



LAPORAN PENELITIAN OPSI
Rancang Bangun Smart Home Security Berbasis ESP 32 Sebagai
Pencegahan Kebakaran Dini

Nama Tim Peneliti
AKHDAN YOHAN NUGROHO
INDAH DWI NUR ALFIYAH

Bidang dan Sub Bidang Kompetisi Penelitian
FTR dan Sistem Pengukuran & Monitoring Cerdas

MAN 1 Blitar
Kabupaten Blitar, Jawa Timur
Tahun 2026

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim,

Assalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah swt., Tuhan semesta alam, atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan jurnal penelitian ini yang berjudul “Rancang Bangun Smart Home Security Berbasis ESP 32 Sebagai Pencegahan Kebakaran Dini”.

Jurnal penelitian ini disusun sebagai bentuk penerapan ilmu pengetahuan di bidang FTR dan Sistem Pengukuran & Monitoring Cerdas, khususnya dalam upaya menciptakan solusi terhadap permasalahan kebakaran rumah terhadap konsleting listrik, dengan sistem terintegrasi secara otomatis memitigasi terhadap bahaya. Kami menyadari bahwa terselesaikannya penelitian ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, kami menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak/Ibu selaku guru pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, serta motivasi selama proses penelitian.
2. Kepala madrasah serta seluruh dewan guru yang telah memberi kesempatan dan fasilitas.
3. Teman-teman seperjuangan dan tim penelitian yang turut membantu dalam proses eksperimen dan penyusunan laporan.
4. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberi restu tiada henti.

Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada keluarga, sahabat, dan semua pihak yang telah memberikan doa, semangat, serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Kami kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi perbaikan dan pengembangan penelitian di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi inspirasi untuk inovasi berkelanjutan di bidang FTR dan Sistem Pengukuran & Monitoring Cerdas.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Blitar, 31 Agustus
2026

Peneliti

ABSTRAK

Kebakaran pada rumah dapat dipicu oleh kebocoran gas dan gangguan kelistrikan yang berpotensi membahayakan keselamatan penghuni. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan SafeNest, yaitu sistem Smart Home Security berbasis ESP32 yang mampu mendeteksi potensi kebakaran secara dini melalui pemantauan kebocoran gas, kualitas udara, suhu, api, dan gangguan kelistrikan serta memberikan tindakan mitigasi secara otomatis. Metode penelitian menggunakan pendekatan rancang bangun dan eksperimen melalui tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, perakitan, pemograman, kalibrasi sensor, serta pengujian sistem. Kalibrasi sensor gas dilakukan dengan pengambilan 1000 data untuk memperoleh pembacaan yang lebih stabil, sedangkan kondisi bahaya dkelistrikan, sistem dapat memberikan perintah kepada relay untuk memutuskan aliran listrik, sedangkan indikasi kebakaran divalidasi melalui kombinasi suhu, kualitas udara, dan deteksi api. Hasil rancang bangun menunjukkan bahwa Safe Nest dapat mengintegrasikan pemantauan berbagai parameter keamanan rumah dalam satu sistem.

Kata Kunci: SafeNest, Kebakaran, ESP32

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB 1. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	1
D. MANFAAT PENELITIAN.....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	2
A. LANDASAN TEORI.....	2
B. STUDI PUSTAKA	3
BAB 3. METODE PENELITIAN	4
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	4
B. ALAT DAN BAHAN	4
C. PROSEDUR PENELITIAN	4
D. PENGOLAHAN DATA.....	6
A. RANCANG BANGUN <i>SMART HOME SECURITY</i>	7
B. AKURASI DAN KECEPATAN RESPONS SISTEM SAFENEST DIBANDINGKAN DENGAN AMBANG BATAS BAHAYA STANDAR SNI DAN WHO	13
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	14
A. KESIMPULAN	14
B. SARAN.....	14

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	3
Tabel 3. 1 Pengujian PZEM-004T	6
Tabel 3. 2 Pengujian Standar SNI dan WHO	6
Tabel 4. 1 Rangkaian Module dan Sensor.....	7
Tabel 4. 2 Kalibrasi DTH22	10
Tabel 4. 3 Validasi PZEM-004T	10
Tabel 4. 4 Kalibrasi Flame Sensor	10
Tabel 4. 5 Hasil Penentuan Threshold masing masing sensor	10
Tabel 4. 6 Pengujian Kondisi Normal	11
Tabel 4. 7 Pengujian Kebocoran Gas LPG	11
Tabel 4. 8 Pengujian Gangguan Kelistrikan.....	12
Tabel 4. 9 Pengujian Kebakaran.....	12
Tabel 4. 10 Perbandingan Dengan Standar SNI dan WHO	13

BAB 1. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Rumah merupakan tempat yang selalu memberikan rasa aman, namun dibalik rasa aman tersebut terdapat bahaya yang mengancam. Bahaya utama yang mengancam keamanan dan keselamatan rumah mencakup ancaman fisik seperti kebakaran. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), kebakaran permukiman menjadi salah satu bencana non-alam dengan frekuensi tertinggi di Indonesia. Hal ini diperkuat oleh Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) yang mencatat fluktuasi kasus kebakaran permukiman yang signifikan dalam tiga tahun terakhir, yaitu sebanyak 74 kejadian pada tahun 2024, melonjak menjadi 122 kejadian pada tahun 2025, dan tercatat sebanyak 56 kejadian pada tahun 2026. Kebakaran terjadi akibat faktor-faktor tertentu, misalnya kebocoran gas serta penggunaan listrik yang berlebih yang mengakibatkan korsleting (Syafitri dkk, 2024).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kusuma dan Juliasari. (2024), pada tahun 2023 di Jakarta saja terjadi 205 kejadian kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas, dan yang menunjukkan betapa seriusnya ancaman bahaya domestik ini bagi masyarakat Indonesia. Kebakaran akibat kebocoran gas biasanya dipicu oleh percikan listrik yang disebabkan oleh korsleting atau panas berlebih yang disebabkan oleh penggunaan listrik yang terlalu tinggi.

Korsleting listrik dan penggunaan berlebih merupakan masalah yang sulit diatasi di Indonesia. Jokanan dkk. (2022) menyatakan bahwa konsumsi listrik rumah tangga terus meningkat setiap tahunnya, namun pemborosan kerap terjadi akibat kurangnya kesadaran masyarakat dalam menggunakan listrik secara efektif dan efisien. Dengan meningkatnya konsumsi listrik rumah tangga akan meningkatkan persentase korsleting listrik yang berbahaya bagi keamanan penghuni rumah.

Selama ini penelitian mengenai permasalahan keamanan rumah belum pernah mengintegrasikan variabel yang berkaitan dengan deteksi dini kebakaran, misalnya variabel suhu, gas dan korsleting listrik, oleh karena itu penulis merancang *Smart Home Security* berbasis ESP 32 untuk menanggulangi masalah yang telah dipaparkan dan diberi nama SafeNest. SafeNest menggunakan sensor yang dapat mendeteksi adanya kemungkinan korsleting listrik dan kebocoran gas, yang menyebabkan terjadinya kebakaran. Sensor pada SafeNest terhubung dengan aplikasi yang dapat terinstal di Hp pemilik rumah sehingga dapat dimonitoring serta dikendalikan dari jarak jauh melalui koneksi internet.

B. RUMUSAN MASALAH

1. Apakah rancang bangun *Smart Home Security* mampu mendeteksi kebocoran gas dan korsleting listrik yang berpotensi memicu kebakaran dini?
2. Bagaimana akurasi dan kecepatan respons sistem SafeNest dibandingkan dengan ambang batas bahaya standar SNI dan WHO?

C. TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui cara merancang sistem deteksi terintegrasi yang mampu mendeteksi kebocoran gas, potensi korsleting listrik dalam satu perangkat.
2. Mengetahui akurasi dan kecepatan respons sistem SafeNest dibandingkan dengan ambang batas bahaya standar SNI dan WHO.

D. MANFAAT PENELITIAN

1. Adapun manfaat secara teoritis dalam penelitian ini yaitu sebagai acuan penelitian selanjutnya dan bahan pustaka dalam pembuatan sistem *smart home security*.
2. Secara terapan penelitian ini digunakan dalam menjaga keamanan dan keselamatan penghuni rumah dari bahaya yang disengaja maupun tidak disengaja.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. Pengertian *Smart Home Security*

Smart Home Security merupakan suatu sistem keamanan yang dirancang untuk mengantisipasi dan meminimalisir kejadian kebakaran rumah yang disebabkan oleh kebocoran gas serta korsleting listrik. Selain sebagai sistem keamanan, juga dapat digunakan sebagai alat monitoring daya listrik di rumah serta kontrol terhadap perabot elektronik rumah seperti lampu, AC, kipas dan perabot lain. Halaman monitoring dapat diakses melalui gawai yang terkoneksi dengan internet.

2. ESP 32

ESP 32 merupakan mikrokontroler yang dapat terkoneksi dengan internet dan bluetooth, hal ini menjadikan perangkat ESP 32 mampu melakukan kontrol jarak jauh dengan memanfaatkan internet dan database seperti MySQL, MongoDB, MariaDB, dan lain sebagainya. ESP 32 sangat unggul dibandingkan mikrokontroler yang berada di kelasnya. Menurut Widyatmika, dkk (2021) menyebutkan bahwa ESP 32 memiliki keunggulan dalam pin ADC yang lebih banyak dan terbukti dari penggunaan mikrokontroler ESP 32 mendapatkan rata-rata nilai error untuk pengukuran tegangan sebesar 0,312182825 persen dan pengukuran arus sebesar 0,194657573 dibandingkan saat menggunakan mikrokontroler Arduino Uno di mana menghasilkan rata-rata nilai error untuk pengukuran tegangan sebesar 0,387649 persen dan pengukuran arus sebesar 3,095044 persen.

3. Deteksi Kebocoran Gas

Deteksi kebocoran gas dapat dilakukan menggunakan sensor MQ-6 yang mendeteksi LPG, propana, butana yang merupakan isi dari beberapa jenis gas yang beredar di Indonesia. Sensor MQ-6 akan dikoneksikan dengan ESP 32 menggunakan pin ADC, dengan cara kerja MQ-6 akan mengirimkan arus 0-3,3v ke ESP 32 dan akan dibaca oleh ESP 32 dengan nilai 0-4095. Jika indikator menunjukkan angka 400-600 tandanya gas mulai bocor, dan jika menunjukkan angka lebih dari 600 maka sudah masuk ke ranah berbahaya.

4. Deteksi Korsleting Listrik

Untuk mendeteksi korsleting listrik menggunakan 2 perangkat yaitu PZEM-004T sebagai pengolah data, pendeteksi tegangan (V), daya (W), frekuensi (Hz), faktor daya, dan energi (kWh), sedangkan Current Transformer digunakan untuk mendeteksi ampere (A) yang datanya akan dikirim dan diolah oleh PZEM-004T dan setelah itu akan dilanjutkan ke ESP 32. Pada pendeteksi korsleting listrik menggunakan 3 parameter yaitu lonjakan arus mendadak, drop tegangan abnormal, dan faktor power abnormal. Lonjakan arus mendadak ditandai dengan kenaikan arus secara tiba-tiba yang normalnya 2-5A menjadi 15A hal ini menandakan waspada korsleting. Drop tegangan abnormal digunakan untuk mengukur tegangan yang sedang digunakan. Tegangan dari PLN umumnya 220V jika tegangan tersebut turun secara tiba-tiba berarti terdapat beban tegangan yang berat atau terjadi korsleting. Faktor power abnormal menggunakan data faktor daya yang umumnya jika menggunakan perabot elektronik adalah 0,85-1 dan jika faktor daya tiba-tiba turun dibawah 0,5 itu menandakan terjadinya korsleting atau arus pendek.

Jadi deteksi korsleting listrik dipasang pada kabel utama yang belum terhubung ke perangkat apapun, atau pada sebelah meteran listrik rumah. Ketika perangkat mendeteksi indikasi korsleting listrik rumah otomatis dimatikan oleh relay.

5. Deteksi Kebakaran Dini

Deteksi kebakaran dini dapat dilakukan dengan menggunakan 2 jenis sensor, yaitu sensor suhu DHT-22 dan Flame Sensor IR. Flame Sensor IR akan mendeteksi radiasi inframerah dari api dan divalidasi oleh sensor suhu DHT-22 jika Flame Sensor IR mendeteksi adanya api dan DHT-22

menangkap suhu yang lebih dari 60°C maka akan mengirimkan peringatan kebakaran pada pemilik rumah.

B. STUDI PUSTAKA

Berikut ditunjukkan beberapa hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian yang akan diajukan:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Hasil	Perbedaan dengan penelitian kami	Referensi
1.	<i>Smart Home</i> Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam Mengendalikan dan Monitoring Keamanan Rumah	Sistem mampu mengendalikan perangkat elektronik dan memantau keamanan rumah secara jarak jauh melalui web dan SMS, serta menampilkan data sensor secara real-time.	Penelitian kali ini memuat banyak variabel keamanan dari listrik, gas, udara, suhu, hingga deteksi kebakaran dini. Serta memiliki aplikasi sendiri untuk memudahkan monitoring.	Supiyandi dkk. (2023)
2.	<i>Systematic Literature Review: Penerapan Internet of Things</i> (IoT) Untuk Optimalisasi <i>Smart Home</i>	menghasilkan 3 klaster utama penelitian, yaitu: Integrasi IoT dalam <i>smart home</i> . Keamanan sistem <i>smart home</i> . Penerapan rumah pintar berbasis internet.	sistem keamanan kami mampu mendeteksi, kebocoran gas, korsleting listrik secara simultan dalam satu perangkat. Merespon secara otomatis serta memberikan tindakan mitigasi dini.	Jalil dkk. (2025)
3.	Rancang Bangun smart Home Scurity System Berbasis ESP 32 dengan multi-sensor Dan LCD 12C	Peneliitian ini berhasil membuat prototipe keamanan rumah berbiaya rendah berbasis ESP 32 dengan multi-sensor, namun sistem peringatannya masih bersifat lokal (hanya lewat buzzer dan layar LCD) serta belum terhubung ke internet/IoT.	sistem IoT kami terintegrasi gawai, tindakan mitigasi fisik otomatis, adanya fitur deteksi korsleting sekaligus kalkulasi biaya listrik, serta seluruh parameter pengujiannya yang tervalidasi langsung berdasarkan ambang batas standar resmi (SNI, WHO, dan NFPA).	Candika dkk. (2026)

BAB 3. METODE PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini akan dimulai pada tanggal 6 April 2026 dan direncanakan selama 5 bulan, hingga bulan Agustus 2026. Meliputi pengujian efektivitas sistem dalam mendeteksi dan memantau keamanan jarak jauh. Penelitian ini dilakukan di MAN 1 Blitar seperti kegiatan rencana penelitian yang akan dilakukan.

B. ALAT DAN BAHAN

1. Alat

a. Alat hardware

Pada pembuatan hardware membutuhkan beberapa peralatan diantaranya adalah solder, tang, tang potong, obeng, bor listrik, timah, dan pasta. Barang-barang tersebut sangat penting pada pembuatan hardware.

b. Alat software

Software yang dibutuhkan ada 2 yaitu software *code editor* yang digunakan untuk melakukan pembuatan code untuk ESP 32 dan aplikasi monitoring, serta *Electronic Design Automation* (EDA) yang digunakan untuk melakukan desain PCB dan melakukan simulasi 3 dimensi. *Code editor* yang digunakan pada penelitian kali ini adalah Visual Studio Code dengan *extension* Platform IO untuk melakukan *flash* atau *input* code kepada ESP 32 dan Flutter yang digunakan untuk membuat aplikasi monitoring. EDA yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan Kicad.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ESP 32 DevKit V1, MQ-6, Flame Sensor IR, PZEM-004T, DHT22, Current Transformer (CT), Hi Link HLK-5M05, PCB Polos, Lampu LED, Buzzer, Spacer, Box, Gland Kabel.

C. PROSEDUR PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur untuk mengidentifikasi permasalahan yang muncul, selanjutnya akan dilakukan perancangan pembuatan sistem. Perancangan sistem dibagi menjadi dua yaitu perancangan sistem hardware dan perancangan sistem software. Setelah dilakukan perancangan langkah berikutnya yaitu proses pembuatan hardware dan software.

1. Pembuatan Hardware

Pembuatan hardware dimulai dengan menentukan jalur kabel sensor pada ESP-32 dengan mempertimbangkan pin yang digunakan. Pada penelitian kali ini menggunakan 5 pin ADC1 yang bisa digunakan walau terhubung pada internet, selain pin ADC1 pin yang digunakan bervariasi dari VCC (kutub positif), GND (kutub negatif), dan penggunaan pin digital yaitu GPIO. Setelah menemukan jalur kabel yang sesuai selanjutnya mencoba melakukan aktivasi pada perangkat apakah semua bisa menyala atau tidak, jika tidak dapat menyala kemungkinan terjadi kesalahan pada peletakan kabel. Setelah semua berjalan dengan lancar selanjutnya melakukan desain untuk PCB dengan menggunakan software Kicad atau software EDA lainnya.

2. Pembuatan Software

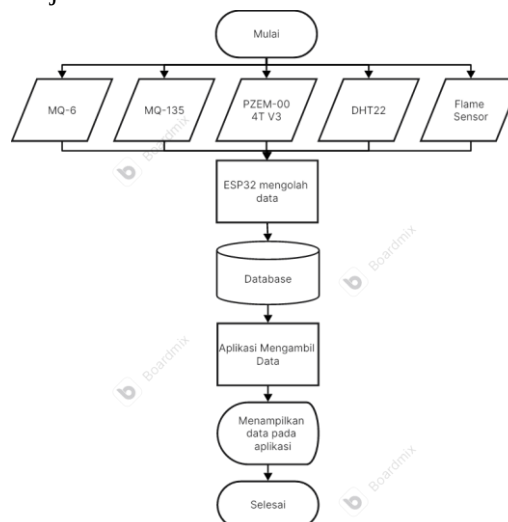
Pembuatan software ESP-32 dimulai dengan penambahan library untuk menyederhanakan code yang akan dibuat, library yang dibutuhkan cukup banyak dan dibagi menjadi 2 jenis yaitu library sensor dan library tambahan. Library sensor berisi DHT sensor

library, PZEM004T, library tambahan berisi Firebase ESP Client yang digunakan untuk menghubungkan ESP-32 ke Firebase yang digunakan sebagai server, lalu Arduino Json yang digunakan agar ESP-32 dapat membaca data dari Firebase berupa Json. Setelah menambahkan library selanjutnya melakukan pembuatan code dengan menggunakan bahasa C++, setelah code untuk ESP-32 selesai selanjutnya akan dilakukan flash atau input code ke ESP-32.

Selanjutnya pembuatan aplikasi menggunakan Flutter dengan menggunakan bahasa dart, dengan fitur aplikasi yang beragam, dari sistem keamanan yang berisi indikator kebocoran gas, indikator korsleting listrik, dan indikator kebakaran dini. Selain itu terdapat monitoring listrik dan grafik penggunaan daya listrik untuk mengetahui apakah penggunaan listrik pada rumah sudah optimal atau boros. Selain fitur keamanan dan monitoring listrik terdapat juga fitur kontrol rumah. Terdapat berbagai tombol yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan rumah seperti lampu, AC, stop kontak, dan lain sebagainya.

3. Kalibrasi Sensor Serta Pengujian berdasarkan Standard SNI dan WHO

Kalibrasi sensor merupakan bagian terpenting pada penelitian kali ini karena sangat mempengaruhi keakuratan serta ketepatan sensor dalam membaca situasi. Saat kalibrasi sensor pastikan laptop atau komputer yang digunakan tidak menghasilkan listrik statis karena dapat mempengaruhi nilai serial yang diterima oleh komputer. Kalibrasi sensor dilakukan dengan mendokumentasikan nilai dari sensor lalu dibandingkan dengan nilai referensi. Kebocoran gas dikalibrasi dengan melakukan eksperimen bagaimana ketika sensor berada pada udara bersih dan ketika sensor berada pada lingkungan yang mengandung gas LPG, dengan melakukan eksperimen akan mendapatkan nilai dari sensor MQ-6 ketika berada pada udara bersih dan udara yang mengandung gas LPG yang akan dijadikan sebuah patokan. Begitu juga dengan Flame sensor IR, peneliti akan melakukan eksperimen bagaimana reaksi sensor jika mendeteksi adanya api. Sedangkan untuk korsleting listrik dikalibrasikan dengan multimeter. Setelah semua sensor terkalibrasi, dan menunjukkan bahwa SafeNest mampu mendeteksi kebakaran dini, sistem lalu diuji dengan standard SNI dan WHO. Sistem kerja juga sangatlah penting dan menjadi salah satu faktor keberhasilan alat.



Gambar 3.1 Flowcart sistematika sistem

Berdasarkan gambar 3.1 sistem bekerja dengan cara mengambil data dari keseluruhan sensor kemudian ESP32 berperan untuk menganalisis data serta mengirimkannya pada database. Aplikasi akan mengambil data dari database dan menampilkannya pada menu utama aplikasi. Aplikasi juga dapat memberikan notifikasi jika terdeteksi hal yang membahayakan.

D. PENGOLAHAN DATA

Tabel 3. 1 Pengujian PZEM-004T

No	Referensi (V)	Sensor (V)	Referensi (A)	Sensor (A)	Akurasi rata- rata	Beban
1.						Tanpa Beban
2.						Alat itu sendiri
3.						Lampu + alat
4.						Lampu + Solder + alat
5.						Lampu

Tabel 3.1 digunakan pada pengujian sensor PZEM-004T dengan membandingkannya dengan nilai referensi yang menggunakan voltmeter untuk mendeteksi tegangan serta arus pada suatu rangkaian kelistrikan. Dari data yang di dapat akan dihitung akurasi rata ratanya dengan menggunakan rumus $Akurasi = \left(1 - \frac{|Nilai Referensi - Nilai Sensor|}{Nilai Referensi}\right) \times 100\%$ rumus tersebut digunakan untuk mencari akurasi rata rata dari tegangan dan arus kemudian dihitung lagi rata ratanya dengan rumus $Akurasi\ rata - rata = \left(\frac{Akurasi\ tegangan + Akurasi\ arus}{2}\right)$.

Tabel 3. 2 Pengujian Standar SNI dan WHO

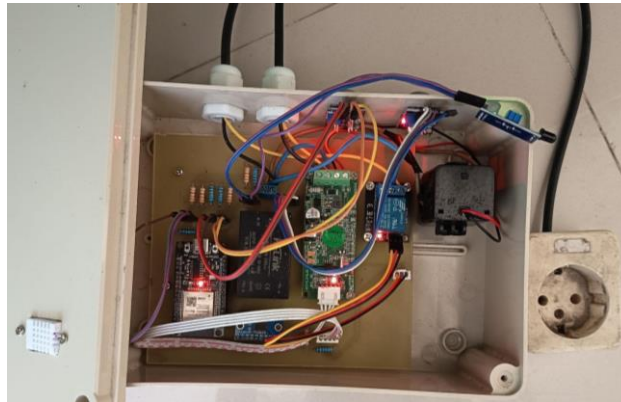
NO	Parameter	Nilai Sensor	Ambang Batas Aman	Ambang Batas Bahaya	Standar Acuan	Status Kesesuaian
1.	Gas LPG		<1000 ppm	>1000 ppm	WHO/NIOSH	Sesuai/Tidak Sesuai
2.	Suhu Ruang		<40°C	>60°C	NFPA 72	Sesuai/Tidak Sesuai
3.	Kelembapan Udara		40%-70%	<20% atau >90%	WHO	Sesuai/Tidak Sesuai
4.	Tegangan Listrik		209V - 231V	<180V atau >240V	SNI 04-0227	Sesuai/Tidak Sesuai
5.	Arus Listrik		<10A	>15A	SNI/IEC	Sesuai/Tidak Sesuai
6.	Frekuensi Listrik		49-51 Hz	<47 Hz atau >53 Hz	SNI	Sesuai/Tidak Sesuai
7.	Respon Time		<10 detik	>30 detik	SNI 03-3987	Sesuai/Tidak Sesuai

Tabel 3.2 merupakan tabel yang digunakan untuk membandingkan batas aman menurut SNI dan WHO dengan SafeNest. Perbandingan ini cukup penting untuk keberlanjutan penelitian ini, dikarenakan standar keamanan SNI dan WHO merupakan standar yang sangat sesuai. Jika SafeNest memenuhi kriteria di atas, maka SafeNest berhasil dan dapat digunakan pada rumah maupun bangunan.

BAB 4 . HASIL DAN PEMBAHASAN

A. RANCANG BANGUN *SMART HOME SECURITY*

1. Hasil Rancangan Sistem
 - a. Hardware



Gambar 4.1 Hasil Rangkaian Sistem *Smart Home Security* Berbasis ESP32

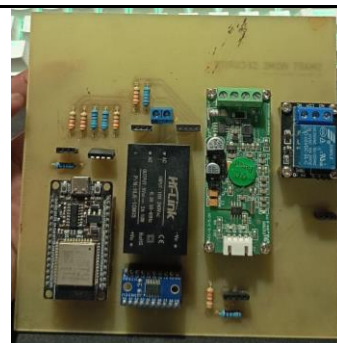
Langkah awal untuk perakitan hardware adalah melakukan desain sirkuit atau PCB, setelah melakukan desain, PCB akan dicetak dan siap digunakan. PCB berfungsi sebagai papan utama tempat meletakkan dan menyatukan seluruh module yang digunakan. Proses pemasangan modul ke PCB membutuhkan solder dan timah, setiap module telah memiliki tempat serta jalur sendiri untuk lebih detailnya pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 1 Rangkaian Module dan Sensor

NO	Nama Sensor	PIN Module	PIN ESP 32
1	DHT 22	A0	GPIO 4
2	Flame Sensor	D0	GPIO 34
3	MQ-135	A0	GPIO 32
4	MQ-6	A0	GPIO 35
5	PZEM 004T V3	TX	RX (GPIO 16)
		RX	TX (GPIO 17)
6	Relay	D0	GPIO 21



Gambar 4.2 PCB



Gambar 4.3 Rangkaian PCB

Gambar 4.2 merupakan bentuk PCB setelah di cetak dan gambar 4.3 merupakan rangkaian komponen yang sudah disusun pada PCB.

Pada setiap module terdapat pin VCC (5v/3,3v) dan pin GND atau ground, pin tersebut dapat dihubungkan pada sumber listrik, yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tegangan sebesar 5v. Terdapat beberapa modul yang tidak bisa menggunakan tegangan 5v

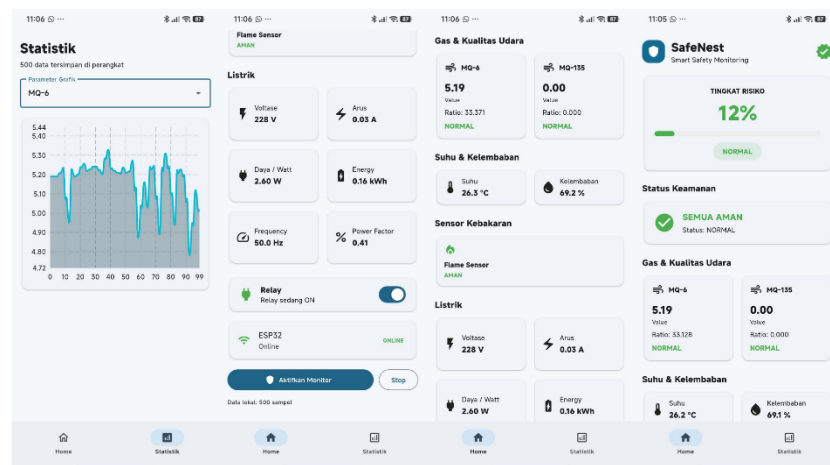
seperti DHT22 dan Flame Sensor, jadi peneliti menambahkan resistor sebesar 1,8k ohm dan 3,3k ohm untuk menurunkan tegangan dari 5v menjadi 3,3v.

ESP 32 hanya dapat mengeluarkan tegangan 3,3v di pin TX nya sedangkan PZEM 004T V3 membutuhkan tegangan 5v pada pin RX nya untuk menerima data, oleh karena itu peneliti menambahkan modul logic level converter untuk menaikkan tegangan dari 3,3v menjadi 5v. Tanpa logic level converter PZEM 004T V3 tidak dapat menerima data dengan maksimal dari ESP 32 begitu juga dengan ESP32 yang hanya mampu menerima tegangan 3,3v untuk pin RX nya sedangkan PZEM 004T V3 mengeluarkan tegangan 5v pada pin TX nya, jadi peneliti menambahkan resistor untuk menurunkan tegangan dari TX PZEM 004T V3 yang awalnya 5v menjadi 3,3v agar dapat diterima oleh ESP 32 dan tidak merusak ESP 32. Begitu pula dengan output analog dari MQ-6 dan MQ-135 yang awalnya 5v diturunkan menjadi 3,3v dengan bantuan resistor.

b. Software

Program ESP32 dituling menggunakan bahasa C++ dengan bantuan aplikasi Visual Studio Code untuk melakukan flash atau input code ke ESP32. Kode yang ditulis sesuai dengan logika yang telah dibuat pada flowchart gambar 3.1 dengan membaca semua sensor yang digunakan lalu melakukan analisis dan pengolahan data dan melakukan upload ke firebase sebagai database.

Data pada Firebase tidak bisa di akses oleh pengguna alat secara langsung, maka dari itu aplikasi berbasis Flutter berfungsi untuk menampilkan data yang telah di upload ke firebase.



Gambar 4.4 Aplikasi Monitoring SafeNest

Gambar 4.4 merupakan tampilan dari aplikasi SafeNest untuk menampilkan data dari Firebase. Flutter merupakan framework buatan google yang digunakan untuk membuat aplikasi. Namun pada penelitian kali ini Flutter digunakan untuk membuat aplikasi android yang mampu berjalan pada seluruh perangkat berbasis android.

2. Hasil Kalibrasi dan Validasi Sensor

a. MQ-6

Kalibrasi sensor MQ-6 dilakukan untuk memperoleh nilai acuan pada kondisi udara bersih serta mengetahui respon sensor terhadap keberadaan gas LPG. Pengambilan data pada kondisi udara bersih dilakukan sebanyak 1000 pembacaan menggunakan ESP32. Berdasarkan hasil pengambilan data, diperoleh nilai rata rata ADC sebesar 1459,5, dengan tegangan pada ADC ESP32 sebesar 1,1762 V. Setelah memperhitungkan rangkaian pembagi tegangan yang

digunakan untuk menyesuaikan kapasitas tegangan ADC ESP32 yang maksimal 3,3v maka diperoleh tegangan keluaran MQ-6 sebesar 1,8177 V.

Nilai tegangan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai resistansi sensor (R_s) yang diperoleh menggunakan rumus $R_s = R_L \left(\frac{V_C - V_{MQ}}{V_{MQ}} \right)$, R_L merupakan Load Resistance yang memiliki nilai $10k\Omega$ pada sensor yang digunakan, dan V_C merupakan tegangan maksimal dari MQ-6 yaitu 5V. Nilai R_s pada kondisi udara bersih digunakan untuk menentukan nilai R_0 sebagai nilai acuan sensor. Nilai R_0 dapat dihitung menggunakan rumus $R_0 = \frac{R_s}{3,6}$ angka 3,6 diperoleh dari datasheet module sensor MQ-6 sebagai nilai referensi rasio R_s/R_0 . Nilai R_0 yang diperoleh kemudian digunakan dalam proses perhitungan rasio R_s/R_0 . Rasio tersebut digunakan untuk memperkirakan konsentrasi gas LPG dalam satuan ppm.

Hasil pengukuran dan perhitungan menunjukkan bahwa sensor MQ-6 dapat memberikan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan. Nilai ADC, tegangan sensor, R_s , dan R_s/R_0 yang diperoleh menjadi dasar dalam proses konversi pembacaan sensor menjadi konsentrasi gas LPG dalam satuan ppm serta digunakan dalam menentukan batas kondisi normal, peringatan, dan bahaya pada sistem.

b. MQ-135

Kalibrasi MQ-135 hampir sama dengan kalibrasi MQ-6 yaitu dengan cara mengambil data pada kondisi udara bersih sebanyak 1000 pembacaan menggunakan ESP32. Berdasarkan data tersebut diperoleh rata rata ADC sebesar 347,06, dengan tegangan pada ESP32 sebesar 0,2797 V.

Nilai tegangan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai resistansi sensor (R_s) yang diperoleh menggunakan rumus $R_s = R_L \left(\frac{V_C - V_{MQ}}{V_{MQ}} \right)$, R_L merupakan Load Resistance yang memiliki nilai $10k\Omega$ pada sensor yang digunakan, dan V_C merupakan tegangan maksimal dari MQ-135 yaitu 5V. Nilai R_s pada kondisi udara bersih digunakan untuk menentukan nilai R_0 sebagai nilai acuan sensor. Nilai R_0 dapat dihitung menggunakan rumus $R_0 = \frac{R_s}{10}$ angka 10 diperoleh dari datasheet module sensor MQ-135 sebagai nilai referensi rasio R_s/R_0 . Nilai R_0 yang diperoleh kemudian digunakan dalam proses perhitungan rasio R_s/R_0 . Rasio tersebut digunakan untuk memperkirakan kualitas udara dalam satuan ppm.

Hasil pengukuran dan perhitungan menunjukkan bahwa sensor MQ-135 dapat memberikan respons terhadap perubahan kondisi udara. Nilai ADC, tegangan sensor, R_s , dan R_s/R_0 yang diperoleh menjadi dasar dalam proses konversi pembacaan sensor menjadi kualitas udara dalam satuan ppm serta digunakan dalam menentukan batas kondisi normal, peringatan, dan bahaya pada sistem.

c. DHT22

Kalibrasi DHT22 dilakukan dengan cara mencari selisih dari data pembacaan sensor dengan nilai referensi. Setelah selisih didapatkan selisih digunakan untuk menjadi variabel untuk menyamakan hasil pembacaan sensor dengan nilai referensi.

Tabel 4. 2 Kalibrasi DTH22

Nama Variabel	Nilai Sensor	Nilai Referensi	Selisih
Suhu	27,10°C	28,40°C	1,30°C
Kelembaban	65,54%	62,12%	3,42%

Dari tabel tersebut kita dapat merubah code pemrograman ESP32 pada bagian nilai suhu ditambah 1,30 dan nilai kelembaban di kurangi 3,42.

d. PZEM-004T

Validasi PZEM-004T dilakukan untuk memastikan bahwa pembacaan sensor sesuai dengan data sebenarnya. Data dari sensor akan dibandingkan dengan nilai referensi yang bersumber dari multimeter. Data yang didapat akan dihitung akurasi, untuk menentukan apakah PZEM-004T bisa digunakan dan meminimalisir kemungkinan salah pembacaan.

Tabel 4. 3 Validasi PZEM-004T

No	Referensi (V)	Sensor (V)	Referensi (A)	Sensor (A)	Akurasi rata-rata	Beban
1.	227	224	0	0	99,34%	Tanpa Beban
2.	227	224	0,02	0,02	99,34%	Alat itu sendiri
3.	227	224	0,11	0,11	99,34%	Lampu + alat
4.	227	224	0,24	0,24	99,34%	Lampu + Solder + alat
5.	227	224	0,8	0,8	99,34%	Lampu

Berdasarkan tabel di atas PZEM-004T V3 memiliki akurasi yang cukup bagus yaitu 99,34% dengan 5 kali pengujian dengan beban yang berbeda.

e. Flame Sensor

Kalibrasi Flame Sensor dilakukan untuk mengetahui berapa jauh Flame Sensor dapat mendeteksi api. Pengujian dilakukan secara bertahap, mulai 1 meter, 2 meter dan seterusnya.

Tabel 4. 4 Kalibrasi Flame Sensor

NO	Jarak	Kondisi
1	1 Meter	Terdeteksi
2	2 Meter	Terdeteksi
3	4 Meter	Terdeteksi
4	6 Meter	Terdeteksi
5	7 Meter	Tidak Terdeteksi

3. Hasil Penentuan Threshold

Berdasarkan hasil kalibrasi dan pengujian masing masing sensor, dilakukan penentuan nilai threshold sebagai ambang batas bagi masing masing sensor. Nilai threshold digunakan ESP32 untuk mengambil keputusan apakah kondisi tersebut diklasifikasikan pada kondisi normal, peringatan atau bahaya.

Tabel 4. 5 Hasil Penentuan Threshold masing masing sensor

No	Parameter	Normal	Peringatan	Bahaya
1	Tegangan	207-253 V	<207 atau >253	<180 atau >260 V
2	Arus	<10A	10-14 A	≥15A
3	Daya	<1100 Watt	1100-2199 Watt	≥2200 Watt

4	MQ-6	<500 ppm	500-999 ppm	≥ 1000 ppm
5	MQ-135	<500 ppm	500-999 ppm	≥ 1000 ppm
6	Suhu	<40°C	40-60°C	>60°C
7	Kelembaban	40-70%	20-39% atau 71-90%	<20% atau >90%
8	Flame Sensor	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
9	Relay	ON	ON	OFF

Berdasarkan tabel di atas nilai threshold sudah disesuaikan berdasarkan karakteristik sensor dan didukung dengan data SNI dan WHO.

4. Hasil Pengujian Sistem

a. Kondisi Normal

Pengujian kondisi normal dilakukan untuk memastikan bahwa sistem tidak salah membaca lingkungan. Smart home security akan diletakkan pada lingkungan dengan udara yang bersih, bebas dari gas LPG dan tidak ada api di sekitarnya dan tidak ada beban listrik selain alat itu sendiri. Smart home security akan menampilkan semua data normal pada aplikasi monitoring dan relay pada kondisi menyala.

Tabel 4. 6 Pengujian Kondisi Normal

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Faktor Daya	Daya (Watt)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Gas LPG	Kualitas Udara	Status Relay
1.	228,0	0,03	0,39	2,6	26,3	56	4,82	0	ON
2.	228,0	0,03	0,39	2,6	26,3	56	4,93	0	ON
3.	228,0	0,03	0,39	2,6	26,3	56	4,85	0	ON
4.	228,0	0,03	0,39	2,6	26,3	56	5,33	0	ON
5.	228,0	0,03	0,39	2,6	26,3	56	5,22	0	ON
6.	228,0	0,03	0,39	2,6	26,3	56	5,16	0	ON
7.	228,0	0,03	0,39	2,6	26,3	56	5,19	0	ON
8.	228,0	0,03	0,39	2,6	26,3	56	4,88	0	ON

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa sensor membaca data dengan stabil dan dapat mengambil keputusan yang tepat saat sistem berada pada kondisi normal dan tidak terjadi kesalahan pembacaan sensor.

b. Kebocoran Gas LPG

Kebocoran gas LPG mempengaruhi nilai dari sensor MQ-6, yang membuat nilai yang dibaca oleh MQ-6 meningkat. Nilai tersebut diklasifikasikan menjadi 3 kategori, yaitu normal, peringatan, dan bahaya. Namun kita fokus pada peringatan dan bahaya.

Tabel 4. 7 Pengujian Kebocoran Gas LPG

NO	Klasifikasi	Nilai MQ-6	Status Relay
1.	Peringatan	641,7 ppm	ON
2.		869,3 ppm	ON
3.		894,0 ppm	ON
4.	Bahaya	1000,5 ppm	OFF
5.		1263,9 ppm	OFF
6.		1083,7 ppm	OFF

Tabel di atas menunjukkan bahwa sensor MQ-6 membaca kadar gas LPG dengan baik serta ESP32 dapat mengambil keputusan yang tepat dengan memutus aliran listrik ketika

kebocoran gas termasuk klasifikasi bahaya. Kebakaran dapat disebabkan oleh kebocoran gas maupun korsleting listrik. Namun tidak menutup kemungkinan terdapat faktor lain yang tidak dapat dideteksi menggunakan sensor.

c. Gangguan Kelistrikan

Gangguan kelistrikan menjadi salah satu faktor penyebab kebakaran dan menjadi hal yang cukup sering menyebabkan kebakaran tanpa disadari. Selain menjadi faktor kebakaran gangguan kelistrikan juga dapat menimbulkan kerugian dikarenakan token listrik yang terus berkurang walau tidak digunakan.

Tabel 4. 8 Pengujian Gangguan Kelistrikan

No	Kondisi	Tegangan	Arus	Faktor Daya	Daya	Status relay
1	Peringatan	205	5	0,94	1025	ON
2		225	11	0,93	1500	ON
3		225	12	0,92	1800	ON
4	Bahaya	175	8	0,7	1400	OFF
5		220	16	0,65	2500	OFF
6		270	16	0,6	3000	OFF

Data pada tabel di atas diambil menggunakan metode merubah data pada ESP32. Metode ini digunakan karna tidak memungkinkan untuk melakukan konsleting secara langsung dikarenakan akan membahayakan peneliti dan orang sekitar.

d. Kebakaran

Kebakaran dapat mempengaruhi hampir keseluruhan nilai sensor, dan langsung menyebabkan sistem melakukan klasifikasi bahaya dan mematikan relay untuk mencegah gangguan kelistrikan yang dapat memperburuk keadaan.

Tabel 4. 9 Pengujian Kebakaran

No	Kondisi	Mq-6	Mq-135	Suhu	Flame Sensor	Tegangan	Arus	Status Relay
1	Kebocoran Gas	1034,7	1064,3	64	Terdeteksi	227	0,3	Off
2		1018,4	1069,2	67	Terdeteksi	227	0,3	Off
3		1108,2	1057,9	71	Terdeteksi	227	0,3	Off
4	Korsleting Listrik	4,84	1028,4	61	Terdeteksi	24	239	Off
5		5,29	1068,7	68	Terdeteksi	19	361	Off
6		4,36	1046,7	62	Terdeteksi	36	204	Off
7	Faktor Lain	4,67	1104,6	66	Terdeteksi	227	0,3	Off
8		3,81	1109,1	69	Terdeteksi	227	0,3	Off
9		3,74	1102,8	64	Terdeteksi	227	0,3	Off

B. AKURASI DAN KECEPATAN RESPONS SISTEM SAFENEST DIBANDINGKAN DENGAN AMBANG BATAS BAHAYA STANDAR SNI DAN WHO

Tabel 4. 10 Perbandingan Dengan Standar SNI dan WHO

No	Parameter	Nilai Sensor	Ambang Batas Aman	Ambang Batas Bahaya	Standar Acuan	Status Kesesuaian
1.	Gas LPG	4,82 ppm	< 1000 ppm	> 1000 ppm	WHO/NIO SH	Sesuai
2.	Suhu Ruang	26,3°C	< 40°C	>60°C	NFPA 72	Sesuai
3.	Kelembaban Udara	56%	40%-70%	<20% atau >90%	WHO	Sesuai
4.	Tegangan Listrik	228 V	209V - 231V	<180V atau >240V	SNI 04-0227	Sesuai
5.	Arus Listrik	0,03 A	<10A	>15A	SNI/IEC	Sesuai
6.	Frekuensi Listrik	50 Hz	49-51 Hz	<47 Hz atau >53 Hz	SNI	Sesuai
7.	Respon time	1,2 Detik	<10 detik	>30 detik	SNI 03-3987	Sesuai

Berdasarkan data pada tabel diatas, seluruh parameter pengujian sistem Safe Nest menunjukkan status kesesuaian yang valid dan memenuhi standar acuan WHO **dan SNI** dengan parameter nilai sensor pada ambang batas aman dan ambang batas bahayanya. Sebagai contoh, kadar gas LPG terdeteksi sangat rendah yaitu 4,82 ppm (standar aman < 1000 ppm) dan waktu respons sistem sangat cepat hanya 1,2 detik (standar aman < 10 detik).Hal ini membuktikan bahwa sistem Safe Nest memiliki akurasi yang tinggi serta kecepatan respons yang optimal dalam menjaga kondisi lingkungan tetap aman.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh hasil rancang bangun, pengujian, dan analisi data pada sistem *smart home security* berupa SafeNest berbasis ESP32, dapat disimpulkan bahwa alat berhasil serta mampu mengurangi resiko potensi konsleting listrik secara simultan dalam satu sistem yang terintegrasi untuk melakukan deteksi dan pencegahan dini terhadap potensi kebakaran akibat kebocoran gas dan gangguan kelistrikan. SafeNest mengintegrasikan beberapa parameter lingkungan dan kelistrikan dalam satu sistem sehingga kondisi rumah dapat dipantau secara lebih menyeluruh.

Rancang bangun SafeNest tidak hanya berfungsi sebagai sistem pendeteksi, tetapi juga mampu memberikan respons terhadap kondisi berbahaya melalui mekanisme klasifikasi kondisi normal, peringatan, dan bahaya. Pada kondisi gangguan kelistrikan yang memenuhi kriteria bahaya, sistem dapat memberikan perintah kepada relay untuk memutus aliran listrik sehingga potensi bahaya dapat diminimalkan sebelum berkembang menjadi kebakaran. Sementara itu, informasi kondisi rumah dapat dipantau melalui perangkat yang terhubung dengan internet, sehingga pengguna memiliki akses terhadap informasi keamanan rumah secara lebih cepat dan tidak terbatas pada pemantauan secara langsung di lokasi.

Dengan demikian, SafeNest memberikan dampak nyata berupa peningkatan kemampuan deteksi, peringatan, dan mitigasi awal terhadap potensi kebakaran di lingkungan rumah. Integrasi deteksi kebocoran gas, gangguan kelistrikan, kondisi udara, suhu, dan keberadaan api dalam satu perangkat menjadikan SafeNest tidak hanya sebagai alat monitoring, tetapi sebagai sistem keamanan yang dapat melakukan tindakan pencegahan secara otomatis. Hal tersebut menunjukkan bahwa rancang bangun SafeNest memiliki potensi untuk membantu mengurangi risiko kerugian dan bahaya yang dapat ditimbulkan oleh kebakaran rumah, khususnya dengan memberikan kesempatan untuk melakukan tindakan sebelum kondisi berkembang menjadi lebih serius.

B. SARAN

Peneliti selanjutnya diharapkan mampu mengembangkan sistem SafeNest secara lebih komprehensif, khususnya dengan mengintegrasikan mekanisme katup solenoid otomatis pada jalur pipa LPG untuk memutus aliran gas secara fisik seketika kebocoran terdeteksi. Mengingat sistem monitoring pada penelitian saat ini masih terbatas pada platform Android, diharapkan pengembangan aplikasi ke depan harus diarahkan pada arsitektur multi-platform menggunakan framework modern seperti Flutter atau React Native agar sistem dapat diakses secara meluas dan real-time oleh pengguna iOS maupun web.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya proposal penelitian OPSI 2026 yang berjudul "Rancang Bangun *Smart Home Security* Berbasis ESP32 Sebagai Pencegahan Kebakaran Dini" ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa terwujudnya proposal ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kepala Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Blitar, yang telah memberikan izin, restu, serta dukungan penuh kepada penulis untuk mengikuti kompetisi ini.
2. Bapak/Ibu Guru Pendamping, yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan teknis, serta memberikan arahan yang sangat berharga demi sempurnanya rancangan sistem SafeNest ini.
3. Kedua Orang Tua tercinta, yang tiada henti memberikan doa, dukungan moral, kasih sayang, serta bantuan materiil yang menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
4. Diri kami sendiri (Tim Peneliti), atas kerja keras, konsistensi, komitmen, serta semangat pantang menyerah dalam menguras pikiran dan tenaga demi mewujudkan rancangan inovasi ini.

Semoga segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak mendapatkan balasan yang melimpah dari Allah SWT. Penulis berharap proposal ini dapat berlanjut ke tahap penelitian dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat.

PERNYATAAN PENGGUNAAN AI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Ketua : Akhdan Yohan Nugroho
NISN Ketua : 0083103589
Nama Anggota : Indah Dwi Nur Alfiyah
NISN Anggota : 3095088830
Asal Sekolah : Madrasah Aliyah Negeri 1 Blitar
Nama Pembimbing : Khoirum Mawarti S.pd, S.Si

dengan ini menyatakan sejujurnya bahwa laporan penelitian saya dengan judul

Rancang Bangun Smart Home Security Berbasis ESP 32 Sebagai Pencegahan Kebakaran Dini

Menggunakan bantuan perangkat bantu/perangkat lunak Kecerdasan Artifisial untuk:

- Menemukan ide
- Mencari referensi
- Brainstorming

Perangkat lunak Kecerdasan Artifisial yang digunakan:

- Claude Ai

Penggunaan perangkat bantu Kecerdasan Artifisial sesuai dengan ketentuan pada Panduan OPSI 2026. Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai aturan OPSI.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di Blitar

pada tanggal 26 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan

Mengetahui,
Kepala Sekolah

Drs. Muh. Fakhri Hudin, M.a.
NIP. 196907101994031002



Akhdan Yohan Nugroho
NISN 0083103589

DAFTAR PUSTAKA

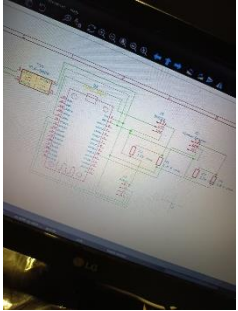
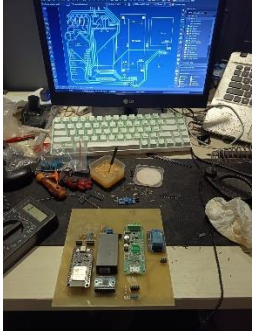
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2026). Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI). Badan Nasional Penanggulangan Bencana. <https://dibi.bnpb.go.id/superset/dashboard/2/>
- Candika, N., Simanjuntak, R. M., Pangaribuan, R. J., Suryanto, E. D., & Saragi, D. P. (2026). Rancang bangun smart home security system berbasis ESP 32 dengan multi-sensor dan LCD I2C. *Jurnal Sains Student Research (JSSR)*, 4(2), 269–278. <https://doi.org/10.61722/jssr.v4i2.9486>
- Jalil, A. A., Abdullah, M. J., Simatupang, M., & Mokui, H. T. (2025). Systematic literature review: Penerapan Internet of Things (IoT) untuk optimalisasi smart home. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 18(2).
- Jokanan, J. W., Arif Widodo, Nur Kholis, & Lusua Rakhmawati. (2022). Rancang bangun alat monitoring daya listrik berbasis IoT menggunakan Firebase dan aplikasi Android. *Jurnal Teknik Elektro*, 11–11(1), 47–55.
- Kusuma, D. A., & Juliasari, N. (2024). SISTEM DETEKSI KEBOCORAN GAS LPG (LIQUEFIED PETROLEUM GAS) DAN KEBAKARAN MENGGUNAKAN MQ-2 DAN ESP 32 BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS). *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 5(3). <https://doi.org/10.33005/jifosi.v5i3.465>
- Sani, H. A., Kubota, T., Surahman, U., & Collinthia Erwindi. (2021). INDOOR AIR QUALITY AND HEALTH IN NEWLY CONSTRUCTED APARTMENTS OF INDONESIA: CASE STUDY ON THE EFFECT OF MODIFICATION. In *Architecture&ENVIRONMENT* (pp. 55–74).
- Sepudin, Syahid Abdullah (2022) Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things Berbasis NodeMCU ESP 32 dan Telegram. *Jurnal Restikom : Riset Teknik Informatika dan Komputer*, 93-99
- Supiyandi, S., Rizal, C., Iqbal, M., Siregar, M. N. H., & Eka, M. (2023). Smart Home Berbasis Internet of Things (IoT) dalam Mengendalikan dan Monitoring Keamanan Rumah. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1302–1307. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3822>
- Widyatmika, I. P. A. W., Indrawati, N. P. A. W., Prastya, I. W. W. A., Darminta, I. K., Sangka, I. G. N., & Anak Agung Ngurah Gde Sapteka. (2021). Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP 32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan. In Politeknik Negeri Bali, *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi: Vol. Vol 13 (1)*

LAMPIRAN

Lampiran 6: Format Rencana Anggaran Biaya (RAB)

NO	Jenis Pengeluaran	Jumlah Anggaran (Rp)
1.	Belanja bahan a. ESP 32 Devkit V1 b. MQ-6 c. Flame Sensor IR d. PZEM-004T dan Current Transformer (CT) e. DTH22 f. HI Link HLK-5M05 g. PCB Polos h. Spacer i. Junction Box j. Timah k. Gland Kabel	Rp.80.000 Rp.30.000 Rp.100.000 Rp.215.000 Rp.35.000 Rp.50.000 Rp.15.000 Rp.40.000 Rp.25.000 Rp.35.000 Rp.25.000
2.	Belanja jasa (pengujian, instrument, surveyor, dll) a. Pengujian Mandiri	-
3.	Belanja sewa (bengkel, laboratorium,dll) a. Laboratorium Sekolah	-
4.	Akomodasi dan Transportasi a. Ongkir barang	Rp.24.670
Total		Rp.674.670

Lampiran 9: Format Logbook

No.	Tanggal	Aktivitas	Pihak yang berperan	Dokumentasi
1.	28 April – 29 Mei 2026	Perancangan Hardware	Akhdan Yohan Nugroho, Indah Dwi Nur alfiyah (Peneliti)	
2.	15 Juni – 30 Juni 2026	Pembuatan Hardware	Akhdan Yohan Nugroho (Peneliti)	
3.	03 Juli – 29 Juli 2026	Pembuatan software	Akhdan Yohan Nugroho (Peneliti)	
4.	11 Agustus – 16 Agustus 2026	Pengambilan Data	Akhdan Yohan Nugroho, Indah Dwi Nur alfiyah (Peneliti)	
5.	17 Agustsus – 31 Agustus 2026	Penulisan Laporan Penelitian	Akhdan Yohan Nugroho, Indah Dwi Nur alfiyah (Peneliti)	

Lampiran 10: Form Penjelasan atas Masukan Reviewer pada Proposal Penelitian

No	Komentar reviewer	Respons Peneliti
1.	Pendahuluan perlu didukung Data Nasional	Sudah kami menambahkan data nasional berdasarkan Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) yakni, “Hal ini diperkuat oleh Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) yang mencatat fluktuasi kasus kebakaran permukiman yang signifikan dalam tiga tahun terakhir, yaitu sebanyak 74 kejadian pada tahun 2024, melonjak menjadi 122 kejadian pada tahun 2025, dan tercatat sebanyak 56 kejadian pada tahun 2026”.
2.	Studi pustaka masih minim dan research gap tidak dijelaskan secara eksplisit	Kami sudah menambahkan 1 jurnal dengan judul, Rancang Bangun smart Home Security System Berbasis ESP32 dengan multi-sensor Dan LCD 12C, “Penelitian ini berhasil membuat prototipe keamanan rumah berbiaya rendah berbasis ESP32 dengan multi-sensor”. Peneliti juga menambahkan gap penelitian dengan penelitian terdahulu pada latar belakang.
3.	Metodologi kurang detail: ada flowchart tetapi di lampiran, variable tidak diidentifikasi, skenario pengujian tidak diuraikan	Flowchart sudah dipindahkan dari lampiran untuk memperjelas tahapan penelitian, identifikasi variable telah ditambahkan penjelasan mengenai variable yang digunakan dalam sistem, skenario pengujian telah diuraikan Langkah-langkah dan parameter pengujian secara mendetail.
4.	RAB perlu ditambah biaya pendukung dan tidak terduga	Rincian biaya kebutuhan utama telah dihitung secara presisi dan efisien sesuai kebutuhan riil di lapangan, di mana biaya pendukung operasional sudah terintegrasi langsung pada komponen bahan pokok.
5.	Jadwal perlu disesuaikan agar efisien; terdapat jeda yang panjang antara penyusunan proposal (7 Maret) dan persiapan alat (6 April). Perancangan dan pembuatan hardware/software (27 April-28 Juni) sekitar 2 bulan cukup realistis. Pengambilan data hanya 2,5 minggu (28 Juni-14 Juli) - perlu dipastikan cukup untuk pengujian berulang	Terima kasih atas masukan Bapak/Ibu Penilai. Jadwal yang tertera merupakan linimasa makro untuk mengantisipasi keterbatasan waktu harian peneliti yang tidak bisa melakukan penelitian penuh setiap hari. Jeda antara penyusunan proposal dan persiapan alat (7 Maret-6 April) digunakan secara fleksibel untuk mengurus perizinan administrasi secara berkala di sela-sela kesibukan. Sedangkan untuk pengambilan data selama 2,5 minggu, peneliti telah mengondisikan waktu khusus agar pengambilan data dapat dilakukan secara intensif dan tetap objektif.
6.	Kelengkapan administrasi surat pernyataan AI belum ada	Pernyataan penggunaan AI sudah kami sertakan pada data administrasi.