

**PROTOTYPE PEMANTAUAN KUALITAS UDARA PORTABEL
BERBASIS ARDUINO DI PABRIK BATAKO**

SKRIPSI



FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

TANGERANG

2025

**PROTOTYPE PEMANTAUAN KUALITAS UDARA PORTABEL
BERBASIS ARDUINO DI PABRIK BATAKO**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana pada Program
Studi Teknik Informatika**



Disusun Oleh:

NAMA : LOUISS FIGO SALIM

NIM : 20201000053

TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

TANGERANG

2025

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NIM	: 20201000053
Nama	: Louiss Figo Salim
Jenjang Studi	: Sastra 1
Program Studi	: Teknik Informatika
Peminatan	: Infrastructure & Security

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik Sarjana atau kelengkapan studi, baik di Universitas Buddhi Dharma maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Skripsi ini saya buat sendiri tanpa bantuan dari pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan daftar pustaka.
4. Dalam Skripsi ini tidak terdapat pemalsuan (kebohongan). Seperti buku, artikel, jurnal, data sekunder, pengolahan data, dan pemalsuan tanda tangan dosen atau Ketua Program Studi Universitas Buddhi Dharma yang dibuktikan dengan keasliannya.
5. Lembar pernyataan ini, saya buat dengan sesungguhnya, tanpa paksaan dan apabila dikemudian hari atau pada waktu lainnya terdapat penyimpangan dan tidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah saya peroleh karena Skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan dan norma yang berlaku.

Tangerang, 04 Februari 2025
Yang membuat pernyataan,



Louiss Figo Salim
NIM : 20201000053

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NIM	: 20201000053
Nama	: Louiss Figo Salim
Jenjang Studi	: Sastra 1
Program Studi	: Teknik Informatika
Peminatan	: Infrastructure & Security

Dengan ini menyetujui untuk memberikan izin kepada pihak Universitas Buddhi Dharma, Hak Bebas Royalti Non – Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah kami yang berjudul: “*Prototype Pemantauan Kualitas Udara Portabel Berbasis Arduino di Pabrik Batako*”, beserta alat yang diperlukan.

Dengan Hak Bebas Royalti Non – Eksklusif ini pihak Universitas Buddhi Dharma berhak menyimpan, mengalih-media atau format-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama atau pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Buddhi Dharma, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 04 Februari 2025
Yang membuat pernyataan,



Louiss Figo Salim
NIM : 20201000053

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PROTOTYPE PEMANTAUAN KUALITAS UDARA PORTABEL
BERBASIS ARDUINO DI PABRIK BATAKO

Dibuat Oleh:

NIM : 20201000053

Nama : Louiss Figo Salim

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian
Komprehensif

Program Studi Teknik Informatika

Infrastructure & Security

Tahun Akademik 2024/2025

Disahkan oleh,

Tangerang, 04 Februari 2025

Pembimbing,



(Susanto Hariyanto, S.Kom., M.Kom)

NIDN: 0428128601

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PENGESAHAN KERJA SKRIPSI

PROTOTYPE PEMANTAUAN KUALITAS UDARA PORTABEL
BERBASIS ARDUINO DI PABRIK BATAKO

Dibuat Oleh:

NIM : 20201000053

Nama : Louiss Figo Salim

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian
Komprehensif

Program Studi Teknik Informatika

Infrastructure & Security

Tahun Akademik 2024/2025

Disahkan oleh,

Tangerang, 04 Februari 2025

Dekan,



Dr. Yakub, M.Kom., M.M

NIDN: 0304056901

Ketua Program Studi,



Hartana Wijaya, S.Kom, M.Kom

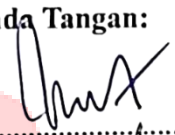
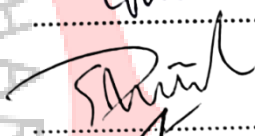
NIDN: 0412058102

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

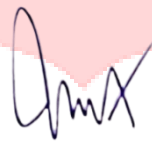
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI

Nama : Louiss Figo Salim
NIM : 20201000053
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : *PROTOTYPE* PEMANTAUAN KUALITAS UDARA PORTABEL
BERBASIS ARDUINO DI PABRIK BATAKO

Dinyatakan LULUS setelah mempertahankan di depan Tim Penguji pada hari Selasa, 04
Februari 2025

	Nama penguji:	Tanda Tangan:
Ketua Sidang :	Dr. Yakub, M.Kom., M.M NIDN : 0304056901	
Penguji 1 :	Rino, S.Kom., M.Kom NIDN : 0420058502	
Penguji 2 :	Susanto Hariyanto, S.Kom., M.Kom NIDN : 0428128601	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Yakub, MM, M.Kom
NIDN: 0304056901

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa saya panjatkan, yang telah memberi hikmah dan kesehatan bagi saya sehingga saya dapat menyusun dan menyelesaikan karya ilmiah ini (Skripsi). Dengan judul *“Prototype Pemantauan Kualitas Udara Portabel Berbasis Arduino Di Pabrik Batako”*.

Tujuan utama dari pembuatan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat kelengkapan dalam menyelesaikan program pendidikan Sastra 1 Program Studi Teknik Informatika di Universitas Buddhi Dharma.

Dalam Penyusunan Skripsi ini penulis banyak menerima bantuan dan dorongan baik moral maupun materiil dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu. Dr. Limajatini, SE., MM., BKP, Selaku Rektor Universitas Buddhi Dharma.
2. Bapak. Dr. Yakub, S.Kom., M.Kom., M.M., Sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Buddhi Dharma.
3. Bapak. Rudy Arijanto, S.Kom., M.Kom, Selaku Wakil Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Buddhi Dharma.
4. Bapak. Hartana Wijaya, S.Kom., M.Kom, Selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Buddhi Dharma.
5. Bapak. Yusuf Kurnia, S.Kom., M.Kom, Selaku Dosen Wali saya yang telah mambantu dan mendukung saya.
6. Bapak. Susanto Hariyanto, S.Kom., M.Kom., M.M., Selaku Dosen Pembimbing saya yang telah mambantu dan mendukung saya sehingga saya dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.
7. Kedua Orang tua saya serta keluarga yang telah memberi dukungan kepada saya, sehingga saya berhasil menyelesaikan karya ilmiah ini.
8. Serta Teman – teman saya yang selalu membantu serta memberi semangat kepada saya, sehingga saya berhasil menyelesaikan karya ilmiah ini.

Saya sebagai penulis dan penyusun karya ilmiah ini (Skripsi) menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan karya ilmiah ini, baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Maka dari itulah saya sebagai penulis memohon maaf atas segala kekurangan tersebut.

Dan saya sebagai penulis dan penyusun karya ilmiah ini (Skripsi) berharap semoga dengan selesainya penyusunan karya ilmiah ini dapat membantu serta bermanfaat bagi instansi, dan masyarakat luas. Tidak lupa saya ucapkan terimakasih banyak.

Tangerang, 04 Februari 2025

Penulis,



PROTOTYPE PEMANTAUAN KUALITAS UDARA PROTABEL BERBASIS ARDUINO DI PABRIK BATAKO

Hal 115 + xviii Halaman / 6 Tabel / 49 Gambar / 20 Daftar Pustaka

ABSTRAK

Kualitas udara yang buruk di lingkungan industri, khususnya di pabrik batako, menjadi masalah serius yang dapat mempengaruhi kesehatan pekerja dan kualitas produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis Arduino yang dapat mendeteksi polusi secara *real-time*. Masalah yang dihadapi meliputi tingginya kadar gas berbahaya dan partikel debu yang dihasilkan selama proses produksi, yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengembangan prototipe sistem yang mengintegrasikan sensor gas MQ135, sensor debu GP2Y1010AU0F, dan sensor suhu DHT11. Data yang diperoleh dari sensor akan ditampilkan secara langsung melalui aplikasi berbasis smartphone, sehingga memudahkan pemantauan oleh pekerja dan manajemen. Sumbangsih dari penelitian ini adalah penyediaan solusi inovatif untuk meningkatkan kesadaran akan kualitas udara di pabrik, serta memberikan informasi yang akurat dan *real-time* mengenai kondisi lingkungan kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam memantau kualitas udara, dengan 96,7% responden menyatakan pentingnya sistem ini. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan kesehatan pekerja dan pengurangan dampak negatif dari polusi udara di industri batako.

Kata Kunci: Pemantauan ,Arduino, *Prototype*, Kualitas Udara, Pabrik Batako

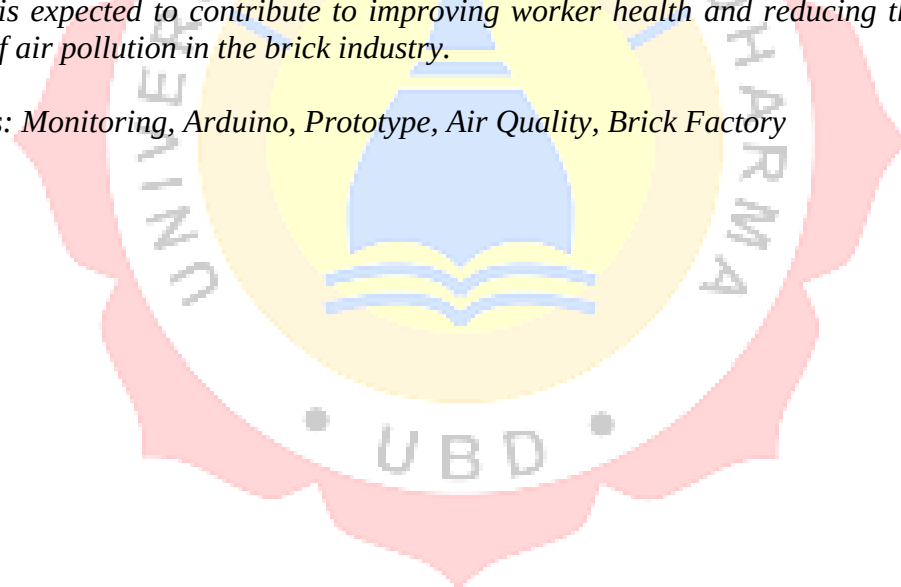
PROTOTYPE OF AIR QUALITY MONITORING SYSTEM BASED ON ARDUINO IN A BRICK FACTORY

Page 115 + xviii Page / 6 Table / 49 Figures / 20 Bibliography

ABSTRACT

Poor air quality in industrial environments, particularly in brick factories, is a serious issue that can affect worker health and product quality. This study aims to develop an Arduino-based air quality monitoring system that can detect pollution in real-time. The problems faced include high levels of hazardous gases and dust particles generated during the production process, which pose potential health risks. The methods used in this research include the development of a prototype system that integrates the MQ135 gas sensor, GP2Y1010AU0F dust sensor, and DHT11 temperature and humidity sensor. The data obtained from the sensors will be displayed directly through a smartphone-based application, facilitating monitoring by workers and management. The contribution of this research is to provide an innovative solution to raise awareness of air quality in the factory, as well as to provide accurate and real-time information regarding the working environment conditions. The results of the study indicate that this system is effective in monitoring air quality, with 96.7% of respondents stating the importance of this system. Therefore, this research is expected to contribute to improving worker health and reducing the negative impacts of air pollution in the brick industry.

Keywords: Monitoring, Arduino, Prototype, Air Quality, Brick Factory

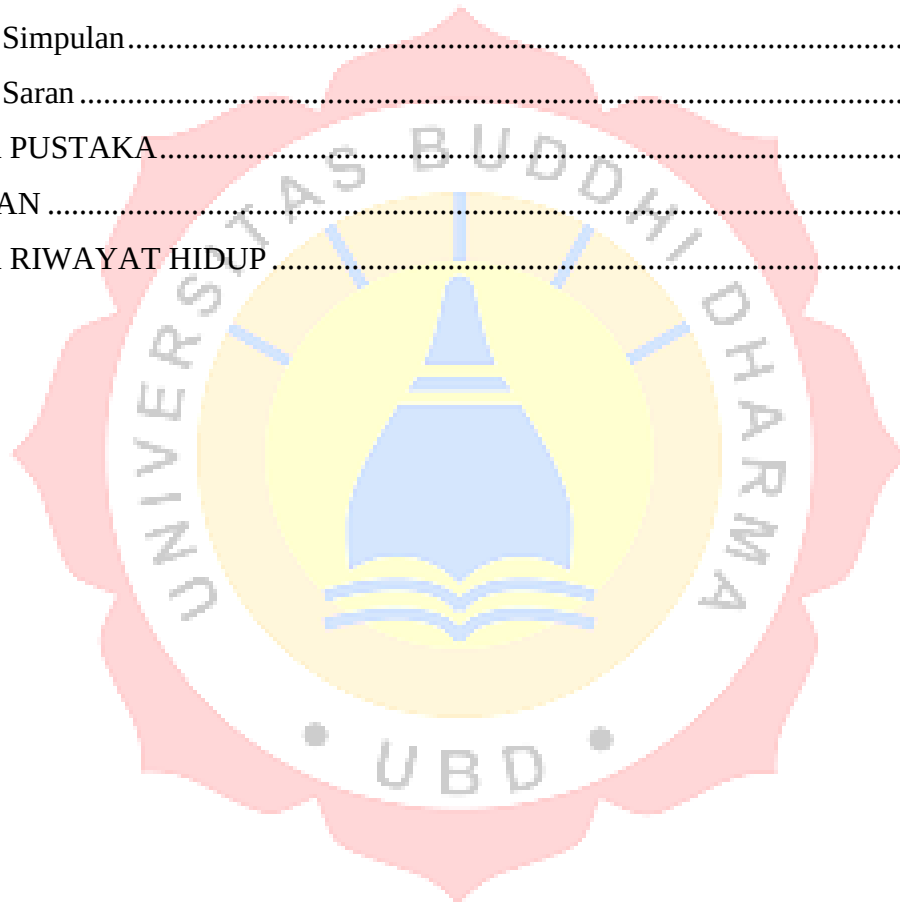


DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL LUAR SKRIPSI	i
LEMBAR JUDUL DALAM SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	v
LEMBAR PENGESAHAN KERJA SKRIPSI	vi
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI	viii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
2 BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 <i>Prototype</i> Sistem Pemantauan Kualitas Udara Portabel	6
2.1.1 <i>Prototype</i>	6
2.1.2 Sistem Pemantauan Portabel	7
2.1.3 Kualitas Udara	9
2.1.4 Simbol-simbol Yang Digunakan	10
2.2 Arduino	13
2.3 Pengujian <i>Black box Testing</i>	13
2.4 Perangkat Lunak Dan Perangkat Keras Sistem Pemantauan Kualitas Udara Portabel.....	15

2.4.1	Perangkat Lunak	15
2.4.2	Perangkat Keras	16
2.5	Penelitian Yang Relevan	20
2.5.1	Jurnal Internasional.....	20
2.5.2	Jurnal Nasional	24
3	BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1	Gambaran Umum Perusahaan	34
3.1.1	Sejarah Perusahaan	34
3.1.2	Struktur Gambaran Organisasi	35
3.2	Analisa Kebutuhan	36
3.2.1	Analisa Kebutuhan <i>Non-Fungsional</i>	36
3.2.2	Analisa Kebutuhan <i>Fungsional</i>	37
3.2.3	Analisa Kebutuhan Pemakai.....	40
3.2.4	Analisa Kebutuhan Sistem	41
3.3	Metode Penelitian.....	41
3.4	Perancangan <i>Prototype</i>	44
3.4.1	Perancangan Model	44
3.4.2	Perancangan sistem.....	45
3.5	Algoritma <i>Threshold-based</i>	47
3.6	Kerangka pemikiran	48
3.6.1	Kerangka Pemikiran Penelitian	48
3.6.2	Kerangka Perancangan Penelitian	49
3.7	<i>Flowchart</i>	52
3.8	Perancangan Menu	54
3.9	Jadwal Penelitian	55
4	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1	Gambaran Hasil Sistem Pemantauan Kualias Udara.....	56
4.2	Spesifikasi <i>Software</i>	57
4.3	Spesifikasi <i>Hardware</i>	59
4.4	Implementasi <i>Hardware</i>	74
4.4.1	Implementasi Sensor Dht11	74
4.4.2	Implementasi Sensor Debu GP2Y1010AU0F	76
4.4.3	Implementasi Sensor Gas MQ135.....	79
4.4.4	Implementasi ESP32	81

4.4.5	Implementasi LCD I2C 16x2	83
4.4.6	Implementasi Piezzo Buzzer	85
4.4.7	Implementasi LED Traffic Light	87
4.5	Simulasi Penggunaan <i>Prototype</i>	90
4.5.1	Simulasi Penggunaan <i>Prototype</i> diPabrik Batako Saat Cuaca Hujan	90
4.5.2	Simulasi Penggunaan Alat Saat Cuaca Cerah	92
4.5.3	Simulasi Penggunaan Alat didalam Ruangan	93
4.6	<i>Blackbox Testing</i>	94
5	BAB V SIMPULAN DAN SARAN	101
5.5	Simpulan	101
5.6	Saran	101
	DAFTAR PUSTAKA	103
	LAMPIRAN	105
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	114



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Black box Testing</i>	14
Gambar 2.2 Aplikasi Arduino IDE.....	16
Gambar 2.3 Arduino Nano	16
Gambar 2.4 ESP8266	17
Gambar 2.5 Sensor DHT11	17
Gambar 2.6 Sensor MQ135.....	18
Gambar 2.7 LCD I2c	18
Gambar 2.8 <i>BREAD BOARD</i>	19
Gambar 2.9 Kabel Jumper	19
Gambar 3.1 Rancangan sistem	45
Gambar 3.2 Flowchart Sistem Pemantauan Kualitas Udara.....	52
Gambar 3.3 Tampilan Menu Aplikasi	54
Gambar 4.1 Tampilan Depan Sistem Pemantauan Kualitas Udara.....	56
Gambar 4.2 Tampilan Samping Sistem Pemantauan Kualitas Udara.....	56
Gambar 4.3 Aplikasi Berbasis Web Pemantauan Kualitas Udara.....	57
Gambar 4.4 Arduino Nano	59
Gambar 4.5 Arduino Nano Shield.....	61
Gambar 4.6 ESP32 Dev Module	62
Gambar 4.7 Sensor Suhu DHT11.....	64
Gambar 4.8 Sensor MQ135.....	65
Gambar 4.9 Sensor Debu GP2Y1010AU0F.....	66
Gambar 4.10 Lampu LED Traffic Light	67
Gambar 4.11 Piezzo Buzzer	69
Gambar 4.12 LCD I2c 16x2	71
Gambar 4.13 Kabel Jumper	72
Gambar 4.14 Rangkaian Sederhana Sensor Suhu DHT11	75
Gambar 4.15 Flowchart Alur Kerja Sensor suhu	75
Gambar 4.16 Rangkaian Sederhana Sensor Debu GP2Y1010AU0F	77
Gambar 4.17 Flowchart Alur Kerja Sensor Debu	78
Gambar 4.18 Rangkaian Sederhana Sensor Gas MQ135.....	79
Gambar 4.19 Flowchart Alur Kerja Sensor Gas.....	80
Gambar 4.20 Implementasi Penggunaan ESP32	81

Gambar 4.21 Flowchart Alur Kerja ESP32	82
Gambar 4.22 Rangkaian Sederhana LCD I2C	83
Gambar 4.23 Rangkaian Sederhana Piezzo Buzzer.....	85
Gambar 4.24 Flowchart Alur Kerja Buzzer	86
Gambar 4.25 Rangkaian Sederhana Traffic Light LED	88
Gambar 4.26 Flowchart Alur Kerja Traffic Light LED	89
Gambar 4.27 Simulasi Penggunaan Prototype di Tempat Produksi Saat Hujan	91
Gambar 4.28 Simulasi Penggunaan Prototype di Tempat Produksi Saat Cerah	92
Gambar 4.29 Simulasi Penggunaan Prototype di Dalam Ruangan	93
Gambar 4.30 Diagram Pentingnya Peringatan Kebocoran Gas	95
Gambar 4.31 Diagram Pentingnya Sistem Pendeteksi Debu Dalam Aspek Kesehatan	96
Gambar 4.32 Diagram Pentingnya Pemantauan Suhu dan Kelembapan Secara Real time	96
Gambar 4.33 Pentingnya Notifikasi Perubahan Kualitas Udara.	97
Gambar 4.34 Pentingnya Akses Data Historis Kualitas Udara	97
Gambar 4.35 Pentingnya Memiliki User Interface Yang Mudah di Pahami.....	98
Gambar 4.36 Pentingnya Pembaruan Data Secara Otomatis	99
Gambar 4.37 Pentingnya Prototipe Menampilkan Data Secara Langsung di Lokasi	99

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)	37
Tabel 3.2 Perangkat Keras (Hardware)	38
Tabel 3.3 Tabel Analisa Kebutuhan Pemakai	40
Tabel 3.4 Tabel Analisa Kebutuhan Sistem	41
Tabel 3.5 Ganchart Jadwal Penelitian	55
Tabel 4.1 Hasil Respon Pengguna	94



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode Arduino.....	105
Lampiran 2 Kode ESP32	109
Lampiran 3 Kode Laravel.....	110
Lampiran 4 Surat Izin Penelitian	112
Lampiran 5 Kartu Bimbingan Skripsi	113
Lampiran 6 Daftar Riwayat Hidup	114



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), adalah payung besar terminologi yang mencakup seluruh peralatan teknis untuk memproses dan menyampaikan informasi. TIK mencakup dua aspek yaitu teknologi informasi dan teknologi komunikasi. Teknologi informasi merupakan segala hal yang berkaitan dengan proses, penggunaan sebagai alat bantu, manipulasi, dan pengelolaan informasi (Huda, 2020). Pengembangan teknologi di bidang industri telah membantu para pekerja dalam menyelesaikan pekerjaan.

Pesatnya perkembangan teknologi, komunikasi, dan informasi ini dapat dilihat dengan adanya media komunikasi yang digunakan dalam kegiatan pertukaran informasi. Salah satu media komunikasi yang dapat digunakan adalah penggunaan telepon genggam atau komunikasi dunia maya yang dikenal dengan internet. Kemajuan TIK (Teknologi Komunikasi dan Informasi) berpotensi menjadi peluang yang besar untuk bidang Industri dari perkembangan IPTEK yang dapat membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan yang berbantuan teknologi.(Fadli, 2021).

Dalam bidang industri, usaha pembuatan batako menjadi salah satu bisnis yang melekat di kalangan masyarakat. Batako adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen, pasir, dan air. Berkat campuran tersebut, biasanya batako akan memiliki kepadatan yang tinggi dan lebih kuat serta kokoh daripada batu bata biasa. Batako merupakan salah satu pilihan bahan dinding yang populer karena harganya yang terjangkau dan mudah didapatkan.

Dalam proses produksi, kegiatan pembuatan batako sering kali terdapat masalah yaitu lingkungan produksi yang kurang nyaman dikarenakan kualitas udara yang memburuk akibat dari proses produksi batako. Pencemaran udara di sekitar

pabrik batako menjadi masalah serius yang berdampak pada kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar. Paparan jangka panjang terhadap partikulat dan gas berbahaya dapat menyebabkan berbagai penyakit pernapasan, iritasi kulit, dan bahkan kanker. Selain itu, kualitas udara yang buruk juga dapat menurunkan produktivitas pekerja dan merusak lingkungan.

Untuk mengatasi masalah kualitas udara di pabrik batako, diperlukan sistem pemantauan yang efektif dan efisien. Sistem pemantauan kualitas udara portabel berbasis Arduino merupakan solusi yang inovatif. Dengan menggunakan ESP32, sensor gas MQ135 dan sensor debu GP2Y1010AU0F, pada sistem ini informasi yang diberikan akan terupdate secara real-time dan data pembacaan sensor akan ditampilkan pada portal website dan jika terdeteksi zat berbahaya di udara telah melewati batas aman sistem tersebut akan memberikan peringatan berupa suara dari buzzer agar Masyarakat atau pekerja di lingkungan tersebut dapat melakukan tindak pencegahan dan penanggulangan terhadap resiko terpapar gas dan PM_{2,5} atau debu hasil pembakaran secara berlebihan (Abdilah & Putri, 2024).

Dengan dibuatnya sistem pemantauan kualitas udara dengan akurasi tinggi dan dapat di pertanggung jawabkan, menghasilkan sistem yang dapat memitigasi risiko paparan zat berbahaya berlebih pada pekerja dan masyarakat di sekitar industri (Abdilah & Putri, 2024). Selain itu, lingkungan kerja yang lebih bersih dan sehat juga berkontribusi pada peningkatan produktivitas pekerja, menciptakan suasana kerja yang lebih nyaman.

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas adalah sebagai berikut :

1. Tingkat polutan udara yang tinggi, disebabkan karena proses produksi batako menghasilkan partikel debu yang sangat halus, seperti silika, yang membuat kualitas udara memburuk.
2. Kurangnya data akurat mengenai kualitas udara disebabkan oleh tidak adanya alat pemantauan yang memadai, dampaknya kesulitan dalam mengidentifikasi sumber pencemaran.
3. Kurangnya kesadaran pekerja terhadap risiko kesehatan akibat paparan polutan udara dampaknya Pekerja yang sering sakit akibat paparan polutan udara.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Sebagai ruang lingkup perancangan skripsi ini, penulis mengambil batas cakupan pembahasan agar menjaga konsistensi tujuan dari perancangan sistem itu sendiri, sehingga masalah yang dihadapi tidak meluas dan pembahasan menjadi terarah. Batasan tersebut adalah:

1. Penelitian ini hanya fokus pada pemantauan kualitas udara.
2. Sistem IoT yang dikembangkan mungkin tidak dapat diadaptasi dengan mudah untuk lingkungan industri lain.
3. Penelitian ini hanya dilakukan dalam skala kecil dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menggeneralisasi temuannya.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara dengan teknologi IoT yang dapat mengoptimalkan kondisi lingkungan kerja dengan mengintegrasikan berbagai sensor dan perangkat IoT. Secara lebih spesifik, tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara yang efisien.

2. Menganalisis kualitas udara di lingkungan pabrik batako.
3. Mengevaluasi efektivitas sistem pemantauan.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari pengembangan sistem pemantauan kualitas udara di atas :

1. Kontribusi terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.
2. Peningkatan kualitas lingkungan.
3. Pengembangan teknologi lokal.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran secara menyeluruh terhadap masalah yang sedang diteliti, maka sistematika penulisan dapat dibagi dalam beberapa bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian yang membahas pentingnya kualitas udara bagi kesehatan dan potensi teknologi untuk meningkatkan efisiensi proses tersebut. Selain itu, bab ini juga mengidentifikasi masalah yang sering ditemui, menjelaskan tujuan penelitian, dan merinci metode yang digunakan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini bertujuan untuk memberikan kerangka teoritis yang kuat bagi penelitian ini. Teori umum dan khusus yang relevan, serta tinjauan pustaka, disajikan untuk mendukung metodologi penelitian yang telah dirancang.

BAB III ANALISA MASALAH & PERANCANGAN APLIKASI

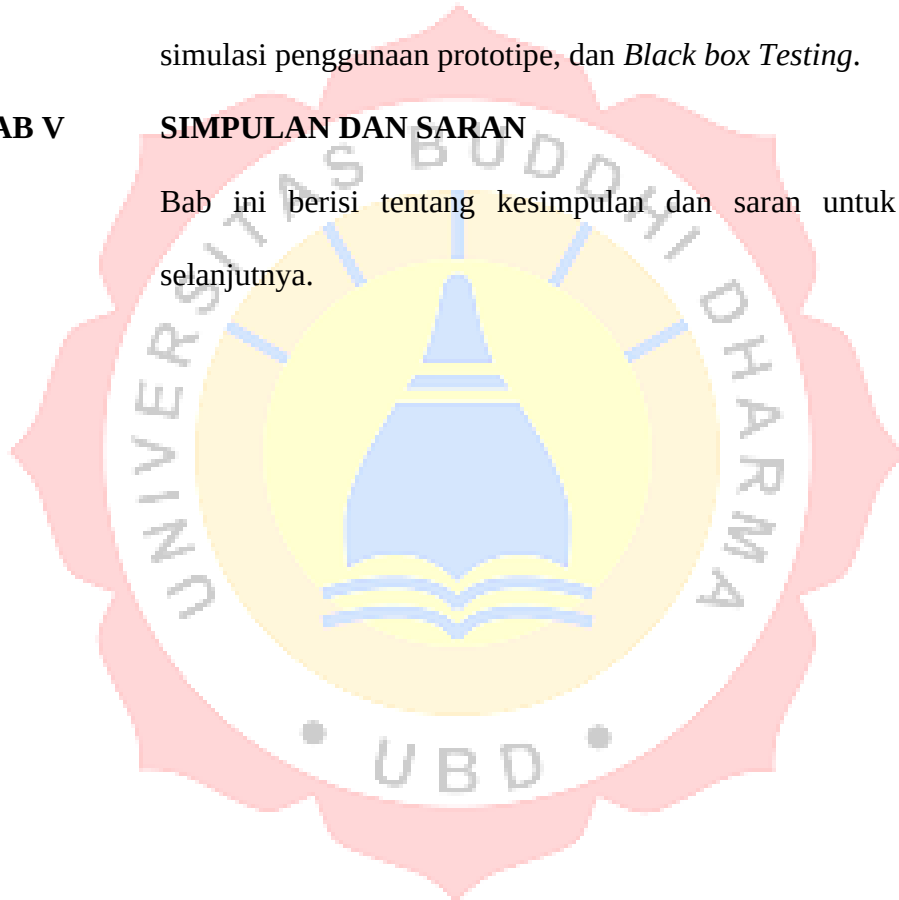
Bab ini berisi tentang, gambaran umum perusahaan, analisa kebutuhan, metode penelitian, perancangan prototipe, algoritma *threshold-based*, kerangka pemikiran, *flowchart*, perancangan menu, dan jadwal penelitian.

BAB IV PENGUJIAN DAN IMPLEMENTASI/HASIL PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang, gambaran hasil sistem pantauan kualitas udara, spesifikasi *software*, spesifikasi *hardware*, implementasi *hardware*, simulasi penggunaan prototipe, dan *Black box Testing*.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Prototype* Sistem Pemantauan Kualitas Udara Portabel

2.1.1 *Prototype*

Prototype adalah model sistem yang dapat berfungsi secara terbatas pada fungsi pokok sistem dan biasanya merupakan versi awal dari sistem yang akan dikembangkan lebih lanjut. *Prototyping* adalah proses yang lebih cepat dan murah yang menghasilkan model yang dapat berfungsi meskipun secara terbatas untuk keperluan pengujian (Syarifah et al., 2022).

Prototype, atau "prototipe", adalah versi awal dari produk yang sedang dikembangkan. Mereka biasanya digunakan selama tahap desain produk sebelum memasuki tahap pengembangan produk secara keseluruhan. *Prototipe* mengandung berbagai komponen, seperti layout, fungsi tombol, navigasi, interaksi pengguna, dan tampilan visual produk. Sebelum membuat produk akhir, mereka digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan desain, mengumpulkan umpan balik pengguna, dan melakukan perbaikan dan penyempurnaan (Prof. Dr. Yuni Pantiwati et al., 2024)

Menurut beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa pengertian dari *prototype* adalah alat yang dapat disesuaikan untuk memenuhi berbagai kebutuhan pengembangan produk. Mereka sangat penting untuk memastikan bahwa produk akhir memenuhi ekspektasi pengguna dan berhasil di pasaran dari segi teknis maupun desain.

2.1.2 Sistem Pemantauan Portabel

a. Sistem

Menurut Jogiyanto (Dalam Effendy et al., 2023) "Analisis dan Desain Sistem Informasi", menjelaskan bahwa kita bisa melihat sebuah sistem dari dua sudut *pandang*: prosedur dan komponen. Prosedur adalah langkah-langkah atau aturan yang harus diikuti dalam sistem, sedangkan komponen adalah bagian-bagian yang menyusun sistem tersebut. Keduanya sangat berkaitan dan tidak bisa dipisahkan. Intinya, sebuah sistem tidak akan terbentuk jika tidak ada aturan atau langkah-langkah yang jelas yang diikuti oleh komponen-komponennya.

Menurut Abdul Kadir (Dalam Putra et al., 2020) sebuah sistem terdiri dari berbagai komponen yang saling berkaitan dan bekerja secara terpadu untuk mencapai tujuan tertentu. Komponen-komponen ini harus memiliki kontribusi yang signifikan dalam mencapai tujuan sistem. Jika ada komponen yang tidak memberikan manfaat bagi tujuan sistem, maka komponen tersebut tidak dapat dianggap sebagai bagian dari sistem itu sendiri.

Menurut pandangan saya dapat disimpulkan bahwa pengertian sistem merupakan konsep fundamental yang mendasari berbagai disiplin ilmu, termasuk ilmu komputer, teknik, dan manajemen. Pemahaman yang mendalam tentang sistem sangat krusial dalam perancangan, pengembangan, dan pengelolaan sistem yang efektif dan efisien.

b. Pemantauan

Sistem pemantauan merupakan suatu sistem yang dirancang untuk memberikan informasi terkini mengenai kondisi atau kejadian yang

sedang berlangsung. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk mengamati secara kontinu perubahan-perubahan yang terjadi pada variabel-variabel tertentu dalam jangka waktu tertentu (Marier & Dewi, 2021).

Pemantauan merupakan kegiatan sistematis untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang relevan dengan tujuan suatu kegiatan atau program. Tujuannya adalah untuk melakukan evaluasi dan mengambil tindakan korektif guna meningkatkan kinerja kegiatan atau program tersebut. (Khairat et al., 2022).

Menurut beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa pemantauan merupakan suatu kegiatan pengumpulan data dengan tujuan melakukan evaluasi kemudian melakukan perbaikan demi meningkatkan kinerja suatu kegiatan.

c. Portabel

Portabel merupakan kemampuan media untuk bisa dibawa, disimpan dan kemudahan untuk memasang. Dengan kata lain, mesin atau alat elektronik yang mudah dibawa, diangkut, ringan, dan mudah dipindahkan dan dibawa kemanapun (Ibda & Wijayanti, 2022).

Portabel, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), berarti dapat dibawa atau dikirim. Benda yang mudah alih atau portabel adalah benda yang dapat dibawa atau dijinjing ke mana saja dan dapat digunakan di mana saja tanpa mengurangi kegunaannya. Ponsel cerdas, laptop, dan radio. (KBBI, 2022).

Menurut beberapa pendapat di atas, definisi portabel adalah kemampuan suatu benda atau media untuk dibawa, disimpan, dan

digunakan di mana saja tanpa memerlukan instalasi atau prosedur yang rumit. Portabel juga berarti mudah dibawa dan digunakan di mana saja.

Jadi sistem pemantauan portabel adalah perangkat yang dirancang untuk memantau dan mengumpulkan data secara real-time dengan keunggulan mobilitas dan kemudahan penggunaan. Sistem ini digunakan dalam berbagai aplikasi fleksibilitas dan kemampuannya untuk digunakan di berbagai lokasi tanpa instalasi permanen.

2.1.3 Kualitas Udara

a. Kualitas

Kualitas, menurut Goetch dan Davis dalam Tjiptono (2014:53), adalah suatu kondisi dinamis yang terkait dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan (Barlian, 2023).

Kualitas adalah tingkat baik atau buruk sesuatu. Kualitas sangat penting untuk mengetahui apakah sesuatu hal berhasil atau tidak. Dengan adanya kualitas kita bisa memutuskan hal hal yang perlu ditingkatkan atau diperbaiki (Suncaka, 2023).

Menurut beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas merupakan hasil yang bisa dinilai baik atau buruknya suatu kondisi. Dengan adanya kualitas dapat memberikan hasil koreksi yang membantu perbaikan hasil dari suatu kondisi.

b. Udara

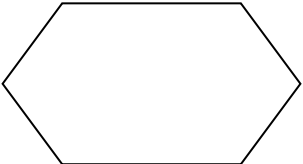
Udara adalah sumber daya alam yang harus dilindungi untuk manusia dan makhluk hidup lainnya. Pengendalian udara sangat penting untuk mencapai tingkat kualitas yang diinginkan. Untuk mendapatkan

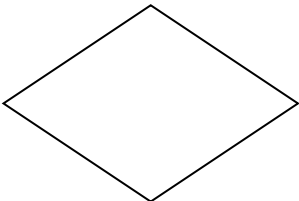
udara sesuai dengan tingkat kualitas yang diinginkan, maka pengendalian udara menjadi sangat penting untuk dilakukan. (Hamsyani & Hadidjah, 2021).

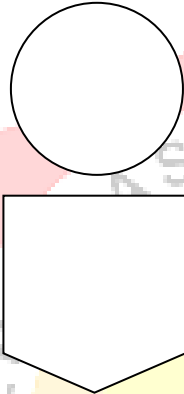
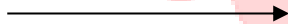
Dari beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa udara adalah sumber daya alam yang sangat penting untuk kehidupan di Bumi. Udara terdiri dari berbagai campuran gas seperti nitrogen, oksigen, argon, dan karbon dioksida, yang masing-masing memainkan peran penting dalam ekosistem dan keberlangsungan kehidupan. Oleh karena itu, pengendalian dan perlindungan kualitas udara sangat penting untuk menjaga kesehatan manusia dan lingkungan.

2.1.4 Simbol-simbol Yang Digunakan

Flowchart adalah grafik yang menggambarkan langkah-langkah dan prosedur dalam suatu program. *Flowchart* sistem menunjukkan urutan proses dalam sistem dengan alat *input* dan *output* serta jenis media yang digunakan untuk penyimpanan dalam proses pengolahan data, dan *flowchart* program menunjukkan urutan proses dalam program dengan simbol tertentu. (Zalukhu et al., 2023)

Simbol	Keterangan
	Terminator / Terminal Merupakan simbol yang digunakan untuk menentukan state awal dan state akhir suatu <i>flowchart</i> program.
	Preparation / Persiapan Merupakan simbol yang digunakan untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang akan digunakan dalam program. Bisa berupa pemberian harga awal, yang ditandai dengan nama variabel sama dengan (") untuk tipe

	string, (0) untuk tipe numeric, (.F./T.) untuk tipe Boolean dan ({/}) untuk tiper tanggal.
	Input Output / Masukan Keluaran Merupakan simbol yang digunakan untuk memasukkan nilai dan untuk menampilkan nilai dari suatu variabel. Ciri dari simbol ini adalah tidak ada operator baik operator aritmatika hingga operator perbandingan. Yang membedakan antara masukan dan keluaran adalah jika Masukan cirinya adalah variabel yang ada didalamnya belum mendapatkan operasi dari operator tertentu, apakah pemberian nilai tertentu atau penambahan nilai tertentu. Adapun ciri untuk keluaran adalah biasanya variabelnya sudah pernah dilakukan pemberian nilai atau sudah dilakukan operasi dengan menggunakan operator tertentu.
	Process / Proses Merupakan simbol yang digunakan untuk memberikan nilai tertentu, apakah berupa rumus, perhitungan counter atau hanya pemberian nilai tertentu terhadap suatu variabel.
	Predefined Process / Proses Terdefinisi Merupakan simbol yang penggunaannya seperti link atau menu. Jadi proses yang ada di dalam simbol ini harus di buatkan penjelasan <i>flowchart</i> programnya secara tersendiri yang terdiri dari terminator dan diakhiri dengan terminator.
	Decision / Simbol Keputusan Digunakan untuk menentukan pilihan suatu kondisi (Ya atau tidak). Ciri simbol ini dibandingkan dengan simbol-simbol <i>flowchart</i> program yang lain adalah simbol keputusan ini

	minimal keluaran arusnya 2 (dua), jadi Jika hanya satu keluaran maka penulisan simbol ini adalah salah, jadi diberikan pilihan jika kondisi bernilai benar (true) atau salah (false). Sehingga jika nanti keluaran dari simbol ini adalah lebih dari dua bisa dituliskan. Khusus untuk yang keluarannya dua, harus diberikan keterangan Ya dan Tidaknya pada arus yang keluar.
	Connector / Konektor Konektor dalam satu halaman merupakan penghubung dari simbol yang satu ke simbol yang lain. Tanpa harus menuliskan arus yang panjang. Sehingga akan lebih menyederhanakan dalam penggambaran aliran programnya, simbol konektornya adalah lingkaran, sedangkan Konektor untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lainnya yang berbeda halaman, maka menggunakan simbol konektor yang segi lima, dengan diberikan identitasnya, bisa berupa karakter alfabet A – Z atau a – z atau angka 1 sampai dengan 9.
	Arrow / Arus Merupakan simbol yang digunakan untuk menentukan aliran dari sebuah <i>flowchart</i> program. Karena berupa arus, maka dalam menggambarkan arus data harus diberi simbol panah.

2.2 Arduino

Perangkat lunak Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah alat inti yang digunakan oleh pengembang, pemula, dan pecinta elektronika untuk mengembangkan berbagai macam proyek berbasis Arduino. Anda dapat mengunggah dan memprogram kode ke papan Arduino.

Pengguna dapat menulis, mengubah, dan memverifikasi kode program yang disebut "*sketch*" dengan Arduino IDE sebelum mengunggahnya ke papan arduino. Selain mendukung bahasa pemrograman C/C++, program ini dilengkapi dengan berbagai pustaka, yang membantu proses pengembangan proyek menjadi lebih mudah.

2.3 Pengujian *Black box Testing*

a. Pengujian

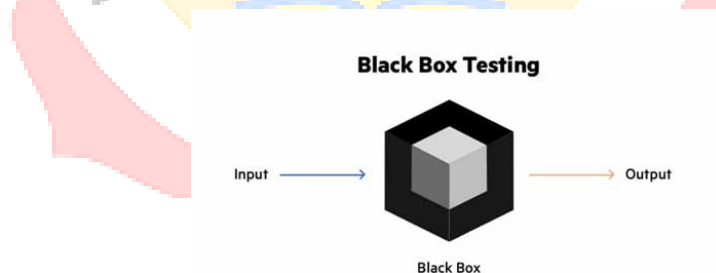
Pengujian merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan suatu hasil dengan kualitas yang baik. Pengujian didefinisikan sebagai pelaksanaan sistematis suatu program perangkat lunak dengan tujuan mengidentifikasi cacat. Kasus uji yang efektif dicirikan oleh kemampuannya untuk mengungkap kesalahan yang sebelumnya tidak terdeteksi. Upaya pengujian yang berhasil adalah yang berhasil mengidentifikasi kesalahan yang awalnya tidak dikenali. Tujuan utama dari proses pengujian adalah untuk mengembangkan kasus uji yang secara efisien dan efektif mengungkap berbagai jenis kesalahan sambil meminimalkan waktu dan sumber daya yang dibutuhkan.(Permatasari, 2020).

b. *Black box Tesing*

Pengujian *Black box* adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitasnya tanpa melihat kode internal. Penguji memberikan berbagai *input* dan memeriksa apakah *output* yang dihasilkan sesuai dengan yang

diharapkan. Tujuannya adalah untuk memastikan perangkat lunak bekerja sesuai spesifikasi, data diproses dengan benar, informasi tersimpan dan eksternal tetap mutakhir. *Black box Testing* dapat mengidentifikasi berbagai jenis kesalahan, seperti fungsi yang tidak berfungsi atau hilang, masalah antarmuka, kesalahan struktur data dan akses basis data, masalah kinerja, serta kesalahan inisialisasi dan terminasi. Dalam penelitian ini, pengujian *Black box* diterapkan pada aplikasi berbagi informasi kecelakaan.

Beberapa fitur diuji menggunakan metode decision table, yang menampilkan *input* dan *output* yang diharapkan dalam bentuk tabel. Misalnya, untuk menguji fungsi login, pengguna memasukkan email dan kata *sandi*. Jika data benar, pengguna akan diarahkan ke halaman utama, jika salah, akan muncul notifikasi kesalahan. Teknik decision table sangat cocok untuk menguji fungsi yang melibatkan hubungan logis antara beberapa *input*. Dengan demikian, pengujian *Black box* dapat memastikan aplikasi berfungsi dengan baik dan sesuai harapan pengguna (Fahrullah, 2021).



Gambar 2.1 Black box Testing

Sumber : Imperva.com

2.4 Perangkat Lunak Dan Perangkat Keras Sistem Pemantauan Kualitas Udara Portabel

2.4.1 Perangkat Lunak

a. Laravel

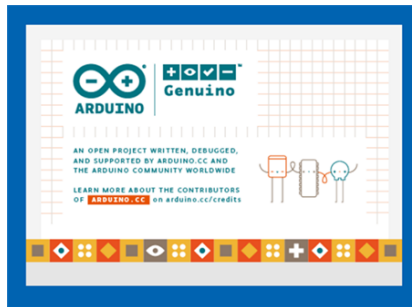
Laravel adalah framework yang paling banyak ditemukan di GitHub dan kini telah menjadi salah satu yang paling populer di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Framework ini menekankan pada pengalaman pengguna akhir, yang berarti memberikan perhatian khusus pada kejelasan dan kesederhanaan, baik dalam penulisan kode maupun tampilan antarmuka. Dengan demikian, Laravel mampu menghasilkan fungsionalitas aplikasi web yang efektif dan efisien. Hal ini memungkinkan para pengembang dan perusahaan untuk memanfaatkan framework ini dalam membangun berbagai jenis proyek, mulai dari yang berskala kecil hingga aplikasi kelas atas untuk perusahaan besar (Hidayat et al., 2023).

b. Arduino IDE

Perangkat lunak Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah alat inti yang digunakan oleh pengembang, pemula, dan pecinta elektronika untuk mengembangkan berbagai macam proyek berbasis Arduino. Anda dapat mengunggah dan memprogram kode ke papan Arduino.

Pengguna dapat menulis, mengubah, dan memverifikasi kode program yang disebut "*sketch*" dengan Arduino IDE sebelum mengunggahnya ke papan arduino. Selain mendukung bahasa

pemrograman C/C++, program ini dilengkapi dengan berbagai pustaka, yang membantu proses pengembangan proyek menjadi lebih mudah.



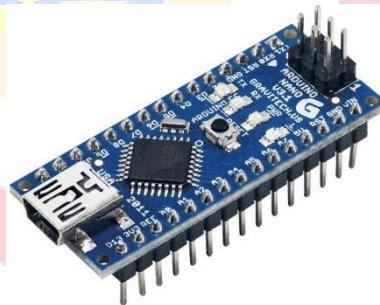
Gambar 2.2 Aplikasi Arduino IDE

Sumber: Microsoft.com

2.4.2 Perangkat Keras

a. Arduino Nano

Arduino Nano adalah *board* elektronik berbasis mikrokontroler Atmel ATmega328 yang memiliki 30 pin dan dapat digunakan sebagai *platform* untuk membuat sistem pemantauan kualitas udara. Arduino Nano dapat digunakan sebagai *platform* untuk membuat sistem pemantauan kualitas udara dengan tegangan 7-12V.



Gambar 2.3 Arduino Nano

Sumber Tokopedia.com

b. ESP8266 Wifi- Modul

ESP8266 adalah chip Wi-Fi kecil yang berfungsi sebagai komputer mini lengkap, atau *System on a Chip*, dengan fungsi yang sama. Chip ini memiliki kemampuan untuk terhubung ke internet, membaca

sensor, mengendalikan berbagai perangkat, dan membuat keputusan berdasarkan informasi yang mereka kumpulkan.

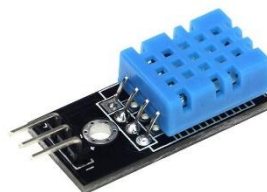


Gambar 2.4 ESP8266

Sumber : Arduino.cc

c. Sensor Suhu DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor yang terdiri dari thermistor tipe NTC dan dapat mengukur suhu dan kelembaban udara. (Koefisien Temperatur Negatif) untuk menghitung temperatur dan kelembapan udara dengan ciri resisten terhadap fluktuasi kadar *air* di udara dan Ada chip yang dapat yang dapat mengubah analog ke digital dan mengeluarkan *output* dalam format bi-directional singlewire. (Khoiru Nurdina et al., 2023).

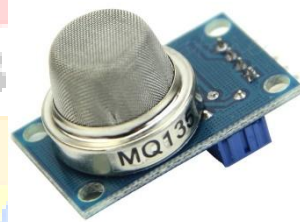


Gambar 2.5 Sensor DHT11

Sumber : Tokopedia.com

d. Sensor Kualitas Udara MQ135

Sensor MQ135 sering digunakan dalam proyek pemantauan kualitas udara, sensor gas MQ-135 didesain untuk mendeteksi berbagai jenis gas beracun dan berbahaya di udara, seperti amonia (NH_3), nitrogen oksida (NO_x), alkohol, asap, karbon dioksida (CO_2), dan yang lainnya. sensitivitas tinggi sensor ini memungkinkannya mendeteksi berbagai jenis gas sekaligus.



Gambar 2.6 Sensor MQ135

Sumber : Tokopedia.com

e. LCD I2C

Modul LCD I2C dapat menampilkan pesan sistem dengan menggunakan protokol inter integrated circuit (I2C) atau interface dua jalur (TWI). Dalam sistem yang dirancang untuk penelitian ini, LCD I2C menampilkan hasil kualitas udara jika kualitas udara menurun (Fernanda & Wellem, 2022).

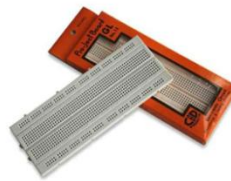


Gambar 2.7 LCD I2c

Sumber Tokopedia.com

f. BREAD BOARD

Papan prototipe, juga dikenal sebagai *breadboard*, adalah alat elektronik yang memiliki lubang yang terhubung dengan trek logam, memungkinkan pengguna memasukkan kaki komponen dan menguji sirkuit tanpa menyolder. Karena aman, serbaguna, dan mudah digunakan, *breadboard* ideal untuk *Prototyping*, pengujian, dan pembelajaran elektronika.



Gambar 2.8 BREAD BOARD

Sumber : Tokopedia.com

g. Kabel Jumper

Kabel *jumper*, juga dikenal sebagai kabel Dupont, adalah kabel yang fleksibel yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik ke *breadboard* atau PCB. Konektor di setiap ujung kabel memungkinkan pengguna menghubungkan dua titik tanpa menyoldernya. Kabel jumper, yang tersedia dalam berbagai panjang dan jenis, sangat bermanfaat untuk pengujian, *Prototyping*, dan pembelajaran elektronika karena mudah digunakan dan serbaguna.



Gambar 2.9 Kabel Jumper

Sumber : Tokopedia.com

2.5 Penelitian Yang Relevan

2.5.1 Jurnal Internasional

a. *A Robust IoT-based Air Quality Monitoring Node for Multi-Location Deployment*

Penelitian pertama ditulis oleh Reginald Ekene Ogu dan rekan-rekannya, yang berjudul "A Robust IoT-based Air Quality Monitoring Node for Multi-Location Deployment". Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan node *Internet of things* yang dapat disesuaikan untuk memantau kualitas udara. Noda ini dapat digunakan di berbagai lokasi dan dalam berbagai kondisi jaringan.

Masalah yang dihadapi yaitu perangkat IoT sulit digunakan di lingkungan tanpa infrastruktur jaringan yang memadai, terutama di daerah pedesaan atau tempat-tempat dengan keterbatasan sumber daya. Oleh karena itu, solusi yang lebih fleksibel diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut dan memungkinkan pemantauan kualitas udara yang lebih luas.

Metode Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data kualitas udara dan mengirimkannya ke dua *platform cloud*, *Thingspeak* dan *Google Firebase*. Hasilnya menunjukkan bahwa node *Internet of things* dapat berfungsi dengan baik di berbagai lingkungan, membantu mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (SDG) dan meningkatkan kemampuan untuk memantau kualitas udara dengan lebih efisien.

b. *Real-time Iot Air Quality Analysis Using Arduino*

Penelitian kedua ditulis oleh Adnan Adel Bitar, dan Dr. V. Sujatha, dengan judul "Real-time Iot Air Quality Analysis Using

Arduino". Tujuan dari penelitian ini membahas peningkatan polusi udara akibat industrialisasi, urbanisasi, pertumbuhan populasi, dan peningkatan jumlah kendaraan. Masalah dari penelitian ini yaitu polusi udara yang dianggap sebagai salah satu masalah lingkungan yang paling serius karena dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia dan berkontribusi terhadap pemanasan global.

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT menggunakan Arduino. Sistem ini terdiri dari perangkat keras seperti sensor debu untuk mendeteksi partikel PM2.5, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, modul WiFi ESP8266 untuk koneksi internet, dan LCD untuk menampilkan data. Perangkat lunak yang dikembangkan memungkinkan pemantauan data polusi secara jarak jauh menggunakan antarmuka grafis berbasis *web*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memantau kualitas udara secara *real-time* dan menampilkan data melalui antarmuka *web*. Sistem ini dapat diterapkan di area industri dan lalu lintas untuk mengukur kualitas udara. Sistem ini membantu individu, terutama mereka dengan masalah kesehatan, untuk memantau kualitas udara yang mereka hirup.

c. *Real-time monitoring system for weather and air pollutant measurement with HTML-based UI application*

Penelitian ketiga ditulis oleh Prisma Megantoro, dengan rekan-rekannya dengan judul "*Real-time monitoring system for weather and air pollutant measurement with HTML-based UI application*". Dengan meningkatnya industrialisasi dan aktivitas manusia, kualitas udara

menjadi perhatian utama dalam konteks kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mengukur dan memantau parameter cuaca serta tingkat polutan udara secara *real-time*.

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem IoT untuk memantau parameter cuaca dan gas polutan di udara. Parameter cuaca yang dipantau meliputi kecepatan dan arah angin, curah hujan, suhu, kelembaban, tekanan barometrik, dan indeks UV. Selain itu, gas-gas yang diukur termasuk amonia, hidrogen, metana, ozon, karbon monoksida, dan karbon dioksida. Data sensor dikirim ke database setiap 1 menit dan diperbarui pada aplikasi *web* setiap 2 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memberikan informasi cuaca dan polutan gas secara *real-time*. Aplikasi *web* yang dikembangkan dinilai menarik dan informatif oleh 100% dari 32 responden dalam survei yang dilakukan.

d. The Development of an IoT-Based Air Quality Monitoring System Using the Blynk Application

Jurnal keempat ini ditulis oleh Nurzaid Muhd Zain, dan rekan-rekan dengan judul "The Development of an IoT-Based Air Quality Monitoring System Using the Blynk Application". Jurnal ini membahas masalah meningkatnya polusi udara akibat industrialisasi, urbanisasi, dan aktivitas manusia lainnya yang berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Sistem pemantauan kualitas udara yang saat ini ada umumnya bersifat kompleks, mahal, dan memerlukan tenaga operasional yang besar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara yang lebih sederhana,

terjangkau, dan aman dengan menggunakan teknologi *Internet of things* (IoT) melalui Arduino dan aplikasi *Blynk*.

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari tiga fase utama: desain, pengembangan prototipe, dan pengujian sistem. Fase desain melibatkan perancangan arsitektur sistem serta pemilihan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Pengembangan prototipe mencakup konfigurasi NodeMCU ESP8266, penggunaan sensor gas MQ-135, dan pembuatan aplikasi *Blynk*. Pengujian sistem dilakukan untuk menguji sensitivitas sensor MQ-135 terhadap berbagai gas serta efektivitas prototipe dalam mendeteksi kualitas udara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur kualitas udara dalam satuan parts per million (ppm) dan mengirimkan data secara *real-time* ke aplikasi *Blynk* di ponsel pengguna. Selain itu, sistem dapat memberikan peringatan dengan LED merah dan buzzer ketika tingkat polusi udara melebihi 150 ppm, serta menunjukkan hasil akurat dalam mendeteksi lima jenis gas yang berbeda

e. *Internet of things* (IoT) Enabled Air Quality Monitoring System for Conventional and UAV Application

Jurnal kelima ini ditulis oleh V. Vinoth Kumar dan G. dengan judul penelitian "*Internet of things* (IoT) Enabled Air Quality Monitoring System for Conventional and UAV Application". Masalah yang dibahas dalam artikel ini adalah pentingnya pemantauan gas lingkungan untuk mengamati konsentrasi berbagai gas berbahaya di lingkungan dalam dan luar ruangan, serta untuk mempelajari kondisi lingkungan di masyarakat

saat ini. Gas-gas seperti CO, CO₂, dan PM_{2.5} dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia.

Metode penelitian yang diterapkan meliputi pembuatan sistem IoT untuk memantau kualitas udara dengan menggunakan sensor gas komersial yang mendeteksi gas seperti CO, CO₂, dan PM_{2.5}. Sistem ini terdiri dari *ground station*, Arduino UNO, Node MCU, dan sensor MG 811 untuk CO₂ dan sensor MQ 7 untuk CO dan PM_{2.5}, yang digunakan untuk mengumpulkan data tentang polusi dari lingkungan secara langsung.

Hasil dari penelitian ini yaitu sistem ini terbukti sensitif untuk mengukur berbagai gas ambient dalam dan luar ruangan. Para peneliti mencapai kesimpulan bahwa sistem yang diusulkan dapat dengan mudah disesuaikan untuk digunakan pada pesawat tanpa awak untuk memantau kualitas udara di luar ruangan pada berbagai ketinggian. Mereka juga menyatakan bahwa sistem tersebut memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

2.5.2 Jurnal Nasional

a. *AeroSenseMonitor*: Integrasi Sensor DHT11 dan MQ135 untuk Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino Uno

Jurnal ini ditulis oleh Muhammad Erik, Furkhon Nurdianto, dan Rahmat. Masalah dari jurnal ini membahas tentang meningkatnya polusi udara di kota-kota besar Indonesia serta kurangnya fasilitas pemantauan kualitas udara di beberapa daerah dan dapat memberikan dampak negatif pada kesehatan. Polusi udara dalam ruangan, yang sering diabaikan, dapat berasal dari berbagai sumber seperti asap rokok, bahan kimia beracun,

debu, dan gas alam seperti karbon monoksida. Dampak buruk dari polusi udara ini mencakup gangguan pada sistem pernapasan, kesehatan umum, serta penurunan produktivitas.

Metode penelitian melibatkan pengembangan alat *AeroSenseMonitor* yang mengintegrasikan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban, serta sensor MQ135 untuk mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya. Alat ini berbasis Arduino Uno dan dilengkapi dengan display OLED 0,96" i2c. Penelitian ini mencakup tahap analisis kebutuhan, desain alat, pengembangan perangkat keras dan lunak, serta uji coba dan validasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *AeroSenseMonitor* mampu memberikan pengukuran yang akurat dengan tingkat akurasi deteksi mencapai 92%, lebih tinggi dari target yang ditetapkan sebesar 90%. Selain itu, alat ini memiliki waktu respons yang sangat baik, yaitu 2 detik, jauh lebih cepat dibandingkan target 10 detik. Stabilitas pengukuran juga terjaga dengan konsistensi sebesar 3,5%, lebih rendah dari target 5% yang ditetapkan.

b. Perancangan Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis *Internet of things*

Jurnal ini ditulis oleh Grace K. Ramampook dan rekan-rekan. Judul penelitian ini adalah “Perancangan Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis *Internet of things*”. Fokus penelitian ini adalah masalah polusi udara dalam ruangan yang berdampak buruk bagi kesehatan manusia.

Metode tradisional untuk memantau kualitas udara dalam ruangan terbukti tidak memadai; oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengembangkan sistem yang mampu memantau kualitas udara secara *real-time*.

Hasil dari penelitian ini sensor dikirimkan ke *platform Internet of things* (IoT), OVoRD, yang divisualisasikan dalam format yang mudah digunakan. Akibatnya, sistem ini secara efektif memantau kualitas udara dan menyajikan data secara *real-time* melalui nilai numerik dan representasi grafis, dengan tujuan meningkatkan kewaspadaan terhadap polusi udara dalam ruangan.

c. Implementasi *Internet of things* (IoT) dalam Pemantauan Kualitas Udara di Ruang Terbuka

Jurnal ini berjudul "Implementasi *Internet of things* (IoT) dalam Pemantauan Kualitas Udara di Ruang Terbuka" ditulis oleh Jesi Pebralia, dan rekan-rekan. Penelitian ini membahas isu penting tentang perlunya pemantauan kualitas udara yang efisien dan mudah diakses, terutama mengingat semakin meningkatnya kesadaran masyarakat mengenai implikasi kualitas udara terhadap kesehatan dan lingkungan.

Metode yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32 yang dipadukan dengan sensor MQ-7 untuk mendeteksi karbon monoksida, sensor MQ-811 untuk mengukur kadar karbon dioksida, dan sensor DHT-11 untuk memantau suhu dan kelembapan. Selain itu, sistem ini juga menggunakan tenaga surya yang diolah melalui panel surya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *Internet of things* (IoT) yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan secara *real-*

time dan efektif mendeteksi fluktuasi parameter kualitas udara dalam interval satu detik. Sistem pemantauan yang memadukan teknologi IoT dengan Google Sheets ini memberikan solusi yang hemat biaya, efisien, dan interaktif untuk penilaian kualitas udara.

d. Desain dan Konstruksi Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis IoT (*Internet of things*) Menggunakan Sensor DHT11 dan MQ135

Jurnal ini berjudul "Desain dan Konstruksi Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis IoT (*Internet of things*) Menggunakan Sensor DHT11 dan MQ135" ditulis oleh Rodhotul Muttaqina, dan rekan-rekannya.

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini berkaitan dengan pentingnya mengintegrasikan prinsip-prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dalam lingkungan laboratorium, di mana polusi udara menimbulkan risiko besar bagi kesehatan pekerja dan peneliti.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan secara efektif merespons variasi parameter kualitas udara, menunjukkan koefisien determinasi yang tinggi. Hasil-hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis IoT mampu memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan mengenai kualitas udara dalam lingkungan laboratorium, sehingga mendukung proses pengambilan keputusan yang tepat.

e. Klasifikasi dan Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan *Thingspeak*

Jurnal ini berjudul "Klasifikasi dan Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan *Thingspeak*" ditulis oleh Afifah Dwi

Ramadhani, dan rekan-rekannya. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kesadaran akan pentingnya menjaga kualitas udara bersih bagi kesehatan individu dan masyarakat, yang semakin diperparah oleh dampak pandemi Covid-19.

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah kebutuhan kritis untuk memantau kualitas udara dalam ruangan, terutama dalam konteks pandemi, yang mengharuskan dilakukannya berbagai aktivitas di dalam ruang tertutup. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan prototipe sistem pemantauan kualitas udara yang menggabungkan mikrokontroler ESP8266, sensor MQ135 untuk mendeteksi gas berbahaya, dan sensor DHT11 untuk menilai tingkat suhu dan kelembapan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan yang dikembangkan sangat efektif, menunjukkan akurasi sensor yang signifikan dalam mendeteksi kualitas udara. Evaluasi eksperimental mengungkapkan bahwa sensor mampu mengidentifikasi gas pada jarak hingga 20 sentimeter dan dapat mengirimkan data secara *real-time* ke *Thingspeak*.

f. Sistem Pemantauan Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dengan Sensor MQ2 Berbasis *Internet of things*

Penelitian ini berjudul "Sistem Pemantauan Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dengan Sensor MQ2 Berbasis *Internet of things*." Ditulis oleh Andiko Pridiantoko Putro, dan rekan-rekannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai kualitas udara dalam ruangan, dengan fokus khusus pada fasilitas parkir bawah tanah,

melalui penggunaan sensor MQ2 yang mampu mendeteksi berbagai gas berbahaya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pemanfaatan mikrokontroler ESP32, yang terintegrasi dengan kemampuan Bluetooth dan Wi-Fi. Tiga sensor gas MQ2 diposisikan secara strategis di lokasi yang berbeda di dalam ruangan untuk memantau konsentrasi gas. Jika kadar gas melampaui ambang batas yang telah ditetapkan sebesar 1300 ppm, sistem dirancang untuk mengaktifkan kipas ventilasi guna meningkatkan kualitas udara.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan secara efektif merespons variasi kualitas udara. Dalam penilaian awal, konsentrasi rata-rata gas tetap di bawah ambang batas yang ditetapkan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem tersebut cakap dalam mendeteksi dan mengelola kualitas udara.

g. Sistem Pemantauan dan Deteksi Dini Polusi Udara Berbasis *Internet of things* (IoT)

Jurnal ini ditulis oleh Muhammad Hasanuddin dan Herdianto yang berjudul "Sistem Pemantauan dan Deteksi Dini Polusi Udara Berbasis *Internet of things* (IoT)". Masalah yang dibahas dalam penelitian ini berkaitan dengan polusi udara, yang semakin menjadi perhatian penting karena dampaknya yang merugikan bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi desain dan implementasi sistem berbasis *Internet of things* (IoT), dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Wemos, sensor gas MQ-135,

modul WiFi ESP8266, dan *platform* IoT *Thingspeak*. Sistem ini secara khusus dirancang untuk menilai kualitas udara, mengirimkan data ke lingkungan berbasis *cloud*, dan mengeluarkan peringatan saat tingkat polusi melampaui ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memantau kualitas udara secara *real-time* dan memfasilitasi deteksi dini tingkat polusi udara yang berbahaya. Lebih jauh lagi, sistem ini secara efektif mengkategorikan kualitas udara sesuai dengan Indeks Standar Polusi Udara (ISPU).

h. Perancangan dan Konstruksi Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino untuk Mendeteksi Pencemaran Udara di Kawasan Perkotaan

Jurnal ini ditulis oleh Yusuf Cahyo Nugroho, dan rekan-rekannya dengan judul "Perancangan dan Konstruksi Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino untuk Mendeteksi Pencemaran Udara di Kawasan Perkotaan". Masalah dalam penelitian ini adalah meningkatnya pencemaran udara di lingkungan perkotaan, sebuah fenomena yang diperburuk oleh pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas transportasi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup perancangan dan implementasi sistem berbasis *platform* Arduino Uno, yang menggabungkan sensor MQ135 untuk mendeteksi polutan karbon monoksida (CO), sensor MQ136 untuk mendeteksi polutan sulfur dioksida (SO₂), dan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan

kelembapan. Selain itu, sistem ini dilengkapi LCD untuk visualisasi data, LED untuk indikasi visual, dan buzzer untuk peringatan suara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil mendeteksi dan mengukur polutan udara, suhu, dan kelembapan dengan tingkat akurasi yang terpuji. Sistem ini secara efektif memfasilitasi pemantauan kualitas udara secara *real-time* dan mampu mengeluarkan peringatan ketika tingkat polutan meningkat ke ambang batas berbahaya.

i. Pemantauan Kualitas Udara Berbasis *Internet of things*

Jurnal ini ditulis oleh Alvino Octaviano dan rekan-rekannya, dengan judul penelitian "Pemantauan Kualitas Udara Berbasis *Internet of things*". Masalah yang dibahas dalam penelitian ini berkaitan dengan kurangnya kesadaran masyarakat tentang kualitas udara yang mereka hirup, suatu kekurangan yang dapat berkontribusi pada timbulnya berbagai penyakit pernapasan.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini berakar pada kerangka penelitian dan pengembangan (R&D), yang mencakup beberapa fase, yang meliputi perencanaan, pembuatan alat, dan evaluasi sistem. Peneliti menggunakan berbagai sensor, khususnya sensor MQ-7 untuk deteksi karbon monoksida, sensor Sharp GP2Y1010AU0F untuk penilaian partikulat, dan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan secara efektif dan akurat memantau kualitas udara dan mampu menyajikan data kepada pengguna melalui aplikasi yang

dirancang untuk tujuan ini. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memajukan ranah teknologi tetapi juga berpotensi meningkatkan kesadaran publik mengenai pentingnya menjaga kualitas udara yang sehat.

j. Sistem Pemantauan Kualitas Udara dengan Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Arduino UNO R3

Penelitian ini dilakukan oleh Qory Hidayati dan rekan-rekannya dengan judul "Sistem Pemantauan Kualitas Udara dengan Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Arduino UNO R3." Masalah dalam penelitian ini berfokus pada meningkatnya volume lalu lintas kendaraan bermotor di sekitar Politeknik Negeri Balikpapan, yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pencemaran udara. Mengingat keadaan ini, pembentukan sistem pemantauan kualitas udara secara *real-time* sangat penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai implikasi kesehatan dari pencemaran.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pemanfaatan Arduino UNO R3 sebagai pengontrol utama, yang dihubungkan dengan beberapa sensor, termasuk sensor debu, MQ-7, dan MQ-135. Data yang dikumpulkan dari sensor-sensor ini kemudian dianalisis menggunakan teknik logika fuzzy untuk mengkategorikan tingkat kualitas udara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan kualitas udara yang dikembangkan untuk penelitian ini secara efektif mengklasifikasikan kondisi kualitas udara. Nilai pengukuran yang diperoleh mengungkapkan bahwa kualitas udara yang dideteksi oleh

ketiga sensor tersebut tergolong tidak sehat, dengan pembacaan puncak sebesar 199. Lebih jauh, penerapan metode logika fuzzy Sugeno dalam penelitian ini menghasilkan tingkat kesalahan sebesar 0,73%, yang menandakan akurasi pembacaan keluaran yang tinggi sebesar 99,27%.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Perusahaan

3.1.1 Sejarah Perusahaan

Perusahaan XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam memproduksi *paving block*, dan batako. *Paving block* sendiri adalah material bangunan berbentuk balok yang terbuat dari campuran semen, *air*, dan agregat. *Paving block* sering digunakan untuk Perkerasan jalan, Trotoar, Halaman rumah, Taman kota, Area parkir kendaraan, Area komersial.

Paving block sendiri memiliki sejarah pembuatannya, awalnya *paving block* di buat oleh bangsa romawi, bangsa romawi awalnya sangat terganggu dengan jalan berlumpur yang membuat pasukan dan akomodasi mereka menjadi terhambat, maka mereka menggunakan batu batuan yang di bentuk dan di pasang di permukaan jalan yang membuat jalan menjadi lebih keras dan padat.

Awalnya perusahaan ini di bentuk pada tahun 2006, awalnya pendiri Perusahaan ini berawal dari seorang sales, yang akhirnya memutuskan untuk mencoba peruntungan dengan mendirikan Perusahaan sendiri. Walaupun bisa di bilang Perusahaan ini bukan Perusahaan besar, tetapi Perusahaan ini sudah banyak berpartisipasi dalam Pembangunan infrastruktur jalan khususnya di kota Tangerang.

Perusahaan ini mengedepankan kualitas produk dalam moto perusahaanya, karena dengan kualitas barang yang bagus akan membuat konsumen menjadi lebih puas dalam menggunakan produk, kepuasan muncul karena barang yang di gunakan lebih awet dan kuat. Perusahaan ini akan terus

mengembangkan potensi yang dimiliki dan menjaga kualitas produk agar dapat selalu berpartisipasi dalam membangun infrastruktur negara ini.

3.1.2 Struktur Gambaran Organisasi

a. Manager Pabrik

Perusahaan XYZ memiliki seorang manager yang bertanggung jawab atas keseluruhan operasi pabrik. Memastikan produksi berjalan lancar, memenuhi target produksi, dan menjaga kualitas produk. Melakukan perencanaan strategis, mengelola anggaran, dan memimpin seluruh departemen di pabrik.

b. Kepala Produksi

Kepala Produksi merupakan orang yang bertanggung jawab langsung atas proses produksi sehari-hari. Memastikan bahan baku tersedia, mesin beroperasi dengan baik, dan produk akhir sesuai dengan standar kualitas. Mengelola tim produksi, merencanakan jadwal produksi, dan melakukan perbaikan terus-menerus pada proses produksi.

c. Kepala Administrasi

Kepala Administrasi bertanggung jawab mengelola semua aspek administrasi pabrik, termasuk keuangan, personalia, dan dokumentasi. Membuat laporan keuangan, mengelola data karyawan, dan memastikan semua dokumen terorganisir dengan baik.

d. Staff Produksi

Staff produksi bertanggung jawab melakukan pekerjaan operasional di lini produksi, seperti mengoperasikan mesin, mengontrol bahan baku, dan mengemas produk jadi.

e. Staff Administrasi

Staff Administrasi bertanggung jawab mengelola data produksi, seperti jumlah produksi harian dan bahan baku yang digunakan, mengelola dokumen hingga laporan keuangan, Selain itu, bertanggung jawab dalam pengadaan barang. Serta memberikan surat jalan kepada driver untuk melakukan pengiriman.

f. Driver

Driver bertugas untuk melakukan pengiriman seluruh produk yang sudah dibuat ke tempat yang sudah ditentukan oleh staff administrasi. Driver juga bertugas untuk mengambil bahan baku dari distributor bahan pembuatan batako sesuai jadwal yang telah ditentukan oleh staff admin.

3.2 Analisa Kebutuhan

3.2.1 Analisa Kebutuhan Non-Fungsional

Analisa kebutuhan non-fungsional untuk “*Prototype Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino*” mencakup beberapa aspek penting untuk memastikan sistem beroperasi dengan baik dan memberikan pengalaman pengguna yang optimal.

Pertama dalam hal kinerja, sistem perlu memiliki kemampuan untuk mendeteksi perubahan kualitas udara secara *real-time* dengan respons yang cepat, serta mampu memproses dan menyimpan data dari beberapa sensor sekaligus tanpa menurunkan kinerja.

Selain itu, keandalan sistem diperlukan untuk mendeteksi kualitas udara yang buruk hingga berbahaya, mengingat dampak yang ditimbulkan

bisa membahayakan kesehatan bagi para pekerja dan mengganggu kegiatan pekerjaan.

Kemudian aspek usability perlu diperhatikan dengan menyediakan antarmuka pengguna yang mudah dipahami, sehingga pengguna bisa dengan mudah membaca dan menganalisis data yang ditampilkan di layar LCD atau aplikasi.

Terakhir dari aspek portabilitas, desain sistem perlu dirancang agar dapat dipasang dan dipindahkan dengan mudah ke berbagai lokasi dalam pabrik, tanpa memerlukan alat tambahan atau proses yang rumit. Hal ini bertujuan untuk memudahkan penyesuaian sistem sesuai dengan kebutuhan operasional dan menjaga fleksibilitas dalam pemantauan kualitas udara di area berbeda sesuai dengan perubahan kondisi produksi.

3.2.2 Analisa Kebutuhan *Fungsional*

Pada tahap ini akan mendeskripsikan spesifikasi kebutuhan sistem yang akan menjelaskan komponen apa saja yang akan digunakan pada saat proses maupun saat sistem telah selesai, berikut kompoen yang dibutuhkan anantara lain :

Perangkat Lunak (*Software*) :

Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)

Jenis	Keterangan
Sistem Operasi	Sistem operasi windows 10 atau windows terbaru
<i>Integreted Developmen Environment (IDE)</i>	Arduino IDE Versi 1.8.19 atau LTS

<i>Library</i>	LiquidCrystal_I2C.h : <i>Library</i> ini digunakan untuk mengendalikan layar LCD yang berkomunikasi melalui antarmuka I2C (<i>Inter-Integrated Circuit</i>). DHT.h : <i>Library</i> ini digunakan untuk membaca data dari sensor DHT (Digital Humidity and Temperature). Sensor ini umum digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan. Wifi.h : <i>Library</i> ini digunakan dalam proyek-proyek berbasis Arduino yang memanfaatkan koneksi Wi-Fi, seperti pada <i>board</i> ESP32 Webserver.h : <i>Library</i> ini digunakan untuk membuat server HTTP pada <i>board</i> Arduino.
Simulator	Tinkercad Web.
Aplikasi	Laravel

Tabel Perangkat Keras (*Hardware*) :

Tabel 3.2 Perangkat Keras (Hardware)

Jenis	Keterangan
<i>Microcontroller</i>	Arduinio Nano Board ini berbasis pada mikrokontroler ATmega328P (atau ATmega168) dan dilengkapi dengan 14 pin digital <i>input/output</i>, 6 pin analog <i>input</i>, dan

	port USB untuk pemrograman dan komunikasi.
Sensor	MQ135 : Sensor MQ135 adalah sensor gas yang dapat mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya dan kualitas udara. GP2Y1010AU0F : sensor debu optik yang digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel debu di udara. DHT11 : sensor suhu dan kelembapan yang banyak digunakan dalam aplikasi pengukuran iklim :
Modul	ESP32 : Modul mikrokontroler dengan Wi-Fi dan Bluetooth, performa tinggi, banyak pin I/O, ideal untuk aplikasi IoT, mudah diprogram, dan memiliki fitur keamanan. LCDI2C : modul layar LCD yang menggunakan antarmuka I2C untuk komunikasi, memungkinkan kontrol yang lebih sederhana dengan hanya dua kabel (SDA dan SCL) dan beberapa pin tambahan, sehingga menghemat ruang dan memudahkan penghubungan.

Perangkat lainnya	Buzzer : perangkat audio kecil yang mengeluarkan suara ketika diberi sinyal listrik. <i>BREAD BOARD</i> : Papan sirkuit yang digunakan untuk merakit rangkaian elektronik tanpa solder Kabel jumper : kabel fleksibel dengan konektor di kedua ujungnya, digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen di <i>breadboard</i> atau papan sirkuit, memungkinkan pembuatan rangkaian yang mudah dan cepat.
-------------------	---

3.2.3 Analisa Kebutuhan Pemakai

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dari hasil pengumpulan data, peneliti mendapatkan beberapa pernyataan dari responden yang dapat dijadikan referensi dalam membangun sistem keamanan ini, berikut hasil pengumpulan datanya :

Tabel 3.3 Tabel Analisa Kebutuhan Pemakai

No.	Kebutuhan Pemakai
1	Sistem Pemantauan Gas Berbahaya
2	Sistem Deteksi Partikel Debu
3	Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan
4	Notifikasi peringatan
5	Sistem Data Historis
6	Sistem Das-hboard Pemantauan Kualitas Udara
7	Sistem Pemantauan Otomatis
8	Monitor Data Melalui Prototipe

3.2.4 Analisa Kebutuhan Sistem

Berdasarkan hasil pengumpulan diatas, peneliti membangun dan merancang sistem namun tidak semua kebutuhan pemakai dapat dipenuhi oleh peneliti. Berikut ada rincian kebutuhan pemakai yang terdapat pada sistem yang telah dibuat oleh peneliti :

Tabel 3.4 Tabel Analisa Kebutuhan Sistem

No.	Kebutuhan Pemakai	Keterangan
1	Sistem Pemantauan Gas Berbahaya	Ya
2	Sistem Deteksi Partikel Debu	Ya
3	Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan	Ya
4	Notifikasi peringatan	Ya
5	Sistem Data Historis	Tidak
6	Sistem Dashboard Pemantauan Kualitas Udara	Ya
7	Sistem Pemantauan Otomatis	Tidak
8	Monitor Data Melalui Prototipe0	Ya

3.3 Metode Penelitian

Dalam merancang sistem "Prototype Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino di Pabrik Batako", penulis mengintegrasikan metode *Prototyping* dengan *Quality of Service (QoS)* untuk menciptakan sistem yang responsif dan efisien dalam memantau kondisi lingkungan pabrik.

Prototyping memungkinkan penulis untuk mengembangkan model awal dari sistem yang dapat diuji dan diperbaiki secara iteratif. Sistem pemantauan kualitas udara ini dilengkapi dengan sensor suhu, sensor gas, dan sensor debu yang secara *real-time* memantau kualitas udara dengan adanya layar LCD.

Selain itu, penulis juga mengimplementasikan aplikasi yang memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas udara pabrik dari jarak jauh. Dalam konteks ini, QoS berfungsi untuk memastikan bahwa data dari sensor-sensor kritis seperti gas dan debu diprioritaskan, sehingga informasi yang penting dapat segera disampaikan kepada pengguna dan memungkinkan tindakan cepat jika diperlukan. QoS juga

membantu mengelola latensi, menjamin respon yang cepat saat kondisi berbahaya terdeteksi, seperti perubahan mendadak dalam kualitas udara yang berbahaya. Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung PM2.5 dari *output* sensor debu gp2y1010au0f bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut.

Menghitung Tegangan dari Nilai Analog :

$$\text{voltage} = \text{voMeasured} \times \left(\frac{5.0}{1024.0} \right)$$

Menghitung Konsentrasi PM2.5:

$$\text{pm25} = (250 \times \text{voltage}) - 0.1$$

Voltage = Nilai tegangan yang dihitung dalam volt (V)

voMeasured = Nilai analog yang diukur dari sensor

5.0 = Tegangan referensi maksimum dari sistem, biasanya 5V

1024 = Jumlah total nilai yang dapat dihasilkan oleh ADC 10-bit

250 = Koefisien besar perubahan konsentrasi PM2.5 yang dihasilkan dari perubahan tegangan.

-0.1 = Offset yang digunakan untuk menyesuaikan hasil agar lebih akurat.

Ini berarti bahwa pada tegangan tertentu, konsentrasi PM2.5 tidak akan pernah menjadi nol, melainkan sedikit lebih rendah

Dengan pengaturan *bandwidth* yang tepat, sistem ini tetap stabil meskipun ada banyak perangkat lain yang terhubung ke jaringan. Dengan demikian, kombinasi antara metode *Prototyping* dan QoS dalam desain sistem ini tidak hanya menjamin efisiensi dalam pemantauan udara, tetapi juga menciptakan pengalaman pengguna yang optimal. Melalui sistem ini, penulis berharap pengguna dapat dengan mudah memantau kualitas udara dan mengelola kesehatan lingkungan perusahaan,

memastikan bahwa lingkungan dalam keadaan sehat dan bebas dari udara yang berbahaya.

Pemantauan kualitas udara ini menggunakan sensor MQ135, yang dimana sensor ini dapat mendeteksi gas NH₃, NO_x, alkohol, benzena, dan uap-organik lainnya. Terdapat 4 pin pada sensor MQ135 yaitu pin VCC, Gnd, D0 dan A0, oleh karena keluaran analog yang diubah menjadi ppm maka pin yang digunakan yaitu A0. Selain itu, bagian sensor yang penting dalam konversi ppm yaitu resistor beban atau Rload (RL).

Keluaran analog yang diubah menjadi ppm maka pin yang digunakan Sensor ini memberikan *output* yang bersifat analog (tegangan) dimana Rs adalah nilai resistansi sensor pada konsentrasi gas dan Ro adalah tahanan sensor pada udara yang bersih. Rs/ Ro juga bisa disebut sebagai rasio. Pada saat udara bersih, rasio sebesar 3,6 yang kemudian dapat dikalibrasi untuk menentukan konsentrasi gas tertentu. Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi gas dari *output* sensor bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Rs = \frac{V_{out}}{V_{supply}} \times R_{Load} \quad Ro = \frac{Rs}{3,6}$$

Rs = Resitansi sensor saat mendeteksi gas

Ro = Tahanan sensor pada udara yang bersih

V out = Tegangan keluar dari sensor

V supply = Tegangan supply ke sensor

R load = Resitansi beban dalam rangkaian *input* sensor.

Setelah mendapatkan nilai resitansi sensor, konsentrasi gas (dalam ppm) dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang berasal dari karakteristik sensor dengan rumus sebagai berikut:

$$gas (ppm) = k \times \left(\frac{rs}{ro} \right)^{-n}$$

Gas (ppm) = Konsentrasi gas dalam ppm

K = Konstanta kalibrasi

n = Koefisien kalibrasi yang tergantung jenis gas

Parameter Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

Rentang (ppm)	Kategori
0-50	Baik
51-100	Sedang
101-199	Buruk
200-299	Sangat buruk
300+	Berbahaya

3.4 Perancangan *Prototype*

3.4.1 Perancangan Model

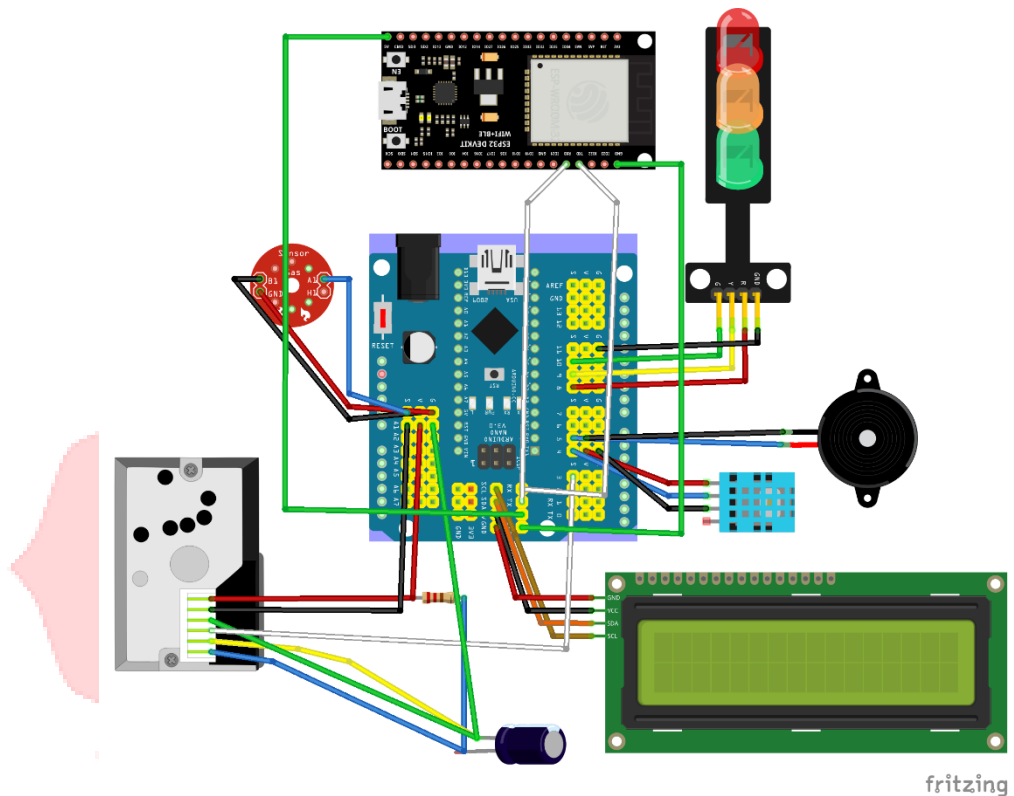
Penulis akan merancang *Prototype* Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino di Pabrik Batako yang akan mengintegrasikan beberapa komponen utama. Pertama, sensor DHT11 akan diterapkan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di area pabrik, data yang sangat penting untuk memahami kondisi udara dan dampaknya terhadap kualitas produksi.

Selain itu, sensor MQ135 akan digunakan untuk mengukur kualitas udara dengan mendeteksi konsentrasi gas berbahaya, seperti amonia, karbon monoksida, dan gas lain yang dapat memengaruhi kesehatan pekerja serta kualitas produk. Untuk menjaga kebersihan lingkungan pabrik, sensor debu akan memantau tingkat partikel debu di udara, yang sangat relevan dengan kegiatan di pabrik batako.

Semua data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini akan disatukan dalam sebuah aplikasi mobile, yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi kualitas udara secara *real-time*, menerima notifikasi jika

terjadi perubahan signifikan, dan mengontrol sistem dari jarak jauh. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan pemantauan kualitas udara di pabrik batako dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien, menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi para pekerja.

3.4.2 Perancangan sistem



Gambar 3.1 Rancangan sistem

Pada tahap ini penulis akan menjelaskan skema rangkaian dari sistem pemantauan kualitas udara berbasis arduino:

1. Arduino Nano Shield

Semua pin di arduino nano dipasang pada arduino nano shield secara PNP (Plug and Play)

2. Esp32

Pin 3,3V ke pin 3,3V Arduino nano Shield

Pin GND ke pin GND Arduino nano Shield

Pin RX esp32 ke pin TX Arduino nano Shield

Pin TX esp32 ke pin RX Arduino nano Shield

3. Sensor Mq135

Pin VCC ke pin 5V Arduino nano Shield

Pin GND ke pin GND Arduino nano Shield

Pin Out ke pin A0 Arduino nano Shield

4. Dht11

Pin VCC ke pin 5V Arduino nano Shield

Pin GND ke pin GND Arduino nano Shield

Pin Out ke pin D4 Pin VCC ke pin 5V Arduino nano Shield

Pin GND ke pin GND Arduino nano Shield

5. LCD I2C 16x2

Pin VCC ke pin 5V Arduino nano Shield

Pin GND ke pin GND Arduino nano Shield

Pin SDA ke pin SDA Arduino Nano Shield

Pin SCL ke pin SCL Arduino Nano Shield

6. Piezzo Buzzer

Pin Out ke pin D5 Arduino nano Shield

Pin GND ke pin GND Arduino nano Shield

7. Sensor Debu Gp2y10

Pin VCC ke pin 5V Arduino nano Shield

Pin GND ke pin GND Arduino nano Shield

Pin Out ke pin A2 Arduino Nano Shield

Pin LED ke pin D2 Arduino Nano Shield

8. LED Traffic Light

Pin LED RED ke pin D8 Arduino Nano Shield

Pin LED Yellow ke pin D9 Arduino Nano Shield

Pin LED GREEN ke pin D10 Arduino Nano Shield

Pin GND ke pin GND Arduino Nano Shield

3.5 Algoritma *Threshold-based*

Algoritma *Threshold-based* dalam prototipe pemantauan kualitas udara portabel berbasis Arduino berfungsi untuk mengklasifikasikan kategori kualitas udara menurut nilai ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya untuk setiap parameter polutan. Dalam konteks fasilitas produksi batu batako, partikel (PM10), karbon monoksida (CO), dan nitrogen dioksida (NO₂) diidentifikasi sebagai polutan utama yang dihasilkan dari aktivitas produksi.

Algoritma ini beroperasi dengan mengumpulkan data dari sensor yang dihubungkan dengan Arduino, kemudian membandingkan nilai yang diukur dengan ambang batas yang ditetapkan. Penerapan algoritma ini mudah dan efektif untuk memfasilitasi evaluasi cepat kualitas udara di dalam fasilitas produksi batu batako. Data kualitas udara yang dihasilkan dapat disampaikan melalui komunikasi serial, ditampilkan pada layar LCD, atau dimasukkan ke dalam sistem alarm untuk mengeluarkan peringatan tepat waktu saat tingkat polutan meningkat ke ambang batas berbahaya.

Meskipun algoritma ini bergantung pada metrik berbasis ambang batas, algoritma ini menunjukkan akurasi yang cukup untuk memantau polutan signifikan yang biasanya menjadi perhatian di lingkungan industri. Sistem ini memberdayakan manajer pabrik untuk menerapkan tindakan pencegahan lebih cepat dalam menanggapi peningkatan tingkat polusi, sehingga menjaga kesehatan karyawan dan memastikan integritas lingkungan kerja.

3.6 Kerangka pemikiran

3.6.1 Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka ini menggambarkan proses kejadian dalam penelitian yaitu:

a. Latar Belakang

- 1) pentingnya kualitas udara bagi kesehatan manusia dan lingkungan
- 2) Kebutuhan pemantauan yang efisien pada lingkungan terhadap kualitas udara yang baik
- 3) Teknologi IoT dan arduino sebagai solusi inovatif untuk menjaga kualitas udara

b. Tujuan Penelitian

- 1) Mengembangkan prototipe alat pemantauan kualitas udara portabel menggunakan Arduino
- 2) Menganalisis data yang diperoleh untuk memberikan informasi yang berguna mengenai kondisi kualitas udara di berbagai lokasi.

c. Manfaat Penelitian

- 1) Meningkatkan kesadaran tentang pentingnya menjaga kualitas udara bagi kesehatan
- 2) Menjadi referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang IoT dan pemantauan lingkungan.

d. Metode Penelitian

- 1) Desain Alat: Merancang dan merakit perangkat keras menggunakan Arduino dan sensor kualitas udara.

- 2) Pemrograman: Mengembangkan perangkat lunak untuk mengolah data dari sensor dan mengirimkannya melalui jaringan IoT.
- 3) Pengujian: Melakukan pengujian alat di berbagai lokasi untuk mengumpulkan data kualitas udara.
- 4) Analisis Data: Menganalisis data yang diperoleh untuk mengevaluasi kualitas udara dan kondisi lingkungan

e. Hasil yang Diharapkan

- 1) Tersedianya prototipe alat pemantauan kualitas udara portabel yang efektif.
- 2) Data kualitas udara yang akurat dan dapat diakses secara *real-time* melalui *platform* IoT.
- 3) Rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi pemantauan lingkungan.

3.6.2 Kerangka Perancangan Penelitian

a. Landasan Teori

- 1) *Internet of things* (IoT): Penjelasan tentang konsep IoT dan cara penggunaannya untuk memantau lingkungan.
- 2) Kualitas Udara: Definisi kualitas udara, parameter yang diukur (seperti PM2.5, CO2, dan VOC), serta dampaknya terhadap kesehatan manusia.
- 3) Arduino: Pengenalan Arduino sebagai *platform* pemrograman dan perangkat keras yang digunakan dalam proyek ini.
- 4) Sensor Kualitas Udara: Jenis sensor yang digunakan untuk mengukur kualitas udara dan cara kerjanya

b. Kerangka Konseptual

- 1) Model pemantauan: Menjelaskan hubungan antara komponen sistem (sensor, papan Arduino, dan *platform* IoT).
- 2) Proses pengumpulan data: Aliran data dari sensor ke pemrosesan pada papan Arduino, lalu ke transmisi data melalui jaringan.
- 3) Analisis data: Menjelaskan bagaimana data yang dikumpulkan dianalisis untuk memperoleh informasi tentang kualitas udara.

c. Metodologi Penelitian

- 1) **Desain eksperimen** Menentukan lokasi pengujian, waktu, dan frekuensi pengukuran.
- 2) **Pengembangan prototipe:**
 - i. Merakit perangkat keras dengan Arduino dan sensor.
 - ii. Mengembangkan perangkat lunak untuk pemrosesan dan komunikasi data.
- 3) **Pengujian dan validasi**
 - i. Menguji alat di lapangan untuk memastikan keakuratan dan keandalan.
 - ii. Memvalidasi data dengan metode lain atau alat pemantauan yang ada

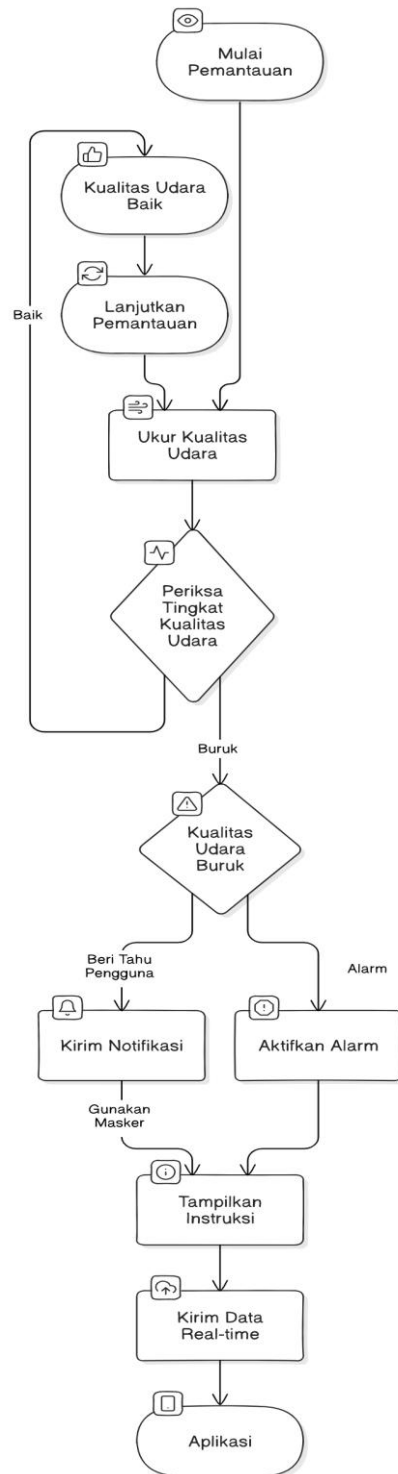
d. Desain Penelitian

- 1) Jenis Penelitian: Penelitian eksperimental untuk menguji efektivitas alat pemantauan.

- 2) Pengumpulan Data: Metode pengumpulan data kuantitatif dari sensor, serta observasi kualitas udara di berbagai lokasi.
- 3) Analisis Data: Menggunakan *software* analisis data untuk mengolah dan menganalisis hasil pengukuran, serta membandingkan dengan standar kualitas udara yang berlaku.
- 4) Pelaporan Hasil: Menyusun laporan penelitian yang mencakup analisis, interpretasi data, dan rekomendasi.



3.7 Flowchart



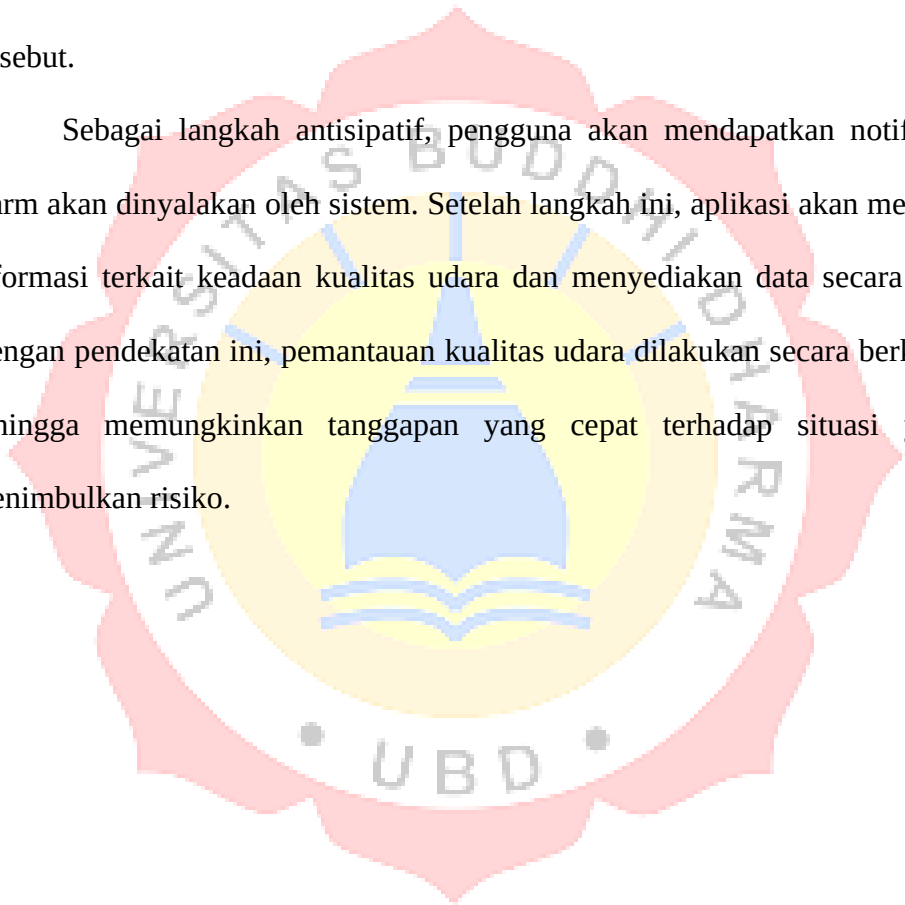
Gambar 3.2 Flowchart Sistem Pemantauan Kualitas Udara

Flowchart ini menjelaskan proses pemantauan kualitas udara secara terstruktur. Proses dimulai dengan fase "Mulai Pemantauan," di mana sistem secara aktif mengawasi kondisi kualitas udara. Selanjutnya, sistem akan mengevaluasi

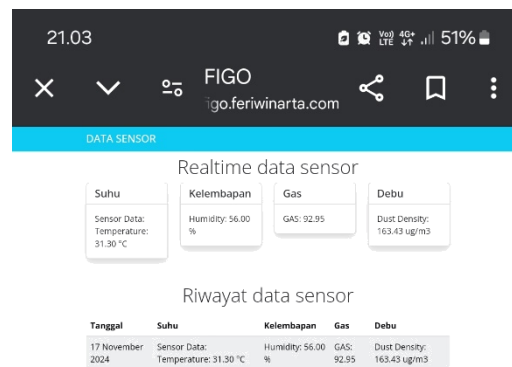
apakah kondisi udara dalam keadaan baik. Jika kualitas udara terdeteksi baik, pemantauan akan terus berlanjut tanpa gangguan.

Namun, jika ditemukan bahwa kualitas udara tidak memadai, langkah berikutnya adalah melakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebab penurunan kualitas tersebut. Pada tahap ini, pemeriksaan lebih lanjut dilakukan untuk mengidentifikasi sumber masalah. Jika masalah telah teridentifikasi dan terbukti merugikan kualitas udara, sistem akan memberi tahu pengguna tentang kondisi tersebut.

Sebagai langkah antisipatif, pengguna akan mendapatkan notifikasi, dan alarm akan dinyalakan oleh sistem. Setelah langkah ini, aplikasi akan menampilkan informasi terkait keadaan kualitas udara dan menyediakan data secara *real-time*. Dengan pendekatan ini, pemantauan kualitas udara dilakukan secara berkelanjutan, sehingga memungkinkan tanggapan yang cepat terhadap situasi yang bisa menimbulkan risiko.



3.8 Perancangan Menu



The screenshot displays a web application interface for FIGO (igo.feriwinarta.com). The top navigation bar includes a close button, a dropdown menu, a hamburger menu, the application name 'FIGO', the URL 'igo.feriwinarta.com', and social media icons. Below the navigation bar is a blue header labeled 'DATA SENSOR'. The main content area is divided into two sections: 'Realtime data sensor' and 'Riwayat data sensor'.

Realtime data sensor

Suhu	Kelembapan	Gas	Debu
Sensor Data: Temperature: 31.30 °C	Humidity: 56.00 %	GAS: 92.95	Dust Density: 163.43 ug/m3

Riwayat data sensor

Tanggal	Suhu	Kelembapan	Gas	Debu
17 November 2024	Sensor Data: Temperature: 31.30 °C	Humidity: 56.00 %	GAS: 92.95	Dust Density: 163.43 ug/m3



Gambar 3.3 Tampilan Menu Aplikasi

Aplikasi berbasis web ini dirancang untuk memudahkan pengguna untuk memantau kualitas udara, aplikasin ini juga menggunakan pendekatan yang intuitif dan minimalis dan intuitif agar pengguna dapat dengan mudah mengakses informasi penting tanpa kebingungan. Aplikasi ini juga dapat menyimpan histori dari alat yang datanya sudah dikumpulkan.

3.9 Jadwal Penelitian

Tabel 3.5 Ganchart Jadwal Penelitian

Jenis Kegiatan																
	September			Oktober				November				Desember				
	Minggu Ke															
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Studi Literatur																
Identifikasi Masalah																
Perancangan Sistem IoT																
Pembelian Komponen																
Pemograman Arduino																
Pembuatan Aplikasi Pemantauan																
Integrasi Sistem																
Pengujian Alat																
Pengujian Aplikasi																
Dokumentasi Skripsi Bab 1- bab 5																

