

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN
BERBASIS ARDUINO UNTUK MENDETEKSI KUALITAS UDARA,
SUHU DAN KELEMBABAN DI PT. XYZ**

SKRIPSI



**Diajukan oleh :
SALMA NABILA PRASASTI
NIM. 2008096066**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2024**

HALAMAN JUDUL

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN
BERBASIS ARDUINO UNTUK MENDETEKSI KUALITAS UDARA,
SUHU DAN KELEMBABAN DI PT. XYZ**

SKRIPSI



Diajukan oleh :
SALMA NABILA PRASASTI
NIM. 2008096066

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Salma Nabila Prasasti

NIM : 2008096066

Jurusan : Teknologi Informasi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**"RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN
BERBASIS ARDUINO UNTUK MENDETEKSI KUALITAS UDARA,
SUHU DAN KELEMBABAN DI PT. XYZ"**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri
kecuali bagian tertentu yang dirujuk hasilnya.

Semarang, 21 Juni 2024

Pembuat Pernyataan,

 
abila Prasasti
NIM. 2008096066



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Rancang Bangun Sistem Pemantauan
Lingkungan Berbasis Arduino Untuk
Mendeteksi Kualitas Udara, Suhu, Dan
Kelembapan Di PT. XYZ

Nama : Salma Nabila Prasasti

NIM : 2008096066

Jurusan : Teknologi Informasi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar dalam
ilmu Teknologi Informasi.

Semarang, 21 Juni 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Hery Mustofa, M.Kom.
NIP. 198703172019031007

Penguji II,

Mokhamad Iklil M, M.Kom.
NIP. 198808072019031010

Penguji III,

Nur Cahyo H-W, M.Kom.
NIP. 197312222006041001



Penguji IV,

Siti Nur Aini, M.Kom.
NIP. 198401312018012001

Pembimbing I,

Dr. Masy Ari Ulinuha, M.T.
NIP. 198108122011011007

Pembimbing II,

Mokhamad Iklil M, M.Kom.
NIP. 198808072019031010

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 20 Juni 2024

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan ini memberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN BERBASIS ARDUINO UNTUK MENDETEKSI KUALITAS UDARA, SUHU DAN KELEMBABAN DI PT. BESI BAJA MAKMUR

Nama : Salma Nabila Prasasti

NIM : 2008096066

Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Program Studi Teknologi Informasi dan Fakultas Sains dan Teknologi untuk Ujian Seminar Proposal di UIN Walisongo Semarang.

Wassalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Pembimbing I



Masy Ari Ulinnuha, M.T.
NIP. 198108122 00101 1 007

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 20 Juni 2024

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan ini memberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN BERBASIS ARDUINO UNTUK MENDETEKSI KUALITAS UDARA, SUHU DAN KELEMBABAN DI PT. BESI BAJA MAKMUR

Nama : Salma Nabila Prasasti

NIM : 2008096066

Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Program Studi Teknologi Informasi dan Fakultas Sains dan Teknologi untuk Ujian Seminar Proposal di UIN Walisongo Semarang.

Wassalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Pembimbing II



Mokhamad Iklil Mustofa, M.Kom.
NIP. 198808072019031010

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur, telah diselesaikannya skripsi ini, penulis mempersembahkan kepada :

1. Keluarga penulis yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dorongan dan doa kepada penulis.
2. Segenap civitas akademik UIN Walisongo Semarang, staff pengajar, karyawan, dan seluruh mahasiswa yang telah mendukung adanya pembuatan skripsi ini. Semoga selalu dalam keadaan sehat dan selalu semangat dalam beraktivitas sehari-hari di kampus UIN Walisongo Semarang.
3. Seluruh teman-teman dan sahabat penulis yang selalu memberikan support dan motivasi kepada penulis dari awal hingga akhir.

MOTO

“Kesuksesan bukanlah akhir dari perjalanan, melainkan awal dari pencapaian yang lebih besar.”

-Nelson Mandela

“Sesungguhnya keutamaan seorang yang berilmu dibanding ahli ibadah, seperti keutamaan bulan di malam purnama dibanding seluruh bintang-bintang.”

-HR.Abu Dawud (3641), Ibnu Majah (223), dari hadits Abu Darda' Radhiallahu Anhu

”Barangsiapa yang menempuh satu jalan untuk mendapatkan ilmu, maka Allah memudahkan baginya jalan menuju surga.”

-HR. Muslim:2699

ABSTRAK

Kualitas udara di berbagai wilayah terus menghadapi tekanan akibat pertumbuhan penduduk, industrialisasi, dan banyaknya kendaraan berbahan bakar yang menimbulkan polusi udara. Meningkatnya emisi polutan diimbangi dengan peningkatan sumber pabrik dan industri. Salah satu pabrik industri yang terkena dampak polusi udara adalah PT. XYZ. Pembuatan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui secara langsung kadar zat kandungan udara, suhu dan kelembaban yang berbahaya pada PT. XYZ. Sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui bahayanya kondisi udara, suhu dan kelembaban yang terlalu tinggi. Dengan pendeteksi sensor udara MQ-135 untuk mengukur karbon dioksida (CO_2), memiliki nilai ambang batas sebesar 0-500 ppm, MQ-7 untuk mengukur karbon monoksida (CO), memiliki nilai ambang batas sebesar 10-1000 ppm dan sensor suhu dan kelembaban DHT-11 untuk mengukur suhu dan kelembaban, memiliki nilai ambang batas yaitu 40 °C. Mikrokontroler arduino uno sebagai unit pusat kontrol dan LCD I2C 16x2 untuk menampilkan nilai ppm yang diprogram sesuai dengan yang dideteksi melalui sensor. Dari hasil yang telah didapatkan selama proses pembuatan dan proses analisa data untuk penelitian ini, maka dapat diuji coba lapangan untuk pengembangan yang lebih

efisien dan bermanfaat. Dengan hasil penilaian kelayakan validasi angket melalui ahli disimpulkan desain alat deteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban memiliki kriteria kelayakan senilai 87 %.

Kata Kunci : Kualitas udara, udara, suhu dan kelembaban

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN BERBASIS ARDUINO UNTUK MENDETEKSI KUALITAS UDARA, SUHU DAN KELEMBABAN DI PT. XYZ”** yang disusun untuk memenuhi syarat tugas akhir dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Informasi pada Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang. Harapan penulis, penelitian ini dapat bermanfaat bagi khalayak umum sebagai pendeteksi meskipun jauh dari kata sempurna.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, kerja sama, dukungan dan support dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan jalan yang mudah dan kemuliaan-Nya sehingga penulis mendapatkan kelancaran dari proses, usaha dan doa yang dipanjatkan.
2. Bapak Khotibul Umam, ST., M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
3. Bapak Masy Ari Ulinnuha, S.T., M.T., selaku pembimbing I serta Bapak Mokhammad Iklil Mustofa, M.Kom, selaku

pembimbing II sekaligus dosen wali, yang telah membimbing, mendukung dan memberikan masukan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

4. Bapak Adzhal Arwani Mahfudh, S.Kom, M.Kom., selaku validator desain alat.
5. Seluruh dosen serta pegawai dan seluruh civitas akademik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, khususnya program studi Teknologi Informasi.
6. Kedua orang tua penulis yang setiap hari mendorong, mendukung dan berdoa siang dan malam hingga tercapainya tujuan penulis.
7. Seluruh teman-teman mahasiswa teknologi informasi angkatan 2020 yang memberikan support, dorongan, pikiran, dan motivasi.
8. Kepada khususnya Raehan Pranggadijaya dan keluarga, yang selalu memberikan ilmu, pikiran, waktu, dan semangat untuk membantu penulis hingga selesainya penelitian ini.
9. Kepada Lucia Adventia Deannova, sahabat penulis yang selalu mendukung dan support tanpa henti.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
NOTA PEMBIMBING	vii
NOTA PEMBIMBING	ix
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	xi
MOTO	xiii
ABSTRAK.....	xv
KATA PENGANTAR	xvii
DAFTAR ISI.....	xix
DAFTAR GAMBAR	xxii
DAFTAR TABEL.....	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	7
F. Batasan Masalah.....	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
A. Kajian Teori	9

1. Kualitas Udara	9
2. Mikrokontroler	11
3. Sensor Udara : MQ-135.....	12
4. Sensor Udara : MQ-7	15
5. Sensor Suhu dan Kelembaban : DHT-11.....	18
6. Arduino Uno	21
7. Breadboard.....	23
8. LED.....	25
9. Buzzer	27
10. LCD I2C 16x2.....	28
11. <i>WebPlotDigitizer</i>	30
12. <i>Power Regression Calculator</i>	33
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	35
C. Observasi Lapangan	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
1. Potensi dan Masalah.....	45
2. Pengumpulan Data.....	46
3. Desain Produk.....	50
a. Skema Rangkaian Sistem.....	52
b. Blok Diagram.....	53
c. Flowchart.....	55
4. Validasi Desain	57
5. Uji Coba Produk.....	58
a. Pengujian Arduino.....	58

b. Pengujian MQ-135.....	58
c. Pengujian MQ-7.....	59
d. Pengujian DHT-11.....	60
e. Pengujian Buzzer.....	60
f. Pengujian LED.....	61
g. Pengujian LCD.....	62
6. Revisi Produk.....	62
7. Uji Coba Pemakaian.....	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	65
A. Validasi Desain.....	65
1. Penilaian Validasi Instrumen Angket 1	65
2. Penilaian Validasi Instrumen Angket 2	66
B. Revisi Produk.....	68
C. Uji Coba Produk.....	68
1. Pengujian MQ-135.....	71
2. Pengujian MQ-7.....	75
3. Pengujian DHT-11	80
BAB IV SIMPULAN DAN SARAN.....	85
A. Kesimpulan.....	85
B. Saran	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor MQ-135.....	12
Gambar 2.2 Sensor MQ-7	15
Gambar 2.3 Sensor DHT11	18
Gambar 2.4 Arduino Uno.....	21
Gambar 2.5 Breadboard	23
Gambar 2.6 Baris Kolom Breadboard	24
Gambar 2.7 LED	25
Gambar 2.8 Buzzer.....	27
Gambar 2.9 LCD I2C 16x2	28
Gambar 2.10 Karakteristik Sensitivitas MQ-135.....	32
Gambar 2.11 Karakteristik Sensitivitas MQ-7	33
Gambar 2.12 <i>Power Regression Calculator</i>	34
Gambar 2.13 Pabrik PT. XYZ.....	39
Gambar 3.1 Tahapan Metode Penelitian R&D	44
Gambar 3.2 Skema Rangkaian Sistem.....	52
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem	53
Gambar 3.4 Flowchart.....	55
Gambar 4.1 Datasheet MQ-135.....	69
Gambar 4.2 Datasheet MQ-7	70
Gambar 4.3 Produk Sistem Pemantauan Lingkungan.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Kualitas Udara berdasarkan ISPU.....	10
Tabel 2.2 Karakteristik MQ-135.....	13
Tabel 2.3 Rentang Standar Pencemar Udara	16
Tabel 2.4 Karakteristik Sensor MQ-7	17
Tabel 2.5 Karakteristik Sensor DHT-11	20
Tabel 2.6 Karakteristik Arduino Uno	22
Tabel 2.7 Penelitian yang Terkait.....	35
Tabel 3.1 Daftar Alat dan Bahan	47
Tabel 3.2 Pengujian LED.....	61
Tabel 4.1 Hasil Penilaian Validasi Desain Angket 1	65
Tabel 4.2 Hasil Penilaian Validasi Desain Angket 2	66
Tabel 4.3 Nilai Datasheet MQ-135.....	69
Tabel 4.4 Nilai Datasheet MQ-7	70
Tabel 4.5 Hasil Pengujian MQ-135.....	73
Tabel 4.6 Hasil Nilai Error Rata-Rata MQ-135	74
Tabel 4.7 Hasil Pengujian MQ-7	77
Tabel 4.8 Hasil Nilai Error Rata-Rata MQ-7	78
Tabel 4.9 Hasil Pengujian DHT-11	80
Tabel 4.10 Hasil Nilai Error Rata-Rata DHT-11.....	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengesahan Proposal Skripsi	93
Lampiran 2 Angket Validasi Desain.....	94
Lampiran 3 Instrumen Validasi Desain	96
Lampiran 4 <i>Source Code</i>	99
Lampiran 5 Daftar Riwayat Hidup	113
Lampiran 6 Dokumnetasi Pengujian di PT. XYZ.....	114
Lampiran 7 Surat Izin Penelitian di PT. XYZ	116

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lingkungan yang sehat dan udara yang bersih menjadi sumber utama yang penting bagi makhluk hidup. Udara yang bersih merupakan suatu kebutuhan dasar bagi kesehatan manusia sehingga polusi udara merupakan salah satu masalah yang harus diatasi dalam memenuhi kebutuhan dasar tersebut (Susanto A. D., Purwitasari M., dkk., 2018). Kualitas udara di suatu daerah bergantung pada kondisi atau keadaan alam disekitar, asal sumber pencemaran dan jumlah sumber pencemaran yang ada di suatu daerah tersebut. Kualitas udara di berbagai wilayah terus menghadapi tekanan akibat pertumbuhan penduduk, industrialisasi, dan banyaknya kendaraan berbahan bakar yang menimbulkan polusi udara.

Pencemaran udara atau polusi udara adalah suatu keadaan dimana terdapat substansi fisik, biologi atau kimia di lapisan udara bumi (atmosfer) yang jumlahnya membahayakan bagi kesehatan tubuh manusia dan makhluk hidup lainnya (Siburian S., 2020). Polusi udara luar dan dalam ruangan menyebabkan penyakit pernafasan dan penyakit lainnya serta merupakan sebab

penting kematian. Data WHO menunjukkan bahwa hampir seluruh populasi global (99%) menghirup udara yang melebihi batas pedoman WHO dan mengandung polutan tingkat tinggi, dengan negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah menderita paparan tertinggi (WHO, 2022). Penyakit pernafasan berdampak kinerja seseorang dalam bekerja karena terganggunya suplai oksigen untuk menghasilkan energi dan pengeluaran oksigen keluar tubuh (Guyton, A. C & Hall, J. E., 2006). Menurut Laporan Kesehatan Dunia WHO tahun 2000, penyakit pernafasan termasuk dalam lima penyakit utama dengan berkontribusi 17,4% dari semua kematian dan 13,3% dari semua cacat (DALY). Infeksi saluran pernafasan bawah, penyakit paru obstruktif kronik (COPD), tuberkulosis dan kanker paru-paru masing-masing merupakan 10 penyebab utama kematian di seluruh dunia (WHO, 2001).

Polusi udara akibat asap pabrik menjadi salah satu tantangan lingkungan global yang mendesak untuk diatasi (Ma'rifah N. S., 2023). Meningkatnya emisi polutan diimbangi dengan peningkatan sumber pabrik dan industri. Salah satu pabrik industri yang terkena dampak polusi udara adalah PT. XYZ. Penelitian mengenai sistem pemantauan kualitas udara, suhu dan kelembaban ini

dibuat untuk lingkungan yang memiliki wilayah cukup rentan dengan polusi udara dalam ruangan.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri besi, baja, dan logam. Perusahaan ini berlokasi di Kawasan Industri Candi Jl. Gatot Subroto Blok L yang memiliki ukuran yang cukup luas yaitu sekitar 1,8 ha. Banyak proses pada perusahaan ini yang melibatkan sejumlah tahap yang kompleks, yang mencakup *rolling*, *annealing*, *skinpass*, *shearing*, *grinding*, pengelasan (*welding*), dan BAG (C). Industri atau pabrik ini memproduksi barang dalam jumlah besar. Proses pembakaran di pabrik tersebut menghasilkan asap beracun yang dilepaskan ke udara (Siburian S., 2020). Pada perusahaan ini masih belum ada alat pendeteksi sendiri untuk mengetahui kandungan pekatnya asap hasil produksi yang berjalan setiap bekerja. Penyebab utama polusi udara pada PT. XYZ disebabkan oleh proses pengelasan besi atau baja yang berlangsung lama.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat menghasilkan suatu solusi untuk mengintegrasikan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Sesuai dengan revolusi industri 4.0 bahwa semua sudah terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) dimana masyarakat dapat mengetahui kondisi udara secara *real*

time (Mashuri A. A. & Zulfa N., 2022). Salah satu teknologi secara *real time* yang di kembangkan ialah mikrokontroler dan beberapa sensor sebagai proses *input*. Mikrokontroler merupakan *single chip* mikrokomputer yang berisi satu chip IC (*Integrated Circuit*) (Dharmawan H. A., 2017). Pada umumnya mikrokontroler digunakan dalam berbagai aplikasi, otomatisasi industri, perangkat medis dan kendali perangkat elektronik. Pada penelitian ini, mikrokontroler digunakan sebagai pusat kontrol dari sistem pemantauan kualitas udara, suhu, dan kelembaban karena memungkinkan untuk digunakan dalam pembacaan data, pengontrolan serta memberikan informasi. Dengan adanya sistem pemantauan yang efektif maka dapat membantu mengidentifikasi tingkat indeks kualitas pada udara, suhu dan kelembaban. Sistem ini juga akan dibantu dengan beberapa sensor untuk mendeteksi gas udara, suhu dan kelembaban.

Sensor MQ-135 dan MQ-7 memiliki nilai ambang batas dalam bentuk satuan PPM (*Parts Per Million*). PPM atau (*Parts Per Million*) adalah satuan yang digunakan untuk mengukur konsentrasi suatu zat dalam suatu bahan atau medium. Satu ppm artinya ada satu bagian zat yang diukur dalam satu juta bagian atau medium tersebut. PPM

biasanya digunakan dalam berbagai konteks, seperti dalam kimia, lingkungan, industri, dan lain-lain.

Mikrokontroler memiliki beragam jenis, salah satunya yaitu arduino. Arduino adalah *board* mikrokontroler yang di dalamnya terdapat mikrokontroler, penggunaan jenis mikrokontroler nya berbeda-beda tergantung spesifikasinya (Liandy A., 2017). Software arduino terdiri dari bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE). Arduino IDE merupakan software untuk memprogram arduino dengan bahasa pemrograman Java yang dilengkapi dengan *library* bahasa C dan C++ (Akbar M. F., 2021).

Pembuatan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui secara langsung kadar zat kandungan udara, angka suhu dan persen kelembaban yang berbahaya pada PT. XYZ. Sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui bahayanya kondisi udara, suhu dan kelembaban yang terlalu tinggi, serta dapat menghimbau para pekerja di PT. XYZ untuk menggunakan masker debu, *air-purifying respirators*, atau alat pelindung lainnya untuk mencegah adanya penyakit pernafasan. Dengan pendeteksi sensor udara MQ-135 untuk mengukur kadar karbon dioksida (CO_2) , MQ-7 untuk mengukur kadar karbon monoksida (CO) dan sensor suhu dan kelembaban yaitu DHT-11

untuk mengukur suhu dan kelembaban. Sensor udara MQ-135 dan MQ-7 dalam bentuk satuan PPM (*Part Per Million*). Mikrokontroler sebagai unit pusat kontrol menggunakan arduino uno dan penggunaan LCD I2C 16x2 untuk menampilkan nilai ppm pada parameter yang dideteksi diprogram sesuai dengan udara, suhu, dan kelembaban yang dideteksi melalui sensor.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem monitoring sebagai pemantau kualitas udara, suhu, dan kelembaban pada PT. XYZ ?
2. Bagaimana tingkat keberhasilan dari sistem yang dirancang ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Merancang sistem monitoring deteksi kondisi suhu, udara, dan kelembaban menggunakan media mikrokontroler arduino uno di PT. XYZ.
2. Mengukur tingkat keberhasilan sistem yang dirancang berupa sensor dalam mendeteksi kondisi udara, suhu dan kelembaban di PT. XYZ dan lingkungan sekitar.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

Hasil rancangan dan penelitian ini diharapkan dapat memberikan peran sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan referensi untuk penelitian lain yang berhubungan dengan sistem deteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban berbasis arduino atau mikrokontroler lainnya.

2. Manfaat Praktis

Sistem monitoring ini dirancang sebagai pendeteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban yang dapat digunakan dengan mudah oleh masyarakat dan dapat berperan untuk mewaspadaai jika adanya kondisi udara yang berbahaya bagi masyarakat dan lingkungan sekitar.

E. Batasan Masalah

Supaya penelitian ini tidak keluar dari materi pokok pembahasan, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi dengan :

1. Sistem yang dirancang berupa prototipe.
2. Pengujian dilakukan di PT. XYZ.

3. Sensor pendeteksi udara menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135.
4. Parameter yang dideteksi yaitu karbon dioksida (CO_2) karbon monoksida (CO), suhu dan kelembaban.
5. Sensor pendeteksi suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT-11.
6. Output yang ditampilkan pada LCD yaitu peringatan yang bertuliskan “berbahaya” atau “normal” dan nilai besaran ppm setiap parameter atau sensor.
7. Nilai ambang batas yang diuji pada parameter CO_2 yaitu 0-500 ppm, pada CO sebesar 10-1000 ppm, dan pada suhu memiliki ambang batas 40°C . Nilai ambang batas kelembaban akan sama atau setara dengan nilai suhu.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Kualitas Udara

Kualitas udara mengacu pada kondisi atau keadaan udara di lingkungan tertentu dan seberapa bersih atau tercemarnya udara tersebut. Tercemarnya udara dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk industri, kendaraan bermotor, pembangkit listrik, kebakaran hutan, dan kegiatan pertanian. Kualitas udara yang buruk dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, lingkungan, dan ekosistem. Udara yang tercemar dapat memiliki dampak serius pada kesehatan manusia. Partikel debu dan gas beracun yang terkandung dalam asap pabrik dapat menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi mata, masalah jantung, dan bahkan meningkatkan risiko terkena penyakit pernapasan kronis (Ma'rifah, N. S., 2023).

Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) merupakan angka yang tidak memiliki satuan khusus yang digunakan untuk menggambarkan kondisi kualitas udara di suatu lokasi tertentu, dengan

mempertimbangkan dampaknya terhadap kesehatan manusia, nilai estetika, dan ekosistem lainnya (Diskominfo, 2023). Pada tahun 2020, KLHK telah mengeluarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara yang merupakan pengganti dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 45 tahun 1997 tentang Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara. Pada peraturan pengganti ini, tercantum bahwa perhitungan ISPU dilakukan pada 7 (tujuh) parameter yakni PM_{10} (parameter partikulat), $PM_{2.5}$ (parameter partikulat), NO_2 (nitrogen dioksida), SO_2 (sulfur dioksida), CO (karbon monoksida), O_3 (ozon), dan HC (hidrokarbon) (KLHK, 2020). Pemantauan dan pelaporan indeks kualitas udara penting untuk membantu masyarakat mengambil langkah-langkah pencegahan yang tepat untuk melindungi kesehatan.

Tabel 2.1 Kategori Kualitas Udara berdasarkan nilai ISPU sesuai dengan Peraturan Keputusan Kepala Bapedal No. 107 Tahun 1997

No	Nilai ISPU (ppm)	Kategori
1	0-50	Baik
2	51-100	Sedang

3	101-199	Tidak Sehat
4	200-299	Sangat Tidak Sehat
5	> 300	Berbahaya

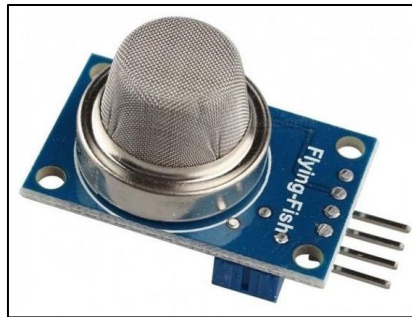
2. Mikrokontroler

Istilah mikrokontroler berasal dari *microcontroller* yang berarti pengendali mikro. Disebut sebagai pengendali mikro karena mikrokontroler secara fisik adalah sebuah keping kecil (*microchip*) yang merupakan komponen elektronika terintegrasi, dan dalam aplikasinya mikrokontroler berfungsi untuk mengendalikan sebuah pekerjaan tertentu secara terprogram (Ibadillah A. F., & Alfita R., 2017). Mikrokontroler adalah pengendali berupa komputer kecil yang memiliki satu chip IC (*Integrated Circuit*) yang dapat diprogram guna menjalankan fungsi tertentu secara *real time*.

Mikrokontroler memiliki jalur-jalur masukan (*port input*) serta port jalur-jalur keluaran (*port output*) yang memungkinkan mikrokontroler tersebut untuk bisa digunakan dalam aplikasi pembacaan data, pengontrolan serta penyajian informasi (Dharmawan H. A., 2017). Mikrokontroler merupakan komponen yang umum dan sering digunakan dalam perangkat-

perangkat elektronika seperti robot, microwave, lampu lalu lintas, jam digital, sistem keamanan, industrial dan lain-lain. Dalam satu chip IC, komponen – komponen umum dalam mikrokontroler yaitu CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random-Access Memory*), ROM (*Read-Only Memory*), Port I/O (*Input/Output*), komunikasi serial, dan ADC (*Analog-to-Digital Converter*)(Dharmawan H. A., 2017).

3. Sensor Udara : MQ-135



Gambar 2.1 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang sering digunakan untuk mendeteksi beberapa jenis kandungan gas pada udara, salah satunya yaitu gas CO₂ (karbon dioksida). Sensor MQ-135 memberikan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan pada nilai resistensi analog pada pin outputnya (Yoli Andi R., et. al. 2023). Pin output tersebut dapat

disambungkan ke pin ADC (*Analog-to-Digital Converter*) pada pin input analog arduino. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan resistensi listrik pada elemen sensor gasnya ketika terkena gas tertentu. Jika berada di udara bersih, sensor ini memiliki konduksifitas rendah. Konduksifitas sensor akan tinggi sesuai kenaikan konsentrasi gas. Sensor gas MQ-135 dihitung dalam bentuk ppm dengan pin analog. Pin analog bertenaga TTL bekerja pada tegangan 5 Volt, sehingga mudah digabungkan dengan mikrokontroler (Mala D. J., 2022). Berikut table karakteristik sensor gas MQ-135:

Tabel 2.2 Karakteristik Sensor Gas MQ-135

MQ-135	Karakteristik
VC/Tegangan Rangkaian	5 Volt $\pm$ 0,1
VH/Tegangan Pemanas (High)	5 Volt $\pm$ 0,1
VL/Tegangan Pemanas (Low)	1,4 Volt $\pm$ 0,1
Range Pengukuran	0-500 ppm
Waktu Pemanasan	48 jam
Sinyal keluaran	Analog
Target Gas Penelitian	CO ₂ (Karbon Dioksida)
Suhu Penggunaan	20°C $\pm$ 2°C
Kelembaban Relatif Sensor	55% $\pm$ 5% RH
Konsentrasi O ₂	21%

CO₂ dalam ruangan sangat dibutuhkan dan sebagian besar tidak berbahaya dalam jumlah kadar yang kecil. Namun, pada konsentrasi tinggi, CO₂ dapat mengganggu kadar oksigen dan menyebabkan adanya gangguan pernafasan bahkan kematian. Kondisi dalam ruangan sangat dibutuhkan sirkulasi udara yang cukup atau ventilasi yang terbuka untuk mencegah adanya penumpukan gas CO₂ dalam ruangan. Berikut adalah standart kadar gas udara CO₂ (karbon dioksida) dan potensi masalah kesehatannya (IQAir, 2021) :

Tabel 2.3 Standart Kualitas CO₂

Nilai PPM	Kategori	Keterangan
400	Baik	Tingkat udara CO ₂ sesuai rata-rata
400-1000	Sedang	CO ₂ dalam ruangan yang normal jika berventilasi baik dan memiliki pertukaran udara yang konsisten
1000-2000	Tidak Sehat	>1000 ppm, CO ₂ mulai menyebabkan gejala ringan seperti kantuk

2000-5000	Sangat Tidak Sehat	Melampaui 2000 ppm, CO ₂ dapat menyebabkan kesehatan dan gejala kognitif yang mengganggu seperti, sakit kepala, kantuk, konsentrasi yang buruk, peningkatan denyut jantung, dan sedikit mual
5000-40.000	Berbahaya	>5000 ppm dapat menimbulkan gejala yang parah dan dapat menyebabkan kematian yang disebabkan karena tingkat paparan CO ₂ yang terlalu tinggi dibandingkan O ₂

4. Sensor Udara : MQ-7



Gambar 2.2 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 adalah sensor gas yang dirancang khusus untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) di udara. Fitur dari sensor gas MQ-7 ini adalah mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur panjang (Aisyiah H. R., 2019). Sensornya memiliki elemen pemanas yang memanaskan lapisan logam di dalamnya. MQ-7 memiliki 6 pin, 4 di antaranya digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan (Hanwei Electronics CO., LTD., n.d.). Waktu pemanasan yang dibutuhkan kurang lebih 48 jam. Ketika gas CO terdeteksi, terjadi reaksi kimia yang mengubah resistansi sensor. Perubahan resistansi ini diukur dan digunakan untuk menentukan konsentrasi gas CO.

Tabel 2.3 Rentang Standar Pencemar Udara berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 45 Tahun 1997 (H. Eko R., 2017).

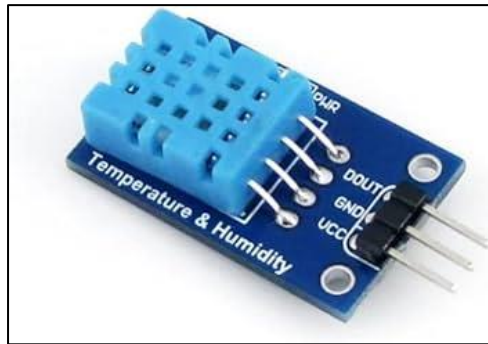
Rentang	Kategori	Penjelasan
0-50	Baik	Tidak ada efek
51-100	Sedang	Perubahan kimia darah namun tidak terdeteksi
101-199	Tidak Sehat	Peningkatan pada kardiovaskular yang berpenyakit jantung
200-299	Sangat Tidak Sehat	Meningkatnya kardiovaskular pada yang berpenyakit jantung dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata
> 300	Berbahaya	Tingkat kualitas udara berbahaya bagi semua populasi yang

		terpapar
--	--	----------

Tabel 2.4 Karakteristik Sensor Gas MQ-7

MQ-7	Karakteristik
VC/Tegangan Rangkaian	5 Volt $\pm$ 0,1
VH/Tegangan Pemanas (High)	5 Volt $\pm$ 0,1
VL/Tegangan Pemanas (Low)	1,4 Volt $\pm$ 0,1
TH(H)/Waktu Pemanasan (Tinggi)	60 $\pm$ 1 seconds
TH(L)/Waktu Pemanasan (Rendah)	90 $\pm$ 1 seconds
Range Pengukuran	10-1000 ppm
Waktu Pemanasan	> 48 jam
Sinyal keluaran	Analog
Target Gas Penelitian	CO (Karbon Monoksida)
Suhu Relatif	- 20°C $\pm$ 2°C
Suhu Penggunaan	-20°C - 50°C
Suhu Penyimpanan	-20°C - 50°C
Kelembaban Relatif Sensor	< 95% RH
Konsentrasi O ₂	21%

5. Sensor Suhu dan Kelembaban : DHT-11



Gambar 2.3 Sensor DHT-11

DHT 11 adalah sensor pengukur suhu dan kelembaban yang dikalibrasi dengan keluaran sinyal digital. DHT11 termasuk sensor yang memiliki komponen dengan tingkat stabilitas yang sangat baik dan memiliki fitur kalibrasi yang terjamin akurat (Ariyani I., 2018). Koefisien kalibrasi disimpan dalam *One Time Programmable (OTP) program memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini menyertakan koefisien dalam kalkulasinya dengan transmisi sinyal hingga 20 meter (Budi K. S. & Pramudya Y., 2017).

Sensor ini bekerja dengan menggunakan sinyal digital dan dapat dihubungkan dengan mudah ke mikrokontroler seperti arduino, Raspberry Pi, dan sebagainya. Prinsip kerja DHT11 adalah

memanfaatkan perubahan kapasitif, perubahan posisi bahan dielektrik diantara dua keping, pergeseran posisi salah satu keeping dan luas keeping yang berhadapan langsung.

Relatif kelembaban sangat bergantung pada suhu. Meskipun kompensasi suhu aktif teknologi yang digunakan untuk memastikan pengukuran yang akurat, sangat disarankan untuk menjaga kondisi suhu dan kelembaban bekerja pada suhu yang sama (ETC, n.d.).

DHT11 memiliki 4 pin IC dan fungsi dari ke 4 pin IC tersebut yaitu (Misra Y., 2021) :

1. Pin I (Pin VCC): Untuk dihubungkan ke catu daya positif (*positive power supply*). Tegangan *power supply* kisaran antara 3,5-5,5 V.
2. Pin II (Pin Data): Pin ini yaitu pin data untuk mengukur nilai suhu dan kelembaban. Sinyal digital akan dikirim secara serial dari pin ini.
3. Pin III (Pin *No Connection*) : Pin ini tidak memiliki koneksi maka pin ini hanya untuk pengoperasian regular DHT11.
4. Pin IV (Pin *Ground*) : Pin ini untuk menghubungkan ke *ground*.

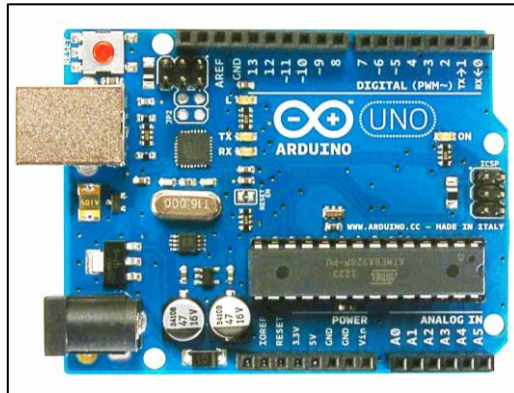
Tabel 2.5 Karakteristik Sensor DHT-11

DHT-11	Karakteristik
Range Pengukuran	20-90% RH 0 – 40 °C
Suhu Relatif Sensor	± 2°C
Kelembaban Relatif Sensor	± 5% RH
<i>Power Supply Sensor</i>	3 – 5,5 Volt DC

ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating AirConditioning Engineer*) mendefinisikan kenyamanan termal sebagai suatu kondisi dimana ada kepuasan terhadap keadaan termal di sekitarnya (ASHRAE, 2004). Menurut Satwiko (2009), kenyamanan termal pada daerah tropis lembab dapat dicapai batas suhu $24\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, kelembaban $40\% < RH < 60\%$, kecepatan angin $0,6 < V < 1,5\text{ m/det.}$ Standar termal Indonesia (D.P. SNI, 1993) ada 3(tiga) :

1. Sejuk Nyaman, $20,5\text{ }^{\circ}\text{C} - 22,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, kelembaban relatif 50%-80%.
2. Nyaman Optimal $22,8\text{ }^{\circ}\text{C} - 25,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, kelembaban relatif 70%-80%.
3. Hampir nyaman $25,8\text{ }^{\circ}\text{C} - 27,1^{\circ}\text{C}$, kelembaban relatif 60%-70%.

6. Arduino Uno



Gambar 2.4 Arduino Uno

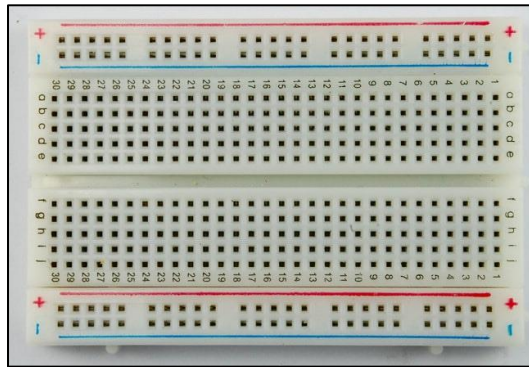
Arduino Uno adalah suatu papan mikrokontroler yang sangat populer dalam dunia elektronika yang menawarkan kapabilitas pemrosesan yang handal, memiliki bahasa pemrograman dan sebuah IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan software arduino yang berisi data dan pemrograman yang ramah pengguna untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke papan. Arduino Uno menggunakan bahasa pemrograman yang hampir sama dengan bahasa pemrograman C/C++. Arduino dirancang untuk menyederhanakan tugas bagi pemula namun juga cukup fleksibel bagi para ahli untuk mengembangkan proyek yang

kompleks (Enrique R. M., et al., 2012). Penggunaan jenis mikrokontroler berbeda – beda tergantung spesifikasinya. Versi terbaru arduino uno adalah arduino uno R3 (Revisi 3) menggunakan ATmega328 dengan memiliki 14 pin digital I/O dan input analog 6 pin (Syafrial F. P, et al., 2020).

Tabel 2.6 Karakteristik Arduino Uno

MQ-7	Karakteristik
Mikrokontroler	ATMega328
Tegangan Operasi	5 Volt
Pin Digital I/O	14 (6 pin termasuk pin PWM)
Pin Analog Input	6
Arus DC per Pin I/O	40 mA
Flash Memory	32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader, 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Arus DC untuk pin 3,3 V	150 mA
Tegangan Input	7 – 12 Volt (direkomendasikan) 6 – 20 Volt (terbatas)

7. Breadboard

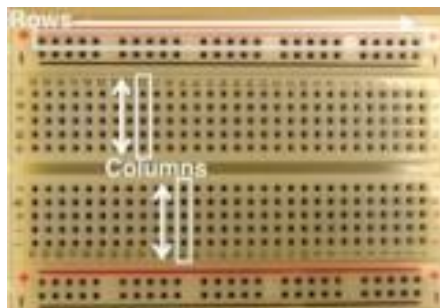


Gambar 2.5 Bradboard

Breadboard adalah alat yang umum digunakan dalam elektronika untuk merancang dan menguji sirkuit listrik tanpa soldering. Breadboard menyediakan platform yang fleksibel dan dapat digunakan berulang kali untuk menghubungkan komponen-komponen elektronika. Komponen-komponen elektronika dapat dipasang dan dicabut dengan mudah yang membuat alat ini ideal untuk eksperimen dan prototyping. Meskipun sangat berguna untuk prototyping, breadboard memiliki batasan kapasitas dan kinerja tertentu. Dengan begitu, alat ini kurang cocok untuk proyek – proyek yang memerlukan stabilitas jangka panjang atau frekuensi

tinggi karena sifat non – permanen dan resistensi internal yang ada.

Breadboard memiliki dua bagian utama yaitu baris luar dan kolom tengah. Lubang atau titik kontak pada barisan hanya dihubungkan secara elektrik ke titik kontak di baris yang sama. Titik kontak pada bagian kolom hanya terhubung secara elektrik ke titik kontak dengan kolom yang sama (DesPortes K., Anupam A., dkk., 2016). Seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.6 Baris Kolom Breadboard

Dengan mudahnya alat ini tanpa harus melakukan soldering, maka memungkinkan eksperimen dan modifikasi yang cepat, memudahkan pengguna untuk merancang, menguji dan mengembangkan sirkuit tanpa kerumitan yang terkait dengan soldering.

8. *Light Emitting Dioda (LED)*



Gambar 2.7 LED

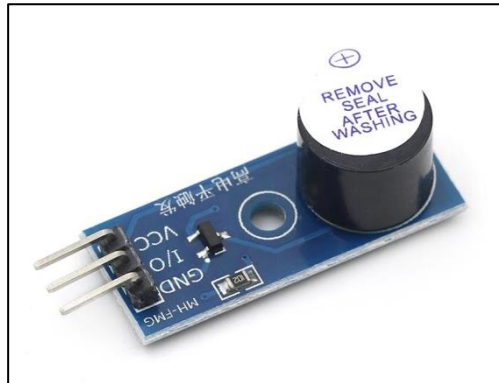
Light Emitting Dioda atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju (Liandy A., 2017). Warna LED yang menyala tergantung dengan bahan semikonduktor yang digunakan. Bentuk LED seperti lampu bohlam yang lebih kecil yang dapat memudahkan untuk dipasang di alat-alat perangkat elektronika.

LED terdiri dari dua lapisan semikonduktor yang berbeda, yaitu lapisan n-type (negatif) dan lapisan p-type (positif). Diantara kedua lapisan ini terdapat suatu area yang disebut zona heterojunction dimana proses emisi cahaya terjadi. Ketika diberi

tegangan, elektron dari lapisan n-type bergerak ke lapisan p-type dan sebaliknya, lubang dari lapisan p-type bergerak ke lapisan n-type. Di zona heterojunction, elektron dan lubang bertemu dan mengalami proses rekombinasi. Selama proses rekombinasi, energi yang dilepaskan oleh elektron dan lubang diubah menjadi cahaya. Panjang gelombang cahaya yang dihasilkan tergantung pada jenis bahan semikonduktor untuk mendapatkan warna dari LED tersebut.

LED adalah komponen polar, yang berarti memiliki polaritas. Terdapat dua kaki pada LED : kaki yang lebih panjang adalah kaki anoda (positif), sedangkan kaki lebih pendek adalah kaki katoda (negatif). Penting untuk memasang LED dengan benar dalam sirkuit agar cahaya dapat dihasilkan dengan benar. Memasang LED secara terbalik dapat merusaknya. LED memerlukan hambatan dalam sirkuit untuk melindunginya dari aliran arus yang berlebihan. Hambatan ini juga membantu mengatur kecerahan cahaya yang dihasilkan oleh LED. Memilih hambatan yang sesuai dengan karakteristik LED dan tegangan sumber daya adalah penting untuk menjaga LED tetap berfungsi dan tahan lama.

9. Buzzer



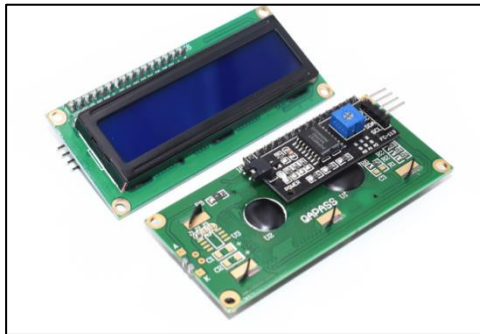
Gambar 2.8 Buzzer

Buzzer adalah perangkat elektronik yang menghasilkan suara atau bunyi tertentu ketika diberikan sinyal listrik. Buzzer sering digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari perangkat elektronik konsumen hingga proyek-proyek elektronika. Pada umumnya, buzzer digunakan untuk alarm, oven microwave, mesin cuci, mainan elektronik dan perangkat elektronik lainnya. Buzzer umumnya terdiri dari beberapa komponen kunci, termasuk elemen piezoelektrik atau elektromagnetik, membran dan rangkaian pengendali bunyi.

Buzzer memiliki dua jenis yaitu buzzer piezoelektrik dan buzzer elektromagnetik. Jenis buzzer yang sering ditemukan dan digunakan adalah

buzzer yang berjenis piezoelektrik, hal ini dikarenakan buzzer piezoelektrik memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan, dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke rangkaian elektronika lainnya (Liandy A., 2017). Buzzer piezoelektrik menggunakan elemen piezoelektrik untuk menghasilkan getaran dan suara. Sedangkan, buzzer elektromagnetik menggunakan elektromagnet untuk menarik dan melepaskan membran agar menghasilkan bunyi. Umumnya, buzzer ini memiliki konsumsi daya yang lebih tinggi dibandingkan buzzer piezoelektrik.

10. LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C 16x2



Gambar 2.9 LCD I2C 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C 16x2 merupakan salah satu jenis modul tampilan yang banyak digunakan dalam berbagai proyek elektronika

dan mikrokontroler yang berfungsi sebagai tampilan suatu data dalam bentuk karakter dan huruf. Modul ini dilengkapi dengan papan converter I2C yang memfasilitasi komunikasi serial dengan mikrokontroler. I2C (*Inter-Integrated Circuit*) adalah protokol komunikasi serial yang digunakan untuk mentransfer data dan menerima data antara berbagai perangkat elektronik. Protokol I2C memungkinkan transfer data antara mikrokontroler dan LCD menggunakan dua jalur komunikasi, yaitu SDA (*Serial Data Line*) dan SCL (*Serial Clock Line*), sehingga mempermudah proses integrasi. SDA digunakan untuk mentransfer data, sedangkan SCL digunakan sebagai sinyal clock untuk mengatur kecepatan transfer data. LCD berkomunikasi dengan Arduino Uno menggunakan protokol I2C (Rosa A. A., Simon B. A., dkk., 2020).

Struktur fisik LCD berupa layar yang berukuran 16 kolom dan 2 baris, dengan setiap karakter memiliki matriks piksel 5x8, mempunyai 192 karakter tersimpan, terdapat karakter generator terprogram, dan dilengkapi dengan back light. LCD memiliki pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan.. Modul LCD memiliki 4 pin yaitu Vcc,

Ground, SCA dan SCL. Kelebihan utama dari LCD I2C 16x2 adalah kemampuannya dalam mengurangi jumlah pin yang dibutuhkan pada mikrokontroler untuk mengontrol dan menampilkan informasi. Mengingat ukurannya yang lebih kecil dan kemampuannya menampilkan karakter atau grafik yang lebih dibandingkan *display seven-segmen* (Aisyiah H. R., 2019). Penerapan umum LCD I2C 16x2 dapat ditemukan pada proyek elektronika, seperti sistem monitoring dan kontrol, alat pengukur, termometer digital, jam dan sebagainya.

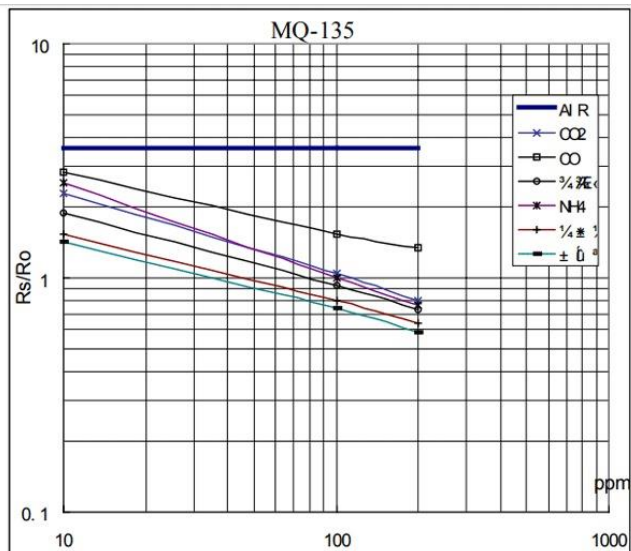
11. *WebPlotDigitizer*

WebPlotDigitizer adalah sebuah perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk mengekstrak data numerik dari gambar grafik. Dengan menggunakan *WebPlotDigitizer*, pengguna dapat mengambil data yang tersembunyi dalam grafik yang tidak memiliki data mentah yang tersedia. Titik-titik koordinat untuk beberapa gas tersebut diperoleh dengan menggunakan bantuan aplikasi *WebPlotDigitizer*. Gambar grafik karakteristik sensitivitas sensor MQ-135 diperoleh dari datasheet ditunjukkan pada gambar 2.10.

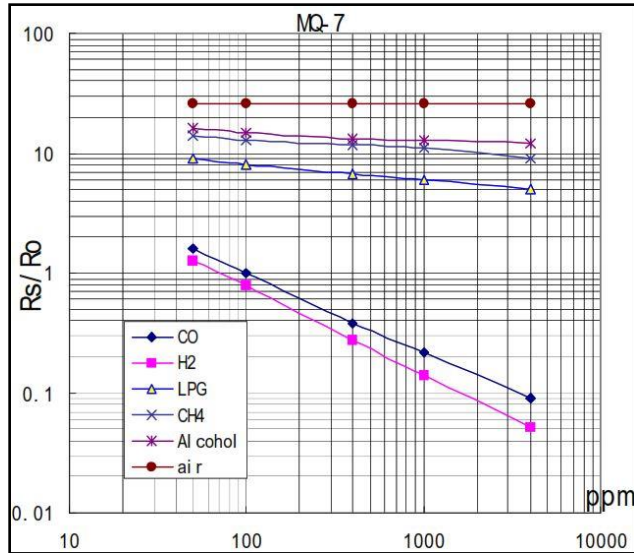
Pada grafik karakteristik sensitivitas di bawah ditampilkan dalam skala logaritmik dengan sumbu- x adalah ppm dan sumbu- y adalah R_s/R_o . Setelah diperoleh sepuluh titik koordinat dari masing-masing gas selanjutnya dilakukan analisis regresi nonlinear untuk fungsi berpangkat (Umbu A. B. S., 2023).

R_s/R_o sering digunakan untuk menentukan sensitivitas dan konsentrasi gas yang terdeteksi. R_s (*Resistance of Sensor*) adalah nilai resistansi dari sensor pada kondisi dimana sensor sedang mendeteksi gas yang diuji. Nilai R_s bervariasi tergantung pada konsentrasi gas yang ada di sekitar sensor. R_o (*Resistance in Clean Air*) adalah nilai resistansi dari sensor ketika hanya ada udara bersih (tanpa adanya gas target) di sekitarnya. Nilai R_o digunakan sebagai referensi atau standar untuk perhitungan. Rasio R_s/R_o dibandingkan dengan kurva kalibrasi yang biasanya disediakan oleh produsen sensor untuk mengetahui konsentrasi gas tertentu. Kurva kalibrasi ini menunjukkan hubungan antara R_s/R_o dan konsentrasi gas.

Cara penggunaan *WebPlotDigitizer* yaitu pengguna dapat mengunggah gambar karakteristik sensitivitas sensor dari datasheet ke *WebPlotDigitizer*, mengkalibrasi sumbu X sebagai nilai ppm dan sumbu Y sebagai R_s/R_o lalu klik pada titik data di grafik untuk mengekstrak nilai suhu pada berbagai waktu. Data ini kemudian bisa diekspor dan digunakan untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 2.10 Karakteristik Sensitivitas MQ-135



Gambar 2.11 Karakteristik Sensitivitas MQ-7

12. Power Regression Calculator

Power regression adalah teknik regresi yang digunakan ketika hubungan antara variabel independen (x) dan variabel dependen (y) dapat dimodelkan dengan fungsi pangkat. Alat ini membantu menghitung parameter regresi, seperti a dan b , dari data yang diberikan. Dengan menggunakan *Power Regression Calculator*, peneliti dapat menemukan model yang sesuai dengan data dan menggunakannya untuk membuat prediksi atau membuat kesimpulan tentang hubungan antara variabel.

Persamaan regresi non-linear untuk fungsi berpangkat secara umum dinyatakan dengan :

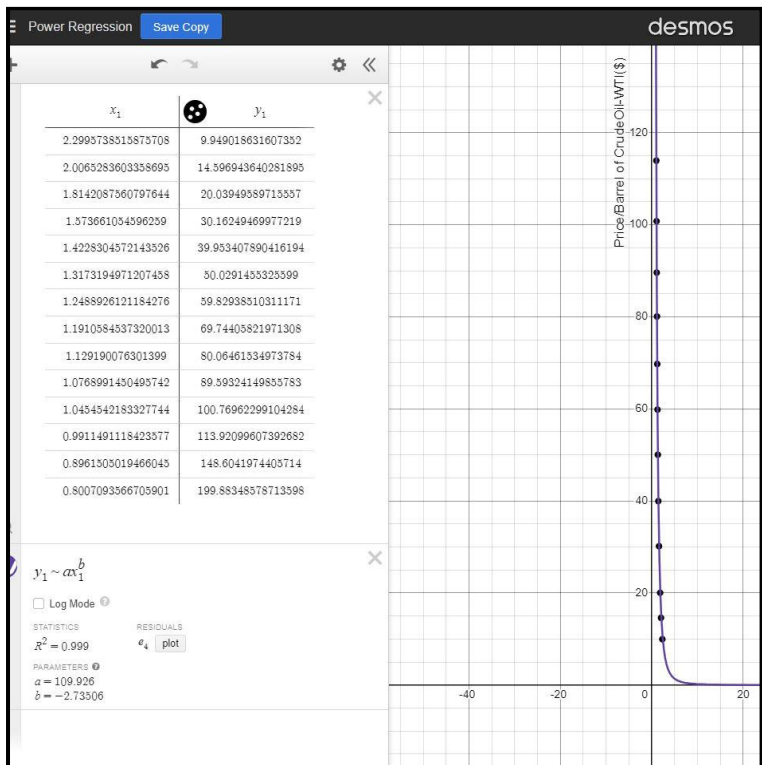
$$y = ax^b \dots\dots(\text{persamaan 2.1})$$

y = variabel dependen

x = variabel independen

a = koefisien

b = pangkat



Gambar 2.12 Power Regression Calculator

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Kajian penelitian yang relevan digunakan bertujuan untuk merinci dan membahas penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti lain yang berkaitan dengan topik penelitian yang dibahas. Kajian ini memberikan landasan atau dasar yang kuat untuk topik yang akan diteliti dengan rinci dan menyajikan model atau konsep yang mendasari topik penelitian. Penelitian yang memiliki kesamaan dengan penelitian ini yaitu berbasis mikrokontroler arduino uno sebagai referensi dalam penyelesaian masalah pada penelitian ini.

Tabel 2.7 Penelitian yang Terkait

Judul Penelitian	Alat Ukur Kualitas Udara Co2 Menggunakan Sensor Mq-135 Berbasis Mikrokontroller
Penulis, Tahun	(Fadhlan Muhammad Nasution, 2016)
Fokus dan Tujuan Penelitian	Sistem monitoring tingkat polusi udara untuk mengetahui indeks polusi udara di suatu kawasan dalam rangka mempertahankan kadar polutan di bawah nilai

	ambang batasnya. Untuk mengetahui kadar gas polutan dengan menggunakan sensor gas MQ-135 yang peka terhadap kualitas udara. Dan untuk tampilan indeks menggunakan LCD dan secara <i>software</i> dengan komunikasi serial yang sebelumnya di proses oleh mikrokontroler.
Judul Penelitian	Optimalisasi Kalibrasi Sistem Pemantuan Emisi Dengan Menggunakan Sensor Gas
Penulis, Tahun	(Al Mahdali, 2021)
Fokus dan Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk melihat proses konversi nilai resistensi pada sistem pembacaan gas dan mengoptimasi melalui dasar perhitungan dengan memperhatikan aspek-aspek dan item pendukung dalam menentukan nilai besaran emisi pada suatu pembakaran. Sampel penelitian adalah korek gas

	dengan memanfaatkan sistem penguapan zat naptha dan butana yang diatur dengan standard korek gas SNI cricket.
Judul Penelitian	Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis MQ 7
Penulis, Tahun	(Maidasari Br Manurung, Dudi Darmawan & Reza Fauzi I., 2021)
Fungsi dan Tujuan Penelitian	Penelitian ini merancang alat ukur karbon monoksida (CO) menggunakan sensor MQ 7. Arduino sebagai mikrokontroler dan LCD 16x2 untuk menampilkan data. Pengukuran kalibrasi menggunakan CO meter. Dengan range pengukuran yang diperoleh 38-398 ppm.
Judul Penelitian	Alat Pendeteksi Kualitas Udara
Penulis, Tahun	(Heni Risa Aisyiah, 2019)
Fungsi dan Tujuan Penelitian	Penelitian ini merancang sistem yang mendeteksi besarnya konsentrasi gas berbahaya menggunakan mikrokontroler

	Arduino AT-Mega 2560 yang dibantu dengan sensor MQ-135, MG-11 dan MQ-7 yang digunakan untuk mendeteksi gas O₂, CO₂, dan CO serta sensor <i>Thermocouple</i> max 6675 tipe-k yang mendeteksi suhu. Keluaran yang ditampilkan melalui LCD dan lampu indicator. Hasil dari pengujian ini yaitu sistem dapat memonitoring kadar gas dan suhu di mana telah dilakukan <i>kalibrasi</i> dan perbandingan pengukuran.
--	---

Dari pembahasan beberapa penelitian dan sumber referensi yang relevan, terkait sistem pendeteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban memiliki sedikit kesamaan konsep. Meskipun terdapat perbedaan seperti halnya penelitian Maidasari Br. Manurung, dkk. Peneliti ini merancang alat ukur karbon monoksida (CO) pada kendaraan dengan menggunakan modul sensor MQ-7. Penelitian ini sedikit sama hanya berbeda penambahan sensor pada penelitian ini. Dan pada penelitian Heni Risa Aisyiah, penulis merancang sistem yang mendeteksi

besarnya konsentrasi gas berbahaya yaitu O_2 , CO_2 , dan CO dan suhu. Hasil dari pengujian ini yaitu sistem dapat memonitoring kadar gas dan suhu di mana telah dilakukan *kalibrasi* dan perbandingan pengukuran. Dengan menggunakan mikrokontroler Arduino AT-Mega 2560 sebagai media pengirim sinyal.

C. Observasi Lapangan



Gambar 2.13 Pabrik PT. XYZ

Pengamatan atau observasi lapangan dilakukan di PT. XYZ yang berlokasi di Kawasan Industri Candi Jl. Gatot Subroto Blok L. Perusahaan ini memiliki ukuran yang cukup luas yaitu sekitar 1,8 ha. PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri logam, besi dan baja. Perusahaan ini melibatkan banyak proses seperti *Rolling, Annealing, Skinning, Shearing, Grinding, Welding*

(pengelasan), BAG (*Bright Annealing Gas*). Proses yang mencakup dengan skala besar dapat meningkatkan kadar udara, suhu dan kelembaban dalam suatu ruangan. Peningkatan yang terjadi menimbulkan dampak negatif bagi para pekerja dalam ruangan pabrik.

Dengan sistem penelitian yang diujicoba pada PT. XYZ, akan membantu mengetahui tingkat kadar udara, suhu, dan kelembaban menggunakan sensor. Pelaksanaan uji coba hanya dilakukan pada 3 bagian pekerjaan yaitu pada bagian *Annealing*, *Rolling*, dan *Welding* (Pengelasan).

1. *Annealing* : sebuah proses dalam metalurgi dan ilmu material yang digunakan untuk mengubah sifat fisik dan, kadang-kadang, sifat kimia suatu material. Proses ini melibatkan pemanasan material ke suhu tertentu, kemudian didinginkan secara perlahan. Tujuan dari annealing adalah untuk mengurangi kekerasan, meningkatkan keuletan, dan menghilangkan tegangan dalam material, serta memperbaiki struktur kristal.
2. *Rolling* : Rolling adalah proses deformasi plastis pada material, biasanya logam, yang dilakukan dengan menggunakan mesin rol untuk mengurangi ketebalan atau mengubah bentuk material tersebut. Proses rolling adalah salah satu teknik penting dalam industri

metalurgi untuk menghasilkan lembaran, pelat, batang, atau bentuk-bentuk lain dari logam.

3. *Welding* (Pengelasan) : Welding atau pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih bagian logam (atau material lain seperti plastik) dengan cara mencairkan material di sekitar sambungan dan menambahkan bahan pengisi jika diperlukan. Setelah mencair, material akan mengeras dan membentuk sambungan yang kuat. Pengelasan adalah metode penting dalam industri manufaktur dan konstruksi karena memungkinkan penyambungan material dengan kekuatan tinggi.

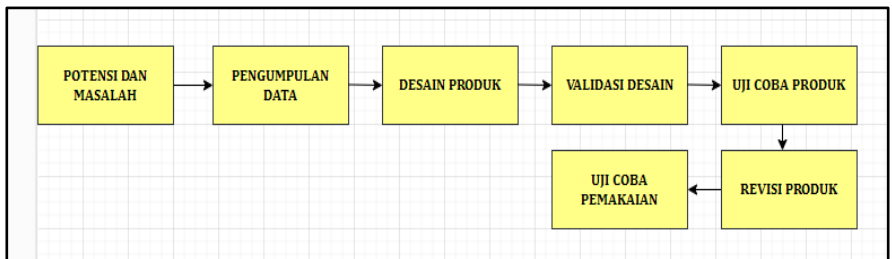
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah serangkaian langkah atau prosedur sistematis yang diikuti oleh seorang peneliti untuk merancang, melaksanakan, dan menganalisis suatu studi ilmiah. Metode penelitian merupakan cara ilmiah yang rasional, empiris dan sistematis yang digunakan pada suatu disiplin ilmu untuk melakukan penelitian (Tersiana A., 2018). Metode penelitian sangat penting untuk dipelajari di kalangan profesi seperti manajer, pengambil keputusan, peneliti profesional, pengelola jasa atau konsultan penelitian, dosen maupun mahasiswa. Metode penelitian untuk sistem pemantauan lingkungan berbasis arduino untuk mendeteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban menggunakan metode R&D. Metode R&D yang merupakan singkatan dari *Research and Development* atau Penelitian dan Pengembangan. Metode R&D merupakan suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk menghasilkan pengetahuan baru, memecahkan masalah, atau mengembangkan produk, proses, atau layanan (Hery Purnomo & et al., 2024). Metode ini melibatkan serangkaian langkah untuk merancang, melaksanakan, dan menganalisis penelitian atau

pengembangan sesuai tujuan tertentu yang dimulai dari mengidentifikasi masalah, merencanakan penelitian, mengumpulkan data, menganalisis, dan mengembangkan solusi atau produk yang terbaru.

Meredith D. Gall dan Walter R. Borg adalah peneliti dan metodolog riset pendidikan yang terkenal, terutama untuk kontribusi mereka dalam bidang penelitian pendidikan dan pengembangan model penelitian. Metode ini dikembangkan oleh Borg dan Gall menjadi 10 tahapan. Berikut tahapan-tahapan dalam metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development / R&D*) yaitu :



Gambar 3.1 Tahapan Metode R&D

Pada penelitian ini, penulis hanya menggunakan alur metode penelitian dan pengembangan (*Research & Development / R&D*) dengan 7 tahapan yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, uji coba produk, revisi produk, dan uji coba pemakaian

1. Potensi dan Masalah

Penelitian ini dibuat karena munculnya potensi dan masalah pada lokasi penelitian. Potensi adalah segala sesuatu yang digunakan dengan baik akan mendapatkan nilai tambah atau manfaat. Sedangkan masalah adalah terjadinya sesuatu yang tidak sesuai dengan apa yang diharapkan atau bertolak belakang. Masalah ini bisa diatasi melalui R&D yaitu dengan cara menelitinya, sehingga bisa ditemukan model, sistem atau pola penanganan terpadu yang efektif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut (Hanafi, 2017). Masalah juga dapat menjadi sebuah potensi jika sistem produk yang diteliti didayagunakan dengan baik. Data mengenai potensi dan masalah yang diteliti tidak harus mencari sendiri, tetapi bisa juga mencari sumber peneliti lain.

Seperti pada PT. XYZ, masalah didalamnya yang perlu adanya pemantauan dan pendeteksi untuk mengetahui besar kadar udara, suhu dan kelembaban. Permasalahan ini terjadi karena adanya pengelasan besi atau baja yang berlangsung lama dan tidak berhenti pada perusahaan tersebut yang menyebabkan beberapa para pekerja terkena dampak negatifnya. Dengan masalah tersebut, muncul potensi

pada penelitian ini yaitu dengan merancang sistem pendeteksi kondisi udara, suhu dan kelembaban di PT. XYZ. Sistem yang dibuat ini juga dapat digunakan di lingkungan sekitar yang terkena dampak kotornya udara.

2. Pengumpulan Data

Langkah selanjutnya yaitu teknik pengumpulan data. Pada penelitian ini, proses pengumpulan data menggunakan sumber studi literatur berupa buku, jurnal atau artikel, datasheet, dan referensi skripsi hasil tugas akhir peneliti lainnya yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti, pengukuran kebutuhan penelitian, penelitian kalibrasi, dan merumuskan kerangka kerja penelitian. Melalui studi literatur dapat diketahui metode-metode yang pernah digunakan sebelumnya dan bagaimana hasil evaluasi dari penerapan metode tersebut (Ridha S. S., & Nuraini P., 2020). Data yang diperoleh terkait dengan hardware dan software yang digunakan untuk perancangan sistem, seperti mikrokontroler arduino uno, Arduino IDE dan sensor udara, suhu, dan kelembaban.

Dari tahapan teknik pengumpulan data ini maka permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana

cara merancang sistem deteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban di lingkungan PT. XYZ yang sistemnya dapat menampilkan hasil secara realitas dan sistematis. Peneliti perlu memahami setiap langkah yang tepat untuk dilakukan pengembangan produk melalui studi literatur atau referensi. Bahkan peneliti juga sudah menerapkannya seperti membuat program dan merancang sistem.

Berdasarkan proses pengumpulan data diatas, maka dibutuhkan alat, bahan dan komponen-komponen elektronika yang akan digunakan pada penelitian ini. Berikut daftar alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu :

Tabel 3.1 Daftar Alat & Bahan

No	Alat & Bahan	Spesifikasi	Keterangan
1	Laptop	Lenovo	Sebagai perantara membuat program dan merancang sistem.
2	Arduino Uno	Arduino Uno R3 (Revisi 3)	Sebagai mikrokontroler unit pusat

			kontrol
3	Arduino IDE	Versi 2.3.2	Sebagai software untuk memprogram arduino.
4	Adapter Power Supply	9 Volt	Sebagai penyalur tegangan ke alat.
5	Kabel USB	Micro USB	Untuk mengupload program dari Arduino IDE ke mikrokontroler arduino uno.
6	Sensor GAS : MQ-135	-	Sebagai detektor udara (mendeteksi CO ₂).
7	Sensor GAS : MQ-7	-	Sebagai detektor udara (mendeteksi CO).
8	Sensor Suhu dan Kelembaban : DHT11	-	Sebagai detektor suhu dan kelembaban.
9	Breadboard	-	untuk

			merancang dan membuat prototipe sirkuit listrik tanpa soldering
10	Adapter Breadboard Power Supply	-	Untuk mengontrol tegangan output agar tetap stabil meskipun tegangan input berubah.
11	Buzzer	-	Peranti yang berfungsi untuk menghasilkan suara atau bunyi sebagai peringatan atau sinyal audio.
12	LED	LED berwarna tunggal (merah dan putih)	Untuk menghasilkan cahaya ketika arus listrik melewati diodanya.
13	LCD I2C 16x2	-	Untuk

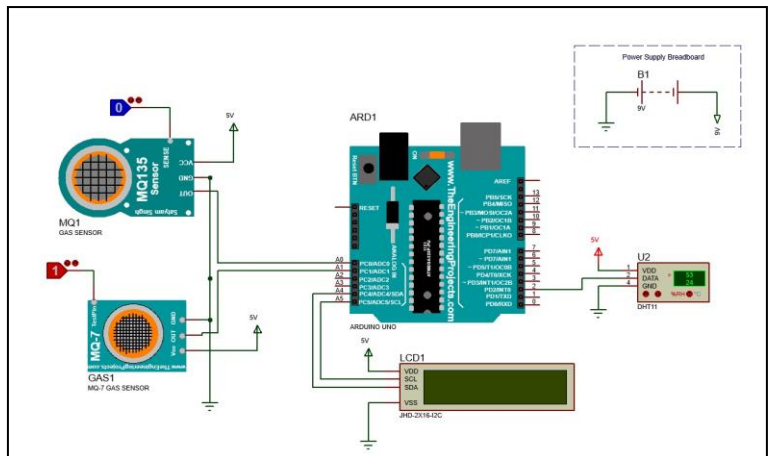
			menampilkan informasi seperti pesan, teks, atau data lainnya.
14	Kabel Jumper	Male to Female 20 cm	Untuk menghubungkan antar komponen elektronik tanpa soldering.
15	Box	-	Sebagai tempat atau wadah rangkaian.
16	Resistor	-	Untuk mengatur dan membatasi arus listrik dalam satu rangkaian.

3. Desain Produk

Pada tahap desain yaitu pembuatan rancangan desain sistem monitoring pendeteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban, alur sistem yang dibuat menggunakan Arduino IDE yang di program dan di upload ke mikrokontroler arduino uno. Desain

rancangan ini masih bersifat konsep dan hipotetik, karena efektivitasnya masih belum terbukti dan akan bisa diketahui saat melewati beberapa proses pengujian. Desain produk haruslah diwujudkan ke dalam bentuk gambar atau bagan, sehingga bisa dipakai sebagai pegangan guna menilai dan membuatnya, serta akan memudahkan pihak lain untuk lebih memahaminya (Hanafi, 2017). Bagan yang digunakan meliputi skema rangkaian sistem dengan menggunakan aplikasi Proteus, blok diagram sistem menggunakan web draw.io (<https://app.diagrams.net/>), dan flowchart menggunakan web Lucidchart.

a. Skema Rangkaian Sistem

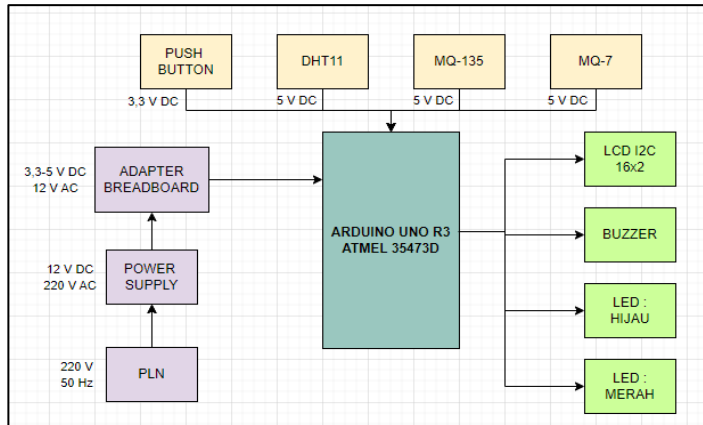


Gambar 3.2 Skema Rangkaian Sistem

Pada Gambar 3.3 Skema rangkaian sistem secara keseluruhan dari sistem monitoring pendeteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban berbasis arduino. Dari gambar diatas mikrokontroler arduino uno sebagai unit kontrol pusat utama yang diprogram melalui Arduino IDE dengan memberi perintah ke sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas karbon dioksida (CO_2), sensor MQ-7 untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Hasil pengujian akan ditampilkan melalui LCD I2C 16x2. Jika pada sensor MQ-135 dan MQ-7 memiliki nilai ppm atau

berada di kondisi udara yang buruk maka buzzer akan menghasilkan suara dan lampu LED akan menyala berwarna merah, sedangkan jika berada di keadaan kondisi udara yang baik maka lampu LED akan menyala berwarna hijau dan buzzer tidak menghasilkan suara atau bunyi.

b. Blok Diagram Sistem



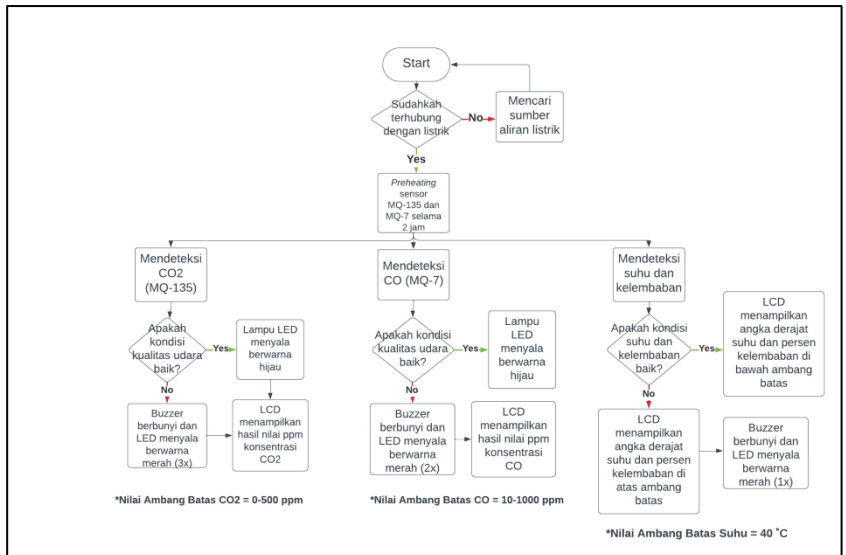
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem digunakan sebagai acuan dalam proses pembuatan sistem dan juga sebagai alat identifikasi agar sesuai dengan tujuan pembuatan (Setiawan B., 2022). Untuk menjelaskan perancangan sistem yang dilakukan dalam mewujudkan penelitian memonitoring kualitas udara di kawasan industri

dengan Arduino Uno, dilakukan penggambaran secara umum blok diagram sistem kerja.

Pada gambar 3.4 diatas menunjukkan gambaran cara kerja sistem monitoring deteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban. Dari aliran listrik berasal dari PLN dengan perantara power supply menggunakan tegangan 12 Volt. Power supply akan mengirimkan aliran tegangan ke adapter breadboard yang berfungsi untuk membuat tegangan listrik tetap stabil. Saluran tegangan akan digunakan arduino uno untuk menerima program yang diupload dari Arduino IDE. Kemudian beberapa komponen *input* (MQ-135, MQ-7, DHT11, dan push button akan menyalurkan informasi mengenai deteksi masing-masing sensor yang akan di output berupa suara atau bunyi yaitu buzzer, lampu menyala yaitu lampu LED, dan tampilan perintah dalam bentuk angka, simbol maupun tulisan yaitu LCD I2C 16x2. Sebelum menggunakan sistem monitoring, melakukan pemanasan atau *preheating* pada sensor MQ-135 dan MQ-7 secukupnya selama 2 jam.

c. Flowchart



Gambar 3.4 Flowchart

Sistem flowchart pada *hardware* menggambarkan alur kerja dari *hardware* pada sistem monitoring mendeteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban pada PT. XYZ.

Pada gambar 3.5 menunjukkan proses cara kerja dari sistem monitoring mendeteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban. Proses ini dimulai dari adanya aliran listrik untuk penggunaan power supply yang menghubungkan adapter breadboard power supply ke arduino uno. Penggunaan adapter breadboard power supply ke

arduino untuk menahan dan menjaga agar tegangan listrik tetap stabil dan arduino uno tidak cepat panas. Setelah, sistem menyala dan terhubung dengan listrik, maka diperlukan untuk *preheating* pada sensor MQ-135 dan MQ-7. Saat pendeteksian CO₂ pada sensor MQ-135, jika kondisi udara baik maka lampu LED akan menyala berwarna hijau dan LCD menampilkan nilai ppm kondisi saat ini. Sedangkan, jika kondisi udara tidak baik, maka lampu LED menyala berwarna merah dan LCD menampilkan besar nilai ppm CO₂ saat itu. Pendeteksian CO pada sensor MQ-7 memiliki proses kerja yang sama dengan mendeteksi CO₂ pada sensor MQ-135. Nilai ambang batas ppm yang diuji pada CO₂ yaitu 0-500 ppm dan nilai ppm pada CO yaitu 10-1000 ppm, sedangkan nilai ambang batas suhu yaitu 40°C. Tingginya nilai kelembaban setara dengan nilai suhu. Pada suhu dan kelembaban, jika terdeteksi terlalu tinggi maka akan ditampilkan angka derajat suhu dan angka persen kelembaban pada LCD. Sama halnya, jika kondisi suhu dan kelembaban baik dan tidak membahayakan atau mengganggu. Suhu dan kelembaban yang diatas ambang batas, menggunakan sirkulasi udara pada PT. XYZ dan sudah adanya

dehumidifier dan *exhaust fan* pada ruangan pabrik sebagai awal penanggulangan.

4. Validasi Desain

Validasi desain adalah suatu proses kegiatan yang bertujuan untuk menilai apakah rancangan produk, dalam hal ini sistem kerja baru secara rasional akan lebih efektif dari lama atau tidak (Hanafi, 2017). Dikatakan secara rasional, karena pada tahap ini masih bersifat penilaian berdasarkan pemikiran rasional dan masih melakukan pengkalibrasian, belum berdasarkan fakta pada lapangan. Jika tidak sesuai dengan tujuan awal maka akan dilakukan perbaikan atau merevisi sesuai dengan keadaan lingkungan sekitar.

Validasi produk dapat dilakukan dengan cara menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli yang telah berpengalaman untuk menilai produk baru yang dirancang tersebut (Purnama S., 2013). Setiap pakar diminta untuk menilai desain tersebut, sehingga diketahui kelemahan dan kekuataannya.

5. Uji Coba Produk

Desain produk yang sudah dibuat tidak dapat langsung diujicobakan. Akan tetapi, haruslah dibuat terlebih dahulu hingga menghasilkan produk dan produk itulah yang diujicobakan (Hanafi, 2017).

Pengujian dilakukan untuk menguji sistem dari sisi *Hardware*. Pada sisi *hardware* yang diuji meliputi mikrokontroler arduino, sensor MQ135, sensor MQ-7, sensor DHT-11, Buzzer, dan LED.

a. Pengujian Arduino

Pada pengujian mikrokontroler arduino uno meliputi *Input* dan *Output*, dengan memberikan perintah *input* di program arduino lalu memberi perintah *Input* ke salah satu pin pada arduino. Sedangkan untuk *Output* dilakukan dengan cara memberikan perintah *output* ke program, lalu apabila *output* diaktifkan maka LED pin 13 akan menyala.

b. Pengujian Sensor MQ 135

Pengujian pada sensor MQ 135 ini meliputi pengujian karakteristik sensor untuk mengetahui seberapa akurat nilai sensor MQ 135 yang dibandingkan dengan datasheet, uji kalibrasi sensor agar data yang didapat mendekati

nilai pada datasheet sensor. Mengambil sumber nilai pada tabel datasheet menggunakan website *Webplotdigitizer*. Menghitung nilai menggunakan metode power regresi linier untuk mencari nilai PPM dan R_s/R_o sensor MQ 135 menggunakan *Power Regression Calculator*. Kemudian melakukan perbandingan nilai yg ditampilkan oleh modul LCD dan nilai tabel datasheet.

c. Pengujian Sensor MQ 7

Pengujian sensor MQ 7 sama seperti pada pengujian sensor MQ 135. Pengujian karakteristik sensor dengan datasheet kemudian dilakukan kalibrasi sensor berdasarkan *datasheet*. Pada dasarnya prinsip kerja dari sensor MQ7 adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang mengandung gas karbon monoksida. Sensor MQ7 mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap gas karbon monoksida. Ketika sensor mendeteksi gas tersebut maka resistansi elektrik sensor akan menurun. Didalam sensor memiliki suatu penyerap keramik yang berfungsi untuk melindungi dari debu atau gas yang tidak diketahui. Heater pada sensor

ini berfungsi sebagai pemicu sensor untuk dapat mendeteksi target gas yang diharapkan setelah diberikan tegangan 5 Volt. Hasil deteksi akan ditampilkan pada LCD dalam satuan PPM (*Part Per Million*).

d. Pengujian Sensor DHT 11

Pengujian sensor DHT 11 sama seperti pada pengujian sensor MQ 135 dan MQ 7. Pengujian karakteristik sensor dengan datasheet kemudian dilakukan kalibrasi sensor DHT 11 berdasarkan *datasheet*. Kemudian melakukan perbandingan nilai yg ditampilkan oleh modul LCD dan nilai tabel datasheet.

e. Pengujian Buzzer

Pengujian Buzzer dilakukan dengan cara memberikan trigger error ke sensor – sensor. Ketika kadar gas melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka sistem pengurangan dan peringatan akan aktif sebagaimana fungsinya, buzzer akan berbunyi selama 5 detik kemudian mati selama 5 detik apabila nilai sudah berada dibawah batas maksimal maka buzzer akan mati secara otomatis.

f. Pengujian LED

Untuk pengujian LED dilakukan bersamaan dengan uji Buzzer, jadi apabila buzzer menyala maka LED warna merah akan menyala bersamaan dengan buzzer, dan berlaku sebaliknya apabila buzzer OFF, maka LED merah akan mati dan LED hijau akan menyala. Lampu LED akan menyala berkedip, jika melebihi nilai ambang batas yang ditentukan sesuai dengan sensor dan parameter yang dideteksi. Pada sensor MQ-135 yang mendeteksi CO₂ akan berkedip 3 kali, sensor MQ-7 yang mendeteksi CO akan berkedip 2 kali, suhu dan kelembaban akan berkedip selama 1 kali.

Tabel 3.2 Pengujian LED

NO	Sensor	PPM	LED Hijau	LED Merah
1	MQ-135	0-500 >500	ON ON	OFF ON (3x)
2	MQ-7	10-1000 >1000	ON ON	OFF ON (2x)
3	DHT-11	40°C >40°C	ON ON	OFF ON (1x)

g. Pengujian LCD

Pengujian modul LCD membaca dan menampilkan hasil pengukuran pada sensor-sensor yang terprogram yang sesuai dengan keadaan kadar udara atau gas, suhu dan kelembaban. Tampilan pada LCD akan bergerak secara bergantian untuk menampilkan hasil deteksi pada sensor MQ-135, MQ-7 dan DHT-11.

6. Revisi Produk

Sesuai dengan hasil dari pengujian awal dengan metode penelitian ini maka selanjutnya dilakukan revisi atau perbaikan yang perlu diperbaiki sehingga membuat sistem menjadi lebih efisien. Penilaian terhadap pembaharuan sistem memperoleh kemajuan produk prototipe yang baru, sehingga produk baru dapat diujicoba kembali.

7. Uji Coba Pemakaian

Setelah uji coba produk dan merevisinya, produk prototipe kembali diujicoba dan setelah produk berhasil melewati beberapa pengujian. Hasilnya adalah produk prototipe yang berupa sistem baru dan sistem kerja baru. Pengujian dilakukan dengan tujuan mendapat informasi apakah sistem berjalan sesuai dengan keadaan lingkungan sekitar dan dapat

menampilkan hasil pengujian dengan benar. Adapun beberapa tahapan pada proses pengambilan data adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengujian dan pengambilan data di dalam ruangan untuk gas CO₂, CO dan kadar suhu dan kelembaban.
2. Pengambilan data lingkungan disekitar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Validasi Desain

Validasi desain merupakan evaluasi dan penilaian oleh para ahli terhadap kelayakan, efisiensi, dan kegunaan alat yang dirancang. Pada tahapan ini peneliti menjadikan dosen yang memenuhi syarat dan berkompeten dalam bidangnya. Validasi dilakukan oleh Adzhal Arwani Mahfudz, M.Kom selaku dosen prodi Teknologi Informasi di UIN Walisongo Semarang.

a. Penilaian Validasi Instrumen Angket 1

Tabel 4.1 Hasil Penilaian Validasi Desain Angket 1

No	Indikator	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Keefektifan desain tampilan				√	
2	Kemudahan pengoperasian alat					√
3	Memiliki bentuk yang ergonomis				√	
4	Komponen-komponen ditampilkan dengan jelas				√	

5	Keamanan rangkaian alat bagi pengguna				√	
6	Fungsi alat pemantauan dan deteksi sesuai				√	
Jumlah					20	5
Jumlah Skor = 20+5 = 25						
Jumlah maks skor = 5 x 6 = 30						

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai kelayakan angket} &= \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Jumlah maksimal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{25}{30} \times 100 \% \\
 &= 83\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, desain alat deteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban memiliki kriteria kelayakan diantara 81% - 100% dengan skor yang terbilang sangat layak digunakan.

b. Penilaian Validasi Instrumen Angket 2

Tabel 4.2 Hasil Penilaian Validasi Desain Angket 2

Indikator	Skala Penilaian				
	1	2	3	4	5
1. Kejelasan Judul Lembar Angket					√
2. Kejelasan Butir Pernyataan					√
3. Kejelasan Petunjuk Pengisian Angket					√
4. Ketepatan pernyataan dengan				√	

jawaban yang diharapkan					
5. Pernyataan berkaitan dengan tujuan penelitian				√	
6. Pernyataan sesuai dengan aspek yang ingin dicapai				√	
7. Pernyataan mengungkapkan informasi yang benar				√	
8. Pernyataan berisi satu gagasan yang lengkap				√	
9. Bahasa yang digunakan mudah dipahami					√
10. Bahasa yang digunakan efektif				√	
11. Penulisan sesuai dengan EYD				√	
Jumlah				28	20
Jumlah skor = 28 + 20 = 48					
Jumlah maks skor = 11 x 5 = 55					

$$\text{Nilai kelayakan angket} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Jumlah maksimal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{48}{55} \times 100 \%$$

$$= 87\%$$

Dari penilaian validasi angket diatas, dapat disimpulkan desain alat deteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban memiliki kriteria kelayakan diantara 81% - 100% dengan skor yang terbilang sangat layak digunakan.

B. Revisi Produk

Revisi desain merupakan proses yang dilakukan setelah penilaian terkait kelayakan desain dari sistem monitoring deteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban oleh para ahli. Setelah dilakukan penilaian oleh pakar terkait kelayakan desain dari alat yang akan dibuat. Penilaian yang didapatkan memperoleh skor yang terbilang sangat layak digunakan setelah revisi. Dari hasil validasi yang didapatkan, terdapat beberapa komentar dan saran dari validator yaitu hasil output pada LCD I2C diberikan informasi terkait klasifikasi kualitas udara.

C. Uji Coba Produk

Setelah desain prototipe sistem pemantauan lingkungan deteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban tervalidasi oleh pakar dan ahli, tahapan selanjutnya adalah pembuatan dan uji coba terhadap produk yang dikembangkan. Uji coba produk dilakukan dengan tujuan menguji keakuratan sensor dalam membaca data kondisi lingkungan dengan mengetahui nilai eror yang muncul. Nilai eror dapat dihitung dengan rumus berikut (Revinda Imawan Putra et al., 2018) :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Selisih nilai pengukuran}}{\text{Nilai Datasheet}} \times 100 \%$$

Selain itu, uji coba produk digunakan untuk melakukan kalibrasi pada sensor dan menguji komunikasi antara sistem dengan user berjalan dengan semestinya.

Perhitungan nilai eror menggunakan hasil data yang berasal dari datasheet yang di kalibrasi seperti gambar berikut :

Tabel 4.3 Nilai Datasheet MQ-135

Nilai PPM	Rs/Ro
9.949018631607352	2.2995738515875708
14.596943640281895	2.0065283603358695
20.03949589715557	1.8142087560797644
30.16249469977219	1.573661054596259
39.953407890416194	1.4228304572143526
50.0291455325599	1.3173194971207458
59.82938510311171	1.2488926121184276
69.74405821971308	1.1910584537320013
80.06461534973784	1.129190076301399
89.59324149855783	1.0768991450495742
100.76962299104284	1.0454542183327744
113.92099607392682	0.9911491118423577
148.6041974405714	0.8961505019466045
199.88348578713598	0.8007093566705901

Tabel 4.4 Nilai Datasheet MQ-7

Nilai PPM	Rs/Ro
49.82434542273912	1.6140641521538939
61.31146776165124	1.3917600191503938
69.86689013520817	1.2704582449470339
80.2302514823165	1.159728782221527
89.34221793485882	1.0707867049863966
99.48905503903505	1
119.63666377546703	0.8922674486302242
139.50992871239222	0.796141199885089
162.68441124256668	0.7023193813563109
198.6593499338337	0.6195540608875721
263.9851716978179	0.5046267831325151
303.14211312298494	0.46064497358040835
396.6822008777641	0.37949662751701263
503.37424356470666	0.3347745810705738
605.3129674108618	0.2919755832477898
705.8636229664978	0.2665278366645544
798.2031905519809	0.24890842912355796
895.713411099312	0.23245379118404386
1012.8887214146779	0.21708692319540657
1154.2275466863634	0.2004380634054505
2022.5321757514153	0.14077153669117287

2992.8471579740117	0.10954787571223328
4007.6713724631613	0.08922674486302243

Tabel diatas menjadi perbandingan nilai eror rata-rata pada sistem alat dan datasheet masing-masing sensor. Berikut merupakan gambar produk sistem pemantauan lingkungan berbasis arduino untuk mendeteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban :



Gambar 4.3 Produk Sistem Pemantauan Lingkungan

1. Pengujian Sensor MQ-135

Pengujian terhadap sensor udara atau gas MQ-135 bertujuan untuk mengetahui tingkat

keakuratan sensor dan hasil deteksi gas ketika digunakan. Pemanasan modul sensor dilakukan sebelum uji coba selama 1 jam. Bentuk pengujian yang dilakukan pada sensor MQ-135 sebagai berikut :

- a. MQ-135 dapat mendeteksi beberapa macam gas seperti NH_3 , NO_2 , CO_2 , alkohol, dan benzena. Pada pengujian ini hanya berfokus untuk mendeteksi gas CO_2 .
- b. Pengujian dilakukan di 3 bagian pekerjaan pada PT.XYZ yaitu bagian *Annealing*, *Rolling*, dan *Welding* (Pengelasan).
- c. Hasil pembacaan sesuai dengan keadaan atau kondisi dalam pabrik.
- d. Hasil ditampilkan pada LCD I2C 16x2 dengan menampilkan nilai ppm dan nilai Rs/Ro sensor. Jika nilai ppm melebihi ambang batas maka buzzer menghasilkan bunyi dan lampu LED menyala merah sebanyak 3 kali.

Berikut merupakan hasil pengujian sensor MQ-135 pada rangkaian sistem pemantauan lingkungan berbasis arduino untuk mendeteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban :

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor MQ-135

Bagian Pekerjaan	Waktu		MQ- 135	Ket.
	Awal	Akhir	ppm	
<i>Annealing</i>	11:40	11:50	23.15	-
	11:50	12:00	25.78	-
	12:00	12:10	29.65	-
	12:10	12:20	26.71	-
	12:20	12:30	30.16	-
	12:30	12:40	29.65	-
<i>Rolling</i>	12:50	13:00	27.19	-
	13:00	13:10	28.15	-
	13:10	13:20	27.66	-
	13:20	13:30	60.61	-
	13:30	13:40	84.25	-
<i>Welding</i>	13:50	14:00	247.52	-
	14:00	14:10	250.62	-
	14:10	14:20	232.83	-
	14:20	14:30	131.74	-
	14:30	14:40	161.82	-

Pada gambar dan tabel dijelaskan hasil dan proses pengujian pada sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas CO₂ yang ditunjukkan melalui modul LCD I2C 16x2. Angka ppm yang dihasilkan belum melebihi nilai ambang batas sebesar 500

ppm. Penyebabnya karena saat pelaksanaan pengujian ada kesalahan pada travo atau listrik sehingga pada bagian pekerjaan *annealing* dan *rolling* tidak menghasilkan CO₂ yang terlalu banyak.

Tabel 4.6 Data Nilai Error MQ-135

Bagian Pekerjaan	Waktu	Nilai Rs/Ro		Nilai Error
		Alat	Data sheet	
<i>Annealing</i>	11:40-11:50	1,9	1,8	5,5 %
	11:50-12.00	1,7	1,5	13,3 %
	12.00-12.10	1,6	1,5	6,6 %
	12.10-12.20	1,7	1,5	13,3 %
	12.20-12.30	1,5	1,5	0 %
	12.30-12.40	1,6	1,5	6,6 %
<i>Rolling</i>	12.50-13.00	1,7	1,5	13,3 %
	13.00-13.10	1,6	1,5	6,6 %
	13.10-13.20	1,7	1,5	13,3 %
	13.20-13.30	1,2	1,2	0 %
	13.30-13.40	1,1	1,1	0 %
<i>Welding</i>	13.50-14.00	0,74	0,63	17,4 %
	14.00-14.10	0,73	0,63	15,8 %
	14.10-14.20	0,74	0,63	17,4 %
	14.20-14.30	0,97	0,89	8,9 %
	14.30-14.40	0,88	0,80	0,1 %

	Error Rata-Rata	8,63 %
--	------------------------	---------------

Berdasarkan hasil pengujian nilai error rata-rata perbandingan datasheet dengan hasil sistem alat maka didapat nilai error rata-rata sebesar 8,63 %. Adapun cara untuk mencari nilai error rata-rata dari sensor MQ-135 yang mendeteksi dengan sumber datasheet. Berikut contoh cara untuk mendapatkan nilai error rata-rata :

a. *Annealing* (11:40 – 11:50)

$$\begin{aligned}
 \text{Error (\%)} &= \frac{\text{Nilai alat} - \text{Nilai datasheet}}{\text{Nilai Datasheet}} \times 100 \% \\
 &= \frac{1,9 - 1,8}{1,8} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,1}{1,8} \times 100 \% \\
 &= 5,5 \%
 \end{aligned}$$

b. *Rolling* (12:50 – 13:00)

$$\begin{aligned}
 \text{Error (\%)} &= \frac{\text{Nilai alat} - \text{Nilai datasheet}}{\text{Nilai Datasheet}} \times 100 \% \\
 &= \frac{1,7 - 1,5}{1,5} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,2}{1,5} \times 100 \% \\
 &= 13,3 \%
 \end{aligned}$$

2. Pengujian Sensor MQ-7

Tujuan dari pengujian sensor ini adalah untuk mengetahui tingkat kualitas udara pada gas

CO (karbon monoksida). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa bahayanya kondisi lingkungan yang memiliki kandungan CO di PT. XYZ. Sebelum pengujian modul sensor ini, diperlukan pemanasan pada sensor cukup 1 jam. Bentuk pengujian yang dilakukan pada sensor MQ-7 sebagai berikut :

- a. Sensor MQ-7 dirancang khusus untuk mendeteksi konsentrasi gas CO (karbon monoksida).
- b. Pengujian dilakukan di 3 bagian pekerjaan pada PT. XYZ yaitu bagian *Annealing*, *Rolling*, dan *Welding* (Pengelasan).
- c. Hasil pembacaan sesuai dengan keadaan atau kondisi dalam pabrik.
- d. Hasil ditampilkan pada LCD I2C 16x2 dengan menampilkan nilai ppm dan nilai Rs/Ro sensor. Jika nilai ppm melebihi ambang batas maka buzzer menghasilkan bunyi dan lampu LED menyala merah sebanyak 2 kali.

Berikut merupakan hasil pengujian sensor MQ-7 pada rangkaian sistem pemantauan lingkungan berbasis arduino untuk mendeteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban :

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sensor MQ-7

Bagian Pekerjaan	Waktu		MQ-7	Ket.
	Awal	Akhir	ppm	
<i>Annealing</i>	11:40	11:50	189.52	-
	11:50	12:00	148.82	-
	12:00	12:10	144.20	-
	12:10	12:20	129.39	-
	12:20	12:30	127.16	-
	12:30	12:40	125.92	-
<i>Rolling</i>	12:50	13:00	130.26	-
	13:10	13:20	133.82	-
	13:20	13:30	134.17	-
	13:30	13:40	184.03	-
	13:40	13:50	202.85	-
<i>Welding</i>	13:50	14:00	652.77	-
	14:00	14:10	1363.3 0	Tidak normal
	14:10	14:20	1281.1 0	Tidak normal
	14:20	14:30	1235.8 5	Tidak normal
	14:30	14:40	1361.7 7	Tidak normal

Gambar dan tabel menunjukkan proses pengambilan data atau uji coba sensor MQ-7 yang

digunakan untuk mendeteksi kadar kandungan gas CO (karbon monoksida) di PT. XYZ. Pengujian CO di bagian *annealing* dan *rolling* masih belum melebihi nilai ambang batas, sebab saat dilaksanakan pengujian terdapat kerusakan pada travo pada perusahaan tersebut sehingga tidak menghasilkan udara yang terlalu kotor atau pekat. Namun, bagian *welding* (pengelasan) memiliki nilai yang sangat tinggi dan melebihi nilai ambang batas (>1000 ppm) dan status kualitas udara menjadi “Tidak Normal”.

Tabel 4.8 Data Nilai Error Rata-Rata MQ-7

Bagian Pekerjaan	Waktu	Nilai Rs/Ro		Nilai Error
		Alat	Data sheet	
<i>Annealing</i>	11:40-11:50	0,65	0,61	6,5 %
	11:50-12.00	0,8	0,7	14,2 %
	12.00-12.10	0,85	0,70	21,4 %
	12.10-12.20	0,9	0,7	28,5 %
	12.20-12.30	0,9	0,7	28,5 %
	12.30-12.40	0,9	0,7	28,5 %
<i>Rolling</i>	12.50-13.00	0,85	0,70	21,4 %
	13.00-13.10	0,84	0,70	20 %
	13.10-13.20	0,84	0,70	20 %

	13.20-13.30	0,69	0,60	15 %
	13.30-13.40	0,6	0,5	20 %
<i>Welding</i>	13.50-14.00	0,28	0,26	7,6 %
	14.00-14.10	0,19	0,14	35,7 %
	14.10-14.20	0,21	0,20	5 %
	14.20-14.30	0,21	0,20	5 %
	14.30-14.40	0,19	0,14	35,7 %
	Error Rata-Rata			19,56 %

Berdasarkan hasil perbandingan datasheet dengan hasil sistem alat diatas maka didapat nilai eror rata-rata sebesar 19,56 %. Adapun cara untuk mencari nilai eror rata-rata dari sensor MQ-7 yang mendeteksi dengan sumber datasheet. Berikut contoh cara untuk mendapatkan nilai eror rata-rata :

a. *Annealing* (12:10 – 12:20)

$$\begin{aligned}
 \text{Error (\%)} &= \frac{\text{Nilai alat} - \text{Nilai datasheet}}{\text{Nilai Datasheet}} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,9 - 0,7}{0,7} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,2}{0,7} \times 100 \% \\
 &= 28,5 \%
 \end{aligned}$$

b. *Welding* (13:50 – 14:00)

$$\begin{aligned}
 \text{Error (\%)} &= \frac{\text{Nilai alat} - \text{Nilai datasheet}}{\text{Nilai Datasheet}} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,28 - 0,26}{0,26} \times 100 \% \\
 &79
 \end{aligned}$$

$$= \frac{0,02}{0,26} \times 100 \%$$

$$= 7,6 \%$$

3. Pengujian Sensor DHT11

Uji coba pada sensor DHT-11 bertujuan untuk mengetahui nilai suhu dan kelembaban yang dideteksi. Waktu pemanasan pada sensor dilakukan selama 1 jam. Berikut merupakan hasil pengujian sensor DHT-11 pada rangkaian sistem pemantauan lingkungan berbasis arduino untuk mendeteksi kualitas udara, suhu, dan kelembaban :

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Sensor DHT-11

Bagian Pekerjaan	Waktu		DHT-11	Ket.
	Awal	Akhir	°C / %	
<i>Annealing</i>	11:40	11:50	38 °C/53%	-
	11:50	12:00	39 °C/49%	-
	12:00	12:10	39 °C/49%	-
	12:10	12:20	39 °C/50%	-
	12:20	12:30	40 °C/49%	Suhu Panas
	12:30	12:40	39 °C/49%	-
<i>Rolling</i>	12:50	13:00	36 °C/54%	-
	13:10	13:20	37 °C/53%	-
	13:20	13:30	38 °C/49%	-
	13:30	13:40	40 °C/46%	Suhu

				Panas
	13:40	13:50	40 °C/44%	Suhu Panas
<i>Welding</i>	13:50	14:00	40 °C/47%	Suhu Panas
	14:00	14:10	39 °C/47%	-
	14:10	14:20	40 °C/46%	Suhu Panas
	14:20	14:30	40 °C/47%	Suhu Panas
	14:30	14:40	40 °C/47%	Suhu Panas
Error Rata-Rata				

Pada gambar dan tabel diatas menunjukkan bahwa hasil pengukuran suhu dan kelembaban berada di area yang panas dan hampir tepat nilai ambang batas yang disesuaikan. Pada tiap bagian pekerjaan, suhu naik dan turun dari 39 °C - 40 °C. Bagian *welding* (pengelasan), suhu mencapai ambang batas yaitu 40 °C.

Tabel 4.10 Data Hasil Nilai Error Rata-Rata DHT-11

Bagian Pekerjaan	Waktu	Nilai		Nilai Error
		Alat (°C)	Sebenarnya (°C)	
<i>Annealing</i>	11:40-11:50	38	36	5,5 %

	11:50-12.00	39	36	8,3 %
	12.00-12.10	39	36	8,3 %
	12.10-12.20	39	36	8,3 %
	12.20-12.30	40	36	11,1 %
	12.30-12.40	39	36	8,3 %
<i>Rolling</i>	12.50-13.00	36	36	0 %
	13.00-13.10	37	37	0 %
	13.10-13.20	38	37	2,7 %
	13.20-13.30	40	37	8,1 %
	13.30-13.40	40	37	8,1 %
<i>Welding</i>	13.50-14.00	40	37	8,1 %
	14.00-14.10	39	38	2,6 %
	14.10-14.20	40	38	5,2 %
	14.20-14.30	40	38	5,2 %
	14.30-14.40	40	38	5,2 %
	Error Rata-Rata			5,9 %

Berdasarkan hasil perbandingan nilai manual dengan sistem alat diatas maka dihasilkan nilai eror rata-rata sebesar 5,9%. Adapun cara untuk mencari nilai eror rata-rata dari sensor DHT-11 yang mendeteksi dengan data sebenarnya menggunakan alat manual temperatur suhu. Berikut contoh cara untuk mendapatkan nilai eror rata-rata :

a. *Rolling* (12:50 – 13:00)

$$\begin{aligned} \text{Error (\%)} &= \frac{\text{Nilai alat} - \text{Nilai Sebenarnya}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100 \% \\ &= \frac{36-35}{35} \times 100 \% \\ &= \frac{1}{35} \times 100 \% \\ &= 2,8 \% \end{aligned}$$

b. *Welding* (14:00 – 14:10)

$$\begin{aligned} \text{Error (\%)} &= \frac{\text{Nilai alat} - \text{Nilai Sebenarnya}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100 \% \\ &= \frac{39-36}{36} \times 100 \% \\ &= \frac{3}{36} \times 100 \% \\ &= 8,3 \% \end{aligned}$$

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil yang telah didapatkan selama proses pembuatan dan proses analisa data untuk penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran untuk pengembangan yang lebih efisien dan bermanfaat.

A. Kesimpulan

1. Pembuatan sistem alat yang telah dirancang dapat menghasilkan sebuah sistem alat monitoring jika sensor mendeteksi kadar udara, suhu, dan kelembaban yang melebihi nilai ambang batas, maka akan mengeluarkan keluaran output seperti LED yang menyala berwarna merah, modul LCD yang menampilkan peringatan dan nilai ppm, serta juga buzzer yang menghasilkan suara sesuai dengan sensor yang dideteksi. Jika nilai ppm melebihi ambang batas yang ditentukan terdapat perbedaan keluaran output berupa lampu LED pada masing-masing sensor. Pada sensor MQ-135 lampu LED akan berkedip sebanyak 3 kali. Sensor MQ-7 lampu LED akan berkedip sebanyak 2 kali.

Sensor DHT-11 lampu LED berkedip sebanyak 1 kali

2. Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan perbandingan data nilai alat dengan datasheet, maka nilai eror rata-rata pada sensor MQ-135 telah didapat senilai 8,63%, nilai eror rata-rata yang didapat pada MQ-7 senilai 19,56%, dan nilai eror rata-rata pada sensor DHT-11 dengan perbandingan nilai alat dan nilai alat pengukur suhu manual didapat senilai 5,9%.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, pembuatan sistem alat ini lebih ergonomis dan efektif dalam pemantauan dan pendeteksian kualitas udara. Saran yang diberikan yaitu sistem alat ini dapat dihubungkan dengan berbasis IoT (*Internet of Things*). Sehingga, para pekerja atau bagian administrasi di PT. XYZ dapat memantau dan mendapatkan informasi tinggi rendahnya nilai ambang batas kondisi udara, suhu dan yang dideteksi pada pabrik. Dengan informasi tersebut, dapat menghibau pekerja pabrik untuk mengantisipasi pelindung diri dan mencegah beberapa penyakit pernafasan hingga kematian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler: konsep dasar dan praktis*. Universitas Brawijaya Press.
- Ibadillah, A. F., & Alfita, R. (2021). *Mikrokontroler dan Aplikasinya*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Saidal Siburian, M. M., & Mar, M. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka.
- Ma'rifah, N. S. (2023). Upaya Masyarakat dalam Penanggulangan Polusi Udara Akibat Asap Pabrik Geo Dipa Dieng Banjarnegara. *Al-DYAS*, 2(3), 612–622.
<https://doi.org/10.58578/aldyas.v2i3.1484>
- Dwi, A., Mirza, S., & Budhi, P. (2018). *Dampak Polusi Udara terhadap Asma*.
- D., & Liandy, A. (2017). *RANCANG BANGUN PEMANTAUAN GAS BERBAHAYA DAN SUHU PADA RUANGAN MELALUI WEBSITE BERBASIS ARDUINO*.
- Budi, K. S., & Pramudya, Y. (2017, October). Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembaban Dan Suhu Dengan Menggunakan Sensor Dht11 Dan Arduino Berbasis Iot. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 6, pp. SNF2017-CIP).
- Aisyiah, H. R., & Pramudijanto, I. J. (2019). *ALAT PENDETEKSI KUALITAS UDARA*.

- Jeya, M. D. Integrating AI in IoT analytics on the cloud for healthcare applications Advances in computational intelligence and robotics (ACIR) book series./D. Jeya Mala. By ALLDATASHEETCOM, P. (2015). *MQ135 WINSEN / Alldatasheet*. www.winsen-sensor.com
- Hanwei Electronics Group Corporation. Technical Data MQ-7 Gas Sensor Data Sheet (Online).
- ETC. DHT11 Humidity & Temperature Sensor Data Sheet (Online).
- Misra, Y. (2021). *Programming and Interfacing with Arduino*. CRC Press.
- Melgar, E. R., & Diez, C. C. (2012). *Arduino and kinect projects: Design, build, blow their minds*. Apress.
- Pane, S. F., Lase, F. S., & Mali, O. B. (2020). *Smart Conveyor Pada Outbound Dengan Arduino* (Vol. 1). Kreatif.
- FASILKOM, K. U. P. A. G., & AKBAR, M. F. (2021). PEMANFAATAN SENSOR MQ-135 SEBAGAI MONITORING.
- Mashuri, A. A., & Zulfa, N. (2022). Sistem Monitoring dan Pendukung Keputusan Kualitas Udara di Kota Semarang Menggunakan IoT. *Jurnal Informatika Upgris*, 8(1).
- Isma, A. (2018). *Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu Kelembaban dan Cahaya pada Rumah Walet Berbasis Mikrokontroler* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR).

- Budi, K. S., & Pramudya, Y. (2017). Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembaban Dan Suhu Dengan Menggunakan Sensor Dht11 Dan Arduino Berbasis Iot. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 6, pp. SNF2017-CIP).
- Rosa, A. A., Simon, B. A., & Lieanto, K. S. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135. *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), 23-28.
- SETIAWAN, B. (2022). Monitoring ketinggian dan volume air pada tandon di integrated laboratory Fakultas Sains dan Teknologi berbasis internet of things menggunakan bot Telegram.
- DesPortes, K., Anupam, A., Pathak, N., & DiSalvo, B. (2016). BitBlox: a redesign of the breadboard. In *Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 255-261).
- Uin, H., Maulana, S., & Banten, H. (2017). KONSEP PENELITIAN R&D DALAM BIDANG PENDIDIKAN. In *Jurnal Kajian Keislaman* (Vol. 4, Issue 2). <http://www.aftanalysis.com>
- Kuantitatif, P. P. (2016). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. *Alfabeta, Bandung*.
- Sefina Samosir, R., & Purwandari, N. (2020). *Aplikasi Literasi Digital Berbasis Web Dengan Metode R&D dan MDLC Web-*

Based Digital Literacy using R&D and MDLC Methods (Vol. 19, Issue 2).

DENDI, K. (2023). SISTEM PEMANTAU GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO₂) MENGGUNAKAN SENSOR MQ-7 DAN MQ-135 TERINTEGRASI TELEGRAM.

Tersiana, A. 2018. Metode Penelitian. Anak Hebat Indonesia.

Bangkit, A., & Umbu, S. (2023). Analisis Grafik Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-135 Untuk Menentukan Persamaan Hubungan Antara ppm dan Rs/Ro. In *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* (Vol. 11, Issue 02).

World Health Organization. (2022). Air Pollution – Fact Sheet [Online].https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

Guyton, Arthur CMD. *Text book of medical physiology*. China, 2006.

WHO, 2001. *Consultation on the Development of a Comprehensive Approach for the Prevention and Control of Chronic Respiratory Diseases*. January 2001, Geneva.

Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan No.107 Tahun 1997 Tanggal 21 November 1997 Tentang : Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara, Jakarta.

H. Eko R. (2017). Rentang Indeks Standar Pencemar Udara. *Jurnal Teknik Lingkungan ITATS*, Fakultas Teknik Sipil dan

- Perencanaan. <https://lingkungan.itats.ac.id/rentang-indeks-standar-pencemar-udara/>
- IQAir Staff Writers. (2021). *Indoor Carbon Dioxide*. United States. <https://www.iqair.com/id/newsroom/indoor-carbon-dioxide-co2>
- ASHRAE. 1989. Handbook of Fundamental Chapter 8" Physiological Principles, Comfort, and Health. USA:ASHRAE. —. 2004. Thermal Environmental Condition for Human Occupancy . Atlanta, USA.
- SNI, Departemen Pekerjaan Umum. 1993. Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi energi pada Bangunan Gedung (SK SNI T-14- 1993-03). Bandung: Yayasan Lembaga Penelitian Masalah.
- Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). (2023). Dinas Komunikasi dan Informatika Provinsi Jawa Barat. <https://arcgis.jabarprov.go.id/portal/apps/storymaps/stories/5cbe0dd241cc4630bb2ce92eabf3772c>
- Revinda imawan putra, Milda gustiana husada, & Asep nana hermana. (2018). Pengukuran dan Perolehan Error Pada Sistem Monitoring Kondisi Ban Kendaraan. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik* .
- Mahdali, Al. "OPTIMALISASI KALIBRASI SISTEM PEMANTAUAN EMISI DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR GAS." *Prosiding*

Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI). Vol. 8. No. 1.
2021.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengesahan Proposal Skripsi

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI

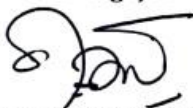
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN BERBASIS ARDUINO UNTUK MENDETEKSI KUALITAS UDARA, SUHU DAN KELEMBABAN DI PT. XYZ
Nama : Salma Nabila Prasasti
NIM : 2008096066
Program Studi : Teknologi Informasi

Telah diujikan dalam sidang komprehensif oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam program studi Teknologi Informasi.

Semarang, 22 Mei 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I



Hery Mustofa, M.Kom.

NIP. 198703172019031007

Penguji II



Mokhamad Ikliil Mustofa, M.Kom

NIP. 198808072019031010

Penguji III



Nur cahyo Hendro Wibowo, M.Kom

NIP. 197312222006041001

Penguji IV



Siti Nur Aini, M.Kom

NIP. 198401312018012001

5	Keamanan rangkaian alat bagi pengguna				✓	
6	Fungsi alat pemantauan dan deteksi sesuai				✓	

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

hasil output maintain informasi
efektifitas kualitas data normal
atau tidak normal dg meran data

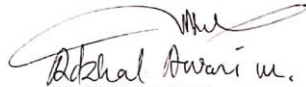
E. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, angket penilaian kelayakan desain ini dinyatakan :

1. Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- ② Layak digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak layak digunakan untuk digunakan uji coba

Mohon diberi tanda silang (X) pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

Semarang, Juni 2024
Validator


NIP.

Lampiran 3 Instrumen Validasi Desain

INSTRUMEN VALIDASI ANGKET

"Rancang Bangun Sisten Pemantauan Lingkungan
Berbasis Arduino Untuk Mendeteksi Kualitas Udara, Suhu
Dan Kelembapan Di PT.XYZ"

Nama Validator : *Abdul Arwani Mahfudh*
Instansi : *UIN WALUYONGO SEMARANG*
Tanggal Pengisian : *20 Juni 2024*

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak terhadap angket validitas desain produk yang dikembangkan. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

1. Bapak dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan memberi tanda cek (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut.
1 = Sangat Tidak Layak 4 = Layak
2 = Tidak Layak 5 = Sangat Layak
3 = Cukup Layak
2. Bapak dimohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan

C. PENILAIAN

	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
		1	2	3	4	5	
1.	Kejelasan judul lembar angket					✓	
2.	Kejelasan butir pernyataan					✓	
3.	Kejelasan petunjuk pengisian angket					✓	
4.	Ketepatan pernyataan dengan jawaban yang diharapkan				✓		
5.	Pernyataan berkaitan dengan tujuan penelitian				✓		
6.	Pernyataan sesuai dengan aspek yang ingin dicapai				✓		
7.	Pernyataan mengungkapkan informasi yang benar				✓		
8.	Pernyataan berisi satu gagasan yang lengkap				✓		
9.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami					✓	
10.	Bahasa yang digunakan efektif				✓		
11.	Penulisan sesuai EYD				✓		

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

Hasil output perlu di berikan informasi
terkait klarifikasi kualitas udara

E. KESIMPULAN

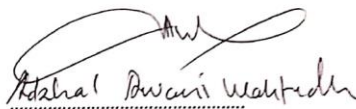
Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar instrument validasi angket ini dinyatakan :

1. Layak digunakan untuk validasi tanpa revisi
2. Layak digunakan untuk validasi setelah revisi
3. Tidak layak digunakan untuk digunakan untuk validasi

Mohon diberi tanda (X) pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak

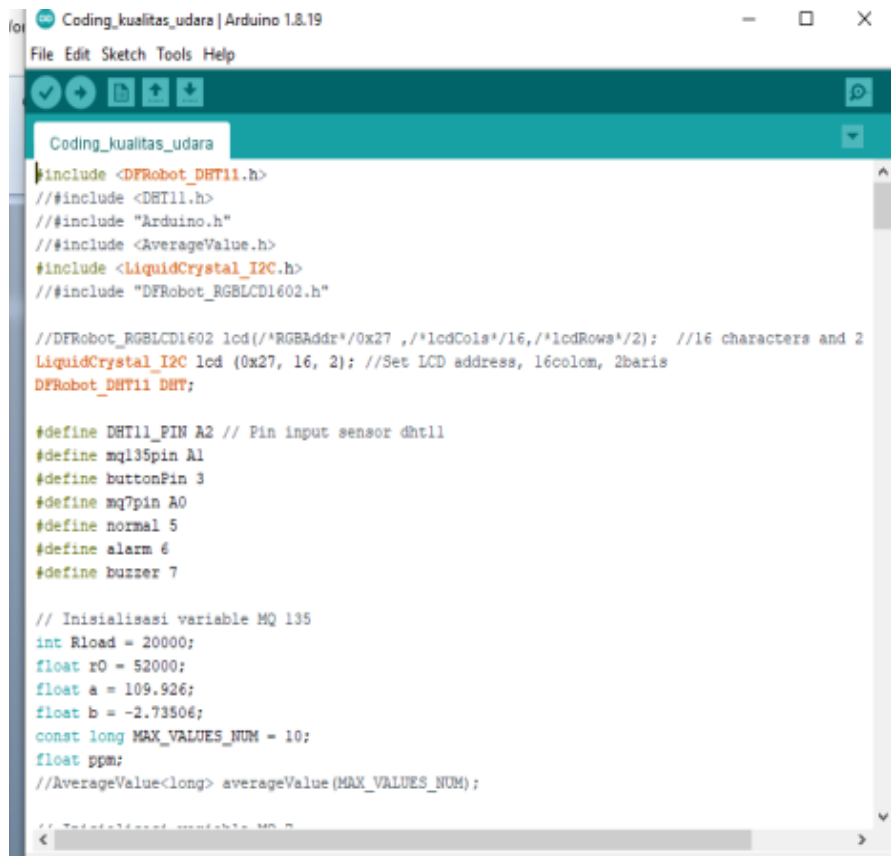
Semarang, 20 Juni 2024

Validator,



NIP. 199107032019031006

Lampiran 4 Source Code



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the file 'Coding_kualitas_udara' open. The code is written in C++ and includes several libraries and defines for a DHT11 sensor and an LCD display. The code is as follows:

```
for Coding_kualitas_udara | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Coding_kualitas_udara

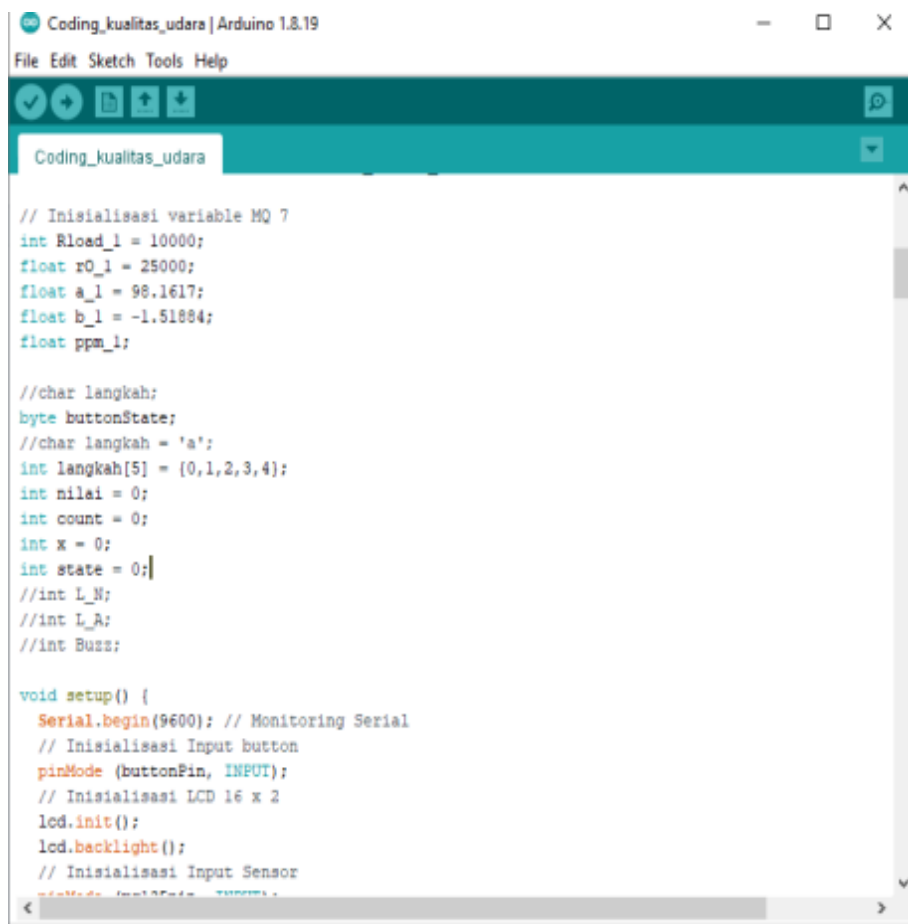
#include <DFRobot_DHT11.h>
// #include <DHT11.h>
// #include "Arduino.h"
// #include <AverageValue.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
// #include "DFRobot_RGBLCD1602.h"

// DFRobot_RGBLCD1602 lcd(*RGBAddr*/0x27 ,/*lcdCols*/16,/*lcdRows*/2); //16 characters and 2
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2); //Set LCD address, 16colom, 2baris
DFRobot_DHT11 DHT;

#define DHT11_PIN A2 // Pin input sensor dht11
#define mq135pin A1
#define buttonPin 3
#define mq7pin A0
#define normal 5
#define alarm 6
#define buzzer 7

// Inisialisasi variable MQ 135
int Rload = 20000;
float r0 = 52000;
float a = 109.926;
float b = -2.73506;
const long MAX_VALUES_NUM = 10;
float ppm;
//AverageValue<long> averageValue(MAX_VALUES_NUM);

// Inisialisasi variabel MQ 7
```



The screenshot shows the Arduino IDE interface. The title bar reads "Coding_kualitas_udara | Arduino 1.8.19". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". The toolbar contains icons for opening, saving, and running the sketch. The sketch editor displays the following code:

```
// Inisialisasi variable MQ 7
int Rload_1 = 10000;
float rO_1 = 25000;
float a_1 = 98.1617;
float b_1 = -1.51884;
float ppm_1;

//char langkah;
byte buttonState;
//char langkah = 'a';
int langkah[5] = {0,1,2,3,4};
int nilai = 0;
int count = 0;
int x = 0;
int state = 0;
//int L_N;
//int L_A;
//int Buzz;

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Monitoring Serial
  // Inisialisasi Input button
  pinMode (buttonPin, INPUT);
  // Inisialisasi LCD 16 x 2
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  // Inisialisasi Input Sensor
  pinMode (pinA, INPUT);
```

Coding_kualitas_udara | Arduino 1.8.19

File Edit Sketch Tools Help

✓ ↻ 📄 ⬆️ ⬇️ 🔍

Coding_kualitas_udara

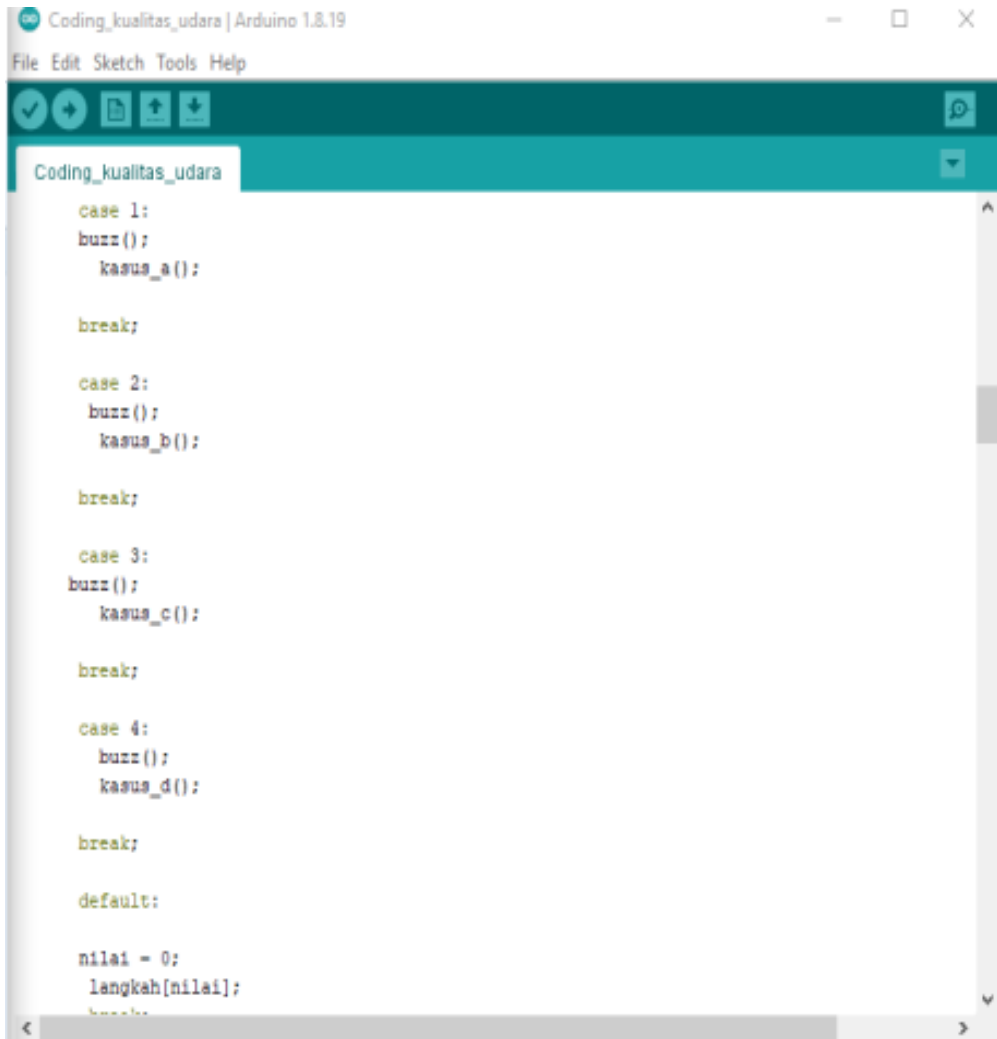
```
// Inisialisasi Input Sensor
pinMode (mq135pin, INPUT);
pinMode (mq7pin, INPUT);
pinMode (DHT11_PIN, INPUT);
pinMode (normal, OUTPUT);
pinMode (alarm, OUTPUT);
pinMode (buzzer, OUTPUT);
digitalWrite (normal, HIGH);
digitalWrite (alarm, HIGH);
digitalWrite (buzzer, HIGH);

}

void loop() {
  button();
  // read the sensor:
  DHT.read(DHT11_PIN);
  Serial.println(nilai);

  Serial.println(buttonState);
  buzz();
  switch (langkah[nilai]) {
    case 0 :
      buzz();
      kasus_0();
      break;

    case 1:
      kasus_1();
      break;
  }
}
```



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the file 'Coding_kualitas_udara' open. The code is a switch-case statement for air quality levels. The IDE has a teal header bar with the file name and standard window controls. Below the header is a toolbar with icons for saving, opening, and other functions. The code editor area contains the following code:

```
case 1:
  buzz();
  kasus_a();

  break;

case 2:
  buzz();
  kasus_b();

  break;

case 3:
  buzz();
  kasus_c();

  break;

case 4:
  buzz();
  kasus_d();

  break;

default:

nilai = 0;
langkah[nilai];
```


Coding_kualitas_udara | Arduino 1.8.19

File Edit Sketch Tools Help

Coding_kualitas_udara

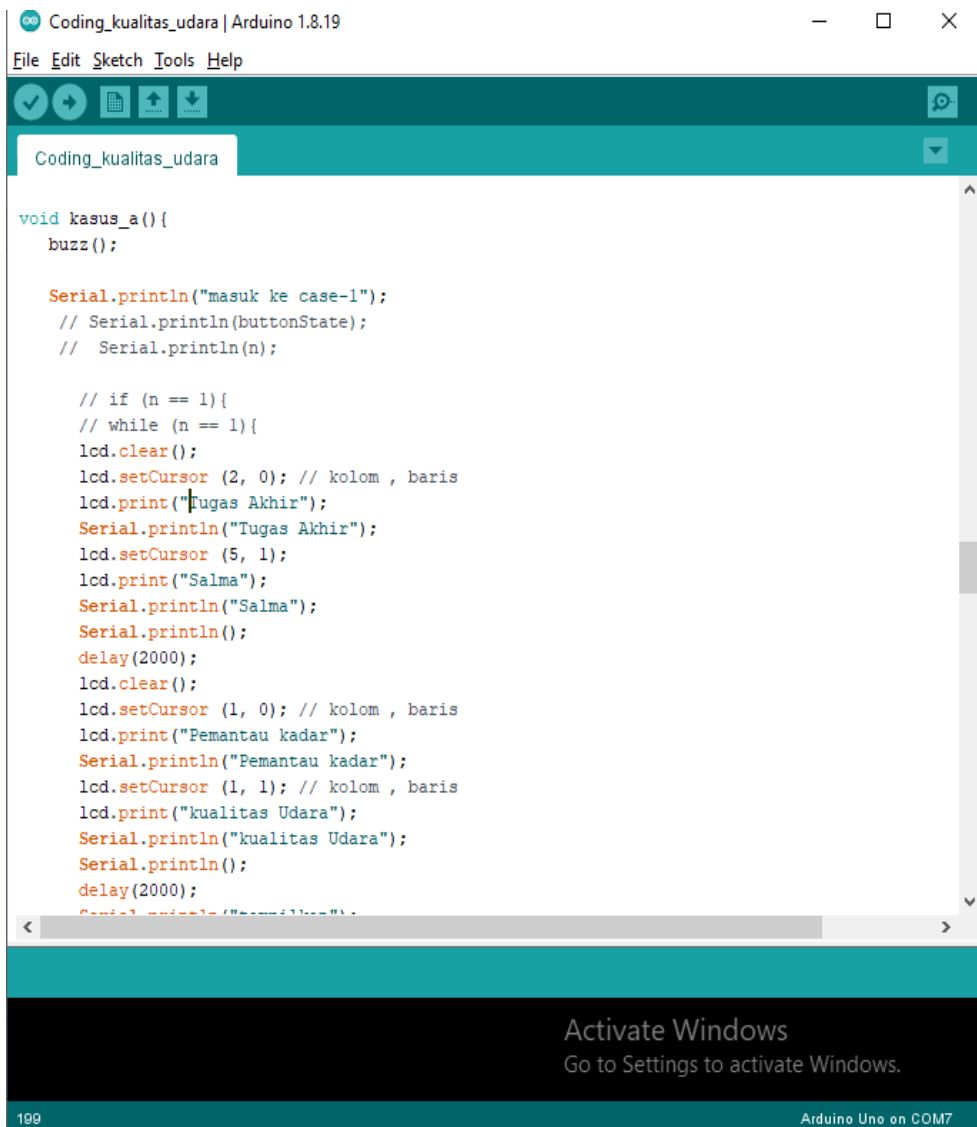
```
        break;
    } else if (x == 3){
        nilai1 = 3;
        break;
    } else if (x == 4){
        nilai1 = 4;
        x--;
        break;
    }
    case 0 :
        state = 0;
        break;
}
}

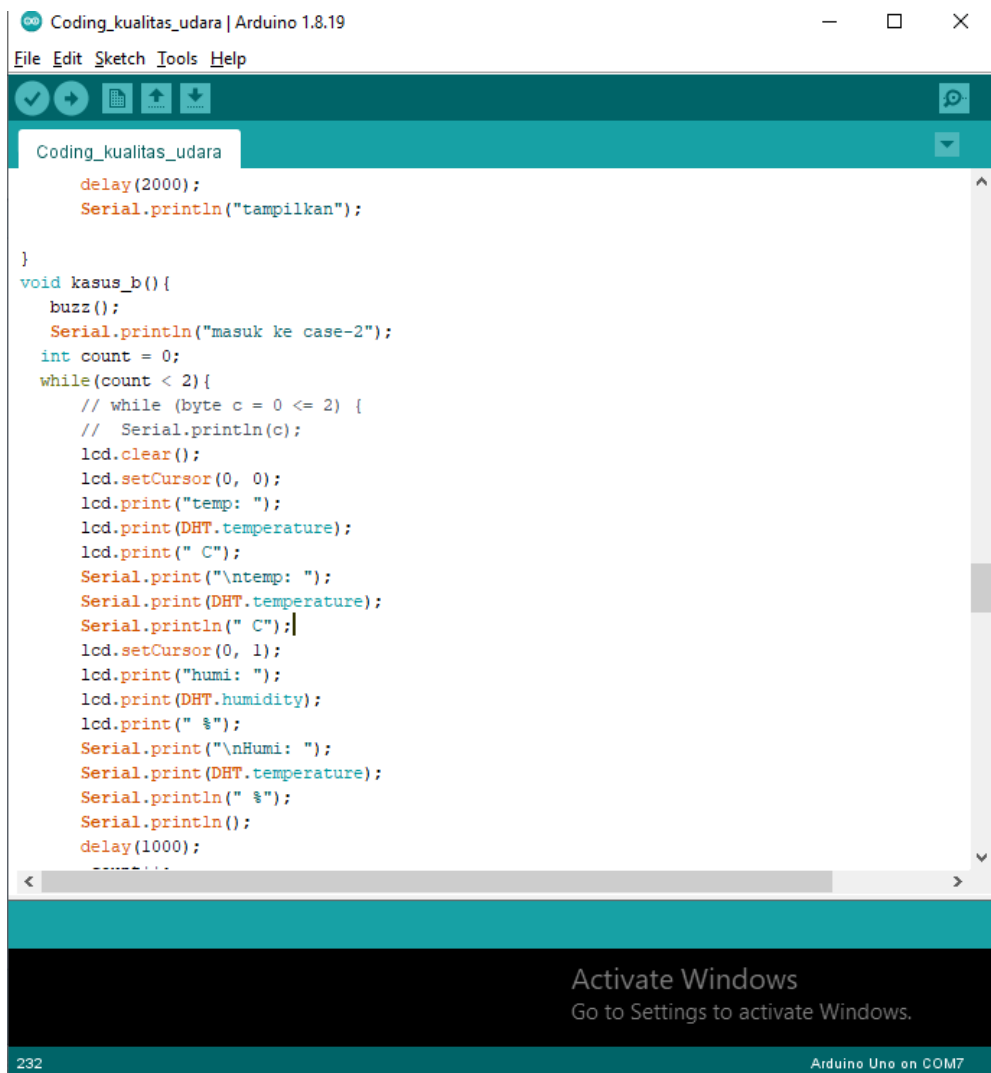
if (counter == HIGH) {
    state = 0;
}
/* else {
    langkah[nilai1++];
}*/
}

int rata2(){
    int cek = 0;
    float rataRata;
```

< >







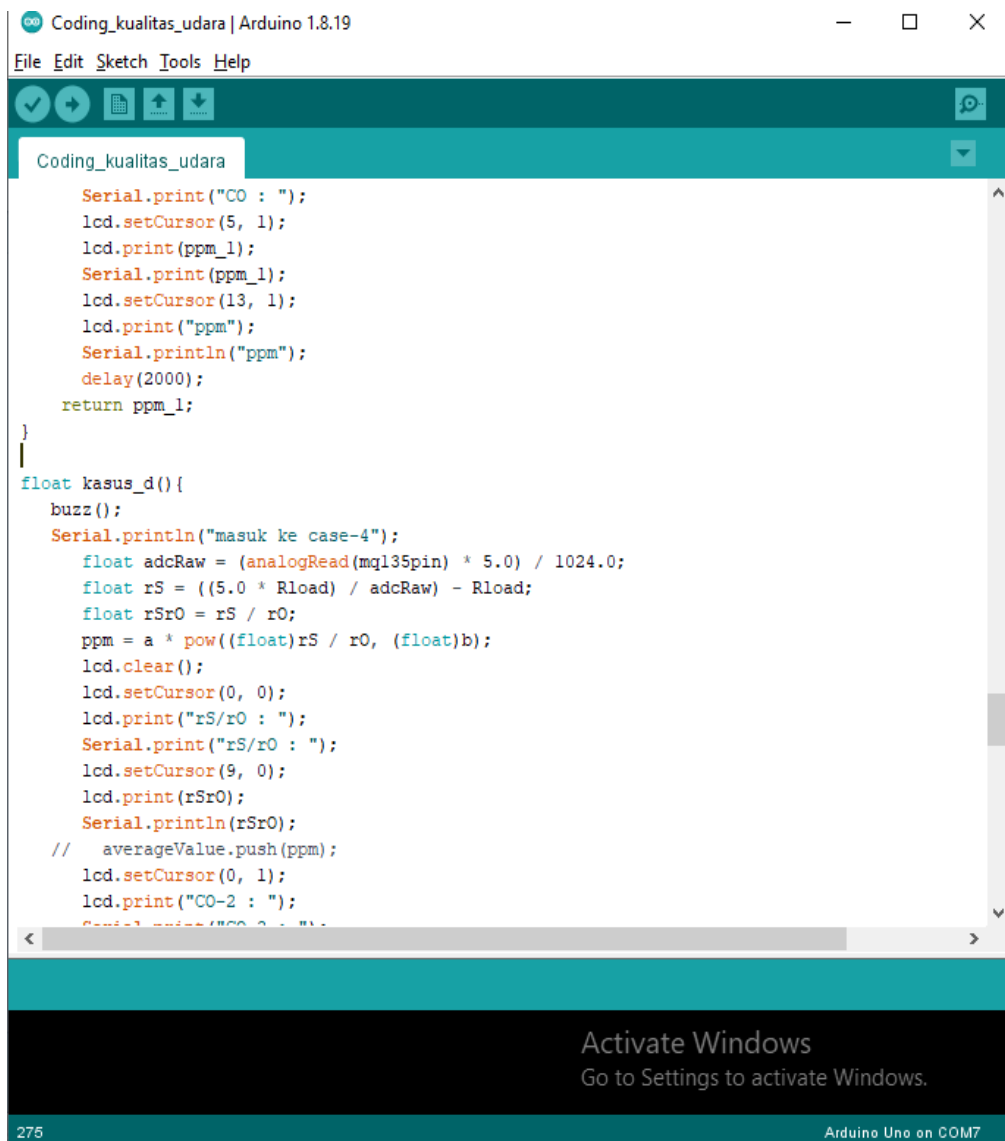
```
Coding_kualitas_udara
    delay(1000);
    count++;
}

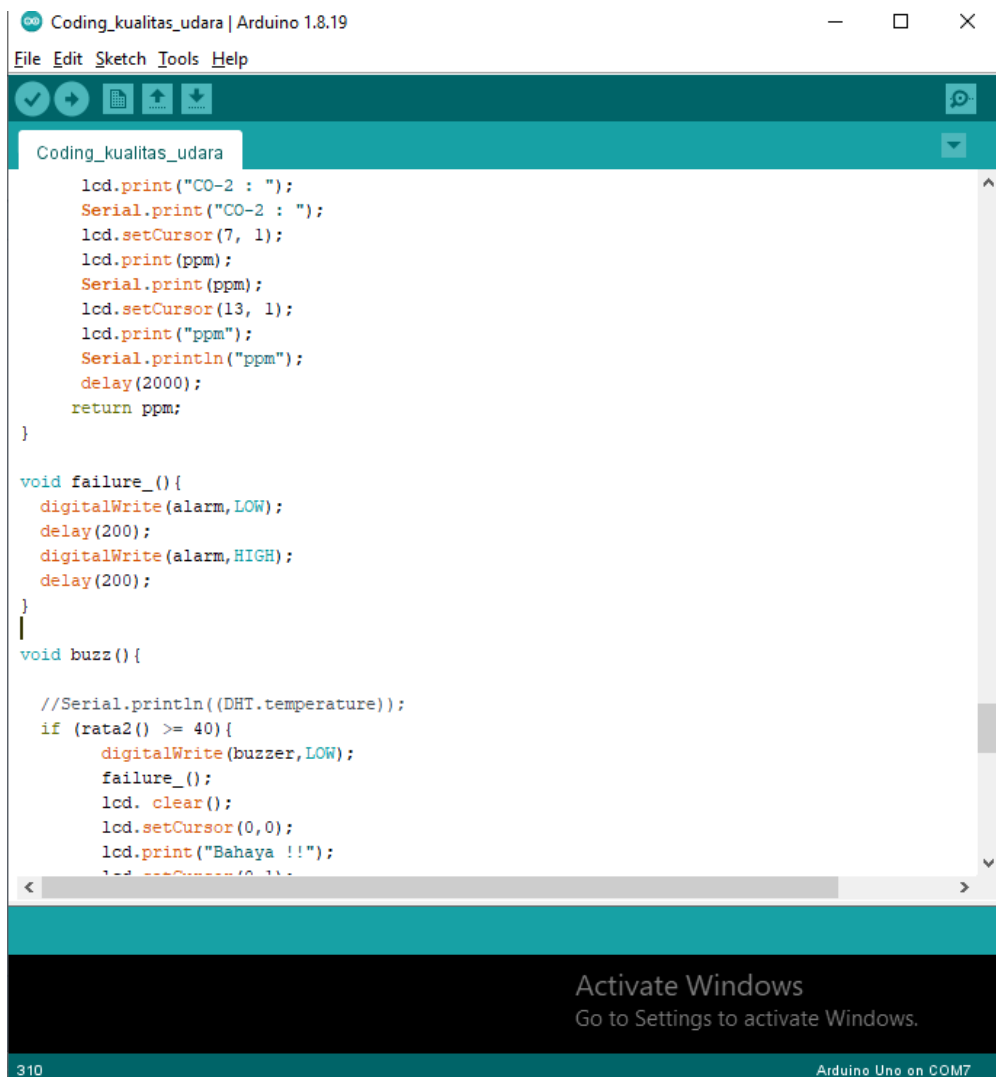
}

float kasus_c(){
    buzz();
    Serial.println("masuk ke case-3");
    float adcRaw_1 = (analogRead(mq7pin) * 5.0) / 1024.0;
    float rS_1 = ((5.0 * Rload_1) / adcRaw_1) - Rload_1;
    float rSrO_1 = rS_1 / rO_1;
    ppm_1 = a_1 * pow((float)rSrO_1, (float)b_1);
    //float ppm = 20.401*pow(rSrO,0.658);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("rS/rO : ");
    Serial.print("rS/rO : ");
    lcd.setCursor(9, 0);
    lcd.print(rSrO_1);
    Serial.println(rSrO_1);
    // averageValue.push(ppm_1);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("CO : ");
    Serial.print("CO : ");
    lcd.setCursor(5, 1);
    lcd.print(ppm_1);
    Serial.print(ppm_1);
    lcd.setCursor(12, 1);
```

Activate Windows

Go to Settings to activate Windows.





```
✓ ↻ 📄 ⬆️ ⬇️  
Coding_kualitas_udara  
    lcd.print("Bahaya !!");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("Area panas");  
    delay(2000);  
    digitalWrite(buzzer,HIGH);  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("Cari Tempat");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("yang aman");  
    delay(2000);  
} else if(ppm >= 500){  
    digitalWrite(buzzer,LOW);  
    for(byte ulang=0; ulang < 3  
    ; ulang++){  
        failure_();  
    }  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("Bahaya !!");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("Udara Tercemar");  
    delay(2000);  
    digitalWrite(buzzer,HIGH);  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("Cari Tempat");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("yang aman");  
}
```

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

```
Coding_kualitas_udara
    lcd.print( "yang aman" );
    delay(2000);
} else if(ppm_1 >= 1000){
    digitalWrite(buzzer,LOW);
    for(byte ulang=0; ulang < 2; ulang++){
        failure_();
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Bahaya !!");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Udara Tercemar");
    delay(2000);
    digitalWrite(alarm,HIGH);
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Cari Tempat");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("yang aman");
    delay(2000);
}
else{
    digitalWrite(normal,LOW);
    digitalWrite(alarm,HIGH);
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
}
}
```

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

369 Arduino Uno on COM7

Lampiran 5 Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Salma Nabila Prasasti
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 31 Juli 2002
Alamat : Jl. Candi Sukuh 04/05, Kel.
Bambankerep, Kec. Ngaliyan, Kota
Semarang, Jawa Tengah
No. Handphone : 085878627340
E-mail : salmanabilaprasasti@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

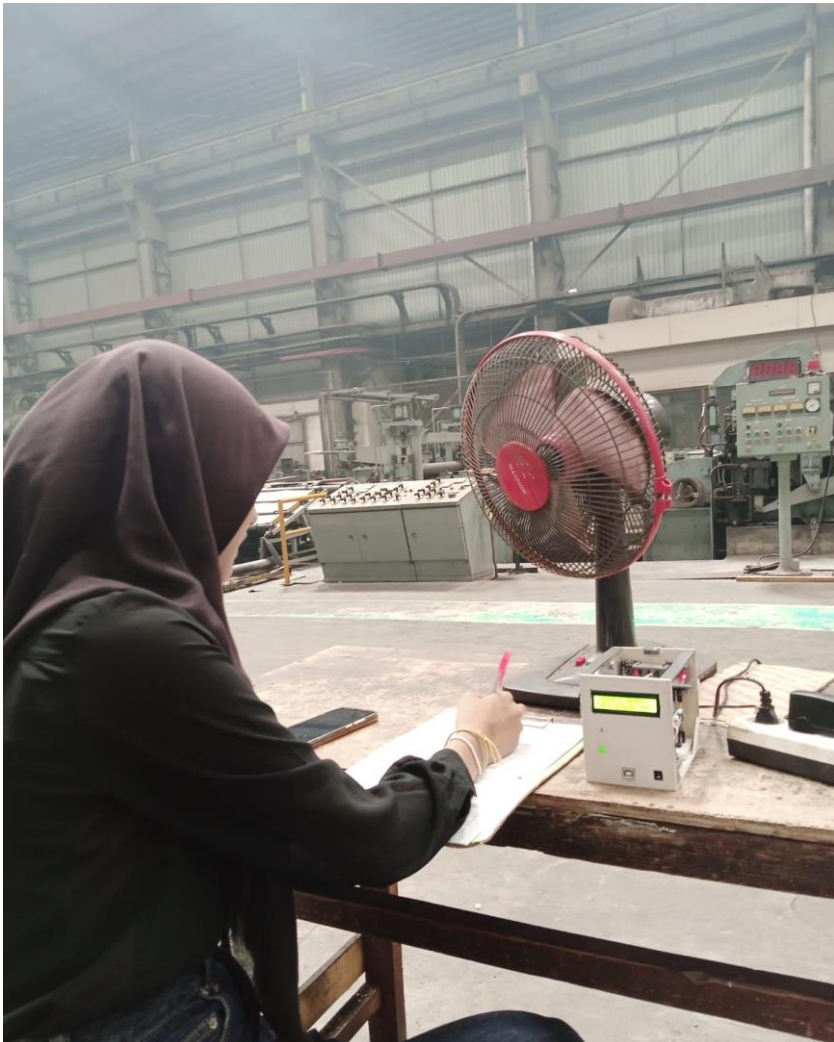
1. Pendidikan Formal

SD NEGERI Purwoyoso 03	2008-2014
SMP NEGERI 31 Semarang	2014-2017
SMA NEGERI 08 Semarang	2017-2020

Semarang, 22 Juni 2024

Salma Nabila Prasasti
NIM. 2008096066

Lampiran 6 Dokumentasi Pengujian di PT. XYZ





Lampiran 7 Surat Izin Penelitian pada PT. XYZ



SURAT KETERANGAN BUKTI TELAH MELAKUKAN KUNJUNGAN

Nomor : 001/Persn. BBM/SKK/R-ST/V/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini :

N a m a : ARIS YULIANTO, SE
Nik : 0901364
Jabatan : Kabag. Personalia & Umum
Perusahaan : PT. BESI BAJA MAKMUR
Alamat : Jl. Gatot Subroto, Kawasan Industri Candi Blok L
Kel. Purwoyoso Kec. Ngaliyan Kota S E M A R A N G

Dengan ini menerangkan, bahwa :

N a m a : Salma Nabila Prasasti
NIM : 2008096066
Fakultas / Jur. : Sains dan Teknologi / Teknologi Informasi
Judul : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Lingkungan Berbasis Arduino
Untuk Mendeteksi Kualitas Udara, Suhu dan Kelembaban di PT. XYZ

Adalah benar yang bersangkutan telah melakukan kunjungan untuk melaksanakan Riset di Perusahaan kami PT. BESI BAJA MAKMUR pada hari RABU, 28 Mei 2024.

Demikian surat keterangan ini kami buat yang sebenar – benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 29 Mei 2024



Aris Yulianto, SE
Kabag. Personalia & Umum