

***PROTOTYPE* APLIKASI PEMANTAUAN KUALITAS UDARA
BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)* DI LINGKUNGAN
PERUSAHAAN PERKAPALAN**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh

Ikmal Syafiq
Syakila Nurfidyah

NIM : 1062112
NIM : 1052127

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

***PROTYPE* APLIKASI PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)* DI LINGKUNGAN PERUSAHAAN PERKAPALAN**

Oleh:

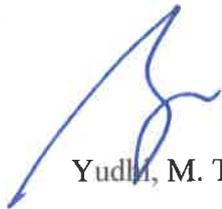
Ikmal Syafiq /1062112

Syakila Nurfidiyah /1052127

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Yudhi, M. T

Pembimbing 2



Riki Afriansyah, M. T

Penguji 1



Aan Febriansyah, M. T .

Penguji 2



Indra Dwisaputra, M. T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Ikmal Syafiq NIM : 1062112

Nama Mahasiswa 2 : Syakila Nurfidiyah NIM : 1052127

Dengan Judul : *Prototype* Aplikasi Pemantau Kualitas Udara Berbasis *Internet of Things (IoT)* Di Lingkungan Perusahaan Perkapalan

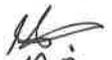
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 26 Juli 2024

Nama Mahasiswa

1. Ikmal Syafiq
2. Syakila Nurfidiyah

Tanda Tangan

()
()

ABSTRAK

Proyek Akhir ini bertujuan untuk membuat suatu prototype aplikasi pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things di lingkungan perusahaan perkapalan. Hal ini dikarenakan aktivitas pekerjaan di perusahaan perkapalan seperti sandblasting, pengecatan, pengelasan, penggunaan alat berat dan lainnya yang menyebabkan pencemaran udara di lingkungan tersebut. Berdasarkan kondisi tersebut, untuk sensor yang digunakan pada proyek akhir ini adalah sensor DHT22, sensor MQ-135, sensor MQ-7, sensor GP2Y1010AU0F sebagai sumber data, dan dikelola oleh ESP 32 sebagai mikrokontrolernya untuk dikirimkan ke database dan di tampilkan lagi melalui aplikasi. Hasil dari proyek akhir ini merupakan informasi nilai suhu, kelembapan, karbon monoksida, karbon dioksida, dan kadar debu yang dapat dipantau langsung melalui aplikasi serta lampu indikator dan lcd 16x2 yang ada di alatnya.

Kata kunci : Internet of Things, Perusahaan Perkapalan, Sensor DHT22, Sensor MQ135, Sensor MQ7, Sensor GP2Y1010AU0F, ESP32, Aplikasi

ABSTRACT

This final project aims to create a prototype of an Internet of Things based air quality monitoring application in the shipping company environment. This is because work activities in shipping companies such as sandblasting, painting, welding, the use of heavy equipment and others cause air pollution in the environment. Based on these conditions, the sensors used in this final project are the DHT22 sensor, MQ-135 sensor, MQ-7 sensor, GP2Y1010AU0F sensor as the data source, and managed by ESP 32 as the microcontroller to be sent to the database and displayed again through the application. The result of this final project is information on temperature, humidity, carbon monoxide, carbon dioxide, and dust levels that can be monitored directly through the application as well as the indicator light and 16x2 LCD in the device.

Keywords : Internet of Things, Shipping Company, DHT22 Sensor, MQ135 Sensor, MQ7 Sensor, GP2Y1010AU0F Sensor, ESP32, Application

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji dan syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas segala petunjuk dan rahmat-Nya, kami selaku penulis berhasil menyelesaikan proyek akhir ini dan juga menyusun laporan yang berjudul “*Prototype* Aplikasi Pemantauan Kualitas Udara Berbasis *IoT* di Lingkungan Perusahaan Perkapalan.” Serta shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Besar Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam, keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan syarat untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma IV di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Kami selaku penulis menyadari bahwa keberhasilan proyek akhir ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, kami ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang membantu kami yaitu:

1. Orang tua penulis, Bapak Imam Sobri, Bapak Achmad Yani, Ibu Suryana, dan Ibu Sunarni serta keluarga besar yang banyak memberikan dukungan dan motivasi, baik secara material maupun moril, yang sangat berarti bagi kelancaran dan keberhasilan proyek ini.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Zanu Saputra selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Indra Dwisaputra, M.T. selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Elektronika dan sekaligus Dosen Wali kelas 3 TE A Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Ahmat Josi, M.Kom selaku Kepala Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak dan sekaligus Dosen Wali kelas 3 TRPL A Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Bapak Yudhi, M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 Proyek Akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Riki Afriansyah, M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Proyek Akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Bapak Catur Pebriandani, S.Tr.T. selaku Dosen Pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Manufaktur Bangka Belitung atas bantuan waktu, masukan, dan jasa.
9. Bapak Sugihartono selaku kepala laboratorium PT Mutiara Laboratorium Mandiri atas bantuan, waktu, informasi, dan data yang diberikan.
10. PT Dok dan Perkapalan Air Kantung galangan Selindung atas bantuan, waktu, informasi, dan data yang diberikan.
11. Gilang Agusti, Abdar Farabi, Desvira Yasmitasari, Reddy Ibrachim, dan teman seperjuangan lainnya yang turut serta memberikan dukungan, bantuan, dan semangat, serta berbagi pengalaman yang sangat bermanfaat dalam menyelesaikan proyek ini.
12. Semua pihak yang turut membantu penulis, yang secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian proyek ini.

Dalam penyusunan proyek akhir ini, penulis menyadari banyaknya kekurangan serta kesalahan, oleh karena itu kritik dan saran dapat disampaikan melalui ikmalputra1235@gmail.com dan syakilanurfidiyah@gmail.com. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif. Terima kasih atas segala perhatian dan dukungan yang telah diberikan. Aamiin Ya Rabbal'Aalamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sungailiat, 26 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Kondisi Udara	6
2.1.1. Suhu	6
2.1.2. Kelembapan	7
2.1.3. Karbon Dioksida	8
2.1.4. Karbon Monoksida	8
2.1.5. Partikel Debu	9
2.3 Internet of Things (IoT)	10
2.4 Android Studio	10
2.5 XAMPP	11
2.6 phpMyAdmin	12
2.7 ESP32	13
2.8 Sensor DHT22	14
2.9 Sensor MQ-135	15
2.10 Sensor MQ-7	16
2.11 Sensor GP2Y1010AU0F	17
2.12 LCD 16x2	18
2.13 Relay 5V 2 Module	19

2.14 Mini Traffic Light Display Module.....	21
2.15 Mini Pump DC Pompa Air	22
2.16 Power Supply 12 Volt 5 Ampere	22
2.17 Step Down XL 4005	23
BAB III METODE PELAKSANAAN	24
3.1 Identifikasi Masalah	25
3.2 Perancangan Proyek	25
3.2.1 Perancangan Sistem	25
3.2.2 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	25
3.2.3 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	26
3.3 Pembuatan Proyek	27
3.3.1 Analisis Kebutuhan.....	28
3.3.2 Desain Prototipe.....	28
3.3.3 Membangun Prototipe.....	28
3.3.4 Uji Coba Prototipe	29
3.3.5 Perbaiki Prototipe.....	29
3.3.6 Penerapan.....	29
3.4 Pengujian Proyek.....	29
3.4.1 Metode Pengujian	29
3.4.2 Metode Pengumpulan & Analisis Data	31
BAB IV PEMBAHASAN.....	34
4.1 Identifikasi Masalah	34
4.2 Perancangan Proyek	34
4.2.1 Blok Diagram.....	34
4.2.2 Use Case	35
4.2.3 Activity Diagram	35
4.3 Pembuatan Proyek.....	36
4.3.1 Analisis Kebutuhan.....	36
4.3.2 Desain Prototipe.....	37
4.3.3 Membangun Prototipe.....	38
4.3.4 Uji Coba Prototipe	43
4.3.5 Perbaiki Prototipe	44
4.3.6 Penerapan.....	48
4.4 Pengujian Proyek.....	50

4.4.1 Pengujian Kalibrasi Sensor.....	50
4.4.2 Pengujian Perangkat Lunak	53
4.4.3 <i>User Acceptance Testing</i> (UAT).....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya.....	5
Tabel 3. 1 Skor Skala Likert [27].....	32
Tabel 3. 2 Skor Skala Likert [27].....	33
Tabel 4. 1 Pengujian alat di <i>workshop</i> mekanik	49
Tabel 4. 2 Pengujian alat di <i>workshop</i> pengelasan	49
<i>Tabel 4. 3 Pengujian DHT22 Suhu</i>	<i>50</i>
<i>Tabel 4. 4 Pengujian DHT22 Kelembapan</i>	<i>51</i>
<i>Tabel 4. 5 Pengujian MQ-7 Karbon Monoksida (CO)</i>	<i>52</i>
<i>Tabel 4. 6 Pengujian sensor MQ-135 Karbon Dioksida (CO₂)</i>	<i>52</i>
<i>Tabel 4. 7 Pengujian Sensor GP2Y1010AU0F (Partikel Debu)</i>	<i>53</i>
Tabel 4. 8 <i>Black box Testing</i>	53
Tabel 4. 9 Kemudahan Pengguna (<i>Perceived Ease of Use</i>).....	56
Tabel 4. 10 Manfaat Pengguna (<i>Perceived Usefulness</i>)	57



DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 ESP 32</i>	14
<i>Gambar 2. 2 Sensor DHT22</i>	15
<i>Gambar 2. 3 Sensor MQ-135</i>	16
<i>Gambar 2. 4 Sensor MQ-7</i>	17
<i>Gambar 2. 5 Sensor GP2Y1010AU0F</i>	18
<i>Gambar 2. 6 LCD 16x2</i>	19
<i>Gambar 2. 7 Relay 5V 2 Module</i>	20
<i>Gambar 2. 8 Mini Traffic Light Display Module</i>	21
<i>Gambar 2. 9 Mini Pump DC Pompa Air</i>	22
<i>Gambar 2. 10 Power Supply 12 Volt 5 Ampere</i>	23
<i>Gambar 2. 11 Step Down XL4005</i>	23
Gambar 3. 1 Flowchart Tahapan Pelaksanaan Proyek Akhir	24
Gambar 3. 2 Metode Prototipe	28
Gambar 4. 1 Blok diagram	34
Gambar 4. 2 <i>Use Case</i>	35
Gambar 4. 3 <i>Activity Diagram</i>	36
Gambar 4. 4 Tampak Luar Alat	37
Gambar 4. 5 Tampak dalam alat	38
Gambar 4. 6 <i>User Interface</i>	38
Gambar 4. 7 <i>Wiring Diagram</i>	39
Gambar 4. 8 Tampilan Beranda pada Aplikasi Android.....	41
Gambar 4. 9 Tampilan Menu Aplikasi.....	41
Gambar 4. 10 Tampilan Halaman Aksi.....	42
Gambar 4. 11 Tampilan Halaman Detail Nilai	42
Gambar 4. 12 Tampilan Halaman History	43
Gambar 4. 13 Uji Coba Perangkat Keras	44
Gambar 4. 14 Alat setelah dipasang box	45
Gambar 4. 15 Alat setelah pergantian box	45
Gambar 4. 16 Perbaikan Tampilan Menu	46
Gambar 4. 17 Perbaikan Halaman Detail.....	47
Gambar 4. 18 Struktur Tabel Kualitas Udara.....	47
Gambar 4. 19 Struktur Tabel Save	48
Gambar 4. 20 Struktur Tabel Pompa Air	48
Gambar 4. 21 Pengambilan data di workshop mekanik.....	49
Gambar 4. 22 Pengambilan data di workshop pengelasan.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup.....	64
Lampiran 2: Kode Program Alat.....	66
Lampiran 3: Kuesioner.....	73
Lampiran 4: Sample Jawaban Kuesioner.....	74
Lampiran 5: <i>Black Box Testing</i>	82
Lampiran 6: Hasil Pengambilan data di PT DAK.....	88
Lampiran 7: Dokumentasi Kegiatan	90



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Industri Perkapalan merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian global yang berperan besar dalam perdagangan internasional dan transportasi. Namun, seringkali terjadi dampak negatif terhadap lingkungan akibat kegiatan operasional pada sektor perkapalan, terutama dalam bentuk pencemaran udara. Udara yang tercemar dapat berdampak negatif terhadap kesehatan para pekerja seperti, menyebabkan berbagai masalah pernapasan, alergi, dan penyakit kronis lainnya. Selain itu, udara yang buruk juga dapat menurunkan efisiensi kerja dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Hal ini bisa dilihat dengan berbagai aktivitas yang dilakukan di perusahaan perkapalan seperti pengelasan, pengecatan, dan penggunaan bahan kimia yang dapat menghasilkan polutan berbahaya seperti asap, debu, dan gas beracun. Tanpa adanya sistem pemantauan yang efektif, polutan tersebut bisa mencapai tingkat yang membahayakan sebelum diambil tindakan pencegahan. Dengan padatnya aktivitas tersebut, ada tiga faktor yang dapat menurunkan efisiensi kerja yakni, kebisingan, pencahayaan, dan kualitas udara yang dijelaskan langsung oleh Armada selaku *staff manager* di sebuah perusahaan perkapalan di Bangka Belitung, yaitu PT DAK. Dari ketiga faktor tersebut salah satunya kualitas udara yang buruk, dan untuk mencegah hal tersebut dapat dilakukan dengan mengembangkan suatu sistem yang mampu memantau kualitas udara secara *realtime* dan memberikan peringatan dini jika terjadi peningkatan polutan.

Berdasarkan permasalahan di atas perlunya suatu inovasi yang dapat memantau kualitas udara yang ada pada lingkungan perusahaan perkapalan secara *realtime*. Pada proyek akhir yang kami kerjakan ini memiliki kaitan terhadap beberapa judul penelitian serta tugas akhir, salah satunya yaitu membahas tentang Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara dalam Ruangan berbasis *Internet of Things* [1] yang mana dalam proyek mereka ini menggunakan 6 sensor dan mikrokontroler arduino mega untuk mengolah data dari keenam sensor tersebut

yang mana data dari sensor tersebut nantinya akan dikirim secara *real-time* melalui modul Wifi ke platform *IoT OvoRD* dan ditampilkan dalam bentuk *Web*. Lalu ada Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis *Internet of Things* oleh [2] penelitian ini membahas perancangan monitoring kualitas udara di Kota Bandung. Pada project tersebut teori hukum ohm diterapkan untuk menghitung konversi data bacaan dengan memanfaatkan sensor MQ yang berfungsi mendeteksi gas No, CO dan O2. Lalu untuk mendapatkan nilai kelembapan dan suhu mereka menggunakan sensor DHT22 serta untuk mikrokontrollernya mereka menggunakan ATmega 328. Kemudian terdapat jurnal penelitian tugas akhir oleh [3] yaitu membahas tentang perancangan monitoring kualitas udara yang nantinya akan ditampilkan pada *website*, aplikasi *Blynk* dan perangkat LCD 20x4, dan jurnal tersebut berjudul Pemantauan Kualitas Udara Polutan gas CO dan CO2 Berbasis *IoT*. Selanjutnya yaitu Sistem Monitoring Pencemaran Udara dan Deteksi Dini Pencemaran Udara Berbasis *Internet of Things (IoT)* oleh [4] yang mana alat tersebut digunakan untuk mendeteksi kualitas udara dalam ruangan terutama pada lingkungan kantor di daerah perkotaan. Dari penelitian yang telah dibaca sistem pemantauan kualitas udara secara *realtime* yang memanfaatkan *Internet of Things (IoT)* dengan sensor-sensor untuk mendapatkan data kualitas udaranya serta penggunaan Aplikasi dapat menjadi solusi untuk daerah dengan kualitas udara kurang bagus. Penggunaan *IoT* dalam sistem ini dinilai lebih efektif karena jangkauannya yang luas dan kita bisa mendapatkan data secara *realtime* selama ada koneksi internet. Lalu sensor-sensor yang akan digunakan pada proyek ini adalah sensor GP2Y1010AU0F sebagai pendeteksi debu, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan udara, sensor MQ135 sebagai pendeteksi karbon dioksida, dan MQ7 sebagai pendeteksi karbon monoksida. Dan penggunaan aplikasi dinilai lebih mudah diakses sehingga dapat dipantau oleh pekerja serta manajemen terkait kualitas udara secara *Real-Time* dan dapat menerima peringatan apabila kualitas udara yang terdeteksi sedang buruk atau terjadi masalah.

Oleh karena itu, kami mengambil judul “ *Prototype* Aplikasi Pemantauan Kualitas Udara Berbasis *Internet of Things (IoT)* Di Lingkungan Perusahaan Perkapalan” dengan tujuan agar meningkatkan kesehatan dan keselamatan para pekerja di sekitar perusahaan perkapalan dan galangan kapal, mendorong penggunaan teknologi *IoT* sebagai inovatif, mengoptimalkan efisiensi operasional, pemantauan lingkungan yang efektif, memberikan data kualitas udara yang akurat dan terukur kepada manajemen perusahaan, meningkatkan kesadaran lingkungan pada kalangan pekerja dan manajemen perusahaan, mendorong kolaborasi antara ahli teknologi, manajemen perusahaan dan pekerja dalam mengembangkan, mengimplementasikan, dan memelihara sistem pemantauan kualitas udara berbasis *IoT* untuk mencapai hasil yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah yang dibuat dalam proyek akhir ini, diantaranya yaitu:

1. Bagaimanakah cara untuk mengembangkan keempat sensor yang digunakan (GP2Y1010AU0F untuk debu, DHT22 untuk suhu dan kelembapan, MQ-135 untuk karbon dioksida, dan MQ-7 untuk karbon monoksida) dalam alat untuk memantau kualitas udara berbasis *IoT* serta terintegrasi dengan aplikasi dapat berfungsi dengan akurat dan andal dengan menyesuaikan kondisi operasional di perusahaan perkapalan?
2. Bagaimana merancang antarmuka aplikasi yang *user-friendly* sehingga mudah diakses oleh pekerja dan manajemen untuk memantau kualitas udara secara *realtime* dan menerima peringatan dini ketika kualitas udara memburuk?
3. Bagaimana penerapan prototipe aplikasi sistem untuk memantau kualitas udara yang berbasis *IoT* di lingkungan industri perkapalan.

1.3 Batasan Masalah

Di bawah ini merupakan batasan masalah terkait proyek akhir ini antara lain:

1. Proyek akhir ini berupa *prototype* aplikasi monitoring kualitas udara untuk Perusahaan Perkapalan yang mana data dari kualitas udaranya diambil dari 4

sensor yaitu sensor DHT22 (mengukur suhu dan kelembapan), sensor MQ-135 (mendapatkan nilai karbon dioksida), sensor MQ-7 (mendapatkan nilai karbon monoksida), dan sensor GP2Y1010AU0F (mengukur kadar partikel debu).

2. Proyek ini akan difokuskan pada lingkungan halaman kantor industri perkapalan. Pemantauan udara yang ada di dalam ruangan ataupun di lingkungan lain tidak termasuk dalam cakupan proyek ini.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Berikut adalah tujuan dibuatnya proyek akhir ini:

1. Mengatasi permasalahan pemantauan kualitas udara di lingkungan perusahaan perkapalan seperti karbon monoksida, kelembapan, karbon dioksida, suhu, dan kadar debu.
2. Memudahkan para pekerja dalam pemantauan kualitas udara secara *real-time* agar para pekerja dapat mengambil tindakan yang sesuai terkait kualitas udara yang terjadi.
3. Dapat mengetahui perubahan nilai karbon dioksida, kelembapan, karbon monoksida, kadar debu, dan suhu pada lingkungan perusahaan perkapalan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini mengkaji beberapa penelitian yang memiliki relevansi dengan proyek ini. Fokus utama pada proyek ini yaitu menggali pengetahuan yang telah ada, serta untuk mengidentifikasi kontribusi dan juga celah dalam studi-studi terdahulu. Dan di bawah ini merupakan ringkasan dari hasil-hasil penelitian sebelumnya yang memberikan landasan dan wawasan yang penting untuk proyek ini sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Hasil
1	<i>Running Text</i> Penampil Kualitas Udara di perkotaan	Hasil Penelitian ini merupakan Data terkait kualitas udara, kelembapan, dan suhu serta lampu peringatan apabila kondisi udara kurang baik [5].
2	Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara dalam Ruang Berbasis <i>Internet of Things</i>	Hasil dari Proyek akhir ini ialah data kualitas udara dari tiap sensor yang dapat menampilkan data dengan <i>real-time</i> serta tersimpan langsung di <i>database</i> . Penelitian ini menguji kinerja sistem dengan menggunakan variasi jumlah orang sebagai sampel, untuk mengevaluasi performa sensor saat mendeteksi konsentrasi gas dalam rentang yang dapat terukur oleh sensor. [6].
3	Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis <i>IoT</i>	Hasil dari Proyek akhir ini menunjukkan yang dikembangkan dapat mengukur konsentrasi gas CO dalam ruangan dengan

No	Judul	Hasil
	menggunakan <i>Wemos D1 Mini</i> dan Android	jangkauan antara 7-38 ppm. Dan untuk kadar gas CO ₂ diperoleh hasil pengukuran antara 200-100 ppm pada saat dilakukan di dalam ruangan [7].
4	Pemantauan Kualitas Udara Berbasis <i>Internet of Things</i>	Hasil penelitian berikut adalah sensor yang digunakan bisa menampilkan data secara <i>real-time</i> dengan menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> serta data yang ditampilkan tersimpan di server <i>ThingSpeak</i> lalu data tersebut ditampilkan di aplikasi <i>ThingView</i> dan aplikasi berbasis <i>Web</i> [8].
5	Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan <i>Platform IoT</i>	Hasil penelitian berikut merupakan sistem yang digunakan untuk pemantauan kualitas udara yang ada di dalam ruangan dan dilengkapi dengan notifikasi. Sistem ini menggunakan <i>Thinspeak</i> sebagai bagian dari sistem monitoring dan untuk notifikasinya menggunakan platform <i>IoT Blynk apps</i> [9].

2.2 Kondisi Udara

Proyek akhir ini dibuat untuk menentukan kondisi baik dan buruknya kualitas udara, yang mana nantinya dapat di monitoring langsung melalui aplikasi android dan juga bisa dilihat pada lampu indikator. Untuk itu proyek ini menggunakan nilai dari kadar debu, konsentrasi karbon dioksida, konsentrasi karbon monoksida serta kelembapan dan suhu sebagai indikator nya.

2.1.1. Suhu

Suhu merupakan parameter dengan menyatakan derajat dingin panas dari suatu objek dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. [10].

Pada umumnya masyarakat menggunakan indra peraba sebagai indikator untuk mengukur suhu. Namun dengan adanya perkembangan teknologi melalui penciptaan alat seperti termometer yang dapat mengukur nilai suhu dengan akurat. Suhu merupakan elemen penting untuk mengetahui perubahan kondisi dari suatu zat atau benda [11].

2.1.2. Kelembapan

Kelembapan adalah sebuah tingkat kondisi udara yang lembap atau basah dan terjadi dikarenakan ada uap air. Tingkat kelembapan juga dipengaruhi oleh suhu. Apabila tekanan uap parsial setara dengan tekanan uap air yang jenuh, maka proses kondensasi akan terjadi. Dalam istilah matematis, kelembapan relatif (RH) dinyatakan dalam bentuk persentase yang menggambarkan rasio diantara tekanan uap air parsial dan tekanan dari uap air jenuh. Kelembapan juga didefinisikan dengan berbagai cara. *Relative Humidity* (RH) secara umum, menggambarkan konsep kelembapan[10] .

Kelembapan adalah ukuran kadar uap air yang terdapat di udara.. Ini merupakan salah satu faktor penting dalam meteorologi dan klimatologi karena mempengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk cuaca, iklim, kesehatan manusia, dan kenyamanan. Kelembapan dapat diukur dengan berbagai cara, tergantung dari situasi dan tujuan pengukuran. Untuk mengukur suatu kelembapan biasanya bisa dilakukan dengan menggunakan satuan, dan untuk satuan kelembapan sendiri pada umumnya menggunakan *RH (Relative Humidity)* atau kelembapan relatif. RH atau kelembapan relatif adalah ukuran persentase dari kelembapan udara relatif terhadap kelembapan maksimum yang dipegang oleh udara pada suhu dan tekanan udara. RH mengukur seberapa jauh udara telah jenuh dengan uap air relatif terhadap kemampuan maksimumnya untuk menampung uap air. Kelembapan ideal berkisar antara 50-55% RH.. Kelembapan relatif dapat memengaruhi kenyamanan manusia serta proses fisika dan kimia dalam lingkungan. Hal tersebut berdasarkan penjelasan dari kelembapan relatif sendiri yaitu untuk mengetahui seberapa lembab atau kering udara pada suatu waktu dan tempat.

2.1.3. Karbon Dioksida

Karbon terdapat dalam berbagai bentuk, yaitu sebagai karbon dioksida (CO_2) di udara, CO_2 terlarut di dalam air, dan sebagai karbonat dalam bebatuan di tanah. Karbon merupakan unsur fundamental dalam semua bentuk kehidupan. Senyawa-senyawa ini dikonsumsi oleh makhluk hidup, menyebabkan karbon berpindah dari tanaman ke hewan, dan kemudian kembali ke atmosfer dalam bentuk gas[12]. Karbon dioksida (CO_2) adalah gas yang terdiri dari dua atom karbon dan satu atom oksigen. Sebagai salah satu gas rumah kaca, CO_2 berperan dalam meningkatkan suhu global.

Karbon dioksida diproduksi dalam berbagai proses alam, seperti pernapasan hewan dan manusia, pembakaran bahan bakar fosil, serta aktivitas vulkanik. Selain dari itu, karbon dioksida (CO_2) juga dihasilkan dalam proses industri seperti pembakaran batu bara dan minyak bumi, serta dalam pembakaran hutan dan lahan. Karbon dioksida turut serta dalam siklus karbon di Bumi. Tumbuhan memanfaatkan karbon dioksida dalam fotosintesis untuk memproduksi oksigen dan mengubah karbon dioksida menjadi karbohidrat. Proses ini penting dalam menjaga keseimbangan karbon di atmosfer. Peningkatan kadar karbon dioksida dalam atmosfer menjadi perhatian global, dan untuk menurunkan emisi karbon dioksida, beberapa langkah yang dapat diambil termasuk pemanfaatan energi terbarukan dan pengurangan penggunaan bahan bakar fosil, dan meningkatkan efisiensi energi.

2.1.4. Karbon Monoksida

Karbon merupakan salah satu bahan yang terdapat di udara. Karbon monoksida atau biasa disingkat CO, juga bisa disebut sebagai gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Gas ini terdiri dari satu atom karbon yang secara *kovalen* berikatan dengan satu atom oksigen. Karbon monoksida adalah gas yang tidak tampak, tidak memiliki bau, dan tidak terasa. Gas ini terdiri dari satu atom karbon dan satu atom oksigen. Karbon monoksida (CO) didapatkan dalam proses pembakaran yang tidak sempurna, seperti saat pembakaran bahan bakar fosil, kayu, atau gas alam. Sumber utama karbon monoksida meliputi asap

kendaraan bermotor, industri, serta peralatan rumah tangga seperti kompor dan tungku. Karbon monoksida sangat berbahaya bagi manusia karena ia dapat mengikat hemoglobin dalam darah dengan sangat kuat. Hemoglobin adalah protein yang bertugas mengangkut oksigen ke sel-sel tubuh. Ketika karbon monoksida terikat pada hemoglobin, kemampuan darah untuk mengangkut oksigen ke sel-sel tubuh terhambat, yang dapat menyebabkan keracunan karbon monoksida. Gejala keracunan ini meliputi sakit kepala, pusing, mual, muntah, kebingungan, dan dalam kasus yang parah atau paparan jangka panjang, dapat berakibat fatal. Dari *National Institute Occupational Safety and Health (NIOSH)* merekomendasikan batas paparan jangka panjang dan singkat untuk CO adalah 35 ppm untuk jangka panjang, dan 25 ppm untuk jangka pendek[14]. Oleh karena itu, penting untuk memiliki detektor karbon monoksida untuk mencegah terpaparnya karbon monoksida, penting untuk menjaga kebersihan dan perawatan yang baik pada peralatan yang menggunakan pembakaran, seperti perapian, tungku, dan pemanas.

2.1.5. Partikel Debu

Partikel debu merupakan Salah satu konsentrasi yang tergolong sebagai partikel melayang di udara (*Suspended Particulate Matter / SPM*) memiliki ukuran antara 1 mikron hingga 500 mikron. Dalam pencemaran udara luar ruangan, debu sering kali digunakan sebagai indikator untuk menjelaskan bahaya terhadap lingkungan serta keselamatan dan kesehatan pekerja. [15].

Partikel debu merupakan partikel kecil yang terdiri dari bahan padat atau cair yang tersebar di udara. Partikel debu berasal dari berbagai sumber seperti, debu tanah, asap, polusi industri, serbuk sari tanaman, dan lainnya. Partikel debu biasanya terbawa oleh angin yang nantinya akan menyebar melalui udara dan dari udara tersebut dapat masuk ke saluran pernapasan manusia dan hewan pada saat sedang dihirup. Partikel debu sangat kecil, seperti partikel debu halus atau *ultrafine*, dapat mencapai bagian terdalam dari paru-paru manusia dan dapat menyebabkan masalah kesehatan jika dihirup dalam jumlah besar atau dalam jangka waktu yang lama. Paparan jangka panjang terhadap partikel debu dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit pernapasan seperti asma,

bronkitis. dan bahkan penyakit paru-paru kronis. Oleh karena itu, penting untuk mengurangi paparan terhadap partikel debu dengan menjaga kebersihan lingkungan, seperti melakukan penghijauan, mengendalikan emisi, serta dengan menggunakan masker pada saat berada di area yang berpotensi tinggi mengandung partikel debu seperti di area konstruksi dan lain-lain.

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan objek fisik sehari-hari, seperti perangkat, kendaraan, bangunan ke internet dan hal ini memungkinkan mereka untuk saling berkomunikasi serta saling bertukar data. *Internet of Things (IoT)* merujuk pada pemanfaatan teknologi informasi, konektivitas, jaringan internet, dan sensor untuk menghubungkan perangkat non-komputer satu sama lain melalui internet [16]. Tujuannya adalah untuk membuat dunia lebih terhubung dan otomatisasi proses yang sebelumnya membutuhkan *intervensi* manusia. Perangkat *IoT* biasanya dilengkapi dengan sensor dan/atau *aktuator*, dan terhubung ke internet melalui beberapa jenis konektivitas nirkabel, seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau jaringan seluler. Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian dapat dikirim ke platform *IoT* di *cloud*, di mana data tersebut dapat dianalisis dan digunakan untuk mengendalikan *aktuator* atau membuat keputusan bisnis. Dengan pertumbuhan teknologi sensor, *konektivitas* nirkabel dan *komputansi cloud*, *IoT* menjadi semakin penting dalam memperluas objek-objek fisik untuk berkomunikasi serta berinteraksi dengan dunia digital. Hal ini membuka peluang baru untuk efisiensi, produktivitas, dan inovasi di berbagai bidang kehidupan.

2.4 Android Studio

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat mobile. Awalnya, sistem ini dikembangkan oleh Android Inc., yang kemudian diakuisisi oleh Google pada tahun 2005.[17]. Android studio ialah *Integrated Development Environment (IDE)* resmi untuk membuat aplikasi Android, yang dikembangkan oleh Google. Didasarkan *Intellij IDEA*, IDE ini menyediakan alat untuk merancang, mengembangkan, menguji dan meng-debug aplikasi Android

dengan efisien. Android Studio dikenal memiliki antarmuka pengguna intuitif dan lengkap. Fitur-fiturnya termasuk editor yang kuat, emulator bawaan, dan fitur *debugging*. Android Studio terintegrasi dengan SDK, menyediakan alat dan pustaka yang dibutuhkan untuk membuat aplikasi Android. Berikut penjelasan terkait fitur utama apa saja yang ada pada android studio:

- Editor Kode Canggih: Mendukung bahasa pemrograman seperti *Java*, *Kotlin*, dan *C++* dengan fitur *auto-completion* dan *refactoring*.
- Desainer Antarmuka: Layout Editor untuk merancang UI secara visual dengan *drag-and-drop*.
- Emulator Android: Menguji aplikasi di berbagai perangkat virtual.
- Integrasi Sistem Kontrol Versi: Mendukung *git* untuk kolaborasi tim dengan pengelolaan versi.
- *Build System Gradle*: Mengelola *dependensi* dan konfigurasi *build*.
- Alat *Debugging* dan *Profiling*: *Debugging komperhensif* dan *profiling* kinerja aplikasi.

Dengan Android Studio, pengembang dapat dengan mudah membuat aplikasi Android yang kaya fitur dan responsif.

2.5 XAMPP

XAMPP merupakan *software* sumber terbuka yang menyediakan paket lengkap untuk pengembangan web lokal. Dengan menyertakan *Apache* (server Web), *MariaDB*(basis data), *PHP*(bahasa *scripting* untuk *web*), *Perl*(bahasa pemrograman), *phpMyAdmin*(alat untuk mengelola basis data) serta bahasa pemrograman (*MySQL*) memungkinkan dapat memudahkan pengembang untuk mengatur dan menjalankan server web di komputer mereka tanpa konfigurasi yang rumit [18]. XAMPP dapat digunakan pada sistem operasi seperti Linux, Windows, dan macOS. Dan untuk manfaat dari XAMPP sendiri antara lain, pengembangan yang cepat, pengujian lokal, memberikan kemudahan kepada pengguna, serta sumber yang terbuka dan gratis. Ini sangat berguna bagi pengembang *web* yang

ingin mengembangkan aplikasi *web* sebelum mempublikasikannya secara online. Dengan menyediakan *server web*, basis data, dan bahasa pemrograman, XAMPP memudahkan pengembang untuk membuat dan juga mengelola aplikasi *web* secara lokal.

2.6 phpMyAdmin

phpMyAdmin merupakan alat administrasi berbasis *web* yang digunakan untuk mengatur *database MySQL* atau *MariaDB*. Dikembangkan menggunakan PHP, *phpMyAdmin* menyediakan antarmuka grafis yang memudahkan pengguna untuk melakukan berbagai tugas administrasi *database* tanpa harus menggunakan perintah SQL secara manual [18]. Dan di bawah ini terdapat fitur-fitur utama dari *phpMyAdmin* yaitu:

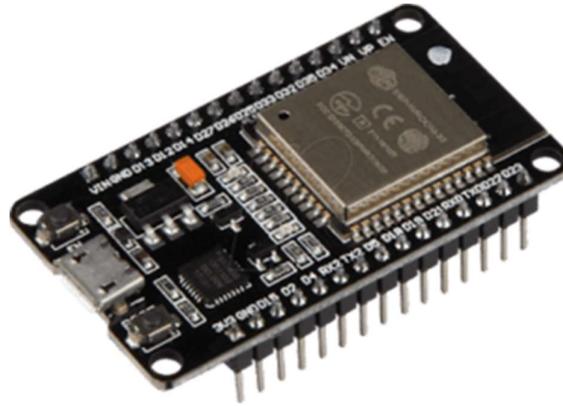
1. Manajemen Basis Data:
 - Membuat(*create*), mengedit(*update*) dan menghapus(*delete*) basis data serta tabel.
 - Menambah, mengedit, dan menghapus baris data.
 - Mengelola kolom, indeks, dan hubungan tabel
2. Eksekusi Perintah SQL
 - Menulis dan menjalankan perintah SQL langsung dan antarmuka
 - Membuat dan menjalankan *query* kompleks dengan dukungan sintaks lengkap.
3. Impor dan Ekspor Data:
 - Mendukung berbagai format impor dan ekspor data CSV, SQL, XML, dan JSON.
 - Memudahkan proses *backup* dan pemulihan data.
4. Pengelolaan Pengguna dan Hak Akses:
 - Membuat dan mengelola pengguna basis data.
 - Mengatur hak akses untuk basis data, tabel dan operasi tertentu.
5. Optimasi dan Pemeliharaan Basis Data:
 - Mengoptimalkan tabel untuk meningkatkan kinerja.

- Memperbaiki tabel yang rusak dan memeriksa integritas data.
6. Antarmuka Multibahasa:
- Mendukung banyak bahasa, memudahkan pengguna dari berbagai latar belakang untuk menggunakan alat ini.

phpMyAdmin juga memiliki berbagai manfaat mulai dari kemudahan pengguna, *aksesibilitas*, fiturnya yang lengkap, serta memiliki sumber yang terbuka dan gratis. *phpMyAdmin* dikenal sangat bermanfaat bagi pengembang *web* dan administrator *database* yang bekerja dengan basis data *MySQL*. Dengan antarmuka intuitif dan fitur-fitur yang lengkap *phpMyAdmin* memudahkan pengguna dalam mengelola, mengedit, dan menyelidiki basis data *MySQL* dengan mudah melalui *web*.

2.7 ESP32

ESP32 adalah sebuah sistem *on a chip (SoC)* mikrokontroler yang memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi [19]. ESP32 dilengkapi secara menyeluruh dengan saklar antena internal, balun RF, penguat daya, *amplifier* penerima rendah-*noise*, filter, dan modul manajemen daya. Mikrokontroler ini menambahkan fungsionalitas dan fleksibilitas yang berharga pada aplikasi Anda dengan kebutuhan *Printed Circuit Board (PCB)* minimal. ESP32 juga merupakan mikrokontroler populer yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, menawarkan berbagai fitur kuat untuk proyek *IoT* dan aplikasi *embedded*. Dilengkapi dengan *dual-core CPU Xtensa 32-bit*, ESP32 memungkinkan eksekusi tugas secara paralel, meningkatkan kinerja sistem. Dengan menggunakan kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth, ESP32 cocok untuk proyek *IoT* yang memerlukan konektivitas nirkabel. Selain itu, fitur *low power consumption* memungkinkan penggunaan baterai yang efisien. ESP32 dilengkapi dengan beragam perangkat keras I/O seperti SPI, I2C, UART, ADC, DAC, PWM, memudahkan koneksi sensor dan *aktuator*. Dapat diprogram menggunakan berbagai bahasa pemrograman seperti C atau C++, *MicroPython*, dan Arduino IDE, serta didukung oleh komunitas pengembang yang kuat. Dengan demikian, ESP32 menjadi pilihan utama untuk pengembangan proyek akhir *IoT* kami. Berikut adalah tampilan untuk *esp32*.

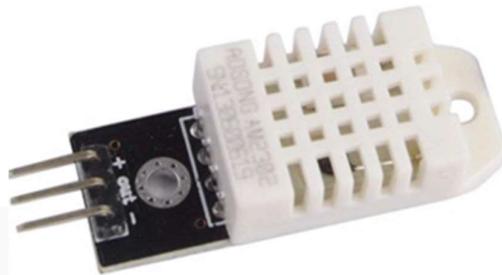


Gambar 2. 1 ESP 32

2.8 Sensor DHT22

DHT22 adalah sensor digital yang mampu mengukur kelembapan dan suhu dengan keakurasian yang tinggi. Sensor ini adalah bagian dari keluarga sensor DHT yang mencakup berbagai model seperti DHT11 dan DHT21, tetapi DHT22 menawarkan akurasi dan jangkauan pengukuran yang lebih baik jika dibandingkan dengan model lainnya. Sensor DHT22 merupakan sensor suhu dan kelembapan yang banyak digunakan dalam beberapa proyek IoT selain itu sensor DHT22 juga bisa dikenal sebagai sensor AM302. Dengan rentang suhu -40 sampai 80 derajat Celsius dan ketelitian ± 0.5 derajat *Celsius*, serta rentang kelembapan 0 sampai 100% RH dan ketelitian $\pm 2\%$ RH, sensor ini memiliki ketelitian yang baik [20]. Hal ini dikarenakan sensor DHT22 dilengkapi fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembapan Sehingga sensor DHT22 ini memiliki fitur yang tingkat keakuratannya cukup baik. Untuk penyimpanan data kalibrasi dapat ditemukan pada memori program OTP atau koefisien kalibrasi. Sensor DHT22 biasanya dilengkapi dengan Chip IC, sensor suhu dan kelembapan, resistor, kasing atau pelindung, serta memiliki 4 kaki pin. Menggunakan prinsip kerja sensor *resistif* dan komunikasi melalui protokol satu kabel, sensor DHT22 dapat dihubungkan ke platform *IoT* seperti Arduino atau mikrokontroler seperti ESP32, Arduino Uno, atau *Raspberry Pi*. Sensor ini sering digunakan dalam pemantauan suhu dan kelembapan dalam ruangan, sistem kontrol lingkungan, dan

sistem otomatisasi rumah pintar. Dan sensor DHT22 inilah yang kami gunakan untuk proyek akhir kami untuk mengukur suhu dan kelembaban, hal ini dikarenakan sensor DHT22 dikenal memiliki fitur kalibrasi pembacaan nilai yang cukup akurat. Selain itu perlu diingat untuk menjaga kebersihan dan melindungi sensor dari kelembaban berlebih agar kinerjanya tetap optimal. Bentuk dan tampilan dari sensor *DHT22* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2. 2 Sensor DHT22

2.9 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah salah satu dari sensor gas yang berfungsi sebagai pendeteksi berbagai jenis kadar gas seperti amonia, nitrogen oksida, benzene, alcohol, asap, dan CO₂ yang biasanya digunakan untuk memantau kualitas udara dan project IoT [21]. Beroperasi pada 5V, sensor ini mengukur konsentrasi gas dari 10 ppm hingga 1000 ppm dengan mengubah resistansi internalnya sesuai dengan kadar gas. Dilengkapi dengan empat pin (VCC, GND, DO, AO), MQ135 memberikan output analog untuk variasi resistansi dan output digital untuk sinyal ambang batas. Prinsip kerja dari sensor MQ135 adalah dengan mengukur perubahan resistansi pada bahan sensitif SnO₂ ketika terpapar gas tertentu. Rentang deteksinya luas dan sensor ini perlu dikalibrasi untuk hasil yang akurat. Sensor MQ135 dihubungkan ke mikrokontroler atau platform IoT melalui pin analog atau digital. Sensor ini sering digunakan dalam pemantauan kualitas udara dan berbagai aplikasi seperti pemantauan lingkungan dan sistem deteksi

kebakaran. Namun, sensitivitasnya terhadap gas tertentu dan kondisi lingkungan perlu diperhatikan, serta kalibrasi dan pemeliharaan yang tepat untuk keandalan pengukuran. Berikut pada gambar 2.3. adalah sensor MQ-135.



Gambar 2. 3 Sensor Gas MQ-135

2.10 Sensor MQ-7

Sensor MQ7 adalah alat deteksi gas yang digunakan untuk mengukur konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara. Sensor ini beroperasi berdasarkan prinsip katalitik, di mana resistansi sensor berubah ketika gas CO terpapar pada elemen katalitik di dalamnya. Sensor ini juga menggunakan material sensitif SnO₂ yang mengalami perubahan resistansi ketika ada gas CO. Prinsip kerjanya melibatkan siklus pemanasan dan pendinginan, pada suhu tinggi untuk membersihkan permukaan material, dan suhu rendah untuk mendeteksi gas CO [22]. Sensor MQ-7 memiliki rentang deteksi dari 10 hingga 10,000 ppm, dengan waktu respon cepat dan stabilitas jangka panjang. Aplikasinya meliputi sistem keamanan rumah, pemantauan lingkungan, sistem otomotif, dan alat pemantau kesehatan. Untuk menggunakan sensor MQ-7, diperlukan *mikrokontroler*, resistor, kapasitor, dan sumber daya yang sesuai. Langkah penggunaannya melibatkan menghubungkan sensor ke *mikrokontroler*, kalibrasi, dan pembacaan nilai resistansi untuk menentukan konsentrasi gas. Selain itu, kondisi standar saat bekerja dapat bervariasi tergantung pada jenis sensor yang digunakan, tetapi suhu, kelembaban, aliran udara, tegangan, arus, dan kalibrasi adalah factor-faktor

penting yang perlu diperhatikan untuk memastikan kinerja yang optimal pada sensor. Untuk mengetahui bagaimana bentuk *real* dari sensor MQ-7 bisa dilihat dibawah ini.



Gambar 2. 4 Sensor Gas MQ-7

2.11 Sensor GP2Y1010AU0F

Sensor GP2Y1010AU0F adalah sensor partikel debu berbasis optik yang digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel debu dalam udara. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip penyebaran cahaya inframerah yang dipancarkan oleh LED dan dipantulkan oleh partikel debu [23]. Pantulan cahaya ini kemudian dideteksi oleh fotodiode yang mengubahnya menjadi sinyal listrik. Rentang deteksi partikel debu berkisar antara 0,5 hingga 2,5 mikrometer. Sensor ini menghasilkan output analog yang terkait dengan konsentrasi partikel debu dan dapat dihubungkan ke mikrokontroler atau platform IoT. Untuk mengubah output analog menjadi output digital digunakanlah rumus dibawah ini.

$$calcVoltage = voMeasured \times (5,00/1024)$$

Keterangan:

calcVoltage = tegangan digital terukur

voMeasured = tegangan analog terukur

setelah outputan tersebut diubah ke satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ menggunakan rumus dibawah ini

$$\text{dustDensity} = 170 \times \text{calcVoltage} - 0,1$$

Nilai dari data yang diperoleh memiliki parameter 0-300 baik, 300-1050 umum (kurang baik), 1050-3000 buruk, lebih dari 3000 itu sangat buruk[24]. Sensor GP2Y1010AU0F cocok digunakan dalam proyek pemantauan kualitas udara dalam ruangan, pemantauan debu di lingkungan industri, dan proyek lingkungan lainnya. Penting untuk memperhatikan kondisi lingkungan yang stabil dan suhu yang terkendali agar sensor berfungsi dengan baik. Sensor ini khusus untuk mendeteksi partikel debu dan tidak cocok untuk mendeteksi gas atau partikel lainnya. Kebersihan sensor, pemilihan filter yang tepat, dan kalibrasi yang sesuai juga penting untuk memastikan hasil pengukuran yang akurat. Sensor GP2Y1010AU0F sangat berguna dalam aplikasi pemantauan kualitas udara untuk memastikan kesehatan dan kenyamanan lingkungan. Berikut ini gambar yang menunjukkan wujud sensor *GP2Y1010AU0F*.



Gambar 2. 5 Debu Sensor GP2Y1010AU0F

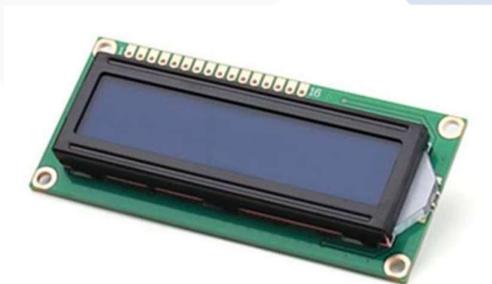
2.12 LCD 16x2

Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 adalah modul display yang menunjukkan 16 karakter per baris dalam 2 baris, menggunakan matriks 5x8 piksel per karakter. Layar ini sering digunakan dalam proyek elektronik dan dapat menampilkan teks, angka, dan simbol. Beberapa model dilengkapi dengan lampu datar (backlight) untuk pencahayaan rendah. LCD 16x2 dikendalikan melalui antarmuka paralel atau seri, dan penggunaannya umum dalam sistem pemantauan, jam digital, dan pengukur suhu. Untuk mengontrol LCD 16x2,

diperlukan kode program yang sesuai dengan bahasa pemrograman C atau arduino. Untuk keunggulan dari LCD 16x2 sendiri diantaranya:

- Mudah digunakan : Dokumentasi luas dan dukungan komunitas
- Biaya rendah : Ekonomis untuk banyak aplikasi
- Visibilitas baik : Dapat dibaca dengan mudah dengan backlight

LCD 16x2 adalah komponen yang cukup populer dalam proyek elektronik karena kemampuannya untuk menyajikan teks dengan cara yang jelas dan mudah dibaca. Dengan antarmuka yang relatif sederhana, Lcd 16x2 dapat dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler atau arduino untuk menampilkan teks, angka, dan simbol sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Dan untuk proyek akhir ini kami memilih LCD 16x2 untuk menampilkan hasil data dari pendeteksian sensor serta menampilkan waktu secara realtime. Berikut tampilan dari *LCD16x2* yang ada pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. 6 LCD 16x2

2.13 Relay 5V 2 Module

Relay 5v 2 module adalah perangkat elektronik yang terdiri dari 2 relay yang diaktifkan oleh sinyal 5 volt. Yang mana relay ini berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh sinyal listrik. *Relay* ini beroperasi pada tegangan 5 volt dan dilengkapi dengan 2 saluran atau *channel*, memungkinkan pengendalian dua perangkat elektronik secara terpisah. Modul ini memungkinkan pengendalian perangkat berdaya tinggi dengan sinyal daya yang rendah, sering digunakan untuk proyek mikrokontroler dan otomasi. Penjelasan terkait relay 5v 2 module yaitu:

- Tegangan Kerja (voltage) : relay ini bekerja pada tegangan 5 volt, yang berarti membutuhkan sumber daya 5 volt untuk mengoperasikannya.
- Fungsi Utama : *relay* digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik dengan daya yang lebih kecil.
- Saluran (*Channel*) : *Relay* ini dilengkapi dengan 2 saluran atau *channel* yang memungkinkan pengendalian dua perangkat secara individual..
- Aplikasi Umum : *relay* 5v 2 module banyak digunakan dalam berbagai proyek elektronik, seperti otomatisasi rumah (*home automation*), kendali perangkat listrik jarak jauh, sistem keamanan, dan berbagai aplikasi lain yang membutuhkan pengendalian perangkat dengan daya yang lebih besar melalui sinyal listrik yang lebih kecil.

Selain itu *relay* 5v 2 module dilengkapi dengan struktur komponen antara lain, *relay*, pin input, pin *output* dan sirkuit proteksi. Untuk keunggulan dari *relay* 5v 2 module antara lain memudahkan pengguna dikarenakan modul siap pakai yang mudah untuk dihubungkan ke mikrokontroler, menyediakan isolasi listrik antara kontrol dan beban, meningkatkan keselamatan, serta dinilai memiliki sifat fleksibilitas hal ini dikarenakan *relay* dapat mengontrol berbagai jenis perangkat listrik. *Relay* 5v 2 module ialah salah satu komponen yang sangat bermanfaat dalam dunia elektronika untuk mengontrol perangkat dengan efisien dan aman. Dan untuk proyek akhir kami, *relay* 5V 2 module digunakan sebagai saklar untuk menghidup dan mematikan pompa air pada saat aksi di aplikasi android diaktifkan. Gambar 2.7. menunjukkan bentuk fisik dari *Relay* 5V 2 Module.



Gambar 2. 7 Relay 5V 2 Module

2.14 Mini Traffic Light Display Module

Mini traffic light display module adalah perangkat elektronik yang mensimulasikan lampu lalu lintas dalam skala kecil. Modul ini biasanya terdiri dari 3 LED yang berwarna hijau, kuning, dan merah yang mewakili lampu lalu lintas serta sirkuit pengontrol untuk mengatur durasi masing-masing lampu. Modul ini memiliki fitur utama seperti, menyediakan simulasi lampu hijau, kuning, dan merah seperti lampu lalu lintas sungguhan, lalu dapat dikendalikan untuk mengatur durasi dan urutan lampu sesuai kebutuhan proyek, serta memiliki ukuran yang kecil sehingga mudah diintegrasikan dalam berbagai proyek. Untuk pengoperasiannya sendiri modul biasanya diberi daya melalui USB atau sumber daya eksternal dengan tegangan yang sesuai. Selain itu juga dapat dikendalikan melalui mikrokontroler atau sinyal input untuk mengatur durasi lampu. Module ini juga sering digunakan untuk proyek-proyek yang berhubungan dengan elektronik, dan mudah digunakan dan dipasang, hal ini dikarenakan dilengkapi dengan pin atau koneksi yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkannya ke mikrokontroler dan arduino. Modul traffic light ini juga dapat disesuaikan dengan mengganti LED dengan warna yang berbeda atau menambahkan fitur tambahan seperti sensor gerak dan suara. Di bawah ini merupakan tampilan dari *Mini Traffic Light Display Module*.



Gambar 2. 8 Mini Traffic Light Display Module

2.15 Mini Pump DC Pompa Air

Mini Pump DC adalah pompa air kecil yang menggunakan motor DC untuk menggerakkan impeller (roda berputar) yang memompa cairan. Biasanya memiliki ukuran yang kecil dan dapat dioperasikan dengan sumber daya DC seperti baterai atau adaptor daya. Komponen dan struktur yang dimiliki yaitu:

- Motor DC : Motor yang menghasilkan putaran untuk menggerakkan impeller.
- Impeller : Bagian yang berputar untuk memompa cairan.
- Housing : Tempat di mana motor dan impeller dipasang.
- Inlet dan Outlet : Tempat masuk dan keluarnya cairan.



Gambar 2. 9 Mini Pump DC Pompa Air

2.16 Power Supply(PS) 12 Volt 5 Ampere

Power Supply(PS) 12 volt 5 ampere merupakan perangkat yang menyediakan daya DC dengan beberapa spesifikasi seperti tegangan output 12 volt, arus maksimum 5 ampere, daya maksimum 60 watt, memiliki tipe berupa linear atau switching, memiliki aplikasi yang digunakan dalam elektronik, otomotif, serta industri, kemudian dilengkapi dengan keamanan berupa proteksi terhadap over-voltage, over current, dan short-sircuit, serta memiliki berbagai jenis konektor dan kabel yang sesuai untuk menangani arus yang maksimum.



Gambar 2. 10 Power Supply(PS) 12 Volt 5 Ampere

2.17 StepDown XL 4005

Modul *Step Down* XL4005 merupakan regulator daya DC-DC yang berfungsi untuk menurunkan tegangan sumber daya dari tingkat yang lebih tinggi ke tingkat yang lebih rendah dengan efisiensi tinggi. Komponen ini memiliki spesifikasi utama seperti tegangan *input output* serta arus *output*. Cara kerja modul *step down* XL4005 dilakukan dengan menggunakan sirkuit *switching* untuk menurunkan tegangan *input* dan *output* yang lebih rendah dengan efisiensi tinggi (Konverter *Step-Down (Buck Converter)*). Selain itu *step down* XL4005 mempunyai output arus 5 ampere yang bisa digunakan untuk *power supply* 5 ampere juga. Dan pada gambar 2.11. akan menampilkan bentuk fisik dari *step down* XL4005.

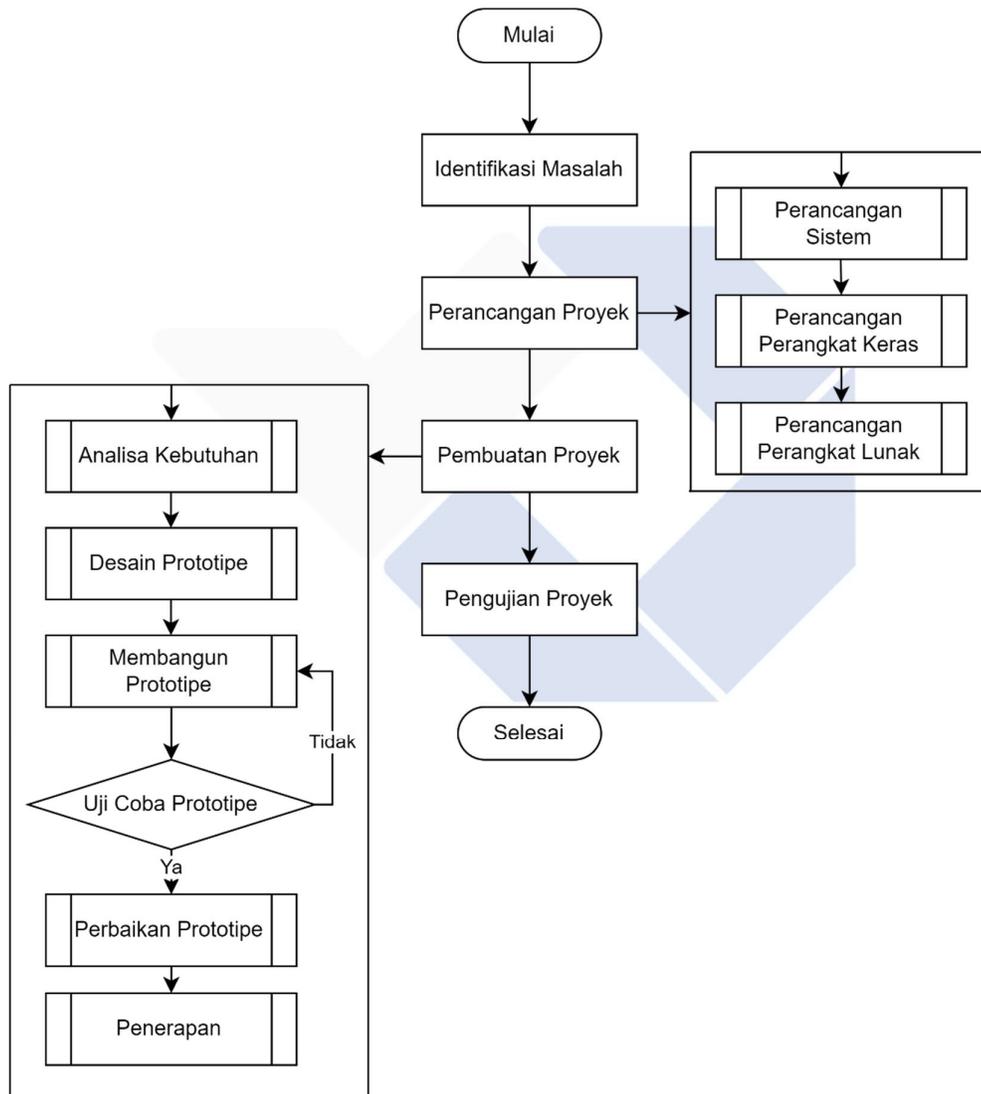


Gambar 2. 11 Step Down XL4005

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Dalam pelaksanaan pengerjaan proyek akhir yang berjudul Prototype Aplikasi Monitoring Kualitas Udara berbasis IoT di lingkungan Perusahaan Perkapalan, adapun metode pelaksanaan yang digunakan dalam bentuk *flowchart* di bawah ini.



Gambar 3. 1 Flowchart Tahap Pelaksanaan Proyek Akhir

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi merupakan proses untuk mengenali dan menentukan akar permasalahan atau hambatan yang ada dalam suatu kondisi atau situasi tertentu. Tujuan dari identifikasi masalah sendiri yaitu untuk memahami masalah secara menyeluruh sehingga solusi yang tepat dan efektif dapat segera diterapkan. Pada proyek ini diperlukan suatu survei lokasi untuk mewawancarai pihak dari perusahaan perkapalan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan apa saja yang menjadi urgensi di lingkungan perusahaan perkapalan.

3.2 Perancangan Proyek

Perancangan proyek adalah proses yang terstruktur untuk merencanakan dan mengembangkan suatu proyek dari awal hingga akhir pembuatan proyek. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui proses pengimplementasian sensor kualitas udara berbasis IoT di lingkungan perusahaan perkapalan yang nantinya akan di monitoring langsung melalui aplikasi android secara real-time. Pada tahap ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu perancangan sistem, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak.

3.2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem bertujuan untuk memberikan pemahaman secara komperhensif mengenai cara kerja semua komponen yang saling berhubungan dalam suatu sistem. Selain itu, perancangan sistem dilakukan agar penghubungan komponen dapat menciptakan integrasi yang efisiensi dan akurat dalam pengumpulan data dan monitoring. Dan untuk itu kami menggunakan activity diagram untuk melakukan perancangan sistemnya.

3.2.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras adalah suatu proses mendesain dan mengembangkan komponen fisik dari sebuah sistem komputer maupun elektronik. Dan dalam proyek ini, digunakanlah blok diagram untuk memfasilitasi perancangan alat yang akan kami implementasikan..

3.2.2.1 Blok Diagram

Diagram terstruktur atau diagram blok adalah representasi grafis suatu sistem atau proses yang menampilkan hubungan tiap komponen dan aliran informasi di dalamnya. Selain itu blok diagram juga dapat diartikan sebagai suatu representasi dasar dari susunan sistem yang akan dirancang [25]. Dan dibawah ini merupakan elemen utama pada blok diagram yaitu:

- Blok (*Blocks*): Representasi dari komponen, unit, atau fungsi utama dari sistem. Setiap blok biasanya diberi label untuk menunjukkan apa yang diwakilinya.
- Garis Penghubung (*Connecting Lines*): Menunjukkan hubungan, aliran informasi, atau interaksi antara blok-blok tersebut.
- *Input dan Output*: Menunjukkan titik masuk (*input*) dan titik keluar (*output*) dari blok atau sistem yang mencakup keseluruhan.

3.2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan suatu proses perancangan atau pengembangan struktur, arsitektur, serta komponen pada perangkat lunak untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan persyaratan yang fungsional. Dan untuk memudahkan kami dalam pengimplementasian serta perancangan aplikasi pada proyek ini, kami memilih metode *use case* untuk perancangan perangkat lunaknya.

3.2.3.1 Use Case

Use case adalah deskripsi tentang bagaimana pengguna dapat berinteraksi dengan suatu sistem demi mencapai suatu tujuan tertentu. Selain itu, *use case* dapat diartikan untuk mendeskripsikan apa yang seharusnya dilakukan oleh sistem [26]. Dan pada sistem *IoT* sendiri *use case* memiliki peran penting seperti, mampu mengidentifikasi kebutuhan pengguna dalam berinteraksi dengan sistem *IoT*, membangun persyaratan fungsional untuk sistem *IoT*, memandu pengembangan sistem yang akan dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna, serta untuk memudahkan komunikasi tentang bagaimana sistem *IoT* itu akan digunakan.

3.2.3.2 Activity Diagram(Diagram Aktivitas)

Activity diagram(Diagram Aktivitas) adalah jenis diagram dalam *Unified Modeling Language (UML)* yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau aktivitas dalam suatu sistem atau proses. *Activity diagram* juga sering digunakan untuk mengetahui cara kerja sistem pada saat sedang dijalankan [27]. *Activity diagram* juga bisa digambarkan dengan logika kontrol yang rumit dan mencakup keseluruhan.

Dan berikut di bawah ini karakteristik dari *activity diagram* yaitu:

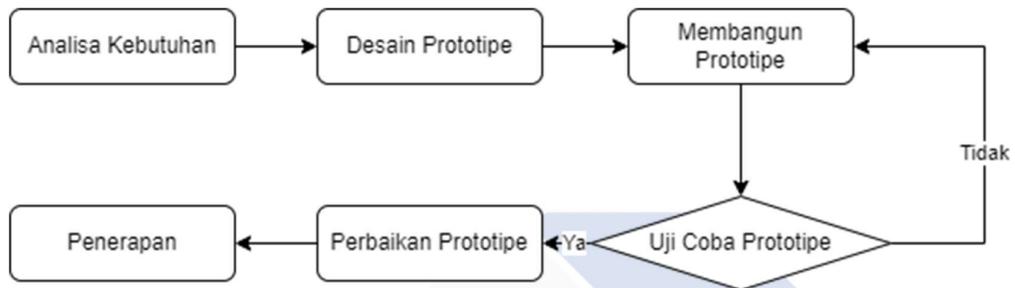
- Notasi Simbol: Diagram aktivitas menggunakan simbol-simbol standar seperti kotak untuk aktivitas, panah untuk alur kontrol, berlian untuk keputusan, dan garis-garis untuk menggambarkan alur kerja.
- Alur Kerja: Menunjukkan urutan tahap-tahap atau kegiatan yang harus dikerjakan pada proses tertentu. Ini membantu dalam memahami bagaimana informasi atau objek bergerak melalukannya.
- Keputusan dan Percabangan: Diagram aktivitas dapat mencakup keputusan dan percabangan yang memungkinkan alur kerja bercabang berdasarkan kondisi tertentu.
- Sinkronisasi dan Paralelisme: Diagram aktivitas juga dapat menunjukkan sinkronisasi antara aktivitas yang berjalan secara bersamaan atau paralel.
- Iterasi dan Pengulangan: Menunjukkan iterasi atau pengulangan aktivitas tertentu dalam proses.

Activity diagram sangat berguna dalam mendokumentasikan alur kerja sistem maupun aktivitas lainnya yang melibatkan serangkaian langkah-langkah yang harus diikuti, serta untuk memahami logika suatu proses dengan cara yang mudah dipahami secara visual. Dan pada proyek kami ini *activity diagram* berperan untuk membantu dalam merancang sistem IoT untuk memodelkan perilaku sistem, aktivitas, dan tindakan sistem.

3.3 Pembuaatan Proyek

Pada tahap pembuatan proyek ini, kami mengembangkan perangkat keras dan perangkat lunak dari identifikasi permasalahan pada penelitian ini. Pada perangkat

keras kami merancang serta membangun komponen dengan menyesuaikan kebutuhan untuk sistem pemantauan kualitas udara di lingkungan perusahaan perkapalan. Pada perangkat lunak kami kembangkan dengan platform dan bahasa pemrograman yang disesuaikan untuk menggabungkan perangkat keras dengan sistem pemantauan. Pada tahap ini membawa pengembangan yang telah dikonsepsikan dengan menggunakan metode prototipe dengan alur seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. 2 Metode Prototipe

Berikut adalah uraian dari alur proses metode prototipe sebagai berikut:

3.3.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dalam metode prototipe merupakan tahap awal dalam pengembangan alat berdasarkan identifikasi kebutuhan dari masalah yang ada pada lingkungan perusahaan perkapalan. Proses ini melibatkan pengumpulan kebutuhan untuk memastikan bahwa solusi yang dikembangkan dapat bekerja secara efektif untuk mengatasi permasalahan yang terjadi.

3.3.2 Desain Prototipe

Pada tahap ini, setelah kebutuhan analisis terpenuhi maka dilakukanlah perancangan dan pengembangan alat maupun sistem dengan menyesuaikan kebutuhan dari yang telah ditentukan.

3.3.3 Membangun Prototipe

Pada tahap ini mengenai pembuatan prototipe sesuai dengan yang dirancang yaitu menggunakan metode *IoT* yang nantinya akan di monitoring langsung melalui aplikasi android.

3.3.4 Uji Coba Prototipe

Pada tahap pengujian (uji coba prototipe) dilaksanakan untuk menjamin bahwa fitur setelah dikerjakan dapat berfungsi dengan baik.

3.3.5 Perbaikan Prototipe

Berdasarkan hasil dari uji coba yang dikerjakan , apabila terdapat hal yang dapat dikembangkan atau diperbaiki maka di tahap ini akan dilakukan perbaikan untuk sistem sehingga mendapatkan hasil yang terbaik.

3.3.6 Penerapan

Penerapan dilakukan untuk mengetahui apakah cara kerja dari prototipe telah bekerja sesuai yang diharapkan dengan melakukan peninjauan langsung pada saat alat digunakan.

3.4 Pengujian Proyek

Setelah dilakukan tahapan pembuatan proyek, selanjutnya dilakukan tahapan pengujian proyek untuk menguji apakah alat bekerja dengan sempurna. Pada tahapan pengujian ini dilakukan secara terpisah antara pengujian perangkat keras(alat) dan pengujian perangkat lunak(aplikasi), kemudian kedua elemen ini digabungkan menjadi sebuah sistem. Tahap pengujian selanjutnya mencakup pengumpulan informasi atau data guna melihat hasil perbandingan nilai sensor DHT22, MQ-7, MQ-135, dan GP2Y1010AU0F berbasis Android dalam memantau kualitas udara di Perusahaan perkapalan, dan data atau informasi ini akan dibandingkan dengan data dari alat lain ataupun melalui media pengetesan. Berikut adalah penjelasan mengenai metode pengujian yang digunakan serta metode pengumpulan dan analisis data yang diimplementasikan dalam proyek akhir ini.

3.4.1 Metode Pengujian

Pada proyek akhir berikut, kalibrasi sensor digunakan untuk menguji perangkat keras(alat). Serta *Black box Testing* dan UAT untuk menguji perangkat

lunak(aplikasi). Berikut ini adalah uraian mengenai pengujiannya.

3.4.1.1 Kalibrasi Sensor (Perangkat Keras)

Kalibrasi/Pencocokan Sensor merupakan pengujian untuk mengetahui tingkat akurasi dari perangkat keras dengan membandingkan data pengukuran dari sensor dengan alat yang telah tersertifikasi. Pada penggunaan sensor DHT22, MQ-7, MQ-135, dan GP2Y1010AU0F berbasis Android dalam memantau kualitas udara di Perusahaan perkapalan. Sistem Kalibrasi sensor penting dilakukan untuk memastikan sensor yang digunakan dapat memberikan data yang tepat dalam pengukuran atau monitoring suatu parameter. Proses kalibrasi akan melibatkan perbandingan antara *output* yang dihasilkan oleh sensor pada alat ini dengan *output* dari alat pengukur atau perangkat referensi sejenis yang telah terkalibrasi. Proses kalibrasi dilakukan secara berkala, agar dapat dipastikan bahwa sensor tetap berada dalam kondisi yang optimal dan memberikan hasil yang akurat. Setelah dilakukan nya kalibrasi dan perbandingan nilai dengan alat ukur sejenis. Untuk mengetahui akurasi hasil pengukuran dari alat yang di kembangkan, dapat dilakukan dengan mencari persentase *error* yang menggunakan 4 persamaan dan 5 persamaan [28]seperti di bawah ini'

$$\%error = \left| \frac{a - b}{a} \right| \times 100$$

$$\% akurasi = 100\% - \% error$$

a = Hasil nilai pembacaan alat ukur standar

b = Hasil nilai pembacaan sensor

3.4.1.2 Black box Testing (Perangkat Lunak)

Black box Testing digunakan untuk menguji perangkat lunak dengan memeriksa kegunaan dari setiap fitur pada sistem perangkat lunak(aplikasi). Dengan mengamati input dan output perangkat lunak tanpa melihat struktur kodenya sebagai bentuk pengujiannya. Pengujian ini bertujuan memastikan fungsionalitas perangkat lunak berfungsi dengan baik.

3.4.2 Metode Pengumpulan Data & Analisis Data

Pengumpulan dan analisis data dilakukan dengan mengolah data primer untuk mengumpulkan dan menganalisis data. Data primer bertujuan untuk memasukkan data pengukuran menggunakan perangkat keras dan dibandingkan dengan alat ukur standar, serta dari hasil survei terkait performa aplikasi yang dikembangkan.

3.4.2.1 Data Hasil Pengujian Perbandingan (Perangkat Keras/Alat)

Pada tahap ini, informasi/data diperoleh melalui *output* tiap-tiap sensor berupa alat yang telah dikembangkan dan juga alat ukur standar secara bersamaan. Data yang didapatkan dikelola dengan parameter yang terkait seperti kualitas kadar debu, karbon dioksida, karbon monoksida, kelembapan dan suhu.

3.4.2.2 UAT (Perangkat Lunak/Aplikasi)

UAT(Pengujian Penerimaan Pengguna), adalah suatu proses yang dilakukan pada tahap akhir dalam mengembangkan perangkat lunak untuk memastikan sistem atau aplikasi yang dikembangkan memenuhi kebutuhan yang diharapkan pengguna akhir. Tujuan utama UAT adalah memastikan perangkat lunak berfungsi dengan baik dalam lingkungan pengguna akhir dan memenuhi semua persyaratan yang telah ditentukan sebelumnya. Secara umumnya, industri perangkat lunak menggunakan UAT dengan tujuan sebagai sebuah langkah yang untuk memenuhi kebutuhan pengguna serta masukan yang dapat menjadi referensi dalam pengembangan dan perbaikan aplikasi di masa mendatang(23). Pengguna biasanya akan melakukan suatu penentuan berbagai kasus pengujian demi memastikan bahwa perangkat lunak yang digunakan memenuhi standar yang ditentukan. Pengujian sering dilakukan dengan menggunakan skenario pengujian yang mencerminkan pengguna sehari-hari dan kasus pengguna yang umum. Lalu pengguna akhir akan mengikuti skenario tersebut untuk melakukan evaluasi kinerja serta kegunaan dari perangkat lunak. Apabila perangkat lunak dinyatakan lulus UAT, maka hal tersebut dianggap siap rilis ke pengguna akhir. Namun jika terjadi suatu masalah, maka tim pengembang harus segera memperbaikinya

sebelum peluncuran final. UAT mampu mengidentifikasi masalah maupun kekurangan yang mungkin tidak terdeteksi selama tahap pengujian sebelumnya. Proses UAT biasanya juga melibatkan pengguna langsung dan menggunakan kuesioner atau survei terkait sebagai bahan evaluasi terhadap aplikasi(perangkat lunak) yang telah dikembangkan. Kuesioner tersebut diisi langsung oleh pengguna yang berkepentingan serta berpartisipasi langsung ketika pengujian aplikasi(perangkat lunak). Kuesioner untuk evaluasi perangkat lunak dalam UAT biasanya akan mencakup kepuasan pengguna, fungsionalitas, kemudahan, serta fitur lainnya menyesuaikan dengan aplikasi. Data yang dikumpulkan melalui survei kuesioner dan pengukuran dilakukan dengan skala Likert.

Skala Likert merupakan media pengukuran jawaban dari seseorang terhadap pertanyaan yang biasanya menunjukkan tingkat kesetujuan atau ketidaksetujuan. Pada skala likert, biasanya jawaban individu diukur dari lima pilihan jawaban pada masing-masing pertanyaan, berikut adalah tabel nilai Skala *Likert*. [29]

Tabel 3. 1 Nilai Skala *Likert* [29]

No.	Pernyataan	Poin
1.	Sangat Setuju(SS)	5(Lima)
2.	Setuju(S)	4(Empat)
3.	Netral(N)	3(Tiga)
4.	Tidak Setuju(TS)	2(Dua)
5.	Sangat Tidak Setuju(STS)	1(Satu)

Nilai skala *likert* dihitung menggunakan persamaan dibawah ini.

$T \times P_n$

$T =$ Total jumlah responden yang memilih

$P_n =$ Pilihan angka skor likert

Setelah menjumlahkan semua skor Likert, untuk memperoleh hasil interpretasi, harus diketahui adalah nilai tertinggi (Y) dan nilai terendah (X) untuk setiap unsur penilaian. Berikut ini perhitungan nilai skor tertinggi (Y), dan skor terendah (X).

$Y = \text{skor tertinggi} \times \text{jumlah responden}$

$X = \text{skor terendah} \times \text{jumlah responden}$

Interpretasi dari responden dapat diukur dengan rumus indeks % yang dihitung seperti dibawah ini.

$$\text{Rumus Index \%} = \frac{\text{Total nilai}}{Y} 100\%$$

Berikutnya, untuk menentukan interval dari 0% hingga 100%, gunakan rumus yang tertera di bawah ini.

$\text{Interval nilai persen (I)} = 100 / \text{Jumlah nilai Likert}$

Dengan diketahui nilai $I = 20$, maka tabel interpretasi disusun dengan jarak interval sebesar 20.

Tabel 3. 2 Interpretasi [29]

No.	Persentase	Interpretasi
1.	0% - 19,99%	Sangat Buruk
2.	20% - 39,99%	Buruk
3.	40% - 59,99%	Cukup
4.	60% - 79,99%	Baik
5.	80% - 100%	Sangat Baik

BAB IV

PEMBAHASAN

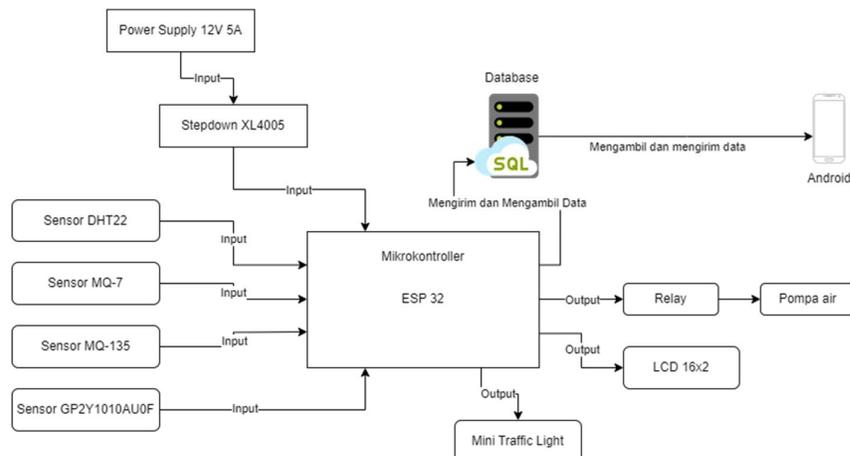
4.1 Identifikasi Masalah

Di tahap identifikasi masalah, setelah permasalahan teridentifikasi, yakni terkait permasalahan kualitas udara di sekitar lingkungan industri perkapalan yang mana disebabkan berbagai aktivitas kerja seperti penggunaan alat berat, kegiatan las, *cutting blender*, dan *sandblasting*. Hal ini mengakibatkan kualitas udara di lingkungan perusahaan perkapalan tersebut dapat mempengaruhi kesehatan para pekerja, dan kerap kali tim k3 harus menghibau para pekerja untuk menggunakan masker saat beraktivitas dan menyiramkan air di sekitar untuk mengurangi kadar debu di lingkungan tersebut. Hal ini tentunya menjadi prioritas karena kualitas udara yang buruk dapat menjadi infeksi saluran pernapasan (ISPA).

4.2 Perancangan Proyek

4.2.1 Blok Diagram(BD)

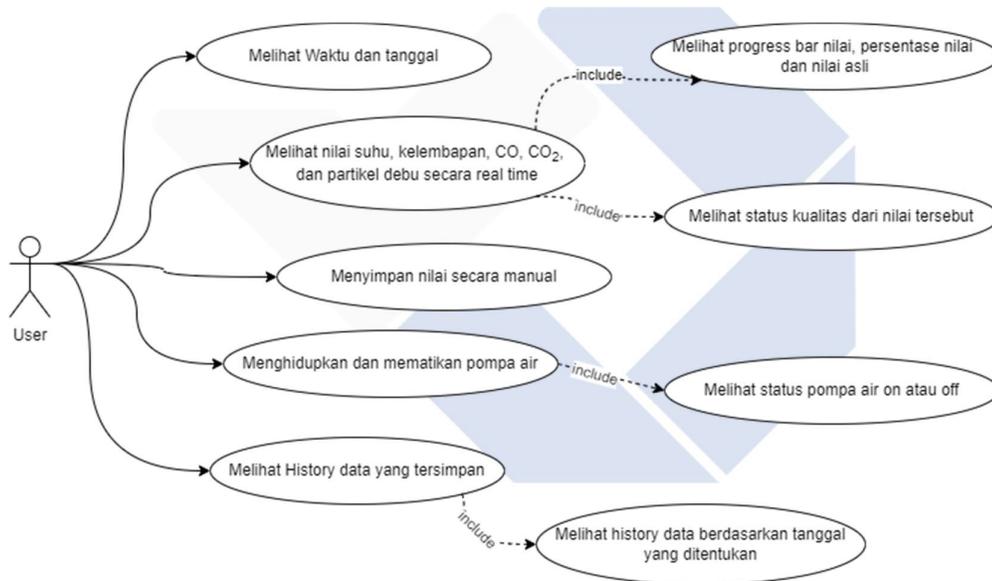
Blok diagram dibawah ini mencakup sensor DHT22, MQ-7, MQ-135, GP2Y1010AU0F, *power supply*, *stepdown XL4005*, dan *mini traffic light* yang menjadi input dari mikrokontroler. Selanjutnya data akan tampil melalui *LCD 16x2* dan terkirim ke *database* lalu menampilkan data di aplikasi *mobile*.



Gambar 4. 1 Blok diagram(BD)

4.2.2 Use Case

Pada gambar di bawah ini menampilkan fungsi umum yang dapat dilakukan oleh user dari aplikasi. Dan untuk penjelasannya yaitu user memiliki akses untuk melihat atau memonitoring waktu dan tanggal, suhu, kelembaban, CO, CO₂ dan partikel debu, termasuk melihat *progress bar* nilai, persentase nilai dan nilai asli, serta melihat status kualitas dan nilai tersebut. Kemudian user juga memiliki hak akses dalam menyimpan data kualitas udara secara manual, mampu mengaktifkan aksi yakni dengan menghidupkan dan mematikan pompa air termasuk melihat status pompa air *on* dan *off*. Serta memiliki akses dalam melihat *history* data yang tersimpan berdasarkan tanggal yang ditentukan.



Gambar 4. 2 Use Case

4.2.3 Activity Diagram

Pada *activity diagram* menjelaskan Alur sistem beroperasi. Alur kerja tersebut terdiri dari serangkaian proses, seperti alur kerja perangkat keras, komunikasi ke *database*, fungsionalitas *mobile application*, dan keterlibatan *user*.

yang dilakukan dengan mengelola komunikasi antara berbagai sensor beserta komponen lain.

4.3.1.1.3 Sensor

Sensor merupakan alat atau perangkat pendeteksi atau mengukur suatu fenomena fisik lalu mengubahnya menjadi sinyal yang dapat dibaca oleh pengguna perangkat lainnya.

4.3.1.1.4 Komponen Lainnya

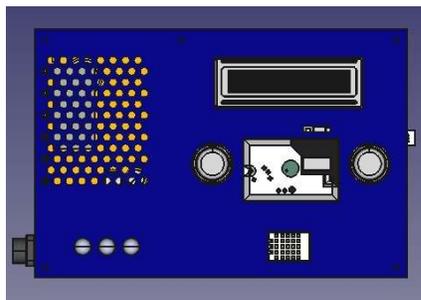
Komponen lainnya yang dimaksud yaitu seperti mini pump dc pompa air, mini traffic light, relay dan komponen lainnya. Semua komponen diintegrasikan guna menjalankan berbagai fungsi dalam sistem kontrol dan otomatisasi.

4.3.2 Desain Prototipe

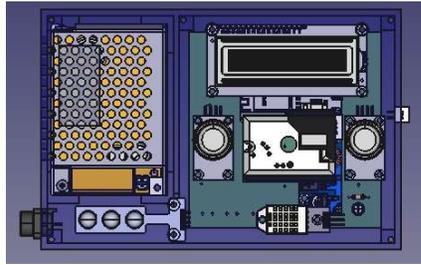
Pada desain prototipe pengembang membaginya jadi desain perangkat keras(Alat) dan desain perangkat lunak(Aplikasi *mobile*).

4.3.2.1 Desain Perangkat Keras

Tahap desain perangkat keras(Alat), merupakan perancangan yang akan dilakukan pada alat. Dan pada tahap ini kami menggunakan prototipe yang berbentuk *box* berbahan dasar filamen PLA +, yang di desain menggunakan *software FreeCAD*, selanjutnya desain dicetak dengan mesin 3D *printing*. Bentuk tampak depan pada *box* ini terdapat 4 sensor yaitu sensor DHT22, sensor Mq-135, Mq-7, dan sensor GP2Y1010AU0F. Alasan penempatan sensor diletakkan di luar *box* adalah agar sensor dapat dengan mudah mendeteksi kualitas udara di sekitarnya. Selain itu di dalam *box* juga terdapat *layout* komponen yang ada pada alat ini.



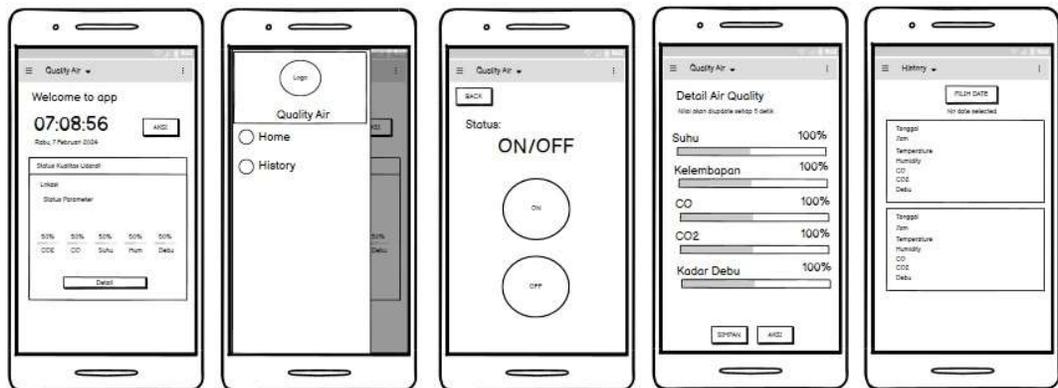
Gambar 4. 4 Tampak Luar Alat



Gambar 4. 5 Tampak dalam alat

4.3.2.2 Desain Perangkat Lunak(Aplikasi *Mobile*)

Desain perangkat lunak untuk aplikasi *mobile* dengan membuat setiap komponen dengan fungsi masing-masing dan juga desain antarmuka atau user interface (UI) pengguna merupakan komponen perangkat lunak yang memungkinkan interaksi antara pengguna dan sistem atau aplikasi.

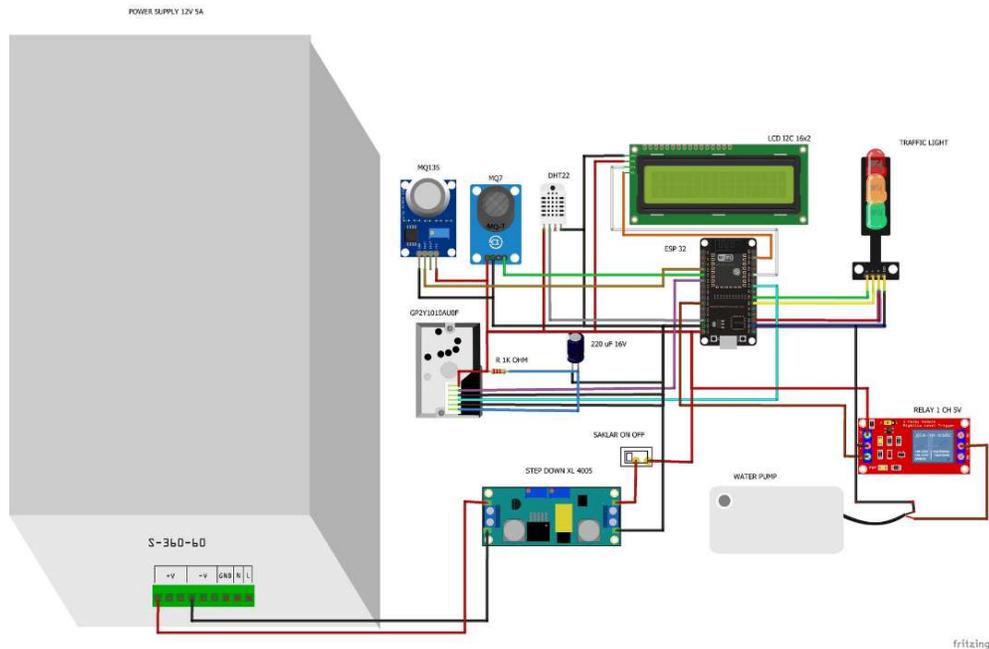


Gambar 4. 6 *User Infterface*

4.3.3 Membangun Prototipe

4.3.3.1 Perangkat Keras

Pada gambar 4.7 atau *wiring* diagram adalah tahap perancangan perangkat keras(alat) yang menunjukkan penataan sensor dan komponen utama dalam sistem pengukuran kualitas udara di lingkungan perusahaan perkapalan.



Gambar 4. 7 *Wiring Diagram*

Sistem pada gambar diatas dirancang untuk memonitor berbagai parameter udara menggunakan sensor dan komponen elektronik. Dan di bawah ini merupakan penjelasannya.

4.3.3.1.1 Sensor Kualitas Udara

- DHT22: Mengukur suhu dan kelembapan udara.
- MQ135: Mendeteksi gas berbahaya dan kualitas udara umum.
- MQ7: Mendeteksi karbon monoksida (CO).
- GP2Y1010AU0F: Mengukur konsentrasi partikel debu di udara.

4.3.3.1.2 Tampilan dan Sumber Daya

- LCD 16x2: Menampilkan data sensor secara real-time.
- *Power Supply* 12 Volt 5 Ampere: Menyediakan daya untuk seluruh sistem.
- *Step Down* XL 4005 : Menurunkan tegangan menjadi 5 Volt.

- Saklar *On/Off*: Sakelar *on/off* digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik dari *power supply* ke seluruh sistem.

4.3.3.1.1 Kontrol

- *Mikrokontroler ESP32*: Mengendalikan seluruh sistem dan menyediakan konektivitas ke aplikasi pemantauan.
- *Mini Pump DC* Pompa Air: Digunakan untuk sirkulasi udara atau cairan jika diperlukan.
- *Mini Traffic Light Display Module*: Memberikan indikasi visual terhadap status kualitas udara.
- *Relay 5 Volt 2 Module*: Mengontrol perangkat eksternal seperti pompa atau indikator lainnya.

Komponen tambahan lainnya dalam desain ini mendukung integrasi dan fungsionalitas sistem secara keseluruhan, memastikan pengukuran kualitas udara yang akurat dan efisien. Dan gambar pada 4.5 bertujuan untuk memberikan visualisasi yang jelas mengenai bagaimana setiap komponen berinteraksi dalam sistem untuk mencapai tujuan pengukuran kualitas udara yang optimal di lingkungan perusahaan perkapalan.

4.3.3.2 Perangkat Lunak

Tahap selanjutnya merupakan tahap pembuatan perangkat lunak yang akan dijelaskan sebagai berikut.

- **Beranda**

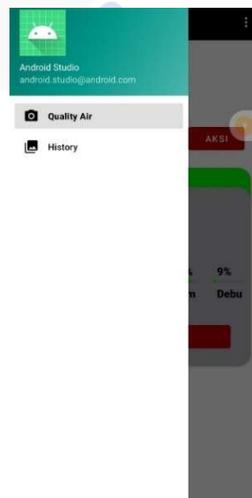
Pada gambar 4.8 merupakan tampilan beranda pada aplikasi, yang mana pengguna dapat memantau kualitas udara secara *real-time* yang disertai dengan waktu pada saat aplikasi digunakan.



Gambar 4. 8 Tampilan Beranda pada Aplikasi Android

- **Tampilan Menu Aplikasi**

Pada gambar 4.9, merupakan tampilan dari menu aplikasi. Dibagian menu pengguna dapat melihat menu aplikasi dalam bentuk sidebar, yang terdiri dari menu halaman utama, dan menu halaman history.



Gambar 4. 9 Tampilan Menu Aplikasi

- **Halaman Aksi**

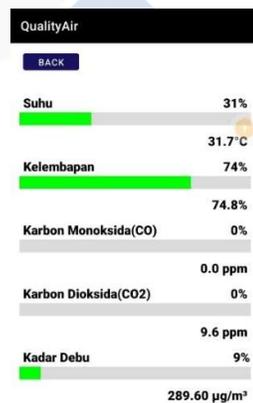
Pada gambar 4.10 adalah gambar untuk halaman aksi. Di halaman aksi pengguna dapat menyalakan pompa air ketika menerima notifikasi kualitas udara yang buruk dengan menekan *button on*, dan dapat mematikannya juga dengan menekan *button off* serta melihat status keadaan pompa *on* atau *off*.



Gambar 4. 10 Tampilan Halaman Aksi

- **Halaman Detail**

Pada gambar 4.11 adalah tampilan dari halaman detail. Di halaman detail, pengguna bisa melihat nilai kadar debu, karbon dioksida, karbon monoksida, kelembapan, dan suhu. Nilai-nilai tersebut berbentuk persentase, *progressbar*, dan nilai sebenarnya yang ditangkap oleh alat.



Gambar 4. 11 Tampilan Halaman Detail

- **Halaman *History***

Pada gambar 4.12 merupakan halaman yang menampilkan *history* dari data yang tersimpan secara manual di halaman detail, maupun data nilai buruk yang tersimpan secara otomatis. Di halaman *history* ini juga pengguna dapat melihat data *history* berdasarkan tanggal.



Gambar 4. 12 Tampilan Halaman *History*

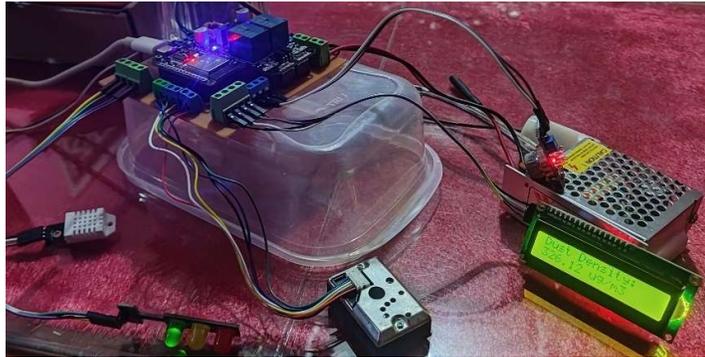
4.3.4 Uji Coba Prototipe

Ditahap uji coba prototipe ialah tahap krusial dipengembangan sistem yang melibatkan pengujian model awal (prototipe) untuk menilai fungsionalitas, performa, dan keberhasilan desain sebelum memproduksi versi akhir.

4.3.4.1 Uji Coba Perangkat Keras

Pada uji coba perangkat keras, sensor dirangkai ke pcb dan dibiarkan menyala. Hal ini dilakukan untuk melihat nilai sensor dan pengiriman nilai ke *database* secara *realtime*. Untuk pengujian dilakukan di dalam ruangan dikarenakan masih dalam tahap uji coba dan masih belum memiliki *box*. Uji coba dilakukan dengan memanaskan sensor lalu membakar tisu dan kertas setelah itu ditiupkan ke arah sensor. Pengujian ini dilakukan untuk memacu sensor. Pada uji coba ini didapatlah pembacaan nilai sensor MQ135 dan GP2Y1010AU0F yang terlalu tinggi atau buruk disebabkan oleh program yang masih belum tepat dan

kesalahan tegangan yang masuk masih kurang stabil ke sensor. Serta perlu dibuatkan *box 3d print* sebagai wadah agar bisa dibawa keluar ruangan untuk pengambilan data.



Gambar 4. 13 Uji Coba Perangkat Keras

4.3.4.2 Uji Coba Perangkat Lunak(aplikasi *mobile*)

Pada percobaan perangkat lunak(aplikasi *mobile*), dilakukanlah percobaan pengoperasian aplikasi dan meminta tanggapan dari orang lain terkait tanggapan menggunakan aplikasi.

4.3.5 Perbaikan Prototipe

4.3.5.1 Perbaikan Perangkat Keras(Alat)

Setelah melakukan uji coba alat, maka didapatlah beberapa hal yang perlu diperbaiki, dilakukanlah perbaikan pada program arduino untuk sensor MQ135 dan GP2Y1010AU0F beserta pembuatan *box 3d printing* untuk mengatasi kesalahan dalam pembacaan nilai CO₂, Kadar Debu, dan juga kemudahan dalam membawakan alat keluar ruangan.



Gambar 4. 14 Alat setelah dipasangkan box

Namun saat pengujian menggunakan box dalam kurun waktu yang lama, sensor DHT22 menjadi tidak akurat dikarenakan panas dari power supply mengendap didalam box sehingga desain box didesain ulang setelah pengujian berlangsung.



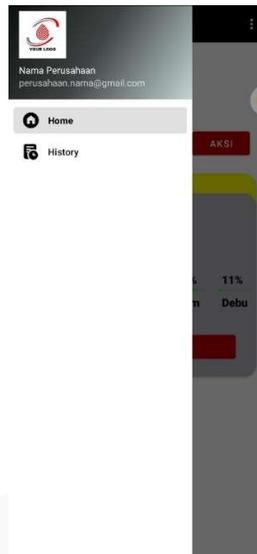
Gambar 4. 15 Alat setelah pergantian box

4.3.5.2 Perbaikan Perangkat Lunak

Pada perbaikan perangkat keras, yang dilakukan ialah memperbaiki tampilan terkait logo yang digunakan serta penambahan button simpan untuk memudahkan user dalam pengambilan data, dikarenakan data kualitas udara hanya bisa tersimpan jika udara dalam kualitas buruk saja.

4.3.5.2.1 Perbaikan Tampilan Menu

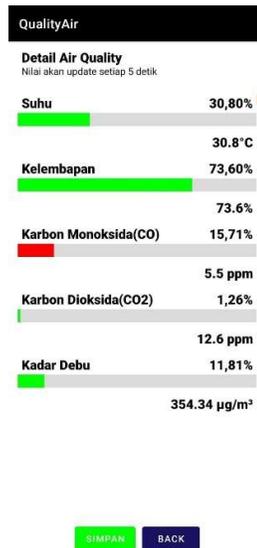
Pada tampilan menu, untuk logo untuk menu pilihan yang digunakan masih belum tepat, dan untuk menyesuaikan aplikasinya kami mengganti tampilan logo tersebut.



Gambar 4. 16 Perbaikan Tampilan Menu

4.3.5.2.2 Perbaikan Halaman Detail

Pada halaman detail ini menampilkan nilai dalam bentuk progressbar, persentase, dan nilai real, dan untuk memudahkan user jika ingin mengambil data kualitas udara maka kami menambahkan button untuk simpan, agar user bisa memilih data mana yang ingin disimpan.



Gambar 4. 17 Perbaikan Halaman Detail

4.3.5.3 Database Sistem

4.3.5.3.1 Tabel Kualitas Udara

Tabel Kualitas udara adalah tabel yang mengupdate data kualitas udara secara realtime dan ditampilkan ke aplikasi, sehingga tabel hanya memiliki satu data yang terus berubah-ubah.

```
SELECT * FROM `tb_qa1`
```

Profiling [Edit inline] [Edit] [Explain SQL] [Create PHP code] [Refresh]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table

Extra options

	id	suhu	humidity	co	co2	pd	tanggal	waktu
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	1	30.8	73.6	5.5	12.6	354.34	2024-07-25	23:48:41

Gambar 4. 18 Struktur Tabel Kualitas Udara

4.3.5.3.2 Tabel Save

Tabel save merupakan tabel untuk menyimpan kualitas udara, jadi ketika kualitas udara memburuk maka data akan otomatis tersimpan dan ketika user ingin menyimpan data maka saat tersimpan akan masuk ke tabel save dan ditampilkan pada halaman history.

SELECT * FROM `tb_sv`

Profiling [Edit inline] [Edit] [Explain SQL] [Create PHP code] [Refresh]

<< < 2 | Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table

Extra options

	id	suhu	humidity	co	co2	pd	tanggal	waktu
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	26	33.3°C	64.4%	0.0 ppm	6.2 ppm	551.90 µg/m³	2024-07-25	20:39:40
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	27	29.3	81.6	0.0	1131.2	439.01	2024-07-25	20:56:00
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	28	31.4	82.9	0.0	inf	265.52	2024-07-25	21:07:05
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	29	31.5	76.3	0.0	inf	335.25	2024-07-25	21:07:23

Gambar 4. 19 Struktur Tabel Save

4.3.5.3.3 Tabel Pompa Air

Tabel pompa air ini digunakan untuk menyalakan dan mematikan pompa air dengan mencreate data, lalu data didatabase tersebut dibaca lagi oleh alatnya, jika status 1 maka esp32 mengirimkan sinyal untuk relay open dan pompa menyala, jika status 0 relay close dan pompa mati.

SELECT * FROM `pompa_air`

Profiling [Edit inline] [Edit] [Explain SQL] [Create PHP code] [Refresh]

1 > >> | Show all | Number of rows: 25 | Filter

Extra options

	id	status	tanggal	jam
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	1	1	2024-07-11	14:42:39
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	2	0	2024-07-13	08:09:13

Gambar 4. 20 Struktur Tabel Pompa Air

4.3.6 Penerapan

Pada tahap penerapan ini, ialah menerapkan sistem dan mengevaluasi kembali sistem setelah dibenahi. Penerapan dilakukan langsung di perusahaan perkapalan di bangka belitung yakni PT DAK Galangan Selindung serta data diambil di 2 tempat pada perusahaan tersebut yakni *workshop* Mekanik dan *workshop* Pengelasan dengan rincian data sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Pengujian alat di *workshop* mekanik

No	Jam	Suhu (C)	Kelembapan (%)	CO (PPM)	CO ₂ (PPM)	Partikel Debu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	15:37	29,8	75,7	0	21,2	167,38
2	15:42	31	69	0,4	4,19	297,90
3	15:47	32	67	0,7	4,3	420,75
4	15:52	33	61,7	0,1	4,1	375,93
5	15:58	33,9	61,6	0,2	4,6	231,49



Gambar 4. 21 Pengambilan data di *workshop* mekanik

Tabel 4. 2 Pengujian alat di *workshop* pengelasan

No	Jam	Suhu (C)	Kelembapan (%)	CO (PPM)	CO ₂ (PPM)	Partikel Debu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	16:07	35	53,70	0,2	4,01	316,99
2	16:09	35,5	52	0,3	3,8	283,79
3	16:11	35,7	52,3	0,3	3,8	314,50
4	16:13	35,8	52,8	0,3	3,8	323,63
5	16:15	35,8	51,5	0,3	3,83	263,03



Gambar 4. 22 Pengambilan data di workshop pengelasan

Pada pengambilan data tersebut dilakukan pada saat sore hari atau setelah aktivitas kerja mulai berkurang sehingga data kualitas udara di lingkungan perusahaan tersebut tergolong baik.

4.4 Pengujian Proyek

4.4.1 Pengujian Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor dilakukan dengan mengambil data dari alat yang dibuat dan alat ukur yang telah dikalibrasi dan terbukti akurat. Pada alat pemantau kualitas udara yang dibuat, ada 5 nilai yang dapat dibaca dari ke empat sensor tersebut, diantaranya suhu dan kelembapan (DHT22), karbon monoksida (MQ7), karbon dioksida (MQ135), Partikel Debu (GP2Y1010AU0F). Berikut ini adalah hasil perbandingan setiap sensor dengan alat ukur.

4.4.1.1 Pengujian Perbandingan DHT22

Perbandingan sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan nilai kelembapan dan suhu melalui alat ukur digital. Terdapat 6 pengujian dengan menunggu pengambilan data setiap 5 menit sekali di dalam ruangan, hal ini berguna untuk mendapatkan nilai *error* untuk keakuratan nilai dari sensor.

Tabel 4. 3 Perbandingan nilai DHT22 Suhu

Jam	Nilai Suhu Pada Alat Ukur (C)	Nilai Suhu Pada Sensor (C)	Persentase Error (%)
19.54	31,7	32,2	1,5 %

Jam	Nilai Suhu Pada Alat Ukur (C)	Nilai Suhu Pada Sensor (C)	Persentase Error (%)
19.59	31,5	31,8	0,9 %
20.04	32,0	31,8	0,6 %
20.09	32,1	32,4	0,9 %
20.14	31,6	31,7	0,3 %
20.19	31,4	31,3	0,3 %
	Rata-rata		0,75 %
	% Akurasi		99,25%

Dari tabel diatas, diperoleh nilai suhu tidak terdapat *error* yang signifikan dengan rata-rata kesalahan sebesar 0,75% untuk suhu dengan tingkat akurasi 99,25%.

Tabel 4. 4 Perbandingan nilai DHT22 Kelembapan

Jam	Nilai Kelembapan Pada Alat Ukur (%)	Nilai Kelembapan Pada Sensor (%)	Persentase Error (%)
19.54	76	77,5	1,9 %
19.59	77	79,1	2,7 %
20.04	76	78,0	2,6%
20.09	74	76,5	3,4%
20.14	72	73,8	2,5%
20.19	74	76,0	2,7%
	Rata-rata		2,63%
	% Akurasi		97,37%

Dari tabel diatas, diperoleh nilai kelembapan tidak terdapat *error* yang signifikan dengan rata-rata kesalahan sebesar 2,63% untuk kelembapan dengan tingkat akurasi 97,37%.

4.4.1.2 Perbandingan Nilai MQ-7

Perbandingan nilai MQ-7, yakni karbon monoksida dengan alat ukur digital. Terdapat 4 percobaan pengambilan data dengan media pengujian asap

knalpot motor, hal ini berguna untuk mendapatkan nilai *error* untuk keakuratan nilai sensor.

Tabel 4. 5 Perbandingan MQ-7 Karbon Monoksida (CO)

Percobaan	Nilai CO Pada Alat Ukur (PPM)	Nilai CO Pada Sensor (PPM)	Persentase <i>Error</i> (%)
1	126	133	5,5 %
2	127	145	14,4 %
3	119	142	19,3 %
4	121	140	15,5 %
	Rata-rata		13,675 %
	% Akurasi		86,375 %

Dari tabel diatas, diperoleh nilai karbon monoksida (CO) dengan *error* yang cukup signifikan dengan rata-rata kesalahan sebesar 13,675 % untuk kelembaban dengan tingkat akurasi 86,375 %.

4.4.1.2 Perbandingan Sensor MQ-135

Pada perbandingan MQ-135, yakni perbandingan karbon dioksida dengan media pengetesan. Terdapat 4 percobaan dengan media pengujian seperti pada tabel 4.4 untuk melihat sensor bekerja atau tidak.

Tabel 4. 6 Perbandingan sensor MQ-135 Karbon Dioksida (CO₂)

Percobaan	Jam	Media Pengetesan	Nilai MQ-135 (PPM)
1	20.23	Asap knalpot	85.6 PPM
2	20.24	Asap abu daun kering	50,4 PPM
3	20.25	Gas Korek Api	584,7 PPM
4	20.30	Tidak ada	7,4 PPM

4.4.1.2 Perbandingan Sensor GP2Y1010AU0F

Pada perbandingan sensor partikel debu, dilakukan dengan media pengetesan dikarenakan tidak ditemukannya alat ukur untuk membandingkan nilai dari sensor partikel debu ini. Di bawah ini adalah hasil pengambilan nilai sensor dengan berbagai media pengetesan.

Tabel 4. 7 Perbandingan Sensor GP2Y1010AU0F (Partikel Debu)

Percobaan	Jam	Media Pengetesan	Nilai Partikel
			Debu Pada Sensor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	20.23	Asap abu kertas	1011,77
2	20.24	Asap abu daun kering	952,83
3	20.25	Asap abu kertas	2097,51
4	20.26	Asap abu daun kering	1028,37
5	20.28	Tidak ada	518,70
6	20.30	Tidak ada	492,14

4.4.2 Pengujian Aplikasi *Mobile*

Pada aplikasi *mobile*, digunakanlah *black box testing* untuk menguji fungsionalitas dari aplikasi dan tercantum pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 8 *Black box Testing* Aplikasi

Fitur yang dites	Deskripsi Pengujian	<i>Output</i> Pengujian	Keterangan
Koneksi aplikasi	Aplikasi menerima data dari <i>endpoint</i> dengan notifikasi jika tidak berhasil maka akan ada notifikasi <i>failed to</i>	Aplikasi berhasil terkoneksi dengan mengambil data dan jika tidak ada internet maka akan ada	Aplikasi mampu mendapatkan data dengan koneksi internet yang stabil

Fitur yang dites	Deskripsi Pengujian	Output Pengujian	Keterangan
	<i>connect</i> jika tidak ada jaringan	notifikasi	
Pengambilan data kualitas udara secara real time	Menggunakan sensor DHT22, MQ-7, MQ135, GP2Y1010AUOF untuk mengecek masing-masing nilai suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Partikel debu secara <i>real-time</i> dan memeriksa apakah data <i>ter-update</i> di aplikasi setiap 10 detik sekali	Data kualitas Udara <i>ter-update</i> secara <i>real-time</i> pada tampilan aplikasi dengan	Aplikasi mampu meng-update data kualitas udara di aplikasi setiap 5-10 detik pada tampilan aplikasi
Menampilkan data nilai kualitas udara yang tersimpan	Aplikasi menampilkan data yang tersimpan sebagai history dari data, data hanya tersimpan jika diperintahkan atau saat kualitas udara berbaahaya saja, serta dapat melihat data berdasarkan tanggal	Data yang ditampilka adalah data yang tersimpan serta menampilkan data sesuai dengan tanggal yang kita pilih	Aplikasi mampu menampilkan data yang tersimpan sebagai history data, dengna data yang tersimpan adalah data yang dipilih dan data yang berbaahaya saja
Pengiriman data	Sistem	Sistem berhasil	Sistem terbukti

Fitur yang dites	Deskripsi Pengujian	Output Pengujian	Keterangan
	mengirimkan data dengan menekan button untuk mengirimkan data seperti mengirimkan data untuk menyimpan data untuk ditampilkan di history serta untuk menyalakan pompa air	mengirimkan data ke database sebagai bentuk history dari data kualitas udara yang disimpan	berhasil mengirimkan data ke database secara manual.

4.4.3 *User Acceptance Testing (UAT)*

Berdasarkan hasil UAT, didapatkan hasil pengukuran kemudahan dan manfaat dari penggunaan aplikasi pemantauan kualitas udara. Pengukuran dilakukan melalui kuesioner dari 5 pegawai PT Dok dan Perkapalan Air Kantung (DAK), 5 pegawai PT Mutiara Laboratorium Mandiri (MLM), dan 21 dari kalangan umum. Pada saat pengukuran pengguna diarahkan untuk melihat tampilan aplikasi dan setelah itu mengisi 10 pertanyaan di kuesioner yang terdiri dari 5 pertanyaan mengenai kemudahan dan 5 pertanyaan mengenai manfaat.

4.4.3.1 *Perceived Ease of Use (Kemudahan Pengguna)*

Hasil dari survei kuesioner yang sudah dilakukan oleh para responden terkait kemudahan pengguna, dijelaskan pada tabel perhitungan 4.9. Berdasarkan hasil tersebut diolah menjadi skala likert. Berikut adalah hasilnya.

Tabel 4. 9 Kemudahan Pengguna (*Perceived Ease of Use*)

Poin		Jumlah	Skor	% Frekuensi
5	x	41	205	$\frac{205}{775} \times 100\% = 26,45\%$
4	x	101	404	$\frac{404}{775} \times 100\% = 52,12\%$
3	x	12	36	$\frac{36}{775} \times 100\% = 4,64\%$
2	x	1	2	$\frac{2}{775} \times 100\% = 0,25\%$
1	x	0	0	$\frac{0}{775} \times 100\% = 0\%$
Total		155		100%
Total Skor			647	
Max		5 x 155	775	
Min		1 x 155	155	
Indeks %		$\frac{647}{775} \times 100\%$	83,48%	

Dari tabel diatas, didapatkan data mengenai kemudahan pengguna dari responden dengan jawaban opsi 5 (sangat setuju/SS) adalah 26,45%, opsi 4 (setuju/S) itu sejumlah 52,12%, opsi 3 (netral/N) sejumlah 4,64%, opsi 2 (tidak setuju/TS) sejumlah 0,25%, dan pada opsi 1 (sangat tidak setuju/STS) sejumlah 0%. Setelah itu, perhitungan nilai persentase, dengan cara hasil total pada kolom skor sejumlah 647 dari 31 responden. Untuk interpretasi, maka harus diketahui terlebih dahulu skor terbesar dan skor terkecil di setiap aspek penilaian, dalam hal tersebut, skor terbesar mencapai 775 dan skor terkecil yakni 155. Setelah menggunakan rumus skala *likert* dalam menghitung nilai persentase, diperoleh hasil senilai 83,48%. Berdasarkan nilai persentase tersebut, disimpulkanlah pemakaian alat dan aplikasi *mobile* yang telah dikembangkan dikategorikan mudah.

4.4.3.1 *Perceived Usefulness*(Manfaat Pengguna)

Hasil dari survei kuesioner yang sudah dilakukan oleh para responden terkait

manfaat pengguna, dijelaskan pada tabel perhitungan 4.10. Berdasarkan hasil tersebut diolah menjadi skala likert. Berikut adalah hasilnya.

Tabel 4. 10 Manfaat Pengguna (*Perceived Usefulness*)

Poin		Jumlah	Skor	% Frekuensi
5	x	47	235	$\frac{235}{775} \times 100\% = 30,32\%$
4	x	80	320	$\frac{320}{775} \times 100\% = 41,29\%$
3	x	27	81	$\frac{81}{775} \times 100\% = 10,45\%$
2	x	1	2	$\frac{2}{775} \times 100\% = 0,25\%$
1	x	0	0	$\frac{0}{775} \times 100\% = 0\%$
Total		155		100%
Total Skor			638	
Max		5 x 155	775	
Min		1 x 155	155	
Indeks %		$\frac{638}{775} \times 100\%$	82,32%	

Dari tabel diatas, didapatkan data mengenai kemudahan pengguna dari responden dengan jawaban opsi 5 (sangat setuju/SS) adalah 30,32%, opsi 4 (setuju/S) itu sejumlah 41,29%, opsi 3 (netral/N) sejumlah 10,45%, opsi 2 (tidak setuju/TS) sejumlah 0,25%, dan pada pada opsi 1 (sangat tidak setuju/STS) sejumlah 0%. Setelah itu, perhitungan nilai persentase, dengan cara hasil total pada kolom skor sejumlah 638 dari 31 responden. Untuk interpretasi, maka harus diketahui terlebih dahulu skor terbesar dan skor terkecil di setiap aspek penilaian, dalam hal tersebut, skor terbesar mencapai 755 dan skor terkecil yakni 155. Setelah menggunakan rumus skala *likert* dalam menghitung nilai persentase, diperoleh hasil senilai 82,32% Berdasarkan nilai persentase tersebut, disimpulkanlah kemanfaatan alat dan aplikasi *mobile* yang telah dikembangkan dikategorikan mudah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dengan judul “*Prototype Aplikasi Pemantauan Kualitas Udara Berbasis IoT di Lingkungan Perusahaan Perkapalan*”, didapatkan data pada saat kalibrasi sensor dengan nilai sensor DHT22 yang mendeteksi nilai suhu dengan akurasi 99,25 % serta akurasi nilai kelembapan 99,37%, namun untuk nilai suhu dan kelembapannya menjadi kurang akurat ketika alat menyala terlalu lama, hal ini terjadi saat pengujian yang disebabkan oleh panas power supply yang mengendap didalam box sehingga memengaruhi nilai suhu dan kelembapan, dan untuk mengatasi hal tersebut, dibuatlah lubang sirkulasi pada box alatnya untuk mengeluarkan hawa panas didalam box serta jika terlalu panas, alat harus dimatikan dan tutup pada bagian atas harus dibuka terlebih dahulu untuk mengeluarkan panasnya. Selanjutnya nilai sensor MQ-7 mengukur konsentrasi karbon monoksida (CO) dengan rata-rata persentase error 13,625% yang terbilang masih cukup tinggi dan akurasi 86,375%. Dan untuk nilai sensor MQ-135 untuk mendeteksi karbon dioksida dikarenakan alat pembanding mencetak nilai dalam satuan yang berbeda sehingga perbandingan nilai sulit dilakukan, lalu untuk sensor GP2Y1010AU0F yang mendeteksi partikel debu tersebut tidak ditemukan data pembanding, maka perbandingan tidak bisa dilakukan. Dikarenakan kedua sensor tersebut tidak memiliki data perbandingan, penulis menggunakan media penetesan untuk menguji apakah sensor bekerja atau tidak, dari hasil pengujian, sensor terbukti bekerja ketika di tes dengan media yang memiliki kandungan gas karbon dioksida (CO₂) dan menggunakan media yang memiliki partikel debu seperti abu dari pembakaran. Dari hasil kelima nilai kualitas udara tersebut, ketika salah satu nilai ada yang terindikasi kualitasnya buruk, maka *output* pada alatnya adalah lampu merah pada *mini traffic light* akan menyala, jika salah satu nilai ada yang kurang baik, maka lampu kuning yang akan menyala, dan jika semua nilai dalam kondisi baik, maka lampu hijau yang menyala, Begitu juga untuk aplikasinya, memiliki *output* warna yang sama

dengan *output* pada alatnya, yakni warna merah untuk kualitas udara buruk, warna kuning untuk kualitas kurang baik, dan warna hijau untuk kualitas udara baik. Sehingga dapat disimpulkan kalau keempat sensor dan aplikasi dapat bekerja serta mendeteksi masing-masing nilai dengan baik. Berikutnya yakni nilai tingkat kemudahan yang didapat mengenai penggunaan aplikasi android sebesar 83,48 % yang terindikasi sangat mudah. Sedangkan untuk tingkat manfaat dari penggunaan aplikasi android sebesar 82,32 % yang masih diindikasikan sangat bermanfaat. Dan terkait fungsionalitas aplikasi telah dibuat relevan dengan fungsi pada setiap fitur dan divalidasi melalui *Black Box Testing*. Dengan adanya alat pemantauan kualitas udara berbasis IoT dan aplikasi ini, pemantauan serta pengambilan data terkait kualitas udara dapat dilakukan secara baik dan *realtime*, yang mana sebelum adanya alat dan aplikasi ini, pemantauan dan pengambilan data kualitas udara belum dilakukan dan masih memperkirakan kualitas udara secara manual atau melalui perkiraan sesuai kondisi saja untuk tindakan pencegahannya.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, ada beberapa hal yang mejadi saran sehingga dapat dilakukan peningkatkan performa alat dan aplikasi *mobile* yang sudah dibuat ini.

- Penyempurnaan setiap komponen dan sensor: Meskipun hasil pengujian perbandingan sensor DHT22 memiliki persentase error yang rendah, namun masih dibutuhkan peningkatan untuk ke akuratan sensor, begitu pula untuk sensor MQ-7 yang memiliki persentase error lumayan tinggi sehingga masih butuh peningkatan dengan mengganti sensor atau pengembangan programnya lalu untuk sensor MQ-135 dan GP2Y1010AU0F masih harus dipastikan terkait keakuratan nilai dari sensor tersebut.
- Peningkatan Performa Aplikasi: Melakukan pengoptimalan pada performa aplikasi supaya dapat bekerja lebih tanggap, terlebih lagi pada saat kondisi *network*/jaringan kurang baik.
- Penyuluhan Kepada *User*: Memberikan pembekalan kepada pengguna terkait cara kerja alat dan aplikasi agar pengguna dapat memahami dengan baik cara kerja dan penggunaan alat dengan fitur pada aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. C. Rumampuk, V. C. Poekoel, and A. M. Rumagit, "Internet of Things-Based Indoor Air Quality Monitoring System Design," *J. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 11–18, 2021.
- [2] T. N. Hakim and M. F. Susanto, "Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Internet of Things," *Pros. 11th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, no. 1, pp. 26–27, 2020.
- [3] H. S. D. Putra, R. Lim, and I. H. Putro, "Pemantauan Kualitas Udara Polutan CO dan CO₂ Berbasis IoT," *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 26–31, 2020, doi: 10.9744/jte.12.1.26-31.
- [4] M. Hasanuddin and H. Herdianto, "Sistem Monitoring dan Deteksi Dini Pencemaran Udara Berbasis Internet Of Things (IOT)," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 4, pp. 976–984, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i4.4034.
- [5] D. Islamijune and W. A. Susetyo, "Running Text Penampil Kondisi Udara Di Perkotaan," 2018, [Online]. Available: http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/21/1/DEA_ISLAMIJUNE_%283_EB%29_2018.pdf
- [6] N. A. Z. Putri, "Sistem Pendeteksi Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 5, no. 1, pp. 9–17, 2024.
- [7] A. D. Prakoso and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Android," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1246–1254, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2498.
- [8] A. Octaviano, S. Sofiana, D. O. Agustino, and P. Rosyani, "Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet O Things," *Media Online*, vol. 3, no. 2, pp. 147–156, 2022, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik>
- [9] J. M. S. Waworundeng and O. Lengkong, "Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT," *CogITO Smart J.*, vol. 4, no. 1, pp. 94–103, 2018, doi: 10.31154/cogito.v4i1.105.94-103.

- [10] S. Indarwati, S. M. B. Respati, and D. Darmanto, "Kebutuhan Daya Pada Air Conditioner Saat Terjadi Perbedaan Suhu Dan Kelembaban," *J. Ilm. Momentum*, vol. 15, no. 1, pp. 91–95, 2019, doi: 10.36499/jim.v15i1.2666.
- [11] A. Ardiyanto, Arman, and E. Supriyadi, "Alat Pengukur Suhu Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Inframerah Dan Alarm Pendeteksi Suhu Tubuh Diatas Normal," *Sinusoida*, vol. 23, no. 1, pp. 11–21, 2021.
- [12] & R. L. E. S. Gobel, Indra Wirana Jaya, Linda Tondobala, "Spatial Distribution of Carbon Dioxide (CO₂) Gas Emissions in Residential Areas in Singkir District, Manado City," *J. Spasial*, vol. 6, no. 3, pp. 628–636, 2019.
- [13] I. A. E. Putro and I. Abadi, "Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Gas Buang , Studi Kasus : Pengukuran Gas Karbon Monoksida (Co)," *Essay*, vol. 60111, pp. 1–9, 2012.
- [14] uu kesehatan 2009, "Karbon Monoksida," □□□□□□ □□□□ □□□□, no. 57, p. 3, 2009.
- [15] P. П. Ануркин *et al.*, "Analisis Paparan Debu Pada Departemen Pemintalan Benang PT. PBTS," *Теплоэнергетика*, vol. 15, no. 8, pp. 14–20, 2022, doi: 10.56304/s0040363622080021.
- [16] W. Istiana, R. P. Cahyono, and T. Komputer, "Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis IoT," *Portaldata.org*, vol. 2, no. 6, pp. 2022–2023, 2022.
- [17] E. Maiyana, "Pemanfaatan Android Dalam Perancangan Aplikasi Kumpulan Doa," *J. Sains dan Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 54–65, 2018, doi: 10.22216/jsi.v4i1.3409.
- [18] M. B. Nendya, B. Susanto, G. I. W. Tamtama, and T. J. Wijaya, "Desain Level Berbasis Storyboard Pada Perancangan Game Edukasi Augmented Reality Tap The Trash," *Fountain Informatics J.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2023, doi: 10.21111/fij.v8i1.8836.
- [19] J. Tiram and M. Esp, "Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Budidaya," pp. 20–26, 1945.
- [20] Siswanto, W. Gata, and R. Tanjung, "Kendali Ruang Server Menggunakan

- Sensor Suhu DHT 22, Gerak Pir dengan Notifikasi Email,” *Pros. Semin. Nas. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 3584, pp. 134–142, 2017.
- [21] I. A. Rombang, L. B. Setyawan, and G. Dewantoro, “Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2,” *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 21, no. 1, pp. 131–144, 2022, doi: 10.31358/techne.v21i1.312.
- [22] K. Aditya, D. Budhi Santoso, and L. Nurpulaela, “Sistem Pemantauan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Produk KOLISS-IoT Menggunakan Teknologi Web,” *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 19, no. 02, pp. 113–124, 2020, doi: 10.31358/techne.v19i02.239.
- [23] Nardi and D. A. Farhatin, “Implementasi Hot Standby Sparing Dan Protokol Mqtt Pada Pengamatan Kualitas Udara,” *J. Instrumentasi dan Teknol. Kebumian*, vol. 1, no. 1, pp. 19–31, 2022.
- [24] “PM2.5 sensor Sensor debu GP2Y1010AU0F,” GNS COMPONENTS. Accessed: Jun. 27, 2024. [Online]. Available: <http://id.gnscomponent.com/sensor-module/pm2-5-sensor-dust-sensor-gp2y1010au0f.html>
- [25] M. Fakri Husni and E. Elfizon, “Rancang Bangun Pengaman Brankas Menggunakan RFID (Radio Frequency Identification), Pin Dan GPS Berbasis Arduino Mega dan Internet Of Things (Iot),” *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 4, no. 2, pp. 140–149, 2022, doi: 10.38035/rj.v4i2.446.
- [26] S. Handayani, “Perancangan Sistem Informasi Penjualan Berbasis E-Commerce Studi KaHandayani, S. (2018). Perancangan Sistem Informasi Penjualan Berbasis E-Commerce Studi Kasus Toko Kun Jakarta. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 182–189. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.310>,” *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 2, pp. 182–189, 2018.
- [27] M. Rahmawati and Y. Yaumaidzinnaimah, “Sistem Informasi Penggajian Karyawan Berbasis Java Desktop,” *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 6, no. 1, p. 51, 2021, doi: 10.35314/isi.v6i1.1856.
- [28] F. Chuzaini and Dzulkiflih, “IoT Monitoring Kualitas Air dengan

Menggunakan Sensor Suhu , pH , dan Total Dissolved Solids (TDS),” *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 11, no. 3, pp. 46–56, 2022.

- [29] S. Sumartini, K. S. Harahap, and S. Sthevany, “Kajian Pengendalian Mutu Produk Tuna Loin Precooked Frozen Menggunakan Metode Skala Likert Di Perusahaan Pembekuan Tuna,” *Aurelia J.*, vol. 2, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.15578/aj.v2i1.9392.



LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Ikmal Syafiq
Tempat & Tanggal Lahir : Koba, 23 Januari 2003
Alamat Rumah : Jl. Syafri Rahman Koba
RT/RW.003/000
Telp : -
Hp : 082178167607
Email : ikmalxiipa2@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

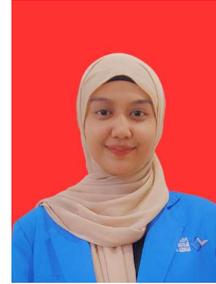
2. Riwayat Pendidikan

TK	Aisyah	Tahun	2008 - 2009
SD	Negeri 2 Koba	Tahun	2009 - 2015
SMP	Negeri 1 Koba	Tahun	2015 - 2018
SMA	Negeri 1 Koba	Tahun	2018 - 2021

Sungailiat, 29 Juli 2024

Ikmal Syafiq

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Syakila Nurfidiyah
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 01 Januari 2003
Alamat Rumah : Lingkungan Nelayan 2
Sungailiat
RT/RW.002/000
Telp : -
Hp : 082177655016
Email:
syakilanurfidiyah@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

TK	Kemala Bhayangkari	Tahun	2008 - 2009
SD	Negeri 6 Sungailiat	Tahun	2009 - 2015
SMP	Negeri 1 Sungailiat	Tahun	2015 - 2018
SMK	Negeri 1 Sungailiat	Tahun	2018 - 2021

Sungailiat, 29 Juli 2024

Syakila Nurfidiyah

Lampiran 2: Kode Program Alat

Kode Program Gabungan untuk Alat

```
#include <Wire.h>
#include <WiFi.h>
#include <DHT.h>
#include <MQ7.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <time.h>

const char* ssid = "Bubub";
const char* password = "SN010103";
const char* host = "192.168.194.20"; // Alamat server PHP Anda
const int httpPort = 80;
const char* serverName =
"https://qualityair.000webhostapp.com/Quality_Air/get_status.php";

#define DHTPIN 13 // Pin data sensor DHT22 terhubung ke pin 13
#define DHTTYPE DHT22 // Sensor tipe DHT22
#define MQ135_PIN 34 // GPIO 34 for MQ135
#define MQ7_PIN 35 // GPIO 35 for MQ7

//pin relay pompa air
int relayPin = 27;

//Pin untuk MQ135
const float VCC = 5.0; // Tegangan referensi ESP32 ketika
menggunakan pin VIN (5V)
const int RLOAD = 10000; // Nilai resistor load (Rload) dalam ohm

float Ro = 10000.0; // Nilai Ro dalam ohm (dikalibrasi di
udara bersih)

// Pins for dust sensor
const int measurePin = 32; // Connect dust sensor to GPIO 32
int ledPower = 18; // Connect 3 led driver pins of dust
sensor to GPIO 18

// Traffic light pins
```

```

const int redPin = 15;    // Pin for red light
const int yellowPin = 16; // Pin for yellow light
const int greenPin = 17; // Pin for green light

int samplingTime = 280;
int deltaTime = 40;
int sleepTime = 9680;

float voMeasured = 0;
float calcVoltage = 0;
float dustDensity = 0;

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
MQ7 mq7(MQ7_PIN);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x26, 16, 2);

void connectToWiFi() {
    Serial.println("Connecting to WiFi...");
    WiFi.begin(ssid, password);

    unsigned long startAttemptTime = millis();

    // Attempt to connect for 30 seconds
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && millis() -
startAttemptTime < 30000) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
    }

    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        Serial.println("\nFailed to connect to WiFi.");
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("WiFi Connect Fail");
        delay(2000);
        lcd.clear();
    } else {
        Serial.println("\nWiFi connected");
        Serial.print("IP address: ");
        Serial.println(WiFi.localIP());
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("WiFi Connected");
        delay(2000);
    }
}

```

```

        lcd.clear();
    }
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    lcd.init();
    lcd.backlight();

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Initializing...");

    pinMode(relayPin, OUTPUT);
    digitalWrite(relayPin, LOW);

    // Inisialisasi sensor DHT22
    dht.begin();
    delay(2000); // Beri sensor waktu untuk memulai

    //Kalibrasi sensor mq135
    Ro = calibrateSensor();
    Serial.print("Nilai Ro (kalibrasi): ");
    Serial.println(Ro);

    // Inisialisasi pin untuk dust sensor
    pinMode(ledPower, OUTPUT);

    // Initialize traffic light pins
    pinMode(redPin, OUTPUT);
    pinMode(yellowPin, OUTPUT);
    pinMode(greenPin, OUTPUT);

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Sensors Ready!");
    delay(2000);
    lcd.clear();

    // Connect to WiFi
    connectToWiFi();
}

void loop() {
    // Check WiFi connection

```

```

if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    connectToWiFi();
}

// Membaca suhu dan kelembapan dari sensor DHT22
float temperature = dht.readTemperature();
float humidity = dht.readHumidity();

if (isnan(temperature) || isnan(humidity)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("DHT Fail");
} else {
    Serial.print("Temp: ");
    Serial.print(temperature);
    Serial.print(" C ");
    Serial.print("Humidity: ");
    Serial.print(humidity);
    Serial.println(" % ");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temp: ");
    lcd.print(temperature);
    lcd.print("C ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Humidity: ");
    lcd.print(humidity);
    lcd.print("% ");

    delay(2000); // Beri waktu untuk LCD menampilkan data

    // Membaca data dari sensor MQ135
    int sensorValue = analogRead(MQ135_PIN);
    float voltage = sensorValue * (VCC / 4095.0); // Konversi nilai
sensor menjadi tegangan (ESP32 menggunakan 5V)
    float Rs = (VCC - voltage) / voltage * RLOAD;
    float ratio = Rs / Ro;
    float co2_ppm = calculatePPM(ratio);
    float ppm_mq135 = co2_ppm;

    Serial.print("Voltage: ");
    Serial.print(voltage);
    Serial.print(" V - Rs: ");
    Serial.print(Rs);
    Serial.print(" - Ratio: ");
    Serial.print(ratio);

```

```

Serial.print(" - CO2 Concentration: ");
Serial.print(co2_ppm);
Serial.println(" ppm");

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("MQ135: ");
lcd.print(co2_ppm);
lcd.print(" ppm");

delay(2000); // Beri waktu untuk LCD menampilkan data

// Membaca data dari sensor MQ7
float ro = 10.0; // Example value, this should be measured
during calibration
float rs = mq7.readRs();
float co_ppm = 100 * pow((rs / ro), -1.7);
float ppm_mq7 = co_ppm;
Serial.print("MQ7: ");
Serial.print(co_ppm);
Serial.println(" ppm");

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("MQ7: ");
lcd.print(co_ppm);
lcd.print(" ppm");

delay(2000); // Beri waktu untuk LCD menampilkan data

// Membaca data dari dust sensor
digitalWrite(ledPower, LOW); // power on the LED
delayMicroseconds(samplingTime);

voMeasured = analogRead(measurePin); // read the dust value

delayMicroseconds(deltaTime);
digitalWrite(ledPower, HIGH); // turn the LED off
delayMicroseconds(sleepTime);

// 0 - 5V mapped to 0 - 1023 integer values
// recover voltage
calcVoltage = voMeasured * (5.0 / 1024.0); // Mengubah
perhitungan ke 5V

```

```

// linear equation taken from
http://www.howmuchsnow.com/arduino/airquality/
// Chris Nafis (c) 2012
dustDensity = 170 * calcVoltage - 0.1;

Serial.print("Voltage: ");
Serial.print(calcVoltage);
Serial.print(" DustDensity: ");
Serial.println(dustDensity); // unit: ug/m3

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Dust Density: ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(dustDensity);
lcd.print(" ug/m3");

// Determine air quality status
bool bad = (ppm_mq135 > 1000 || ppm_mq7 > 100 || dustDensity >
300 || temperature > 35 || humidity > 80);
bool moderate = (ppm_mq135 > 500 || ppm_mq7 > 50 || dustDensity
> 150 || temperature > 30 || humidity > 60);

if (bad) {
    digitalWrite(redPin, HIGH);
    digitalWrite(yellowPin, LOW);
    digitalWrite(greenPin, LOW);
} else if (moderate) {
    digitalWrite(redPin, LOW);
    digitalWrite(yellowPin, HIGH);
    digitalWrite(greenPin, LOW);
} else {
    digitalWrite(redPin, LOW);
    digitalWrite(yellowPin, LOW);
    digitalWrite(greenPin, HIGH);
}

// String Link hanya didefinisikan jika temperature, humidity,
ppm_mq7, ppm_mq135, dan dustDensity sudah terdefinisi
String Link;
Link =
"https://qualityair.000webhostapp.com/Quality_Air/kirim.php?suhu=" +
String(temperature, 1)

```

```

    + "&humidity=" + String(humidity, 1) + "&co=" + String(ppm_mq7,
1) + "&co2=" + String(ppm_mq135, 1) + "&pd=" + String(dustDensity);
// Menambahkan waktu ke dalam URL

    HTTPClient http;
    http.begin(Link); // Menggunakan link dengan format yang benar
    int httpResponseCode = http.GET();
    if(httpResponseCode > 0) {
        String respon = http.getString();
        Serial.println("Berhasil Terkirim..");
    } else {
        Serial.print("Error on sending GET Request: ");
        Serial.println(httpResponseCode);
    }
    http.end();
}
delay(5000); // Delay sebelum mengirim data berikutnya
pompa_air(); // Check pump status
}
void pompa_air() {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        HTTPClient http;
        http.begin(serverName);
        int httpResponseCode = http.GET();

        if (httpResponseCode > 0) {
            String payload = http.getString();
            int status = payload.toInt();

            if (status == 1) {
                digitalWrite(relayPin, LOW);
            } else {
                digitalWrite(relayPin, HIGH);
            }
        }
        http.end();
    }
    delay(100); // Cek setiap 5 detik
}
float calibrateSensor() {
    // Implement the calibration logic for your sensor here
    // Return the calibrated Ro value
    return 10000.0; // Example value
}
float calculatePPM(float ratio) {

```

```

// Implement the logic to calculate PPM based on the ratio
// Return the calculated PPM value
return 400.0 * pow(ratio, -1.65); // Example calculation
}

```

Lampiran 3: Kuesioner

KEMUDAHAN PENGGUNAAN (*PERCEIVED EASE OF USE*)

NO	PERTANYAAN	STS	TS	N	S	SS
1	Menurut saya, sistem ini mudah digunakan					
2	Menurut saya, sistem ini mudah dipelajari					
3	Menurut saya, tampilan pada sistem ini tersusun dengan baik sehingga fitur yang disediakan mudah digunakan					
4	Menurut saya, mendapatkan informasi melalui sistem ini adalah hal yang mudah					
5	Menurut Saya sistem ini sesuai digunakan oleh berbagai kalangan pekerja, mulai dari yang masih muda hingga yang lebih berpengalaman.					

MANFAAT PENGGUNAAN (*PERCEIVED USEFULNESS*)

NO	PERTANYAAN	STS	TS	N	S	SS
1	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pemantauan secara real time					
2	Menurut saya, sistem ini mempermudah pekerjaan saya					
3	Menurut saya, sistem ini memberikan data yang akurat					
4	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pengambilan data terkait kualitas udara					
5	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pengambilan tindakan untuk pencegahan					

Lampiran 4: Sample Jawaban Kuesioner

KUISIONER PENELITIAN
KEMUDAHAN DAN DAMPAK PENGGUNAAN PROTOTYPE
APLIKASI PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT) DI LINGKUNGAN PERUSAHAAN
PERKAPALAN

Nama : Tri Widyudi
Level : Manager Fasilitas Logistik (Falgan)
Tanggal : 24 Juli 2024



Kuisisioner ini diharapkan dapat memberikan masukan mengenai Penggunaan Prototype Aplikasi Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet of Things (IoT) di Lingkungan Perusahaan Perkapalan yang telah dibuat sebelumnya.

Petunjuk: Bapak/ibu dimohon untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ditulis dengan menyatakan setuju atau tidak setuju dengan memberi tanda (✓) tickmark pada kolom yang sesuai

Keterangan Jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju	S = Setuju
TS = Tidak Setuju	SS = Sangat Setuju
N = Netral	

KEMUDAHAN PENGGUNAAN (PERCEIVED EASE OF USE)

NO	PERTANYAAN	STS	TS	N	S	SS
1	Menurut saya, sistem ini mudah digunakan					✓
2	Menurut saya, sistem ini mudah dipelajari				✓	
3	Menurut saya, tampilan pada sistem ini tersusun dengan baik sehingga fitur yang disediakan mudah digunakan				✓	
4	Menurut saya, mendapatkan informasi melalui sistem ini adalah hal yang mudah				✓	
5	Menurut Saya sistem ini sesuai digunakan oleh berbagai kalangan pekerja, mulai dari yang masih muda hingga yang lebih berpengalaman.				✓	

MANFAAT PENGGUNAAN (PERCEIVED USEFULNESS)

NO	PERTANYAAN	STS	TS	N	S	SS
1	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pemantauan secara real time					✓
2	Menurut saya, sistem ini mempermudah pekerjaan saya			✓		
3	Menurut saya, sistem ini memberikan data yang akurat			✓		
4	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pengambilan data terkait kualitas udara				✓	
5	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pengambilan tindakan untuk pencegahan				✓	

KUISIONER PENELITIAN
KEMUDAHAN DAN DAMPAK PENGGUNAAN PROTOTYPE
APLIKASI PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT) DI LINGKUNGAN PERUSAHAAN
PERKAPALAN

Nama : Armada
Level : Staff Manager
Tanggal : 24 Juli 2024

Kuisiomer ini diharapkan dapat memberikan masukan mengenai Penggunaan Prototype Aplikasi Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet of Things (IoT) di Lingkungan Perusahaan Perkapalan yang telah dibuat sebelumnya.

Petunjuk: Bapak/ibu dimohon untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ditulis dengan menyatakan setuju atau tidak setuju dengan memberi tanda (✓) tickmark pada kolom yang sesuai

Keterangan Jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju	S = Setuju
TS = Tidak Setuju	SS = Sangat Setuju
N = Netral	

pb 24/7-2024

KEMUDAHAN PENGGUNAAN (PERCEIVED EASE OF USE)

NO	PERTANYAAN	STS	TS	N	S	SS
1	Menurut saya, sistem ini mudah digunakan					✓
2	Menurut saya, sistem ini mudah dipelajari				✓	
3	Menurut saya, tampilan pada sistem ini tersusun dengan baik sehingga fitur yang disediakan mudah digunakan				✓	
4	Menurut saya, mendapatkan informasi melalui sistem ini adalah hal yang mudah					✓
5	Menurut Saya sistem ini sesuai digunakan oleh berbagai kalangan pekerja, mulai dari yang masih muda hingga yang lebih berpengalaman.					✓

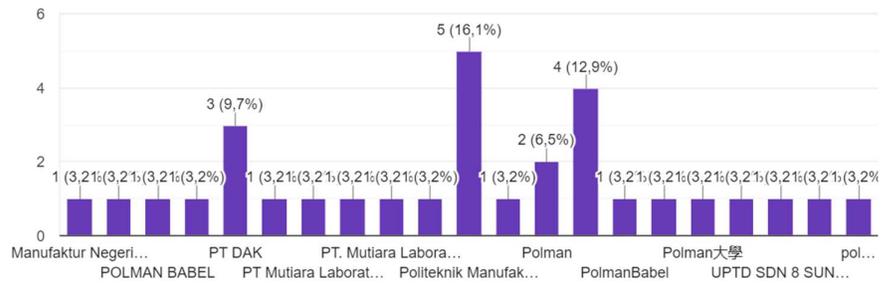
MANFAAT PENGGUNAAN (PERCEIVED USEFULNESS)

NO	PERTANYAAN	STS	TS	N	S	SS
1	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pemantauan secara real time				✓	
2	Menurut saya, sistem ini mempermudah pekerjaan saya				✓	
3	Menurut saya, sistem ini memberikan data yang akurat			✓		
4	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pengambilan data terkait kualitas udara				✓	
5	Menurut saya, sistem ini membantu dalam pengambilan tindakan untuk pencegahan				✓	

Instansi



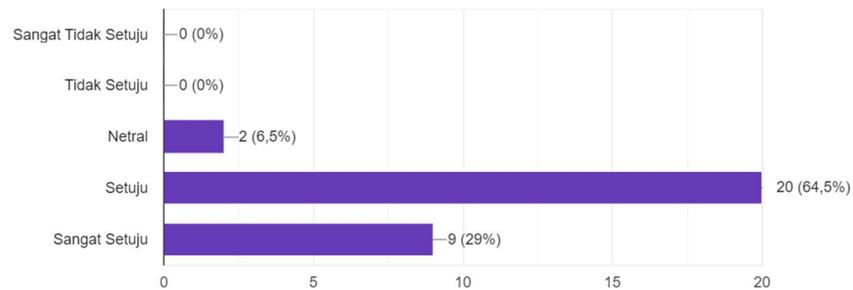
31 jawaban



Menurut saya, sistem ini mudah digunakan



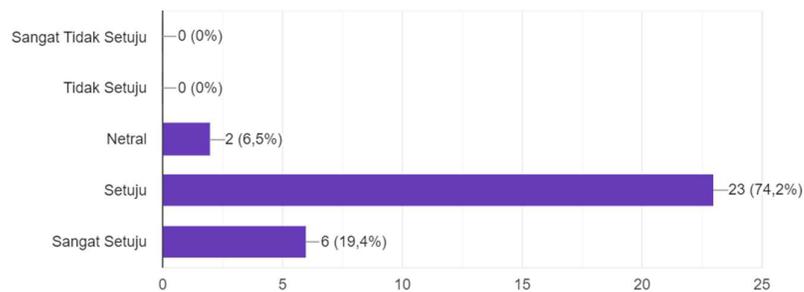
31 jawaban



Menurut saya, sistem ini mudah dipelajari



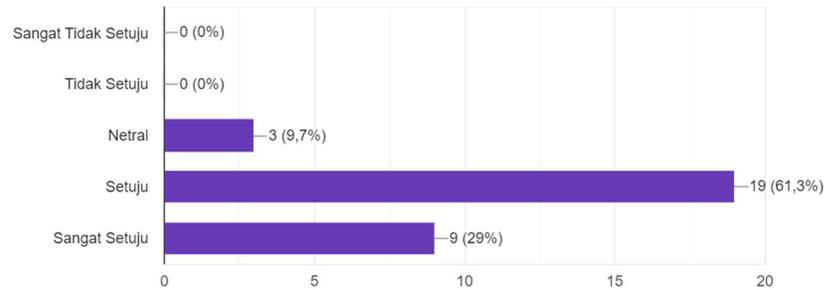
31 jawaban



Menurut saya, tampilan pada sistem ini tersusun dengan baik sehingga fitur yang disediakan mudah digunakan



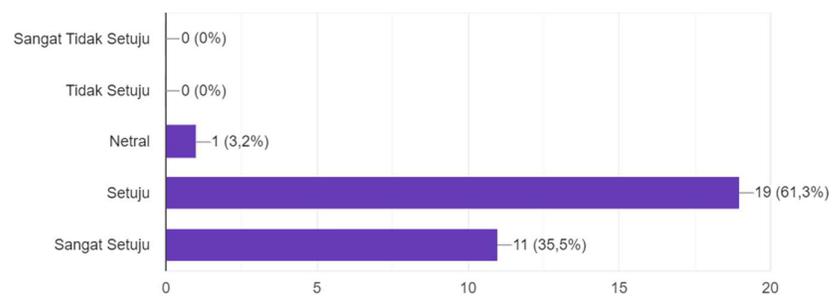
31 jawaban



Menurut saya, mendapatkan informasi melalui sistem ini adalah hal yang mudah



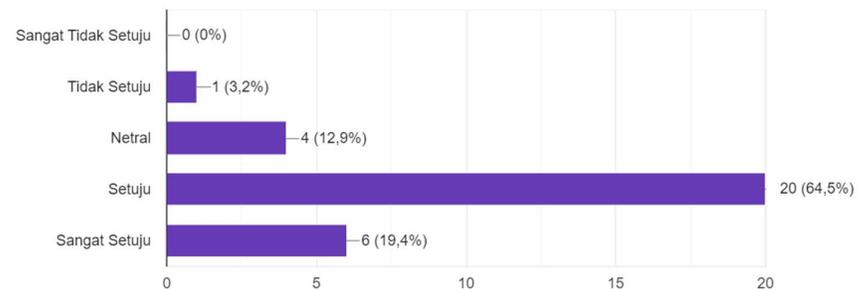
31 jawaban



Menurut saya, sistem ini sudah sesuai digunakan oleh berbagai kalangan pekerja, mulai dari yang masih muda hingga yang sudah berpengalaman



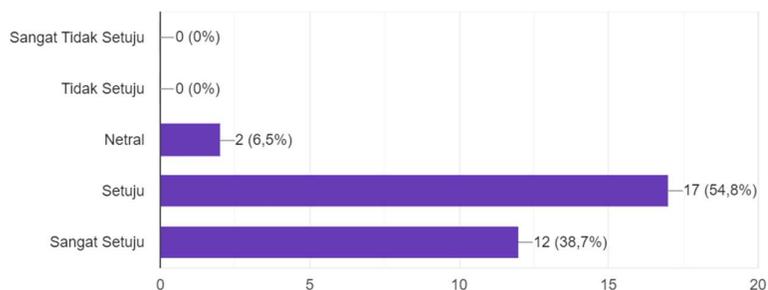
31 jawaban



Menurut saya, sistem ini membantu dalam pemantauan secara real time

Salin

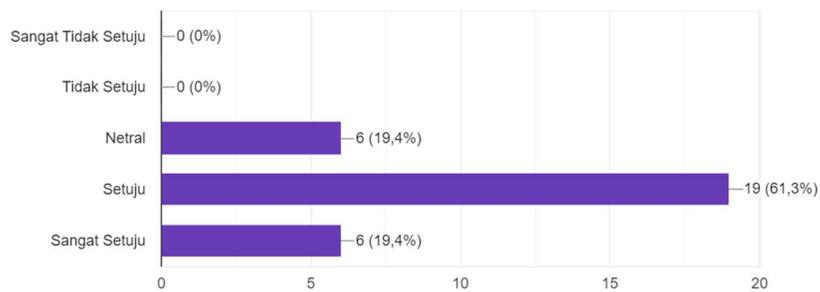
31 jawaban



Menurut saya, sistem ini mempermudah pekerjaan saya

Salin

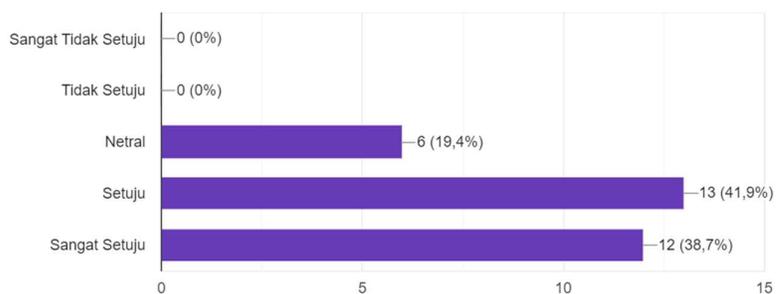
31 jawaban



Menurut saya, sistem ini membantu dalam pengambilan data terkait kualitas udara

Salin

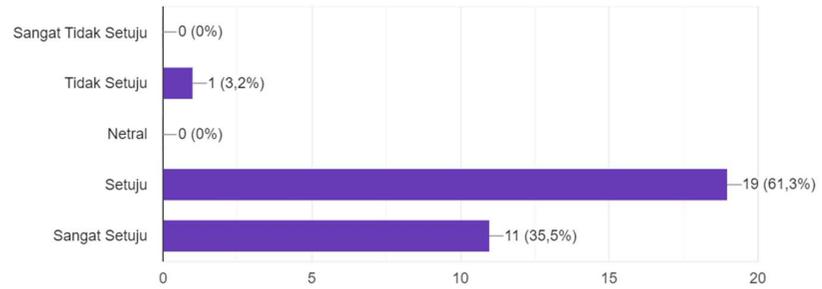
31 jawaban



Menurut saya, sistem ini membantu dalam pengambilan tindakan untuk pencegahan

 Salin

31 jawaban



Lampiran 5: *Black Box Testing*

BLACK BOX TESTING

Nama : Armada
 Jabatan : Staff Manager
 Tanggal : 24 Juli 2024

NO	Modul	Test Case	Test Script	Diharapkan	Didapat	Hasil Uji		
						Diterima	Diterima Bersyarat	Ditolak
1	Home	Jam dan Tanggal	Memantau jam dan tanggal pada tampilan aplikasi	Jam dan tanggal akurat	Selesai	✓		
		Nilai Persentase Real Time suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Kadar debu	Memantau nilai persentase dari setiap nilai melalui tampilan aplikasi	Dapat berjalan secara realtime	Selesai	✓		
		Progress bar nilai suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Kadar debu realtime	Memantau nilai progress bar bergerak sesuai nilai sensor atau tidak pada tampilan aplikasi	Dapat berjalan secara realtime	Selesai	✓		
		Sidebar	Menekan button garis 3 dipojok kiri atas	Dapat membuka dan menutup menu sidebar	Selesai	✓		
		Masuk ke halaman aksi	Menekan button aksi	Masuk ke halaman aksi	Selesai	✓		
		Masuk ke halaman	Menekan button	Masuk ke halaman	Selesai	✓		

	detail	detail	detail	detail	Selesai			
2	Aksi	Warna dan keterangan nilai menyesuaikan dengan nilai sensor	Memantau jika kualitas udara baik maka akan ada indikator hijau, jika kurang baik kuning, dan jika buruk maka merah beserta teks menyesuaikan warna	Dapat menampilkan warna dan teks menyesuaikan kualitas udaranya	Selesai	✓		
		Kembali ke home (halaman utama)	Menekan button back	Kembali ke halaman utama (home)	Selesai	✓		
		Status pompa air (on/off)	Melihat status on/off pada tampilan aplikasi	Jika on pompa air menyala, jika off pompa air mati	Selesai	✓		
		Menyalakan pompa air	Menekan button on pada aplikasi	Mendapatkan notifikasi pompa air dinyalakan respons successfully	Selesai	✓		
		Mematikan pompa air	Menekan button off pada aplikasi	Mendapatkan notifikasi pompa air dimatikan respons successfully	Selesai	✓		
		Kembali ke home (halaman utama)	Menekan button back	Kembali ke halaman utama (home)	Selesai	✓		
3	Detail	Nilai Persentase Real Time suhu, kelembapan, CO ₂ , Kadar debu	Memantau nilai persentase dari setiap nilai melalui tampilan aplikasi	Dapat berjalan secara realtime	Selesai	✓		

		Progress bar nilai suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Kadar debu realtime	Memantau nilai progress bar bergerak sesuai nilai sensor atau tidak pada tampilan aplikasi	Dapat berjalan secara realtime	Selesai	✓	
		Nila Real Time suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Kadar debu	Memantau nilai asli dari setiap nilai melalui tampilan aplikasi	Dapat berjalan secara realtime	Selesai	✓	
4	History	Data nilai suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Kadar debu yang tersimpan (data yang tersimpan adalah data yang nilainya buruk)	Menampilkan data nilai suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Kadar debu yang ada di tampilan aplikasi	Dapat menampilkan data yang tersimpan	Selesai	✓	
		Melihat data berdasarkan tanggal	Menekan button pilih tanggal untuk menampilkan data dari tanggal yang kita pilih	Dapat menampilkan data dari tanggal yang kita pilih	Selesai	✓	

Pangkal Pinang, 24 / 07 / 2024



(Romadhoni)

BLACK BOX TESTING

Nama : *Ti Mahyudi*
 Jabatan : *Manager Fasilitas Geombang (Eusgen)*
 Tanggal : *24 Juli 2024*

NO	Modul	Test Case	Test Script	Diharapkan	Didapat	Hasil Uji		
						Diterima	Diterima Bersyarat	Ditolak
1	Home	Jam dan Tanggal	Memantau jam dan tanggal pada tampilan aplikasi	Jam dan tanggal akurat	Selesai	✓		
		Nilai Persentase Real Time suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Kadar debu	Memantau nilai persentase dari setiap nilai melalui tampilan aplikasi	Dapat berjalan secara realtime	Selesai	✓		
		Progress bar nilai suhu, kelembapan, CO, CO ₂ , Kadar debu realtime	Memantau nilai progress bar bergerak sesuai nilai sensor atau tidak pada tampilan aplikasi	Dapat berjalan secara realtime	Selesai	✓		
		Sidebar	Menekan button garis 3 dipojok kiri atas	Dapat membuka dan menutup menu sidebar	Selesai	✓		
		Masuk ke halaman aksi	Menekan button aksi	Masuk ke halaman aksi	Selesai	✓		
		Masuk ke halaman	Menekan button	Masuk ke halaman	Selesai	✓		
						Selesai	✓	

	detail	detail	detail	detail				
2	Aksi	Warna dan keterangan nilai menyesuaikan dengan nilai sensor	Memantau jika kualitas udara baik maka akan ada indikator hijau, jika kurang baik kuning, dan jika buruk maka merah beserta teks menyesuaikan warna	Dapat menampilkan warna dan teks menyesuaikan kualitas udaranya	Selesai	✓		
		Kembali ke home (halaman utama)	Menekan button back	Kembali ke halaman utama (home)	Selesai	✓		
		Status pompa air (on/off)	Melihat status on/off pada tampilan aplikasi	Jika on pompa air menyala, jika off pompa air mati	Selesai	✓		
		Menyalakan pompa air	Menekan button on pada aplikasi	Mendapatkan notifikasi pompa air dinyalakan respons successfully	Selesai	✓		
		Mematikan pompa air	Menekan button off pada aplikasi	Mendapatkan notifikasi pompa air dimatikan respons successfully	Selesai	✓		
		Kembali ke home (halaman utama)	Menekan button back	Kembali ke halaman utama (home)	Selesai	✓		
		Nilai Persentase Real Time suhu, kelembapan, CO ₂ , Kadar debu	Memantau nilai persentase dari setiap nilai melalui tampilan aplikasi	Dapat berjalan secara realtime	Selesai	✓		
		3	Detail					

Lampiran 6: Hasil Pengambilan data di PT DAK

Tempat: Bergel Mekanik (Merkinal Mekanik)

No.	Tanggal	Jam	Suhu	Kelambapan	CO	CO2	Partikel Debu
1	24-Jul-24	15.37	29,8 C	75,7 %	0	21,2	147,58 µm
2	24-Jul-24	15.42	31 C	69 %	0,9	41,0	207,50 µm
3	24-Jul-24	15.47	32 C	67 %	0,9	4,3	420,95 µm
4	24-Jul-24	15.52	30 C	61,2 %	0,1	4,1	535,43 µm
5	24-Jul-24	15.55	32,9 C	61,4 %	0,2	4,6	291,43 µm
6	24-Jul-24	15.58	34,2 C	60,8 %	0,2	4,28	353,5 µm
7	24-Jul-24	16.00	34,2 C	59,4 %	0,3	4,22	367,88 µm
8	24-Jul-24	16.01	34,4 C	60,6 %	0,3	4,2	351,02 µm
9	24-Jul-24	16.03	34,4 C	61,3	0,3	4,31	248,0 µm
10	24-Jul-24	16.05	34,6 C	60,7 %	0,4	4,22	270,44 µm

Kesimpulan: Kualitas udara di sekitar bengkel mekanik, tergolong baik.

Note: Pengambilan data dilakukan saat aktivitas kerja kurang.

Petugas,

(Signature)
Syafiqul H.

Pemeriksa,

(Signature)
Yusuf Fauzan.

Indikator	Centang	Range
Baru	✓	23-37 C
Kurang Baik		16-22 C & 38-43 C
Buruk		0-15 >= 44 C
Baru	✓	65-90 %
Kurang Baik		46-64% & 91-95%
Buruk		0-45% >= 96%
Baru	✓	0-9 PPM
Kurang Baik		10-34 PPM
Buruk		>= 35 PPM
Baru	✓	0-600 PPM
Kurang Baik		601-1000 PPM
Buruk		>1000 PPM
Baru	✓	0-1050 µm
Kurang Baik		1051-2999 µm
Buruk		>= 3000 µm

Pengambil Pinang: 24 Juli 2024

Mengetahui,

(Signature)
(TKI 104-1340)

Tempat: Bangka Liris

No.	Tanggal	Jam	Suhu	Kelambapan	CO	CO2	Partikel Debu
1	24-Jul-24	16.07	35.3 33.30	53.30	0.2	4.0	316.19
2	24-Jul-24	16.09	35.8	52.0	0.3	3.8	283.73
3	24-Jul-24	16.11	35.7	52.3	0.3	3.8	314.00
4	24-Jul-24	16.13	35.8	52.8	0.3	3.8	523.63
5	24-Jul-24	16.15	35.8	51.6	0.3	3.85	262.03
6	24-Jul-24	16.17	35.9	53.0	0.3	3.75	317.82
7	24-Jul-24	16.19	35.9	51.8	0.3	3.77	249.56
8	24-Jul-24	16.21	35.9	50.0	0.3	3.78	280.21
9	24-Jul-24	16.23	35.0	50.8	0.3	3.8	346.04
10	24-Jul-24	16.25	34.0	50.9	0.3	3.8	351.61

Kesimpulan : Kualitas udara yang lain terpengaruh baik karena kelembapan.

Note : Pengambilan data dilakukan pada saat sore hari atau sekian akhirita kerja keruangan.

Petugas,

(Kempal Sugi)

Pemeriksa,

(MAMITANSUBIK)

Indikator	Centang	Range
Baik	✓	23-37 C
Kurang Baik	✓	16-22 C & 38-43 C
Buruk		0-15 >= 44 C
Baik		65-90 %
Kurang Baik	✓	46-64% & 91-95%
Buruk		0-45% >= 96%
Baik	✓	0 - 9 PPM
Kurang Baik		10 - 34 PPM
Buruk		>= 35 PPM
Baik	✓	0 - 600 PPM
Kurang Baik		601 - 1000 PPM
Buruk		>1000 PPM
Baik	✓	0 - 1050 µm
Kurang Baik		1051 - 2999 µm
Buruk		>= 3000 µm

Pangkal Pinang, 24 Juli 2024

Mengetahui,

 (Tri Leahyua)

Lampiran 7: Dokumentasi Kegiatan

