

KARYA TULIS ILMIAH

PELAJARAN PKK

Smart Office and Facility Intelligence Assistant



Guru Pembimbing : Raden Wisnu Sarjono, S.Pd

Disusun Oleh:

KELOMPOK 6

SISTEM INFORMASI, JARINGAN, DAN APLIKASI

(SIJA)

SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) NEGERI 1

JAKARTA PUSAT

Jl. Budi Utomo No. 7 Jakarta Pusat Telp/Fax (021) 3813630/3455313

Website: WWW.SMKN1JAKARTA.SCH.ID

2026

LEMBAR PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH

PROJEK PKK 2026

1. Judul : Smart Office and Facility Intelligence Assistant (SOFIA)
2. Nama Kelompok : Kelompok 6
3. Anggota Tim 1
 - a. Nama Lengkap : Zhian Radithya
 - b. NIS : 20242781
 - c. Asal Sekolah : SMKN 1 Jakarta
4. Anggota Tim 2
 - a. Nama Lengkap : Raykenzie Nazaru Fathurrahmansyah
 - b. NIS : 20242773
 - c. Asal Sekolah : SMKN 1 Jakarta
5. Anggota Tim 3
 - a. Nama Lengkap : Hans Nathanael Kusuma
 - b. NIS : 20242759
 - c. Asal Sekolah : SMKN 1 Jakarta
6. Guru Pembimbing: Raden Wisnu Sarjono, S.Pd
7. NIP :

Menyetujui,

Guru Pembimbing

Kepala Program
Keahlian

(NAMA)

(NAMA)

LEMBAR PERNYATAAN KARYA TULIS ILMIAH

PROJEK PKK 2026

1. Judul : Smart Office and Facility Intelligence Assistant (SOFIA)
2. Nama Perwakilan : Raykenzie Nazaru Fathurrahmansyah
3. Alamat Tempat Tinggal : Jl. Setia no 20 cengkareng timur Jakarta Barat
4. Alamat Email : raykenzienazaru@gmail.com
5. No HP : 087777604327

Dengan ini saya mewakili tim saya dan saya sendiri, menyatakan bahwa karya tulis dan proyek berjudul “**SOFIA (Smart Office and Facility Intelligent Assistant)**” merupakan hasil karya asli yang dikembangkan oleh tim kami. Karya ini disusun berdasarkan hasil pemikiran, perancangan, dan pengembangan sendiri dengan memanfaatkan referensi yang relevan sebagai bahan pendukung, tanpa melakukan tindakan plagiarisme dalam bentuk apa pun.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 25 Januari 2026

Yang Menyatakan

Raykenzie Nazaru Fathurrahmansyah

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya tulis ilmiah yang berjudul “**Smart Office and Facility Intelligence Assistant (SOFIA)**” dapat diselesaikan dengan baik.

Perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) telah mendorong terciptanya sistem cerdas yang mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan lingkungan kerja. Namun, dalam lingkungan perkantoran dan fasilitas umum, proses pemantauan kondisi, pengelolaan sarana, serta penyajian informasi masih sering dilakukan secara terpisah dan manual, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan, ketidakefisienan, dan kurangnya akurasi dalam pengambilan keputusan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis mengembangkan SOFIA, yaitu sebuah sistem berbasis website yang berfungsi sebagai asisten cerdas untuk membantu pemantauan, analisis, dan pengelolaan fasilitas serta aktivitas perkantoran. Sistem ini memanfaatkan Artificial Intelligence berbasis logika untuk mengolah data dari berbagai sumber, menyajikan informasi secara informatif dan interaktif, serta memberikan rekomendasi yang mendukung pengambilan keputusan secara lebih cepat dan tepat.

Akhir kata, penulis berharap karya tulis ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang sistem cerdas, manajemen fasilitas, dan transformasi digital di lingkungan kerja.

Smart Office and Facility Intelligence Assistant (SOFIA)

Kelompok 6

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 1 Jakarta,
Jl. Budi Utomo No.7, Ps. Baru, Kecamatan Sawah Besar, Kota Jakarta Pusat,

Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10710

Telp (021) 381 3630 / (021) 350 4091 Website : www.smkn1jakarta.sch.id

Email : smkn1jakarta@gmail.com

ABSTRAK

BAB 1

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Lingkungan kerja dan fasilitas umum merupakan bagian penting dalam menunjang aktivitas, produktivitas, serta kenyamanan pengguna. Pengelolaan fasilitas yang tidak terintegrasi dengan kurang optimal dapat menimbulkan berbagai masalah seperti masalah keamanan, masalah kondisi fasilitas yang tidak terjaga dengan baik dan lain-lain. Lalu saat ini dengan perkembangan teknologi juga dalam bentuk kecerdasan buatan telah membawa perubahan signifikan dalam pengelolaan lingkungan kerja dan fasilitas. Oleh karena itu, diperlukan sistem kecerdasan buatan yang mampu mempermudah proses pemantauan dalam pengelolaan fasilitas secara langsung, keberlanjutan dan berbasis data.

Namun, pada saat ini banyak sekali lingkungan perkantoran dan instansi, yang dimana proses pemantauan kondisi fasilitas dan aktivitas nya masih dalam bentuk manual atau menggunakan sistem yang terpisah pisah. Kondisi ini menyebabkan informasi yang terpisah pisah, kurang akurat, tidak real-time, serta menyulitkan pihak pengelola dalam mengambil keputusan yang tepat dan cepat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu integrasi yang mampu menggabungkan teknologi berbasis IoT dan website lalu juga kecerdasan buatan menjadi satu yang dapat mengelola lingkungan kerja dan fasilitas. Oleh karena itu, dikembangkan *Smart Office and Facility Intelligence Assistant* (SOFIA) sebagai solusi dalam masalah ini alat ini memanfaatkan AI berbasis logika untuk memantau, menganalisis data, monitoring serta mengambil keputusan secara cepat dan dapat dipahami oleh pengguna.

Diharapkan inovasi ini dapat mengelola fasilitas dan aktivitas perkantoran dapat dilakukan dengan secara aman, lebih efektif, efisien dan berbasis data. Sehingga dapat meningkatkan kualitas lingkungan kerja.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1.2.1 Aspek Sosiologi

1. Bagaimana pengaruh penerapan sistem SOFIA terhadap kenyamanan, rasa aman, dan perilaku pengguna di lingkungan sekretariat atau perkantoran?
2. Bagaimana tingkat penerimaan staf dan pengelola terhadap penggunaan sistem SOFIA sebagai alat bantu pemantauan dan pengambilan keputusan berbasis data?
3. Bagaimana sistem SOFIA dapat meningkatkan kesadaran pengguna terhadap pentingnya menjaga kondisi lingkungan kerja yang aman, bersih, dan sehat?

1.2.2 Aspek Teknologi

1. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan sistem SOFIA berbasis IoT untuk memantau kondisi lingkungan ruangan secara *real-time* di lingkungan sekretariat atau perkantoran?
2. Bagaimana tingkat akurasi dan keandalan sensor suhu, kelembapan, gas, gerak, jarak, dan deteksi api yang digunakan dalam sistem SOFIA untuk memantau kondisi lingkungan ruangan?
3. Bagaimana cara kerja *mikrokontroler ESP32* dalam mengolah data dari berbagai sensor serta mengirimkan informasi ke dashboard website dan modul *Artificial Intelligence* (AI) untuk analisis dan pengambilan keputusan otomatis?

1.2.3 Aspek Manajerial

1. Bagaimana peran sistem SOFIA dalam membantu pengelola fasilitas dalam memantau kondisi lingkungan kerja secara terpusat dan *real-time*?
2. Bagaimana sistem SOFIA dapat mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat dalam pengelolaan fasilitas dan keamanan ruangan?
3. Bagaimana integrasi data dari sistem SOFIA dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan perencanaan perawatan fasilitas secara berkelanjutan?

1.2.4 Aspek Keamanan

1. Bagaimana efektivitas sistem SOFIA dalam mendeteksi potensi bahaya seperti kebocoran gas, kebakaran, genangan air, dan pergerakan mencurigakan di lingkungan perkantoran?
2. Bagaimana sistem SOFIA dapat memberikan peringatan dini kepada pengguna dan pengelola melalui dashboard dan notifikasi berbasis website?

1.3 TUJUAN

1.3.1 Tujuan Umum

Mengembangkan dan menerapkan SOFIA (*Smart Office and Facility Intelligent Assistant*) untuk meningkatkan keamanan, kenyamanan di dalam suatu ruangan arsip sekaligus menjaga kualitas fasilitas umum. Fokus utamanya adalah menjaga keamanan dalam ruangan arsip terjaga dengan baik secara real-time, lalu menciptakan ruangan yang bersih, aman, nyaman, dan berbasis data.

1.3.2 Tujuan Khusus

1.3.2.1 Perspektif Sosiologis

1. Mengevaluasi penerimaan pengguna terhadap penerapan SOFIA di lingkungan sekretariat dan perkantoran.
2. Mengidentifikasi pengaruh SOFIA terhadap perilaku pengguna dalam menjaga keamanan, ketertiban, dan kenyamanan lingkungan kerja.
3. Menilai dampak sosial pemanfaatan teknologi berbasis IoT dan AI terhadap pemahaman serta sikap pengguna terhadap *transformasi* digital di lingkungan kerja.

1.3.2.2 Perspektif Teknologi

1. Merancang sistem IoT berbasis sensor suhu, kelembapan, gas, gerakan, jarak, ketinggian air, dan deteksi api untuk memantau kondisi lingkungan ruangan secara *real-time*.

2. Mengintegrasikan *ESP32* sebagai pusat kendali otomatis dalam mengolah data sensor dan mengirimkan informasi ke website monitoring SOFIA.
3. Menguji akurasi sensor serta efisiensi komunikasi data dan tampilan informasi pada website *monitoring* SOFIA.

1.3.2.3 Perspektif Strategi Implementasi

1. Menyusun langkah-langkah penerapan SOFIA di lingkungan sekretariat, perkantoran, sekolah, dan fasilitas umum lainnya.
2. Menentukan indikator keberhasilan sistem dalam menjaga keamanan, kenyamanan, dan efisiensi pengelolaan fasilitas.
3. Mendorong keterlibatan pengguna dan pengelola untuk mendukung keberlanjutan penggunaan dan pengembangan SOFIA.

1.3.3 Tujuan Jangka Pendek

Melakukan uji coba SOFIA di lingkungan masyarakat, instansi dan perkantoran untuk menguji fungsionalitas sensor, efesien sensor, aktuator dan sistem monitoring berbasis IoT dan AI.

1.3.4 Tujuan Jangka Menengah

1. Mengoptimalkan sensor dan performa serta efisiensi SOFIA, termasuk akurasi sensor dan efisiensi daya dalam penggunaannya.
2. Mengembangkan fitur on/off dalam website serta fitur lanjutan dalam AI sebagai laporan data melalui perangkat keras.

1.3.5 Tujuan Jangka Panjang

1. Menjadikan SOFIA projek standar sistem monitoring dalam sebuah lingkungan perkantoran dan masyarakat, serta dalam menjaga keamanan, kenyamanan dalam sebuah lingkungan tersebut.
2. Mendorong pengembangan IoT dan AI secara bersamaan untuk mendeteksi pola serta menganalisis suatu data secara lebih akurat sebagai laporan data pada standar umumnya.

1.4MANFAAT

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Mengembangkan model integrasi IoT yang efisien

Memberikan solusi untuk mengembangkan IoT yang terintegrasi dengan akurat yang di barengi website, dengan semua sensor yang memiliki keterangan dan kewaspadaan bersamaan.

2. Landasan riset teknologi dalam pengembangan AI

Menjadi dasar bagi penelitian keberlanjutan di bidang pengendalian secara cepat dan akurat yang dilakukan oleh AI logic serta *menerapkan Internet of Things (IoT)* pada sistem ini.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Peningkatan keamanan dan kenyamanan lingkungan kerja: Membantu menjaga kondisi ruangan tetap aman dan nyaman di lingkungan sekretariat, perkantoran, dan fasilitas umum melalui pemantauan suhu, kelembapan, kualitas udara/gas, pergerakan, ketinggian air, serta deteksi api secara otomatis dan terintegrasi.
2. Pemantauan *real-time* dan otomatisasi: Memudahkan pengguna dalam memantau kondisi lingkungan ruangan secara *real-time* melalui website, sekaligus memberikan peringatan dini dan rekomendasi tindakan secara otomatis saat terdeteksi kondisi tidak normal atau berpotensi berbahaya.

1.4.3 Manfaat sosial dan ekonomi

1. Memahami mekanisme secara langsung melalui website yang sudah disediakan kantor untuk mengetahui kondisi kantor secara jarak jauh.
2. Menekan biaya perawatannya karena memiliki satu fungsi yang terintegrasi secara bersamaan.
3. Membuka peluang terhadap kewirausahaan dalam pengembangan IoT dan AI yang terintegrasi secara bersamaan untuk kebutuhan keamanan, kenyamanan dan efisiensi penggunaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 MEKANISME SOFIA MENJADI SOLUSI PENGELOLAAN FASILITAS

Kami memperkenalkan *Smart Office and Facility Intelligence Assistant* (SOFIA) sebagai sebuah sistem cerdas dan terintegrasi yang memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)*, platform website monitoring, serta logika kecerdasan buatan untuk memantau, menganalisis, dan mengelola kondisi lingkungan, aspek keamanan, serta potensi bahaya secara real-time dan berbasis data. Sistem ini dirancang untuk mendukung pengelolaan fasilitas perkantoran dan ruang kerja yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan melalui pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat.

Oleh karena itu, kami mengembangkan SOFIA (*Smart Office & Facility Intelligence Assistant*) sebagai sistem pemantauan lingkungan dan keamanan berbasis IoT untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sebelum memahami mekanisme kerja SOFIA, penting untuk mengetahui faktor utama yang menyebabkan penurunan kualitas lingkungan dan kerusakan fasilitas, yaitu:

1. Oksidasi:

Oksidasi merupakan proses kimia ketika suatu material kehilangan elektron akibat reaksi dengan oksigen. Dalam konteks ruang penyimpanan dan fasilitas kerja, oksidasi dapat menyebabkan degradasi pada komponen logam, konektor elektronik, serta peralatan berbasis rangkaian listrik. Proses ini membentuk lapisan oksida yang menghambat aliran listrik, menurunkan performa perangkat, dan meningkatkan risiko kegagalan sistem.

2. Korosi:

Korosi adalah kerusakan material logam akibat reaksi *elektrokimia* dengan lingkungan, terutama pada kondisi kelembapan tinggi. Air berperan sebagai elektrolit yang mempercepat perpindahan ion dan elektron, sehingga

mempercepat perusakan pada pin konektor, jalur PCB, dan titik solder. Dampaknya adalah terputusnya rangkaian, terjadinya korsleting, serta penurunan keandalan sistem monitoring dan keamanan.

3. Kelembapan Tinggi:

Kelembapan yang tidak terkontrol mempercepat terjadinya oksidasi dan korosi, serta memicu pertumbuhan jamur dan *mikroorganisme*. Kondisi ini tidak hanya menurunkan kualitas dokumen dan perangkat elektronik, tetapi juga meningkatkan risiko gangguan sistem dan kerugian ekonomi. SOFIA memantau tingkat kelembapan dan suhu secara *real-time* untuk menjaga kondisi lingkungan tetap optimal dan mencegah potensi kerusakan sejak dini.

4. Risiko Kebakaran:

Korsleting listrik, kebocoran gas, atau sumber panas yang tidak terdeteksi dapat memicu kebakaran. Tanpa sistem pemantauan dini, kebakaran dapat berkembang dengan cepat dan menimbulkan kerugian besar. SOFIA dilengkapi dengan sensor api dan analisis berbasis AI untuk mendeteksi indikasi kebakaran secara cepat dan memberikan peringatan darurat.

5. Akses Tidak Sah dan Gangguan Keamanan:

Pergerakan mencurigakan atau akses tanpa izin dapat membahayakan keamanan fasilitas dan perangkat yang disimpan. SOFIA memanfaatkan sensor *PIR* dan *ultrasonik* untuk mendeteksi keberadaan dan jarak objek, sehingga mampu mengidentifikasi aktivitas yang tidak wajar dan meningkatkan sistem pengamanan secara otomatis, terutama pada jam malam.

6. Paparan Gas Berbahaya dan Bau Menyengat:

Gas dan senyawa kimia di udara, seperti *amonia*, *senyawa organik volatil* (VOC), dan gas hasil pembusukan, dapat menurunkan kualitas udara serta mempercepat degradasi material dan komponen elektronik. Paparan gas ini juga berdampak langsung pada kesehatan pengguna ruangan. SOFIA memanfaatkan sensor kualitas udara (*MQ-135*) untuk mendeteksi peningkatan kadar gas dan memberikan peringatan serta tindakan otomatis guna menjaga lingkungan tetap aman dan nyaman.

Dengan memahami keenam permasalahan tersebut SOFIA dirancang untuk memantau kebakaran, keamanan, suhu sampai gas secara real time serta memberikan keterangan melalui website dibarengin status AI logic. Apabila terjadi kebakaran atau keamanan yang mencurigakan, SOFIA akan otomatis memberikan keterangan ke dalam website secara real time.

2.1.1 FUNGSI PERANGKAT

Perangkat SOFIA (*Smart Office and Facility Intelligence Assistant*) Memiliki fungsi utama sebagai berikut:

1. Pemantauan Lingkungan Secara Real-Time

SOFIA memantau suhu, kelembapan, kualitas udara (gas), dan kondisi lingkungan lainnya secara terus-menerus menggunakan sensor berbasis IoT untuk memastikan ruangan berada dalam kondisi yang aman dan nyaman.

2. Deteksi Keamanan dan Akses

Sistem mendeteksi pergerakan dan keberadaan objek melalui sensor *PIR* dan *ultrasonik* untuk mengidentifikasi aktivitas mencurigakan, terutama pada jam malam, sehingga meningkatkan tingkat keamanan fasilitas.

3. Peringatan Dini Bahaya

SOFIA mendeteksi potensi kebakaran, kebocoran gas, dan genangan air secara otomatis, kemudian memberikan peringatan dini melalui dashboard web atau sistem notifikasi agar tindakan pencegahan dapat segera dilakukan.

4. Monitoring Berbasis Website

Menyediakan tampilan data sensor dalam bentuk dashboard dan grafik interaktif yang memungkinkan pengguna memantau kondisi ruangan secara visual dan mudah dipahami dari mana saja secara online.

5. Analisis dan Logika Cerdas (AI Logic)

SOFIA mengolah data sensor menjadi status dan tingkat risiko menggunakan logika kecerdasan buatan untuk menghasilkan kesimpulan kondisi seperti “aman”, “waspada”, atau “kritis” secara otomatis.

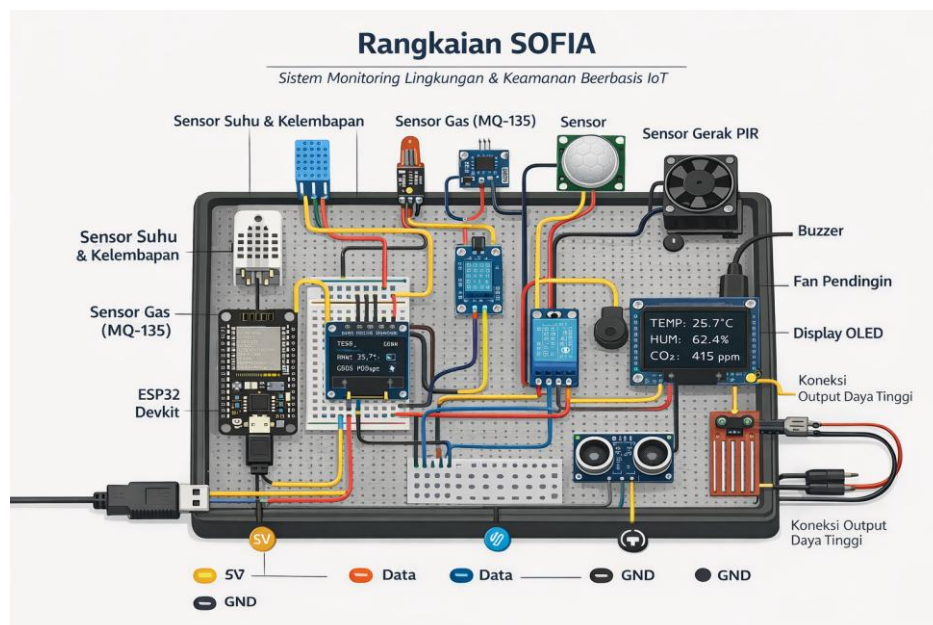
6. Mode Operasi Siang dan Malam Otomatis

Sistem menyesuaikan tingkat sensitivitas sensor berdasarkan waktu (*day mode dan night mode*) untuk mengurangi kesalahan deteksi dan meningkatkan keamanan di luar jam operasional.

7. Mendukung Efisiensi dan Keberlanjutan

Dengan pemantauan berbasis data, SOFIA membantu mengurangi kerusakan fasilitas, meningkatkan efisiensi pemeliharaan, serta mendukung pengelolaan lingkungan kerja yang lebih ramah dan berkelanjutan.

Dengan pemahaman terhadap berbagai potensi risiko lingkungan dan keamanan di ruang kerja, *SOFIA (Smart Office and Facility Intelligence Assistant)* dirancang sebagai sistem cerdas berbasis IoT, *website monitoring*, dan logika AI yang mampu memantau serta menganalisis kondisi secara *real-time*, mulai dari suhu, kelembapan, kualitas udara, keberadaan api, genangan air, hingga aktivitas gerakan, lalu mengolah data tersebut menjadi peringatan dini dan rekomendasi tindakan, sehingga fasilitas, aset, dan pengguna di lingkungan kerja dapat terlindungi secara optimal dalam menciptakan ruang yang lebih aman, sehat, dan berkelanjutan.



Gambar 2.1 Rangkaian SOFIA

2.2 Konsep dan efektivitas SOFIA berdasarkan IoT

SOFIA (Smart Office and Facility Intelligence Assistant) merupakan inovasi berbasis IoT yang di rancang untuk menginterpretasikan beberapa sensor menjadi satu dashboard yang dimana fungsinya untuk mencegah terjadinya kebakaran, lalu menjaga keamanan, suhu, gas, dan kelembapan suatu ruangan secara real time. Berikut penjelasan konsep dan efektivitasnya:

2.2.1 Konsep SOFIA

1. Pemantauan Real-Time Berbasis Multi-Sensor Lingkungan

SOFIA memanfaatkan sensor *DHT22* untuk memantau suhu dan kelembapan udara, sensor *MQ135* untuk mendeteksi kualitas gas dan kondisi udara, sensor ultrasonic untuk mengukur jarak serta keberadaan objek di sekitar area, sensor *PIR* untuk mendeteksi pergerakan, sensor air untuk mengidentifikasi genangan atau kebocoran, serta sensor flame untuk mendeteksi potensi api. Seluruh data dikumpulkan secara kontinu dan dikirimkan melalui konektivitas *Wi-Fi ESP32* ke *broker MQTT* berbasis *cloud*, sehingga kondisi lingkungan, keamanan, dan potensi bahaya di fasilitas kerja dapat dipantau secara real-time melalui dashboard web yang menampilkan nilai numerik, indikator status, dan grafik perubahan data.

2. Pengolahan Data oleh Mikrokontroler (ESP32) dengan Logika Cerdas

Seluruh data sensor diproses oleh *ESP32* sebagai pusat kendali sistem. SOFIA membandingkan nilai sensor dengan ambang batas aman yang telah ditentukan (misalnya kelembapan $>80\%$, gas di atas batas normal, atau adanya gerakan mencurigakan di jam malam) untuk menentukan tingkat risiko dan status kondisi ruangan.

3. Sistem Peringatan Dini, Efisiensi, dan Skalabilitas

Berdasarkan hasil pemrosesan dan klasifikasi risiko, SOFIA menghasilkan peringatan dini secara visual dan informatif melalui website monitoring, sehingga pengguna dapat segera mengetahui jenis ancaman, tingkat bahaya, dan kondisi lingkungan secara menyeluruh. Dengan arsitektur modular berbasis sensor dan komunikasi IoT, SOFIA mudah dikembangkan untuk penambahan sensor atau integrasi sistem lain, sekaligus tetap hemat energi dan mendukung pengelolaan fasilitas yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan.

4. Konektivitas Internet of Things (IoT) dan Website Monitoring

SOFIA memanfaatkan koneksi *Wi-Fi* bawaan *ESP32* untuk mengirim data sensor ke server atau *broker MQTT* berbasis *cloud*. Data tersebut ditampilkan pada website monitoring dalam bentuk dashboard interaktif, grafik *real-time*, dan indikator status, sehingga pengguna dapat memantau kondisi fasilitas dari mana saja dan kapan saja melalui perangkat digital.

2.2.2 Konektivitas Internet of Things (IoT)

1. Modul Komunikasi Berbasis Wi-Fi (ESP32):

SOFIA menggunakan mikrokontroler *ESP32* yang telah terintegrasi dengan modul *Wi-Fi* untuk menghubungkan sistem secara langsung ke jaringan internet. Konektivitas ini memungkinkan *ESP32* mengirim dan menerima data sensor secara *real-time* melalui protokol *MQTT* yang aman (*TLS*), sehingga komunikasi antara perangkat dan server cloud berlangsung stabil dan terenkripsi.

2. Platform Cloud dan Broker Data:

Data dari seluruh sensor dikirim ke *broker MQTT* berbasis cloud (seperti *EMQX*) yang berfungsi sebagai pusat distribusi data. Broker ini mengelola topik komunikasi untuk setiap parameter lingkungan (suhu, kelembapan, gas, gerakan, jarak, air, dan api), sehingga data dapat diakses oleh berbagai klien, termasuk website monitoring dan sistem analisis.

3. Antarmuka Pengguna (Web Dashboard Interaktif):

Pengguna dapat memantau kondisi lingkungan dan keamanan fasilitas melalui web dashboard SOFIA yang menampilkan data dalam bentuk nilai numerik, indikator status, dan grafik *real-time*. Antarmuka dirancang intuitif sehingga memudahkan pengguna dalam memahami kondisi ruangan, tingkat risiko, serta mode sistem (siang/malam) dari berbagai perangkat yang terhubung ke internet.

4. Notifikasi dan Peringatan Otomatis:

SOFIA dilengkapi mekanisme peringatan dini berbasis AI logic yang secara otomatis mengklasifikasikan kondisi menjadi aman, waspada, darurat, atau kritis. Ketika terjadi anomali seperti gas berbahaya, deteksi api, genangan air, atau akses mencurigakan, sistem dapat mengirimkan notifikasi melalui dashboard web dan layanan pesan digital (seperti email atau *push notification*), sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan korektif secara cepat dan tepat.

2.2.3 Efektivitas Sistem SOFIA Berbasis IoT

Efektivitas SOFIA berasal dari kemampuannya dalam memantau, menganalisis, dan merespons kondisi lingkungan serta potensi ancaman secara real-time, sehingga mampu mengurangi risiko kerusakan aset dan meningkatkan keselamatan fasilitas secara menyeluruh.

1. Pencegahan Risiko Lingkungan secara Proaktif

- Kontrol Suhu dan Kelembapan: Dengan memantau suhu dan kelembapan menggunakan sensor *DHT22*, SOFIA dapat mengidentifikasi kondisi yang berpotensi mempercepat oksidasi, korosi, dan kerusakan peralatan elektronik maupun dokumen. Lingkungan yang terpantau secara kontinu membantu menjaga kondisi ruangan tetap dalam batas aman.
- Deteksi Gas dan Kualitas Udara: Sensor *MQ* memungkinkan sistem mendeteksi adanya gas berbahaya atau penurunan kualitas udara, sehingga potensi gangguan kesehatan dan risiko keselamatan dapat diantisipasi lebih dini.

2. Mitigasi Bahaya Fisik dan Keamanan Ruangan

SOFIA dilengkapi dengan sensor *PIR* dan *ultrasonic* untuk mendeteksi pergerakan serta keberadaan objek, khususnya pada jam malam dengan tingkat sensitivitas yang lebih tinggi. Hal ini membantu mencegah akses tidak sah dan meningkatkan keamanan fasilitas. Selain itu, sensor air dan flame memungkinkan sistem mendeteksi genangan, kebocoran, maupun potensi kebakaran sejak tahap awal.

3. Peningkatan Keselamatan dan Keberlanjutan Operasional

Dengan adanya peringatan dini dan klasifikasi tingkat risiko (aman, waspada, darurat, kritis), SOFIA membantu pengelola fasilitas mengambil tindakan cepat sebelum kondisi berkembang menjadi gangguan operasional yang lebih besar. Hal ini mendukung kontinuitas aktivitas kerja dan perlindungan aset secara berkelanjutan.

4. **Manajemen Fasilitas Berbasis Data dan Monitoring Real-Time**
- Melalui konektivitas IoT dan dashboard web, SOFIA menyediakan visualisasi data real-time serta riwayat kondisi lingkungan. Informasi ini memberikan visibilitas penuh kepada pengguna dalam mengevaluasi pola risiko, efektivitas pengelolaan ruangan, dan perencanaan peningkatan sistem di masa mendatang.



Gambar 2.2 Mekanisme SOFIA

