



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**RANCANG BANGUN *SMART EXHAUST* BERDASARKAN
INDEKS STANDAR PENCEMARAN UDARA (ISPU)
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

TUGAS AKHIR

Moh. Ilham Zidane Suprpto
2303321094

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SENSOR SERTA
AKTUATOR PADA *SMART EXHAUST* BERDASARKAN
INDEKS STANDAR PENCEMARAN UDARA (ISPU)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga

MOH. ILHAM ZIDANE SUPRAPTO

2303321094

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Moh. Ilham Zidane Suprpto

NIM : 2303321094

Tanda Tangan :

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Tanggal : 2 Juli 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Moh. Ilham Zidane Suprpto
NIM : 2303321094
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Smart Exhaust* Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Berbasis *Internet of Things*
Subjudul Tugas Akhir : Perancangan dan Implementasi Sensor serta Aktuator pada Sistem *Smart Exhaust* Berbasis IoT

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Kamis, 02 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Iwa Sudradjat, S.T., M.T.
NIP. 196106071986011002

Depok, 15 Juli 2026
Disahkan Oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr., Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir berjudul "Rancang Bangun Smart Exhaust Berdasarkan ISPU Berbasis Internet of Things" ini berfokus pada perancangan dan implementasi perangkat keras sistem smart exhaust berbasis Internet of Things. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor PMS5003 untuk mendeteksi konsentrasi PM2.5, sensor BME680 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta ESP32 sebagai mikrokontroler yang mengintegrasikan sensor dengan aktuator berupa exhaust fan dan indikator kondisi udara. Hasil pembacaan sensor ditampilkan secara lokal melalui LCD dan dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk pemantauan secara real-time.

Dalam setiap bagian dalam penelitian ini tentu melekat jasa dan kontribusi dari banyak orang. Untuk itu walau jelas tak cukup untuk membalasnya peneliti wajib mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan pelayanan yang baik kepada semua mahasiswa untuk kelancaran studi.
2. Bapak Ihsan Auditia Akhinov, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Elektronika Industri Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Iwa Sudrajat, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membimbing dan mendukung saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.



Hak Cipta :

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

4. Seluruh dosen Program Studi Elektronika Industri Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta yang memberikan ilmu selama penulis mengemban pendidikan di Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.
5. Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta. Kepada Ayah, terima kasih atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, dan dukungan yang senantiasa menguatkan penulis dalam setiap langkah. Kepada mendiang Ibu tercinta, meskipun tidak lagi mendampingi penulis secara langsung, kasih sayang, doa, dan nilai-nilai kehidupan yang telah Ibu tanamkan akan selalu menjadi kekuatan dan penyemangat bagi penulis. Semoga karya sederhana ini menjadi salah satu bentuk penghormatan dan ungkapan terima kasih penulis kepada kedua orang tua.
6. Terima kasih kepada Khairafasha Ardiyani seseorang yang selalu menjadi tempat pulang di tengah lelahnya perjalanan. Terima kasih telah hadir dengan ketulusan, menemani setiap proses, mendengarkan setiap keluh kesah, menguatkan setiap keraguan, serta memberikan semangat di saat penulis merasa lelah dan hampir menyerah. Terima kasih karena telah percaya pada penulis, bahkan ketika penulis meragukan kemampuan diri sendiri. Kehadiranmu menjadi salah satu alasan penulis mampu bertahan dan menyelesaikan setiap tahapan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Setiap doa, perhatian, dan dukungan yang diberikan memiliki arti yang sangat besar bagi penulis.
7. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah memberikan bantuan, masukan, saran, serta dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Depok, 2 Juli 2026

Penulis
Moh. Ilham Zidane. S



Hak Cipta :

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

Rancang Bangun *Smart Exhaust* Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Berbasis *Internet of Things*

Abstrak

Kualitas udara dalam ruangan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kesehatan, terutama akibat tingginya konsentrasi partikulat PM2.5. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem *Smart Exhaust* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau kualitas udara serta mengendalikan *exhaust fan* secara otomatis berdasarkan nilai Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Sistem menggunakan sensor PMS5003 untuk mengukur konsentrasi PM2.5, sensor BME680 untuk memantau suhu dan kelembapan, serta ESP32 sebagai pengendali utama. Data hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 16×2 dan aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi. Pengujian konektivitas *hardware* menggunakan multimeter pada mode *continuity* menunjukkan seluruh jalur koneksi antarperangkat telah terhubung sesuai dengan wiring yang dirancang. Hasil pengujian sensor menunjukkan PMS5003 mampu mendeteksi perubahan konsentrasi PM2.5 secara real-time dengan rentang pengukuran 84–138 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan sensor BME680 mampu menampilkan data suhu dan kelembapan secara stabil. Hasil perbandingan dengan data Stasiun Pemantauan Kualitas Udara (SPKU) menunjukkan tingkat kesesuaian kategori kualitas udara sebesar 80% pada pengujian di GBK dan 100% pada pengujian di Lubang Buaya. Selain itu, relay berhasil mengendalikan *exhaust fan* sesuai logika berbasis nilai ISPU, yaitu aktif ketika kualitas udara memburuk dan nonaktif setelah kualitas udara membaik. Berdasarkan hasil tersebut, sistem *Smart Exhaust* yang dirancang mampu melakukan monitoring kualitas udara secara *real-time* serta mengendalikan *exhaust fan* secara otomatis maupun manual dengan baik.

Kata kunci: Smart Exhaust, PM2.5, ISPU, ESP32, IoT.



Hak Cipta :

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

*Smart Exhaust Design Based on Air Pollution Standard Index (ISPU) Using
Internet of Things*

Abstract

Indoor air quality is an important factor affecting human health, particularly due to high concentrations of PM_{2.5} particulate matter. This study aimed to design and develop an Internet of Things (IoT)-based Smart Exhaust system capable of monitoring indoor air quality and automatically controlling an exhaust fan based on the Air Pollution Standard Index (ISPU). The system utilizes a PMS5003 sensor to measure PM_{2.5} concentration, a BME680 sensor to monitor temperature and humidity, and an ESP32 as the main controller. The measurement data are displayed on a 16×2 LCD and the Blynk application via a WiFi network. Hardware connectivity testing using a digital multimeter in continuity mode showed that all inter-device connections were properly connected according to the designed wiring. The sensor performance test demonstrated that the PMS5003 was capable of detecting real-time changes in PM_{2.5} concentration within a measurement range of 84–138 µg/m³, while the BME680 sensor provided stable temperature and humidity readings. Comparison with data from the Air Quality Monitoring Station (SPKU) showed an air quality category conformity of 80% for testing at GBK and 100% for testing at Lubang Buaya. Furthermore, the relay successfully controlled the exhaust fan based on the ISPU value, activating it when air quality deteriorated and deactivating it when air quality improved. These results indicate that the proposed Smart Exhaust system is capable of real-time indoor air quality monitoring and reliable automatic and manual exhaust fan control.

Keywords: *Smart Exhaust, PM_{2.5}, ISPU, ESP32, IoT.*



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak.....	vii
Abstract.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Luaran.....	4
BAB II.....	5
2.1. Kualitas Udara.....	5
2.2. Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU).....	6
2.3. Sensor Particulate Matter (PMS5003).....	7
2.4. Sensor Kondisi Lingkungan (BME680).....	9
2.5. Mikrokontroler ESP32.....	11
2.6. Relay.....	14
2.7. Exhaust Fan.....	16
BAB III.....	19
3.1. Rancangan Alat.....	19
3.1.1. Deskripsi Alat.....	19
3.1.2. Cara Kerja Alat.....	21
3.1.3. Spesifikasi Alat.....	22
3.1.4. Diagram Blok.....	25
3.2. Realisasi Alat.....	28
3.2.1. Struktur Smart Exhaust.....	28
3.2.2. Diagram Interkoneksi Modul.....	29
3.2.3. Realisasi Modul Catu Daya Sistem.....	31
3.2.4. Realisasi Modul Sensor Pembaca Particulate Matter.....	32
3.2.5. Realisasi Modul Sensor Pembaca Kondisi Lingkungan.....	32



Hak Cipta :

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

3.2.6. Realisasi Modul Pemroses dan Pengendali Sistem.....	33
3.2.7. Realisasi Antramuka Monitoring IoT.....	33
3.2.8. Realisasi Modul Display Informasi.....	34
3.2.9. Realisasi Modul Pengendali Aktuator dan Indikator.....	34
BAB IV.....	37
4.1. Pengujian Perbandingan Nilai PM2.5 dengan Stasiun Pemantauan Kualitas Udara (SPKU).....	37
4.1.1. Deskripsi Pengujian.....	37
4.1.2. Prosedur Pengujian.....	38
4.1.3. Hasil Pengujian.....	38
4.2. Pengujian Konektivitas Hardware.....	42
4.2.1. Deskripsi Pengujian.....	42
4.2.2. Prosedur Pengujian.....	43
4.2.3. Hasil Pengujian.....	43
BAB V.....	47
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	51
LAMPIRAN.....	52

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PMS5003.....	7
Gambar 2.2 Bentuk Fisik Sensor BME680.....	9
Gambar 2.3 Modul Sensor BME680.....	10
Gambar 2.4 ESP32 DevKit V1.....	12
Gambar 2.5 Pinout ESP32 DevKit V1.....	12
Gambar 2.6 Relay.....	14
Gambar 2.7 Struktur Relay.....	15
Gambar 2.8 Exhaust Fan.....	17
Gambar 3.1 Diagram Blok Smart Exhaust.....	25
Gambar 3.2 Struktur Smart Exhaust.....	28
Gambar 3.3 Interkoneksi / Wiring Modul.....	29
Gambar 4.1 Penempatan Alat dengan SPKU.....	37
Gambar 4.2 Pengujian Konektivitas Hardware.....	46



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Exhaust Fan.....	18
Tabel 3.1 Spesifikasi Smart Exhaust.....	24
Tabel 3.2 Konfigurasi Pin ESP32.....	31
Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Smart Exhaust dengan SPKU (GBK).....	38
Tabel 4.2 Data Hasil Perbandingan Sensor PMS5003 (Lubang Buaya).....	40
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Konektivitas Antarperangkat.....	43



Hak Cipta :

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kualitas udara dalam ruangan (*indoor air quality*) telah menjadi perhatian serius, karena manusia menghabiskan lebih dari 80% waktunya di ruangan tertutup. Salah satu polutan yang menjadi perhatian utama adalah *Particulate Matter 2.5* (PM2.5). Mengingat dimensinya yang sangat kecil, partikel ini mampu menembus sistem pernapasan hingga masuk ke aliran darah melalui paru-paru sehingga berpotensi menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, seperti penyakit pernapasan, serta risiko kesehatan jangka panjang akibat paparan secara terus-menerus. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah merespon urgensi tersebut dengan menerbitkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) sebagai acuan nasional dalam menentukan kategori kualitas udara. Regulasi tersebut menjadi landasan penting dalam menilai tingkat kebersihan udara secara objektif, sehingga diperlukan suatu sistem pemantauan yang mampu menyajikan informasi kualitas udara secara akurat dan *real-time* sebagai dasar pengambilan tindakan untuk menjaga kesehatan masyarakat.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem pemantauan kualitas udara yang akurat, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah mendorong lahirnya berbagai perangkat pemantauan lingkungan berbasis sensor cerdas. Salah satu sensor partikulat yang banyak digunakan dalam penelitian adalah PMS5003 yang bekerja menggunakan prinsip *laser scattering* untuk mendeteksi jumlah dan ukuran partikel di udara secara *real-time*, kemudian mengkonversinya menjadi data konsentrasi massa. Menurut Fathoni dan Arifin (2023), sensor PMS5003 memiliki respons yang



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

cepat serta mampu mengukur konsentrasi PM1.0, PM2.5, dan PM10 sehingga sesuai untuk diterapkan pada sistem pemantauan kualitas udara. Selain itu, penggunaan mikrokontroler ESP32 memungkinkan proses pengolahan data dan komunikasi nirkabel melalui jaringan Wi-Fi, sedangkan sensor BME680 dapat digunakan sebagai sensor pendukung untuk memperoleh informasi kondisi lingkungan berupa suhu, kelembapan, tekanan udara, dan kualitas gas. Integrasi teknologi tersebut memungkinkan data kualitas udara ditampilkan secara *real-time* melalui platform IoT seperti Blynk sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dari jarak jauh.

Meskipun demikian, implementasi teknologi tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada fungsi pemantauan (*monitoring*) tanpa mengintegrasikan sistem pengendalian kualitas udara secara otomatis. Selain itu, hasil pembacaan sensor umumnya hanya ditampilkan dalam satuan konsentrasi PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sehingga pengguna masih harus menginterpretasikan sendiri tingkat kualitas udara yang dihasilkan. Pada praktiknya, banyak alat pemantau udara juga masih mengabaikan aspek implementasi perangkat keras, seperti konfigurasi *pinout*, *wiring* sensor yang stabil, serta keandalan rangkaian *driver relay* sebagai aktuator. Kondisi tersebut dapat menyebabkan data pembacaan sensor menjadi tidak konsisten dan berdampak pada kegagalan sistem dalam mengendalikan ventilasi secara otomatis (Putra dkk., 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang tidak hanya mampu melakukan pemantauan kualitas udara secara *real-time*, tetapi juga mampu mengendalikan sirkulasi udara secara otomatis berdasarkan kategori ISPU sehingga informasi yang diperoleh lebih mudah dipahami dan dapat langsung ditindaklanjuti.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengangkat judul "Rancang Bangun *Smart Exhaust* Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Berbasis *Internet of Things*". Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem yang memanfaatkan sensor PMS5003 sebagai sensor utama untuk mendeteksi konsentrasi PM2.5 dan sensor BME680 sebagai



Hak Cipta :

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

sensor pendukung untuk memantau kondisi lingkungan ruangan. Hasil pembacaan konsentrasi PM2.5 dikonversi ke dalam kategori ISPU sebagai dasar pengambilan keputusan untuk mengendalikan *exhaust fan* melalui relay secara otomatis. Selain itu, seluruh data hasil pemantauan ditampilkan melalui LCD I2C 16x2 dan aplikasi Blynk yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 sehingga pengguna dapat memonitor kualitas udara dalam ruangan secara *real-time*. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan sistem pemantauan dan pengendalian kualitas udara dalam ruangan yang lebih akurat, responsif, serta sesuai dengan standar ISPU sebagai acuan nasional.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengimplementasikan sensor PMS5003 dan BME680 pada sistem *Smart Exhaust* berbasis ESP32 untuk melakukan monitoring kualitas udara *indoor* secara *real-time*?
2. Bagaimana mengimplementasikan relay sebagai aktuator untuk mengendalikan *exhaust fan* berdasarkan hasil pembacaan sensor PMS5003?
3. Bagaimana merancang *pinout* dan *wiring* sensor PMS5003 serta BME680 pada ESP32 agar sistem *Smart Exhaust* bekerja secara stabil?

1.3. Tujuan

1. Merancang dan merealisasikan sistem *Smart Exhaust* berbasis ESP32 yang memanfaatkan sensor PMS5003 dan BME680 untuk melakukan monitoring kualitas udara *indoor* secara *real-time*.
2. Mengimplementasikan dan menguji relay sebagai aktuator untuk mengendalikan *exhaust fan* berdasarkan hasil pembacaan sensor PMS5003.
3. Merancang *pinout* dan *wiring* sensor PMS5003 serta BME680 pada ESP32 agar sistem *Smart Exhaust* bekerja secara stabil.



1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, baik bagi pengguna, peneliti, maupun institusi. Adapun manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut :

1. Bagi Pengguna

Penelitian ini diharapkan dapat membantu pengguna memantau kualitas udara di dalam ruangan secara *real-time* serta mengendalikan *exhaust fan* secara otomatis sehingga kualitas udara dalam ruangan tetap terjaga.

2. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam merancang sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT), mengintegrasikan sensor PMS5003 dan BME680 dengan ESP32, serta menerapkan kendali otomatis menggunakan relay.

3. Bagi Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa atau peneliti lain dalam pengembangan sistem monitoring kualitas udara dan kendali *exhaust fan* otomatis berbasis ESP32 dan *Internet of Things*.

1.5. Luaran

Adapun luaran dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Prototype *Smart Exhaust* Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Berbasis *Internet of Things*
2. Laporan Tugas Akhir
3. Draft Artikel Ilmiah

Hak Cipta :

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

Hak Cipta :

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

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengujian konektivitas *hardware* menggunakan multimeter pada mode continuity menunjukkan seluruh jalur koneksi antarperangkat berada dalam kondisi terhubung sesuai dengan wiring diagram yang dirancang. Hal ini membuktikan bahwa konfigurasi pinout dan pengkabelan antara power supply, step down LM2596, ESP32, sensor PMS5003, sensor BME680, LCD 16×2 I2C, relay, lampu indikator, dan *exhaust fan* telah terpasang dengan benar sehingga sistem dapat beroperasi secara stabil.
2. Sensor PMS5003 berhasil mendeteksi perubahan konsentrasi PM2.5 secara real-time dengan rentang hasil pengukuran 84–138 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil perbandingan dengan data Stasiun Pemantauan Kualitas Udara (SPKU) menunjukkan bahwa sistem memiliki kesesuaian kategori kualitas udara sebesar 80% pada pengujian di GBK dan 100% pada pengujian di Lubang Buaya, sehingga sensor mampu merepresentasikan kondisi kualitas udara dengan baik.
3. Sensor BME680 berhasil mengukur suhu dan kelembapan secara stabil selama proses pengujian. Seluruh data hasil pembacaan sensor dapat diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD 16×2 serta aplikasi Blynk sehingga monitoring kualitas udara dapat dilakukan secara lokal maupun melalui jaringan internet.
4. Relay berhasil mengendalikan *exhaust fan* sesuai logika pengendalian berbasis nilai ISPU. *Exhaust fan* aktif ketika nilai ISPU mencapai batas aktivasi dan kembali nonaktif setelah kualitas udara membaik sesuai



Hak Cipta :

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

batas nonaktif yang telah ditentukan, sehingga sistem mampu melakukan pengendalian ventilasi secara otomatis maupun manual.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Menambahkan sensor kualitas udara lainnya, seperti CO₂, CO, atau VOC agar parameter kualitas udara yang dipantau lebih lengkap.
2. Menambahkan fitur penyimpanan data (*data logging*) untuk merekam riwayat kualitas udara dalam jangka waktu tertentu.
3. Mengembangkan sistem agar dapat diterapkan pada ruangan dengan kapasitas yang lebih besar serta menyesuaikan jumlah dan spesifikasi *exhaust fan* sesuai kebutuhan ventilasi ruangan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- Aswaldi, H., Kusuma, W. A., & Rahmawati, E. (2025). Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk monitoring kualitas udara secara real-time. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 6(1), 12–20
[Journal of Computer Science and Information Technology](#).
- Dimiyati, A. N., Akbar, M. F., & Saputra, A. (2025). Sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things menggunakan sensor PMS5003 dan ESP32. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3), 524–531
[Jitet Unila](#).
- Hidayat, A., Ramadhan, F., & Nugroho, S. (2022). Rancang Bangun Sistem Kendali Peralatan Listrik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Relay. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(2), 88–95.
- Hidayat, A., Lestari, D., & Utomo, B. (2024). Implementasi Sensor PMS5003 untuk Monitoring Kualitas Udara Secara Real-Time. *Jurnal Nasional Teknologi Informasi dan Sistem*, 10(1), 34–42.
- Hidayat, A., Prasetyo, E., & Wijaya, K. (2024). Implementasi Sistem Embedded untuk Monitoring Lingkungan Berbasis Sensor. *Jurnal Teknologi Informasi dan Sistem*, 5(2), 115–123.
- Prabowo, R., Hendra, I., & Setiawan, B. (2023). Rancang Bangun Sistem Ventilasi Otomatis Berbasis Sensor untuk Pengendalian Kualitas Udara. *Jurnal Teknologi dan Sistem*, 4(1), 45–53.
- Pratama, R., Sanjaya, A., & Budiman, H. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Berbasis ESP32. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 12–19.



Hak Cipta :

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

Pratama, R., Fadillah, N., & Gunawan, I. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor PMS5003. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 140–148.

Rizal, M., Siregar, R., & hidayat, T. (2023). Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Polusi Udara Berbasis Android Real-Time. *Jurnal MALCOM: Journal of Machine Learning and Computer Science*, 3(2), 76–84.

Saputra, R., Mahendra, D., & Putra, Y. (2023). Implementasi Sistem Kontrol Perangkat Listrik Berbasis Internet of Things Menggunakan Relay. *Jurnal Informatika dan Sistem*, 6(1), 57–64.

Setiawan, A., Kurniawan, R., & Devi, S. (2022). Analisis Sistem Ventilasi untuk Meningkatkan Kualitas Udara Dalam Ruangan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 101–109.

Subagiyo, H., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2023). Penghematan Daya pada Sensor Node Sistem Monitoring Kualitas Udara. *Jurnal IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 13(1), 25–34.

Suryantoro, H., & Kusriyanto, M. (2023). Sistem Monitoring Partikel (PM2.5) Air Purifier Berbasis Sensor PMS5003 dan Arduino. *Indonesian Journal of Laboratory*, 6(2), 68–75. [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)]



Hak Cipta :

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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap penulis Moh. Ilham Zidane Suprpto, lahir pada 21 Juni 2005 di Tegal, Jawa Tengah. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di MI Taufiqurrahman II pada tahun 2011 s/d 2017, dan melanjutkan jenjang pendidikan ke SMPN 5 Depok hingga tahun 2020. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA Putra Bangsa Depok dengan penjurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) dan lulus pada tahun 2023. Selanjutnya penulis melanjutkan studi di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, dengan program studi D3-Elektronika Industri.

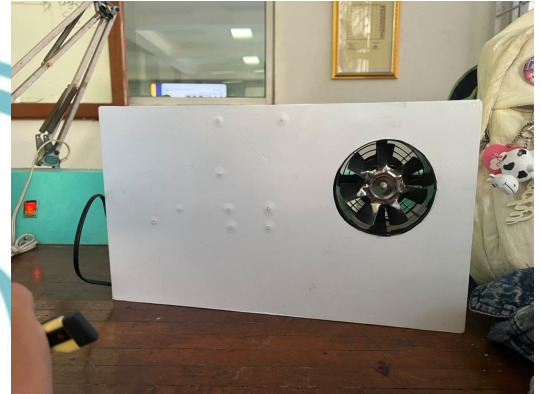
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

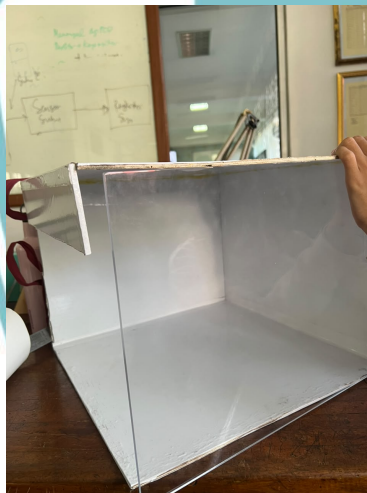
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

LAMPIRAN

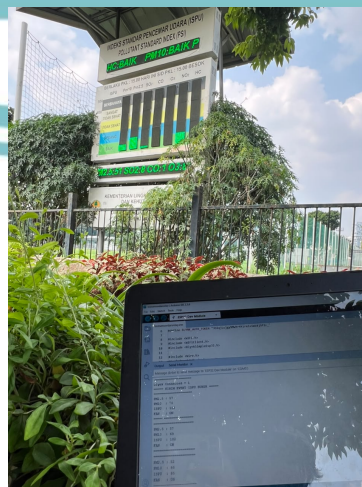
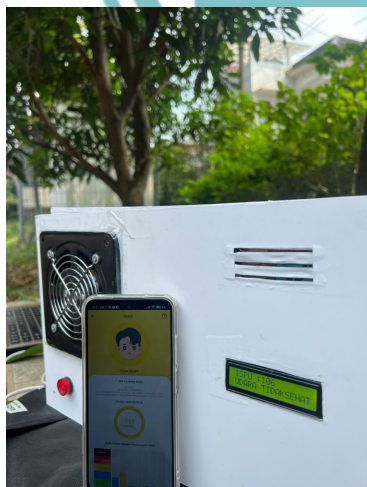
L-1. Desain Alat



L-2. Desain Ruang Uji



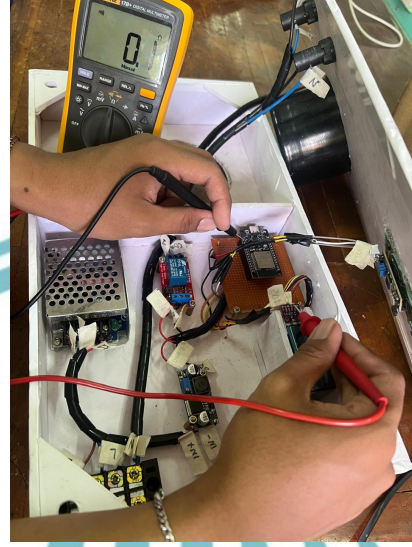
L-3. Pengujian Kesesuaian Hasil Baca *Smart Exhaust* dengan SPKU





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

L-4. Pengujian Konektivitas *Hardware*



Hak Cipta :

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

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA