

IMPLEMENTASI SISTEM IOT UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DI PT XL AXIATA TBK

IBNU RASYA RAMADHAN



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Implementasi Sistem IoT untuk Pemantauan Kualitas Udara di PT XL Axiata Tbk” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Ibnu Rasya Ramadhan
NIM.J0304201031



ABSTRAK

IBNU RASYA RAMADHAN. Implementasi Sistem IoT Untuk Pemantauan Kualitas Udara Di PT XL Axiata Tbk (*Implementation of IoT System for Air Quality Monitoring at PT XL Axiata Tbk*). Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti M.Sc.

PT XL Axiata Tbk berkomitmen menciptakan lingkungan kerja sehat dengan menjaga kualitas udara di kantor. Polusi eksternal, kendaraan bermotor, dan aktivitas kantor mempengaruhi kualitas udara, sehingga diperlukan pemantauan *real-time* yang mudah dipahami. Data Dinas Lingkungan Hidup Jakarta Bulan September 2023 menunjukkan kualitas udara di Jakarta pada September 2023 melebihi batas standar baik, dengan rata rata 91,3 (Sedang). Metode konversi Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 digunakan untuk menerjemahkan data kualitas udara menjadi lebih mudah dipahami.

Penelitian di PT XL Axiata Tbk menggunakan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT dengan *microcontroller* ESP32, sensor PMS5003, dan sensor MQ7 untuk memonitor lingkungan kerja. Sistem ini memberikan informasi *real-time* tentang kondisi udara. Proyek ini berhasil mengimplementasikan sistem IoT untuk pemantauan kualitas udara, memanfaatkan metode ISPU untuk mengolah data sensor dan memberikan indikasi kualitas udara yang mudah dimengerti dan dapat diakses secara *real-time* menggunakan *prototyping method*.

Kata kunci: ISPU, Kualitas Udara, Sistem IoT.

ABSTRACT

IBNU RASYA RAMADHAN. *Implementation of IoT System for Air Quality Monitoring at PT XL Axiata Tbk*. Supervised by Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti M.Sc.

PT XL Axiata Tbk is committed to creating a healthy work environment by maintaining office air quality. External pollution, motor vehicles, and office activities affect air quality, necessitating *real-time* monitoring. Dinas Lingkungan Hidup Jakarta 2023 data shows Jakarta's air quality in September 2023 exceeded the standard limit of good, with mean 91,3 in category "Sedang". ISPU conversion method, as per Minister of Environment Decree No. P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020, translates air quality data into an easily understood format.

Research at PT XL Axiata Tbk involved an IoT-based air quality monitoring system using an ESP32 microcontroller, PMS5003 sensor, and MQ7 sensor. This system provides *real-time* information, quickly identifies air quality issues, and supplies accurate data for corrective actions. The project successfully implemented an IoT system for air quality monitoring, utilizing the ISPU method to process sensor data and provide easy-to-understand air quality indications using *prototyping method*.

Keywords: Air Quality, ISPU, IoT System.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IMPLEMENTASI SISTEM *IOT* UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DI PT XL AXIATA

IBNU RASYA RAMADHAN

Laporan Proyek Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

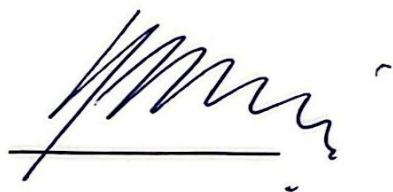
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Dosen Penguji pada Sidang:
Dr. Heru Sukoco, S.Si, M.T.

Judul Proyek akhir : Implementasi Sistem IoT untuk Pemantauan Kualitas Udara di PT XL Axiata Tbk
Nama : Ibnu Rasya Ramadhan
NIM : J0304201031

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty S.Si., M.Si.
NPI. 201811198611192014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat., M.T.
NIP. 196607171992031003



Tanggal Ujian:
(Selasa, 9 Juli 2024)

Tanggal Lulus:
()

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga proyek akhir ini ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam proyek akhir yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2023 sampai bulan April 2024 ialah *monitoring* lingkungan kerja dengan menggunakan sistem IoT, dengan judul “Implementasi Sistem IoT untuk Pemantauan Kualitas Udara di PT XL Axiata Tbk”.

Proses pengerjaan proyek akhir ini tentu tidak dapat dilakukan tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah, Ibu, Kaka serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang kepada penulis.
2. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer Dr. Inna Novianty S.Si., M.Si.
3. Dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti M.Sc. yang telah membimbing dan banyak memberi saran kepada penulis.
4. Dosen Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan Dimas Ardi Prasetya S.T., M.Si. yang telah membantu penulis tentang teori pencemaran udara.
5. Fatin Nadhira yang senantiasa mendukung pengerjaan proyek akhir penulis.
6. Bapak Rusdi Rusdiantoro, Bapak Kahfi Frimanda selaku mentor penulis serta jajaran manajemen dan *human resource* PT XL Axiata Tbk. yang telah memberi izin penelitian proyek akhir.

Penulis mengutip perkataan dari Umar bin al-Khattab yang selalu memotivasi penulis dalam pengerjaan proyek akhir ini “Pada dasarnya takdir Allah itu baik, meskipun terkadang perlu air mata untuk menerimanya”.

Semoga karya ilmiah proyek akhir ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Ibnu Rasya Ramadhan



DAFTAR ISI

PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kualitas Udara	4
2.2 Pencemaran Udara	4
2.3 Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)	5
2.4 <i>Internet of Things (IoT)</i>	7
2.5 Metode Analisis Deskriptif	8
2.6 Sensor PMS5003	8
2.7 Sensor MQ7	9
2.8 <i>Microcontroller ESP 32</i>	9
2.9 Firebase	9
2.10 <i>Software Arduino IDE</i>	10
2.11 <i>Prototyping Method</i>	10
2.12 Model Gaussian	10
2.13 Model Box	11
III METODE	12
3.1 Lokasi dan Waktu Proyek Akhir	12
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	12
3.3 Alat dan Bahan	12
3.4 Prosedur Kerja	14
3.5 Matriks Rencana Proyek Akhir	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 <i>Communication</i>	16
4.2 <i>Quick Plan</i>	16
4.3 <i>Modeling Quick Design</i>	19



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

4.4	<i>Construction of prototype</i>	28
4.5	Analisis Deskriptif	37
V	SIMPULAN DAN SARAN	40
5.1	Simpulan	40
5.2	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA	41
	RIWAYAT HIDUP	43



DAFTAR TABEL

1	Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU	6
2	Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	7
3	Alat	12
4	Bahan	13
5	Software	13
6	Matriks Rencana Proyek Akhir	15
7	<i>Description of Functionalities & Feature</i>	17
8	<i>Requirements of the Product</i>	18
9	Konfigurasi PIN	21
10	Faktor Emisi Kendaraan Bermotor Lama di Indonesia (Kategori Umum) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12/2010	31
11	Besar Laju Emisi per Unit Pencemar PM10	32
12	Perbandingan Perolehan Data Alat dan Model Gaussian PM10	33
13	Besar Laju Emisi per Unit Pencemar CO	33
14	Perbandingan Perolehan Data Alat dan Model Gaussian CO	34
15	Analisis Deskriptif pada Parkiran Motor dan Ruangan Kantor	38

DAFTAR GAMBAR

1	Indeks Kualitas Udara Jakarta September 2023	1
2	Sensor PMS5003	8
3	Sensor MQ7	9
4	<i>Microcontroller</i> ESP32	9
5	<i>Prototyping Method</i> (Pressman 2010)	14
6	Diagram Alir	19
7	Blok Diagram	19
8	Arsitektur Desain	20
9	Rangkaian dan Tata Letak PIN	20
10	<i>Logic</i> Program untuk Kategori ISPU	22
11	Desain <i>UI/UX Website</i>	23
12	Desain Tampilan LCD	24
13	Desain Alat Tampak Atas	24
14	Desain Alat Keseluruhan	25
15	Desain Tampak Depan	25
16	Desain Alat Tampak Belakang	26
17	Desain Alat Tampak Samping Kanan	26
18	Desain Alat Tampak Samping Kiri	27
19	Desain Penutup Alat	27
20	Rangkaian Alat	28
21	Pengujian Fungsi Alat	28
22	Tampak Depan Alat	29
23	Tampak Belakang Alat	29
24	Tampak Dalam Alat	30
25	Tampak Samping Kanan Alat	30
26	Manajemen Data Firebase	34
27	<i>Rule Database</i> Firebase	35
28	Perhitungan <i>Epoch Timestamp</i>	35
29	Tampilan <i>Website</i> pada <i>Browser Desktop</i>	36
30	Tampilan <i>Website</i> pada <i>Browser Mobile</i>	37