



**RANCANG BANGUN *HYPERMIST FIRE FIGHTING* PADA KAPAL
NIAGA DENGAN SENSOR MQ-2 DAN *FLAME* SENSOR BERBASIS
*INTERNET OF THINGS (IoT)***

SKRIPSI

**Untuk memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
Konsentrasi : Teknika**

Oleh

**BENNI YUDATAMA
NIT. 572011237723 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN *HYPERMIST FIRE FIGHTING* PADA KAPAL
NIAGA DENGAN SENSOR MQ-2 DAN *FLAME* SENSOR BERBASIS
*INTERNET OF THINGS (IoT)***

Disusun Oleh:

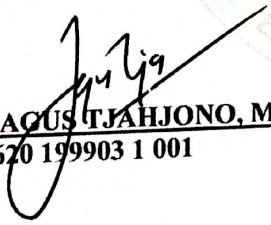
BENNI YUDATAMA
NIT. 572011237723 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 10 Januari 2025

Dosen Pemimbing I


Prof. Dr. A AGUS TJAHJONO, M.M., M.Mar.E.
NIP. 19710620 199903 1 001

Dosen Pembimbing II


FAJAR TRANSELASI, S.Tr., M.A.P.
NIP. 19760310 201012 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika


Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T., M.Mar.E.
NIP.19730331 200604 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "RANCANG BANGUN *HYPERMIST FIRE FIGHTING*
PADA KAPAL NIAGA DENGAN SENSOR MQ-2 DAN *FLAME* SENSOR
BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)*"

Nama : Benni Yudatama

NIT : 572011237723 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik

Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Jumat*, tanggal *10 Januari 2025*

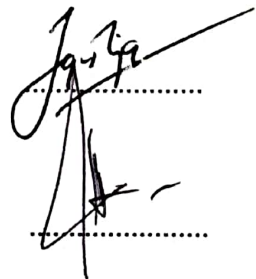
Semarang, *10 Januari* 2025

PENGUJI

Penguji I : Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T., M.Mar.E.
NIP. 197730331 200604 1 001



Penguji II : Prof. Dr. A AGUS TJAHJONO, M.M., M.Mar.E.
NIP. 19710620 199903 1 001



Penguji III : ANICITUS AGUNG NUGROHO, S.Si.T., M.Si.
NIP. 19780417 200912 1 002

Mengetahui :
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Ir. MAFRISAL, M.T., M.Mar E.
NIP. 19730205 199903 1 002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Benni Yudatama

NIT : 572011237723 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “rancang bangun *hypermist fire fighting* dengan sensor mq-2 dan *flame* sensor berbasis *internet of things* (IoT)”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 10 Januari 2025

Yang menyatakan pernyataan,



BENNI YUDATAMA
NIT. 572011237723 T

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :.

- Belajar adalah perjalanan tanpa ujung, setiap jawaban adalah awal dari pertanyaan baru.
- Kesuksesan tidak datang dari apa yang kita lakukan sekali-sekali, tetapi dari apa yang kita lakukan secara konsisten. -Aristoteles

Persembahan :

1. Ayah tercinta, Tulus. Terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis, beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana
2. Ibu tersayang, Utami. Terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada beliau atas segala bentuk bantuan, dukungan, semangat dan doa yang diberikan selama ini.
3. Kepada kerabat terdekat saya yang telah memberikan dukungan dan Berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, baik tenaga maupun waktu kepada penulis.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya Penulis telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “rancang bangun *hypermist fire fighting* dengan sensor mq-2 dan *flame* sensor berbasis *internet of things* (IoT)”, guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran dan untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, Penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat. Dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Yth. Bapak Dr. Ir. Mafrisal, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Yth. Bapak Prof. Dr. A Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi.
4. Yth. Bapak Fajar Transelasi, S.Tr., M.A.P. selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan.
5. Semua Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah membantu dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Tulus Suyudo dan Ibu Utami Dwiwati selaku orang tua yang telah

memberikan doa dan dukungannya.

7. Perusahaan PT. PELNI dan seluruh crew kapal KM. NGGAPULU telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan praktik laut.
8. Seluruh teman-teman angkatan LVII terutama teman-teman Prodi Teknik yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.
9. Serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung baik secara moril maupun materil sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat serta berguna bagi pembaca. Apabila terdapat kesalahan atau kekurangan dalam skripsi ini penulis mohon maaf yang sebesar – besarnya.

Semarang, 10 Januari 2025

Penulis



Benni Yudatama
NIT. 572011237723 T

ABSTRAK

Yudatama, Benni. 2025. “Rancang Bangun *Hypermist Fire Fighting* dengan Sensor mq-2 dan *Flame Sensor* Berbasis *Internet of Things (IoT)*”, Program Studi Teknik, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Prof. Dr. A Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E., Pembimbing II: Fajar Transelasi, S.Tr., M.A.P.

Penelitian pada kapal KM. Nggapulu memiliki *fire extinguishing system* dengan *water sprinkler*. Inovasi dalam sistem pemadam kebakaran kapal pun menghasilkan teknologi yang lebih canggih dan efektif dibandingkan dengan *water sprinkler* salah satunya yakni sistem pemadam api *hypermist*, yang menggunakan kabut air bertekanan tinggi yang diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan langkah-langkah merancang dan membangun sistem pemadam kebakaran *hypermist* berbasis IoT pada kapal niaga menggunakan sensor MQ-2 dan *flame sensor*, mengetahui langkah-langkah perancangan sistem umpan balik yang memberikan informasi *real-time* terkait kondisi gas, asap, dan deteksi api, serta untuk mendeskripsikan pembuatan sistem otomatis yang merespons kebakaran dengan memicu tindakan pemadaman setelah kebakaran terdeteksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, dan dokumentasi. Teknik analisis kualitatif dilakukan dengan pembuatan rancang bangun dengan metode *research and development*. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa dalam merancang sistem pemadam kebakaran *hypermist* berbasis IoT dengan menggunakan sensor MQ-2 dan *flame sensor* pada kapal niaga adalah dengan membuat 3 rangkaian meliputi blok input, blok proses, dan blok output. Perancangan menggunakan *software* arduino IDE, di dalam arduino IDE ini program di buat untuk rancangan pengendali sensor dengan relay.

Kata Kunci : *fire fighting, hypermist, Internet of Things*, rancang bangun

ABSTRACT

Yudatama, Benni. 2025. *“Design and Construction of Hypermist Fire Fighting with mq-2 Sensor and Flame Sensor Based on Internet of Things (IoT)”*, Engineering Study Program, Semarang Maritime Science Polytechnic, Advisor I: Prof. Dr. A Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E., Advisor II: Fajar Transelasi, S.Tr., M.A.P.

Research on the KM. Nggapulu ship has a fire extinguishing system with water sprinklers. Innovation in ship fire extinguishing systems has also produced more sophisticated and effective technology compared to water sprinklers, one of which is the hypermist fire extinguishing system, which uses high-pressure water mist integrated with Internet of Things (IoT) technology. The purpose of this study is to describe the steps to design and build an IoT-based hypermist fire extinguishing system on a merchant ship using the MQ-2 sensor and flame sensor, to find out the steps to design a feedback system that provides real-time information regarding gas conditions, smoke, and fire detection, and to describe the creation of an automatic system that responds to fires by triggering extinguishing actions after a fire is detected. The method used in this study is descriptive qualitative. The data collection techniques used are observation, interviews, and documentation. Qualitative analysis techniques are carried out by making a design using the research and development method. The results of the study concluded that in designing an IoT-based hypermist fire extinguishing system using the MQ-2 sensor and flame sensor on a merchant ship is to create 3 circuits including input blocks, process blocks, and output blocks. The design uses Arduino IDE software, in the Arduino IDE the program is created to design sensor controllers with relays.

Keywords: *fire fighting, hypermist, Internet of Things, design*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Fokus Penelitian.....	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Hasil Penelitian	5
BAB II.....	7
LANDASAN TEORI	7
A. Deskripsi Teori.....	7
B. Kerangka Penelitian	25
BAB III	26
METODE PENELITIAN.....	26
A. Metode Penelitian.....	26
B. Tempat Penelitian.....	27
C. Sumber Data Penelitian.....	27
D. Teknik Pengumpulan Data.....	28
E. Prosedur Penelitian.....	31

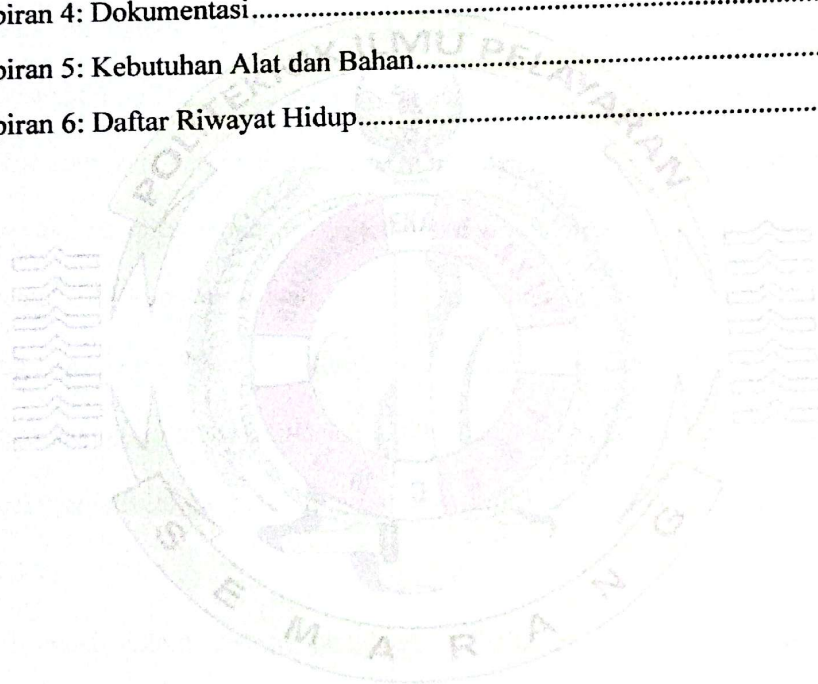
F. Instrumen Penelitian.....	33
G. Teknik Analisis Data.....	34
H. Pengujian Keabsahan Data.....	34
BAB IV	38
HASIL PENELITIAN.....	38
A. Gambaran Konteks Penelitian.....	38
B. Deskripsi Data.....	52
C. Temuan.....	52
D. Pembahasan Hasil Penelitian	56
BAB V.....	62
SIMPULAN DAN SARAN	62
A. Kesimpulan	62
B. Keterbatasan Penelitian.....	63
C. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teori Segitiga Api .	9
Gambar 2.2 <i>Fire Sprinkler System</i>	16
Gambar 2.3 Kerangka Penelitian	25
Gambar 4.1 Mekanisme Pemadaman Api Menggunakan <i>Hypermist</i>	39
Gambar 4.2 Simulasi Pemadaman Api Menggunakan <i>Hypermist</i>	40
Gambar 4.3 Modul WiFi ESP8266	41
Gambar 4.4 Sensor DHT 22	42
Gambar 4.5 Sensor Gas MQ-2	43
Gambar 4.6 Sensor Api	44
Gambar 4.7 <i>Buzzer Alarm</i>	45
Gambar 4.8 Pompa Kabut	46
Gambar 4.9 Modul Relay 5Volt	47
Gambar 4.10 LCD	48
Gambar 4.11 Lampu LED	49
Gambar 4.12 Kabel idc 10 pin	50
Gambar 4.13 Adaptor 12 Volt, 1 Ampere	51
Gambar 4.14 Adaptor 12 Volt, 5 Ampere	52
Gambar 4.15 <i>Smoke Detector</i> yang Ditutup Plastik	54
Gambar 4.16 Kebocoran Selang Springler	55
Gambar 4.17 Kepala Springler yang Korosi	56
Gambar 4.18 Diagram blok sistem <i>software</i>	57
Gambar 4.19 Skema rangkaian	58
Gambar 4.20 Tampilan program saat dijalankan	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Hasil Wawancara.....	70
Lampiran 2: <i>Crew List</i>	77
Lampiran 3: Ship Particular	79
Lampiran 4: Dokumentasi.....	80
Lampiran 5: Kebutuhan Alat dan Bahan.....	85
Lampiran 6: Daftar Riwayat Hidup.....	87



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal laut adalah salah satu moda transportasi yang penting dalam mengangkut penumpang maupun barang dengan volume besar antar pulau dan negara. Namun, salah satu risiko besar yang dihadapi oleh kapal niaga adalah kebakaran. Data kecelakaan kebakaran kapal global dengan bobot lebih dari 3000 ton dalam sepuluh tahun terakhir menunjukkan bahwa pada kuartal pertama tahun 2022, industri pelayaran mengalami tiga insiden total-loss akibat kebakaran, melibatkan kapal ro-ro, kapal pengangkut mobil, dan kapal tanker minyak, semuanya dengan bobot di atas 3000 ton. Sepanjang tahun 2022, tercatat 141 kebakaran atau ledakan kapal dengan bobot melebihi 3000 ton, yang mencakup 7% dari seluruh kecelakaan kapal tahun itu, menjadikannya angka tertinggi dalam satu dekade. Oleh karena itu, penilaian risiko kebakaran kapal menjadi sangat penting untuk penelitian dan aplikasi praktis (Zhang dkk., 2023:1).

Inovasi dalam sistem pemadam kebakaran kapal telah menghasilkan teknologi seperti sistem pemadam api *hypermist*, yang menggunakan kabut air bertekanan tinggi untuk memadamkan api lebih efektif dibandingkan *water sprinkler*. Sistem pemadam kebakaran *hypermist* yang diusulkan sangat penting untuk diterapkan pada semua jenis kapal. Sistem ini dapat merespons dan memadamkan api lebih cepat dibandingkan dengan intervensi manusia. Hal yang paling krusial adalah mencegah penyebaran

kebakaran ke kompartemen lain, terutama di area yang berisiko tinggi seperti tangki bahan bakar dan tangki kargo yang rentan terhadap kebakaran dan ledakan. Kebakaran merupakan ancaman terbesar bagi kapal, sehingga penanganannya tidak boleh dianggap remeh. Langkah-langkah perbaikan perlu terus dilakukan untuk memastikan lingkungan kerja yang lebih aman (Zulkarnain dkk., 2022:6).

Namun, keefektifan sistem *hypermist* sangat bergantung pada kecepatan deteksi dan respons otomatis terhadap kebakaran. Di sinilah pentingnya penerapan teknologi modern seperti kontrol otomatis berbasis sensor yang mampu mendeteksi perubahan lingkungan secara *real-time*. Penggunaan sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas dan asap serta *flame* sensor untuk mendeteksi api memungkinkan sistem untuk merespons kebakaran lebih cepat dibandingkan intervensi manual (Sohibun dkk., 2021:8). Sistem ini dapat diintegrasikan dengan perangkat otomatis yang dapat langsung memicu tindakan pemadaman tanpa perlu menunggu respons manusia, yang sangat penting dalam situasi darurat.

Dengan berkembangnya teknologi *Internet of Things* (IoT), integrasi sistem pemadam kebakaran dengan perangkat pintar semakin banyak diterapkan. IoT memungkinkan sistem pemadam kebakaran berbasis sensor terhubung ke pusat kontrol jarak jauh untuk memantau kondisi kebakaran secara *real-time* dan mengirim notifikasi langsung kepada kru kapal dan pihak darat, sehingga memfasilitasi tindakan cepat. Selain itu, IoT memungkinkan pemantauan berkelanjutan terhadap status operasional sistem pemadam kebakaran,

memastikan kesiapan dalam keadaan darurat. Adopsi IoT menciptakan dampak positif atau negatif berdasarkan pilihan dan tindakan strategis yang diambil (Brous dkk., 2019:1).

Penggunaan Arduino sebagai pengontrol utama dalam sistem pemadam kebakaran berbasis IoT merupakan solusi inovatif. Setiap penelitian tentang pembuatan prototipe yang menggunakan arduino tetapi tidak menyebutkan mikrokontroler dianggap tidak lengkap, karena arduino mempermudah prosedur kerja dengan mikrokontroler (Kondaveeti dkk., 2021:2). Dengan arduino, sistem dapat diprogram untuk secara otomatis merespons kebakaran berdasarkan data yang diterima dari sensor. Ketika sensor mendeteksi kebakaran, arduino akan segera mengaktifkan sistem *hypermist* untuk memadamkan api. Hal ini memungkinkan respons terhadap kebakaran menjadi lebih cepat dan akurat, sehingga mengurangi risiko kerugian yang lebih besar.

Dengan latar belakang ini, Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemadam kebakaran berbasis IoT dengan menggunakan sensor MQ-2 dan *flame* sensor. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam mencegah dan mengatasi kebakaran di kapal niaga, meningkatkan keselamatan operasional, melindungi muatan serta kru kapal, dan meminimalisir dampak lingkungan akibat kebakaran di laut. Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik mengusulkan judul penelitian:

“Rancang Bangun *Hypermist Fire Fighting* Pada Kapal Niaga Dengan Sensor MQ-2 dan *Flame* Sensor Berbasis *Internet of Things* (IoT)”

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sistem pemadam kebakaran berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mengintegrasikan sensor MQ-2 dan *flame* sensor untuk mendeteksi dan merespons kebakaran secara otomatis pada kapal niaga. Mengingat tingginya risiko kebakaran di kapal, terutama kapal dengan bobot lebih dari 3000 ton, serta meningkatnya insiden kebakaran dalam beberapa tahun terakhir, sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam memadamkan api dan mengurangi kerusakan muatan serta perangkat elektronik. Dengan menggunakan teknologi *hypermist* yang lebih efektif daripada *water sprinkler* konvensional, sistem ini bertujuan untuk memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap kapal, kru, dan lingkungan laut.

C. Rumusan Masalah

Peneliti telah merumuskan beberapa permasalahan pokok yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana prosedur dalam merancang sistem pemadam kebakaran *hypermist* berbasis IoT dengan menggunakan sensor MQ-2 dan *flame* sensor pada kapal niaga?
2. Bagaimana merancang sistem deteksi kebakaran yang dapat memberikan umpan balik berupa informasi kondisi gas, asap, dan keberadaan api secara *real-time*?
3. Bagaimana sistem dapat merespons otomatis dengan memicu tindakan pemadaman setelah mendeteksi adanya kebakaran?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, maka didapatkan tujuan melakukan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan langkah-langkah merancang dan membangun sistem pemadam kebakaran *hypermist* berbasis IoT pada kapal niaga menggunakan sensor MQ-2 dan *flame* sensor.
2. Untuk mendeskripsikan langkah-langkah perancangan sistem umpan balik yang memberikan informasi *real-time* terkait kondisi gas, asap, dan deteksi api.
3. Untuk mendeskripsikan pembuatan sistem otomatis yang merespons kebakaran dengan memicu tindakan pemadaman setelah kebakaran terdeteksi.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian ini mempunyai beberapa manfaat. Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Aspek Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pengetahuan ilmiah mengenai penerapan teknologi *hypermist fire fighting system* berbasis IoT pada kapal niaga. Penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya kajian tentang integrasi sensor deteksi kebakaran dan sistem otomatisasi dalam meningkatkan efektivitas penanganan kebakaran di lingkungan maritim.

2. Aspek Praktis

a. Bagi Pembaca

Memberikan panduan praktis untuk merancang sistem pemadam kebakaran *hypermist* berbasis IoT, guna meningkatkan efektivitas pemadaman dan mengembangkan teknologi inovatif dalam pelayaran dan keselamatan maritim.

b. Bagi Lembaga Pendidikan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan ajar di kelas yang berkaitan dengan jenis sistem perlindungan kebakaran di kapal, khususnya mengenai *hypermist fire fighting system*.

c. Bagi Taruna PIP Semarang

Prototipe ini diharapkan dapat digunakan sebagai alat praktikum dan media pembelajaran bagi taruna PIP Semarang dalam memahami sistem *hypermist* di kapal. Selain itu, diharapkan dapat memotivasi mereka untuk berinovasi dengan teknologi modern.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Pada Bab ini menguraikan berbagai istilah dan teori yang mendukung dan berhubungan dengan penelitian. Tujuannya adalah untuk mempermudah pembaca dalam memahami, mengenal lebih dalam, dan menghindari kesalahpahaman yang mungkin muncul tentang tulisan ini. Referensi yang digunakan berasal dari buku-buku dan data internet. Beberapa definisi dan teori yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Rancang Bangun

Jogianto dalam Mulyanto dkk (2020:70) menyatakan bahwa desain atau rancang bangun adalah tahap setelah analisis dalam siklus pengembangan sistem, yang melibatkan definisi kebutuhan fungsional serta gambaran tentang bagaimana sistem dibentuk. Proses ini mencakup penggambaran, perencanaan, serta pembuatan sketsa atau pengaturan berbagai elemen terpisah menjadi satu kesatuan yang utuh dan fungsional, termasuk mengonfigurasi komponen-komponen perangkat lunak dalam suatu sistem. Lebih lanjut, Bambang dalam Mulyanto dkk (2020:71) menjelaskan bahwa rancang bangun mencakup penciptaan sistem baru atau penggantian serta perbaikan sistem yang sudah ada, baik secara keseluruhan maupun sebagian.

Widyawati dalam Surahmat (2023:82) menjelaskan rancang bangun adalah gambaran sistem yang bertujuan untuk menciptakan atau

memperbarui sistem yang ada. Adapun, Gunawan dalam Surahmat (2023:82) mengartikan rancang bangun sebagai proses penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa, atau pengaturan berbagai elemen yang terpisah menjadi suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Berdasarkan pandangan beberapa ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa rancang bangun adalah proses untuk mengembangkan dan memperbaiki sistem atau aplikasi, baik yang sudah ada maupun yang baru, dengan menggunakan berbagai komponen hasil dari proses analisis sistem, dengan tujuan menghasilkan aplikasi berkualitas sesuai kebutuhan yang diinginkan.

2. Kebakaran

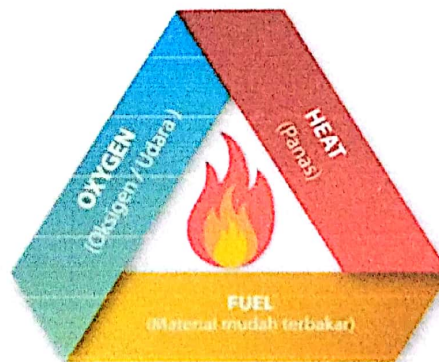
a. Pengertian Kebakaran

Dalam konteks keselamatan maritim, kebakaran adalah salah satu risiko terbesar yang dapat mengancam keselamatan kapal serta keselamatan nyawa para penumpang dan awak kapal. Menurut Konvensi Internasional untuk Keselamatan Kehidupan di Laut atau *International Convention for the Safety of Life at Sea* (SOLAS), kebakaran didefinisikan sebagai "pembakaran yang tidak terkendali yang dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada struktur kapal, peralatan, dan muatan, serta mengancam keselamatan penumpang dan awak" (*International Maritime Organization* [IMO], 2014). SOLAS menekankan pentingnya langkah-langkah pencegahan yang komprehensif dan kesiapsiagaan yang efektif dalam menangani

kebakaran di atas kapal, yang meliputi instalasi sistem pemadam kebakaran, pelatihan awak kapal, dan prosedur tanggap darurat yang ketat.

Tiwary dkk., (2021:595) menyatakan bahwa kebakaran adalah ancaman serius yang bisa mengakibatkan kerugian besar baik bagi nyawa maupun harta benda. Api sendiri merupakan hasil dari reaksi kimia eksotermik, yang biasanya melibatkan pembakaran hidrokarbon dengan oksigen, dan menghasilkan energi yang besar dalam bentuk panas, cahaya, serta suara. Untuk memicu terjadinya api, diperlukan tiga elemen utama: panas, bahan bakar, dan oksigen.

Tanpa salah satu dari elemen tersebut, api tidak akan terbentuk.



Gambar 2. 1 Teori Segitiga Api
Sumber: Irwanto (2020:326)

b. Klasifikasi Kebakaran

SOLAS juga memberikan panduan tentang klasifikasi kebakaran yang penting untuk pemahaman dalam penanganan dan pencegahan kebakaran di atas kapal. Klasifikasi kebakaran ini didasarkan pada jenis material yang terbakar, yang mempengaruhi jenis media

pemadam kebakaran yang paling efektif untuk digunakan. Refaee dkk., (2024:3) menyatakan bahwa terdapat empat klasifikasi utama yang sering dirujuk dalam literatur ilmu kebakaran, yaitu:

- 1) **Kebakaran Kelas A:** Kebakaran ini melibatkan bahan padat yang mudah terbakar seperti kayu, kertas, kain, dan plastik. Biasanya ditandai dengan nyala bara api dan sering kali menghasilkan abu. Untuk memadamkannya, digunakan air atau bahan lain yang dapat mendinginkan bahan terbakar dan menghilangkan panas.
- 2) **Kebakaran Kelas B:** Kebakaran ini melibatkan bahan kimia seperti magnesium, titanium, kalium, dan natrium. Kebakaran jenis ini dapat mencapai suhu sangat tinggi dan menghasilkan cahaya yang intens. Untuk memadamkan kebakaran Kelas B, sering kali diperlukan bubuk kering khusus atau bahan berbasis pasir yang bereaksi dengan logam, membentuk lapisan kerak yang memutus aliran oksigen.
- 3) **Kebakaran Kelas C:** Kebakaran ini melibatkan peralatan atau kabel listrik yang sedang dialiri listrik. Kebakaran ini menimbulkan risiko sengatan listrik dan kemungkinan penyalaan kembali jika sumber listrik belum diputus dengan benar. Untuk memadamkannya, diperlukan agen nonkonduktif seperti bubuk kimia kering atau karbon dioksida yang tidak mengalirkan listrik.
- 4) **Kebakaran Kelas D:** Kebakaran ini melibatkan cairan atau gas mudah terbakar seperti bensin, oli, lemak, dan pelarut. Api dari

kebakaran ini sering kali sangat terang dan cepat menyebar, sehingga berbahaya. Pemadamannya biasanya menggunakan busa, bahan kimia kering, atau karbon dioksida untuk menghilangkan oksigen dari api.

c. Sistem pemadam kebakaran

Mentes & Pirim (2022:3) menyatakan bahwa sistem pemadam kebakaran dirancang untuk meminimalkan kerugian nyawa dan harta benda sesuai dengan kriteria dan peraturan yang ditetapkan oleh otoritas berwenang, seperti negara kelas dan negara bendera. Sistem ini memiliki berbagai aturan dan aplikasi yang berbeda tergantung pada jenis kapal, apakah itu kapal pribadi, niaga, atau militer. Kapal pribadi dan niaga kecil umumnya tunduk pada peraturan dari otoritas kelas dan negara bendera yang mungkin lebih longgar atau fleksibel dibandingkan dengan aturan yang lebih ketat. Sebaliknya, kapal niaga yang beroperasi di bawah beberapa negara bendera mungkin menghadapi peraturan dan praktik tambahan dibandingkan dengan yang berlaku di kelas dan negara bendera lainnya.

Lebih lanjut, Mentes & Pirim (2022:3) menyatakan bahwa sistem pemadam kebakaran dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu, alat pemadam kebakaran portable, alat pemadam semi-portabel dan peralatan pemadam kebakaran tipe tetap diatas kapal. Pada sistem peralatan pemadam kebakaran tipe tetap di atas kapal menyediakan perlindungan berbasis air, gas, busa dan bubuk sebagai berikut:

1) Sistem pemadam kebakaran berbasis air

Sistem proteksi kebakaran berbasis air melindungi mesin kategori A, ruang kargo khusus, area akomodasi, kendaraan, dan ruang kargo, serta menyediakan perlindungan lokal untuk mesin. Satu sistem air dapat melindungi beberapa ruang sekaligus. Sistem ini dirancang sesuai dengan pedoman Kode FSS, seperti MSC Circ. 265(84), terutama untuk ruang akomodasi dan layanan. Biasanya, sistem ini dioperasikan secara manual dengan air tawar sebagai prioritas utama.

2) Sistem pemadam kebakaran berbasis gas

Sistem pemadam kebakaran berbasis gas melindungi ruang mesin kategori A dan area kendaraan di dek tertutup, serta dirancang mengikuti pedoman Kode FSS. Gas yang digunakan dalam sistem ini meliputi CO₂, Novec1230, FM200, dan Inergen. Tantangan utama dalam desainnya adalah memastikan keselamatan manusia, sehingga banyak negara Eropa lebih memilih gas agen bersih seperti Novec1230 dan Inergen.

3) Sistem pemadam kebakaran berbasis busa

Sistem pemadam kebakaran berbasis busa melindungi area helideck dan bilge di ruang mesin, khususnya ketika area tersebut juga dilindungi oleh kabut air dan sistem busa dek.

4) Sistem pemadam kebakaran berbasis serbuk

Sistem pemadam kebakaran berbasis serbuk sering digunakan di stasiun bunker dan efektif untuk kebakaran yang melibatkan bahan padat, cair, gas, dan logam, yang termasuk dalam klasifikasi A, B, C, dan D. Sistem ini tersedia dalam bentuk tetap dan portabel di kapal. Meskipun alat pemadam serbuk kering lebih umum dalam bentuk portabel, sistem tetap juga digunakan untuk melindungi tangki di kapal yang beroperasi di stasiun pengisian bahan bakar dan terminal LNG.

d. Sistem Proteksi Kebakaran Aktif

Mufida & Martiana dalam Sabililah & Ryan (2023:163) menyatakan bahwa sistem proteksi kebakaran aktif adalah sistem perlindungan kebakaran yang berfungsi untuk mendeteksi kebakaran secara otomatis di setiap ruangan dan digunakan sebagai alat pemadam kebakaran. Sistem proteksi kebakaran terdiri dari:

1) Detektor

Detektor akan secara otomatis mengaktifkan dan mendeteksi keberadaan asap di suatu area, yang kemudian akan memicu alarm untuk berbunyi. Budianto dkk., (2023:44) menyatakan bahwa detektor hanya dapat mendeteksi salah satu karakteristik api. Karena keterbatasan ini, detektor dikembangkan menjadi tiga jenis utama, yaitu: *heat detector* (detektor panas), *smoke detector* (detektor asap), dan *flame detector* (detektor api).

Lebih lanjut, berdasarkan (*International Code for Fire Safety System* [FSS Code], 2015) detektor asap yang dipasang di tangga, koridor, dan jalur evakuasi dalam area akomodasi harus bersertifikasi dan berfungsi sebelum tingkat asap mencapai 12,5% pengaburan per meter. Namun, detektor tersebut tidak boleh diaktifkan jika tingkat asap berada di bawah 2% pengaburan per meter. Pengujian harus dilakukan sesuai dengan standar EN 54:2001 dan TEC 60092-504. Untuk detektor panas, sertifikasi diperlukan agar detektor dapat beroperasi sebelum suhu mencapai 78°C, namun tidak boleh aktif jika suhu berada di bawah 54°C. Pengujian dilakukan dengan menaikkan suhu secara bertahap, kurang dari 1°C per menit, sesuai standar EN 54:2001 dan IEC 60092-504. Detektor api diuji menggunakan standar EN 54-10:2001 dan IEC 60092-504, namun administrasi dapat memilih standar pengujian alternatif jika diperlukan.

2) Alarm Kebakaran (*Fire Alarm*)

Avazov dkk., (2023:2) mengemukakan bahwa sistem alarm kebakaran terdiri dari sensor fisik seperti detektor api, termal, dan asap. Kelemahan utama dari sistem ini adalah memerlukan intervensi manusia untuk memeriksa dan memastikan adanya kebakaran. Sistem ini menggunakan berbagai alat untuk mendeteksi asap dan intensitas api. Meskipun sensor dapat

mendeteksi kebakaran saat api mulai berkembang, ada risiko api meluas dan menyebabkan kerusakan serius. Penyebab utama meningkatnya kebakaran di kapal adalah kurangnya kewaspadaan dan tindakan pencegahan sebelumnya. Ketidakhadiran langkah-langkah pencegahan dan deteksi dini sering menyebabkan insiden yang merugikan. Oleh karena itu, sangat penting untuk memasang sistem deteksi kebakaran yang efisien dan andal sejak tahap awal.

Lebih lanjut, Sabililah & Ryan (2023:164) menyatakan bahwa alarm kebakaran berfungsi sebagai alat peringatan saat terjadi kebakaran. Dalam sistem proteksi aktif, alarm kebakaran dilengkapi dengan perangkat seperti kotak pendingin (*cool box*), detektor kebakaran (*fire detector*), dan panel kontrol utama (*main control panel*). Irwanto (2020:327) menyebutkan bahwa terdapat beberapa komponen pada *Fire Alarm*, yaitu:

a) MCFA

Main Control Fire Alarm adalah perangkat yang digunakan untuk mengidentifikasi zona detektor dan menampilkannya di layar monitor.

b) *Manual push botton*

Manual push button adalah alat berbentuk tombol yang memungkinkan seseorang melaporkan kebakaran secara

langsung kepada petugas jika melihatnya, sebelum sensor kebakaran mendeteksinya.

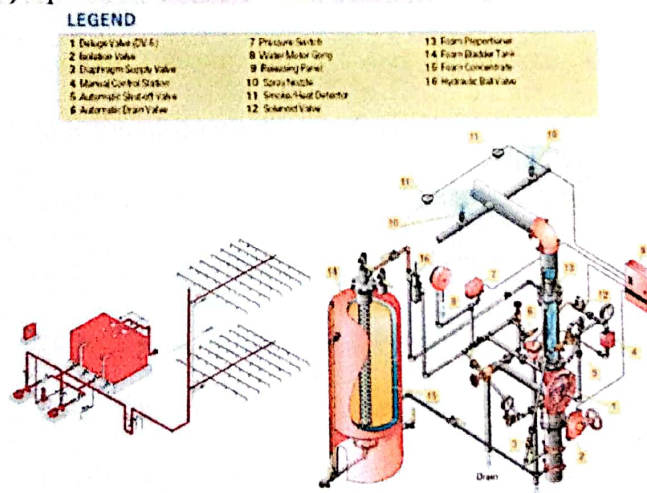
c) *Bel/Alarm*

Bel atau *alarm* adalah lonceng yang menandakan adanya bahaya kebakaran dan memberi tahu bahwa ada risiko kebakaran di suatu lokasi.

d) *Lampu indikator*

Lampu indikator adalah lampu yang menunjukkan adanya bahaya kebakaran, biasanya dengan kedipan yang disertai suara sirene, dering, atau lonceng.

3) *Sprinkler*



Gambar 2.2 *Fire sprinkler system*

Sumber : khare dkk.,(2021:8)

Sabililah & Ryan (2023:164) menyatakan bahwa sprinkler adalah perangkat yang secara otomatis mengeluarkan air saat terjadi kebakaran, dilengkapi dengan *deflector* berbentuk bunga

untuk menyebarkan air ke semua arah secara merata. Berdasarkan (*International Code for Fire Safety System* [FSS Code], 2015) sprinkler harus tahan terhadap korosi akibat atmosfer laut. Di ruang akomodasi dan layanan, sprinkler harus beroperasi dalam kisaran suhu 68°C hingga 79°C, kecuali di lokasi seperti ruang pengeringan, di mana suhu sekitar mungkin tinggi, suhu pengoperasian dapat ditingkatkan tidak lebih dari 30°C di atas suhu dek maksimum.

4) Hidran

Sabililah & Ryan (2023:164) menyatakan bahwa hidran adalah alat yang membantu mengeluarkan air bertekanan tinggi melalui selang *nozzle* dan digunakan dalam pemadam kebakaran. Lebih lanjut, Gomulka (2023:6) menyatakan bahwa untuk menentukan penempatan hidran yang optimal di atas kapal, sistem pendukung perancang harus mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu keterbatasan ruang yang disebabkan oleh ukuran dan bentuk kapal, kepatuhan terhadap peraturan hukum yang mengatur jumlah dan lokasi minimum hidran di dek, serta pentingnya memperhatikan kompartemen, yaitu area di kapal yang memiliki risiko kebakaran tinggi atau sebaliknya, rendah. Hidran didistribusikan sesuai dengan jenis ruang sebagai berikut:

- a) Ruang mesin kategori A, yang memiliki risiko kebakaran tertinggi dan memerlukan standar keselamatan paling ketat, diwajibkan menggunakan selang pemadam kebakaran dengan panjang antara 10 hingga 15 meter.
- b) Ruang permesinan meliputi ruang mesin kategori A yang sudah disebutkan, serta ruang lain yang berisi peralatan seperti mesin propulsi, boiler, unit bahan bakar, mesin uap dan mesin pembakaran dalam, generator, serta ruang utama peralatan listrik. Di area ini, selang pemadam kebakaran yang digunakan harus memiliki panjang antara 10 hingga 15 meter.
- c) Area di kapal dengan risiko kebakaran rendah, seperti rongga, cofferdam, tangki, loker rantai, dan ruang penyimpanan sistem pemadam kebakaran gas, biasanya dianggap aman dari bahaya kebakaran dan tidak memerlukan pemasangan hidran kebakaran.
- d) Untuk ruang lain dan dek terbuka, selang pemadam kebakaran harus memiliki panjang antara 10 hingga 20 meter. Sistem desain menyertakan lapisan gambar khusus untuk setiap jenis ruang agar identifikasi dan penerapan langkah-langkah keselamatan lebih mudah.

5) Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Sastradihardja dalam Sabililah & Ryan (2023:164) menyatakan bahwa APAR adalah alat pemadam kebakaran yang digunakan secara manual oleh individu sebagai langkah awal dalam penanganan kebakaran. APAR tersedia dalam berbagai kelas untuk menangani berbagai jenis kebakaran dan ditempatkan sesuai dengan klasifikasi kebakaran yang ada. Azizah dkk., (2023:147) menyebutkan bahwa terdapat empat jenis APAR, yaitu jenis air (cairan), jenis bubuk (tepung kering), jenis busa, dan jenis gas (seperti hidrokarbon berhalogen dan lainnya). Penempatan dan pemasangan APAR harus sesuai dengan kategori kebakaran yang dihadapi.

Susanti & Dewi (2023:49-50) menyatakan bahwa alat pemadam api adalah alat pemadam api yang harus ditempatkan sesuai dengan SOLAS 1974, Bagian 1, Bab 2-2, Konstruksi - Pencegahan Kebakaran, Deteksi dan Pemadaman Kebakaran. Penggunaan alat pemadam api sangat penting untuk mendukung keselamatan pengoperasian kapal dan harus memenuhi peraturan yang berlaku, sesuai dengan tujuan ISM CODE, yaitu untuk menjamin keselamatan di laut, mencegah bahaya atau kerugian manusia.

e. *Hypermist Fire Fighting*

Dijaya (2023:1) menyatakan bahwa *hypermist fire fighting* adalah sistem pemadaman kebakaran menggunakan air dengan tekanan tinggi yang diubah menjadi tetesan-tetesan kecil (*droplets*). Sistem ini memiliki kemampuan untuk memadamkan api, mengendalikan penyebaran api, menekan pertumbuhan api, dan melindungi objek dari kerusakan lebih lanjut. Dibandingkan dengan sistem pemadaman air konvensional, *hypermist* memiliki karakteristik seperti pemadaman api yang cepat, dampak minimal terhadap lingkungan laut, dan penggunaan air yang lebih sedikit serta kerusakan akibat air yang minimal. Lebih lanjut Dijaya (2023:2) menjelaskan bahwa sistem *hypermist* terbukti efektif dalam berbagai aplikasi seperti pada ruang mesin, *enclosures* turbin gas, area residensial, ruang kelistrikan, dan aplikasi kelautan lainnya. Efektivitas dari sistem ini ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk karakter *sprayer*, ukuran dan tata letak, sistem perpipaan, dan tekanan kerja. Selain itu, penggunaan teknologi ini dapat meningkatkan motivasi belajar dan inovasi dalam industri maritim, terutama dalam sistem keselamatan kapal

f. *Fire Safety Sistem Code*

Konvensi Internasional untuk Keselamatan Kehidupan di Laut atau *International Convention for the Safety of Life at Sea* (SOLAS), mendefinisikan *Fire Safety Sistem Code* sebagai “Kode Internasional untuk Sistem Keselamatan Kebakaran yang diadopsi

oleh Komite Keselamatan Maritim Organisasi melalui resolusi MSC.98(73). Kode ini dapat mengalami perubahan oleh organisasi, dengan syarat bahwa perubahan tersebut diadopsi, diberlakukan, dan memiliki dampak hukum sesuai dengan ketentuan Pasal VIII Konvensi, yang mengatur prosedur perubahan untuk lampiran selain Bab I dari Konvensi ini.” (*International Maritime Organization (IMO), Safety of Life at Sea (SOLAS) Convention, Chapter 2, Regulation 3, 2009*).

Dengan adanya Kode Sistem Keselamatan Kebakaran (*Fire Safety System Code*), tujuan utama keselamatan kebakaran dapat tercapai. Tujuan ini mencakup pencegahan terjadinya kebakaran dan ledakan, mengurangi risiko terhadap keselamatan jiwa akibat kebakaran, meminimalkan kerusakan pada kapal, muatan, dan lingkungan yang disebabkan oleh kebakaran, mengendalikan serta memadamkan kebakaran dan ledakan di lokasi asal, serta menyediakan jalur pelarian yang aman dan mudah diakses bagi penumpang dan awak kapal. (*International Maritime Organization, SOLAS 2009, Chapter 2, Regulation 2: Fire Safety Objectives and Functional Requirements*).

3. *Internet of Things (IoT)*

Villamil dkk., (2020:2320) menyatakan bahwa *Internet of Things* (IoT) adalah teknologi baru yang kini hadir di banyak perangkat dan proses, memungkinkan peningkatan kualitas hidup manusia dan

memfasilitasi akses ke informasi dan layanan. IoT dapat didefinisikan sebagai teknologi yang membantu mengatasi tantangan dalam hal keamanan, kapasitas pemrosesan, dan mobilitas data. Dengan integrasi IoT, proses pengembangan teknologi lainnya bisa lebih efisien, selama teknologi-teknologi terkait mengikuti perkembangan yang diharapkan. Teknologi IoT memungkinkan berbagai perangkat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui jaringan internet, yang pada gilirannya dapat menciptakan sistem yang lebih cerdas dan otomatis.

Xu dkk., (2019:2) menyatakan bahwa seiring berkembangnya masyarakat dan ekonomi, dunia maritim semakin mendapat perhatian ilmuwan. Sistem pemantauan laut konvensional, seperti kapal penelitian, mahal, memakan waktu, dan menghasilkan data beresolusi rendah. IoT, yang berevolusi dari jaringan sensor nirkabel (WSN), menawarkan kemampuan pemrosesan data yang lebih kuat, memungkinkan kontrol cerdas pada sistem pemantauan laut. Dalam sistem IoT, berbagai sensor digunakan untuk memantau parameter fisik dan kimia laut seperti suhu, tekanan air, angin, kadar oksigen dan sebagainya. Meskipun sistem IoT canggih untuk pemantauan dan perlindungan laut menjanjikan, tantangan yang harus diatasi meliputi ketahanan air tinggi, ketahanan perangkat keras, konsumsi energi rendah, stabilitas sinyal radio, serta kebutuhan perangkat yang andal dan tahan terhadap vandalisme.

4. Mikrokontroler

Menurut Ibrahim & Rohmat (2021) menjelaskan bahwa mikrokontroler adalah komputer chip tunggal yang mencakup minimal mikroprosesor, memori, dan modul *input-output*. Tergantung pada kerumitannya, beberapa mikrokontroler termasuk komponen tambahan seperti penghitung, pengatur waktu, sirkuit kontrol interupsi, komunikasi serial modul komunikasi, konverter analog ke-digital, modul pemrosesan sinyal digital, dan sebagainya dan seterusnya. Dengan demikian, mikrokontroler dapat berupa apa saja mulai dari pengontrol tertanam chip tunggal yang kecil hingga sistem komputer besar yang memiliki keyboard, monitor, hard disk, printer, dan sebagainya.

Lebih lanjut, Rahman (2022:84-85) mikrokontroler adalah sebuah IC (*Integrated Circuit*) yang dirancang dengan kepadatan tinggi, di mana semua komponen yang dibutuhkan untuk pengontrol, seperti CPU, RAM, memori (EEPROM/EPROM/PROM/ROM), I/O (*input/output*), *port* serial dan paralel, *timer*, serta *interrupt*, telah terintegrasi dalam satu chip. Prinsip kerja dari mikrokontroler adalah membaca dan menulis data. Sebagai analogi, seperti ketika belajar membaca dan menulis, setelah menguasainya, bisa menulis apa pun. Begitu juga dengan mikrokontroler, setelah memahami cara membaca dan menulis data, dapat membuat program untuk sistem otomatis sesuai kebutuhan.

5. Sensor MQ-2

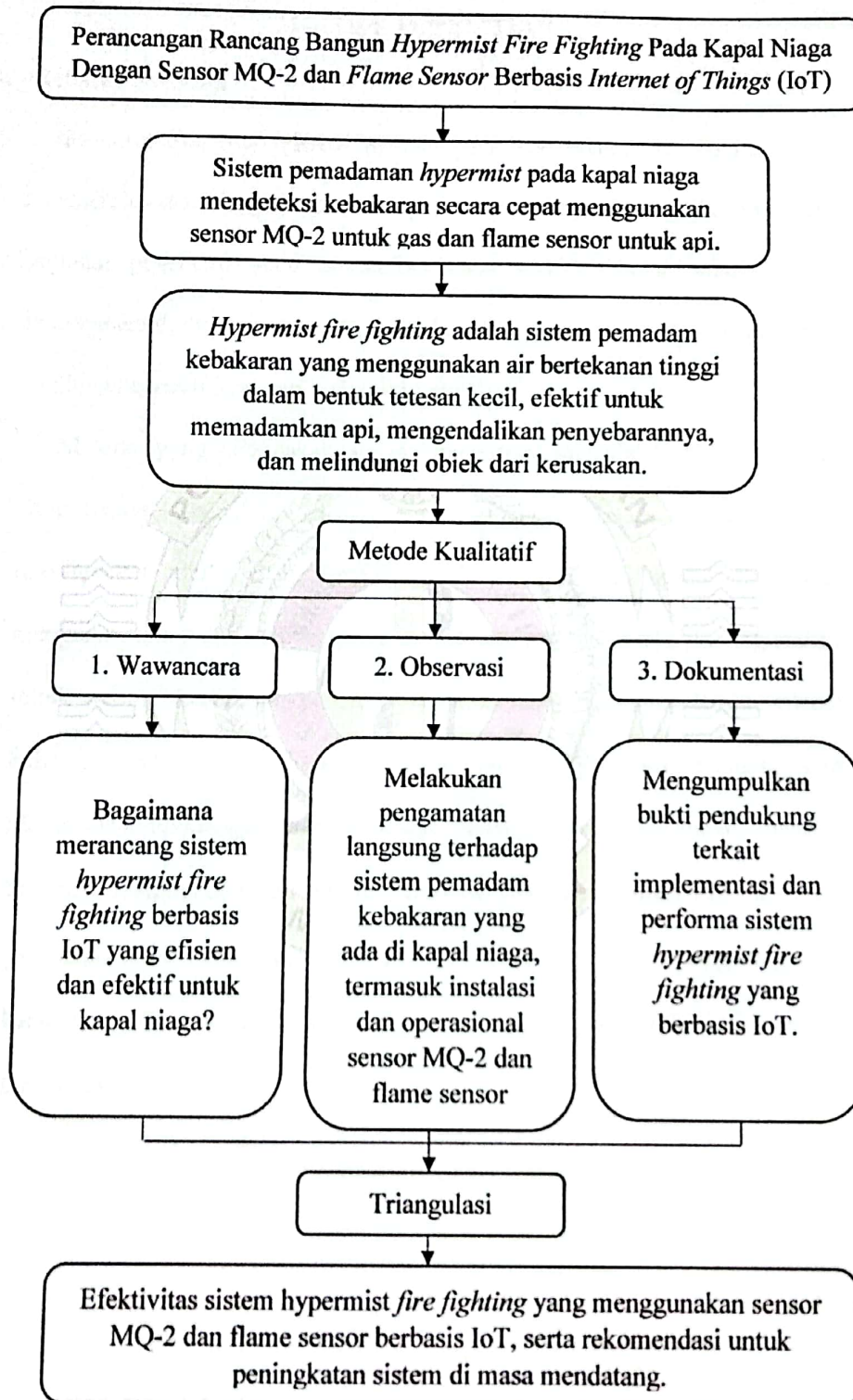
Anvarovich (2023:268) menyatakan bahwa sensor MQ-2 adalah perangkat krusial dalam deteksi kebakaran karena kemampuannya

mendeteksi asap dan gas mudah terbakar yang bisa memicu atau menandakan kebakaran. Sensor ini berfungsi dengan mengukur perubahan resistansi semikonduktor oksida logam saat terpapar gas. Sensor ini juga dapat dengan mudah terhubung ke arduino atau mikrokontroler lainnya untuk membangun sistem deteksi kebakaran yang dapat memberikan peringatan dan mengambil tindakan yang sesuai. Lebih lanjut, Anvarovich (2023:265) sensor MQ-2 memiliki beberapa keunggulan untuk mendeteksi kebakaran yaitu, memiliki jangkauan deteksi operasi yang luas, memiliki waktu respon yang cepat, biaya yang rendah, memiliki umur yang panjang dan memiliki antarmuka yang sederhana dengan arduino atau mikrokontroler lainnya.

6. Elektronika

Budiharto (2022:2) mengemukakan bahwa elektronika memainkan peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Elektronika adalah cabang ilmu yang mempelajari aliran listrik berarus lemah dan pengendalian elektron atau partikel bermuatan listrik di dalam perangkat, baik di ruang hampa, gas bertekanan rendah, maupun bahan semikonduktor. Teknologi ini diterapkan pada berbagai perangkat seperti komputer, robot industri, dan robot pelayan. Pada sistem digital seperti arduino, perangkat biasanya memerlukan tegangan rendah 3.3V hingga 5V untuk berfungsi, dengan batas maksimal sekitar 6V agar komponen tidak rusak. Penguasaan dasar elektronika sangat penting untuk memahami teknologi ini.

B. Kerangka Penelitian



Gambar 2.3 kerangka pikir
Sumber : Dokumen peneliti

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dan diuraikan mengenai perancangan *hypermist fire fighting* pada kapal niaga dengan sensor MQ-2 dan *flame* sensor berbasis *internet of things* (IoT), dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Prosedur dalam merancang sistem pemadam kebakaran *hypermist* berbasis IoT dengan menggunakan sensor MQ-2 dan *flame* sensor pada kapal niaga adalah dengan cara membuat blok input yang berfungsi sebagai otak dari sistem, selanjutnya membuat blok proses untuk dapat mendeteksi sensor yang menjadi perantara dari sistem, yang ketiga adalah membuat blok output yang berfungsi sebagai pengatur arus atau pemutus arus dari pompa dan sensor api, sensor gas/asap sebagai notifikasi penanda bahwa alat tersebut aktif atau nonaktif.
2. Pada perencanaan ini menggunakan software arduino IDE, di dalam arduino IDE ini program di buat untuk rancangan pengendali sensor dengan relay. Adapun langkah yang dilakukan adalah dengan mengunduh dan menginstall arduino IDE dan menghubungkan ke komputer, memastikan driver terinstal, dan dapat memulai dalam perangkaian hardware.
3. Sistem *hypermist fire fighting* yang dirangkai untuk kapal niaga dengan sensor MQ-2 dan *flame* sensor berbasis IoT ditujukan dapat merespons secara otomatis dengan memicu tindakan pemadaman setelah mendeteksi

adanya kebakaran bila sensor MQ-2 mendeteksi asap 700 ppm dan *flame* sensor mendeteksi keberadaan api. Dalam perancangan *hypermist fire fighting* yang dirangkai untuk kapal niaga dengan sensor MQ-2 dan *flame* sensor berbasis IoT ini, terdapat sensor suhu (DHT 22) dan sensor api (IR *Flame* Sensor) yang akan memberikan sinyal ke sistem untuk memerintahkan relay mengaktifkan alarm di ikuti dengan lampu indikator alarm yang menyala sebagai tanda adanya kebakaran.

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa faktor yang menjadi keterbatasan dan kekurangan dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Keterbatasan yang terjadi saat penelitian adalah pada saat penelitian, peneliti menggunakan komponen – komponen yang mudah diperoleh sehingga masih kurangnya sensitifitasnya dalam memadamkan api. Selain itu pada rancang bangun *hypermist fire fighting* semua sensor yang digunakan tidak tahan air, sehingga perlu hati – hati dalam penggunaan.

C. Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan yang telah di uraikan peneliti, yang dapat direalisasikan dalam perancangan *hypermist fire fighting* pada kapal niaga dengan sensor MQ-2 dan *flame* sensor berbasis IoT, yaitu:

1. Sebaiknya pengaplikasian sensor – sensor maupun komponen lain menggunakan spesifikasi yang lebih tinggi agar hasil yang diperoleh lebih efisien dan akurat dalam memadamkan api ketika terjadi kebakaran pada kapal niaga.

2. Sebaiknya perlu adanya pembuatan skema pemasangan kabel maupun instalasi komponen untuk mencegah terjadinya kegagalan sistem pada saat pemograman dan konsleting.
3. Sebaiknya perlu pengembangan dengan penggunaan sensor yang tahan terhadap air, karena fungsi pemakaian digunakan pada kapal laut dan juga perlu adanya pengembangan program sehingga dapat secara langsung merubah wifi yang ada tanpa melalui setting web server.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhiwibowo, W., Daru, A.F., & Hirzan, A.M. (2020). Temperature and Humidity Monitoring Using DHT22 Sensor and Cayenne API. *Jurnal TRANSFORMATIKA*, 17(2), 209-214.
- Admaja, A.F.T., Kurniawan, E., & Arisusanty, D.J. (2024). Rancang Bangun Kontrol Pemadam Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 dan Flame Sensor 5 Channel Berbasis Fuzzy Logic. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumihan, Ilmu Perkapalan*, 2(4), 188-207.
- Anvarovich, A.A. (2023). The Importance Of the MQ-2 Sensor In Fire Detection. *IJARETM Journal*, 2(6), 264-269.
- Ardi, A., Djari, A.D., Transelasi, F., & Hariyanti, R. (2024). Analisis Terjadinya Pirates Attack pada Kapal MT. B Ocean di Perairan Afrika Barat. *Jurnal Saintifik, Seminar Nasional Transportasi dan Keselamatan*, 1 (1), 306-317.
- Avazov, K., Jamil, M.K., Muminov, B., Abdusalomov, A.B., & Cho, Y. (2023). Fire Detection and Notification Method in Ship Areas Using Deep Learning and Computer Vision Approaches. *SENSORS Journal*, 23, 1-15.
- Azizah, A., Wahyuni, I., & Jayanti, S. (2023). Tinjauan Penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) Dalam Implementasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Di SMA Islam Hidayatullah Semarang. *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia (MKMI)*, 22 (3), 145-152.
- Brous, P., Janssen, M., & Herder, P., (2019). The Dual Effects of the Internet of Things (IoT): A Systematic Review of the Benefits and Risks of IoT Adoption by Organizations. *International Journal of information Management*, 1-17.
- Budianto, T., Alkharim, R., Srientini, A., & Listriyawati, N.L. (2023). Efektivitas alat Deteksi Kebakaran di MV. Meratus Waingapu. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhan*, 14 (1), 42-47.
- Budiharto, W. (2020). *Menguasai Pemrograman Arduino dan Robotik*. Yogyakarta: ANDI.
- Dijaya, Y.P. (2023). Pembuatan Prototipe *Hypermist Fire Fighting System* Pada Kapal Niaga Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Arduino Uno. *Skripsi: Program Studi Teknik Diploma IV*. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Dijaya, Y.P., Narto, A., & Andromeda, V. F. (2023). Prototype Development of Hypermist Fire Fighting System Based on Arduino Uno as Learning Aid. *AIP Conference Proceedings* 2675. <https://doi.org/10.1063/5.0118765>
- Gomulka, P. (2023). Computer-Aided System For Layout Of Fire Hydrants On Boards Designed Vessel Using The Particle Swarm Optimization Algorithm.

- Journal Polish Maritime Research I*, 30(4), 4-16.
- Harmita, D., & Aly, H.N. (2023). Implementasi Pengembangan Dan Tujuan Kurikulum. *Jurnal Multilingual*, 3(1), 114-119.
- Hasan, H. (2022). Pengembangan Sistem Informasi Dokumentasi terpusat Pada STMIK Tidore Mandiri. *JURASIK (Jurnal Sistem Ilmu Informasi dan Komputer)*, 2(1), 23-29.
- Ibrahim, K., & Rohmat, N. (2021). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Terjadinya Banjir Berbasis Mikrokontroller Menggunakan Sensor Ultrasonic SR04. *Bul. Sist. Inf. dan ...*, vol. 15, no. 1, pp. 46-51, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.fikom.umi.ac.id/index.php/BUSITI/article/view/820>
- Ihsan, M. K., & Paryanto. (2023). Evaluasi Proses Pembelajaran Dasar – Dasar Teknik Mesin Sesuai Kurikulum Program SMK PK. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 11(1), 81-90.
- International Maritime Organization. (2017). *International Code For Fire Safety Systems (FSS Code) 2015 Edition*. IMO Corrigenda.
- International Maritime Organization. (2010). *ISM Code International Safety Management Code, 2010 Edition, Third Edition*. IMO 4 Alber Embankment, London: CPI Books Limited.
- International Maritime Organization. (2009). *SOLAS Consolidated Edition 2009, Fifth Edition*. (2009). IMO 5 Alber Embankment, London: SE17SR, Fifth Edition.
- Irwanto, I. (2020). Analisis Instalasi Fire Alarm Sebagai Sistem Proteksi Kebakaran Dengan Metode Smoke Dan Heat Detector. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)*, 12. Pekanbaru : Fakultas Sains dan teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- Isnaini, V.A., Wirman, R.P., & Wardhana, I. (2020). Karakteristik dan Efisiensi Lampu Light Emiting Dioda (LED) Sebagai Lampu Hemat Energi. *Prosiding Seminar Nasional MIPA dan Pendidikan MIPA*. Jambi : IAIN Sulthan Thaha Saifuddin.
- Khare, G.N., Bhimrao, Y.S., Shivaji, G.V., & Balasaheb, K.S. (2021). Design of Fire Sprinkler System – A Review. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 18(4), 7-9.
- Kondaveeti, H.K., Kumaraveli, N.K., Vanambathina, S.D., Mathe, S.E., & Vappagi, S. (2021). A systematic literature review on prototyping with Arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations. *Computer Science Review Journal*, 1-28.
- Magdolenová, P. (2021). CFD Modelling of High-Pressure Water Mist System in Road Tunnels. *Transportation Research Procedia* 55, 1163-1170.
- Manullang, A.B.P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). Implementasi Node MCU

- ESP 8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, 4(2), 163-170.
- Mentes, A. & Pirim, M.C. (2022). Marine Fire Wxtinguishing Systems – Yacht Fire Safety & Prevention. *GiDBDERGi Journal*, pp.3-10.
- Mulyanto, Y., Handani, F., & Hasmawati. (2020). Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Pada Toko OMG Berbasis WEB Di Kecamatan Empang Kabupaten Sumbawa. *Jurnal JINTEKS*, 2(1), 69-77.
- Mulyono, J., Djuniadi, D. & Apriaskar, E. (2021). Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2, Flame Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Ilmiah Elektronika Dan Komputer*, 14(1), 16-25.
- Nasution, Z. M., Sari, D.Y., Nabawi, R.A., & Rifelino. (2022). Jurnal Review: Metode Perancangan Profuk Dalam Teknik Mesin. *Jurnal VOMEK*, 4(3), 20-29.
- Nurhuda, A., Salmon., & Ramadhani, M.R. (2019). Membangun Kendali Gerak Kamera Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi BLYNK Berbasis Mikrokontroler Sebagai Sarana Penunjang Bidang Multimedia Pada PT. Grand Victoria Internasional Hotel. *Jurnal INFORMATIKA*, 53-59.
- Nursanjaya, N. (2021). Memahami Prosedur Penelitian Kualitatif: Panduan Praktis untuk Memudahkan Mahasiswa. *NEGOTIUM : Jurnal Ilmu Administrasi Bisnis*, 4(1), 126-141.
- Panjaitan, D.M., Naibaho, V.F., & Amelia, A. (2021). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Node MCU ESP 8266. *Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan*, 113-121.
- Putra, M.A.P., & Putra, I.G.J.E. (2020). Analisis Performansi Sensor Pada Alat Pemadam Kebakaran Berbasis Interner of Things. *Jurnal Ilmiah ilmu Terapan Universitas Jambi*, 4(2), 123-131.
- Raharja, W.K., & Ramadhon, R. (2021). Purwarupa Alat Pendeteksi Kebakaran Jarak Jauh Menggunakan Platform Thingerjo. *Jurnal Elektro Luceat*, 7(2), 1-19.
- Rahman, O. (2022). *Panduan Lengkap Teori & Praktik Arduino Berbasis IoT 4.0*. Yogyakarta: ANDI.
- Refae, E.A., Sheneamer, A., & Assiri, B. (2024). A Deep-Learning-based Approach to the Classification of Fire Types. *Applied Sciences MDPI Journal*, 1-17.
- Sabililah, M., & Ryan, F. (2023). Keandalan Sistem Tanggap Darurat Kebakaran Pada Gedung X. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 1(2), 162-166.
- Sander, A., Rusidi, R., & Pujiyanto, D. (2022). Membangun Perangkat Bilik Masker

- Otomatis Untuk Pencegahan Covid-19. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya (JTIM)*, 5(1), 1-8.
- Siregar, S., & Rivai, M. (2018). Monitoring dan Kontrol Sistem Penyemprotan Air untuk Budidaya Aroponik Menggunakan Node MCU ESP 8266. *Jurnal Teknik*, 7(2), 380-385.
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sugiyono. (2022). Metode Penelitian Kualitatif (Untuk penelitian yang bersifat: eksploratif, enterpretif, interaktif dan konstruktif). *Metode Penelitian Kualitatif*, 1-274. <http://belajarpsikologi.com/metode-penelitian-kualitatif/>
- Surahmat, A. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Sistem penjualan Pada Percetakan Cubic Art. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 81-86.
- Suryantoro, H., & Budiyo, A. (2019). *Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview & Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali*. *Indonesian Journal Of Laboratory*, 1(3), 20-32.
- Susanti, E. & Dewi, C.K. (2023). Optimalisasi Kesiapan Penggunaan Alat-Alat Pemadam Kebakaran Tetap Di KM Bukit Siguntang. *Jurnal Venus*, 11(1), 49-62.
- Susanto, D., Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data Dalam Penelitian Ilmiah. *Jurnal QOSIM Jurnal Pendidikan Sosial & Humaniora*, 1(1), 53-61. <https://doi.org/10.61104/jq.v1i1.60>
- Sutikno, M.S., & Hadisaputra, P. (2020). *Penelitian Kualitatif*. Lombok: Holistica.
- Sohibun, S., Daruwati, I., Hatika, R.G., & Mardiansyah, D. (2021). MQ-2 gas Sensor Using Micro Controller Arduino Uno for LPG Leakage with Short Message Service as a Media Information. *URICSE Journal of Physics : Conference Series*, 2049, 1-8.
- Tiwary, A., Jain, S., Sheikh, S., Rathore, S., Jain, S., Khan, S., Patel, R., & Soni, S. (2021). Portable Sound Wave Fire Extinguisher. *International Journal of Innovative Science and research Technology*, 6(5), 595-597.
- Villamil, S., Hernandez, C., & Tarazona, G. (2020). An Overview of Internet Of Things. *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, 18(5), 2320-2327.
- Waworundeng, J.M.S. (2020). Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT. *Cogito Smart Journal*, 6(1), 117-127.
- Xu, G., Shi, G., Sun, X., & Shen, W. (2019). Internet of Things in Marine Environment Monitoring: A Review. *SENSORS Journal*, (19), 1-21.
- Zhang, C., Zhang, X., Liu, S., & Guo, M. (2023). Comprehensive Evaluation of

Marine Ship Fires Risk Based on Fuzzy Broad Learning System. *Journal of Marine Science and Engineering*, 1-21.

✓Zulkarnain, M.N.S., Yacob, M.A.A., & Ali, M.I. (2022). Fire Fighting Hypermist Automation System. *Journal of ACSU 42 Malaysia Maritime Academy*, 1-6.



LAMPIRAN

Lampiran 1

Wawancara 1

Nama : *Chief*
 Jabatan : *Chief Engineer* – KM Nggapulu

Peneliti : Selamat pagi, *chief*. Izin bertanya Sebagai *Chief Engineer*, jelaskan bagaimana cara kerja sprinkler di kapal?

Chief Engineer : “Selamat pagi juga det. Tentu. Sistem sprinkler di kapal bekerja dengan menggunakan sensor suhu yang terpasang di kepala sprinkler. Jika suhu di suatu area mencapai ambang batas tertentu biasanya 65-75 derajat celcius, sensor akan memicu mekanisme pelepasan air dari pipa melalui nozel sprinkler. Air ini kemudian menyemprot ke area yang terdampak untuk memadamkan api atau mencegah penyebarannya. Sistem ini terhubung dengan pompa air dan tangki penyimpanan untuk memastikan pasokan air mencukupi.”

Peneliti : Apa saja penyebab kerusakan pada sprinkler, khususnya akibat korosi?

Chief Engineer : Korosi pada sprinkler biasanya disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kondisi lingkungan yang lembab karena ventilasi kurang baik, kandungan garam diudara karena beroperasi di lingkungan laut, dan kurangnya perawatan untuk membersihkan kepala sprinkler akibat kotoran seperti debu.

Peneliti : Bagaimana cara mengatasi korosi pada sprinkler?

Chief Engineer : biasanya melapisi kepala sprinkler dengan cat antikorosi, untuk perawatan dengan cara membersihkan secara rutin kepala sprinkler, kalau korosi parah langsung diganti dengan yang baru.

Peneliti : Lalu, bagaimana dengan kebocoran pada sprinkler? Apa penyebab utamanya?

Chief Engineer: Kebocoran pada sprinkler umumnya disebabkan oleh sambungan pipa fleksibel yang lemah akibat tekanan air terlalu tinggi, kerusakan seal atau gasket menyebabkan air rembes menetes keluar biasanya karena faktor usia dan korosi retak kepala sprinkler ini biasa disebabkan faktor lingkungan, perawatan dan usia,

Peneliti : Bagaimana cara mengatasi kebocoran tersebut?

Chief Engineer : dengan cara memperbaiki memastikan tekanan air, mengganti seal atau gasket dan mengganti pipa fleksibel atau kepala sprinkler jika parah

Peneliti : seberapa sering sistem sprinkler ini diperiksa untuk memastikan tidak ada kerusakan?

Chief Engineer : Sistem sprinkler diperiksa secara rutin setiap bulan, terutama untuk memantau kebocoran dan korosi. Selain itu, inspeksi tahunan oleh otoritas keselamatan kapal saat docking.

Peneliti : Terima kasih banyak atas penjelasannya, chief. Informasi ini sangat membantu untuk penelitian saya.

Chief Engineer : Sama-sama. Semoga penelitian Anda sukses dan dapat memberikan manfaat bagi keselamatan kapal.



Daftar Wawancara 2

Identitas informan

Peneliti : pagi, bass. Izin bertanya peran Anda di KM Nggapulu apa ya bass?

Masinis III Junior: pagi juga det. Saya bertugas sebagai Masinis III Junior, salah satu tanggung jawab saya adalah memastikan semua sistem mekanis dan keamanan, termasuk sistem sprinkler, berfungsi dengan baik selama pelayaran.

Peneliti : Bisa dijelaskan bagaimana sistem sprinkler bekerja di kapal ini bass?

Masinis III Junior: Sistem sprinkler di KM Nggapulu bagian dari sistem pemadam kebakaran otomatis. Ketika sensor mendeteksi suhu tinggi akibat kebakaran, kaca sprinkler akan pecah menyemburkan air untuk mengendalikan api di area tersebut. Sistem ini juga terhubung dengan alarm untuk memberi tahu kru tentang keadaan darurat.

Peneliti : Apakah sistem ini mencakup seluruh bagian kapal?

Masinis III Junior: Tidak seluruhnya. Sistem sprinkler umumnya dipasang di area berisiko tinggi, seperti ruang mesin, dapur, dan beberapa kabin penumpang tertentu. Area lain menggunakan alat pemadam api manual sebagai tambahan.

Peneliti : Bagaimana dengan perawatan rutin sistem sprinkler?

Masinis III Junior: Perawatan dilakukan secara berkala, biasanya setiap pelayaran atau sebulan sekali. Dengan cara memeriksa tekanan air,

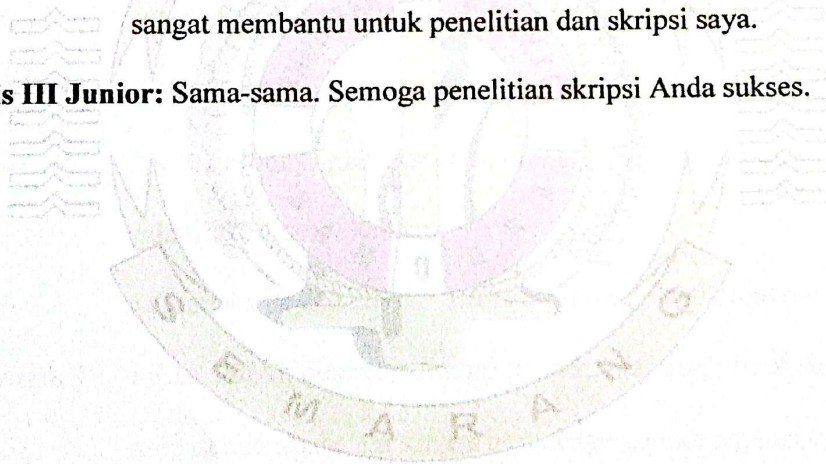
kebersihan nozel, dan fungsi alarm. Selain itu, setiap tahun pada saat docking dilakukan pengecekan menyeluruh oleh pihak yang berwenang untuk memastikan sistem tetap sesuai standar.

Peneliti : Apakah pernah ada kejadian di mana sprinkler ini benar-benar digunakan?

Masinis III Junior: Sejauh yang saya tahu, belum ada kebakaran besar yang memicu sistem ini secara otomatis. Namun, sistem sprinkler telah diuji beberapa kali selama simulasi keselamatan, dan semuanya berjalan dengan baik.

Peneliti : Terima kasih banyak atas penjelasannya, bass. Informasi ini sangat membantu untuk penelitian dan skripsi saya.

Masinis III Junior: Sama-sama. Semoga penelitian skripsi Anda sukses.



Daftar Wawancara 3

Identitas Informan

- Peneliti** : Selamat siang, bass. Izin bertanya tentang tugas Anda terkait smoke detector di kapal?
- Ahli Listrik 1** : Selamat siang det. Tugas saya memastikan smoke detector di kapal berfungsi optimal, termasuk melakukan inspeksi rutin, perawatan, dan menangani jika ada kerusakan atau kendala operasional.
- Peneliti** : pernah ada smoke detector yang kadang ditutup plastik oleh penumpang. Itu karena apa bass?
- Ahli Listrik 1** : Beberapa penumpang, mungkin karena tidak paham, menutup smoke detector dengan plastik, biasanya untuk menghindari alarm berbunyi saat mereka merokok di dalam kabin, yang tentu saja tidak diperbolehkan.
- Peneliti** : dampaknya jika smoke detector ditutup plastik apa bass?
- Ahli Listrik 1** : Jika smoke detector ditutup plastik, alat tidak bisa mendeteksi asap dengan baik. Ini sangat berbahaya karena potensi kebakaran bisa terlewat. Alarm juga tidak akan aktif, sehingga memperlambat respons jika terjadi kebakaran.
- Peneliti** : Bagaimana cara menangani masalah seperti ini?
- Ahli Listrik 1** : Langkah pertama adalah patroli rutin oleh kru keamanan untuk memastikan tidak ada smoke detector yang ditutup. Jika ditemukan, plastik segera dilepas, dan penumpang diberikan

edukasi mengenai bahayanya. Selain itu, kami juga memasang tanda peringatan di dekat smoke detector.

Peneliti : Apakah ada pemeriksaan tambahan untuk memastikan smoke detector tidak rusak akibat hal ini?

Ahli Listrik 1 : Ya, setelah plastik dilepas, kami melakukan pengujian untuk memastikan sensor masih berfungsi normal. Jika ada kerusakan pada komponen, smoke detector akan diperbaiki atau diganti sesegera mungkin.

Peneliti : Terima kasih banyak atas penjelasannya, bass. Ini sangat membantu untuk penelitian dan skripsi saya.

Ahli Listrik 1 : Sama-sama. Semoga penelitian skripsi sukses dan dapat meningkatkan kesadaran tentang pentingnya sistem keamanan di kapal.

NAMA KAPAL : KM. NGGAPULU
BENDERA : INDONESIA
PEMILIK : PT. PELNI
LINE : NP-22
NAKHODA : CAPT. TAMRIN SINURAT

CREW LIST VOYAGE : 08 / 2023
DARI TGL. 23 MEI 2023 S/D 05 JUNI 2023
KM. NGGAPULU

PENDAFTARAN : JAKARTA
CALL SIGN : YGRG
ISI KOTOR : 14.685 GT
ISI BERSIH : 4.629 MT
NO. IMO : 9226499

NO.	NAMA	NRP	NO SIJIL	JABATAN	IIASA	NO. BUKU PELAUT	MASA BERLAKU	KODE PELAUT
1	Capt. Tamrin Sinurat	06516	-	Nakhoda	ANT I Thn 2016	E 157115	17/02/2024	6200067934
2	Agus Santopo .M	06010	209	Mualim I	ANT.I Thn. 2016	G 070371	30/06/2025	6200002590
3	Muhammad Gantino	07638	003	Mualim II Sr	ANT.II Thn. 2016	E 106582	24/08/2023	6200041975
4	Santo Siringoringo	08620	157	Mualim II Yr	ANT.II Thn. 2016	F 134498	02/05/2025	6201291794
5	Fernando Gultom	08720	224	Mualim III Sr	ANT.III Thn. 2022	F 272476	17/12/2024	6201477375
6	Candra Suhardianto	09170	254	Mualim III Yr	ANT.III Thn 2014	F 108973	13/02/2025	6201304956
7	Arif Widodo	06160	006	Markonis I	SRE-II Thn. 2018	F 308069	30/12/2024	6200133917
8	Abu Sofyan	08791	106	Markonis II	SOU Thn. 2022	H 021990	04/04/2025	6211407912
9	Ma'arif	05169	257	PUK I	BST Thn. 2021	I 013136	12/04/2025	6200418866
10	Sumarno	04861	009	PUK II	BST Thn. 2020	H 015484	17/10/2025	6200159164
11	Sahono	05597	174	PUK III	BST Thn. 2020	F 275511	02/09/2024	6200032438
12	Muhammad Jasir	04579	242	Jenang I	BST Thn. 2020	E 127303	21/10/2023	6200266262
13	Yuki Basuki A.	07799	012	Perawat	BST Thn. 2020	H 015382	11/08/2025	6200394412
14	Sudiarto	08399	013	Perawat	BST Thn. 2021	E 072967	22/03/2025	6201291292
15	Sudjoto	07820	251	K K M	ATT. I Thn. 2017	F 268361	21/09/2024	6200035391
16	Petrus Tri Purwanta	06916	173	Masinis I Sr	ATT. II Thn. 2016	E 158699	13/03/2024	6200074257
17	Ahmad Ripai	06655	017	Masinis I Yr	ATT.III Thn. 2018	I 026641	22/02/2026	6200070873
18	Fachrul Azmy	09176	260	Masinis II	ATT. III Thn. 2021	E 146772	22/02/2024	6204592353
19	Taufik Hidayat	06602	241	Masinis III Sr	ATT.III Thn. 2018	I 028298	24/03/2026	6200080385
20	Wawan Hermawan	06604	231	Masinis III Yr	ATT.IV Thn. 2016	F 055188	30/03/2024	6200040924
21	Laode Aklin Munajad	06618	020	Masinis IV Sr	ATT.IV Thn. 2018	F 088873	08/12/2024	6200468323
22	Wawan Indriyanto	09195	261	Masinis IV Yr	ATT. III Thn. 2022	F 277095	13/09/2024	6201004427
23	Rudi	05305	227	A. Listrik - I	BST Thn. 2022	F 069206	05/02/2025	6200403557
24	Edison	07188	211	A. Listrik - II	ETO Thn. 2018	F 066779	17/09/2024	6200140040
25	Yunior Harisson M.	05380	026	Juru Motor	ATT.V Thn. 2014	G 106991	19/10/2024	6200095600
26	Teguh Triyono	05608	027	Juru Motor	ATT. V Thn. 2021	G 139467	04/03/2025	6200096898
27	Hasan Abubakar	07579	196	Juru Motor	ATT.V Thn. 2007	F 303527	29/11/2024	6200465069
28	Endro Darmanto	06223	102	Serang	ANT. D Thn. 2001	F 025002	18/05/2024	6200012616
29	Isrop	05329	143	Tandil	ANT.D Thn. 2002	H 015401	31/08/2025	6200502587
30	Teguh Andi Priyanto	07255	030	Kasap Deck	BST Thn. 2021	G 075426	19/04/2024	6200422799
31	Bambang Sugianto	06947	032	Mistri I	ANTD.Thn. 2001	E 070520	09/07/2024	6200071859
32	Hasan Suhardi	05494	199	Mistri II	BST Thn. 2021	F 336985	19/06/2023	6200072047
33	Mulyono	07326	140	Juru Mudi	Rating Thn. 2020	F 064934	06/12/2024	6201011907
34	Ils Nurul Ikhsan	06253	159	Juru Mudi	Rating Thn. 2019	H 015375	11/08/2025	6200083336
35	Galih Wijaksono	07132	198	Juru Mudi	ANT. D Thn. 2010	F 054833	05/09/2024	6200407428
36	Taruna Jaya	05104	253	Panjarwala	ANT.D Thn. 2002	E 146865	02/03/2024	6200038813
37	Ardiansyah	06946	252	Panjarwala	B S T Thn 2015	F 144493	11/07/2023	6200085129
38	Rusli	07517	040	Panjarwala	ANT.D Thn. 2011	F 336692	08/06/2023	6200523438
39	Arnolus Tambengi	07493	239	Panjarwala	BST Thn. 2022	F 118920	25/04/2025	6201327384
40	Herman	07169	200	Kelasi	BST Thn. 2015	F 155224	12/07/2023	6200409636
41	Elbana Magata Ferizal	09238	254	Kelasi	BST Thn. 2022	F 195653	16/12/2023	6201582615
42	Endin Saudin	05354	041	Kelasi	BST Thn. 2016	G 031727	20/11/2023	6200012597
43	Bambang Irawan	05590	044	Mandor Mesin	ATT.D Thn 2012	H 099789	01/11/2025	6200417235
44	Dede Rukash	07127	222	Pandai Besi	BST Thn. 2021	F 043811	01/08/2024	6200155583
45	Sefnat Wolsiri	08001	237	Kasap Mesin	ATT.D Thn. 2002	F 032401	20/07/2024	6211610521
46	Syafrudin Basar	04891	197	Juru Minyak	ATT.D Thn. 2002	F 069228	07/02/2025	6200415835
47	Agus Suryandaru	04518	051	Juru Minyak	ATT.D Thn. 2001	G 044045	17/11/2023	6200002724
48	Dwi Sarsono	07004	047	Juru Minyak	Rating Thn. 2020	F 088036	27/11/2024	6200523380
49	Hasanudin	07412	180	Juru Minyak	ATT.D Thn. 2002	F 083265	04/01/2025	6200094651
50	Sudarsono M.	04596	229	Perk. Masak I	B S T	G 015388	17/07/2023	6211549184
51	Irmansyah	06413	256	Perk. Masak II	B S T	F 320047	07/02/2025	6200597204
52	Suherman	07380	185	Juru Masak	B S T	G 080186	28/05/2024	6211560997
53	Mohamad Dirawan	N11505	057	Juru Masak	B S T	F 336562	03/06/2023	6200520267

54	Pujiyo	07375	059	Juru Masak	B S T	F 279765	02/10/2024	6200029435
55	Abdul Rohman	N 11509	060	Juru Masak	B S T	H 070907	25/08/2025	6200139813
56	Adi Chandra Maulana	N11383	166	Juru Masak	B S T	G 019854	03/12/2023	6211407269
57	Sardi	06995	056	Juru Masak	B S T	F 005040	31/06/2024	6200403365
58	Syaiful Anwar	04600	176	Juru Masak	B S T	F 117634	02/11/2024	6200411679
59	Michael H Manopo	04887	124	Pel. Kepala I	B S T	E 106613	30/08/2023	6200024339
60	Amirudin	06509	245	Pel. Kepala II	B S T	F 031901	06/07/2024	6200403554
61	Ridwan	07333	142	Pel. Kepala III	B S T	G 064761	12/03/2024	6200030751
62	Rosid	05382	150	Penatu	B S T	F 011232	24/03/2024	6200416050
63	Abdullah	05161	151	Penatu	B S T	F 116597	04/10/2023	6200001064
64	Dahlan	07023	141	Pelayan	B S T	F 080325	23/10/2024	6200009491
65	Firman	05186	187	Pelayan	B S T	F 116587	22/09/2023	6201295937
66	Adri Purwanto	07572	155	Pelayan	B S T	F 114697	01/03/2024	6200274047
67	Agus Suryanto	07290	075	Pelayan	B S T	F 031543	15/06/2024	6200265309
68	Hoirul	N 11477	072	Pelayan	B S T	F 245251	02/07/2024	6201390933
69	Harun Kancing	05558	177	Pelayan	B S T	F 274798	28/08/2024	6200193331
70	Siswanto Hadi	07542	167	Pelayan	B S T	F 197495	20/03/2024	6211709305
71	Indra Lesmana	N 11241	233	Pelayan	B S T	E 126460	07/10/2023	6200496137
72	Bambang Priyono	06256	214	Pelayan	B S T	H 015494	27/10/2025	6200007484
73	Fikri Febrianto	N 11475	071	Pelayan	B S T	F 308467	22/06/2023	6201352521
74	Sukadi	05540	238	Pelayan	B S T	F 205194	06/12/2023	6200036099
75	Cecep Hasanudin	N11309	113	Pelayan	B S T	H 066110	23/08/2025	6200411686
76	Ade Karya	05489	247	Pelayan	B S T	F 108193	02/02/2025	6201574946
77	Revi Rachmadi	07331	152	Pelayan	B S T	F 057680	16/08/2024	6200030564
78	La Saiko	06875	243	Pelayan	B S T	E 145871	15/06/2024	6201295938
79	Gibson Tamba	N11334	154	Pelayan	B S T	E 123501	05/10/2023	6200137482
80	Sri Widodo	06303	080	Pelayan	B S T	E 086886	15/08/2023	6200467153
81	Baharuddin Syah	07422	070	Pelayan	B S T	E 148554	30/01/2024	6200422031
82	Iwan Rusmin	06301	178	Pelayan	B S T	G 070367	17/06/2025	6200265216
83	Syahril	06340	246	Pelayan	B S T	E 148436	27/01/2024	6200038216
84	Raffly Andry	06277	111	Pelayan	B S T	G 042925	09/02/2024	6200092915
85	Ferdinand Alexander Kassi	05168	153	Pelayan	B S T	F 072887	28/02/2025	6200406467
86	Riwayatno	07498	188	Pelayan	B S T	F 341047	05/03/2025	6201028359
87	Tatang Sukron M.	06367	130	Pelayan	B S T	E 123502	05/10/2023	6200038889
88	Irman Setyawan .S	06983	261	Pelayan	B S T	F 025217	19/05/2024	6200267562
89	Toni Prastowo	PIDC	169	Satpam	B S T	E 149996	16/05/2024	6201293248
90	Andi Hermawan	PIDC	216	Satpam	B S T	F 156978	20/07/2023	6211753787
91	Muhamad Furqhon	PIDC	183	Satpam	B S T	F 196117	10/01/2024	6201315351
92	Deni Setiawan	PIDC	114	Satpam	B S T	F 306136	27/12/2024	6211949701
93	Gugun Gunawan	PIDC	181	Satpam	B S T	E 080787	04/05/2025	6200486063
94	Nawawi	PIDC	195	Satpam	B S T	F 169070	23/10/2023	6201315352
95	Eko Setiawan	PIDC	182	Satpam	B S T	G 077090	04/06/2024	6202111628
96	Andre Alexander	PIDC	156	Satpam	B S T	I 004507	17/11/2025	6200267129
97	Muh. Aji Subekhti	Prola	206	Kadet Deck	B S T	H 020318	01/04/2025	6212132729
98	Vennera Cassaluna	Prola	215	Kadet Deck	B S T	H 020161	01/04/2025	6212132855
99	Benni Yudatama	Prola	210	Kadet Mesin	B S T	H 020407	01/04/2025	6212114132
100	Ivana Wika Aprilia	Prola	202	Kadet Eto	B S T	G 066869	04/04/2025	6212133943
101	Nur Islammia	Prola	234	Kadet Mesin	B S T	H 069614	09/08/2025	6212138767

Jumlah Crew Termasuk Nakhoda =

101 Orang

KM. NGGAPULU, JUNI 2023

NAKHODA



Name Of Ship	: NGGAPULU
Call Sign	: YGRG
Kind Of Ship	: Passenger Ship
Nationality	: Indonesia
Port Of Registry	: Jakarta
IMO Number	: 9226499
MMSI	: 525005047
Registry number	: GT.14.739 No.1218 / Bd.
Owner	: Directorate General Of Sea Communication
Operator	: P.T. PELNI
Class	: GL - KI
Date Keel Laid	: 15-Aug-2000
Ship Launching	: Jos L Meyer Wrafft, Pepenburg German
Gross Tonnage (GRT)	: 14.739 MT / 14.685 GT
Netto Tonnage	: 4.644 NT
DWT	: 3.175 MT = 3.559 TDW
Length Over All (LOA)	: 146.50 Mtr
Breadth Moulded	: 23.40 Mtr
Number Of Deck	: 10 Deck
Design Of Draft	: 5.90 Mtr
Year Of Build	: 2002
Fresh Water Capacity	: 1131,81 M3
Ballast Water Capacity	: 2267,62 M3
Fuel Oil Capacity	: 1139,38 M3
Lub Oil Capacity	: 93.41 M3
Passenger	: 2.170 Persons (Economy Class)
Crew, Owner, Pilot	: 154 Persons
Total Max at The Vessel	: 2.324 Persons
Main Engine	: 2 KRUPP MAX 8 M 601 C Output : 8520 KW, 428 RPM 2 ABB TURBO CHARGER TYPE VTR564-11
AUX MACHINERY	: 4 DAIHATSU ENGINE TYPE : 6 DL - 24 TYPR : 882 KW, 750 RPM
Speed Cruising	: 17.0 Knot

KM Nggapulu, 11 April 2023

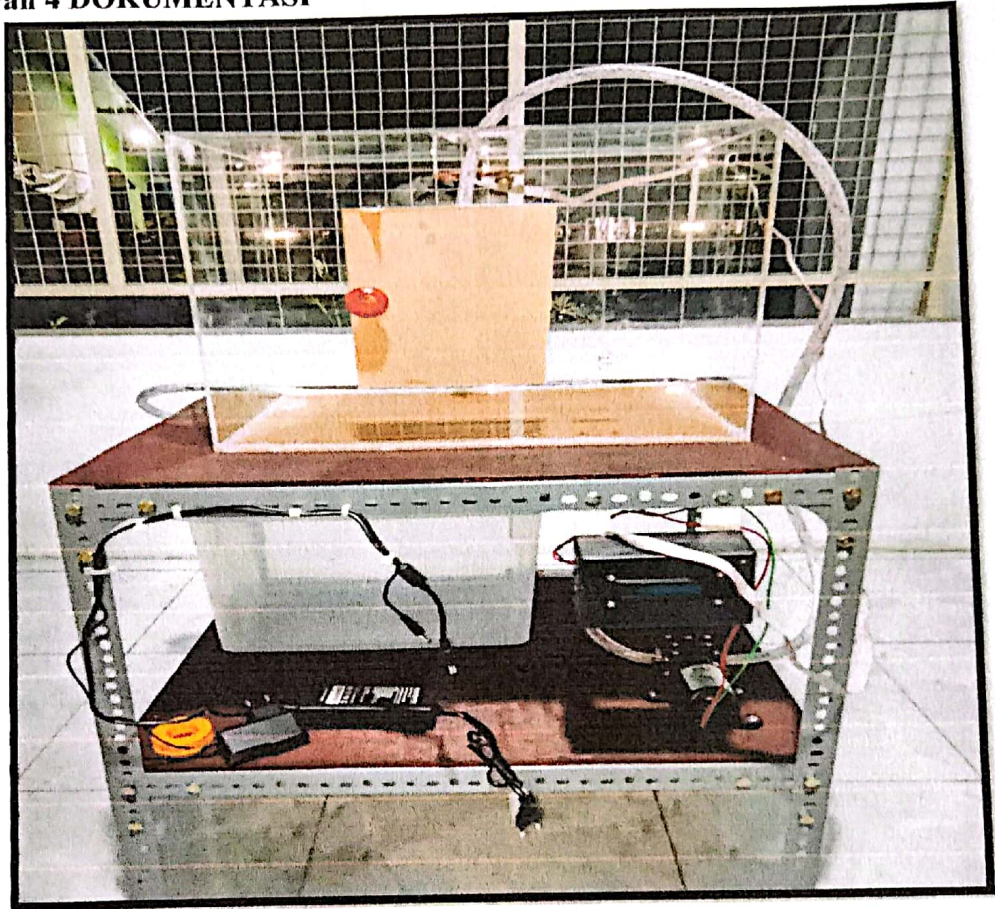
Master



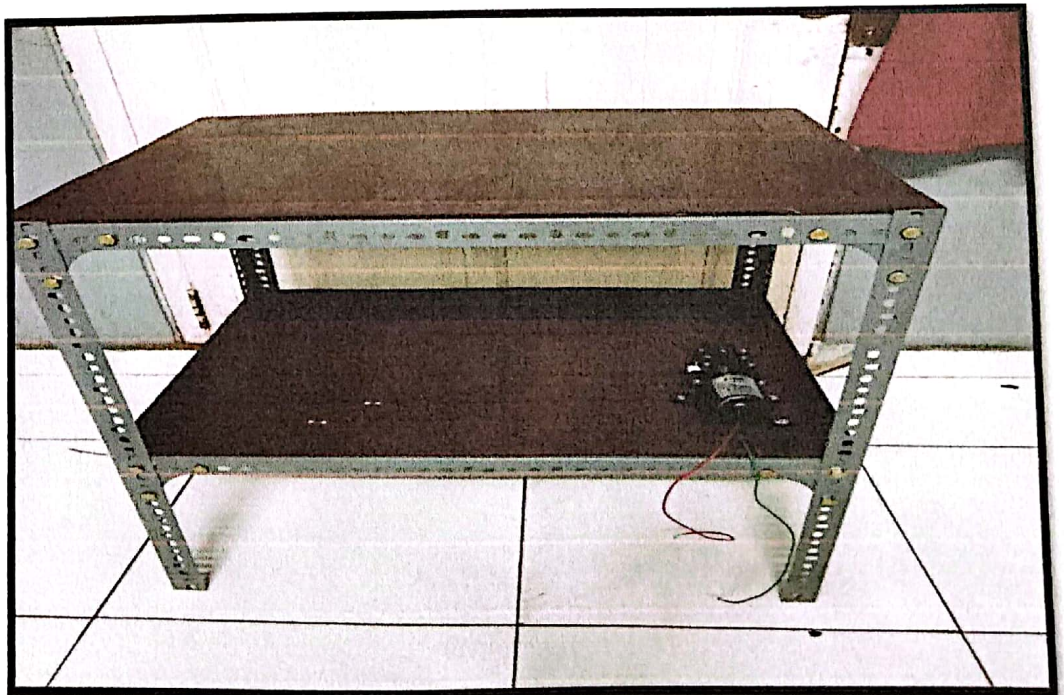
GART. TAMBIN SINURAN

Nrp. O 6516

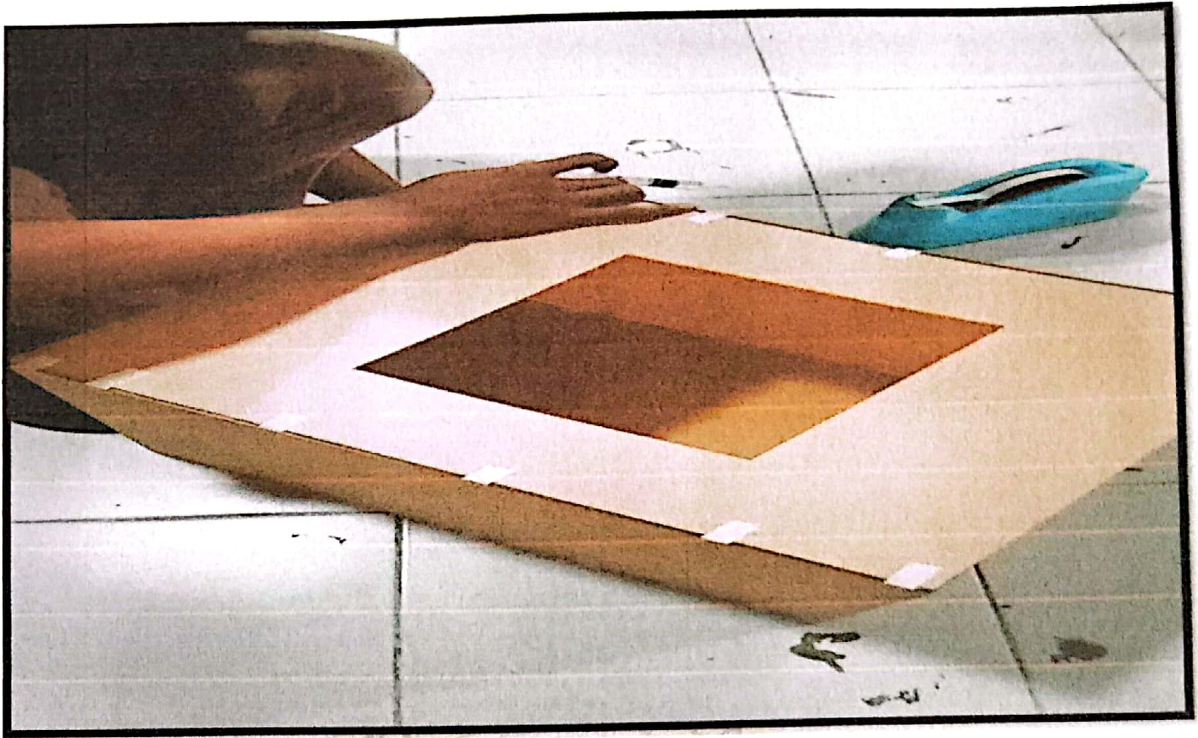
Lampiran 4 DOKUMENTASI



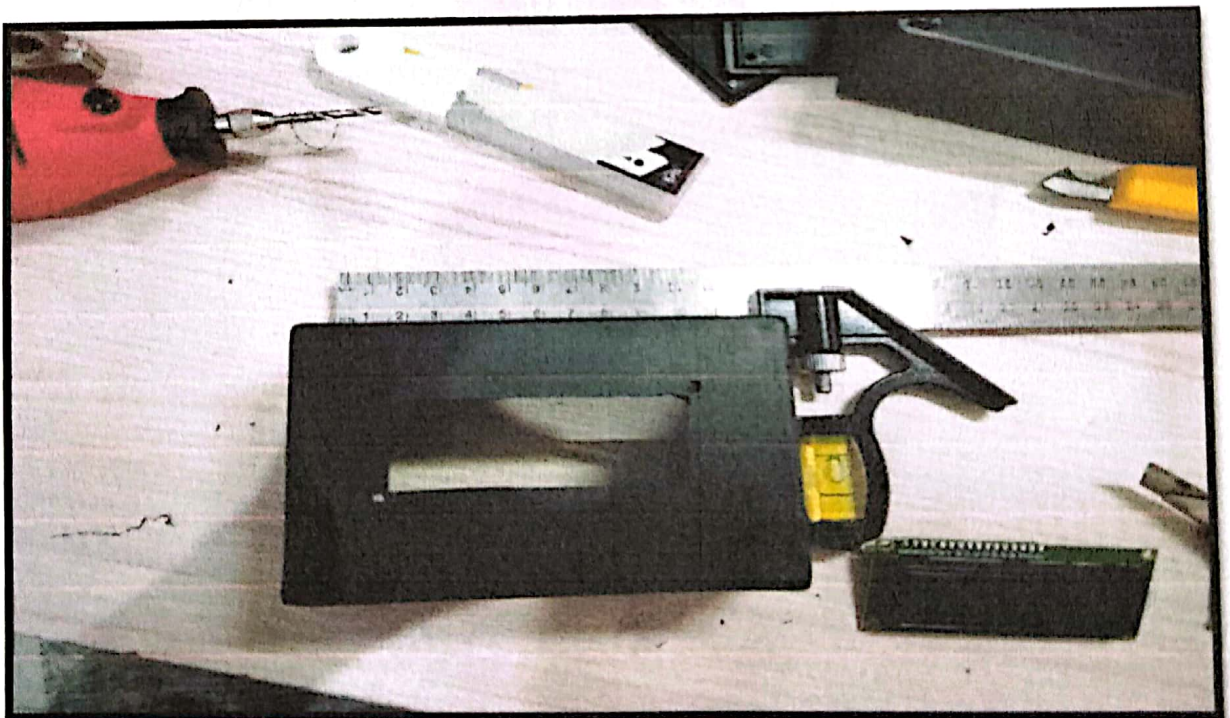
Gambar 3 : Pengujian Alat
Sumber : Dokumentasi Pribadi



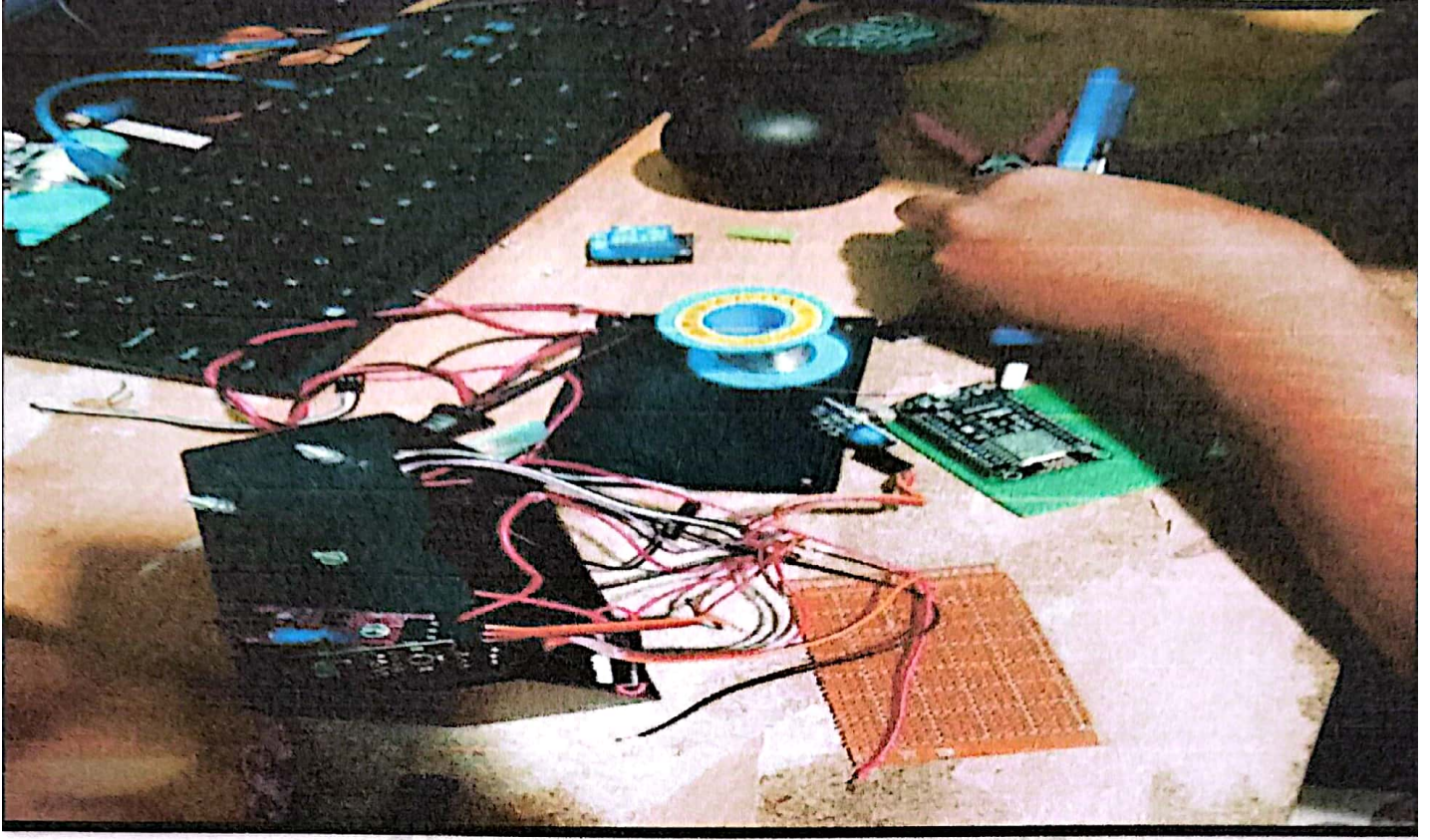
Gambar 4 : Meja Rancang Bangun
Sumber : Dokumentasi Pribadi



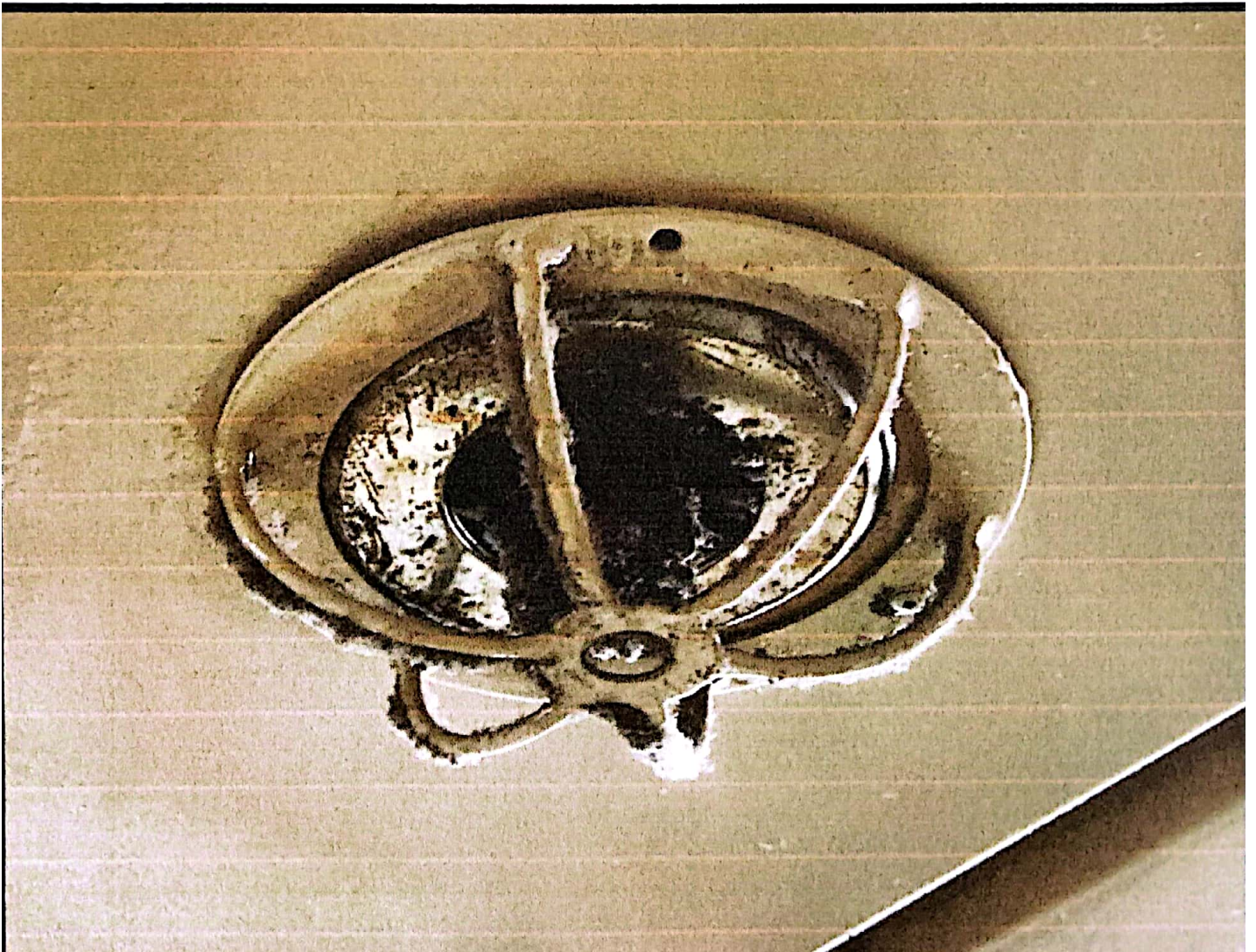
Gambar 5 : perakitan Box
Sumber Dokumentasi Pribadi



Gambar 6 : Pembuat Control Panel
Sumber : Dokumentasi Pribadi

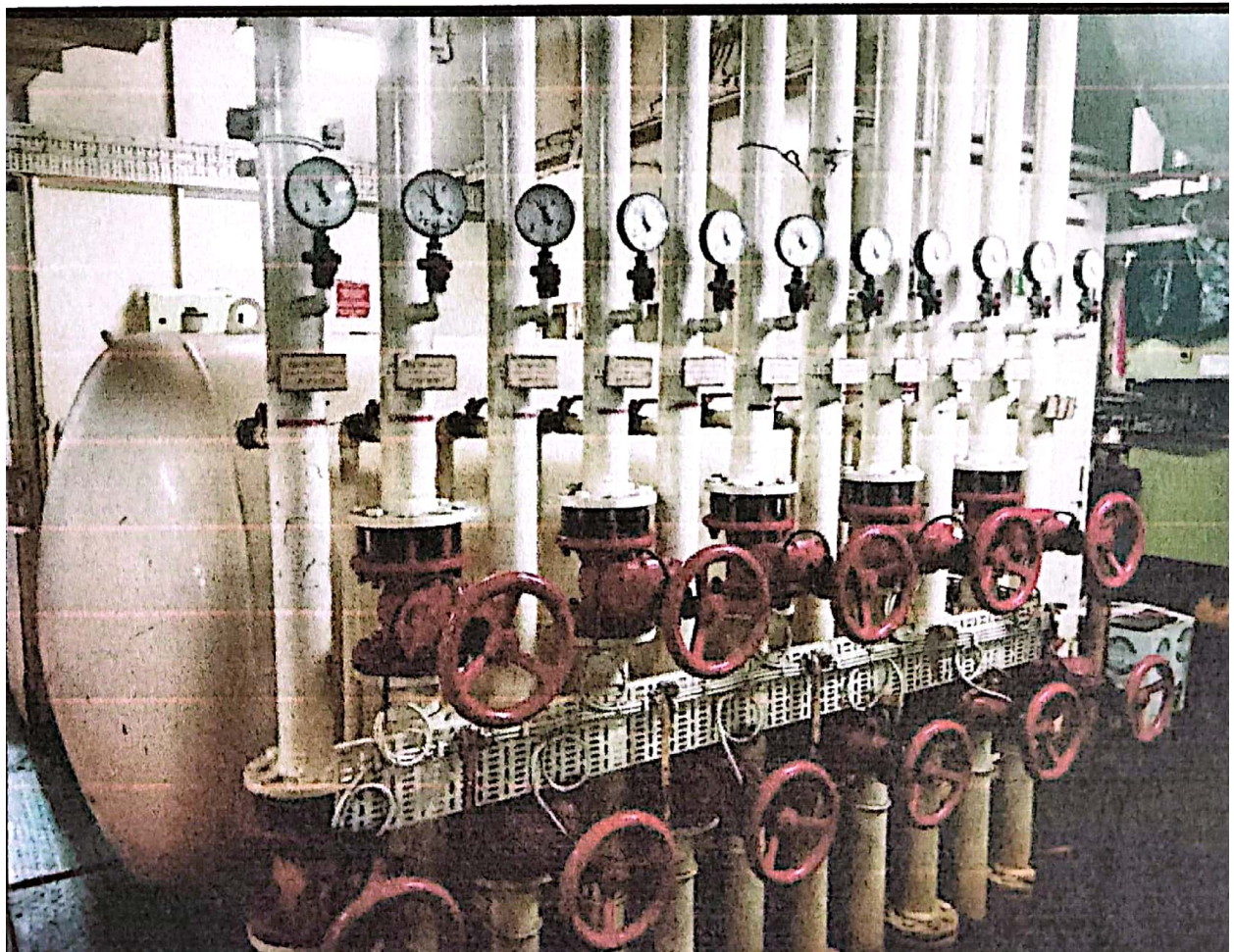


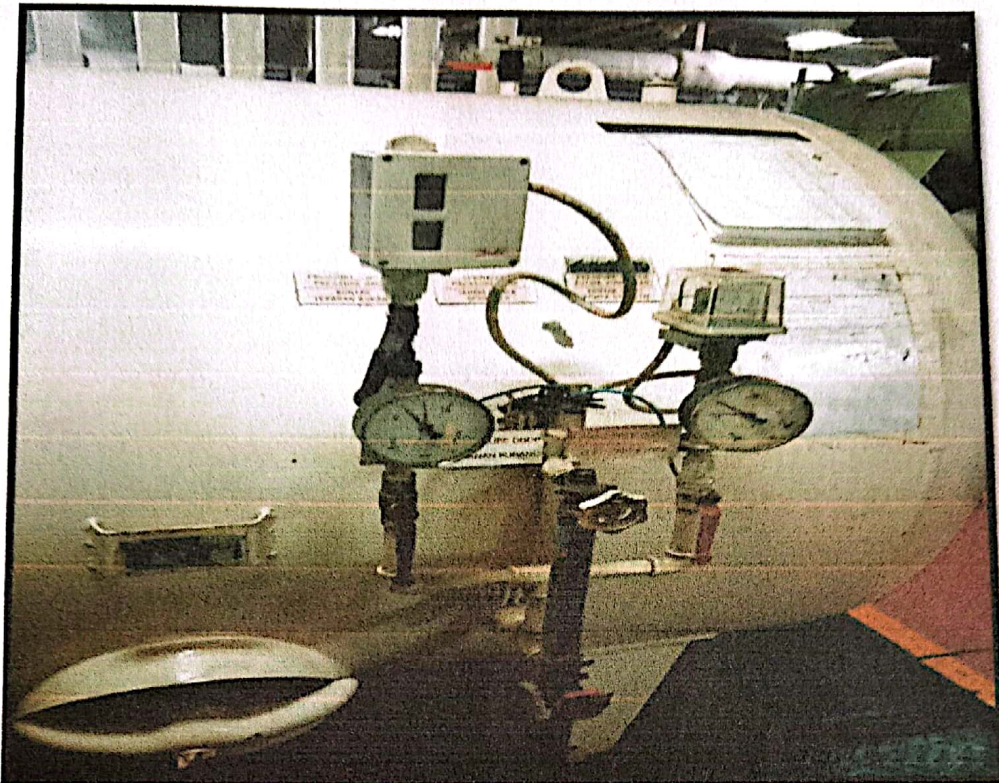
Gambar 7 : Perakitan sistem IoT
Sumber : Dokumentasi Pribadi



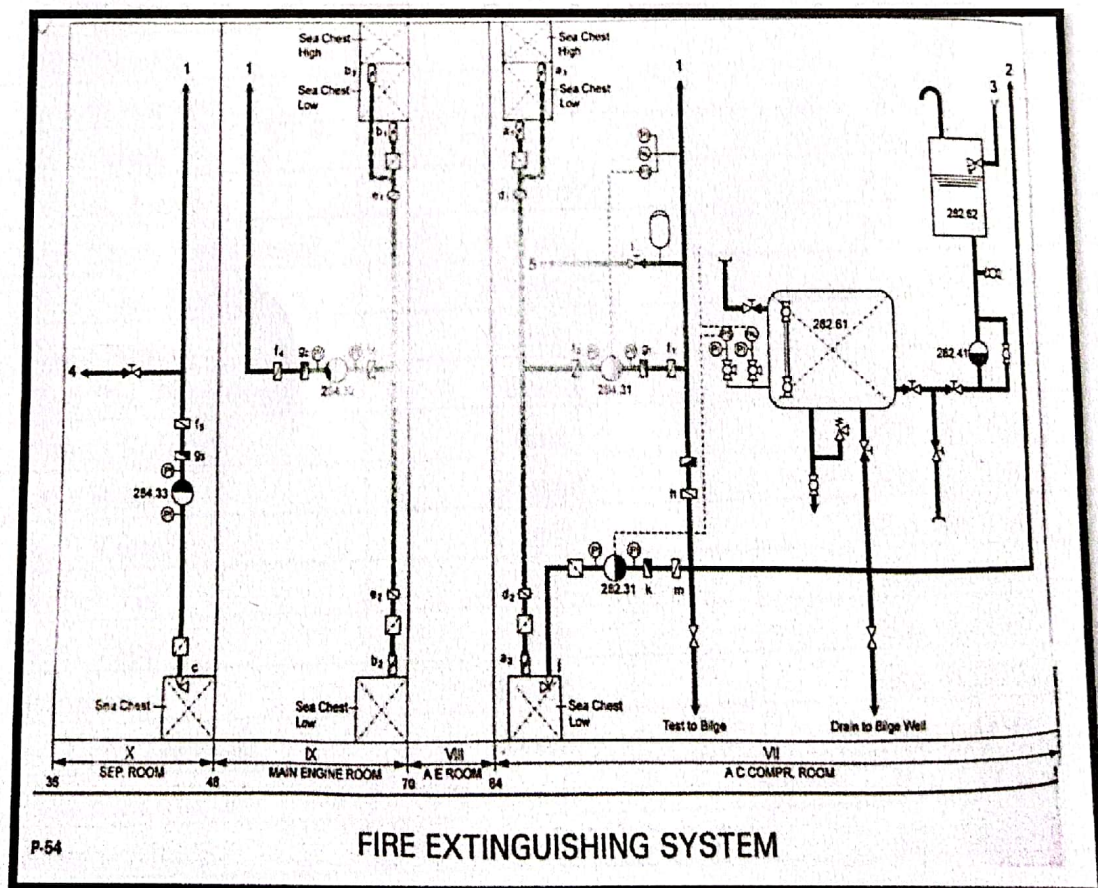


Gambar 9 : Smoke Detector
Sumber : Dokumentasi Pribadi





Gambar 11 : Sprinkler Pressure tank
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 12 : Pipe diagram sprinkler System
Sumber : Manual Book

Lampiran 5

KEBUTUHAN ALAT DAN BAHAN

Tabel 1 Daftar Alat

Nama Alat	Jumlah	Harga
Gergaji Besi	1 unit	Rp. 15.000
Penggaris	1 unit	Rp. 3.000
Cutter Akrilik	1 unit	Rp. 15.000
Pensil	1 unit	RP. 1.500
Obeng	1 unit	RP. 25.000
Solder	1 unit	Rp. 20.000
Kunci Ring Pas	1 set	Rp. 130.000
Mesin Bor	1 unit	Rp. 250.000
Gunting	1 unit	Ro. 12.000
Mesin Bor Mini	1 unit	RP. 50.000
Lem Tembak	1 unit	Rp. 20.000

Tabel 2 Daftar Bahan

Nama Bahan	Jumlah	Harga
Akrilik	4 lembar	Rp. 300.000
Mist Nozzle	1 unit	Rp. 5.000
Selang Air	5 meter	Rp. 50.000
Baut Niple	1 unit	Rp. 25.000
Triplek Kayu	2 lembar	Rp. 25.000
Box Container Plastik	1 unit	Rp. 65.000
Besi Siku Berlubang	4 unit	Rp. 140.000
Klem selang	4 unit	Rp. 20.000
Plat Siku Berlubang	12 unit	Rp. 54.000
Timah Solder	1 unit	Rp. 20.000
Mur Baut	40 unit	Rp. 34.000
Roll Kabel	1 unit	Rp. 45.000
Kabel Tis	6 unit	Rp. 5.000
Seal Tape	1 unit	Rp. 3.500
Amplas	1 unit	Rp. 8.000
Isi Lem Tembak	4 unit	Rp. 6.000
Box Elektronik	1 unit	Rp. 8.000
Sensor MQ-2	1 unit	Rp. 25.000

Flame Sensor	1 unit	Rp. 20.000
NodeMCU ESP8266	1 unit	Rp. 40.000
Sensor DHT 22	1 unit	Rp. 30.000
LCD	1 unit	Rp. 30.000
Lampu LED	2 unit	Rp. 3.000
Buzzer	1 unit	Rp. 6.000
Relay 5v	1 unit	Rp. 20.000
Kabel IDC 10 Pin	1 meter	Rp. 30.000
Kabel Data Type C	1 unit	Rp. 15.000
Pompa Sprayer	1 unit	Rp. 150.000
Adaptor 12v 1a	1 unit	Rp. 15.000
Adaptor 12v 5a	1 unit	Rp. 50.000
Pemrograman	1 unit	Rp. 1.800.000



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Benni Yudatama
2. Tempat, Tanggal Lahir: Klaten, 13 Juli 2001
3. NIT : 572011237723 T
4. Agama : Katolik
5. Jenis Kelamin : Laki-Laki
6. Golongan Darah : A
7. Alamat : Mawen Rt 05/Rw 03, Pesu, Wedi, Klaten,
Jawa Tengah
8. Nama Orang tua
 - Ayah : Tulus Suyudo
 - Ibu : Utami Dwiwati
9. Alamat : Mawen Rt 05/03, Pesu, Wedi Klaten,
Jawa tengah
10. Riwayat Pendidikan :
 - SD : SD Kanisius Murukan Wedi
 - SMP : SMP Maria Assumpta Klaten
 - SMA : SMA N 1 Wedi
 - Perguruan Tinggi : Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
11. Praktek Laut
 - Perusahaan Pelayaran : PT. Peln (Persero)
 - Divisi / Bagian : Engine Cadet
 - Masa Praktik : 28 Agustus 2022 – 29 Agustus 2023