mengisi air ketika level air rendah, sedangkan heater dikontrol berdasarkan batas suhu yang telah ditentukan serta dilengkapi dengan sistem proteksi yang mematikan heater saat kondisi air tidak mencukupi. Informasi suhu, level air, serta status pompa dan heater ditampilkan melalui LCD 16×2 berbasis I2C dan indikator LED. Penelitian ini tidak membahas aspek komunikasi data jarak jauh, pencatatan data, maupun perhitungan teknis terkait spesifikasi mekanikal dan daya dari sistem boiler.

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan rancangan dan realisasi model prototipe sistem pengisi air boiler otomatis dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama.

2. Mengetahui kinerja sistem dalam mengatur proses pengisian air dan pengendalian pemanas berdasarkan pembacaan sensor level air dan sensor suhu boiler.
3. Mengevaluasi kemampuan sistem dalam beroperasi secara otomatis dan aman melalui hasil pengujian yang dilakukan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

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

Dengan adanya karya ilmiah ini peneliti berupaya memberi manfaat bagi para pembaca, yaitu:

##### 1. Manfaat Umum

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan referensi dalam bidang sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler, khususnya terkait penerapan Arduino Mega 2560 pada sistem pengendalian boiler.

##### 2. Manfaat Khusus

- a. Membantu mewujudkan sistem pengisian dan pemanasan air yang bekerja secara otomatis tanpa intervensi manual.
- b. Menyediakan mekanisme pengaman dengan menonaktifkan pemanas ketika ketinggian air berada di bawah batas aman.
- c. Mempermudah pemantauan kondisi suhu dan level air melalui tampilan LCD dan indikator LED secara langsung.
- d. Menekan kemungkinan terjadinya kesalahan operasional akibat faktor manusia.
- e. Menjadi sarana pembelajaran bagi mahasiswa dalam memahami

implementasi sensor, aktuator, dan mikrokontroler pada sistem otomasi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

No	Nama dan Judul	Metode	Hasil
1	PERANCANGAN PROTOTYPE KONTROL DAN MONITOR LEVEL AIR PADA MESIN BOILER BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) (Heru Prasetyo, 2023)	Metode penelitian ini dilakukan melalui tahapan pengaktifan sistem, di mana ESP8266 NodeMCU dan aplikasi Blynk terhubung ke WiFi lokal. Setelah koneksi berhasil, ESP8266 membaca data dari sensor ultrasonik, sensor tekanan, dan flow sensor, kemudian memproses dan menampilkannya pada LCD serta aplikasi Blynk. Data yang diperoleh dibandingkan dengan set point untuk mengendalikan pompa air, di mana pompa akan menyala saat level air 0–3 cm dan mati ketika air mencapai batas maksimum yang telah ditentukan	Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat dengan judul “Perancangan Prototype Kontrol dan Monitoring Level Air pada Mesin Boiler Berbasis IoT (Internet of Things)” mampu beroperasi dengan baik. Sistem ini dapat mengendalikan level air dengan set point minimum pada ketinggian 3 cm dan set point maksimum pada ketinggian 20 cm. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kesalahan (error) sebesar 0,18%. Proses pengukuran kondisi aktual level air dilakukan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik, sensor tekanan, dan sensor aliran, yang datanya kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP8266 NodeMCU. Selain itu, sistem juga memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi Blynk.
2	PROTOTYPE STEAM POWER PLANT (ANALYSIS OF HEAT LOSS AT UNIT BOILER FURNACE AND SUPERHEATER) (Ayu Difa Putri Utami, 2023)	Penelitian ini menggunakan pendekatan struktural dan fungsional dalam proses perancangan Prototype Steam Power Plant. Sistem yang dikembangkan dibagi menjadi empat komponen utama, yaitu ruang pembakaran, boiler tipe shell and tube, turbin uap, serta kondensor. Pada bagian ruang pembakaran terdapat dua komponen utama, yaitu ruang bakar utama dan superheater	Hasil percobaan serta data yang telah dikumpulkan menunjukkan bahwa prototype steam power plant yang digunakan dalam penelitian ini mampu menghasilkan energi listrik sebesar 220 V. Dari percobaan tersebut juga dapat disimpulkan bahwa penambahan superheater pada unit prototype steam power

No	Nama dan Judul	Metode	Hasil
		<p>yang berfungsi untuk menaikkan temperatur uap jenuh menjadi uap panas lanjut (superheated steam). Superheater dirancang dengan spesifikasi diameter 29 cm, ketebalan material 1,5 mm, dan tinggi 46 cm. Selain itu, komponen ini juga dilengkapi dengan ruang pembakaran, nozel pembakaran, serta tangki uap berbentuk balok yang berfungsi sebagai media untuk proses pemanasan lanjutan.</p>	<p>plant memberikan pengaruh yang signifikan, karena mampu menghasilkan uap yang lebih kering serta meningkatkan output daya listrik hingga mencapai 220 V. Selain itu, kondisi boiler furnace yang tidak dilapisi material tahan panas seperti semen tahan panas atau asbes menyebabkan terjadinya kehilangan panas yang cukup besar. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya rugi panas dalam proses pembentukan uap, baik pada saturated steam maupun superheated steam.</p>
3	<p>Perancangan Prototipe Sistem Kendali Otomatis Pada Pengereng Pakaian Berbasis Air Heaterrototype Mini. (Herendra Priyandha, 2023)</p>	<p>Pada penelitian ini dikembangkan sebuah prototipe sistem pengendali pada pengereng pakaian berbasis air heater. Sistem air heater terdiri dari elemen pemanas yang dialiri arus listrik untuk menghasilkan udara panas, kemudian udara tersebut dialirkan ke dalam ruang pengereng menggunakan kipas. Penelitian ini memanfaatkan beberapa perangkat keras yang digambarkan pada diagram pada Gambar 1. Selain itu, komputer personal (PC) digunakan sebagai media antarmuka melalui program LabVIEW untuk memantau nilai parameter selama proses pengereng berlangsung. PC kemudian dihubungkan dengan Arduino melalui komunikasi port serial..</p>	<p>Pada perancangan ini dibuat sistem kendali pada alat pengereng pakaian berbasis air heater yang dapat beroperasi secara otomatis. Sistem pengendali mampu mengatur temperatur pengerengan sesuai dengan jenis pakaian serta menghentikan proses pengereng secara otomatis berdasarkan hasil pengukuran kelembaban di dalam ruang pengereng. Dengan pengaturan tersebut, proses pengereng menjadi lebih cepat sekaligus menjaga kualitas pakaian agar tidak rusak akibat suhu yang terlalu tinggi atau waktu pengereng yang terlalu lama. Selain itu, penggunaan sistem kendali otomatis ini juga mampu menghemat konsumsi energi listrik hingga sekitar 11%.</p>

Artikel A, B, dan C membahas perancangan Prototype Steam Power Plant dengan fokus utama pada desain mekanik dan analisis termal, khususnya

analisis kehilangan panas (heat loss) pada unit boiler furnace dan superheater yang meliputi perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi serta perhitungan neraca massa dan energi. Sistem pada penelitian tersebut umumnya masih bersifat manual atau semi-manual dan belum menerapkan sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler.

Berbeda dengan penelitian ini, program yang dibuat menitikberatkan pada penerapan sistem kontrol dan proteksi boiler berbasis Arduino yang bekerja secara otomatis dan real-time dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk memantau temperatur boiler dan sensor level air berupa float switch sebagai pengaman ketinggian air. Sistem ini mengendalikan pompa air DC tipe submersible melalui relay untuk pengisian air boiler serta heater yang dikontrol menggunakan Solid State Relay (SSR) berdasarkan batas suhu yang telah ditentukan. Selain itu, sistem dilengkapi logika interlock keselamatan untuk memastikan heater tidak beroperasi saat level air rendah, serta tampilan LCD sebagai media monitoring suhu, level air, dan status pompa serta heater, sehingga meningkatkan aspek keselamatan, keandalan, dan kemudahan pengoperasian sistem.

## **B. Landasan Teori**

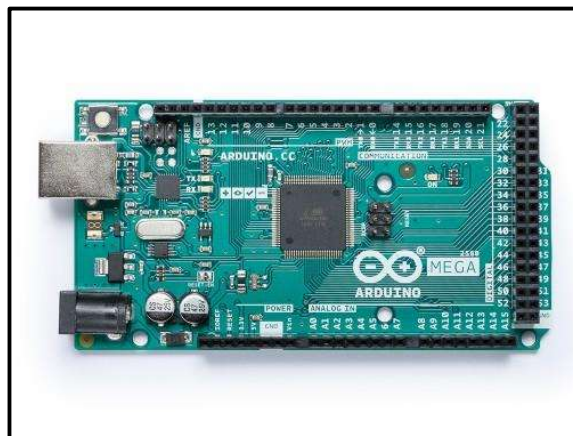
Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari pada penelitian. Hal ini penting karena akan memperjelas kepada pembaca alasan pemilihan atau tema penelitian tersebut dipilih. Selain itu, landasan teori bertujuan untuk menjelaskan bagaimana masalah. Berikut adalah beberapa landasan teori yaitu :

## 1. Rancang Bangun

Prototipe adalah Alat yang memberikan ide bagi pembuat maupun pemakai potensial tentang cara sistem berfungsi dalam bentuk lengkap. Raymond McLeod (Sidik, 2013)

### a. Arduino Mega 2650

Arduino Mega 2560 merupakan pengembangan langsung dari Arduino Mega generasi pertama yang hadir dengan berbagai peningkatan penting, seperti penggunaan chip USB-to-serial ATmega16U2 sebagai pengganti FTDI, serta kapasitas memori dan konfigurasi pin yang lebih besar. Papan ini dapat dianggap sebagai versi Arduino Uno yang lebih kuat dan andal, sehingga sangat sesuai untuk menangani proyek berskala besar dan kompleks.



Gambar 2. 1 Arduino Mega 2560

Sumber: <https://google/m81Rkzfn62buoOLHz>

Arduino Mega 2560 menggunakan mikrokontroler ATmega2560 dengan memori flash sebesar 256 KB, SRAM 8 KB, dan EEPROM 4 KB. Jumlah pin yang tersedia juga sangat banyak, yaitu 54 pin input/output digital dengan 15 pin mendukung PWM, serta 16 pin input

analog. Dari sisi komunikasi, papan ini dilengkapi empat port UART hardware yang memungkinkan pertukaran data secara lebih fleksibel. Selain itu, Arduino Mega 2560 kompatibel dengan hampir seluruh shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove maupun Diecimila, sehingga banyak digunakan pada aplikasi robotika, printer 3D, dan sistem otomasi yang memerlukan banyak sensor dan aktuator, dalam membantu pemasangan kabel dibantu oleh shield Arduino Mega 2560.



Gambar 2. 2 Shield Arduino

Sumber: <https://google/HR6BScce7m8ojFpEP>

Shield Arduino Mega merupakan papan tambahan yang dipasang di atas Arduino Mega 2560 dengan tujuan memperluas fungsionalitas serta menyederhanakan proses perakitan rangkaian tanpa membutuhkan banyak sambungan kabel. Modul ini dirancang sesuai dengan konfigurasi pin Arduino Mega, sehingga memiliki tingkat kompatibilitas tinggi dan mudah diterapkan pada berbagai proyek berskala menengah hingga kompleks.

Terdapat beragam jenis shield yang dapat digunakan pada Arduino Mega, di antaranya Motor Driver Shield yang berfungsi untuk mengendalikan motor DC, motor stepper, maupun servo; Sensor Shield

yang menyediakan banyak konektor input dan output untuk berbagai jenis sensor; Ethernet Shield dan WiFi Shield yang mendukung komunikasi jaringan dan pengembangan sistem IoT; Relay Shield untuk mengontrol perangkat dengan tegangan atau daya lebih besar; serta CNC Shield yang umum digunakan pada aplikasi mesin CNC dan printer 3D. Penggunaan shield ini membuat proses pengembangan sistem robotika, otomasi, dan pengendalian mesin menjadi lebih sederhana, tertata, dan efisien.

b. Relay

Relay adalah salah satu komponen listrik yang bekerja menggunakan arus listrik dan berfungsi seperti saklar elektronik. Pada dasarnya, relay terdiri dari tuas sakelar yang digerakkan oleh kumparan kawat yang dililitkan pada inti besi atau solenoid di sekitarnya.



Gambar 2. 3 Relay

Sumber: <https://shorturl.at/L4rdU>

Ketika arus listrik mengalir melalui solenoid, akan timbul gaya magnet yang menarik tuas sehingga kontak saklar menjadi tertutup. Sebaliknya, saat aliran arus dihentikan, gaya magnet tersebut menghilang dan tuas kembali ke posisi awal, sehingga kontak saklar terbuka kembali.





Gambar 2. 5 Pompa DC 12V

Sumber: <https://shorturl.at/Xj9dD>

d. Sensor DS18S20

Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu digital dari Dallas Semiconductor (Maxim Integrated) yang menggunakan komunikasi 1-Wire, sehingga hanya membutuhkan satu pin data untuk terhubung ke mikrokontroler seperti Arduino. Sensor ini mampu mengukur suhu pada kisaran  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $125\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan akurasi sekitar  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , serta menghasilkan data digital yang lebih stabil terhadap gangguan. Setiap DS18B20 memiliki alamat unik, memungkinkan penggunaan beberapa sensor dalam satu jalur, sehingga banyak diterapkan pada sistem pemantauan suhu, otomasi, dan aplikasi IoT.



Gambar 2. 6 DS18B20

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

e. Sensor Float Switch Stainless Steel

Sensor float switch stainless steel adalah sensor pendeteksi ketinggian cairan yang menggunakan pelampung berbahan stainless steel sehingga memiliki ketahanan tinggi terhadap karat dan korosi. Sensor ini bekerja dengan prinsip saklar mekanik yang akan aktif atau nonaktif saat pelampung bergerak naik atau turun mengikuti permukaan cairan.

Sensor float switch stainless steel banyak digunakan pada tangki air, sistem pompa otomatis, dan aplikasi industri karena bersifat kuat, tahan lama, serta andal digunakan pada lingkungan lembap atau cairan tertentu. Sensor ini juga mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino untuk sistem kontrol level cairan.



Gambar 2. 7 Float switch stainless steel

Sumber: <https://www.made-in-china.com/product>

f. SSR 60 DA

SSR 60 DA merupakan relay elektronik (Solid State Relay) yang mampu menangani arus hingga 60 A dan digunakan untuk mengendalikan beban AC dengan sinyal pemicu DC. Penamaan DA

menunjukkan bahwa input relay menggunakan tegangan searah, sedangkan keluarannya bekerja pada tegangan bolak-balik. Karena tidak memiliki bagian mekanik, SSR ini bekerja cepat, tanpa suara, dan lebih awet dibandingkan relay mekanis.

SSR 60 DA umumnya diterapkan pada pengendalian beban berdaya tinggi seperti heater, pemanas, dan perangkat AC lainnya, serta mudah diintegrasikan dengan sistem kontrol berbasis Arduino atau mikrokontroler pada aplikasi otomasi.



Gambar 2. 8 SSR60DA

Sumber: <https://makerselectronics.com/product>

g. Heater 2000W 220V

Heater 2000 W 220 V adalah elemen pemanas listrik yang bekerja pada tegangan 220 volt AC dengan daya 2000 watt, sehingga mampu menghasilkan panas dalam jumlah besar dan relatif cepat. Heater ini mengubah energi listrik menjadi energi panas untuk memanaskan air, udara, atau media tertentu.

Pada aplikasi otomasi dan kontrol suhu, heater 2000 W 220 V umumnya dikendalikan menggunakan relay atau Solid State Relay

(SSR) agar proses pemanasan dapat diatur secara aman dan terintegrasi dengan sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino.



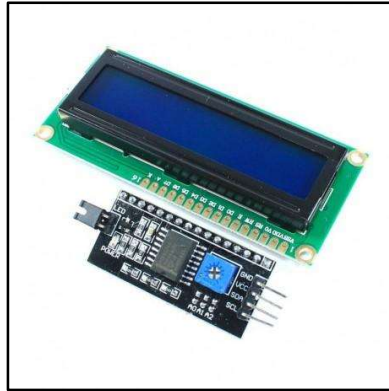
Gambar 2. 9 Heater 2000W 220V

Sumber: <https://www.amazon.com/dp/B0CLHWSFHB>

#### h. PSU 24V

LCD 16×2 merupakan layar karakter yang dapat menampilkan 16 karakter dalam dua baris dan sering digunakan untuk menampilkan data, pesan, atau kondisi sistem pada rangkaian mikrokontroler. Secara bawaan, LCD ini menggunakan komunikasi paralel yang membutuhkan beberapa pin input/output.

Dengan penambahan modul I2C, komunikasi LCD menjadi lebih sederhana karena hanya menggunakan dua jalur data, yaitu SDA dan SCL. Hal ini membuat penggunaan pin menjadi lebih efisien serta memudahkan integrasi dengan Arduino dan mikrokontroler lainnya. Kombinasi LCD 16×2 dan modul I2C banyak diterapkan pada sistem embedded dan otomasi karena praktis dan mudah dioperasikan.



Gambar 2. 10 LCD 16x2 dan Module I2C

Sumber: <https://digiwarestore.caom/id>

i. PSU 24 V

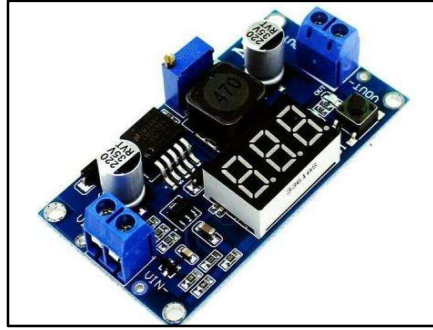
PSU 24 V merupakan catu daya yang berfungsi mengonversi tegangan listrik AC menjadi tegangan DC sebesar 24 volt untuk menyuplai energi ke perangkat elektronik. Catu daya ini banyak digunakan pada sistem kontrol dan otomasi karena mampu memberikan tegangan yang stabil dengan kapasitas arus yang memadai.

Dalam penerapannya, PSU 24 V digunakan untuk menyalakan berbagai komponen seperti motor, pompa, relay, dan sensor, serta sering dipadukan dengan rangkaian step-down untuk menurunkan tegangan sesuai kebutuhan perangkat lain, misalnya 12 V atau 5 V.



Gambar 2. 11 PSU 24 V

Sumber: <https://storage.googleapis.com>



Gambar 2. 12 Stepdown DC

Sumber: <https://www.lazada.co.id>

j. Kaleng Cat (Miniatatur Boiler)

Kaleng cat ini dijadikan miniatur boiler, berperan sebagai replika berskala kecil dari boiler asli untuk keperluan model atau prototipe.



Gambar 2. 13 Kalengcat (miniatatur boiler)

Sumber: : <https://metal-moulding.com/products/>

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Metode penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk serta menguji tingkat kelayakan dan efektivitas produk yang dikembangkan. Menurut (Sugiyono, 2017), penelitian R&D digunakan untuk menghasilkan produk tertentu melalui tahapan perancangan, pengembangan, dan pengujian secara sistematis.

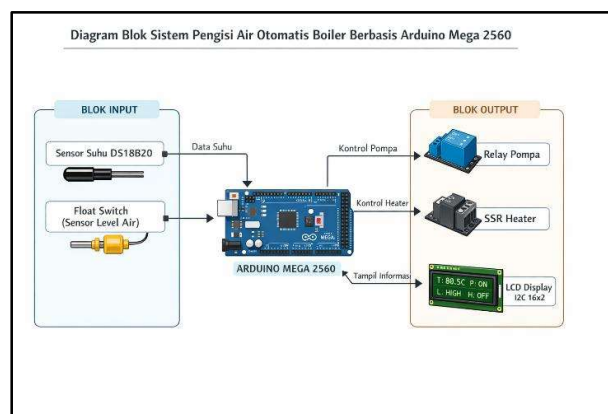
(Agus Rustamana, 2024) Penelitian dan Pengembangan (Research and Development atau R&D) adalah suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk baru atau meningkatkan produk yang sudah ada melalui proses ilmiah sistematis, kemudian mengujinya untuk memastikan produk tersebut efektif, valid, dan dapat dipertanggungjawabkan. Dalam R&D, kegiatan tidak hanya sebatas pengumpulan data atau pengujian teori, tetapi mencakup rancangan, pengembangan, uji coba, evaluasi, dan revisi produk hingga layak digunakan dalam praktek nyata. Pada penelitian ini, metode Research and Development digunakan untuk mengembangkan model prototipe pengisi air otomatis boiler berbasis Arduino Mega 2560. Prototipe dirancang sebagai sistem pengendalian otomatis yang mampu mengatur proses pengisian air boiler secara mandiri berdasarkan kondisi tertentu, sehingga dapat meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keandalan sistem.

Penelitian pengembangan ini menjadi penghubung antara teori dan

penerapan di lapangan, karena mengintegrasikan konsep dasar elektronika, sensor, aktuator, dan sistem kendali dengan implementasi nyata dalam bentuk prototipe. Secara umum, penelitian R&D dalam konteks ini merupakan rangkaian kegiatan yang meliputi perencanaan, perancangan, pembuatan, serta pengujian produk untuk menghasilkan sistem pengisi air boiler otomatis yang berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian.

Dalam pelaksanaannya, pengembangan prototipe dilakukan melalui beberapa tahapan yang terstruktur, mulai dari analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, perakitan komponen, hingga pengujian kinerja alat. Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pengisi air otomatis boiler berbasis Arduino Mega 2560 dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan fungsi yang direncanakan. Hasil dari pengujian tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem serta sebagai dasar dalam melakukan penyempurnaan terhadap prototipe yang dikembangkan.

## B. Perancangan Sistem



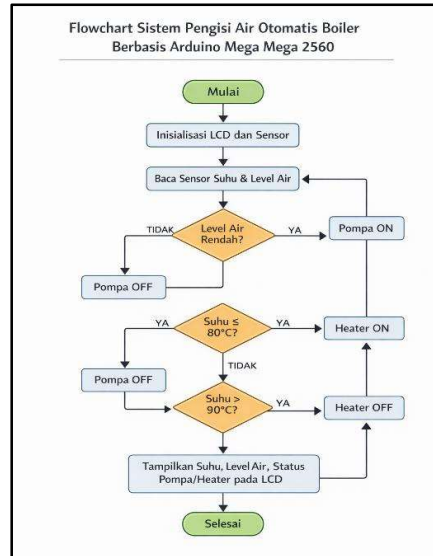
Gambar 3. 1 Diagram Blok Rancangan Perangkat Keras

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Dari gambar 3.1 diatas Diagram blok sistem pengisi air otomatis boiler berbasis Arduino Mega 2560 menggambarkan keterkaitan antara komponen masukan, unit pemroses, dan komponen keluaran yang bekerja secara terpadu. Pada bagian masukan, sistem memanfaatkan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur temperatur air di dalam boiler serta float switch yang berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air. Sensor DS18B20 mengirimkan data suhu ke mikrokontroler melalui jalur komunikasi OneWire, sedangkan float switch memberikan sinyal digital sebagai indikator kondisi level air, baik dalam keadaan rendah maupun penuh.

Arduino Mega 2560 berperan sebagai pusat pengendalian yang menerima dan mengolah seluruh data dari sensor. Berdasarkan hasil pemrosesan tersebut, Arduino menjalankan algoritma kendali untuk mengatur pengoperasian pompa air dan heater. Saat level air terdeteksi berada pada kondisi rendah, sistem secara otomatis mengaktifkan relay pompa untuk melakukan pengisian air. Setelah air mencapai batas yang ditentukan, pompa akan dihentikan guna menghindari terjadinya kelebihan air pada boiler.

Pada bagian keluaran, sistem terdiri dari relay pompa, SSR (Solid State Relay) sebagai pengendali heater, serta LCD I2C 16x2 sebagai media informasi. Relay pompa berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler dan pompa air, sedangkan SSR mengatur kerja elemen pemanas berdasarkan batas suhu yang telah ditetapkan. Heater hanya dapat beroperasi ketika level air berada dalam kondisi aman sebagai bentuk sistem pengaman. Seluruh informasi terkait suhu, level air, serta status pompa dan heater ditampilkan pada LCD sehingga kondisi sistem dapat dipantau secara langsung.



Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Sistem Prototype Boiler  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

### C. Perancangan Alat

#### 1. Tahapan Studi Literatur

Jenis penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah studi literatur. Tahapan dalam studi literatur meliputi pengumpulan berbagai sumber informasi dari perpustakaan, kegiatan membaca dan mencatat, serta mengorganisasi bahan penelitian yang relevan (Zed, 2008:3). Dalam pelaksanaannya, peneliti menelusuri dan mempelajari berbagai sumber seperti situs referensi, buku literatur, artikel, jurnal ilmiah, serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan model prototype pengisian air otomatis pada boiler berbasis Arduino Mega 2560.

#### 2. Merancang Perangkat Lunak

Tahap kedua pada penelitian ini merupakan tahap perancangan perangkat lunak. Tahapan ini difokuskan pada penyusunan dan pembuatan kode program yang berfungsi sebagai sistem kendali pada prototipe pengisi

air otomatis boiler. Proses pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan aplikasi Arduino IDE, yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler Arduino Mega 2560.

Program yang telah diunggah berfungsi untuk mengolah data yang diperoleh dari sensor suhu DS18B20 dan sensor ketinggian air berupa float switch. Berdasarkan hasil pembacaan sensor tersebut, mikrokontroler menjalankan algoritma pengendalian untuk mengatur pengoperasian pompa air melalui relay serta mengendalikan heater menggunakan SSR (Solid State Relay). Sistem bekerja secara otomatis sesuai dengan kondisi suhu dan level air yang terdeteksi, sementara informasi terkait status suhu, level air, serta kondisi kerja pompa dan heater ditampilkan melalui LCD 16x2 sebagai media monitoring sistem.

```

Sketch (Arduino IDE 1.8.7)
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2...
BomohAriano
1 #include <OneWire.h>
2 #include <DallasTemperature.h>
3 #include <Wire.h>
4 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
5
6 /* ===== PIN ===== */
7 #define ONE_WIRE_BUS 7
8 #define FLOAT_SWITCH_PIN 0
9 #define RELAY_POMPA 9
10 #define SSR_HEATER 10
11
12 #define LID_H2O_HU 2
13 #define LID_KIRING 3
14 #define LID_H2O_HM 4
15
16 /* ===== OUTPUT RELAY ===== */
17 #define POMPA_ON LOW // Relay OFF/ON
18 #define POMPA_OFF HIGH
19
20 #define HEATER_ON HIGH
21 #define HEATER_OFF LOW
22
23 /* ===== Suhu DATA ===== */
24 const float suhuOn = 80.0;
25 const float suhuOff = 90.0;
26
27 /* ===== Suhu ===== */
28 OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
29 DallasTemperature sensors(&oneWire);
30 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
31

```

```

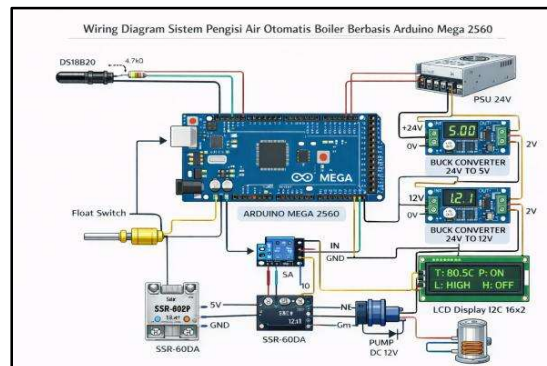
Sketch (Arduino IDE 1.8.7)
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2...
BomohAriano
32 /* ===== MIREZABEL ===== */
33 bool suhu = 0;
34 bool siripingsi = false;
35 bool pompaYala = false;
36 bool heaterYala = false;
37
38 unsigned long previousMillis = 0;
39 const long interval = 1000;
40
41 /* ===== SETUP ===== */
42 void setup() {
43   pinMode(FLOAT_SWITCH_PIN, INPUT_PULLUP);
44   pinMode(RELAY_POMPA, OUTPUT);
45   pinMode(SSR_HEATER, OUTPUT);
46
47   pinMode(LID_H2O_HU, OUTPUT);
48   pinMode(LID_KIRING, OUTPUT);
49   pinMode(LID_H2O_HM, OUTPUT);
50
51   digitalWrite(RELAY_POMPA, LOW);
52   digitalWrite(SSR_HEATER, LOW);
53
54   pinMode	lcd_RS, OUTPUT;
55   lcd.begin();
56   lcd.backlight();
57
58   lcd.setCursor(0, 0);
59   lcd.print("START BOILER 00%");
60   lcd.setCursor(0, 1);
61   lcd.print("system ready");
62

```

```

Sketch Arduino IDE 1.8.7
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2...
BumiAriano
62 delay(2000);
63 digitalWrite(LED_KUNING, HIGH);
64 }
65 }
66
67 // ===== INTERVAL ===== */
68 void loop() {
69     unsigned long currentMillis = millis();
70     if (currentMillis - previousMillis > interval) {
71         previousMillis = currentMillis;
72
73         // ===== Suhu ===== */
74         sensor.requestTemperature();
75         suhu = sensor.getTemperature();
76
77         // ===== RACA LEVEL AIR ===== */
78         airTinggi = digitalRead(PIN_SWITC_PIB); // HIGH = air penuh
79
80         // ===== POMPA ===== */
81         if (airTinggi) {
82             pompaYala = false;
83             digitalWrite(RELAY_POMPA, POMPA_OFF);
84             digitalWrite(LED_HIJAU, LOW);
85             digitalWrite(LED_MERAH, LOW);
86             digitalWrite(LED_KUNING, LOW);
87         } else {
88             pompaYala = true;
89             digitalWrite(RELAY_POMPA, POMPA_ON);
90             digitalWrite(LED_HIJAU, HIGH);
91             digitalWrite(LED_MERAH, LOW);
92         }
93     }
94 }
95
96 // ===== PROJEKSI & KONTROL HEATER ===== */
97 if (airTinggi) {
98     // SET LOW = heater on; HIGH = mati
99     heaterYala = false;
100    digitalWrite(SM_HEATER, HEATER_OFF);
101 } else {
102     // SET HIGH = kontrol suhu
103     if (suhu < suhuOn) {
104         heaterYala = true;
105         digitalWrite(SSR_HEATER, HEATER_ON);
106     }
107     if (suhu > suhuOff) {
108         heaterYala = false;
109         digitalWrite(SSR_HEATER, HEATER_OFF);
110     }
111 }
112
113 // ===== LCD DISPLAY ===== */
114 lcd.setCursor(0, 0);
115 lcd.print("T:");
116 lcd.print(suhu, 1);
117 lcd.print(" (suhu)");
118 lcd.print("C");
119
120 lcd.print("P:");
121 lcd.print(pompaYala ? "ON" : "OFF");
122
123 lcd.setCursor(0, 1);
124 lcd.print("A:");
125 lcd.print(airTinggi ? "HIGH" : "LOW");
126
127 lcd.print("H:");
128 lcd.print(heaterYala ? "ON" : "OFF");
129 }
130 }
    
```

Gambar 3. 3 Coding Arduino  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 4 Diagram Wiring  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

### 3. Merancang Perangkat Keras

Tahap perancangan perangkat keras bertujuan untuk menyusun alur kerja sistem pengisi air otomatis boiler agar proses perakitan dan penerapan alat dapat dilakukan dengan lebih sistematis. Pada tahapan ini dilakukan perancangan konfigurasi perangkat keras dengan menggabungkan seluruh komponen utama, meliputi Arduino Mega 2560 sebagai unit pengendali, sensor suhu DS18B20 untuk memantau temperatur air, serta *float switch* sebagai pendeteksi level air. Selain itu, pompa air dioperasikan melalui *relay*, sedangkan heater dikendalikan menggunakan SSR (*Solid State Relay*) sebagai pengatur elemen pemanas. Seluruh komponen tersebut dirancang agar dapat saling terintegrasi dan bekerja secara otomatis sesuai dengan alur kerja sistem yang telah ditetapkan.



Gambar 3. 5 Miniatur / Prototype boiler berbasis Arduino  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

#### **D. Rencana Pengujian Uji Coba Produk**

Rencana pengujian pada penelitian rancang bangun sistem boiler otomatis berbasis mikrokontroler difokuskan pada pengujian kinerja sistem kendali dan sistem proteksi. Proses kerja sistem diawali dengan pembacaan sensor suhu

DS18B20 dan sensor ketinggian air berupa float switch sebagai masukan utama. Data suhu dan level air kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk mengendalikan pompa air DC 12 V melalui modul relay serta heater melalui Solid State Relay (SSR). Seluruh kondisi operasi sistem, meliputi suhu air, status level air, status pompa, dan status heater, ditampilkan pada LCD I2C dan diperkuat dengan indikator LED sebagai penanda kondisi kerja sistem.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian rancang bangun ini terdiri dari mikrokontroler Arduino, sensor suhu DS18B20, float switch, pompa air DC 12 V, relay, Solid State Relay (SSR), LCD I2C, serta LED indikator.

#### 1. Rencana Pengujian Statis

Pengujian statis dilakukan untuk memastikan komponen berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan perannya masing-masing. Pengujian meliputi verifikasi pembacaan sensor suhu DS18B20, respon sensor level air (float switch), kinerja relay pompa air DC 12 V, kinerja SSR dalam mengendalikan heater, serta akurasi tampilan data LCD dan indikator LED.

#### 2. Rencana Pengujian Dinamis

- a. Pengujian sistem pengisian air boiler secara otomatis berdasarkan perubahan level air dari kondisi rendah ke tinggi.
- b. Pengujian pengendalian heater berdasarkan batas suhu kerja, yaitu aktif pada suhu  $\leq 80^{\circ}\text{C}$  dan nonaktif pada suhu  $\geq 90^{\circ}\text{C}$ .
- c. Pengujian sistem pengaman dengan memastikan heater tidak aktif saat level air berada pada kondisi rendah.
- d. Pengujian tampilan informasi suhu, level air, status pompa, dan heater secara real-time selama sistem beroperasi