

**RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KUALITAS  
UDARA BERBASIS *WEB* PADA KAMAR MESIN  
KAPAL MT. HARSANADI**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Sarjana Terapan

MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN  
NIT. 08.20.013.1.07

**PROGRAM STUDI  
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN  
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
TAHUN 2025**

**RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KUALITAS  
UDARA BERBASIS *WEB* PADA KAMAR MESIN  
KAPAL MT. HARSANADI**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Sarjana terapan

MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN  
NIT. 08.20.013.1.07

**PROGRAM STUDI  
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN  
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
TAHUN 2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN

NIT : 08.20.013.1.07

Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan judul :

**RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KUALITAS UDARA BERBASIS  
WEB PADA KAMAR MESIN KAPAL MT. HARSANADI**

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 tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 30 Januari 2025



MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN  
NIT 08.20.013.1.07

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KUALITAS UDARA  
BERBASIS *WEB* PADA KAPAL MT. HARSANADI**

Nama taruna : MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN

N I T : 08 20 013 1 07

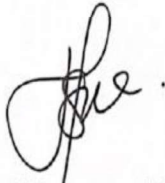
Jurusan : TRKK

Program Studi : Diploma IV Teknik Rekayasa Kelistrikan Kapal Dengan ini dinyatakan telah  
memenuhi syarat untuk diseminarkan

Surabaya, 21 Januari 2025

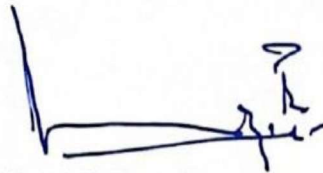
Menyetujui:

Pembimbing I



Hadi Setiyawan, ST., MT.  
NIDN. 0720107003


Pembimbing II



Eddi. A. Md. LLAJ., S.Sos., M.M.  
Pembina Utama Muda (IV/c)  
NIP. 196104091987031012

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa  
Kelistrikan Kapal



Dirhamsyah, S.E., M.Pd.

Penata Tk.1 (III/d)  
NIP. 197504302002121002

**PENGESAHAN**  
**KARYA ILMIAH TERAPAN**

**RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KUALITAS UDARA BERBASIS *WEB***  
**PADA KAMAR MESIN KAPAL MT. HARSANADI**

Disusun Oleh :

MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN

NIT.08.20.013.1.07

Program Studi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal


Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Politeknik Pelayaran Surabaya


Pada tanggal 30 Januari 2025

Menyetujui:


Penguji I

  
Diana Alia, S.T., M.Eng.  
Penata (III/c)  
NIP. 199106062019022003

Penguji II


  
Eddi, A.Md.LLAJ., S.Sos., M.M.  
Pembina Utama Muda (IV/c)  
NIP. 196104091987031012

Penguji III

  
Hadi Setiyawan, ST., MT.  
NIDN. 0720107003

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa  
Kelistrikan Kapal

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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kebesaran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala kuasa, berkat dan anugerahnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Adapun penelitian ini di susun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program Diploma IV Pelayaran di Politeknik Pelayaran Surabaya dengan judul: **“RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KUALITAS UDARA BERBASIS *WEB* PADA KAMAR MESIN KAPAL MT. HARSANADI”**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta memberikan arahan, bimbingan, petunjuk dalam segala hal yang sangat berarti dan menunjang dalam penyelesaian KIT penelitian ini. Perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, Bapak Moejiono, MT., M.Mar.E
2. Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal, Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd.
3. Dosen Pembimbing I, Bapak Hadi Setiyawan, S.T., M.T.
4. Dosen Pembimbing II, Bapak Eddi, A.Md.LLAJ., S.Sos., M.M.
5. Bapak/Ibu dosen Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya lingkungan program studi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal.
6. Kedua orang tua saya, Jeni Isnanto dan Nugraheni Indri Lestari yang telah mendukung serta mendoakan dalam mengerjakan KIT ini.
7. Serta rekan – rekan ANGKATAN XI yang telah membantu dalam proses penulisan Karya Ilmiah Terapan ini.

Semoga kelak penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak, khususnya bagi taruna – taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan mohon maaf atas segala kekurangan.

Surabaya, 30 Januari 2025

Penulis

MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xi</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah. ....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian. ....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. Review Penelitian Sebelumnya. ....	5
B. Landasan Teori. ....	6
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
A. Jenis Penelitian. ....	15
B. Rancangan Sistem.....	16
C. Perancangan Alat. ....	18

D. Rencana Pengujian. ....	20
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
A. Hasil Pengujian.....	23
B. Penyajian Data .....	31
C. Analisis Data.....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>
A. Kesimpulan.....	41
B. Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....	5
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan yang dibutuhkan. ....	19
Tabel 3. 2 Persyaratan Kimia. ....	21
Tabel 3. 3 Rentang Nilai. ....	22
Tabel 4. 1 Pengujian asap sepeda motor .....	33
Tabel 4. 2 Pengujian asap mobil .....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kamar Mesin .....	7
Gambar 2. 2 ESP32 .....	9
Gambar 2. 3 ESP32 Pin <i>Layout</i> .....	10
Gambar 2. 4 Sensor MQ-135 .....	11
Gambar 2. 5 <i>Datasheet</i> MQ-135 .....	11
Gambar 2. 6 Sensor MQ-7 .....	12
Gambar 2. 7 <i>Datasheet</i> MQ-7 .....	12
Gambar 2. 8 <i>LCD</i> 16x2 .....	13
Gambar 2. 9 MQTT .....	14
Gambar 3. 1 Diagram Blok .....	16
Gambar 3. 2 Flowchart .....	17
Gambar 3. 3 Wiring Diagram .....	18
Gambar 3. 4 Konfigurasi MQTT Broker .....	19
Gambar 3. 5 Tampilan <i>WEB</i> .....	20
Gambar 4. 1 Mikrokontroller aktif .....	24
Gambar 4. 2 Adaptor DC. ....	24
Gambar 4. 3 Sensor MQ-135 .....	25
Gambar 4. 4 Sensor MQ-7 .....	25
Gambar 4. 5 Serial monitor pada Arduino IDE .....	26
Gambar 4. 6 <i>Output</i> LCD 16x2 .....	27
Gambar 4. 7 Tampilan parameter sebelum pengujian. ....	28
Gambar 4. 8 Tampilan parameter setelah pengujian .....	28
Gambar 4. 9 Komponen pada alat .....	29

Gambar 4. 10 Tampilan pemrograman menggunakan Arduino IDE.....	30
Gambar 4. 11 Penyajian data pada LCD 16x2 .....	32
Gambar 4. 12 Penyajian data pada <i>web</i> . ....	32
Gambar 4. 13 Tampilan pengujian pada Sensor MQ-135.....	34
Gambar 4. 14 Tampilan pengujian pada Sensor MQ-7.....	35
Gambar 4. 15 Grafik percobaan deteksi gas CO.....	36
Gambar 4. 16 Grafik percobaan deteksi gas CO <sub>2</sub> .....	37
Gambar 4. 17 Grafik percobaan deteksi gas NO <sub>2</sub> .....	37
Gambar 4. 18 Grafik delay pengiriman data gas CO .....	38
Gambar 4. 19 Grafik delay pengiriman data gas CO <sub>2</sub> .....	39
Gambar 4. 20 Grafik delay pengiriman data gas NO <sub>2</sub> .....	39

## ABSTRAK

MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN, 2025. NIT 0820013107, "Rancang Bangun Alat Monitor Kualitas Udara berbasis *WEB* pada Kapal MT. Harsanadi" Dibimbing oleh Bapak Hadi Setiyawan, ST., MT selaku pembimbing I dan Bapak Eddi, A.Md.LLAJ., S.Sos., M.M selaku pembimbing II.

Kamar mesin kapal adalah ruang yang berfungsi sebagai pusat penggerak utama kapal dan sistem pendukungnya, mencakup mesin utama, generator, sistem perpipaan, serta peralatan bantu lainnya yang mendukung operasional kapal secara keseluruhan. Guna meningkatkan pengawasan, diperlukan monitoring langsung terhadap kualitas udara dalam ruang mesin kapal. Alat monitor dibuat dengan tujuan memudahkan dalam memonitor kualitas udara pada ruang mesin kapal.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen yang digunakan untuk melakukan pengembangan sebuah alat dan melakukan penelitian berupa eksperimen untuk menguji efektivitas suatu alat. Peneliti melakukan pengujian Alat monitor kualitas udara berbasis *Web*, dengan menggunakan ESP32 sebagai Mikrokontroller, Sensor MQ-135 dan Sensor MQ-7 untuk pendeteksi gas, Serta LCD 16x2 dan *Software* MQTT dengan Node-Red sebagai *Output*.

Hasil pengujian menunjukkan pembacaan sensor bekerja sesuai dengan rencana awal, pengujian menggunakan asap kendaraan motor dan mobil serta *portable gas* menunjukkan hasil yang berbeda. Pada asap kendaraan motor dan mobil menunjukkan nilai kandungan gas yang sama. Selanjutnya pada pengiriman data *output* yang akan ditampilkan melalui *web* terdapat *delay*. Dalam pengujian sebanyak 10x percobaan selama 15 menit, terdapat *delay* selama 1.5 detik. Hal ini disebabkan adanya perbedaan besaran *input* jaringan internet pada pengiriman data. Maka dari itu diperlukan koneksi internet yang mumpuni untuk menjalankan program.

**Kata Kunci :** *Web*, Sensor MQ-135, Sensor MQ-7, ESP32, *delay*, *portable gas*.

## **ABSTRACT**

MUHAMMAD FATHAN YAZID DARMAWAN, 2025. NIT 0820013107, "*Design and Development of WEB-based Air Quality Monitoring Tools on Ships MT. Harsanadi*". Supervised by Hadi Setiyawan, ST., MT as supervisor I and Eddi, A.Md.LLAJ., S.Sos., M.M as supervisor II.

*The ship's engine room is a room that functions as the main driving center of the ship and its supporting systems, including the main engine, generator, piping system, and other auxiliary equipment that supports the overall operation of the ship. In order to improve supervision, direct monitoring of the air quality in the ship's engine room is required. The monitoring tool is made with the aim of facilitating monitoring of air quality in the ship's engine room.*

*This research uses experimental research methods which are used to develop a tool and conduct research in the form of experiments to test the effectiveness of a tool. Researchers tested a Web-based air quality monitoring tool, using ESP32 as a microcontroller, MQ-135 sensor and MQ-7 sensor for gas detection, as well as a 16x2 LCD and MQTT software with Node-Red as output.*

*The test results show that the sensor readings work according to the initial plan, testing using motorcycle and car exhaust fumes and portable gas shows different results. The motorcycle and car exhaust fumes show the same gas content value (normal conditions), while the portable gas shows a different value with a higher gas content. Furthermore, there is a delay in sending output data that will be displayed via the web. In testing as many as 10 trials for 15 minutes, there was a delay of 1.5 seconds. This is due to the difference in the size of the internet network input in sending data. Therefore, a capable internet connection is needed to run the program.*

**Keywords :** *Web, MQ-135 Sensor, MQ-7 Sensor, ESP32, delay, portable gas.*

## **BAB I PENDAHULUAN**

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

*Engine room* merupakan suatu ruangan khusus dikapal yang didalamnya terdapat mesin-mesin, serta muatannya (muat dan bongkar), termasuk untuk penunjang kehidupan awak kapal dan orang-orang lain diatas kapal ([www.maritimeworld.com](http://www.maritimeworld.com), 2011). Di dalam *engine room* juga terdapat berbagai pompa dan instalasi lain pendukung. Banyaknya komponen mesin pada *engine room*, menimbulkan berbagai potensi bahaya. Berbagai mesin serta komponen lain yang terdapat dalam *engine room*, apabila tidak dirawat dan dioperasikan oleh seorang operator yang tidak terlatih, berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja.

Mesin juga merupakan komponen penting dalam berbagai jenis transportasi agar bisa beroperasi, tak terkecuali transportasi kapal, mulai dari kapal tanker, kapal kargo, kapal perang, kapal *container*, kapal penumpang, dan lain-lain. Dalam sebuah kapal terdiri dari berbagai mesin, mulai dari mesin induk (*main propulsion engine*), mesin-mesin bantu (*auxiliary engines*), mesin generator (*generator engine*), mesin ac, mesin pendingin (*refrigerator*), mesin-mesin darurat (*emergency engines*), mesin kemudi (*steering gear*), mesin jangkar (*windlass*), mesin kapstan (penarik tali tambat), mesin pengangkat muatan (*crane*), serta mesin-mesin dek (*deck machineries*). Berbagai mesin saling berinteraksi, dimana mesin tersebut dibutuhkan untuk operasi kapal (menjalankan kapal/berlayar). Mesin tersebut berada dalam satu ruangan yang disebut *engine room*.

Gas buang adalah hasil samping dari proses pembakaran bahan bakar di mesin kapal. Meskipun diperlukan untuk menghasilkan tenaga yang mendukung propulsi dan operasional kapal, gas buang mengandung berbagai polutan yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Minyak disel/solar yang dibakar di mesin kapal mengeluarkan sejumlah gas seperti NO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>.

Bahaya gas buang di kapal tidak hanya terbatas pada dampak lingkungan. Paparan langsung terhadap gas buang dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi awak kapal, termasuk gangguan pernapasan, iritasi mata, dan peningkatan risiko penyakit jantung. Dalam ruang mesin, di mana konsentrasi gas buang dapat meningkat, risiko ini menjadi lebih signifikan. Oleh karena itu, sistem ventilasi yang baik dan pemantauan kualitas udara di ruang mesin sangat penting untuk menjaga keselamatan awak.

Alat yang akan dibuat akan digunakan untuk mendeteksi seberapa besar kandungan dari gas CO, CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> pada suatu ruangan tertutup. Alat ini menggunakan sensor gas MQ dengan tipe berbeda berdasarkan sensitivitas dari gas tersebut. Kedua sensor ini nantinya akan terhubung dengan mikrokontroler ESP32 untuk memproses data *input*, setelah data *input* diproses selanjutnya di tampilkan melalui *LCD* yang telah dihubungkan ke ESP32 sebagai *Output*. Selain ditampilkan melalui *LCD*, *output* akan ditampilkan antarmuka melalui *web* menggunakan *IoT MQTT Panel*. Data dikirimkan melalui ESP32 ke MQTT Broker. Nilai dari Kualitas udara yang tersimpan di *MQTT broker* dapat diakses oleh pengguna menggunakan *web* melalui mekanisme protokol *MQTT publish-subscribe*.

Maka dari itu dengan adanya permasalahan ini penulis ingin mengembangkan dan menggabungkan teknologi yang akan digunakan sebagai judul karya ilmiah terapan yaitu,

**“RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KUALITAS UDARA BERBASIS *WEB* PADA KAPAL MT. HARSANADI”** Agar menjadi bahan masukan dan tambahan ilmu bagi para pembaca pada umumnya dan para pelaut yang akan bekerja di Kapal pada khususnya.

#### **B. Rumusan Masalah.**

1. Bagaimana Keandalan sistem kerja pada Alat Monitor Kualitas udara berbasis *web*?
2. Bagaimana *Delay Web* pada Alat Monitor Kualitas udara berbasis *web*?

#### **C. Batasan Masalah.**

Penulis membatasi pembahasan pada penelitian ini pada topik sebagai berikut :

1. Pendeteksi kadar CO, CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> dalam udara menggunakan sensor mq-135 dan mq-7.
2. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler pendeteksi kualitas udara.
3. Output yang ditampilkan melalui *LCD* dan Tampilan antarmuka yang dapat diakses melalui *web* menggunakan perangkat *IoT* MQTT Panel yg terkonfigurasi melalui MQTT Broker menggunakan ESP32.



**D. Tujuan Penelitian.**

Berdasarkan permasalahan diatas, maka tujuan penulisan ini adalah:

1. Untuk merancang alat monitor kualitas udara berbasis *web* pada kapal.
2. Untuk mengetahui kinerja alat monitor kualitas udara berbasis *web* pada kapal.

**E. Manfaat Penelitian.**

1. Manfaat Teoritis.
  - a. Menambah pengetahuan tentang bagaimana alat monitor kualitas udara berbasis *web* pada kapal bekerja.
  - b. Menambah ilmu pengetahuan bagaimana cara memonitoring kualitas udara untuk menunjang keselamatan kerja.
2. Manfaat Praktis.
  - a. Untuk meningkatkan kesadaran pada teknisi tentang pentingnya penggunaan sensor guna keselamatan kerja khususnya saat memasuki ruang tertutup seperti *Engine Room*.
  - b. Untuk memudahkan teknisi kapal dalam memonitoring kualitas udara yang ada pada *Engine Room* guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Review Penelitian Sebelumnya.

Berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, perlu adanya *review* penelitian sebelumnya untuk mencari perbandingan antara penelitian terdahulu dan menunjukkan orisinilitas penelitian. Selain itu, penelitian terdahulu juga dapat digunakan sebagai referensi bagi penulis. Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang menjadi acuan dan bahan referensi yang menunjang penulis untuk melakukan penelitian terkait pola komunikasi lainnya yaitu :

Tabel 2.1 *Review* Penelitian Sebelumnya

No.	Judul Jurnal	Penulis	Kesimpulan	Perbedaan Penelitian
1	Rancang Bangun Pendeteksi Kebocoran Gas Konsentrasi Amonia (NH <sub>3</sub> ) menggunakan Modul Wifi ESP8266 (2019).	Lukman Nur Hakim, Ahmad Taqwa, Ibnu Ziad	Penelitian ini bertujuan sebagai studi awal sebelum melakukan pengujian agar mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Pada penerapan rancang bangun monitoring ini agar dapat mempermudah user untuk mengetahui keadaan jika terjadi kebocoran atau tidak pada gas ammonia. Hasil pada penelitian ini berupa perancangan monitoring terhadap kualitas udara dengan menggunakan sensor MQ-137 yang akan mendeteksi kebocoran gas ammonia, dengan modul wifi ESP8266 sebagai modul pengiriman data ke web server berbasis Arduino UNO R3, serta penggunaan metode fuzzy untuk membantu menyelesaikan permasalahan pada penelitian.	Perbedaan penelitian antara penulis dan karya dari Lukman dkk, terletak pada penggunaan Sensor dan mikrokontroller. Jika pada penelitian ini menggunakan Sensor MQ-137 dan Arduino Uno R3, maka pada penelitian penulis menggunakan Mikrokontroler ESP32, Sensor MQ-135 dan MQ-7 serta menggunakan MQTT sebagai output dari nilai sensor yang telah dibaca.
2.	Rancang Bangun Kontroling Kadar Udara dan Gas	Junaedy, Sajjah, Zhahira	Berdasarkan hasil penelitian dari perancangan system	Perbedaan penelitian antara penulis dan karya dari Junaedy dkk,

	berbahaya CO,CO2 dalam ruangan berbasis Mikrokontroller (2022).	Azzahrah, Idaryani.	kontrolling kadar udara dapat disimpulkan bahwa Alat kontrolling kadar udara CO dan CO2 menggunakan mikrokontroler telah berhasil dirancang, dengan beberapa tambahan komponen lainnya seperti sensor MQ-135, Sensor MQ-7, LCD, LED, Blower, Relay. Keseluruhan komponen ini saling terintegrasi sehingga salah satu yang terganggu atau eror maka perancangan ini tidak akan berfungsi dengan baik. Pengujian system ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa perancangan dapat berjalan baik yaitu sensor dapat mendeteksi kadar udara dan kadar gas dalam ruangan tersebut >3.00 ppm maka led berwarna merah dan blower akan jalan secara otomatis.	terletak pada penggunaan mikrokontroller dan beberapa komponen tambahan. Jika pada penelitian ini menggunakan Arduino uno dan Sensor MQ-135 serta MQ-7, maka pada penelitian penulis menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan menggunakan MQTT sebagai output dari nilai sensor yang telah dibaca agar monitor lebih efektif.
--	-----------------------------------------------------------------	---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## B. Landasan Teori.

### 1. Kamar Mesin

Menurut IMO (*International Maritime Organization*), Kamar mesin kapal adalah ruang yang berfungsi sebagai pusat penggerak utama kapal dan sistem pendukungnya, mencakup mesin utama, generator, sistem perpipaan, serta peralatan bantu lainnya yang mendukung operasional kapal secara keseluruhan.

Udara yang panas akibat emisi dari motor bakar dan permesinan lainnya, tidak hanya mempengaruhi kinerja mesin, tetapi juga akan mempengaruhi laju kegagalan/ kerusakan mesin, peralatan yang ada di engine

room, seperti compressor, generator. Dalam emisi dari motor bakar dan permesinan lainnya juga terdapat senyawa kimia yang menjadi pencemar seperti CO, CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> yang memiliki efek buruk bagi Kesehatan. Polusi CO pada engine room disebabkan oleh pembakaran bahan bakar yang tidak tersalurkan dengan sempurna ke *exhaust main engine* sehingga mencemari di dalam kamar mesin kapal.



Gambar 2. 1 Kamar Mesin  
Sumber: Dokumen Pribadi

## 2. Kandungan Gas pada Kamar mesin

Kamar mesin kapal merupakan area vital di dalam kapal yang menghasilkan sejumlah gas akibat proses pembakaran bahan bakar dan operasional mesin. Beberapa gas yang dapat ditemukan di kamar mesin antara lain karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar, dan dapat berakumulasi jika ventilasi tidak memadai. Karbon monoksida (CO), gas beracun yang tidak berbau dan tidak berwarna, juga dapat terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna, dan berpotensi membahayakan kru kapal. Selain itu, nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) sering kali muncul sebagai hasil

sampingan dari proses pembakaran, yang dapat menyebabkan masalah pernapasan jika terhirup dalam konsentrasi tinggi.

Kandungan dari masing-masing gas berbeda saat proses pembakaran yang tidak sempurna atau kebocoran, seperti gas Karbon Monoksida (CO) pada kondisi normal biasanya  $<50$  ppm, sedangkan pada kondisi pembakaran yang tidak sempurna atau kebocoran dapat meningkat hingga  $>200$  ppm. Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) pada keadaan normal biasanya 1000-3000 ppm, Ketika terjadi pembakaran yang tidak sempurna naik mencapai 1%-5%. Gas Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) pada kondisi normal biasanya 0,01-0,05 ppm, Ketika terjadi pembakaran yang tidak sempurna dapat meningkat menjadi  $<1$  ppm.

### 3. Ambang batas paparan gas.

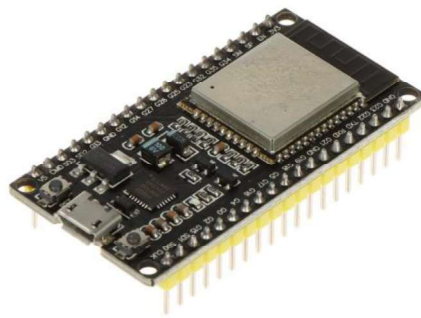
Ambang batas paparan gas di kamar mesin kapal sangat penting untuk menjamin keselamatan dan kesehatan kru kapal, mengingat lingkungan tersebut dapat mengandung gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), akibat proses pembakaran atau kebocoran gas. Untuk itu, ada pedoman yang ditetapkan oleh badan-badan kesehatan dan keselamatan kerja seperti Occupational Safety and Health Administration (OSHA), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

Menurut OSHA, ambang batas paparan yang diizinkan untuk CO adalah 50 ppm dalam periode 8 jam kerja. Sedangkan NIOSH menetapkan ambang batas yang lebih ketat, yaitu 35 ppm untuk paparan 8 jam dan 200 ppm untuk paparan jangka pendek (maksimal 15 menit). Ambang batas

maksimum gas CO<sub>2</sub> menurut OSHA adalah 5000 ppm (0,5%) untuk paparan selama 8 jam kerja. Sama halnya dengan NIOSH, ambang batas untuk paparan jangka Panjang adalah 5000 ppm. Ambang batas paparan untuk NO<sub>2</sub> menurut OSHA adalah 5 ppm untuk paparan selama 8 jam. Sedangkan NIOSH menetapkan ambang batas paparan untuk NO<sub>2</sub> sebesar 1 ppm untuk paparan 8 jam, dan 3 ppm untuk paparan jangka pendek (maksimal 15 menit).

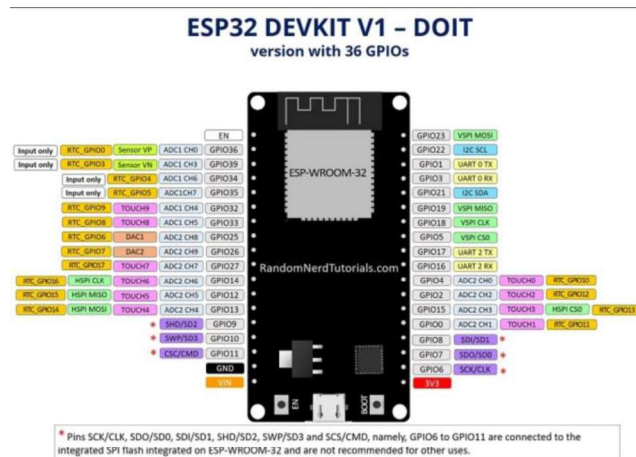
#### 4. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dirancang oleh perusahaan yang berbasis di Shanghai, China yakni *Espressif Systems* (Sudiarsa & Dirgayusari, 2009). ESP32 memberikan solusi jaringan WiFi sebagai jembatan dari mikrokontroler ke jaringan WiFi. ESP32 menggunakan prosesor dualcore yang berjalan di instruksi Xtensa LX16.



Gambar 2. 2 ESP32

Sumber: <https://en.ivel.pl/p29831,esp32-esp-wroom-32-development-kit-by-espressif.html>



Gambar 2. 3 ESP32 Pin *Layout*

Sumber : <https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>

Periferal ESP32 meliputi :

- a. 18 Analog-to-Digital Converter (ADC) channels
- b. 3 SPI interfaces
- c. 3 UART interfaces
- d. 2 I2C interfaces
- e. 16 PWM output channels
- f. 2 Digital-to-Analog Converters (DAC)
- g. 2 I2S interfaces
- h. 10 Capacitive sensing GPIOs

## 5. Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sensor yang mendeteksi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), sensor ini mengirimkan hasil deteksi kualitas udara dan hasil resensi analog di pin output. Cara kerja dari sensor MQ-135 adalah dengan menampilkan data dari analog yang terbaca dari tegangan output pada saat adanya gas pencemaran. Pada saat semi konduktor SnO<sub>2</sub> yang diberi tegangan yang panas, jika terjadi gas pencemaran maka akan terjadi

perpindahan energi serta pergerakan sehingga mempunyai nilai output yang berbeda dengan hasil input (Lahal, A., & Suharyanto, C. E., 2021).



Gambar 2. 4 Sensor MQ-135

Sumber : <https://roboticsdna.in/product/mq-135-module/>

Model			MQ135
Sensor Type			Semiconductor
Standard Encapsulation			Bakelite, Metal cap
Target Gas			ammonia gas, sulfide, benzene series steam
Detection range			10 ~ 1000ppm( ammonia gas, toluene, hydrogen, smoke)
Standard Circuit Conditions	Loop Voltage	$V_c$	$\leq 24V$ DC
	Heater Voltage	$V_H$	5.0V $\pm$ 0.1V AC or DC
	Load Resistance	$R_L$	Adjustable
Sensor character under standard test conditions	Heater Resistance	$R_H$	29 $\Omega$ $\pm$ 3 $\Omega$ (room tem.)
	Heater consumption	$P_H$	$\leq 950mW$
	Sensitivity	$S$	$R_s(\text{in air})/R_s(\text{in } 400\text{ppm } H_2) \geq 5$
	Output Voltage	$V_s$	2.0V ~ 4.0V (in 400ppm $H_2$ )
Standard test conditions	Concentration Slope	$\alpha$	$\leq 0.6 (R_{400ppm}/R_{100ppm} H_2)$
	Tem. Humidity		20°C $\pm$ 2°C; 55% $\pm$ 5%RH
	Standard test circuit		$V_c$ : 5.0V $\pm$ 0.1V; $V_H$ : 5.0V $\pm$ 0.1V
	Preheat time		Over 48 hours

Gambar 2. 5 Datasheet MQ-135

Sumber : <https://www.alldatasheet.com/html-pdf/1307647/WINSEN/MQ135/761/3/MQ135.html>



## 6. Sensor MQ-7

Sensor gas karbon monoksida (CO) yang berfungsi untuk mengukur konsentrasi gas karbon monoksida (CO). Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dan 10 waktu respon yang cepat. Keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini adalah berupa sinyal analog. (Halizah et al., 2021).



Gambar 2. 6 Sensor MQ-7

Sumber : <https://roboticsdna.in/product/mq-7-module/>

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
Rs	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
a(300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Standard working condition	Temperature -20°C±2°C relative humidity 65%±5% RL:10KΩ±5%		
	Vc:5V±0.1V	VH:5V±0.1V	VH:1.4V±0.1V
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

Gambar 2. 7 Datasheet MQ-7

Sumber : <https://www.alldatasheet.com/html-pdf/1648922/HANWEI/MQ7/247/1/MQ7.html>

## 7. LCD 16X2

LCD adalah sebuah tampilan yang menggunakan cristal cair sebagai penampil utama. LCD digunakan pada alat elektronik lainnya seperti televisi, kalkulator, dan komputer. LCD yang digunakan disini adalah dengan jumlah karakter 2 x 16. Dalam perancangan alat sangat dibutuhkan LCD karena akan menampilkan hasil kerja dari alat tersebut.

Pada interface LCD termasuk dalam paralel bus karna sangat memudahkan pembaca untuk memahami dari data atau ke LCD (Lahal, A., & Suharyanto, C. E., 2021).



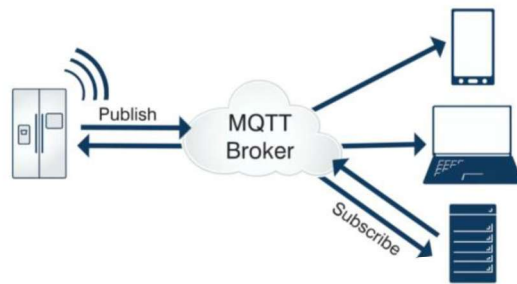
Gambar 2. 8 LCD 16x2

Sumber : <https://www.nyabarilmu.com/>

## 8. MQTT

*Message Queue Telemetry Transport (MQTT)* adalah sebuah protokol komunikasi data *M2M (Machine to Machine)* yang berada pada layer aplikasi. *MQTT* bersifat *lightweight message* artinya *MQTT* berkomunikasi dengan mengirimkan data pesan yang memiliki *header* berukuran kecil yaitu hanya sebesar 2 *byte* untuk setiap jenis data, sehingga dapat bekerja didalam lingkungan yang terbatas sumber dayanya seperti kecilnya *bandwidth* dan terbatasnya sumber daya listrik.

Protokol *MQTT* juga menjamin terkirimnya semua pesan walaupun koneksi terputus. Metode yang digunakan oleh protocol *MQTT* adalah *publish/subscribe* sebagai metode komunikasinya.



Gambar 2. 9 MQTT

Sumber: <https://ebyteiot.com/blogs/ebyte-iot-blog/characteristics-and-applications-of-mqtt-protocol>

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

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

Pada bab ini akan membahas tentang metodologi dan perancangan sistem alat karya ilmiah terapan yang akan dilakukan. Jenis metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen. Metode eksperimen merupakan suatu metode percobaan sebagai pembuktian, pengecekan bahwa teori yang sudah di pelajari itu memang benar (Jaya, B. D., & Sutarto, S, 2021).

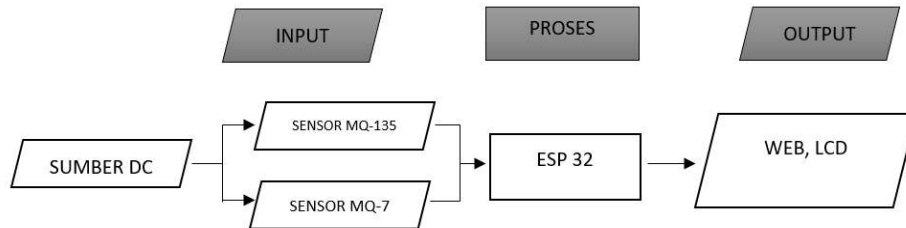
Penggunaan metode ini sangat cocok karena penelitian ini melakukan pengembangan sebuah alat dan melakukan penelitian berupa ekseperimen untuk menguji efektivitas suatu alat (prototype).

Dalam metode eksperimen ini ada beberapa faktor yang diuji cobakan, dalam hal ini faktor yang dicobakan adalah rancang bangun alat monitor kualitas udara berbasis *Web* pada Kamar Mesin kapal MT. Harsanadi. Jika alat sudah dapat dipasang maka peneliti akan meneliti tentang respon alat untuk mendeteksi gas yang berpotensi membahayakan di dalam *engine room*. Dalam penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi dunia pelayaran.

Secara umum, perancangan sistem alat monitor kualitas udara berbasis *Web* menggunakan sensor MQ-135 dan MQ-7 terdiri dari beberapa bagian yang dapat dilihat pada Blok Diagram.

## B. Rancangan Sistem.

### 1. Diagram Blok



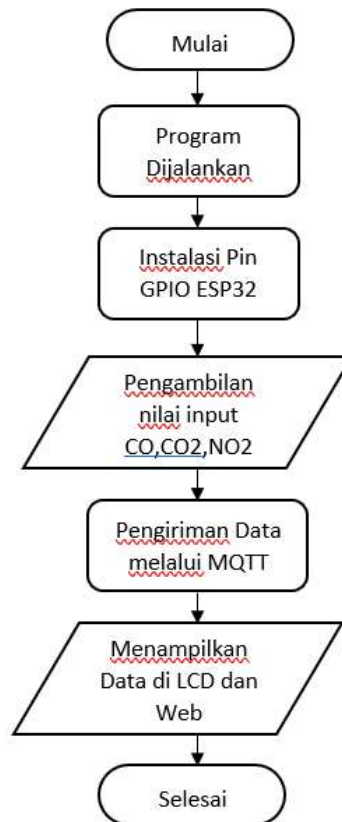
Gambar 3. 1 Diagram Blok

Berdasarkan blok diagram pada Gambar 3.1 Perangkat keras yang digunakan adalah sensor MQ-135 dan MQ-7, mikrokontroler ESP32. Dua sensor yang terpasang untuk membaca kualitas udara di area *Engine room* diolah oleh mikrokontroler ESP32 seterusnya dikirim ke *MQTT broker*. Nilai dari Kualitas udara yang tersimpan di *MQTT broker* dapat diakses oleh pengguna menggunakan *Web* melalui mekanisme protokol *MQTT publish-subscribe*. Protokol *MQTT* ini bekerja dengan mekanisme *publish-subscribe* berbasis broker yang berjalan di atas *Transmission Control Protocol/ Internet Protocol (TCP/IP)*.

Keterangan perancangan alat :

- a. Sumber DC sebagai Sumber utama untuk menjalankan alat.
- b. Sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi Gas CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>.
- c. Sensor MQ-7 digunakan untuk mendeteksi Gas CO.
- d. ESP32 sebagai mikrokontroller untuk memproses data input dari sensor.
- e. Web sebagai output dari nilai sensor yang ditampilkan menggunakan MQTT.

## 2. Flowchart.



Gambar 3. 2 Flowchart

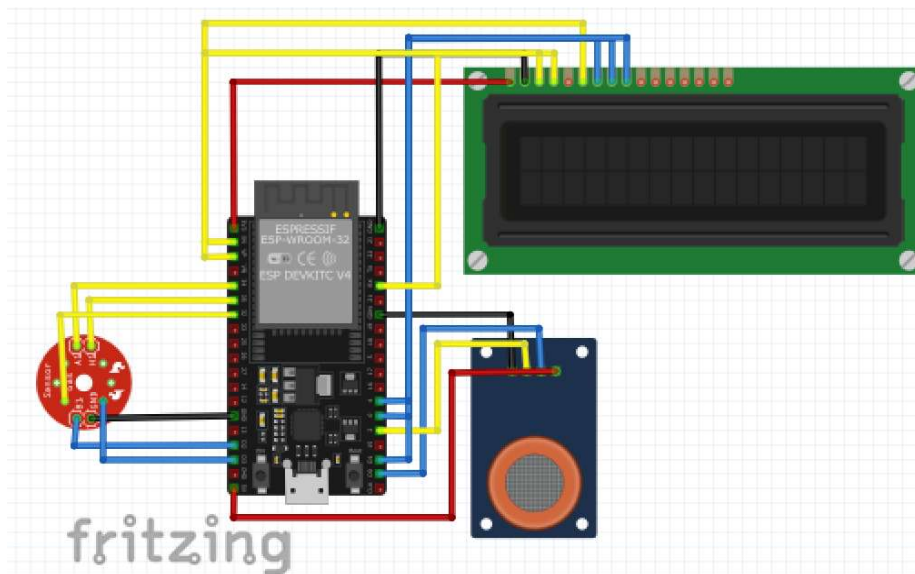
Pada proses ini, untuk mendeteksi dan menampilkan besar hasil pengukuran kadar udara serta mengendalikan komponen pada alat yang dirangkai dengan mikrokontroler digunakan sebuah perangkat lunak. ESP32 berperan sebagai perangkat lunak yang dapat menerima hasil nilai pembacaan dari sensor mq-135 dan mq-7, agar perangkat lunak ini dapat bekerja dengan baik maka didalamnya perlu diisikan dengan program yang berupa source code.

### C. Perancangan Alat.

#### 1. Skema Diagram Alat

Model Perancangan desain menggambarkan bentuk prototype dari alat yang akan dibuat menggunakan skema diagram. Skema diagram tersebut mengindikasikan bagaimana komponen-komponen saling berhubungan untuk membentuk sistem yang berfungsi sesuai dengan program yang telah diprogramkan.

Adapun skema rancangan model akan memudahkan pemahaman tentang perancangan alat. Bentuk dari skema diagram alat dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. 3 Wiring Diagram.  
Sumber: Dokumen Pribadi

Dalam Perancangan alat ini, diperlukan beberapa komponen untuk membangun sebuah alat agar dapat berfungsi dengan baik. Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini:

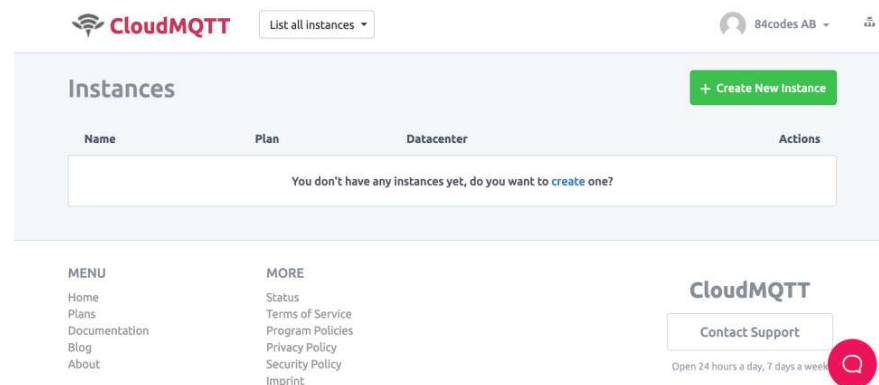
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan yang dibutuhkan.

No.	Nama Komponen	Jumlah (Unit)	Spesifikasi/Deskripsi
1	ESP32	1	Mikrokontroler.
2	Modul Sensor MQ-7	1	Sensor Pendeteksi CO
3	Modul Sensor MQ-135	1	Sensor Pendeteksi CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>
4	LCD 16X2	1	16 Karakter 2 Coloum
5	Kabel Jumper	20	Male to male, male to female, female to female
6	Modul Catu Daya	1	Adaptor Power Supply 3 A 12 Volt
7	Resistor	1	Mengatur Arus Listrik
8	Mika Akrilik	1	Cover untuk Komponen

## 2. Perancangan *Software*

Dalam penyajian data, penulis bertujuan untuk menampilkan data monitoring kadar udara melalui dua sensor yang terpasang di area *Engine room* diolah oleh mikrokontroler ESP32 untuk dikirim ke *MQTT broker*. Nilai dari Kadar udara yang tersimpan di *MQTT broker* dapat diakses oleh pengguna menggunakan smartphone melalui mekanisme protokol *MQTT publish-subscribe*.

### a. Konfigurasi MQTT Broker



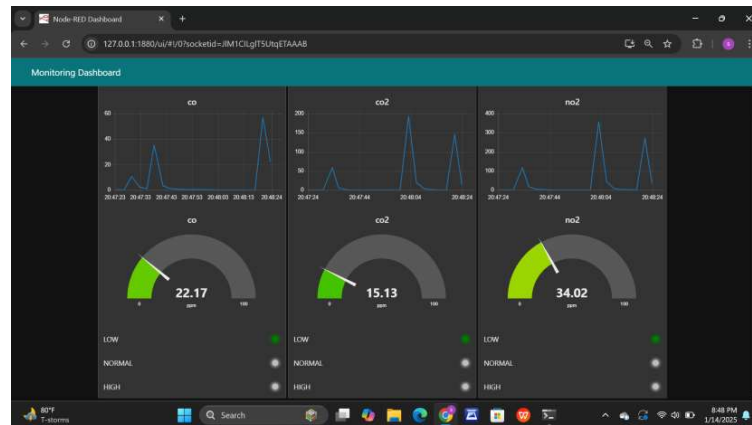
Gambar 3. 4 Konfigurasi MQTT Broker

Sumber : <https://www.cloudmqtt.com/blog/the-mqtt-beginners-guide-what-is-mqtt.html>



## b. Aplikasi Antarmuka

Antarmuka yang digunakan pada penelitian ini adalah *IoT MQTT Panel* yaitu sebuah platform yang dapat memvisualisasikan data grafik pada smartphone sehingga mudah bagi pengguna dalam membaca data yang dikirim oleh sensor. Rancangan visualisasi data pada *IoT MQTT Panel* pada *smartphone* ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 3. 5 Tampilan *WEB*  
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan pada gambar 3.5, terdapat beberapa data yang ditampilkan. Dari sebelah kiri terdapat indikator untuk CO, CO2 dan NO2. Pada masing-masing data tersebut terdapat beberapa indikator seperti grafik, *gauge* (meteran) serta LED yang menunjukkan keadaan Baik, Sedang dan Buruk.

## D. Rencana Pengujian.

Rencana pengujian merupakan konsep pengujian terhadap alat yang dibuat untuk mengetahui bagaimana cara kerja dan kemungkinan permasalahan yang terjadi pada alat. Rencana pengujian yang akan dilakukan pada alat ini yaitu menggunakan dua buah metode pengujian yaitu rencana pengujian statis dan pengujian dinamis.

## 1. Pengujian Statis

- a. Pengujian sensor mq-135 dan mq-7, diujikan dengan memberi asap kendaraan dari motor dan mobil.
- b. Pengujian pada mikrokontroler, diujikan dengan memberi power 5V 3A apakah mikrokontroler dapat beroperasi dengan baik.
- c. Pengujian aplikasi MQTT melalui Node-Red dengan memastikan aplikasi berjalan dengan baik.
- d. Pengujian koneksi *output* melalui *Command Prompt* untuk mengakses Node-Red.

## 2. Pengujian Dinamis.

Pengujian akan dilakukan dengan secara langsung oleh penulis, dengan menguji kinerja prototipe alat rancang bangun alat monitor kualitas udara dengan menguji keefektifan kinerja sistem alat monitor dan dapat bekerja secara maksimal pada sistem ini. Pengujian akan dilakukan dengan beberapa langkah, diantaranya memberikan batasan paparan gas untuk kualitas udara seperti berikut,

Tabel 3. 2 Persyaratan Kimia.

NO.	JENIS PARAMETER	KADAR MAKSIMAL	SATUAN	KETERANGAN
1.	Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	5000	PPM	8 Jam
2.	Karbonmonoksida (CO)	50	PPM	8 Jam
3.	Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )	1	PPM	8 Jam

Tabel 3. 3 Rentang Nilai.

NO.	KATEGORI	RENTANG			PENJELASAN
		CO	CO2	NO2	
1.	Baik	0-20 PPM	0-1000 PPM	>1 PPM	Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada Kesehatan manusia.
2.	Sedang	20-50 PPM	1000-5000 PPM	>1 PPM	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia.
3.	Buruk	<50 PPM	<5000 PPM	<1 PPM	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum merugikan Kesehatan manusia.

Dari pengujian tersebut akan mendapatkan data yang didapat sensor dan waktu secara real-time, kemudian data tersebut ditampilkan pada Web melalui MQTT dengan sistem *publish-subscriber* yang dapat diakses melalui komputer.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan teknologi yang ada pada kapal khususnya pekerjaan pada kamar mesin untuk meningkatkan kinerja manusia dan memberikan pengawasan menggunakan alat monitor kualitas udara berbasis *web* pada kamar mesin kapal.