

LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTIPE

***PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GAS BERBAHAYA DI
KAMAR MESIN UNTUK MENJAGA KESELAMATAN ABK
BERBASIS WEMOS DI
DI KAPAL MT PLAJU***



NANDA PURNAMA DEWI
NIT 22 36 306 2 032

disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTIPE

***PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GAS BERBAHAYA DI
KAMAR MESIN UNTUK MENJAGA KESELAMATAN ABK
BERBASIS WEMOS DI
DI KAPAL MT PLAJU***



NANDA PURNAMA DEWI
NIT 22 36 306 2 032

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 di bawah:

Nama : NANDA PURNAMA DEWI

Nomor Induk Taruna : 22 36 306 2 032

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GAS BERBAHAYA DI KAMAR MESIN UNTUK MENJAGA KESELAMATAN ABK BERBASIS WEMOS DI DI KAPAL MT PLAJU

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 26 Januari 2026



NANDA PURNAMA DEWI
NIT. 22 36 306 2 032

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GAS BERBAHAYA
DI KAMAR MESIN UNTUK MENJAGA
KESELAMATAN ABK BERBASIS WEMOS D1 DI
KAPAL MT PLAJU

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Nama : Nanda Purnama Dewi

NIT : 22363062032

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, 17 September 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Nasri, M.T., M.Mar.E)
NIP. 197111241999031001

Dosen Pembimbing II

(Sigit Purwanto, S.Ps., M.M)
NIP. 198006182008121001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E)
NIP. 19690531200312001

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GAS BERBAHAYA
DI KAMAR MESIN UNTUK MENJAGA
KESELAMATAN ABK BERBASIS WEMOS DI
DI KAPAL MT PLAJU

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Nama : Nanda Purnama Dewi

NIT : 22363062032

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, 8 Desember 2025

Penguji I



Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197605282009122002

Penguji II



Nasri, M.T., M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP.197111241999031001

Penguji III



Shofa Dai Robbi, S.T, M.T.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198203022006041001

Mengetahui
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



Dr. Antonius Edy Kristivono, M.Mar.E
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19690531200312001

PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
PROTOTYPE

**PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GAS BERBAHAYA
DI KAMAR MESIN UNTUK MENJAGA KESELAMATAN ABK
BERBASIS WEMOS DI DI KAPAL MT PLAJU**

Disusun oleh:

NANDA PURNAMA DEWI
NIT. 22363062032

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

Surabaya, 24 Juni 2024

Penguji I

Penguji II

Penguji III



Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP.198605282009122002



Nasri, M.T., M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP.197111241999031001



Dr. Ardhiana Puspitacandri, S.Psi., M.Psi
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198006192015032001

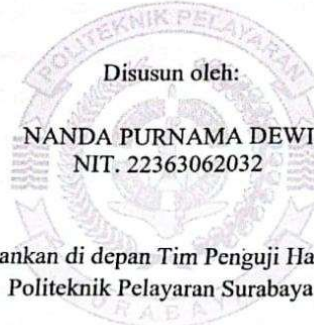
Mengetahui
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



MONIKA RETNO GUNARTI, M.Pd, M.Mar.E.
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19760528200912200

**PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE**

**PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GAS BERBAHAYA
DI KAMAR MESIN UNTUK MENJAGA KESELAMATAN ABK
BERBASIS WEMOS DI DI KAPAL MT PLAJU**



Disusun oleh:

NANDA PURNAMA DEWI
NIT. 22363062032

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

Surabaya, 26 Januari 2026

Penguji I

Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197605282009122002

Penguji II

Nasri, M.T., M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP.197111241999031001

Penguji III

Shofa Dai Robbi, S.T, M.T.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198203022006041001

Mengetahui
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19690531200312001

ABSTRAK

NANDA PURNAMA DEWI, *Prototype* Alat Pendeteksi Gas Berbahaya di Kamar Mesin Untuk Menjaga Keselamatan ABK Berbasis Wemos D1. Karya Ilmiah Terapan dibimbing oleh Bapak Nasri, M.T., M.Mar.E dan Bapak Sigit Purwanto, S.Psi.,M.M.

Ruangan tertutup di kamar mesin kapal (enclosed space) adalah area dengan ventilasi minim atau bahkan tanpa ventilasi, sehingga gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) dapat terakumulasi, menimbulkan risiko keracunan bagi siapa pun yang berada di dalamnya. Oleh karena itu, dirancang sebuah alat pendeteksi gas berbahaya untuk memberikan peringatan dini kepada ABK. Alat ini digunakan saat ABK akan memasuki ruangan untuk mengetahui kandungan gas yang terdapat di dalamnya. Jika terdeteksi adanya gas berbahaya, buzzer akan berbunyi sebagai peringatan. Alat ini dirancang menggunakan Wemos D1 sebagai mikrokontroler untuk mengelola data dari sensor MQ-135, yang mampu mendeteksi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Wemos D1 juga menghubungkan sensor ke jaringan WiFi, sehingga data kadar gas dapat dikirim secara real-time ke web browser pada *mobile phone*. Sistem ini dilengkapi dengan buzzer dan LED merah sebagai indikator alarm lokal yang akan aktif saat kadar gas melebihi ambang batas aman.

Kata Kunci: Sensor MQ-135, Gas CO & CO₂, Wemos D1

ABSTRACT

NANDA PURNAMA DEWI, Prototype of Hazardous Gas Detection Device in Engine Room to Maintain Crew Safety Based on Wemos D1. Applied Scientific Work supervised by Mr. Nasri, M.T., M.Mar.E and Mr. Sigit Purwanto, S.Psi.,M.M.

Enclosed spaces in ship engine rooms are areas with minimal or no ventilation, allowing hazardous gases such as carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂) to accumulate, posing a risk of poisoning to anyone inside. Therefore, a hazardous gas detection device was designed to provide early warning to crew members. This device is used when crew members are about to enter the room to determine the gas content inside. If hazardous gases are detected, a buzzer will sound as a warning. This device is designed using Wemos D1 as a microcontroller to manage data from the MQ-135 sensor, which is capable of detecting hazardous gases such as carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂). The Wemos D1 also connects the sensor to a Wi-Fi network, allowing real-time gas level data to be sent to a mobile phone's web browser. The system is equipped with a buzzer and a red LED as a local alarm indicator that activates when gas levels exceed a safe threshold.

Keywords: *MQ-135 Sensor, CO & CO₂ Gas, Wemos D1*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi limpahan karunia dan Rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan dari Karya Ilmiah Terapan dengan judul **“PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GAS BERBAHAYA DI KAMAR MESIN UNTUK MENJAGA KESELAMATAN ABK BERBASIS WEMOS DI DI KAPAL MT PLAJU”**.

Dalam penyelesaian penulisan Karya Ilmiah Terapan ini penulis mengalami banyak kesulitan dan hambatan, tetapi berkat bantuan dan dorongan dari para pembimbing Karya Ilmiah Terapan ini dapat terselesaikan. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal.
3. Bapak Nasri, M.T., M.Mar.E. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan, arahan dan bimbingan dalam penulisan Karya Tulis Terapan.
4. Bapak Sigit Purwanto, S.Psi., M.M. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan serta bimbingannya dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
5. Kedua orang tua saya Bapak Purwadi dan Ibu Tuginem yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
6. Seluruh kru MT Plaju yang senantiasa membimbing dan mengarahkan saya selama melaksanakan praktek berlayar.
7. Seluruh Taruna/I Politeknik Pelayaran Surabaya khususnya kelas TRPK B yang telah membantu dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini.

Akhir kata saya berharap semoga Karya Ilmiah Terapan ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Surabaya, 2026



Nanda Purnama Dewi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN	iii
PERSETUJUAN SEMINAL HASIL	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACK</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Review Penelitian Sebelumnya	7

B. Landasan Teori	8
1. Prototype	9
2. Ruang Tertutup (enclosed space).....	9
3. Keselamatan ABK.....	13
4. Gas Berbahaya	17
5. Sensor gas MQ-135.....	19
6. Wemos D1	21
7. Buzzer	22
8. LCD Oled i2C	23
9. Power Supply	25
C. Kerangka Pemikiran.....	26
BAB III METODE PENELITIAN	29
A. Perancangan Sistem	29
1. Jenis Penelitian.....	29
2. Blok Diagram Alat	31
3. Alat dan Bahan.....	32
B. Perancangan Alat.....	33
1. Desain Rangkaian Alat Pendeteksi Gas Berbahaya	33
2. Diagram Alir Sistem Kerja Alat	34
3. Desain Prototype Alat Pendeteksi Gas.....	35
C. Rencana Pengujian	36
1. Waktu Penelitian	36
2. Lokasi Penelitian.....	37
3. Pengujian Alat	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
A. Hasil Penelitian	40
1. Uji Statis.....	41
a. Uji Coba Wemos D1	41
b. Uji Coba MQ-135	42
c. Uji Coba Buzzer	43
d. Uji Coba LED	44
2. Uji Dinamis	45
a. Pemrograman Komponen.....	45
b. Pengambilan Data	46
B. Analisis Data	48
1. Analisis Pada Hasil Pemrograman	48
2. Analisis Gas Beracun	49
3. Analisis Pada Wireles Connection	50
4. Analisis Pada Web Browser	51
5. Kajian Produk Akhir	51
BAB V PENUTUP.....	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
DAFTAR LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya.....	7
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	32
Tabel 4. 1 Pengujian MQ-135 pada Ruang Tertutup.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanki DO Incinerator	12
Gambar 2. 2 Sensor Gas MQ-135	20
Gambar 2. 3 Konfigurasi Pin Sensor Gas MQ-135.....	20
Gambar 2. 4 Buzzer	22
Gambar 2. 5 LCD Oled i2C	24
Gambar 2. 6 Kerangka Penelitian	26
Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan Alat	31
Gambar 3. 2 Desain Rangkaian Alat Pendeteksi Gas Berbahaya	34
Gambar 3. 3 Diagram Alir Sistem Kerja Alat	35
<i>Gambar 3. 4</i> Desain Prototype Alat Pendeteksi Gas.....	36
Gambar 3. 5 Uji Alat di Ruang Tertutup	38
Gambar 4. 1 Pengujian Wemos D1	41
Gambar 4. 2 Pengujian MQ-135	42
Gambar 4. 3 pengujian Modul MQ-135.....	42
Gambar 4. 4 Pemasangan Buzzer.....	43
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Buzzer	43
Gambar 4. 6 Pemasangan LED	44
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian LED.....	45
Gambar 4. 8 Pemrograman Pada Arduino IDE	46
Gambar 4. 9 Serial Monitor Arduino IDE.....	47
Gambar 4. 10 Web Server Wemos D1	47
Gambar 4. 11 Serial Monitor Pada Wemos D1	49
Gambar 4. 13 Asap Di Kamar Mesin.....	50
Gambar 4. 14 Pembacaan Pada Web Browser	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship Particular MT Plaju 1	59
Lampiran 2 Crew List MT PLAJU 1	60
Lampiran 3 Sertifikat Gas Detector 2.....	61
Lampiran 4 Tank Do Incinerator 1	62
Lampiran 5 Uji Coba Alat 1	63
Lampiran 6 Crew MT PLAJU 1.....	64

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Arti
ABK	: Anak Buah Kapal
CO	: Karbon Monoksida
CO2	: Karbon Dioksida
LCD	: Liquid Crystal Display
USB	: Universal Serial Bus

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 mengenai pelayaran, kapal dapat didefinisikan sebagai kendaraan yang beroperasi di air dengan bentuk dan jenis tertentu. Kapal ini dapat digerakan dengan tenaga angin, mesin, dan energi lainnya, atau bahkan ditarik oleh kapal lain (Undang-Undang 17 Republik Indonesia, 2008). Dalam pengoperasian kapal, terdapat berbagai ruangan penting yang dapat mendukung fungsi utama kapal. Salah satunya yaitu kamar mesin, di dalam kamar mesin terdapat berbagai permesinan baik mesin utama maupun permesinan bantu yang berfungsi menjaga pergerakan dan keberlangsungan kapal di laut.

Di dalam kamar mesin terdapat ruangan tertutup yang memiliki istilah *enclosed space*. *Enclosed space* merupakan suatu tempat tertutup di atas kapal dimana didalamnya tidak terdapat ventilasi secara terus menerus sehingga udara dalam ruangan tersebut dapat berbahaya bagi jiwa seseorang (Sunanto et al., 2022). Ruangan tertutup di kamar mesin kapal biasanya berupa tangki-tangki seperti tangki bilge, tangki ballast dan juga ruangan pompa. Kurangnya ventilasi udara tersebut dapat menimbulkan adanya gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hydrogen sulfida, atau gas lainnya yang dihasilkan dari proses pembakaran atau kebocoran sistem.

Adanya kadar gas berbahaya di dalam ruangan tertutup dapat menimbulkan risiko serius bagi keselamatan dan kesehatan ABK yang bekerja

di dalamnya. Paparan terhadap gas-gas berbahaya ini dapat mengancam keselamatan dan kesehatan awak kapal (ABK) yang bekerja didalam kamar mesin apalagi saat memasuki ruangan tertutup (*enclosed space*). Kecelakaan atau kejadian darurat yang disebabkan karena gas beracun dapat mengakibatkan kerugian besar, termasuk cedera serius atau bahkan hilangnya nyawa. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan kesadaran akan risiko yang terkait dengan *enclosed space* di kamar mesin kapal dan mengimplementasikan langkah-langkah keselamatan yang tepat.

Kecelakaan yang terjadi di kapal khususnya ruangan *enclosed space* salah satunya meninggalnya 3 orang anak buah kapal TB Sakata Maju, ketiga ABK tersebut sedang membersihkan manhole tangki air serta pengecatan, sehingga salah satu di antara mereka pingsan. Kedua ABK lainnya bermaksud menolong dengan peralatan seadanya, namun pingsan dan terjebak di dalam manhole tersebut. Ketiganya tewas karena menghirup udara beracun. Kepala Kantor SAR Jakarta, Desiana Kartika Bahari mengatakan peristiwa ini bermula saat kapal lego jangkar di perairan Marunda, Jakarta Utara, Minggu 28 April 2024 pukul 10.30 WIB. (Budiman, 2024).

Kecelakaan lain yang terjadi di *enclosed space* di atas kapal seperti meninggalnya anak buah kapal (ABK) Tongkang Tirta Samudra yang tewas akibat keracunan gas di ruang palka. Proses evakuasi ketiga korban (keracunan gas) yang dilakukan oleh tim SAR gabungan memakan waktu hingga 4 jam. Lokasi evakuasi para korban dilakukan di perairan Tanjung Berikat Bangka Tengah, sesuai dengan kesepakatan bersama dengan Nahkoda kapal. Proses evakuasi menggunakan system lowring dan lifting untuk menurunkan tim SAR

serta pengangkatan korban ke atas (Wahyono, 2025). Dari adanya kasus tersebut untuk mengatasi ancaman yang ada di *enclosed space* perlu adanya pengembangan alat pendeteksi gas berbahaya yang efektif, alat pendeteksi gas yang di pasang di *enclosed space* kamar mesin dapat memberikan peringatan dini kepada ABK tentang keberadaan gas berbahaya, memungkinkan ABK untuk mengambil tindakan pencegahan atau evakuasi yang diperlukan untuk menghindari adanya bahaya serius.

Alat pendeteksi gas berbahaya ini mendeteksi kandungan gas berbahaya yang ada di ruang tertutup salah satunya yaitu gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Alat ini menggunakan sensor gas dengan tipe yang sesuai dengan sensitivitas dari gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Alat pendeteksi gas berbahaya berbasis wemos D1 ini dirancang dengan menggunakan beberapa komponen elektronika seperti wemos D1, LCD, sensor MQ-135, dan *buzzer*. Dengan menggunakan komponen wemos D1 ini, alat pendeteksi gas berbahaya yang dirancang peneliti memiliki keunggulan dibanding dengan alat yang sudah ada di pasaran. Karena biaya yang relatif lebih murah dan terjangkau, pengguna juga dapat menambahkan fitur integrasi dengan sistem IoT. Menggunakan *wemos D1* memungkinkan pengembangan dan pengujian *prototype* dengan cepat, hal ini dikarenakan platform ini mudah diprogram dan diubah, sehingga pengguna dapat dengan cepat melihat dan melakukan penyesuaian yang diperlukan. Dalam kode program peneliti bisa menentukan ambang batas konsentrasi gas yang dianggap berbahaya.

Pada penelitian terdahulu yang saya jadikan review penelitian memiliki perbedaan pada penggunaan komponen dimana, peneliti terdahulu

menggunakan mikrokontroler ATmega328P sedangkan penulis menggunakan komponen *wemos D1* sebagai pemrosesan data. *wemos D1* lebih unggul untuk pengembangan alat pendeteksi gas berbahaya ini karena kemudahan penggunaan, dukungan komunikasi luas serta banyaknya library dan modul yang siap pakai, serta prototyping yang cepat. Pada mikrokontroler ATmega328P memerlukan pemahaman yang lebih mendalam tentang pemrograman mikrokontroler serta pengaturan dan konfigurasi perangkat keras. Library dan contoh kode pada mikrokontroler ATmega 3280P lebih terbatas dan sering kali harus dikembangkan sendiri oleh pengguna.,

Cara kerja dari alat ini dengan memberikan peringatan berupa bunyi ketika terdeteksi adanya gas berbahaya oleh sensor gas MQ-135 yang mampu di monitor lewat web browser. Oleh karena pentingnya alat pendeteksi gas berbahaya di kamar mesin maka penulis merancang sebuah alat yang akan digunakan sebagai judul karya ilmiah terapan yaitu *Prototype Alat Pendeteksi Gas Berbahaya Di Kamar Mesin Untuk Menjaga Keselamatan Abk Berbasis wemos D1 di Kapal MT PLAJU* .

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah penulis jelaskan di atas, adapun rumusan masalah yang di ambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat pendeteksi gas berbahaya di kamar mesin kapal khususnya ruangan tertutup (*enclosed space*) kapal berbasis *wemos D1* ?
2. Bagaimana kinerja dari alat pendeteksi gas berbahaya di kamar mesin khususnya ruangan tertutup (*enclosed space*) berbasis *wemos D1* ?

C. Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan di ruangan *enclosed space*.
2. Menggunakan modul *wemos D1*.
3. Sensor yang digunakan untuk penelitian menggunakan modul *wemos D1* dan sensor MQ-135.
4. *Output* yang ditampilkan melalui LCD, *buzzer* dan *web broser*
5. Efektifitas alat pendeteksi gas berbahaya ini pada jarak dan waktu tertentu saat mendeteksi adanya gas karbon monoksida (CO) dan gas karbon dioksida (CO₂).

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk dapat mengetahui cara merancang alat pendeteksi gas berbahaya di kamar mesin kapal berbasis *wemos D1*.
2. Untuk mengetahui kinerja dari alat pendeteksi gas berbahaya di kamar mesin kapal khususnya ruangan tertutup (*enclosed space*) berbasis *wemos D1*.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengguna untuk mendeteksi adanya kadar gas berbahaya menggunakan alat pendeteksi gas berbahaya di kapal khususnya ruangan tertutup yang ada di kamar mesin.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis penelitian ini dapat diterapkan untuk ABK untuk dapat membantu dalam mendeteksi gas berbahaya seperti gas bocor atau gas beracun di kamar mesin kapal. Dengan demikian, hal ini dapat meningkatkan keselamatan dan kesejahteraan awak kapal (ABK) dengan memberi mereka peringatan dini untuk mengambil tindakan yang sesuai.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan Review Sebelumnya
1.	Helfy Susilawati, et all, (2020)	Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO,CO2, dan CH4 Di Dalam Ruang Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328P Di Ruang Laboratorium Kimia	Sama seperti sensor CH4 , sensor MQ 7 yang dipakai, dilakukan dengan beberapa percobaan namun tidak dilakukan regresi linier dikarenakan sensor MQ 7 tidak sangat jauh dalam perbandingannya namun yang di pakai hanyalah perbedaan metodenya sehingga menghasilkan selisih error hanya 3.7 %	Jika penelitian sebelumnya menggunakan mikrokontroler ATMEGA328P sedangkan penulis menggunakan wemos D1 sebagai pemrosesan data hasil inputan dari sensor MQ-135 yang dapat dipantau melalui mobile phone. Tempat melaksanakan penelitian pada penelitian sebelumnya dilaksanakan di ruangan laboratorium kimia sedangkan tempat penulis melaksanakan penelitian di kapal tempat penulis melaksanakan praktek laut.
2.	Andrizal, et all, (2020)	Monitoring Dan Kontrol Kadar CO2 Dalam Ruang Berbasis Sistem Penciuman Elektronik	Sensor yang digunakan memiliki respon time untuk menanggapi perubahan kadar CO2 adalah 6 detik. Untuk mengimplementasikan sistem dalam ruangan seperti isolasi pasien di rumah sakit, ruang pembangkit diesel (<i>Power House</i>) dan ruang tertutup lainnya diperlukan pengujian yang lebih lanjut dan spesifik.	Jika penelitian sebelumnya hanya mendeteksi gas CO2 dalam ruangan menggunakan sensor MG-811 dan pemrosesan menggunakan modul <i>Field Programmable Gate Array</i> (FPGA) myRIO dari <i>National Instrument</i> sedangkan pada penelitian ini mendeteksi kadar gas berbahaya yaitu CO, dan CO2 menggunakan sensor MQ-135 dan pemrosesan menggunakan wemos D1 ketika sensor gas MQ-135 mendeteksi adanya kadar gas berbahaya seperti CO, dan CO2 di dalam udara maka <i>buzzer</i> akan menyala untuk memberikan peringatan. Untuk mengimplementasikan alat yang dirancang pada penelitian sebelumnya

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan Review Sebelumnya
				dilakukan di dalam ruangan seperti isolasi pasien di rumah sakit, ruang pembangkit diesel (<i>Power House</i>) dan ruang tertutup lainnya diperlukan pengujian yang lebih lanjut dan spesifik. sedangkan tempat penulis melaksanakan penelitian di kapal tempat penulis melaksanakan praktek laut.
3.	Amsar, et all (2020)	Perancang Alat Pendeteksi CO2 Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Internet Of Thing	Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk pengukuran kadar CO2 dengan menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi kadar dari karbon dioksida, sehingga kadar CO2 yang terdeteksi oleh sensor selanjutnya dikirim melalui jaringan IOT berbasis notifikasi melalui telegram, notifikasi pada telegram sebagai media pemberi informasi pada alat yang dibangun.	Jika penelitian sebelumnya menggunakan sensor pendeteksi kadar CO2 menggunakan sensor MQ-2 dan hanya mendeteksi kadar dari karbon dioksida, sedangkan pada penelitian ini menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi kadar gas berbahaya karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO2). Hasil dari pendeteksian gas yang diperoleh ditampilkan pada layar LCD yang dapat di monitor melalui mobile phone dengan menggunakan web browser berbeda dengan penelitian sebelumnya menggunakan telegram Dan tempat penulis melaksanakan penelitian di kapal tempat penulis melaksanakan praktek laut.

B. Landasan Teori

Dalam penelitian ini penulis menggunakan landasan teori yang akan dijadikan sebagai dasar dari penelitian ini. Landasan teori ini berfungsi sebagai penjabar tentang variable atau suatu permasalahan yang akan diangkat dan dibahas oleh penulis dalam penelitian ini. Beberapa landasan teori yang menunjang Karya Ilmiah Terapan ini adalah sebagai berikut:

1. *Prototype*

Prototype dapat diartikan sebagai salah satu bentuk implementasi awal dari sebuah produk yang akan dirancang. *Prototype* ini dapat dijadikan bukti fisik atau konsep dari suatu desain. *Prototype* berfungsi sebagai alat untuk menyampaikan ide kepada orang lain dan bisa digunakan oleh pengguna dan dapat terus dikembangkan atau diperbaiki seiring berjalannya waktu (Budiman, et all, 2021).

Prototype merupakan bentuk awal dari sistem yang bersifat fleksibel dan dapat dimodifikasi sebelum produk sebenarnya dibuat, sehingga memungkinkan proses perbaikan sejak dini dan membantu menekan biaya pengembangan (Pressman, et all). *Prototype* bisa dibilang sebagai purwarupa maupun pemodelan produk yang dibuat dengan tujuan keperluan awal pengembangan, baik itu produk dalam bentuk fisik maupun digital. Selain itu, *prototype* dapat digunakan membantu para pengembang untuk mengetahui lebih awal kesalahan dan kekurangan fitur produk sebelum resmi dirilis dan juga disebarluaskan.

2. Ruang Tertutup (*enclosed space*)

Enclosed Space merupakan suatu tempat atau ruangan tertutup di atas kapal dimana tidak terdapat adanya ventilasi secara terus menerus sehingga dalam ruangan tersebut berbahaya bagi jiwa seseorang (Ridwan, (2023). Ruang tertutup ini di dalamnya mengandung beberapa sumber berbahaya baik yang berasal dari bahan kimia yang mengandung racun dan mudah terbakar dalam bentuk gas, uap, asap, debu dan sebagainya. Gas yang ada ruangan tertutup di kamar mesin ini merupakan gas berbahaya

seperti karbon monoksida, hydrogen sulfida, dan gas lainnya yang dapat berbahaya bagi kesehatan dan keselamatan ABK yang bekerja di dalam *enclosed space*. *Enclosed space* sendiri memiliki ciri ciri sebagai berikut:

- a. Mempunyai pintu masuk dan keluar yang sempit dan terbatas, sehingga sulit untuk masuk dan keluar.
- b. Ventilasi udara terbatas menjadikan sirkulasi udara tidak lancar.
- c. Terdapat kandungan gas berbahaya di dalamnya.
- d. Tidak dirancang sebagai ruang untuk melakukan pekerjaan secara terus-menerus.
- e. Memiliki suhu, tekanan, atau kelembaban yang tidak normal yang dapat menyebabkan dehidrasi, kelelahan, atau luka bakar.

Di kapal yang termasuk kedalam *enclosed space* yaitu:

- a. Tangki *cargo*
- b. *Tangki Bahan Bakar*
- c. Tangki *ballast*
- d. Tangki air
- e. Ruang purifier
- f. Ruang steering gear
- g. *Sewage tank*
- h. *Pump room*
- i. *Slop tank*
- j. *Cofferdams*
- k. *Void space*

Di kamar mesin terdapat sebuah ruang tertutup yang berfungsi sebagai tangki bahan bakar. Tangki bahan bakar biasanya terletak di bagian bawah atau sisi kapal (double bottom atau side tank) dan berfungsi sebagai tempat penyimpanan bahan bakar untuk mesin induk maupun mesin bantu. Tangki ini dirancang untuk memastikan suplai bahan bakar tetap aman, stabil, dan tidak terkontaminasi selama kapal beroperasi.

Tangki bahan bakar merupakan kompartemen tertutup yang dibangun menggunakan pelat baja dengan penguatan internal untuk menahan tekanan cairan serta mencegah terjadinya kebocoran. Ruang ini tidak dirancang untuk dimasuki manusia secara rutin. Akses ke dalam tangki hanya dilakukan pada saat-saat tertentu seperti inspeksi, pembersihan, atau perawatan sesuai prosedur keselamatan yang ketat.

Kemudian terdapat ruang kemudi adalah area tertutup di bagian belakang kapal yang menyimpan seluruh sistem penggerak kemudi, termasuk unit kemudi, pompa hidraulik, ram, tiller, poros kemudi, dan sistem kontrol kemudi. Ruangan ini memiliki ukuran yang terbatas dan terletak tepat di atas mekanisme kemudi, memungkinkan semua peralatan beroperasi dengan stabil serta terlindungi dari air laut dan cuaca buruk. Meskipun dirancang bukan sebagai ruang yang sering dimasuki, dalam praktiknya ruang kemudi sering diakses di kapal, khususnya saat kegiatan seperti pengujian kemudi sebelum berangkat (OHN/pre-departure test). Pada saat itu, operator harus memeriksa respons kemudi, tekanan hidraulik, aliran oli, kebocoran pipa, dan gerakan mekanis untuk memastikan sistem kemudi berfungsi normal sebelum kapal meninggalkan pelabuhan.

Namun, sebagai ruang tertutup, area ini menimbulkan risiko keselamatan tinggi, seperti defisiensi oksigen, penumpukan gas berbahaya (seperti hidrogen sulfida akibat dekomposisi bahan organik atau karbon monoksida dari kebocoran mesin), serta potensi kebakaran atau ledakan jika terjadi kebocoran oli hidraulik atau zat mudah terbakar. Ruangan yang sempit dan basah dapat memperparah masalah kesehatan, seperti mual atau keracunan, sehingga personel wajib menggunakan alat pelindung diri (PPE) seperti masker gas, tali pengaman, dan perangkat komunikasi, serta mengikuti protokol masuk ruang tertutup seperti pengukuran atmosfer sebelum memasuki area.



Gambar 2. 1 Tanki DO Incinerator
Sumber: Dokumentasi Prbadi

Jalan keluar masuk *enclosed space* ini berupa lubang yang hanya cukup untuk dilewati oleh badan satu orang, lubang ini biasanya disebut dengan *manhole*. Lubang *manhole* ini selalu ditutup, kecuali jika ada keperluan tertentu untuk masuk ke dalamnya. Beberapa alasan *crew* kapal masuk ke dalam enclosed space misalnya mengecek tangki, kering atau basah untuk memastikan kesiapan sebelum dimuati. Adanya ancaman/bahaya di *enclosed space*, maka *crew* hanya boleh masuk setelah mendapat

izin berupa *Safety Checklist* yang harus diisi nahkoda atau perwira yang bertanggung jawab dan ditandatangani termasuk oleh *crew* yang akan masuk.

3. Keselamatan ABK

Keselamatan kerja merupakan kondisi dimana kesejahteraan mental, fisik, dan sosial yang memungkinkan bagi setiap pekerja menjalankan tugas dan tanggung jawabnya dengan aman dan produktif, tanpa menimbulkan risiko bagi dirinya sendiri, keluarga, masyarakat, maupun lingkungan di sekitarnya (Hendrawan, 2020). Para anak buah kapal harus dapat meminimalisir hal yang dapat menimbulkan kecelakaan yang akan merugikan diri sendiri maupun orang lain.

Orang yang bekerja di atas kapal umumnya disebut dengan (ABK) Anak Buah Kapal (ABK). ABK atau awak kapal merupakan semua orang yang bekerja di atas kapal, yang memiliki tugas mengoperasikan dan memelihara serta menjaga kapal dan muatannya agar operasional kapal dapat berjalan dengan lancar. Pada saat bekerja ABK harus mengutamakan prosedur keselamatan untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang dapat terjadi selama bekerja. Dengan mengutamakan keselamatan, ABK dapat meminimalisir risiko cedera atau kecelakaan yang dapat mengancam nyawa dan kesehatan.

Alat keselamatan telah diatur secara jelas dalam SOLAS 1974 (International Convention for the Safety of Life at Sea) dan wajib diterapkan di setiap kapal, dengan aturan penggunaan yang harus dijalankan sesuai prosedur yang berlaku (Ricardianto et al., 2021). Berbagai alat keselamatan

telah dirancang dan disiapkan di kapal untuk menghadapi berbagai situasi darurat yang akan terjadi. Berikut merupakan alat keselamatan kerja yang harus digunakan ABK pada saat bekerja di atas kapal:

a. *Safety Helmet*

Pelindung kepala atau biasa di sebut dengan *Safety helmet* merupakan jenis APD yang memiliki kegunaan melindungi kepala dari terjadinya benturan, pukulan, menjaga kepala dari benda tajam atau keras dan menjaga rambut agar tidak tersangkut akibat mesin bergerak saat kita bekerja maupun beraktifitas. Sebelum digunakan, pastikan bahwa helm keselamatan ini dapat dipakai dan sesuai dengan ukuran kepala sehingga nyaman digunakan. Pastikan juga helm dalam kondisi layak digunakan sesuai standar yang telah ditentukan. Penggunaan *safety helmet* dengan benar mampu memberikan perlindungan yang maksimal terhadap kepala, sehingga dapat menjaga keselamatan dan kenyamanan saat bekerja.

b. *Alat Pelindung Telinga (Ear Plug)*

Alat pelindung telinga merupakan jenis APD yang bermanfaat untuk melindungi telinga dari kebisingan. Alat ini mampu mengurangi tingkat kebisingan hingga 40 dB melalui udara. Pemakaian pelindung telinga ini merupakan kewajiban jika pekerja terpapar oleh kebisingan dengan intensitas 85 dB selama 8 jam atau 40 jam per minggu. *Ear plug* biasanya digunakan oleh ABK yang bekerja di ruang mesin, karena ruang mesin menghasilkan intensitas suara 110-120 dB. Intensitas suara

ini dapat mengakibatkan resiko yang sangat tinggi jika terlalu lama terpapar oleh telinga manusia.

c. *Safety Goggles*

Safety goggles merupakan salah satu alat perlindungan diri yang berperan penting dalam menjaga keamanan mata dari debu, uap, paparan gas, dan percikan. Alat ini terbuat dari bahan plastic transparan dengan lensa yang jernih, yang dapat dilapisi dengan kobalt untuk melindungi dari bahaya radiasi elektromagnetik non-ionisasi, atau dilapisi menggunakan timah hitam yang berfungsi melindungi dari radiasi.

d. *Gloves*

Gloves merupakan salah satu alat perlindungan diri yang digunakan untuk melindungi tangan dari api, suhu, benda tajam, bahan kimia, arus listrik, dan juga dari pukulan dan goresan. Hand gloves ini merupakan APD yang wajib digunakan pada saat bekerja. Namun penggunaan *gloves* ini harus sesuai dengan jenis dan fungsi dari masing-masing pekerjaan yang akan dilakukan.

e. *Safety Shoes*

Alat pelindung diri ini berfungsi melindungi kaki dari timpaan atau benturan dengan benda berat, benda tajam, cairan kimia, kontak dengan arus listrik, dan menjaga tubuh agar tidak tergelincir. *Safety shoes* umumnya memiliki sol yang terbuat dari bahan anti selip, sehingga dapat memberikan cengkeraman yang baik pada permukaan yang licin, basah, atau berminyak di atas kapal.

f. Pakaian pelindung

Pakaian pelindung merupakan jenis pakaian keselamatan yang berfungsi melindungi seluruh tubuh dari suhu ekstrim yang panas atau dingin, percikan bahan berbahaya. pakaian pelindung ini harus dipakai untuk menjamin keselamatan di kapal. pakaian pelindung ini biasanya terbuat dari bahan yang ringan dan nyaman, sehingga memungkinkan awak kapal untuk bekerja lebih leluasa dan nyaman di berbagai kondisi cuaca.

Walaupun sudah mengutamakan keselamatan kerja tetapi pada saat bekerja di atas kapal masih banyak resiko yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Salah satu kecelakaan kerja yang sangat mudah menyebabkan kematian seseorang adalah saat memasuki ruangan tertutup tanpa menggunakan prosedur yang tepat. Bekerja di dalam ruangan tertutup mempunyai resiko terhadap keselamatan dan Kesehatan pekerja di dalamnya. Oleh karena itu diperlukan aturan dalam rangka memberikan jaminan perlindungan terhadap pekerja dan aset lainnya, baik melalui peraturan perundang-undangan, program memasuki ruangan berbahaya dan persyaratan ataupun prosedur untuk memasuki dan bekerja di dalam ruangan tertutup. Seperti sudah dibahas sebelumnya ruangan tertutup mengandung gas berbahaya yang dapat meracuni tubuh jika terhisap oleh manusia. Karena adanya resiko yang tinggi, maka pada saat ABK akan bekerja di dalam ruangan tertutup maka perlu diperhatikan prosedur keselamatan pada saat memasuki ruangan tertutup. Adapun prosedur yang harus dipatuhi pada saat akan bekerja di ruangan tertutup kapal.

- a. Ventilasi yang efektif secara terus menerus, selama orang-orang berada di dalam tangki kompartemen.
 - b. Pengetesan terhadap kandungan oksigen menggunakan alat pengukur oksigen bila tersedia.
 - c. Pengetesan terhadap kandungan gas berbahaya di dalam ruangan tertutup menggunakan alat pendeteksi gas berbahaya bila tersedia.
 - d. Sarana komunikasi disediakan dalam suatu sistem isyarat-isyarat yang disetujui serta dimengerti oleh personal yang terlibat.
 - e. Pencahayaan tetap, seperti air- turbo lights
4. Gas Berbahaya

Gas- gas yang memiliki sifat beracun merupakan gas yang dapat bereaksi dengan darah dan bisa menyebabkan kematian. Sedangkan gas berbahaya yaitu gas pengotor yang dapat menyebabkan bahaya bagi lingkungan sekitar maupun kehidupan manusia yang menghirup gas berbahaya tersebut. Gas berbahaya sering ditemukan di ruangan tertutup karena sirkulasi udara yang buruk, sehingga gas-gas berbahaya yang mungkin terbentuk atau masuk ke dalam ruangan tidak dapat keluar dengan mudah. Terdapat beberapa macam gas berbahaya di ruangan tertutup mesin yang sering di temukan di antaranya:

- a. Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida (CO₂) merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang tersusun dari dua atom oksigen yang saling terikat secara kovalen dengan memiliki satu atom karbon. Karbon dioksida berbentuk gas pada keadaan sektoral dan tekanan standar. Kandungan

karbon dioksida di udara bervariasi antara 0,03% (300 ppm) tergantung pada lokasi dimana karbon dioksida tersebut dihasilkan (Majiid, 2023). Kandungan karbon dioksida yang berlebih dapat menyebabkan serangan jantung dan dapat mengurangi kekuatan kontraksi. Pada konsentrasi 3% volume di udara, mengandung sedikit efek narkotika dan dapat meningkatkan tekanan darah. Karbon dioksida pada konsentrasi 8% dapat menyebabkan sakit kepala, berkeringat, penglihatan kabur, tremor dan tidak sadarkan diri setelah 5 sampai 10 menit berjalan. Pada ruangan tertutup, karbon dioksida naik ke tingkat yang lebih tinggi daripada di luar ruangan. Pada konsentrasi 25-30% dapat menyebabkan koma dan konvulsi dalam satu menit. Pada konsentrasi 50% dapat menimbulkan gejala seperti hipokalemia termasuk spasme karpopedal (Widodo et al., 2017)

b. Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida merupakan senyawa diatomic yang berbentuk gas, transparan, tanpa aroma, dan mudah sekali menyala. Senyawa dalam karbon monoksida ini digunakan dalam produksi berbagai jenis bahan organik dan anorganik. Namun, gas tersebut sangat berbahaya bagi manusia, gas ini dikenal sebagai pembunuh tersembunyi karena kehadirannya yang tidak bisa dideteksi melalui indera penglihatan maupun penciuman manusia (Widodo et al., 2017)

Menurut (Zusuki et al, 2021) ketika gas karbon monoksida (CO) dihirup, ia akan masuk ke dalam sistem peredaran darah dan menghalangi oksigen yang diperlukan tubuh untuk berfungsi.

Akibatnya, tingkat oksigen dalam tubuh menurun drastis, yang menyebabkan kondisi kesehatan penumpang memburuk secara signifikan.

Paparan karbon monoksida (CO) dalam ruangan tertutup di kapal adalah ancaman serius bagi keselamatan awak kapal serta penumpang. Kadar CO yang tinggi dapat mengganggu kinerja dan kewaspadaan awak kapal, mengurangi kemampuan merespon situasi darurat dengan cepat dan tepat. Strategi pemeriksaan kandungan CO di dalam ruangan tertutup mencakup pemeriksaan rutin, ventilasi yang memadai untuk menghilangkan gas CO, pemasangan *detector* CO untuk peringatan dini dan pelatihan awak kapal tentang bahaya CO. Dengan implementasi strategi yang tepat, risiko terhadap bahaya CO dapat dihindari dan lingkungan yang aman dan sehat dapat dipertahankan di dalam kapal.

5. Sensor gas MQ-135

Sensor gas MQ-135 yaitu alat yang dapat digunakan untuk mengukur keberadaan dan kadar berbagai gas berbahaya seperti amonia, benzena, asap, CO, dan NO₂ di udara. Sensor ini bekerja dengan mengubah nilai resistansi pada output analognya sesuai konsentrasi gas yang terdeteksi. Selain output analog, sensor ini juga menyediakan output digital dengan sensitivitas yang dapat diatur melalui trimpot, sehingga cocok untuk aplikasi monitoring kualitas udara dan peringatan dini terhadap polusi gas berbahaya di lingkungan sekitar. Sensor ini memiliki tegangan kerja 5V dan konsumsi daya relatif rendah, memudahkan integrasinya dengan

mikrokontroler seperti Arduino untuk berbagai proyek IoT terkait kualitas udara (Maulana et al., 2023).

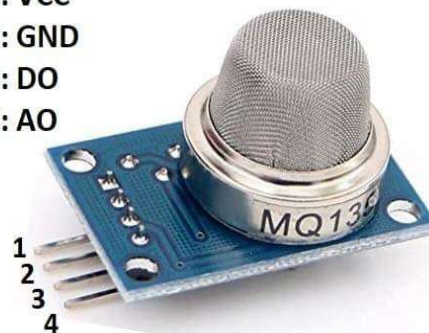


Gambar 2. 2 Sensor Gas MQ-135

Sumber: <https://microcontrollerslab.com/wp-content/uploads/2022/06/MQ-135-Gas-Sensor-Overview.jpg>

Sensor ini beroperasi pada pasokan 5V dengan 150 mA konsumsi. Diperlukan pemanasan awal 20 detik sebelum pengoperasian, untuk mendapatkan keluaran yang akurat. Terdapat terdapat pin sensor sensor MQ-135 ditunjukkan di bawah ini:

- Pin1: VCC**
- Pin2: GND**
- Pin3: DO**
- Pin4: AO**



Gambar 2. 3 Konfigurasi Pin Sensor Gas MQ-135

Sumber: <https://www.electrovigyan.com/wp-content/uploads/2022/03/mq135-Copy.jpg>

Keterangan:

- a. Pin 1:VCC (+5Volt)

Pin ini mengacu pada catu daya positif 5V yang memberikan daya pada modul sensor MQ-135.

b. Pin 2: GND (Ground)

Pin ini menghubungkan modul sensor MQ-135 ke ground.

c. Pin 3: Digital Out (DO)

Pin ini mengacu pada pin keluaran digital yang dapat memberikan keluaran digital dengan cara mengatur nilai ambang batas dengan bantuan *potensiometer*. Pin ini digunakan untuk mendeteksi dan mengukur gas tertentu dan membuat sensor MQ-135 bekerja tanpa menggunakan mikrokontroler.

d. Pin 4: Analog Out (AO)

Pin ini berfungsi untuk mengukur gas dalam bentuk PPM, menghasilkan sinyal keluaran analog 0V hingga 5V dan bergantung pada intensitas gas yang terkandung.

6. *Wemos D1*

Wemos D1 adalah board kontroler yang dikembangkan berdasarkan IC ESP8266, yang merupakan IC komunikasi WiFi, Wemos D1 dirancang memiliki fungsi seperti Arduino Uno, akan tetapi wemos D1 memiliki keunggulan dari segi spesifikasi dimana wemos D1 memiliki core yakni ESP8266EX yang mempunyai prosesor 32-bit, sementara itu Arduino Uno memakai core AVR dengan prosesor 8-bit. Board ini sendiri dapat diprogram menggunakan Arduino IDE layaknya Arduino Uno dan board Arduino-series lainya (Hamid et al., 2023).

Mirip dengan Arduino, Wemos D1 memiliki kelebihan dengan adanya WiFi yang terintegrasi di dalamnya, meskipun memiliki jumlah port yang lebih sedikit dibandingkan dengan Arduino. Untuk memasukkan program

ke dalam Wemos D1, digunakan aplikasi Arduino, dan Bahasa pemrogramannya adalah C++. Pada versi 3.0 Wemos D1 menggunakan tipe ESP-12E yang lebih stabil daripada ESP-12. Selain itu, terdapat pin yang dikhususkan untuk komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface) dan PWM (Pulse Width Modulation) yang tidak tersedia di versi 0.9. ESP8266 menggunakan WiFi 2,4 GHz dan mendukung standar keamanan WPA/WPA2.

7. Buzzer



Gambar 2. 4 Buzzer

Sumber: <https://www.elprocus.com/wp-content/uploads/Buzzer-Pin-Configuration.jpg>

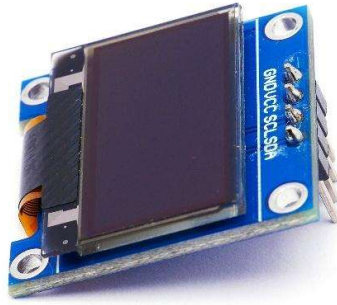
Buzzer merupakan suatu komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet. Kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap Gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga menyebabkan udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* bermanfaat sebagai indikator bahwa suatu proses telah selesai atau

terjadi sesuatu sesuai dengan penerapan *buzzer* tersebut (Inggi & Pangala, 2021). *Buzzer* akan menghasilkan getaran bunyi jika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer*. *Buzzer* mempunyai 2 kaki, satu kaki berfungsi sebagai kaki positif dan satu yang lainnya sebagai kaki negative.

8. LCD Oled i2C

OLED, atau Organic Light-Emitting Diode, merupakan teknologi tampilan yang memanfaatkan bahan organik untuk menghasilkan cahaya ketika dialiri arus listrik. Berbeda dari LCD konvensional, OLED tidak membutuhkan backlight, sehingga lebih efisien dalam penggunaan daya dan memberikan kontras yang lebih tajam, sangat sesuai untuk kondisi pencahayaan rendah atau gelap. Layar OLED biasanya berukuran kecil, seperti 0.91 atau 0.96 inci, dengan resolusi sekitar 128x32 atau 128x64 piksel, dan mampu menampilkan teks serta gambar secara efektif.

I2C merupakan protokol komunikasi serial yang berfungsi untuk menyambungkan mikrokontroler dengan perangkat tambahan seperti OLED. Protokol ini hanya membutuhkan dua jalur utama, yakni SCL (untuk clock) dan SDA (untuk data), sehingga mempermudah koneksi antar perangkat dan mengurangi penggunaan pin pada mikrokontroler. OLED yang menggunakan interface I2C sangat diminati untuk membuat prototipe perangkat embedded berkat kesederhanaannya dalam penggunaan dan kesesuaiannya dengan berbagai jenis mikrokontroler, termasuk Arduino, wemos d1, ESP32, dan yang serupa.



Gambar 2. 5 LCD Oled i2C

Sumber:<https://nettigo.eu/system/images/2665/original.JPG?1578141285>

Pin diagram LCD Oled i2C di tunjukan sebagai berikut:

a. VCC (Power Supply)

Pin untuk tegangan positif (biasanya 3.3V atau 5V, tergantung modul). Hubungkan ke pin VCC pada mikrokontroler seperti Wemos D1.

b. GND (Ground): Pin ground.

Hubungkan ke GND pada mikrokontroler.

c. SCL (Serial Clock):

Pin clock untuk komunikasi I2C. Hubungkan ke pin SCL pada mikrokontroler (misalnya D1 pada Wemos D1, yang merupakan GPIO5).

d. SDA (Serial Data):

Pin data untuk komunikasi I2C. Hubungkan ke pin SDA pada mikrokontroler (misalnya D2 pada Wemos D1, yang merupakan GPIO4).

e. (Opsional) RES/RESET:

Pin reset (jika ada). Hubungkan ke pin digital pada mikrokontroler untuk reset manual, atau biarkan floating jika tidak digunakan.

9. *Power Supply*

Wemos D1 ini dapat disuplai dengan menggunakan koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Suplai eksternal (non USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Adaptor dapat bekerja dengan menghubungkan sebuah center-positive plug yang panjangnya 2.1 mm ke power jack dari board. Kabel lead dari sebuah battery dapat dimasukkan ke dalam header/ kepala pin Ground dan pin Vin dari konektor power. Board Arduino dapat beroperasi pada sebuah supply eksternal 6 sampai 20 Volt. Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranya pin 5 Volt mungkin mensuplai kecil dari 5 Volt dan board Arduino bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan supply yang lebih dari besar 12 Volt, voltage regulator bisa kelebihan panas dan membahayakan board Arduino (Inggi & Pangala, 2021).

Pada gambar 2.6 merupakan kerangka penelitian, kerangka penelitian ini menjelaskan panduan yang digunakan oleh peneliti untuk mengarahkan proses penelitian dari awal sampai akhir. Kerangka pemikiran dibuat untuk mempermudah oleh peneliti dalam menyusun karya ilmiah terapan. Adapun tahapan dari kerangka pemikiran yang dibuat peneliti antara lain:

1. Studi Literatur

Dalam tahapan awal penelitian ini tahap awal yang dilakukan adalah studi literatur. Studi literatur merupakan sebuah metode penelitian yang melibatkan pengumpulan dan analisis sumber-sumber informasi yang relevan dengan topik atau bidang penelitian tertentu. Sumber-sumber ini dapat berupa buku, artikel ilmiah, laporan penelitian, tesis, dan dokumen lain yang telah dipublikasikan. Dengan studi literatur membantu peneliti memahami konteks dan perkembangan terbaru dalam bidang penelitian yang sedang dipelajari.

2. Studi Lapangan

Pada tahap studi lapangan ini peneliti melakukan observasi dengan mengumpulkan data mengenai kinerja alat pendeteksi gas berbahaya yang sudah ada di lapangan. Pengumpulan data bisa dilakukan dengan cara melakukan observasi, wawancara, survey, atau metode lain untuk mengumpulkan data secara langsung dari lokasi penelitian.

3. Perancangan Sistem

Setelah melakukan studi literatur dan studi lapangan maka dilakukan perancangan sistem dari alat yang akan dirancang. Dalam perancangan sistem ini diperlukan diagram alir sistem untuk menggambarkan alur kerja

dan interaksi antara komponen-komponen utama dalam alat yang akan dirancang. Dalam perancangan sistem ini juga di perlukan alat dan bahan yang diperlukan dalam merancang alat pendeteksi gas berbahaya. pastikan alat dan bahan yang digunakan sesuai dengan spesifikasi sistem yang telah ditetapkan.

4. Perancangan Alat

Setelah diagram alir sistem dan komponen alat dan bahan sudah disiapkan selanjutnya adalah perancang alat atau sistem secara rinci. Dalam perancangan alat ini komponen alat dan bahan disusun sesuai rangkaian yang telah disimulasikan di CATIA V5R20.

5. Pengujian Alat

Setelah alat selesai dibuat maka langkah selanjutnya yaitu pengujian alat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui respon alat pendeteksi gas berbahaya ini jika dikenai gas berbahaya. Jika alat tidak sesuai maka langkah akan kembali ke perancangan alat untuk mengetahui apa yang membuat rancangan alat tersebut tidak berfungsi dengan baik. Jika alat sesuai maka penelitian berhasil sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

BAB III

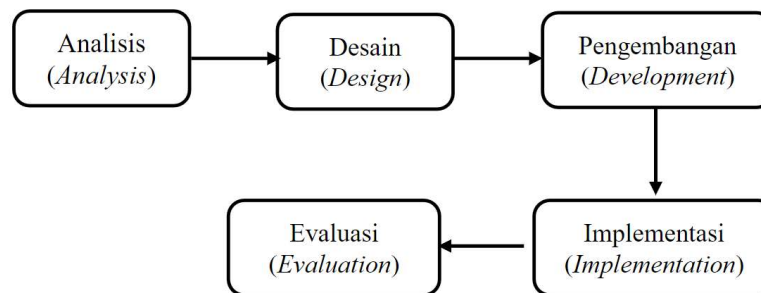
METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Pengertian perancangan sistem merupakan membangun suatu model sistem berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah agar tujuan dari penelitian dapat tercapai. Menurut Mulyani perancangan sistem ialah tahapan merencanakan dan mengelola elemen-elemen suatu sistem agar dapat berjalan secara efisien dan efektif sesuai dengan sasaran yang diharapkan. Proses perancangan sistem melibatkan analisis kebutuhan, pembuatan model sistem, seleksi komponen, pengujian, dan penerapan. Sebuah perancangan sistem yang optimal, diharapkan sistem mampu beroperasi secara maksimal dan dapat mendukung tercapainya tujuan yang diinginkan.

1. Jenis Penelitian

Menurut (Destiniar et al., 2021) pada penelitian ADDIE terdiri dari lima tahapan yaitu (Analyse, Design, Development, Implementation, Evaluation). Metode penelitian ADDIE ini merupakan model pengembangan efektif yang menuntut kesesuaian antara pendekatan yang akan digunakan dengan produk yang akan dihasilkan.



a. Analisis

pada tahapan ini dilakukan perumusan masalah yang mendasari dan dilakukannya penelitian untuk mendeteksi gas berbahaya yang ada di kamar mesin kapal. Perumusan masalah dapat diperoleh dari hasil observasi melalui sumber literasi seperti buku, jurnal, artikel, dan studi literatur.

b. Desain

Pada tahap ini dibuat skema diagram blok dan *flowchart* yang menjadi acuan dalam perancangan alat pendeteksi gas berbahaya di kamar mesin kapal.

c. Pengembangan

Pada tahap ini dilakukan penentuan komponen elektronika serta menyiapkan *software* pendukung pembuatan alat dan pengembangan alat, pada *software* agar alat dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan, yaitu algoritma dari sistem berhasil mendeteksi masukan dari sensor dan dapat menampilkan *output* status bahaya.

d. Implementasi

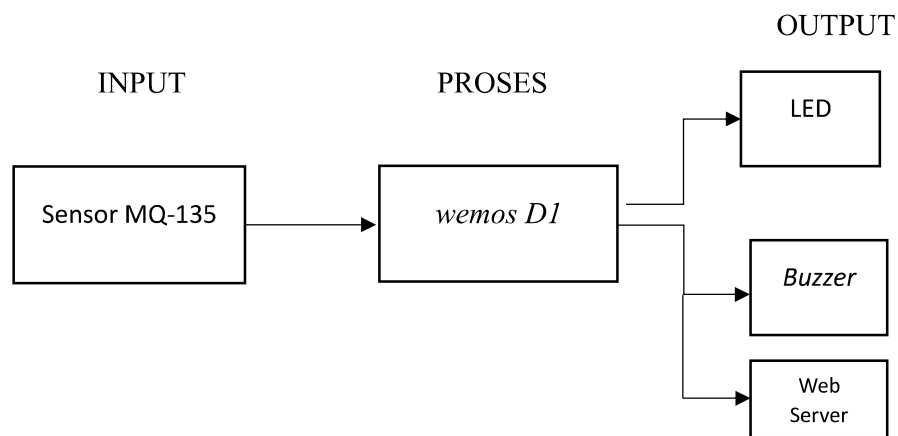
Setelah alat berhasil dirancang, dilakukan pengujian awal untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik dan alat mampu mendeteksi gas sesuai dengan spesifikasinya.

e. Evaluasi

Pada proses ini dilakukan evaluasi alat dan sistem untuk mengetahui keberhasilan perancangan alat berdasarkan permasalahan yang sudah dibahas.

Dalam metode eksperimen ini terdapat beberapa faktor yang akan diujicobakan, dalam hal ini faktor yang diujicobakan adalah *prototype* alat pendeteksi gas berbahaya di kamar mesin untuk menjaga keselamatan ABK berbasis wemos D1 . Sensor yang digunakan menggunakan sensor MQ-135 dengan output berupa LCD dan buzzer. Ketika alat sudah dapat dipasang maka peneliti akan meneliti tentang respon alat untuk mendeteksi gas berbahaya di ruang tertutup kamar mesin. Alat yang dirancang ini berfungsi memberikan peringatan dini kepada ABK jika terdeteksi gas berbahaya ketika ingin bekerja di ruang tertutup.

2. Blok Diagram Alat



Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan Alat
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Keterangan blok diagram alat:

Sensor MQ-135 digunakan sebagai pendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂).

a. *wemos D1* digunakan sebagai alat pemroses data analog dari sensor dan akan mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke alat LCD dan

buzzer hasil pembacaan tersebut ditampilkan pada web browser untuk pemantauan secara mobile..

- b. LCD digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor MQ-135.
- c. *Buzzer* berfungsi sebagai pemberi peringatan alarm jika terdeteksi adanya gas berbahaya.

Cara kerja alat pendeteksi gas berbahaya berbasis *wemos D1* dengan menggunakan sensor MQ-135 bekerja dengan mengukur kadar gas berbahaya di dalam ruangan tertutup. Data inputan hasil dari pembacaan sensor MQ-135 akan terhubung dengan rangkaian *wemos D1* . Kemudian *wemos D1* akan memproses hasil deteksi objek dan akan di tampilkan output berupa LCD 16×2 untuk konfirmasi data. *Buzzer* akan aktif dan berbunyi jika terdeteksi adanya gas berbahaya di dalam ruangan tersebut.

3. Alat dan Bahan

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2024)

NO	Alat dan Bahan
1.	<i>Wemos D1</i>
2.	Sensor MQ-135
3.	<i>Buzzer</i>
4.	LCD
5.	Baterai

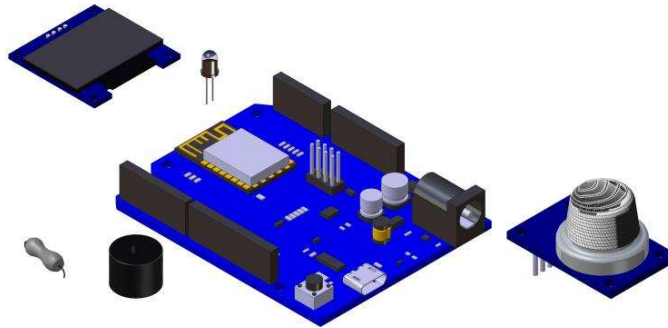
Tabel 3.1 memuat daftar alat dan bahan yang digunakan dalam proses perancangan serta perakitan sistem pendeteksi gas berbahaya. Seluruh komponen yang tercantum berfungsi sebagai bagian pendukung dalam membangun rangkaian elektronik yang mampu mendeteksi gas berbahaya seperti CO dan CO₂ secara otomatis.

B. Perancangan Alat

Konsep dari alat pendeteksi gas berbahaya ini adalah sebagai pendeteksi adanya gas berbahaya di ruangan tertutup. Yang bertujuan untuk memberi peringatan dini agar ABK dapat bekerja di ruangan tersebut dalam keadaan aman. Tujuan perancangan alat adalah untuk mengetahui tata letak komponen yang digunakan, meminimalisir kesalahan dalam proses perakitan.

1. Desain Rangkaian Alat Pendeteksi Gas Berbahaya

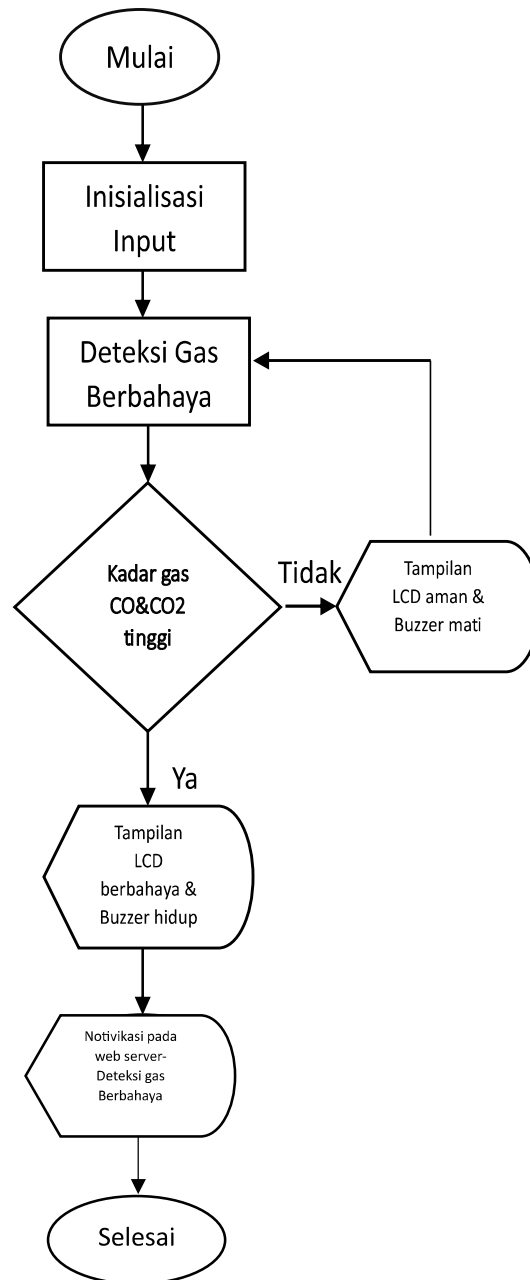
Dalam proses pembuatan desain rangkaian, penulis menggunakan aplikasi CATIA V5R20. CATIA V5R20 merupakan salah satu perangkat lunak yang menerapkan konsep Top Down. Hasil dari proses desain bagian mekanik di CATIA V5R20 adalah model geometri 3D. Model 3D ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk membuat gambar 2D, yaitu dengan cara memproyeksikan atau memotong bagian model 3D sesuai kebutuhan. Model geometri yang dihasilkan oleh perangkat lunak CAD seperti ini sering disebut sebagai "jantung" utama dari sistem CAD/CAM/CAE. Sebab, file-file dari model tersebut menjadi data input penting untuk berbagai proses, seperti pembuatan gambar kerja, analisis dan simulasi di CAE, pembuatan prototipe cepat melalui Rapid Prototyping, proses produksi di CAM, serta proses lainnya.. Berikut gambar rangkaian komponen dari alat pendeteksi gas berbahaya:



Gambar 3. 2 Desain Rangkaian Alat Pendeteksi Gas Berbahaya
Sumber: Dokumen Pribadi (2024)

2. Diagram Alir Sistem Kerja Alat

Gambar flowchart menjelaskan mengenai alur rancangan alat pendeteksi gas berbahaya. Berawal saat program dimulai dilanjutkan dengan inisialisasi input berupa sensor MQ-135. Setelah itu sensor akan bekerja dengan mendeteksi gas berbahaya. Nilai yang dibaca sensor MQ-135 akan dianalisis untuk menentukan apakah kadar gas melebihi batas aman atau tidak. Apabila pembacaan nilai sensor 0% sampai 30%, maka dalam ruangan tertutup terdapat gas berbahaya dimana masih dalam kondisi aman, *buzzer* tidak akan berbunyi, dan pada layar LCD akan menampilkan tulisan “aman”. Apabila pembacaan nilai sensor 31% keatas maka dalam ruangan tersebut terdapat gas berbahaya, *buzzer* akan berbunyi dan layar LCD akan menampilkan tulisan “berbahaya”. Jika kadar CO dan CO₂ tidak melebihi batas yang telah ditentukan maka proses selesai tanpa tindakan lebih lanjut. Langkah terakhir flowchart yaitu selesai, menandakan bahwa proses telah selesai. Berikut merupakan gambar diagram alir sistem kerja alat

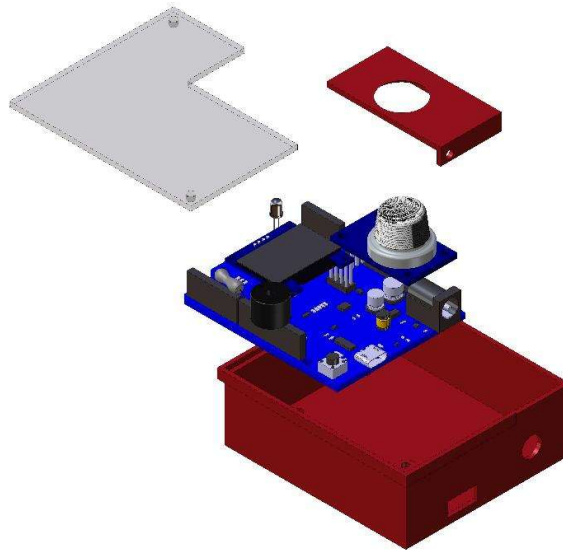


Gambar 3. 3 Diagram Alir Sistem Kerja Alat
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

3. Desain *Prototype* Alat Pendeteksi Gas

Konstruksi alat ini dibuat menggunakan *box project* yang terbuat dari bahan plastik. Isi dalam *box project* ini terdapat rangkaian alat pendeteksi

gas berbahaya. Terdapat *wemos D1* sebagai pengolah data yang terhubung dengan sensor MQ-135, *buzzer* dan juga adaptor sebagai penyedia sumber daya listrik. Box project ini memiliki ukuran Panjang 7,9cm, lebar 7 cm, dan tinggi 2,8 cm. komponen di pasang dengan cara mengebor kotak terlebih dahulu dengan menyesuaikan komponen yang akan terpasang di dalam box proyek tersebut.



Gambar 3. 4 Desain Prototype Alat Pendeteksi Gas
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

C. Rencana Pengujian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan penulis Ketika semester IV saat berada di kampus Politeknik Pelayaran Surabaya, dan dilanjutkan saat praktek layar di semester V sampai VI selama 12 bulan untuk membuat sebuah proyek dan pengambilan data.

2. Lokasi Penelitian

Lokasi dilaksanakannya penelitian tentang pembuatan *prototype* alat pendeteksi gas berbahaya karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) menggunakan sensor MQ-135 di kapal berbasis *wemos D1* dilaksanakan pada saat kegiatan perkuliahan di kampus Politeknik Pelayaran Surabaya dan akan dilanjutkan saat praktek berlayar di kapal MT Plaju.

3. Pengujian Alat

Tujuan dilaksanakannya pengujian alat ini adalah untuk mendapatkan data penelitian. Dalam pengujian alat ini dilakukan dengan dua tahap pengujian yaitu menggunakan uji statis dan uji dinamis.

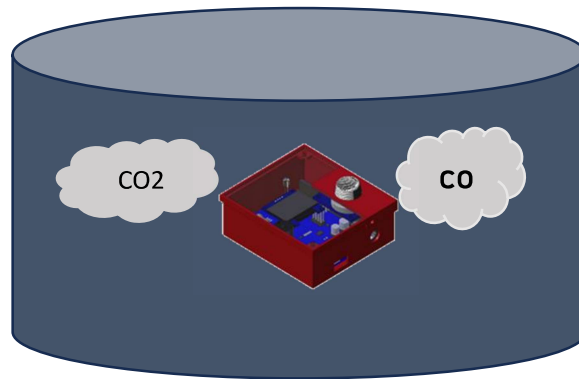
a. Uji Statis

Uji statis ini merupakan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing komponen. Pengujian dilakukan dengan menguji setiap bagian dari komponen yang menyusun alat pendeteksi gas berbahaya ini apakah telah bekerja sesuai dengan fungsinya.

b. Uji Dinamis

Pengujian untuk kerja alat ini dilakukan dengan cara mengoperasikan alat yaitu dengan memasukan alat pendeteksi gas berbahaya di dalam tabung tertutup dan memberikan gas portabel ke dalam tabung tertutup. Pada sensor akan mendeteksi adanya gas berbahaya yang kemudian akan di proses oleh *wemos D1* , sehingga

buzzer akan berbunyi sebagai alarm pemberi peringatan bahwa di dalam ruangan tersebut terdeteksi adanya gas berbahaya. Kemudian pada layar LCD juga akan menampilkan notifikasi bahwa di dalam ruangan tersebut mengandung gas berbahaya yang dapat menyebabkan keracunan pada pernafasan. Untuk tahap pengujian dilakukan oleh ahli yang paham di bidang sistem kontrol, bahkan di bidang teknik elektronik. Berdasarkan hasil pengujian, para ahli memberikan rekomendasi untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut dari alat pendeteksi gas. Ini termasuk peningkatan akurasi sensor, optimasi perangkat lunak, dan penyesuaian desain perangkat keras.



Gambar 3. 5 Uji Alat di Ruang Tertutup
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2024)