



UIN SUSKA RIAU

PURWARUPA PENDETEKSI KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR GAS, ASAP, SUHU, API, DAN MODUL GPS BERBASIS IoT

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh :

MUHAMMAD HANIF

12050512970

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2026

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

LEMBAR PERSETUJUAN

PURWARUPA PENDETEKSI KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR GAS, ASAP, SUHU, API, DAN MODUL GPS BERBASIS IoT

TUGAS AKHIR

Oleh :

MUHAMMAD HANIF
12050512970

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Januari 2026

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Liliana, S.T., M.Eng.
NIP. 19781012 200312 2 004

Pembimbing

Abdillah, S.Si., M.I.T
NIP. 19721028 202321 1 003

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

LEMBAR PENGESAHAN**PURWARUPA PENDETEKSI KEBAKARAN
MENGGUNAKAN SENSOR GAS, ASAP, SUHU, API, DAN
MODUL GPS BERBASIS IoT****TUGAS AKHIR**

Oleh :

MUHAMMAD HANIF
12050512970

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Januari 2026

Pekanbaru, 13 Januari 2026

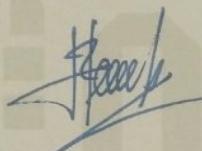
Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Prodi Teknik Elektro



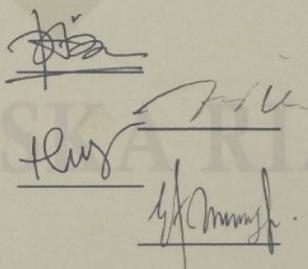
Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc.
NIP. 19770103 200710 2 001



Dr. Liliana, S.T., M.Eng
NIP. 19781012 200312 2 004

DEWAN PENGUJI:

Ketua	: Dr. Dian Mursyitah, S.T., M.T
Pembimbing	: Abdillah, S.Si., M.I.T
Penguji I	: Dr. Harris Simaremare, S.T., M.T
Penguji II	: Ewi Ismaredah, S.KOM., M.KOM





LEMBAR ATAS HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Hak Cipta Istimewa UIN Sultan Syarif Kasim Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hanif

NIM : 12050512970

Tempat/Tgl. Lahir : Duri 12 Juli 2002

Fakultas/Pascasarjana : Saints dan Teknologi

Prodi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : PURWARUPA PENDETEKSII KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR GAS, ASAP, SUHU, API, DAN MODUL GPS BERBASIS IOT

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi Skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 27 Januari 2026

Yang membuat pernyataan



Muhammad Hanif

NIM : 12050512970

*pilih salah satu sesuai jenis karya tulis



LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dan katakanlah: Bekerjalah kamu, maka Allah dan Rasul-Nya serta orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu itu, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) yang Mengetahui akan yang ghaib dan yang nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan.” (QS. At-Taubah : 105)

Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam kepada Allah SWT, karya sederhana ini kupersembahkan kepada orang yang sangat kusayangi, kukasihi dan telah berperan selama proses penyusunan skripsi ini.

Ibu dan Ayah

Yang selalu menjadi cahaya dalam setiap langkahku, memberikan cinta, doa, dan dukungan yang tiada henti. Tiada kata yang mampu mengungkapkan betapa berartinya kalian dalam hidupku. Keikhlasan dan ketulusan kasih sayang kalian menjadi inspirasi terbesar dalam setiap langkahku menyelesaikan pendidikan ini. Ibu, terima kasih atas cinta yang tak bersyarat, doa yang tulus, serta semangat yang selalu engkau berikan. Dengan penuh cinta dan rasa hormat, kupersembahkan karya ini untuk ibuku tercinta, sumber kekuatan dan doaku, serta untuk Ayah, terima kasih atas segala pengorbanan, kerja keras, dan nasehat yang bijaksana. Engkau telah menunjukkan arti dari keteguhan dan ketulusan dalam hidup. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan kalian dengan rahmat dan keberkahan yang melimpah. Skripsi ini adalah buah dari kerja keras dan doa kita bersama. Semoga dapat memberikan manfaat dan menjadi amal jariyah yang tak terputus. Terima kasih Ayah dan Terima kasih Ibu.

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Terima kasih atas nasihat Bapak. Saya sangat menghargai keahlian, kesabaran, dan komitmen Bapak Abdillah, S.Si., M.I.T dalam membimbing saya. Setiap kritik dan saran yang diberikan telah meningkatkan pemahaman saya dan kemampuan saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan Bapak. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan dedikasi Bapak dengan berkah.



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

PURWARUPA PENDETEKSI KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR GAS, ASAP, SUHU, API, DAN MODUL GPS BERBASIS IoT

MUHAMMAD HANIF
NIM: 12050512970

Tanggal Sidang: 06 Januari 2026

Tanggal Wisuda : -

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pendekripsi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendekripsi secara dini potensi kebakaran dan kebocoran gas serta mengirimkan notifikasi secara real-time kepada pemilik bangunan dan pihak pemadam kebakaran. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan beberapa sensor, yaitu sensor gas MQ-6, sensor asap MQ-2, sensor suhu DHT22, sensor api inframerah, serta modul GPS Neo-6M untuk menentukan lokasi kejadian. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan melalui koneksi internet ke Google Firebase dan ditampilkan pada dua aplikasi Android, yaitu aplikasi *Monitoring Api and Gas IoT* untuk pemilik bangunan dan aplikasi *Laporan Kebakaran IoT* untuk pemadam kebakaran. Pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh sensor dan aplikasi bekerja sesuai dengan perancangan. Sensor api mampu mendekripsi api hingga jarak 14 cm, sensor gas mendekripsi kebocoran gas pada nilai di atas 100 ppm, sensor asap mendekripsi asap di atas 100 ppm, dan sensor suhu

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

mendeteksi suhu tinggi di atas 35°C. Sistem berhasil mengaktifkan buzzer serta mengirimkan notifikasi peringatan beserta titik koordinat lokasi kebakaran. Pengujian modul GPS menunjukkan adanya selisih jarak sekitar 33,66 meter dibandingkan dengan Google Maps, namun masih dalam batas yang dapat diterima untuk keperluan pelaporan lokasi. Selain itu, dilakukan pengujian tingkat kepuasan pengguna berdasarkan aspek usability, simplicity, dan reliability dengan melibatkan 10 responden. Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata usability sebesar 79,6%, simplicity sebesar 75,2%, dan reliability sebesar 78%, yang berada pada kategori baik dan layak digunakan. Dengan demikian, sistem pendekripsi kebakaran berbasis IoT yang dikembangkan dinilai mampu bekerja secara andal, mudah digunakan, dan efektif dalam mendukung deteksi dini kebakaran serta penyampaian informasi darurat.

Kata Kunci: Sistem Pendekripsi Kebakaran, Internet of Things (IoT), ESP32, Sensor Gas MQ-6, Sensor Asap MQ-2, Sensor Suhu DHT22, Sensor Api, GPS Neo-6M, Aplikasi Android.



Prototype of an IoT-Based Fire Detection System Using Gas, Smoke, Temperature, Flame Sensors, and a GPS Module

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau injauan suatu mas-

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

MUHAMMAD HANIF
NIM: 12050512970

Date of Final Exam : 06 January 2026

Date of Graduation : -

Departement of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University Sultan Syarif Kasim

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based fire detection system capable of providing early detection of potential fires and gas leaks and delivering real-time notifications to building owners and fire departments. The system employs an ESP32 microcontroller integrated with several sensors, including an MQ-6 gas sensor, an MQ-2 smoke sensor, a DHT22 temperature sensor, an infrared flame sensor, and a Neo-6M GPS module for determining the incident location. Sensor data are transmitted via an internet connection to Google Firebase and displayed on two Android applications, namely the Monitoring Api dan Gas IoT application for building owners and the Laporan Kebakaran IoT application for fire departments. Functional testing results indicate that all sensors and applications operate as designed. The flame sensor is able to detect fire at a maximum distance of 14 cm, the gas sensor detects gas leakage at concentrations above 100 ppm, the smoke sensor detects smoke above 100 ppm, and the temperature sensor detects high temperatures exceeding 35°C. The system successfully activates a buzzer alarm and sends warning notifications along with the GPS coordinates of the fire location. GPS accuracy testing shows a location deviation of approximately 33.66 meters compared to Google Maps, which is still acceptable for emergency location reporting purposes. Furthermore, a user satisfaction evaluation was conducted based on usability, simplicity, and reliability aspects involving 10 respondents. The results show average scores of 79.6% for usability, 75.2% for simplicity, and 78% for reliability, indicating



that the system is user-friendly, reliable, and feasible for practical implementation. Therefore, the developed IoT-based fire detection system is considered effective in supporting early fire detection and emergency information delivery.

Keywords: Fire Detection System, Internet of Things (IoT), ESP32, Gas Sensor MQ-6, Smoke Sensor MQ-2, Temperature Sensor DHT22, Flame Sensor, GPS Module, Android Application.

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR



- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah mencerahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam juga penulis haturkan kepada baginda Rasulullah SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“PURWARUPA PENDETEKSI KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR GAS, ASAP, SUHU, API, DAN MODUL GPS BERBASIS IoT”**

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi Uin Suska Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana. :

Allah SWT yang dengan rahmat-Nya memberikan semua yang terbaik dan yang dengan hidayah-Nya memberikan petunjuk sehingga dalam penyusunan Tugas Akhir ini berjalan lancar.

Kepada ibunda tercinta Marhama yang selalu memberikan motivasi dan doa yang tiada henti - hentinya.

- Ibu Prof. Dr. Leny Nofianti, MS, SE, Msi, Ak, CA selaku Rektor Uin Suska Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
- Bapak Dr. Yusnelita Muda, S.Si., M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.
- Ibu Dr. Liliana, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Bapak Sutoyo, S.T.,M.T selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan



7. Ibu Rika Susanti, S.T., M.ENG selaku Dosen Pembimbing Akademik selama perkuliahan penulis dari semester 1 hingga akhir semester.
8. Bapak Abdillah, S.Si., M.I.T Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Bapak Dr. Harris Simaremare, S.T., M.T. selaku dosen pengampu mata kuliah TA1 yang selalu membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Ini.
10. Bapak Dr. Harris Simaremare, S.T., M.T. Selaku dosen penguji satu yang telah memberikan kritik dan saran untuk Tugas Akhir dari penulis.
11. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom. Selaku dosen penguji dua yang telah memberikan kritik dan saran untuk Tugas Akhir dari penulis.
12. Orang Terkasih Fiona Nindyta yang telah berjuang membantu serta memberikan dukungan, dorongan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T. selaku dosen pengampu mata kuliah TA2 yang selalu membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. Dosen dari Program Studi Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan panduan serta bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Wassalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Pekanbaru, 26 Januari 2026

MUHAMMAD HANIF
12050512970



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Tujuan Penelitian	I-5
1.4 Batasan Masalah	I-5
1.5 Manfaat	I-5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 Landasan Teori	II-3
2.2.1 Kebakaran	II-3
2.2.2 IoT (<i>Internet of Things</i>)	II-4
2.2.3 Mikrokontroler ESP32	II-5
2.2.4 Sensor Api IR <i>Flame</i>	II-7
2.2.5 Sensor MQ-6	II-7
2.2.6 Sensor MQ-2	II-8
2.2.7 Sensor DHT22	II-9
2.2.8 Modul GPS	II-9



2.2.9	MIT App Inventor.....	II-10
2.2.10	Android.....	II-11
2.2.11	Google Firebase.....	II-12

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	III-1
3.2	Pemodelan Alat	III-3
3.3	Perancangan Hardware Alat	III-5
3.4	Perancangan Software Alat	III-6
3.5	Perancangan Aplikasi	III-7
3.6	Pengujian Alat	III-9
3.7	Analisis Hasil Pengujian	III-10
3.8	Kesimpulan, Saran, dan Rekomendasi	III-11

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1	Hasil Penelitian.....	IV-1
4.2	Pengujian Fungsional	IV-4
4.3	Uji Tingkat Kepuasan Pengguna.....	IV-18

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Arsitektur <i>Internet of Things</i> (IoT).....
Gambar 2.2	Mikrokontroller ESP32
Gambar 2.3	Sensor Api.....
Gambar 2.4	Sensor MQ-6.....
Gambar 2.5	Sensor MQ-2.....
Gambar 2.6	Sensor DHT22
Gambar 2.7	Modul GPS
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metode Penelitian.....
Gambar 3.2	Blok Alur Sistem
Gambar 3.3	Skema Rangkaian Sistem.....
Gambar 3.4	<i>Flowchart</i> Program Alat
Gambar 3.5	<i>Mockup</i> Tampilan Aplikasi Pengguna
Gambar 3.6	<i>Mockup</i> Tampilan Aplikasi Pemadam
Gambar 3.7	Rancangan <i>Pop-Up Notification</i> Pengguna
Gambar 3.8	Rancangan <i>Pop-Up Notification</i> Pemadam Kebakaran
Gambar 4.1	Alat Pendekripsi Kebakaran
Gambar 4.2	Ikon Aplikasi Monitoring Api dan Gas IoT
Gambar 4.3	Tampilan Aplikasi Monitoring Api dan Gas IoT
Gambar 4.4	Ikon Aplikasi Laporan Kebakaran IoT
Gambar 4.5	Tampilan Halaman Kontrol Aplikasi Laporan Kebakaran IoT
Gambar 4.6	<i>Database</i> ID Pengguna
Gambar 4.7	Pengujian <i>Login</i> Terdaftar
Gambar 4.8	Pengujian <i>Login</i> Tidak Terdaftar
Gambar 4.9	Proses Pendaftaran Pengguna Baru
Gambar 4.10	<i>Database</i> dengan Pengguna Baru
Gambar 4.11	Pengujian Halaman Monitoring
Gambar 4.12	Pengujian Halaman Kontrol Fungsi Internet
Gambar 4.13	Hasil Pengujian Menggunakan Sensor Api
Gambar 4.14	Notifikasi Peringatan Kebakaran



UIN SUSKA RIAU

Gambar 4.15	Hasil Pengujian Sensor Api Pada Aplikasi	IV-10
Gambar 4.16	Hasil Pengujian Menggunakan Sensor Gas MQ-6	IV-11
Gambar 4.17	Notifikasi Peringatan Kebocoran Gas.....	IV-12
Gambar 4.18	Hasil Pengujian Menggunakan Sensor Asap	IV-13
Gambar 4.19	Notifikasi Peringatan Keberadaan Asap	IV-14
Gambar 4.20	Notifikasi Peringatan Suhu Tinggi	IV-16
Gambar 4.21	Hasil Pembacaan Lokasi Gmaps dan Aplikasi	IV-17

Hak Cipta Dihindungi Undang-Undang

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Jumlah Kebakaran Gedung di Kota Pekanbaru 2018-2020	I-3
Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroller	II-6
Tabel 3.1 Koneksi Pin Antar Komponen.....	III-6
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Keberadaan Api.....	IV-9
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Menggunakan Sensor Gas	IV-12
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Menggunakan Sensor Asap	IV-14
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT22	IV-15
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Koordinat Modul GPS dan Google Maps	IV-16
Tabel 4.6 Uji Kelayakan <i>Usability</i>	IV-18
Tabel 4.7 Uji Kelayakan <i>Simplicity</i>	IV-20
Tabel 4.8 Uji Kelayakan <i>Reliability</i>	IV-21



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR SINGKATAN

- IoT : *Internet Of Things*
LPG : *Liquified Petroleum Gas*
SoC : *System on Chip*
MIT : *Massachuesetts Institute of Technology*
API : *Application Programming Interface*
GPS : *Global Positioning System*
PPM : *Parts Per Million*
DHT22 : *Digital Humidity and Temperature 22*
Wi-Fi : *Wireless Fidelity*



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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas merupakan salah satu kejadian yang sering terjadi, dan pada saat ini, metode utama untuk mendeteksi kejadian tersebut masih bergantung pada laporan dari masyarakat setempat melalui telepon, termasuk informasi mengenai lokasi kebakaran [1]. Kebakaran terjadi ketika terdapat sumber panas yang mencapai suhu kritis dan memicu reaksi kimia dengan oksigen [2]. Secara umum, kebakaran dibedakan menjadi empat kategori: Tipe A, yang disebabkan oleh pembakaran benda padat yang bukan logam; Tipe B, yang terjadi akibat pembakaran bahan bakar cair atau gas yang tidak diinginkan; Tipe C, yang disebabkan oleh gangguan atau hubungan dengan tegangan listrik; dan Tipe D, yang melibatkan pembakaran bahan bakar berupa logam [3].

Perkembangan teknologi saat ini menunjukkan kemajuan yang sangat signifikan, terutama dalam hal penciptaan alat-alat yang dirancang untuk mempermudah pekerjaan manusia. Kemajuan ini juga berfungsi sebagai pengingat akan pentingnya upaya pencegahan terhadap bahaya, khususnya kebakaran, yang tetap menjadi risiko besar di era modern ini. Hal ini semakin relevan mengingat tingginya kepadatan populasi per meter kubik yang ada di banyak kawasan. Kebakaran sering kali terjadi, khususnya di Indonesia, dan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kebocoran gas, pembakaran sampah, korsleting listrik, percikan api, atau puntung rokok, dan sebagainya. Secara umum, kebakaran mulai diketahui ketika api mulai menyebar dan disertai dengan penumpukan asap yang cukup banyak, keluar dari bangunan atau gedung, sehingga sulit untuk dipadamkan tanpa intervensi dari petugas pemadam kebakaran [4].



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Salah satu penyebab terjadinya kebakaran tipe B ialah dikarenakan oleh kebocoran gas Liquified Petroleum Gas (LPG) yang merupakan jenis bahan bakar yang umum digunakan oleh masyarakat dimana kebocoran gas yang terjadi seringkali disebabkan oleh kurangnya perhatian dalam penggunaan gas LPG seperti kesalahan dalam pemasangan regulator, penggunaan selang gas yang tidak layak ataupun dikarenakan lapisan pengaman pada tabung LPG tidak lagi dalam kondisi yang bagus [6].

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di masyarakat dan dapat menimbulkan kerugian yang signifikan. Jika tidak segera ditangani, kebakaran dapat meluas dengan cepat dan menjadi semakin besar. Oleh karena itu, kebakaran membutuhkan sistem deteksi yang mampu mengidentifikasi keberadaan api dan menyampaikan informasi kepada pengguna secara real-time, bahkan dari jarak jauh [7]. Kebakaran menimbulkan ancaman yang sangat serius terhadap keselamatan jiwa, harta benda, serta lingkungan sekitar. Petugas pemadam kebakaran sering kali menghadapi kesulitan dalam memadamkan api, terutama karena keterlambatan dalam menerima informasi deteksi dini mengenai kebakaran tersebut [8].

Selain itu, kebakaran juga dapat terjadi akibat kelalaian manusia, seperti menyalakan api di tempat yang mudah memicu kebakaran, misalnya di dekat bahan bakar (seperti bensin), menggunakan peralatan memasak tanpa pengawasan, atau lupa mencabut perangkat elektronik saat meninggalkan rumah [10].

Kota Pekanbaru, sebagai ibu kota sekaligus pusat pemerintahan dan ekonomi di Provinsi Riau, memiliki kepadatan bangunan yang cukup tinggi, meliputi berbagai jenis gedung seperti hunian, tempat ibadah, gedung usaha, serta gedung sosial dan budaya, serta gedung dengan fungsi khusus lainnya. Kepadatan ini menjadikan Kota Pekanbaru memiliki risiko yang lebih tinggi terhadap bahaya kebakaran, jika dibandingkan dengan kota-kota lain di Provinsi Riau. Data mengenai kasus kebakaran gedung di Kota Pekanbaru berikut ini menunjukkan betapa pentingnya upaya pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang lebih efektif di kota ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 1.1 Jumlah Kebakaran Gedung di Kota Pekanbaru 2018 – 2020

NO	KECAMATAN	2018	2019	2020
1	Payung Sekaki	16	15	18
2	Tampan	15	22	24
3	Marpoyan Damai	18	10	23
4	Bukit Raya	8	15	16
5	Tenayan Raya	11	12	20
6	Rumbai Pesisir	10	7	5
7	Rumbai	5	9	5
8	Sukajadi	8	12	11
9	Senapelan	9	6	11
10	Lima Puluh	5	3	8
11	Sail	1	5	5
12	Pekanbaru Kota	4	2	8
	Total	110	118	154

Berdasarkan data yang ada, dapat dilihat bahwa jumlah kasus kebakaran gedung di Kota Pekanbaru antara tahun 2018 hingga 2020 menunjukkan tren kenaikan yang konsisten setiap tahunnya. Hal ini mengindikasikan bahwa Kota Pekanbaru memiliki tingkat risiko kebakaran gedung yang cukup tinggi. Oleh karena itu, sangat penting untuk menerapkan manajemen kebakaran gedung yang efektif agar kejadian kebakaran dapat dicegah, ditanggulangi, dan dievaluasi dengan baik.

Manajemen kebakaran gedung yang tepat harus diterapkan sesuai dengan pedoman yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26 Tahun 2008, yang mengatur standar dan prosedur pengelolaan kebakaran gedung. Tujuan utama dari penerapan manajemen kebakaran ini adalah untuk mencegah terjadinya kebakaran, serta memastikan bahwa ketika kebakaran terjadi, ada prosedur yang jelas dan efisien untuk penanggulangan dan pemulihan, guna meminimalisir kerugian baik dari segi materi maupun korban jiwa.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu mas-

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selanjutnya mengenai tindakan lanjutan apabila terjadinya kebakaran, pemadam kebakaran sebagai pihak yang dapat mengantisipasi kebakaran saat ini sangat terbatas, hal ini diketahui berdasarkan wawancara penulis kepada Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kebakaran Riau dimana dinyatakan bahwa untuk menemukan lokasi kebakaran saat ini pemadam kebakaran sangat bergantung pada telepon masyarakat sekitar lokasi terjadinya kebakaran, Pihak BPBD Kebakaran Riau menyatakan bahwa ketika terjadi kebakaran maka prosedur yang terjadi secara umum ialah penduduk di sekitar lokasi kebakaran akan menghubungi pemadam kebakaran lokal dan ketika pihak pemadam kebakaran menerima telepon maka pelapor akan mendeskripsikan lokasi terjadinya kebakaran namun terkadang deskripsi lokasi yang diberikan masih bersifat rancu sehingga dapat menimbulkan keraguan mengenai lokasi tepat terjadinya kebakaran [11].

Maka dari itu berdasarkan rincian diatas maka penelitian ini akan melakukan penelitian yang menghasilkan alat yang bertujuan dapat mencegah terjadinya kebakaran tipe B yaitu kebakaran yang terjadi dikarenakan terbakarnya bahan bakar bersifat gas dengan cara mendeteksi keberadaan kebocoran gas tersebut dan memberitahunya kepada pengguna yaitu pemilik bangunan sehingga pengguna dapat melakukan tindakan pencegahan sebelum terjadinya kebakaran dan apabila pengguna tidak sempat melakukan tindakan pencegahan dan kebakaran terjadi maka alat akan mengirimkan pesan peringatan kebakaran kepada pemadam kebakaran disertai dengan titik lokasi kebakaran melalui notifikasi pesan sehingga penerimaan informasi lokasi kebakaran oleh pemadam kebakaran dapat lebih cepat dikarenakan titik lokasi yang dikirimkan merupakan koordinat dan juga tautan navigasi Google Maps.

Penelitian terdahulu hanya mampu melakukan pendekripsi terhadap kebocoran gas atau kebakaran serta memberikan pemberitahuan bahaya kepada satu pihak pengguna, yaitu pemilik bangunan. Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem dengan menambahkan beberapa fitur deteksi yang lebih komprehensif. Pengembangan ini mencakup pendekripsi keberadaan gas, asap, suhu, dan api, yang merupakan indikator umum



ketika terjadi kebakaran. Selain itu, penelitian ini juga akan menambahkan kemampuan untuk mendeteksi lokasi kebakaran secara lebih akurat, yang akan dikirimkan dalam bentuk koordinat GPS dan tautan navigasi melalui Google Maps. Dengan adanya penambahan ini, diharapkan sistem deteksi kebakaran dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan efektif, sehingga mempermudah respons cepat dari pihak berwenang dan pihak terkait lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem deteksi kebakaran yang dapat mengidentifikasi kebocoran gas, keberadaan asap, suhu, serta api secara bersamaan?
2. Bagaimana cara memberi peringatan bahaya kepada pengguna jika alat mengidentifikasi kebocoran gas, keberadaan asap, suhu, atau api?
3. Bagaimana cara membantu pemadam kebakaran menemukan lokasi terjadinya kebakaran.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem deteksi kebakaran yang memanfaatkan keberadaan gas LPG, asap, suhu, dan api berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32.
2. Membuat aplikasi android untuk komunikasi notifikasi alat dengan pengguna.
3. Membuat fitur lacak koordinat lokasi pada aplikasi pengguna yang terintegrasi dengan alat.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini berfokus pada peringatan dini dan bahaya kebakaran tipe B atau kebakaran yang disebabkan oleh bahan bakar gas.
2. Notifikasi peringatan bahaya untuk pemadam kebakaran disertai koordinat lokasi kebakaran dan tautan Gmap untuk navigasi.
3. Perancangan alat menggunakan mikrokontroller ESP32, Sensor Api IR, Sensor Gas MQ-6, Sensor Asap MQ-2, Sensor Suhu DHT22, dan Modul GPS.



4. Alat ini terdeteksi jika ada kebocoran Gas LPG, Asap, Suhu, dan Api.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1.5 Manfaat

1. Alat ini bisa membantu pemadam kebakaran untuk menangani kebakaran dengan waktu lebih cepat.
2. Alat ini memungkinkan pemadam kebakaran bisa mendapatkan informasi yang lebih akurat tentang lokasi kebakaran dari masyarakat.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Dalam Penelitian ini akan digunakan penelitian sebelumnya untuk mendukung masalah dalam penelitian ini.

Pada tahun 2022, penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Misdram dan Andika Sabilana dengan judul "Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis SMS Gateway Menggunakan Arduino," merancang sistem deteksi kebakaran berbasis SMS gateway yang memungkinkan pemberian informasi cepat terkait kebakaran yang terjadi di area hutan. Sistem ini memanfaatkan teknologi yang dapat memonitor perangkat keras melalui komunikasi internet, sehingga jarak dan lokasi tidak menjadi kendala, asalkan sensor yang digunakan dapat mendekripsi perubahan yang terjadi.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Muhammad Dhedy Dwi Putra dan Rully Pramudita pada tahun 2021, dengan judul "Sistem Deteksi Api Berbasis Internet of Things pada Rumah," merancang sistem pencegahan kebakaran di perumahan Wahana Harapan dengan metode prototype. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang menerima dan mengirimkan data sensor melalui koneksi internet. Data yang dikumpulkan disimpan dalam database untuk analisis lebih lanjut, serta dapat mengirimkan notifikasi ke nomor telepon terdaftar ketika terjadi kebakaran.

Selanjutnya, pada tahun 2022, Yonatan Surya Kristama dan Indrastanti Ratna Widiasari mengembangkan "Alat Pendekripsi Kebakaran Dini Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU dan Telegram," yang menghasilkan sistem deteksi kebakaran yang mengirimkan notifikasi berupa pesan melalui aplikasi Telegram jika kedua sensor api mendekripsi adanya api. Alat ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi secara real-time dan memberikan respons otomatis sesuai dengan kondisi sensor api.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Penelitian yang dilakukan oleh Randi Rahadiansyah, Puzi Rahma Wati, dan Desy Puspa Rahayu pada tahun 2021, berjudul "Perancangan Sistem Pendekripsi Kebakaran Kebocoran Gas Di PT. BPR Kencana Berbasis IoT," merancang alat pendekripsi kebakaran dan kebocoran gas menggunakan SoC (System on Chip) NodeMCU, sensor Flame, sensor MQ2, dan buzzer berbasis IoT. Sistem ini dapat mendekripsi percikan api, nyala api meskipun memiliki keterbatasan pada jarak dan sudut deteksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Bayu Kusumo dan Teguh Ardiansyah pada tahun 2024, dengan judul "Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis Mikrokontroller ESP32," merancang sensor asap yang dapat mendekripsi kadar asap mencapai 402 PPM dan sensor suhu yang memberikan notifikasi ke perangkat Android ketika suhu melebihi 41,8°C. Sistem ini juga dilengkapi dengan alarm berupa buzzer dan proteksi menggunakan relay, serta kontrol jendela dengan motor servo secara IoT, untuk melakukan pencegahan kebakaran secara cepat dan efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh Helvis Ricardo pada tahun 2022, dengan judul "Alat Proteksi Kebakaran Rumah Menggunakan Wemos D1 Mini dengan Alarm dan Notifikasi *Email* dari Thinger.IO," merancang suatu alat proteksi kebakaran rumah menggunakan Wemos D1 Mini dengan alarm dan notifikasi *email* dari Thinger.IO menggunakan sensor Api dan sensor MQ2. Proses pengembangan alat ini menggunakan konsep Internet of Things (IoT) yaitu memanfaatkan internet untuk menampilkan informasi kondisi sensor dan media notifikasi dari Platform Thinger.IO yang terkoneksi dengan sistem dan penerapan Wemos D1 Mini sebagai pengontrol data utama.

Terakhir, penelitian yang dilakukan oleh Irsyad Dzikhrullah dan Zuly Budiarto pada tahun 2023, dengan judul "Rangkaian Rancang Bangun Alat Pendekripsi Kebakaran berdasarkan Asap dan Suhu pada Dapur Restoran Berbasis Arduino dan Internet of Things," menghasilkan sistem deteksi kebakaran yang memberikan informasi akurat secara real-time, yang dapat mengurangi kerugian kebakaran dan membantu masyarakat serta petugas pemadam kebakaran dalam mengambil tindakan pencegahan yang tepat.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dijabarkan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat yang dapat mendeteksi kebakaran berdasarkan empat parameter utama: kebocoran gas LPG, asap, suhu, dan api, serta dilengkapi dengan sistem berbasis Internet of Things (IoT) untuk menginformasikan titik lokasi kebakaran kepada pemadam kebakaran melalui aplikasi Android yang akan dikembangkan.

Perbedaan utama penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada cakupan deteksi kebakaran. Penelitian-penelitian sebelumnya cenderung fokus pada deteksi kebakaran melalui satu jenis parameter, seperti deteksi asap atau kebocoran gas saja. Sebaliknya, penelitian ini menggabungkan empat indikator utama (gas LPG, asap, suhu, dan api) untuk mendeteksi kebakaran, memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dalam identifikasi potensi kebakaran.

Kelebihan dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah kemampuannya untuk mendeteksi kebakaran secara lebih menyeluruh, menggabungkan berbagai jenis sensor yang dapat memberikan informasi yang lebih akurat. Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan aplikasi Android untuk mengirimkan informasi lokasi kebakaran secara real-time, yang memungkinkan pemadam kebakaran untuk mendapatkan data yang lebih spesifik mengenai lokasi terjadinya kebakaran di suatu bangunan, sehingga respons terhadap kebakaran dapat dilakukan lebih cepat dan efektif.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kebakaran

Secara umum, kebakaran dapat didefinisikan sebagai suatu peristiwa yang melibatkan timbulnya api yang tidak terkendali, yang dapat mengancam keselamatan jiwa serta merusak harta benda. Sebagian besar api terdiri dari campuran gas panas yang terbentuk akibat oksidasi cepat terhadap suatu material melalui proses kimia eksotermik pembakaran, yang melepaskan panas, cahaya, dan berbagai produk reaksi lainnya [12]. Kebakaran juga dapat dipahami sebagai peristiwa di mana api kecil yang muncul secara tidak terkendali dapat berkembang menjadi lebih besar di suatu tempat, pada waktu yang tidak diinginkan, yang berpotensi merugikan dan sering kali sulit untuk

dikendalikan. Jika kebakaran ini terjadi, risiko terhadap korban jiwa menjadi sangat tinggi [13].

Kebakaran pada dasarnya adalah suatu reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung dengan sangat cepat pada bahan bakar tertentu, yang disertai dengan munculnya percikan api atau nyala api. Dalam konteks perumahan, terdapat dua faktor utama yang umumnya menjadi penyebab utama terjadinya titik api atau kebakaran :

- a. Faktor manusia yang berkontribusi terhadap terjadinya kebakaran meliputi kesalahan yang disebabkan oleh kelalaian (human error), kurangnya kedisiplinan, serta minimnya pengawasan terhadap kondisi rumah.
- b. Faktor teknis yang dapat menyebabkan kebakaran antara lain peningkatan suhu yang mengakibatkan pemanasan berlebih dan timbulnya api pada bahan-bahan kimia yang ada di dalam rumah, serta terjadinya hubungan arus pendek atau korsleting pada instalasi listrik di rumah tinggal. [7].

Peristiwa kebakaran biasanya dimulai dengan munculnya nyala api yang menghasilkan suhu tinggi, yang disertai dengan reaksi kimia seperti pembakaran gas oksigen di sekitarnya. Reaksi ini kemudian menumbuhkan api yang menyebabkan benda-benda di sekitarnya terbakar. Proses kebakaran umumnya dimulai dengan api kecil yang kemudian diikuti oleh reaksi berantai, yang membuat api semakin besar dan menghasilkan asap yang menyebar ke seluruh arah. [4].

2.2.2 IoT (*Internet of Things*)

IoT (Internet of Things) adalah sistem yang kompleks yang melibatkan berbagai entitas dan komponen seperti data, mesin, RFID, sensor, serta perangkat lain yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dan mengolah data. Konsep IoT mengacu pada kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas, yang memungkinkan terjadinya interaksi antara objek tersebut, lingkungan sekitar, maupun perangkat komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet [14].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2.**Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.**

IoT dapat didefinisikan sebagai kemampuan berbagai perangkat untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet, memungkinkan adanya pengendalian, komunikasi, dan kolaborasi antara perangkat keras serta data yang terhubung dalam jaringan tersebut [12]. Prinsip dasar kerja IoT adalah memberi identitas unik pada setiap benda, yang kemudian dapat dipantau dan dikendalikan melalui sistem komputer. Pada tahap awal penerapan IoT, pengenal yang digunakan agar benda dapat dikenali oleh komputer adalah dengan menggunakan kode batang (barcode), QR Code, atau Identifikasi Frekuensi Radio (RFID). Seiring perkembangannya, benda-benda ini kini dapat diberi pengenal berupa IP Address dan memanfaatkan jaringan internet untuk berkomunikasi dengan perangkat lain yang memiliki IP Address yang serupa [7].



Gambar 2.1 Arsitektur *Internet of Things* (IoT)

2.2.3 Mikrokontroller ESP32

Espressif Systems memperkenalkan ESP32 sebagai pengganti mikrokontroler sebelumnya, yaitu ESP8266. Keunggulan utama dari ESP32 terletak pada integrasi modul WiFi dan Bluetooth, yang mempermudah pembuatan sistem IoT yang membutuhkan koneksi nirkabel. Mikrokontroler ESP32 telah dilengkapi dengan berbagai komponen yang mendukung fungsinya, seperti mikrokontroler itu sendiri, ROM, RAM, I/O, dan clock, yang menyerupai komponen pada sebuah komputer PC. Dengan demikian,

ESP32 menawarkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan ESP8266, karena fitur-fitur ini tidak tersedia pada model sebelumnya [15].

ESP32 menggunakan prosesor dual-core dengan instruksi Xtensa LX16.

Spesifikasi lengkap dari ESP32 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler

NO	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan prosesor	Dual 160MHz
4	RAM	520K
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11b/g/n/e/i
8	Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
9	SPI	3
10	12C	2
11	UART	3

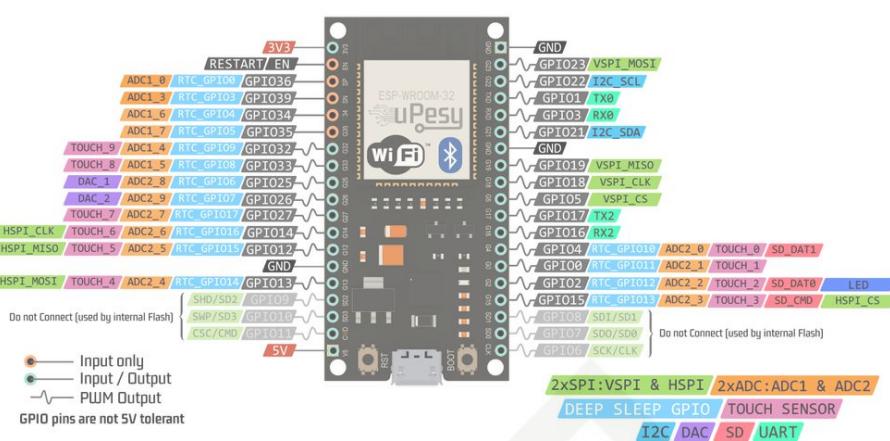
Board ini tersedia dalam dua versi, yaitu versi 30 GPIO dan 36 GPIO, yang keduanya berfungsi dengan cara yang serupa. Versi 30 GPIO dilengkapi dengan dua pin GND, dan setiap pin pada board ini dilabeli di bagian atas, sehingga memudahkan pengguna untuk mengenali setiap pin. Dengan menggunakan interface USB-to-UART, board ini dapat diprogram dengan mudah menggunakan platform pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE. Board ini juga dapat memperoleh sumber daya melalui konektor micro-USB [16].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

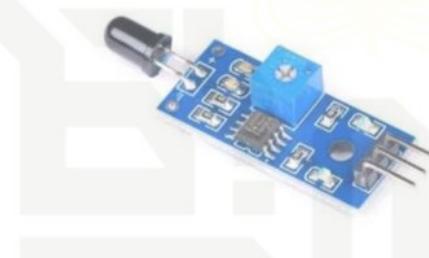
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan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



Gambar 2.2 Mikrokontroller ESP 32

2.2.4 Sensor Api IR Flame

Sensor IR Flame adalah sensor inframerah yang memiliki peran penting dalam mendeteksi keberadaan api dengan cepat. Sensor ini memanfaatkan teknologi inframerah untuk mendeteksi api, dengan panjang gelombang yang teramat berkisar antara 760 nm hingga 1.100 nm.



Gambar 2.3 Sensor API

Sensor IR Flame memiliki tiga pin, yaitu GND, Digital Output, dan VCC. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan api dan digunakan untuk mengindikasikan titik sumber api ketika kebakaran terjadi [17].

2.2.5 Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 adalah sensor gas yang dirancang khusus untuk mendekksi gas LPG (Liquefied Petroleum Gas), termasuk komponen gas seperti propana dan butana yang terkandung dalam LPG. Sensor ini mampu

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

mendeteksi gas dengan konsentrasi di udara antara 200 hingga 10.000 ppm. Dengan sensitivitas yang tinggi dan waktu respons yang cepat, sensor ini memberikan output berupa resistansi analog. Sirkuit yang digunakan pada sensor MQ-6 sangat sederhana, hanya memerlukan tegangan 5V dan penambahan resistansi beban untuk pengoperasiannya [18].



Gambar 2.4 Sensor MQ-6

2.2.6 Sensor MQ-2

Sensor ini mampu mendeteksi berbagai jenis gas, dengan tingkat sensitivitas yang lebih tinggi terhadap gas tertentu, tergantung pada tipe sensor yang digunakan. Semua sensor gas jenis ini memerlukan kalibrasi yang tepat dengan mengukur konsentrasi gas atau udara yang sudah diketahui. Modul sensor ini terdiri dari lapisan senyawa SnO₂, yang memiliki konduktivitas rendah terhadap udara bersih, namun konduktivitasnya akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi gas atau asap yang mudah terbakar di udara. Output yang dihasilkan oleh sensor ini berupa tegangan analog [14].

Pada sensor MQ-2, terdapat empat pin utama, yaitu GND, Analog Output, VCC, dan Digital Output. Selain itu, sensitivitas sensor ini dapat disesuaikan menggunakan potensiometer. Sensor MQ-2 memiliki peran penting dalam mendeteksi asap yang dihasilkan dari kebakaran [17].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

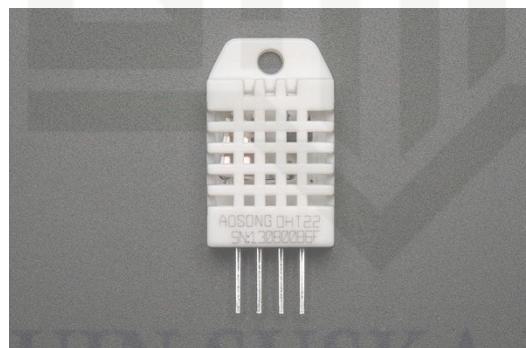
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 2.5 Sensor MQ-2

2.2.7 Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban relatif di sekitarnya. Sensor ini memanfaatkan kapasitor dan termistor untuk mendeteksi kondisi udara, kemudian mengirimkan sinyal digital melalui pin data. DHT22 sangat mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino, berkat stabilitasnya yang baik dan kemampuan kalibrasi yang sangat akurat. Sensor ini mampu mengukur suhu dalam rentang -40°C hingga 125°C serta kelembaban udara antara 0% hingga 100%. Selain itu, DHT22 dikenal memiliki tingkat stabilitas yang tinggi dan kalibrasi yang sangat tepat, menjadikannya pilihan yang dapat diandalkan untuk berbagai aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.



Gambar 2.6 Sensor DHT22

2.2.8 Modul GPS

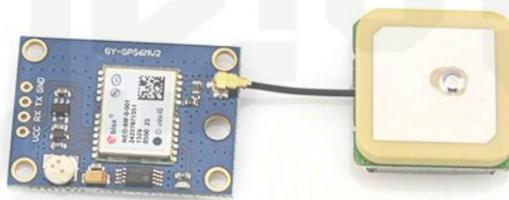
Modul GPS pada dasarnya berfungsi untuk mengontrol dan memonitor satelit serta mengelola orbit satelit GPS secara keseluruhan. Modul GPS ini digunakan sebagai penerima sinyal GPS (receiver). Modul tersebut memiliki

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

empat pin utama: RX yang berfungsi sebagai pin penerima sinyal, TX sebagai pin pengirim sinyal, GND sebagai pin ground, dan VCC yang berfungsi untuk menyuplai tegangan ke modul. Cara kerja modul GPS adalah dengan membaca titik koordinat longitude dan latitude berdasarkan posisi GPS itu sendiri. Ketika modul menerima sinyal, lampu indikator LED pada modul GPS akan berkedip sebagai tanda penerimaan sinyal yang berhasil. Data koordinat yang diterima kemudian diproses oleh modul NodeMCU ESP8266. Dengan menggunakan modul GPS, kita dapat mengetahui lokasi atau titik koordinat tempat di mana modul tersebut berada, yang memungkinkan pembuatan berbagai perangkat yang membutuhkan informasi lokasi atau koordinat [2].



Gambar 2.7 Modul GPS

2.2.9 MIT App Inventor

MIT App Inventor adalah platform pengembangan aplikasi berbasis web yang bersifat open source dan saat ini dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT), setelah sebelumnya dikembangkan oleh Google. Dengan menggunakan antarmuka grafis yang mirip dengan Scratch dan StarLogo TNG, aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengembangkan aplikasi Android dengan cara yang sangat intuitif, yaitu dengan menggerakkan dan menyusun objek visual untuk menciptakan aplikasi yang dapat berjalan pada sistem operasi Android.

App Inventor sering disebut sebagai pemrograman berbasis blok visual, karena pengguna akan bekerja dengan blok-blok simbolik yang mewakili perintah dan fungsi tertentu dalam pembuatan aplikasi. Pendekatan ini memungkinkan pembuatan aplikasi tanpa perlu menulis kode secara

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

tradisional. Awalnya dikembangkan oleh Google, kini App Inventor dikelola oleh MIT dan dirancang untuk memungkinkan pemula memprogram komputer dan membuat aplikasi Android dengan mudah. Dengan antarmuka yang mirip dengan Scratch dan StarLogo TNG, pengguna dapat melakukan drag-and-drop objek visual untuk membuat aplikasi yang kompatibel dengan perangkat Android [19].

2.2.10 Android

Android adalah sistem operasi yang dirancang khusus untuk perangkat mobile, terdiri dari beberapa komponen utama seperti kernel, program perantara, dan aplikasi pengaman. Salah satu bahasa pemrograman yang paling sering digunakan untuk mengembangkan aplikasi pada platform Android adalah Java. Android menyediakan berbagai aplikasi dasar seperti SMS, kontak, kalender, peta, email, dan browser, yang memberikan pengalaman pengguna yang menyeluruh dan intuitif. Dengan menyediakan platform pengembangan yang terbuka, Android memungkinkan pengembang untuk menciptakan aplikasi yang inovatif dan beragam.

Platform Android juga memberikan kebebasan yang besar bagi pengembang untuk mengakses perangkat keras, menjalankan proses di latar belakang, mendapatkan data lokasi, menjadwalkan pengingat waktu, menampilkan notifikasi di bilah status, dan berbagai fungsionalitas lainnya. Kebebasan ini berasal dari sifat Android yang terbuka dan fleksibel. Sebagai sistem operasi open-source, Android memungkinkan pengguna untuk berinovasi lebih bebas, menciptakan aplikasi baru, dan melakukan kustomisasi. Selain itu, Android dilengkapi dengan aplikasi bawaan Google yang terintegrasi dengan baik, seperti Google Maps, Google Email, dan Google Calendar, yang semakin meningkatkan kenyamanan pengguna.

Lebih jauh lagi, berbagai komunitas open-source telah terbentuk di kalangan pengembang untuk mengembangkan dan mengunggah firmware Android yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Firmware ini sering kali dilengkapi dengan fitur baru, seperti kemampuan untuk menyimpan aplikasi di memori eksternal. Komunitas-komunitas ini secara

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

rutin memperbarui firmware dan mengintegrasikan fitur-fitur sistem yang belum dirilis secara resmi oleh pihak pengelola Android [20].

2.2.11 Google *Firebase*

Firebase adalah sebuah platform untuk pengelolaan database aplikasi secara real-time, yang memungkinkan setiap perubahan data untuk secara otomatis diperbarui pada perangkat-perangkat yang terhubung, baik itu aplikasi mobile maupun situs web. Firebase menyediakan pustaka lengkap yang mendukung berbagai platform, baik web maupun mobile, dan juga mendukung integrasi dengan berbagai framework seperti Java, C++, dan JavaScript. Melalui API (Application Programming Interface), Firebase memungkinkan penyimpanan dan sinkronisasi data dalam format JSON (JavaScript Object Notation) di cloud, dengan pembaruan yang terjadi secara otomatis, memungkinkan sinkronisasi data secara real-time [17].

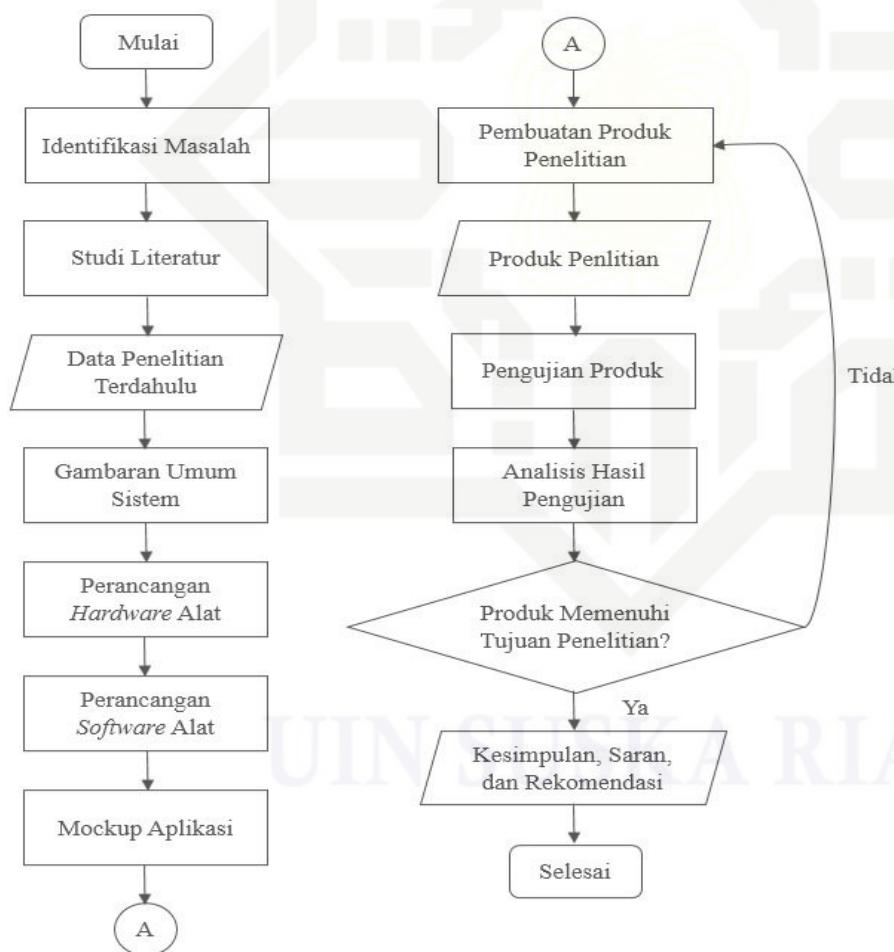
Firebase tidak hanya menyediakan fitur real-time database, tetapi juga menawarkan berbagai layanan lainnya seperti otentikasi, penyimpanan, hosting, dan pemberitahuan. Firebase Realtime Database merupakan layanan database berbasis cloud yang menyimpan data dalam format JSON dan secara otomatis mensinkronkan data tersebut ke setiap klien yang terhubung. Sebagai basis data NoSQL, Firebase Realtime Database memiliki struktur dan fungsionalitas yang berbeda dibandingkan dengan database relasional tradisional. Pengguna dapat membuat database Firebase dengan mengimpor file JSON melalui konsol Firebase atau secara manual langsung melalui konsol Realtime Database.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research & Development*). Suatu produk akan dibuat oleh jenis penelitian ini adalah hasil dari pengembangan produk yang sudah ada setelah melakukan studi pustaka tentang produk yang ingin dikembangkan, dan setelah mengembangkan produk, produk tersebut akan diuji agar mengetahui seberapa efektif produk tersebut. Gambar 3.1 menunjukkan metode pada penelitian ini.



Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Penelitian ini akan melihat masalah di lingkungan dan memilih topik penelitian. Topik penelitian adalah mendeteksi kebakaran berdasarkan kebocoran gas, asap, dan api. Untuk memulai akan ditentukan konteks latar belakang, merumuskan masalah yang akan diteliti dan kemudian menetapkan tujuan dan batasan penelitian. Hal ini dilakukan untuk memberikan arah penelitian yang lebih jelas.

2. Studi Literatur

Pada studi literatur akan mencari referensi penelitian dan mempelajari referensi tersebut untuk mendukung penelitian mereka serta mendapatkan teori dan data yang digunakan dalam penelitian. Untuk melakukan tahap ini akan dilakukan pencarian literatur tentang topik penelitian, yaitu desain alat mendeteksi kebakaran dan pemanfaatan teknologi elektronika dan IoT untuk menyelesaikan masalah. Dalam proses ini akan didapatkan data dalam penelitian terdahulu yang di paparkan pada tinjauan pustaka.

3. Pemodelan Alat

Pada pemodelan alat akan dibuat sketsa sistem dari alat yang akan dibuat dengan cara menggambarkan bentuk fisik dari komponen yang penulis gunakan dalam penelitian dan menjelaskan hubungan antar komponen yang digunakan serta bagaimana cara kerja sistem dari alat penelitian secara umum.

4. Perancangan *Hardware* Alat

Perancangan ini akan dibuat skematik rangkaian alat penelitian serta membuat tabel pemetaan hubungan antar komponen untuk mengetahui secara jelas koneksi antar komponen sehingga alat yang dihasilkan dapat bekerja memenuhi tujuan penelitian.

5. Perancangan *Software* Alat

Pada penelitian ini dibuat diagram alur bagaimana seharusnya alur proses berjalanannya program pada sistem dalam alat penelitian yang akan dibuat untuk mengetahui dan menggambarkan program yang dibuat agar sistem dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

6. Perencanaan Biaya Pembuatan Alat

Pada penelitian ini akan dibuat rancangan anggaran biaya untuk mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan dalam penelitian ini dimana anggaran biaya yang akan dihitung ialah biaya dari komponen pembuatan alat hasil penelitian.

7. Pembuatan Produk Penelitian

Pembuatan produk penelitian ini dimulai melakukan pembuatan alat penelitian sesuai dengan rancangan *hardware* dan *software* yang telah dibuat sebelumnya hingga alat penelitian selesai dan dapat dijalankan.

8. Pengujian Produk

Pengujian produk akan menentukan parameter pengujian terhadap alat atau produk yang dihasilkan oleh penelitian serta melakukan pengujian terhadap parameter tersebut dimana parameter yang ditentukan berhubungan dengan tujuan penelitian.

9. Analisis Hasil Pengujian

Pada penelitian ini untuk analisis hasil pengujian dilakukan analisis terhadap data yang didapatkan dari hasil pengujian, dimana apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa alat hasil penelitian tidak memenuhi tujuan penelitian maka harus dilakukan pengecekan terhadap alat yang dihasilkan dan kembali melakukan tahapan pembuatan alat.

10. Kesimpulan, Saran, dan Rekomendasi

Setelah alat yang dihasilkan hasil pengujianya memenuhi tujuan penelitian maka kesimpulan dapat disusun dari hasil analisis data hasil pengujian serta saran dan rekomendasi dapat dipaparkan untuk mengetahui kekurangan dari alat yang dihasilkan serta hal yang dapat dilakukan untuk mengembangkan alat sehingga kekurangan yang ditemukan dapat ditutupi pada penelitian selanjutnya.

3.2 Pemodelan Alat

Untuk dapat memahami bagaimana sistem dan alur kerja dari alat yang akan dibuat dalam penelitian ini maka akan dibuat blok alur sistem alat yang akan dibuat untuk menggambarkan prinsip dan alur kerja dari alat yang akan dibuat secara umum.

Gambar 3.2 merupakan penggambaran alur kerja dari produk yang akan dihasilkan dari penelitian, diawal ESP32 akan menghubungkan modul WiFi nya dengan *hotspot* yang telah di

set pada program yang ditulis dan di *upload* ke dalam ESP32 dan setelah terhubung ESP32 dapat terkoneksi ke internet dan berkomunikasi dengan *smartphone* dua pengguna yaitu pemilik bangunan dan pemadam kebakaran melalui aplikasi yang telah dibuat menggunakan situs MIT App Inventor.

Hasil Dandung-Undang

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



Gambar 3.2 Blok Alur Sistem

Pada sistem, Proses dimulai dengan inisialisasi data yang diikuti oleh pembacaan nilai kriteria dari beberapa sensor, yaitu sensor api, sensor gas MQ-6 untuk mendeteksi kadar gas, sensor asap MQ-2 untuk kadar asap, serta sensor suhu DHT22. Setelah itu, ESP32 akan menerima hasil pembacaan data dari sensor-sensor tersebut, dan nilai pembacaan ditampilkan pada layar LCD.

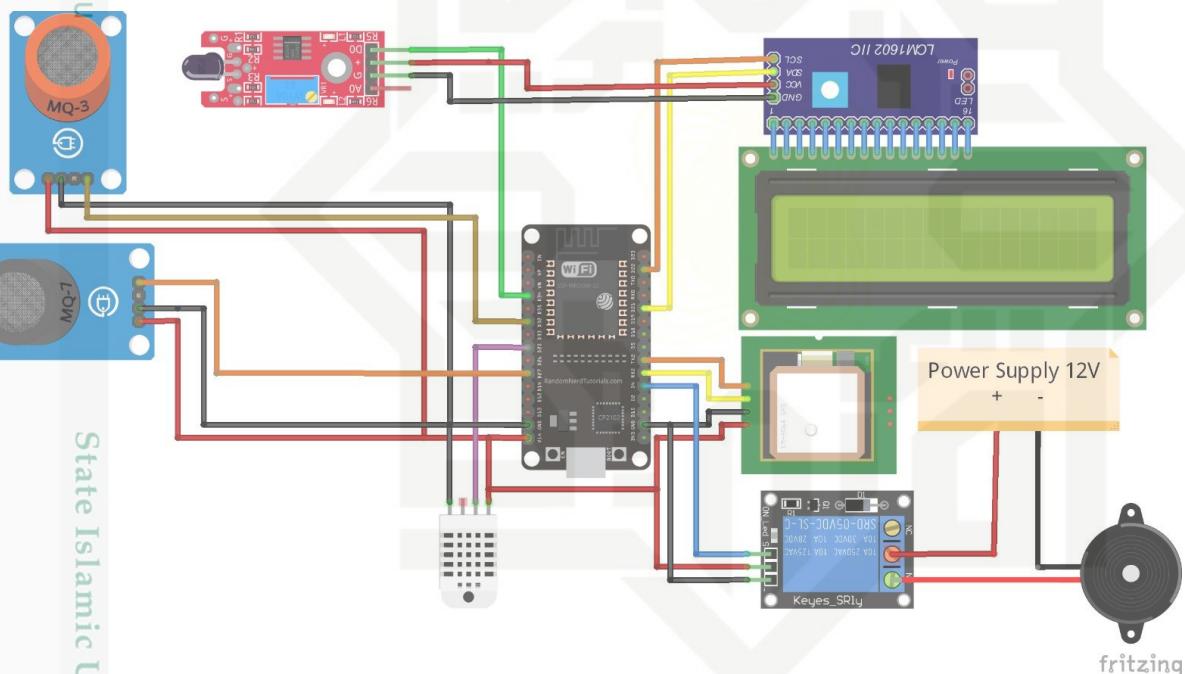
Langkah selanjutnya adalah sistem melakukan analisis untuk menentukan apakah kriteria bahaya kebakaran telah terdeteksi. Jika tidak ada tanda-tanda kebakaran, sistem kembali melakukan pembacaan sensor. Namun, jika kriteria bahaya terdeteksi, sistem akan segera mengaktifkan alarm sebagai peringatan awal. Selain itu, sistem juga mengirimkan notifikasi bahaya kebakaran kepada pengguna melalui aplikasi yang terhubung.

Setelah itu, sistem kembali melakukan pengecekan untuk memastikan apakah kebakaran benar-benar terjadi. Jika tidak ada kebakaran, proses kembali ke pembacaan sensor. Namun, jika kebakaran terkonfirmasi, sistem akan mengirimkan notifikasi darurat kepada pemilik bangunan dan pihak pemadam kebakaran. Pada tahap ini, modul GPS akan membaca titik lokasi bangunan yang terdeteksi mengalami kebakaran, kemudian informasi lokasi tersebut dikirimkan ke database.

Selanjutnya, aplikasi pada smartphone pihak pemadam kebakaran akan menerima dan menampilkan titik lokasi kebakaran, sehingga pemadam kebakaran dapat mengetahui dengan tepat di mana kebakaran terjadi. Proses keseluruhan berakhir setelah informasi lokasi kebakaran ditampilkan dengan sukses di aplikasi. Sistem ini dirancang untuk memantau potensi bahaya kebakaran, memberikan peringatan awal, dan memastikan respons cepat dengan mengirimkan notifikasi dan informasi lokasi kepada pihak yang bertanggung jawab.

3.3 Perancangan *Hardware* Alat

Pada tahap ini, hubungan antar tiap komponen alat akan dirancang dengan membuat skematik rangkaian alat. Skematik yang digambarkan di bawah ini menunjukkan skema rancangan rangkaian alat yang akan dibuat dalam penelitian ini :



Gambar 3.3 Skema Rangkaian Sistem

Dari skematik rangkaian sistem diatas dapat dibuat tabel hubungan komponen serta penggunaan pin tiap komponen sebagai berikut :

- Hasil Diketahui Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Tabel 3.1 Koneksi Pin Antar Komponen

Pin Komponen	Pin Koneksi
Pin Sensor Api IR	Pin 34 ESP32
Pin Sensor Gas MQ-6	Pin 35 ESP32
Pin Sensor Asap MQ-2	Pin 33 ESP32
Pin Sensor Suhu DHT22	Pin 25 ESP32
Pin RX Modul GPS	Pin 17 ESP32
Pin TX Modul GPS	Pin 16 ESP32
Pin In Modul Relay	Pin 4 ESP32
Pin SDA I2C LCD	Pin 21 ESP32
Pin SCL I2C LCD	Pin 22 ESP32
Buzzer	NO Modul Relay

3.4 Perancangan Software Alat

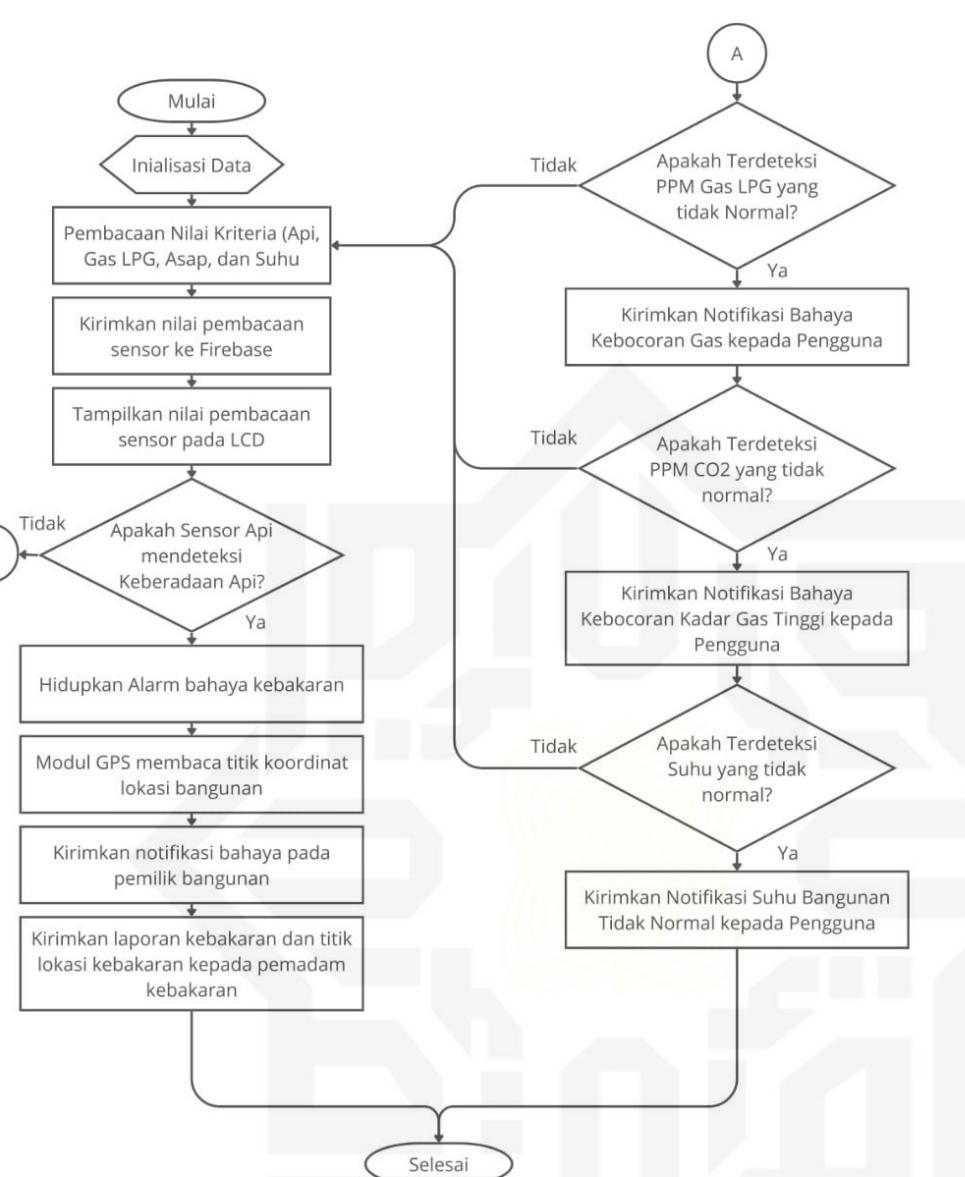
Alat ini memerlukan program yang di upload ke dalam ESP32 sehingga bekerja sesuai dengan tujuan yang ditetapkan, penggambaran alur kerja alat pada program yang di upload ke dalam ESP32 dapat dilihat pada gambar 3.4

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

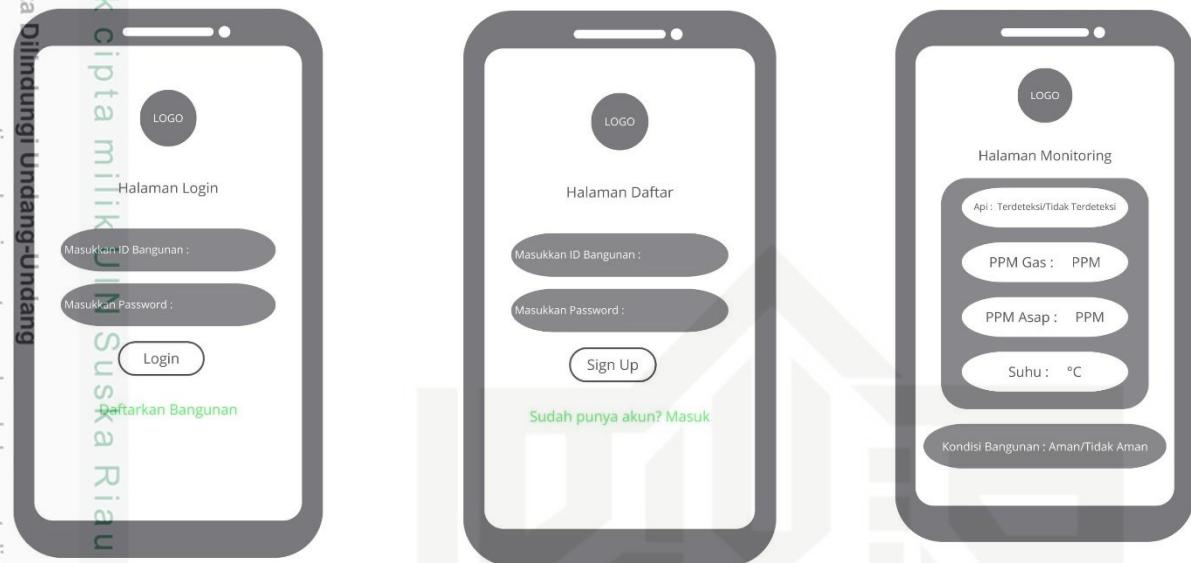


Gambar 3.4 Flowchart Program Alat

3.5 Perancangan Aplikasi

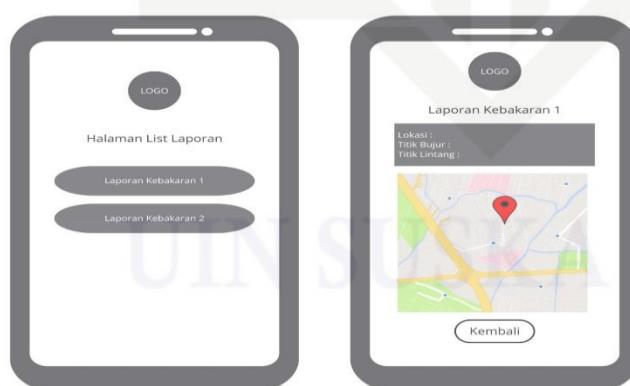
Sebelum melakukan pembangunan aplikasi yang akan dihasilkan perlu dilakukan perancangan pada aplikasi yang akan dibangun, pada penelitian ini aplikasi yang dibangun terdapat 2 user, yaitu pengguna dan pemadam kebakaran. Berikut merupakan rancangan mockup tampilan dari aplikasi yang akan dibangun untuk user pengguna memiliki 3 halaman

secara total dimana terdiri atas halaman login, halaman sign new user, dan juga halaman monitoring pada penelitian ini :



Gambar 3.5 Mockup Tampilan Aplikasi Pengguna

Tampilan diatas merupakan rancangan dari aplikasi yang akan dibuat dan mungkin akan terdapat perbedaan tampilan antara rancangan dengan aplikasi yang nantinya akan dihasilkan namun fungsi dari aplikasi tidak akan terdapat perubahan. Berikut merupakan rancangan mockup tampilan dari aplikasi yang akan dibangun untuk user pemadam kebakaran memiliki 2 halaman secara total dimana terdiri halaman awal yaitu halaman list laporan dan halaman kontrol yaitu laporan kebakaran :



Gambar 3.6 Mockup Tampilan Aplikasi Pemadam

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menentukan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Pada penelitian ini, pengguna dapat menggunakan aplikasi dilengkapi fitur notifikasi ketika gas, asap, api, dan suhu terdeteksi akan memberikan informasi tanpa masuk aplikasi terlebih dahulu dengan tujuan agar pengguna bisa langsung mengetahui apabila alat tersebut terdeteksi. Berikut merupakan rancangan *pop up* untuk pengguna :



Gambar 3.7 Rancangan *Pop-Up Notification* Pengguna

Selain dapat menggunakan akses yang tampil pada interface aplikasi yang dirancang pengguna juga dapat menerima feedback dari perangkat yang akan dibuat berupa notifikasi *pop-up* yang akan muncul pada bagian atas layar smartphone pengguna dan pemadam kebakaran. Berikut merupakan rancangan *pop up* untuk pemadam kebakaran :



Gambar 3.8 Rancangan *Pop-Up Notification* Pemadam Kebakaran

3.6 Pengujian Alat

Pada tahapan pengujian alat di penelitian ini terdapat beberapa parameter yang akan diuji sesuai dengan tujuan penelitian, beberapa parameter yang akan diuji dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Fungsionalitas Keberadaan Api

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor api IR dalam mendeteksi api, pengujian ini dilakukan dengan cara mendekatkan korek api yang dihidupkan secara bertahap dari jarak jauh hingga semakin dekat dengan sensor dimana hal yang diuji adanya keberadaan api dan ketika terdeteksi adanya api maka

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

alat akan membunyikan buzzer sebagai indikasi bahaya diiringi dengan dikirimnya pesan bahaya kepada pengguna melalui aplikasi.

2. Fungsionalitas Keberadaan Gas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor gas MQ-6 dalam mendeteksi keberadaan gas atau kebocoran gas yang terjadi di sekitar sensor sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya yaitu 100 PPM, pengujian ini dilakukan dengan cara mendekatkan gas korek api secara bertahap.

3. Pengujian Keberadaan Asap

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor asap MQ-2 dalam mendeteksi keberadaan asap pada ruangan yang ditempati oleh alat, pada pengujian ini sama halnya dengan pengujian pada api dan gas, sumber asap akan didekatkan secara bertahap ke sensor asap.

4. Pengujian Sensor Suhu DHT22

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakurasi pembacaan suhu oleh sensor suhu DHT22 dengan suhu asli yang dibaca oleh termometer ruangan digital, pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan suhu kedua alat tersebut.

5. Pengujian Modul GPS Neo-6M

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan pembacaan lokasi yang dibaca oleh modul GPS Neo-6M pada alat yang dihasilkan, pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan modul GPS neo-6M dengan pembacaan GPS pada smartphone dimana perbandingan dilakukan dengan aplikasi Google Maps.

UIN SUSKA RIAU

3.7 Analisis Hasil Pengujian

Selanjutnya setelah melaksanakan pengujian maka data hasil pengujian akan dianalisis sehingga data yang didapatkan dapat dideskripsikan serta dijelaskan oleh yang dimana data yang dianalisis ialah fungsionalitas terhadap fitur-fitur yang terdapat dalam alat penelitian yang telah dijelaskan pada tahap pengujian alat sebelumnya.



UIN SUSKA RIAU

3.8 Kesimpulan, Saran, dan Rekomendasi

Setelah melakukan analisis maka dapat dibuat kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan dan dapat diketahui kekurangan dari alat hasil penelitian yang telah dibuat dan dengan hal ini dapat diberikan saran dan rekomendasi untuk pengembangan alat penelitian selanjutnya.

Hak Cipta Diberikan Untuk Pengembangan dan Pengembangan
Undang-Undang

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Pengujian dan analisa yang dilakukan, Peneliti dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Peneliti ini berhasil membuat alat yang dapat mendeteksi keberadaan kebocoran gas dan juga kebakaran dan ketika terdeteksinya kedua kondisi tersebut alat berhasil mengirimkan pesan peringatan sesuai kondisi nyata yang terjadi melalui aplikasi. Alat ini bisa mengirimkan titik koordinat terjadinya lokasi kebakaran menyertai pesan peringatan bahaya yang dikirimkan apabila terjadi kebakaran. Alat ini bisa mengirimkan titik koordinat terjadinya lokasi kebakaran menyertai pesan peringatan bahaya yang dikirimkan apabila terjadi kebakaran.
2. Pengujian keberadaan api pada alat ini jarak api terjauh yang terdeteksi api yaitu 14 cm dan ketika terdeteksi adanya api maka alat akan membunyikan buzzer sebagai indikasi bahaya bersamaan dengan dikirimnya pesan bahaya kepada pemilik bangunan dan pemadam kebakaran melalui aplikasi.
3. Pengujian keberadaan gas untuk ppm terkecil yang terdeteksi ialah 104 ppm dan ketika terdeteksi keberadaan gas oleh alat maka buzzer pada alat akan berbunyi dan mengirimkan pesan aplikasi untuk mengindikasikan bahaya.
4. Pengujian keberadaan asap untuk ppm terkecil yang terdeteksi yaitu 177 ppm dan ketika terdeteksi keberadaan asap oleh alat maka buzzer pada alat akan berbunyi dan mengirimkan pesan aplikasi untuk mengindikasikan bahaya.
5. Pembacaan sensor suhu untuk mendeteksi suhu tinggi pada ruangan berhasil dilakukan dimana ketika sistem mendeteksi keberadaan suhu tinggi yang melebihi ambang batas yaitu 35 derajat celcius mengiringi hidupnya buzzer sebagai alarm bahaya.



5.2 Saran

Untuk pengembangan ke depan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan. Dalam hal pengembangan sistem, sistem dapat ditingkatkan dengan penerapan **logika fuzzy** atau **algoritma machine learning** misalnya *decision tree* agar sistem lebih sensitif terhadap berbagai keadaan lingkungan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

DAFTAR PUSTAKA

- © Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- T. H. Siregar, S. P. Sutisna, G. E. Pramono, and M. M. Ibrahim, “Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis IoT Menggunakan Arduino,” AME (Jurnal Ilmiah Teknik Mesin), vol. 7, No. 2, pp. 59-66, Sep. 2021, doi: <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/index>.
- M. Hafiz and O. Candra, “Perancangan Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis Mikrokontroller dan Aplikasi Map dengan Menggunakan IoT,” JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional), vol. 7, no. 1, p. 53, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.24036/jtev.v7i1.111420>.
- D. Noviarti and C. Chairil, “Analisis Sistem Proteksi Kebakaran Di Kawasan Padat Penduduk (Studi Kasus Pada Kelurahan Kertapati Palembang),” TEKNIKA: Jurnal Teknik, vol. 5, no. 2, pp. 117–129, Jan. 2019, doi: <https://doi.org/10.35449/teknika.v5i2.97>.
- F. T. Arumsari, J. Maulindar, and A. I. Pradana, “Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis Internet Of Things,” INFOTECH : Journal, vol. 9, no. 1, pp. 175-182, May. 2022, doi: <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.5317>.
- G. Indra, Putu Adhitya Santika Dharma, A. Putra, and I. Bagus, “Pendekripsi Kebocoran Gas dan Kebakaran Dini Menggunakan NodeMCU Berbasis Telegram,” Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, vol. 21, no. 1, pp. 13–13, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.24843/mite.2022.v21i01.p03>.
- R. Inggi and J. Pangala, “Perancangan Alat Pendekripsi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino,” SIMKOM, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, Jan. 2021, doi: <https://doi.org/10.51717/simkom.v6i1.51>.
- M. Akbar and A. L. Affandy, “Implementasi Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis Teknologi Internet of Things,” Jurnal Fokus Elektroda, vol. 8, no. 1, pp. 283-288, 2023, doi: <http://elektroda.uho.ac.id>.
- A. Anggarani, Muqorobin, and T. F. Effendi, “Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran Dan Pemadam Api Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT),” JURTIKOM (Jurnal Riset Teknik Komputer), vol. 1, no 2, pp. 97-111, Jun. 2024, doi: <https://doi.org/10.69714/tr6qwt56>.
- A. R. Abrar, H. M. Kaharmen, and I. N. Hakim, “Prototype Alat Pendekripsi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Dengan Aktifasi Flame Sensor Menggunakan Arduino,” Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety), vol. 7, no. 2, pp. 1-11, Dec. 2020, doi: <http://ktj.pktj.ac.id/index.php/ktj10.46447/ktj.v7i2.156>.

- [10] M. D. Dwi Putra and R. Pramudita, "Sistem Deteksi Api Berbasis Internet Of Things Pada Rumah," *MJI (Media Jurnal Informatika)*, vol. 13, no. 2, pp. 64-69, Dec. 2021, doi: <http://jurnal.unsur.ac.id/mjinformatika>.
- [11] Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2020. *Provinsi Riau Dalam Angka 2020*. Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.
- [12] M. Wahidin, A. Elanda, and S. Lie, "Implementasi Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis IoT dan Telegram," *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 16, no. 2, Aug. 2021, doi: <https://doi.org/10.35969/interkom.v16i2>.
- [13] U. A. Saputro and A. Tuslam, "Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Dengan Pesan Peringatan Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dan Platform ThingSpeak," *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan*, vol. 7, no. 1, pp. 24-30, Jun. 2022.
- [14] R. Rahadiansyah, P. R. Wati, and D. P. Rahayu, "Perancangan Sistem Pendekripsi Kebakaran Kebocoran Gas Di PT. BPR Kencana Berbasis IoT," *Jurnal Petik*, vol. 7, no. 2, pp. 172-181, Sep. 2021.
- [15] A. S. Kirsan, A. H. Diansa Putra, and V. F. Insanittaqwa, "Rancang Bangun Alat Pendekripsi Kebakaran Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Metode Scrum," *SEMIOTIKA (Seminar Nasional Teknologi Informatika dan Matematika)*, vol. 2, no. 1, pp. 160-169, 2023.
- [16] M. G. Hernoko, S. A. Wibowo, and N. Vendyansyah, "Penerapan IoT (Internet Of Things) Smart Parking System Dan Pendekripsi Kebakaran Dengan Fitur Monitoring." *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 1, pp. 261-267, Mar. 2021.
- [17] B. Kusumo and T. Ardiansyah, "Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler Esp32," *Jurnal Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 48-68, Jan. 2024.
- [18] M. F. Putra, A. H. Kridalaksana, and Z. Ariffin, "Rancang Bangun Alat Pendekripsi Kebocoran Gas Lpg Dengan Sensor Mq-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi," *Jurnal Informatika Mulawarman*, vol. 12, no. 1, pp. 1-6, Feb. 2017.
- [19] M. Misdram and A. Sabilana, "Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis SMS Gateway Menggunakan Arduino," *JIMP (Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan)*, vol. 6, no. 2, pp. 44-47, Mar. 2022, doi <http://dx.doi.org/10.51213/jimp.v6i2.438>.
- [20] A. Sudarta, F. Ferdiansyah, R. R. Siahaan, and M. Maruloh, "Rancang Bangun Pendekripsi Kebakaran Dan Monitoring Berbasis IoT Dengan Microcontroller NodeMCU," *Bina Insani Ict Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 22-32, Jun. 2022.
- [21] S. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2019.