

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

Muhammad Fathan Yazid Darmawan^{1*}, Hadi Setiyawan², Eddi³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya; Jl. Gunung Anyar Lor No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60294; 031-8714673

Received: xxxx-xx-xx

Accepted: xx-xx-xx

Keywords:

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

Correspondent Email:

fathanyazid7@gmail.com

Abstrak. 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 Mikrokontroler, 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.

Abstract. 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.

1. PENDAHULUAN

Engine room merupakan suatu ruangan khusus di kapal 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, 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* [1].

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 NO₂, CO, CO₂. 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 [2].

Alat yang akan dibuat akan digunakan untuk mendeteksi seberapa besar kandungan dari gas CO, CO₂ dan NO₂ 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 [3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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 [4].

2.2 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 (CO₂), 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_2) sering kali muncul sebagai hasil sampingan dari proses pembakaran, yang dapat menyebabkan masalah pernapasan jika terhirup dalam konsentrasi tinggi [5].

2.3 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_2) dan nitrogen dioksida (NO_2), 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) [6].

2.4 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dengan board mikrokontroler 32 bit yang tertanam jaringan wifi yang di support protokol jaringan wifi 802.11 b/g/n dengan frekuensi 2.4 GHz dan teknologi bluetooth v4.2 serta chip Bluetooth low energy (BLE). ESP32 dipopulerkan oleh Espressif System dimana merupakan generasi lanjut dari 16 mikrokontroler. ESP8266 ini sangat mendukung dalam pembuatan sistem aplikasi Internet of Things (IoT) (Sari I.V, 2024) [7].

2.5 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sensor yang mendeteksi gas karbon dioksida (CO_2), 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_2 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 [8].

2.6 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 [9].

2.7 LCD 16X2

LCD adalah sebuah tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD digunakan pada alat elektronik lainnya seperti televisi, kalkulator, dan komputer. LCD yang digunakan disini adalah dengan jumlah karakter 2×16 . 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 data atau ke LCD [10].

2.8 MQTT

Protokol MQTT digunakan dalam Internet of Things (IoT) dengan model komunikasi publish-subscribe. Terdapat tiga komponen utama: publisher, subscriber, dan message broker. Publisher mengirimkan data sensor, subscriber berlangganan data, dan message broker menyampaikan data antara keduanya. Dalam MQTT, pesan dikirim ke broker dengan topik yang relevan, lalu broker mengirimkannya ke subscriber yang berlangganan topik tersebut. Model ini memungkinkan komunikasi efisien dalam skala besar dalam lingkungan IoT (Pratama R.F, 2023) [11].

3. METODE PENELITIAN

Jenis metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen. Penggunaan metode ini sangat cocok karena penelitian ini melakukan pengembangan sebuah alat dan melakukan penelitian berupa eksperimen 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. Rencana pengujian yang akan dilakukan pada alat ini yaitu menggunakan dua buah metode pengujian yaitu rencana pengujian statis dan pengujian dinamis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

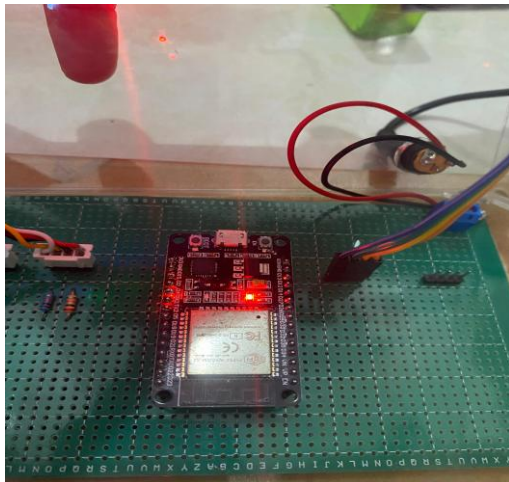
Hasil pengujian ini adalah sebuah paparan data yang dihasilkan dari sebuah percobaan untuk mengetahui kemampuan

Kinerja dari sebuah komponen yang terdapat pada penelitian ini. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan dua cara yaitu pengujian statis dan pengujian dinamis.

4.1.1 Pengujian Komponen Alat

4.1.1.1 Pengujian Mikrokontroller

Pengujian mikrokontroller ini menggunakan ESP32 untuk memastikan bahwa mikrokontroller dapat bekerja dengan normal. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan daya menggunakan adaptor dc, sehingga dapat diketahui apakah mikrokontroller dapat menyala atau tidak Ketika diberikan daya. Pada saat mikrokontroller aktif saat diberikan daya, dengan melihat indicator lampu yang menyala pada mikrokontroller.



Gambar 1. Mikrokontroller aktif.



Gambar 2. Adaptor DC.

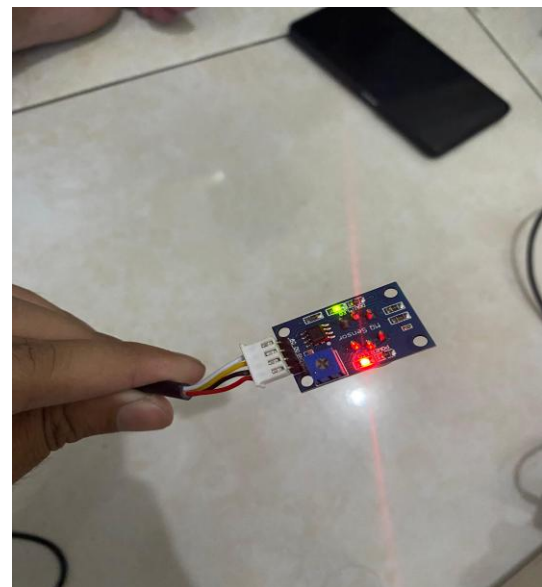
4.1.1.2 Pengujian Sensor MQ-135 dan MQ-7

Pengujian sensor MQ-135 dan MQ-7 dilakukan untuk memastikan kemampuan deteksi sensor pada objek yang diuji, apakah

sensor dapat mendeteksi parameter gas dengan akurasi yang baik. Pada saat sensor mendeteksi suatu objek berupa gas akan ada indicator lampu hijau menyala, yang menandakan sensor normal.

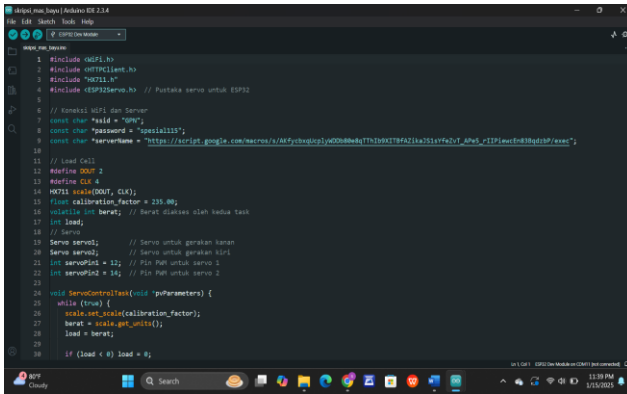


Gambar 3. Sensor MQ-135



Gambar 4. Sensor MQ-7

Pengujian dilakukan dengan membuat program kemudian diunggah pada mikrokontroller, selanjutnya sensor dihubungkan pada mikrokontroller sesuai dengan pin yang sudah ditentukan pada program. Sensor diuji dengan cara memberikan gas pada sensor, kemudian ditampilkan pada serial input monitor.



Gambar 4. Serial monitor pada Arduino IDE

4.1.1.3 Pengujian LCD 16x2

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan ESP32 dengan LCD 16x2 yang sudah diatur dengan bertuliskan “MONITORING IOT KUALITAS UDARA” dan akan muncul pada layar LCD. Pada pengujian ini dikatakan berhasil atau LCD dalam keadaan normal dan baik, pada *display* LCD menampilkan tulisan “MONITORING IOT KUALITAS UDARA” jika sudah menunjukkan seperti yang sudah diatur oleh peneliti, berarti LCD 16x2 berjalan dengan normal.

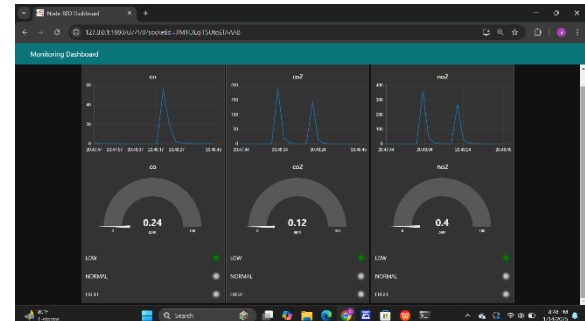


Gambar 5. Output LCD 16x2

4.1.1.4 Pengujian Web

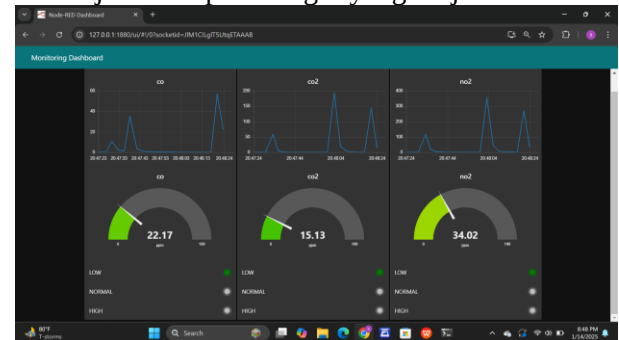
Pengujian Web ini dengan cara menghubungkan output ke basis web dengan aplikasi MQTT yang dihubungkan melalui node-red, penggunaan MQTT dengan metode *publish-subscribe*. Sistem pengambilan data yang diinput dari sensor yang telah terpasang pada alat, lalu diterima oleh mikrokontroler ESP32 kemudian diolah menjadi *output web* melalui Node-Red.

Pengujian ini dikatakan berhasil Ketika output *web* dapat diakses melalui Ip *local* 127.0.0.1:1880 dengan komputer. Dalam aplikasi tersebut ditampilkan monitoring kualitas udara, dengan melihat parameter kadar gas CO, CO₂, dan NO₂.



Gambar 6. Tampilan parameter sebelum pengujian.

Berdasarkan gambar 7, pada tampilan awal pengujian terlihat data yang ditampilkan dari masing-masing indikator sensor belum menunjukkan input dari gas yang diujikan.



Gambar 7. Tampilan parameter setelah pengujian.

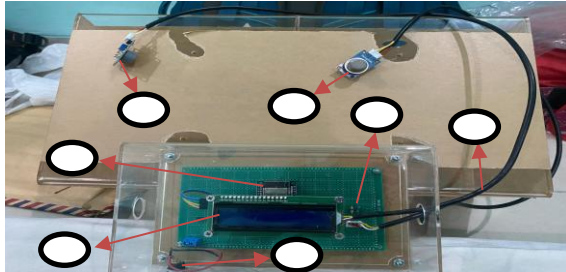
Berdasarkan gambar 8, pada tampilan setelah pengujian terlihat data yang ditampilkan dari masing-masing indikator sensor menunjukkan input dari gas yang diujikan. Terdapat masing-masing nilai yang didapatkan dengan melihat indikator grafik, *gauge* (meteran) dan LED yang menunjukkan tingkatan Low (rendah).

4.1.2 Perakitan dan Pemrograman

4.1.2.1 Perakitan Komponen

Perakitan komponen merupakan tahap menyatukan semua komponen yang telah diuji dan dalam keadaan baik sesuai fungsinya untuk dirangkai. Setelah semua komponen dirangkai tahap selanjutnya adalah menempatkan komponen yang telah dirangkai secara keseluruhan pada box mika akrilik.

Pembuatan kotak dari mika akrilik bertujuan agar komponen terhindar dari air dan debu yang dapat merusak komponen. Kotak dibuat seperti balok dengan menggunakan bahan dari mika akrilik berukuran 19x13x7cm.



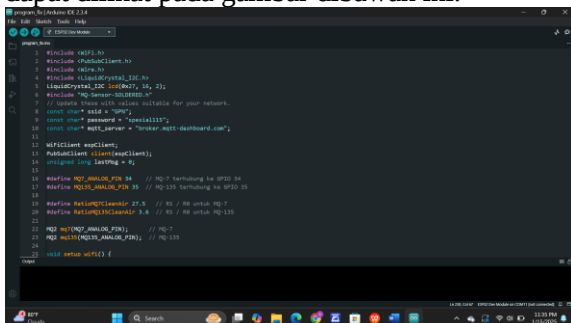
Gambar 8. Komponen pada alat.

Keterangan:

- 1) LCD 16x2
- 2) ESP32
- 3) Sensor MQ-7
- 4) Sensor MQ-135
- 5) Resistor
- 6) Kabel
- 7) Input Adapter

4.1.2.2 Pemrograman Software

Pemrograman *software* merupakan sebuah tahapan dalam memberikan perintah pada mikrokontroler yaitu ESP32 agar dapat bekerja sesuai dengan *flowchart* sistem. Mikrokontroler ESP32 akan mengolah, membandingkan dan memproses nilai masukan dari sensor MQ-135 dan MQ-7. Kemudian *output* akan ditampilkan melalui LCD 16x2 dan *web* melalui MQTT yang terhubung dengan Node-Red. Adapun pemrograman atau *coding* dibuat pada Arduino IDE. Penulisan Arduino IDE mengadopsi Bahasa C++. Tampilan halaman Arduino IDE dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Tampilan pemrograman menggunakan Arduino IDE.

4.1.2.3 Pengujian Dinamis

Pengujian dinamis ini dilakukan untuk mengambil data dari sensor yang telah terpasang pada alat secara keseluruhan untuk mencari data yang akurat. Pengujian akan dilakukan dengan menguji seberapa besar kadar gas menggunakan asap kendaraan motor dan mobil. pada ruang alat. Untuk mengetahui berapa kandungan gas, seperti penerapannya pada kamar mesin. Besar kadar gas pada ruang alat akan ditampilkan secara langsung pada LCD 16x2 yang terletak di bagian depan alat. Tampilan secara lengkap dimunculkan pada *Web* menggunakan Aplikasi MQTT yang dihubungkan dengan Node-red. Masing-masing Sensor akan menampilkan kadar gas sesuai dengan fungsinya, seperti Sensor MQ-7 akan menampilkan berapa besar kadar CO dan Sensor MQ-135 akan menampilkan berapa besar kadar CO2 serta NO2 dalam satuan PPM.

4.1.2.4 Penggunaan Asap Kendaraan pada Pengujian

Pada pengujian alat monitor kualitas udara ini menggunakan asap kendaraan motor dan mobil. Kandungan dalam asap kendaraan ini berupa gas karbonmonoksida (CO), karbondioksida (CO2) dan Nitrogen dioksida (NO2). Menyesuaikan pada kandungan yang berada pada mesin penggerak utama pada kapal, kandungan lain yang terdapat pada gas buang selama proses pembakaran pada mesin penggerak kapal yaitu, Sulfur Oksida (Sox) dan Partikulat (PM). (Grigoriadis, et al., 2021)

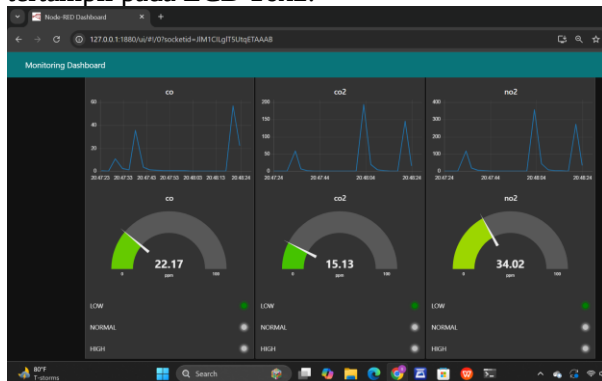
4.1.3 Penyajian Data

Untuk menyajikan data yang akurat, perlu dilakukan pengujian terhadap alat yang dibuat, data yang disajikan merupakan hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan. Data-data yang didapatkan merupakan hasil dari deteksi sensor MQ-135 dan MQ-7 yang digunakan pada pengujian kualitas udara. Pengujian alat monitor kualitas udara merupakan tahap penting dalam memastikan bahwa sistem ini dapat berfungsi dengan secara optimal sesuai dengan desain yang telah dirancang. Berbagai aspek yang diuji meliputi tentang mengukur kinerja, validasi akurasi sensor dan keandalan sistem pada penyajian data *output*. Penyajian data dapat dilihat melalui LCD dan *web*.



Gambar 10. Penyajian data pada LCD 16x2

Berdasarkan gambar11, dapat dilihat besar kandungan gas CO, CO2 dan NO2 yang tertampil pada LCD 16x2.



Gambar 11. Penyajian data pada web.

Berdasarkan gambar 12, dapat dilihat monitoring melalui *web* menggunakan MQTT dengan Node-Red. Besarnya kandungan gas ditampilkan melalui grafik, (*gauge*) meteran dan LED yang menunjukkan kondisi baik, sedang dan buruk.

4.1.3.1 Kondisi I

Pengujian dengan asap knalpot sepeda motor menggunakan bahan bakar *pertalite*.

Tabel 1. Pengujian asap sepeda motor

NO	CO	CO2	NO2	Keterangan
1.	7,95 PPM	170,61 PPM	25,71 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk

2.	9,89 PPM	483,58 PPM	16,52 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk
3.	10,38 PPM	1026,70 PPM	11,56 PPM	Kondisi CO baik, CO2 sedang, NO2 buruk
4.	12,40 PPM	1860,17 PPM	8,39 PPM	Kondisi CO baik, CO2 sedang, NO2 buruk
5.	12,35 PPM	2384,47 PPM	5,78 PPM	Kondisi CO baik, CO2 sedang, NO2 buruk
6.	11,63 PPM	3296,96 PPM	4,03 PPM	Kondisi CO baik, CO2 sedang, NO2 buruk
7.	2,04 PPM	29,95 PPM	3,04 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk
8.	1,15 PPM	19,08 PPM	2,24 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk
9.	0,56 PPM	5,32 PPM	1,71 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk

10.	0,18 PPM	1,85 PPM	0,27 PPM	Kondisi CO2 baik, CO2 baik, NO2 baik
-----	-------------	-------------	-------------	---

4.1.3.2 Kondisi II

Pengujian dengan asap knalpot mobil menggunakan bahan bakar *pertalite*.

Tabel 2. Pengujian asap mobil

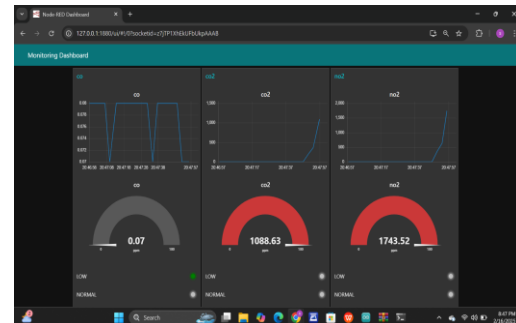
NO	CO	CO2	NO2	Keterangan
1.	7,28 PPM	623,47 PPM	67,7 7 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk
2.	8,80 PPM	1876,4 3 PPM	25,5 5 PPM	Kondisi CO baik, CO2 sedang, NO2 buruk
3.	9,83 PPM	2439,5 8 PPM	19,3 1 PPM	Kondisi CO baik, CO2 sedang, NO2 buruk
4.	10,9 2 PPM	3510,4 8 PPM	13,1 5 PPM	Kondisi CO baik, CO2 sedang, NO2 buruk
5.	11,2 0 PPM	198,33 PPM	11,3 8 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk
6.	10,0 1 PPM	22,55 PPM	7,13 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk
7.	6,16 PPM	17,24 PPM	3,51 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 buruk
8.	5,45 PPM	8,99 PPM	1,94 PPM	Kondisi CO baik,

				CO2 baik, NO2 buruk
9.	2,21 PPM	4,89 PPM	0,96 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 baik
10.	1,17 PPM	2,68 PPM	0,35 PPM	Kondisi CO baik, CO2 baik, NO2 baik

4.1.3.3 Delay web

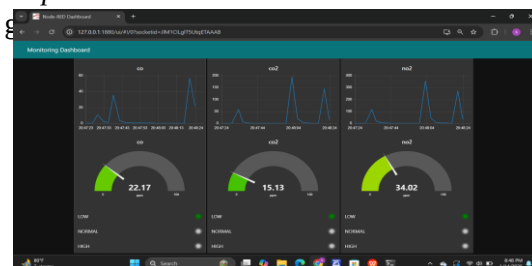
Pada sistem kerja alat monitor kualitas udara menggunakan basis *web*. Selain menggunakan *output* dari LCD, data ditampilkan dalam sebuah *web* yang menunjukkan besar kandungan gas dengan menggunakan grafik, *gauge* (meteran) dan LED yang menunjukkan kategori baik, sedang dan buruk.

Output web memiliki beberapa kelemahan dalam penggunaannya. Ketika *input* jaringan internet pada perangkat berkurang, maka *output* yang ditampilkan melalui LCD mengalami *delay* ketika ditampilkan melalui *web*.



Gambar 12. Tampilan pengujian pada Sensor MQ-135

Berdasarkan gambar 13, dapat dilihat besar kandungan gas CO2 dan NO2 melalui sensor MQ-135. Serta mengetahui delay antara *output* dari LCD ke *web* melalui indikator



Gambar 13. Tampilan pengujian pada Sensor MQ-7

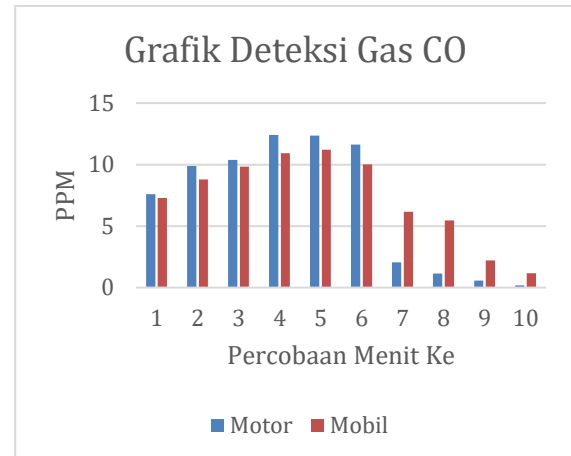
Berdasarkan gambar 14, dapat dilihat besar kandungan gas CO melalui sensor MQ-7. Serta mengetahui delay antara *output* dari LCD ke *web* melalui indikator grafik.

4.1.4 Analisis Data

Analisis data merupakan suatu proses pengolahan data dari data yang telah diambil oleh peneliti dengan tujuan untuk menemukan suatu informasi baru yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas serta kehandalan dari sistem. Analisis data pada penelitian ini salah satunya dilakukan untuk mengetahui kehandalan dalam mengukur parameter gas pada ruang alat.

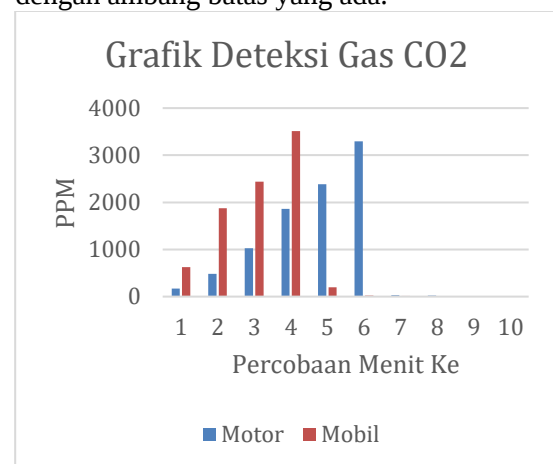
Berdasarkan hasil data yang telah didapat setelah melakukan pengujian yang terdapat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 mendapatkan masing-masing kondisi mulai dari baik hingga buruk. Selanjutnya data tersebut dianalisa untuk mengetahui bagaimana tingkat keefektifan kinerja dari alat monitor kualitas udara untuk mengetahui kandungan gas CO, CO₂ dan NO₂. Setelah dilakukan pengujian, hasil dari deteksi sensor MQ-135 dan MQ-7 menunjukkan perubahan parameter data yang signifikan. Pengujian dilakukan menunjukkan bahwa alat monitor ini bekerja sesuai dengan rencana perancangan awal. Sensor MQ-135 dan MQ-7 mampu memberikan hasil sesuai dengan data yang diharapkan. Sistem yang dirancang memastikan parameter kandungan gas yang didapat dari kedua sensor dapat dimonitor melalui LCD 16x2 dan *Output Web*.

Pada pengujian yang dilakukan sebanyak 10x selama 15 menit dengan menggunakan asap kendaraan motor, mobil serta *portable gas* ditemukan beberapa kondisi yang berbeda. Dari ketiga kondisi tersebut dapat kita lihat rata-rata data yang mendekati akurat sesuai dengan ambang batas yang ditentukan. Rata-rata kondisi dapat kita lihat pada grafik dibawah ini.



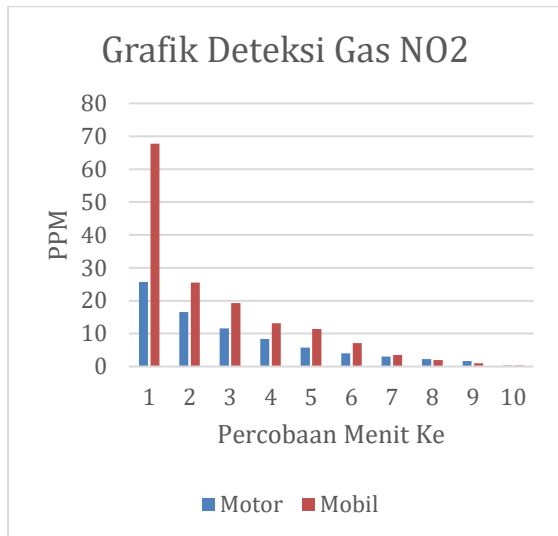
Gambar 14. Grafik percobaan deteksi gas CO

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa, kondisi gas CO pada motor dan mobil memiliki nilai *output* yang hampir sama. Percobaan dilakukan sebanyak 10x selama 15 menit menghasilkan data sesuai dengan ambang batas yang ada.



Gambar 15. Grafik percobaan deteksi gas CO₂

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa, kondisi gas CO₂ pada motor dan mobil menunjukkan hasil yang berbeda. Pada percobaan sebanyak 10x selama 15 menit menunjukkan *output* kandungan gas dari mobil pada saat percobaan awal mempunyai *output* yang lebih tinggi daripada motor.

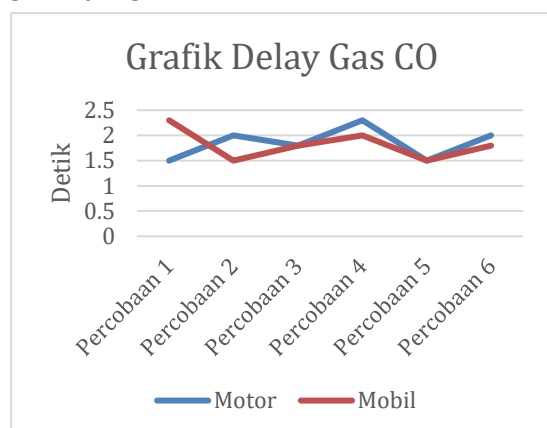


Gambar 16. Grafik percobaan deteksi gas NO2

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa, kondisi gas NO2 pada motor, mobil menunjukkan hasil yang berbeda. Pada percobaan sebanyak 10x selama 15 menit menunjukkan asap kendaraan memiliki *output* kandungan gas yang lebih tinggi.

Pada *output* ditemukan beberapa *delay* dalam proses menampilkan data. Data dari masing-masing sensor akan ditampilkan melalui LCD dan *web*, pada proses *output web* terdapat beberapa *delay* dalam menampilkan data.

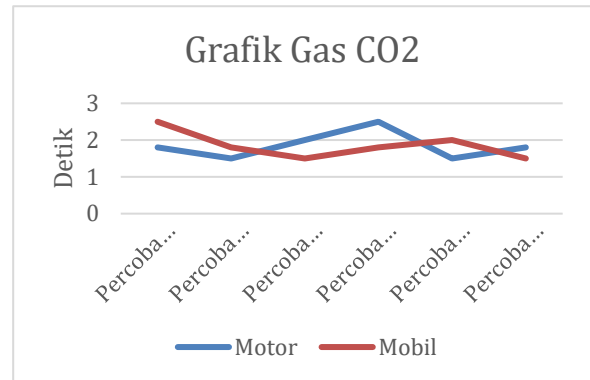
Pada saat pengujian yang dilakukan sebanyak 10x selama 15 menit didapatkan rata-rata *delay* pada masing-masing sensor gas. Rata-rata *delay* pada *web* dapat dilihat pada grafik yang ada dibawah ini.



Gambar 17. Grafik delay pengiriman data gas CO

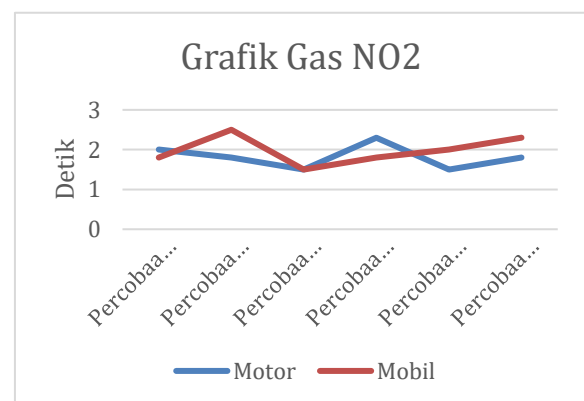
Berdasarkan gambar diatas, menunjukkan bahwa delay pengiriman data pada deteksi gas CO pada waktu yang berbeda.

Rata-rata data delay didapatkan pada 1.5 detik selama 15 menit. *Delay web* tersebut dapat terjadi ketika besaran *input* dari jaringan internet yang berbeda pada pengiriman data, menyebabkan data yang tampil dari LCD mengalami *delay* ketika ditampilkan melalui *web*.



Gambar 18. Grafik delay pengiriman data gas CO2

Berdasarkan gambar diatas, menunjukkan bahwa delay pengiriman data pada deteksi gas CO2 pada waktu yang berbeda. Rata-rata data delay didapatkan pada 1.5 detik selama 15 menit. *Delay web* tersebut dapat terjadi ketika besaran *input* dari jaringan internet yang berbeda pada pengiriman data, menyebabkan data yang tampil dari LCD mengalami *delay* ketika ditampilkan melalui *web*.



Gambar 19. Grafik delay pengiriman data gas NO2

Berdasarkan gambar 20, menunjukkan bahwa delay pengiriman data pada deteksi gas CO2 pada waktu yang berbeda. Rata-rata data delay didapatkan sebanyak 1.5 detik selama 15

menit percobaan. *Delay web* tersebut dapat terjadi ketika besaran *input* dari jaringan internet yang berbeda, menyebabkan data yang

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan hasil dari pengujian, perancangan, serta rumusan masalah Rancang Bangun alat monitor kualitas udara berbasis *web* pada kapal, serta telah melakukan analisis data pada sistem alat tersebut maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Kehandalan sistem kerja alat monitor kualitas udara berbasis *web* pada kapal dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroller yang mendapatkan input dari 2 sensor, MQ-135 dan MQ-7. Mikrokontroller sebagai penerima data, menampilkan *output* sensor melalui LCD dan *web*. Dari percobaan menggunakan asap kendaraan motor dan mobil serta *portable gas*, didapatkan data yang berbeda. Pada asap kendaraan motor dan mobil menunjukkan nilai kandungan gas yang sama.
- 2) Secara keseluruhan pada sistem kerja alat monitor kualitas udara berbasis *web* pada kapal berjalan sesuai dengan perancangan awal. Namun, pada saat menampilkan data terdapat *delay* dari tampilan LCD ke tampilan *web*. Rata-rata *delay* yang didapatkan sebanyak 10x Percobaan selama 15 menit, didapatkan nilai besarnya *delay* selama 1.5 detik. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan koneksi internet yang mumpuni sebagai cara untuk mengatasi kondisi *delay web* pada *output* data monitoring yang diakses melalui komputer.

5.2 Saran

Berdasarkan pengembangan dan pengujian alat yang diuji oleh peneliti, peneliti memahami bahwa menemukan banyak kekurangan pada alat yang dibuat oleh peneliti dalam desain maupun kinerja pada alat RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KUALITAS UDARA BERBASIS WEB PADA KAPAL MT. HARSANADI. Diharapkan saran ini dapat diperbaiki pada masa yang akan datang sehingga alat ini dapat dikembangkan. Rekomendasi saran peneliti berikan sebagai berikut :

- 1) Kembangkan kembali untuk tambahan pada alat dengan menggunakan *transmitter* dan *reciver* agar jangkauan

tampil dari LCD mengalami *delay* ketika ditampilkan melalui *web*.

dalam mengirimkan data lebih maksimal serta menambahkan koneksi yang mumpuni guna mengatasi *delay*.

- 2) Kembangkan kembali untuk tambahan alat kontrol untuk mempermudah penggunaan alat, seperti menambahkan sebuah alat yang dapat mengontrol kadar gas ketika terjadi kelebihan gas agar dapat menurunkan kadar tersebut.
- 3) Menyempurnakan untuk tempat pengaman, penyolderan pada perakitan penggabungan komponen agar lebih kuat dan tahan terhadap semua kondisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

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.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wicaksono R (2015). *Analisis Risiko pada Engine Room Kapal Ferry Selat Madura II Surabaya*. (Online) <https://repository.unair.ac.id/23918/4/4>.

- [2] Goldworthy L, Goldworthy B. (2015). *“Modelling of ship engine exhaust emissions in ports and extensive coastal waters based on terrestrial AIS data-An Australian case study”*.
- [3] Rosa A.A, Simon B.A, Lieanto K.S. (2020). *Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portable Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135* (Online), Vol. XII, No.1. <https://ejournals.umn.ac.id/index.php/SK/article/view/1611/944>.
- [4] Colton, T (2003). *“The Marine Industry”*. Ship Design and Construction, Chapter 3, Vol. 2. SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 1.1–11.50.
- [5] Abidin, Jainal, & Hasibuan, Ferawati Artauli. (2019). *Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara*. Prosiding SNFUR-4, Pekanbaru, 7.
- [6] National Institute Of Occupational Safety (NIOSH). (1998, June). *Criteria For A Recommended Standard. Occupational Noise Exposure. U.S Department Of Health And Human Service. Education And Information Division National Institute For Occupational Safety And Health*, 98–126.
- [7] Sari I.V, Darmayanti D.R, Wideasari C, Indani W, Sitopu M.W (2024). *Sistem Otomatis Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Tin Menggunakan Mikrokontroler Esp32* (Online), JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan) Vol. 12 No. 3, pISSN: 2303-0577 eISSN: 2830-7062 <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/download/4564/1909>.
- [8] Octaviano A, Sofiana S, Agustino D.O, Rosyani P. (2022). *Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet Of Things* (Online). Vol. 3, No. 2. <https://djournals.com/klik/article/view/566/383>.
- [9] Putro A.P, Hidayat D.A, Heratama F.F, Cahyo A.D, Yulian D.E, Prabowo Y.A. (2023). *Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dengan Sensor MQ2 Berbasis Internet Of Things* (Online) <https://ejurnal.itats.ac.id/snestik/article/view/4214/3092>.
- [10] Rumampuk G.C, Poekoel V.C, Rumagit A.M. (2021). *Internet of Things-Based Indoor Air Quality Monitoring System Design* (Online). Jurnal Teknik Informatika. Vol. 17, No. 1. (11-18).
- [11] Pratama R.F, Raihan R.S, Pramudhita A.N (2023). *Perancangan Dan Implementasi Protokol Mqtt Pada Sistem Parkir Cerdas Berbasis IoT* (Online). JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). Vol. 11 No. 3, pISSN: 2303-0577 eISSN: 2830-7062. <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/3191/1436>.