



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANCANGAN PERANGKAT KERAS SISTEM PEMANTAUAN
KUALITAS UDARA AEROSENSE DI LINGKUNGAN UNDIP DENGAN
MENGUNAKAN ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

WILLIAM SANJAYA

21120121130066

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2025

HALAMAN PENGESAHAN SEMENTARA

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : William Sanjaya
NIM : 21120121130066
Departemen : Teknik Komputer
Judul Tugas Akhir : Perancangan Perangkat Keras Sistem Pemantauan Kualitas Udara Aerosense di Lingkungan Undip dengan Menggunakan Arduino Uno

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

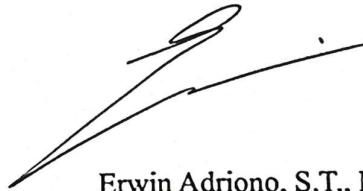
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dania Eridani, S.T., M. Eng.
NIP. 198910132015042002



Erwin Adriono, S.T., M.T.
NIP. H.7.199212262022101001

Semarang, 11 Februari 2025

Ketua Departemen Teknik Komputer



Dr. Oky Dwi Nurhayati, S.T., M.T.
NIP. 1979100220091220011

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : William Sanjaya
NIM : 21120121130066
Departemen : Teknik Komputer
Judul Tugas Akhir : Perancangan Perangkat Keras Sistem Pemantauan Kualitas Udara (AeroSense) di Lingkungan UNDIP dengan Menggunakan Arduino Uno

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Dania Eridani, S.T., M.Eng
Pembimbing II : Erwin Adriono, S.T., M.T.
Ketua Penguji : Kuntoro Adi Nugroho, S.T, M.Eng
Anggota Penguji : Arseto Satriyo Nugroho, S.T., M.Eng

()
()
()
()

Semarang, 20 Maret 2025

Ketua Departemen Teknik Komputer

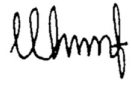


Dr. Oky Dwi Nurhayati, S.T., M.T.

NIP. 1979100220091220011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : William Sanjaya
NIM : 21120121130066
Tanda : 
Tangan
Tanggal : Semarang, 6 Desember
2024

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : William Sanjaya
NIM : 21120121130066
Departemen : TEKNIK KOMPUTER
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya berjudul:

Perancangan Perangkat Keras Sistem Pemantauan Kualitas Udara (AeroSense) di Lingkungan UNDIP dengan Menggunakan Arduino Uno beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada tanggal : 6 Desember 2024

Yang menyatakan,



(William Sanjaya)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan, yang telah mmelimpahkan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Perangkat Keras Sistem Pemantauan Kualitas Udara (AeroSense) di Lingkungan UNDIP dengan Menggunakan Arduino Uno”**.

Laporan Tugas AKhir ini dibuat sebagai syarat kelulusan serta untuk memenuhi kewajiban di Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, Penulis tentunya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, bantuan, doa, dan arahan. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dania Eridani, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, dan waktu kepada penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Erwin Adriono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, dan waktu kepada Penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Oky Dwi Nurhayati, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Komputer Universitas Diponegoro.
4. Bapak Ilmam Fauzi Hashbil Alim S.T., M.Kom. selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Komputer yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Seluruh Staf Tata Usaha dan/atau Tenaga Kependidikan Departemen Teknik Komputer yang telah bekerja dengan baik.
7. Kedua orang tua, saudara, serta keluarga terdekat yang telah memberikan dukungan secara moral dan materi, kasih sayang, doa, nasehat, serta atas kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah hidup Penulis.

8. Teman-teman Jurusan Teknik Komputer angkatan 2021 terutama teman teman wangsaff yang turut serta memberikan dukungan dan menemani selama proses kuliah hingga Tugas Akhir ini.
9. Keluarga Mahasiswa Buddhis Dharmavamsa Universitas Diponegoro yang telah memberikan dukungan dan menemani Penulis selama proses kuliah hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Raven Fajar Febriano dan Rachel Sola Gracia yang telah membantu dan menemani Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Tugas Akhir ini masih sangat membutuhkan kritik, saran, serta masukan yang dapat membantu agar Tugas Akhir ini berkembang lebih baik lagi. Penyampaian terima kasih ini akan Penulis akhiri dengan harapan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi motivasi serta inspirasi bagi pembaca.

Semarang, 6 Desember 2024

Penulis,



(William Sanjaya)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
ABSTRAK.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Metode Penelitian.....	3
1.7. Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Kajian Penelitian Terdahulu	6
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. <i>Internet Of Things</i>	7
2.2.2. Mikrokontroler	8
2.2.3. Arduino UNO.....	8
2.2.4. Sensor MQ-135	10
2.2.5. Sensor MQ-131	11
2.2.6. LORA E32-900T30D	12
2.2.7. GPS NEO-6M	14
2.2.8. Ethernet Shield	15
BAB III PERANCANGAN SISTEM	21

3.1.	Gambaran Umum Sistem	21
3.2.	Identifikasi Kebutuhan Sistem	22
3.2.1.	Kebutuhan Fungsional	22
3.2.2.	Kebutuhan Non-Fungsional	22
3.3.	Perancangan Perangkat Keras	23
3.3.1.	Skematik.....	23
3.3.2.	Layout dan Routing.....	24
3.3.3.	Assembly Komponen pada PCB.....	26
3.3.4.	Perakitan Sensor MQ-131	26
3.3.5.	Perakitan Sensor MQ-135	27
3.3.6.	Perakitan Modul LoRa	27
3.3.7.	Perakitan Modul GPS NEO 6MV2 U-BLOX.....	28
3.3.8.	Perakitan Modul Ethernet Shield	29
3.3.9.	Perancangan Komunikasi dan Konfigurasi Modul LORA	30
3.4.	Metode Pengujian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1.	Implementasi Perangkat Keras.....	32
4.1.1.	PCB Mikrokontroler	32
4.1.2.	Pemasangan Sensor.....	32
4.2.	Implementasi Firmware	34
4.2.1.	Pemrograman Perangkat Pengirim.....	34
4.2.2.	Pemrograman Perangkat Penerima	35
4.2.3.	Pemrograman Modul LoRa.....	36
4.3.	Pengujian Perangkat Keras	37
4.3.1.	Pengujian Fungsional	37
4.3.2.	Pengujian Non-Fungsional.....	38
BAB V PENUTUP.....		49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN.....		54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino UNO R3	10
Gambar 2. 2 Sensor MQ-135	11
Gambar 2. 3 Sensor MQ-131 (a) (b)	12
Gambar 2. 4 LORA E32-900T30D	13
Gambar 2. 5 PINOUT LORA E32-900T30D	13
Gambar 2. 6 GPS NEO-6M	15
Gambar 2. 7 Ethernet Shield	16
Gambar 2. 8 PCB	16
Gambar 3. 1 Rancangan Skematik Perangkat Pengirim.....	23
Gambar 3. 2 Rancangan Skematik Perangkat Penerima.....	24
Gambar 3. 3 Layout dan Routing PCB (a) (b) (c) (d)	25
Gambar 3. 4 Arduino UNO R3 Perangkat Pengirim dan Penerima (a) (b).....	26
Gambar 3. 5 Arduino UNO R3 dan Sensor MQ-131 Perangkat Pengirim	26
Gambar 3. 6 Arduino UNO R3 dan Sensor MQ-135 Perangkat Pengirim	27
Gambar 3. 7 Arduino UNO R3 dan LoRa Perangkat Pengirim dan Penerima (a) (b)	28
Gambar 3. 8 Arduino UNO R3 dan GPS NEO Perangkat Pengirim	29
Gambar 3. 9 Arduino UNO R3 dan Ethernet Shield Perangkat Penerima.....	29
Gambar 4. 1 PCB dan Arduino UNO R3 Perangkat Pengirim dan Penerima (a) (b)	32
Gambar 4. 2 Pemasangan Sensor (a) (b) (c) (d) (e) (f)	33
Gambar 4. 3 Alat yang sudah Diberikan Casing (a) (b).....	34
Gambar 4. 4 Flowchart Pemograman Perangkat Pengirim.....	35
Gambar 4. 5 Flowchart Pemograman Perangkat Penerima	36
Gambar 4. 6 Hasil Pemrograman modul LORA	37
Gambar 4. 7 Hasil pengiriman ke server.....	37
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Data Sensor Sebelum Kalibrasi dengan Hasil Uji Lab Teknik Lingkungan	39

Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Data Sensor Sebelum dan Sesudah Kalibrasi dengan Hasil Uji Lab Teknik Lingkungan	40
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Data Sensor Sebelum Kalibrasi dengan Hasil Uji Lab Teknik Lingkungan	41
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Data Sensor Sebelum dan Sesudah Kalibrasi dengan Hasil Uji Lab Teknik Lingkungan	42
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Data Sensor Sebelum Kalibrasi dengan Hasil Uji Lab Teknik Lingkungan	43
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Data Sensor Sebelum dan Sesudah Kalibrasi dengan Hasil Uji Lab Teknik Lingkungan	44
Gambar 4. 14 Pengujian Modul LoRa	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Terdahulu	6
Tabel 2. 2 PINOUT LORA E32-900T30D.....	13
Tabel 3. 1 Antar Muka Sensor MQ-131.....	26
Tabel 3. 2 Antar Muka Sensor MQ-135	27
Tabel 3. 3 Antar Muka LoRa.....	28
Tabel 3. 4 Anatar Muka GPS NEO	29
Tabel 4. 1 Pengujian Fungsional.....	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian LoRa.....	46
Tabel 4. 3 Pengujian Modul GPS	47
Tabel 4. 4 Pengujian Modul GPS (2)	48

ABSTRAK

Pencemaran udara yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti transportasi dan limbah industri, menjadi masalah serius yang berdampak buruk pada kesehatan manusia dan lingkungan. Penurunan kualitas udara akibat peningkatan konsentrasi zat pencemar, seperti CO, CO₂, NO₂, dan O₃, sering kali diabaikan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang perangkat keras sistem pemantauan kualitas udara berbasis mikrokontroler Arduino UNO yang dapat mendeteksi parameter pencemaran udara.

Metode penelitian melibatkan perancangan perangkat keras menggunakan Arduino UNO sebagai pengolah data utama, yang dilengkapi dengan sensor gas untuk mendeteksi konsentrasi CO, CO₂, NO₂, dan O₃. Sistem ini dirancang agar mampu mengelola, menyimpan, dan menampilkan data kualitas udara secara real-time. Perangkat keras juga dirancang untuk saling terhubung dan dapat berkomunikasi antar unit untuk pengiriman data yang lebih efektif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat keras yang dirancang berhasil mendeteksi konsentrasi gas pencemar. Dilakukan pengujian pada setiap sensor; kemudian didapatkan persentase error dari sensor CO MQ-135 yaitu nol koma satu persen, sensor O₃ MQ-131 yaitu nol koma tiga delapan tujuh lima persen, dan sensor NO₂ MQ-131 yaitu, nol koma delapan enam tujuh persen. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan persentase error dari setiap sensor kurang dari lima persen, ini menunjukkan bahwa akurasi sensor cukup akurat. Informasi yang diperoleh dari sistem ini ditampilkan secara real-time dan dapat digunakan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai kondisi kualitas udara di sekitar. Dengan hasil ini, sistem yang dikembangkan memiliki potensi untuk diterapkan dalam skala yang lebih luas sebagai alat pemantauan kualitas udara.

Kata Kunci : Kualitas Udara, Arduino UNO, Sistem Pemantauan, Konsentrasi Gas

ABSTRACT

Air pollution caused by human activities, such as transportation and industrial waste, is a serious problem that has a negative impact on human health and the environment. The decline in air quality due to increased concentrations of pollutants, such as CO, CO₂, NO₂, and O₃, is often ignored. This study aims to design an air quality monitoring system hardware based on the Arduino UNO microcontroller that can detect air pollution parameters.

The research method involves designing hardware using Arduino UNO as the main data processor, which is equipped with gas sensors to detect the concentration of CO, CO₂, NO₂, and O₃. This system is designed to be able to manage, store, and display air quality data in real time. The hardware is also designed to be interconnected and can communicate between units for more effective data delivery.

The results of the study showed that the designed hardware successfully detected the concentration of pollutant gases. Tests were carried out on each sensor, then the error percentage of the CO MQ-135 sensor was obtained, namely zero point one percent, the O₃ MQ-131 sensor was zero point three eight seven five percent, and the NO₂ MQ-131 sensor was, zero point eight six seven percent. Based on the test results that have been carried out, the percentage of error from each sensor is less than five percent, this shows that the accuracy of the sensor is quite accurate. The information obtained from this system is displayed in real-time and can be used to provide a better understanding of the condition of the surrounding air quality. With these results, the developed system has the potential to be applied on a wider scale as an air quality monitoring tool.

Keywords : *Air Quality, Arduino UNO, Monitoring System, Gas Concentration*