



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

PITRAM 2026

Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia

Extended Abstract Book



11 dan 12 APRIL 2026

Dewan Berlian

Universiti Teknologi MARA

Cawangan Selangor

Kampus Puncak Alam



UNIVERSITI
TEKNOLOGI
MARA

Pusat
Asasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI



MAJLIS DEKAN/PENGARAH ASASI
UNIVERSITI AWAM MALAYSIA

TriGuard PRO – Intelligent Multi-stage Gas & Fire Alert System

Yusmah Ag. Damit, Ahmad Zuhairi Marzuqi Dzul, Neville Jac Jasni, Caleeto Francis

Jabatan Matematik, Sains & Komputer (JMSK), Politeknik Sandakan Sabah, Malaysia

*yusmah@pss.edu.my

ABSTRAK

TriGuard Pro – Intelligent Multi-Stage Gas & Fire Alert System merupakan satu inovasi sistem keselamatan pintar yang dibangunkan bagi mengesan kebocoran gas dan kebakaran secara masa nyata menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Masalah utama yang dikenal pasti ialah peningkatan risiko kebakaran dan kebocoran gas di rumah serta premis kecil akibat kelewatan pengesanan awal dan kegagalan sistem komunikasi semasa kecemasan. Selain itu, kebanyakan sistem sedia ada mempunyai kos yang tinggi dan berisiko menghasilkan amaran palsu. Oleh itu, projek ini bertujuan membangunkan sistem pengesanan gas dan kebakaran kos rendah yang mampu mengurangkan amaran palsu melalui logik amaran tiga peringkat serta menyediakan sistem komunikasi hibrid dalam talian dan luar talian. Metodologi pembangunan berasaskan prototaip digunakan bagi membolehkan proses reka bentuk, pengujian dan penambahbaikan dijalankan secara berperingkat. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikropengawal utama bersama sensor MQ-2, sensor nyalaan, modul GSM, GPS dan Telegram Bot API. Logik tiga peringkat diaplikasikan bagi meningkatkan ketepatan pengesanan bahaya sebelum pengaktifan kecemasan dilakukan. Mod dalam talian menggunakan WiFi dan Telegram untuk penghantaran notifikasi masa nyata, manakala mod luar talian menggunakan GSM dan GPS untuk penghantaran SMS, panggilan kecemasan dan lokasi pengguna sekiranya sambungan internet terganggu. Hasil demonstrasi menunjukkan fungsi sistem berjaya disiapkan dan diuji dengan baik. Sensor gas, sensor nyalaan dan ESP32 berfungsi sepenuhnya manakala modul GSM dan GPS berjaya diuji secara separa. Kesimpulannya, TriGuard Pro berpotensi menjadi sistem keselamatan pintar yang efektif, kos rendah dan boleh dikomersialkan untuk kegunaan domestik serta industri kecil dalam usaha mengurangkan risiko kebakaran dan kebocoran gas.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), ESP32, pengesanan gas, sistem keselamatan pintar, komunikasi hibrid

1. PENGENALAN

Kebocoran gas dan kebakaran merupakan antara punca utama kemalangan domestik dan industri kecil yang boleh menyebabkan kerugian harta benda serta mengancam nyawa pengguna. Kebanyakan sistem pengesanan konvensional hanya menggunakan satu jenis sensor dan bergantung sepenuhnya kepada sambungan internet, sekali gus meningkatkan risiko kegagalan penghantaran amaran semasa kecemasan berlaku. Selain itu, amaran palsu yang kerap berlaku turut mengurangkan keberkesanan sistem keselamatan sedia ada.

Bagi mengatasi masalah tersebut, projek TriGuard Pro dibangunkan sebagai sistem keselamatan pintar berasaskan IoT yang mampu mengesan kebocoran gas dan kebakaran secara masa nyata menggunakan konsep multi-stage alert system. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pusat kawalan utama kerana keupayaannya menyokong komunikasi WiFi, pemprosesan pantas dan integrasi pelbagai modul elektronik.

Objektif utama projek ini ialah membangunkan sistem pengesanan gas kos rendah tanpa menjejaskan prestasi, membina sistem amaran tiga peringkat bagi mengurangkan amaran palsu dan menghasilkan sistem komunikasi hibrid yang boleh berfungsi dalam talian dan luar talian. Sistem ini juga direka untuk memberikan notifikasi segera kepada pengguna melalui Telegram, SMS dan panggilan kecemasan berserta lokasi GPS sekiranya berlaku kebocoran gas atau kebakaran.

2. METODOLOGI

Metodologi pembangunan projek menggunakan pendekatan *Prototype-Based Development* bagi membolehkan proses pembangunan dilakukan secara sistematik dan fleksibel. Pendekatan ini melibatkan beberapa fasa utama iaitu analisis masalah, reka bentuk sistem, pembangunan perkakasan, pembangunan perisian, integrasi sistem dan pengujian.

2.1. Pembangunan Sistem

Pada peringkat awal, analisis dilakukan bagi mengenal pasti masalah berkaitan kebocoran gas, kebakaran, amaran palsu dan kegagalan komunikasi semasa kecemasan. Seterusnya, reka bentuk sistem dibangunkan menggunakan rajah blok dan carta alir untuk menentukan hubungan antara sensor, mikropengawal dan sistem komunikasi.

Perkakasan sistem terdiri daripada ESP32, sensor MQ-2, sensor nyalaan, modul GSM, modul GPS, buzzer, LED, TP4056 dan MT3608. ESP32 digunakan sebagai pengawal utama yang memproses data sensor dan mengawal penghantaran notifikasi. Sensor MQ-2 berfungsi mengesan gas mudah terbakar dan asap manakala sensor nyalaan digunakan untuk mengesan api.

2.2. Logik Amaran Tiga Peringkat

Sistem menggunakan konsep tiga peringkat amaran bagi meningkatkan ketepatan pengesanan dan mengurangkan risiko amaran palsu.

Gate 1 – Amaran awal apabila bacaan sensor berada pada tahap rendah.

Gate 2 – Amaran sederhana apabila bacaan meningkat melebihi nilai ambang tertentu.

Gate 3 – Mod kecemasan diaktifkan selepas pengesanan masa dan tahap bahaya tinggi dicapai.

Pendekatan ini membantu pengguna membuat tindakan awal sebelum situasi menjadi lebih serius.

2.3. Sistem Komunikasi Hibrid

Sistem komunikasi dibangunkan dalam dua mod operasi:

Mod Dalam Talian – ESP32 menggunakan sambungan WiFi untuk menghantar notifikasi masa nyata melalui Telegram Bot API.

Mod Luar Talian – Sekiranya sambungan internet gagal, sistem akan bertukar secara automatik kepada GSM dan GPS untuk menghantar SMS, membuat panggilan kecemasan dan berkongsi lokasi pengguna.

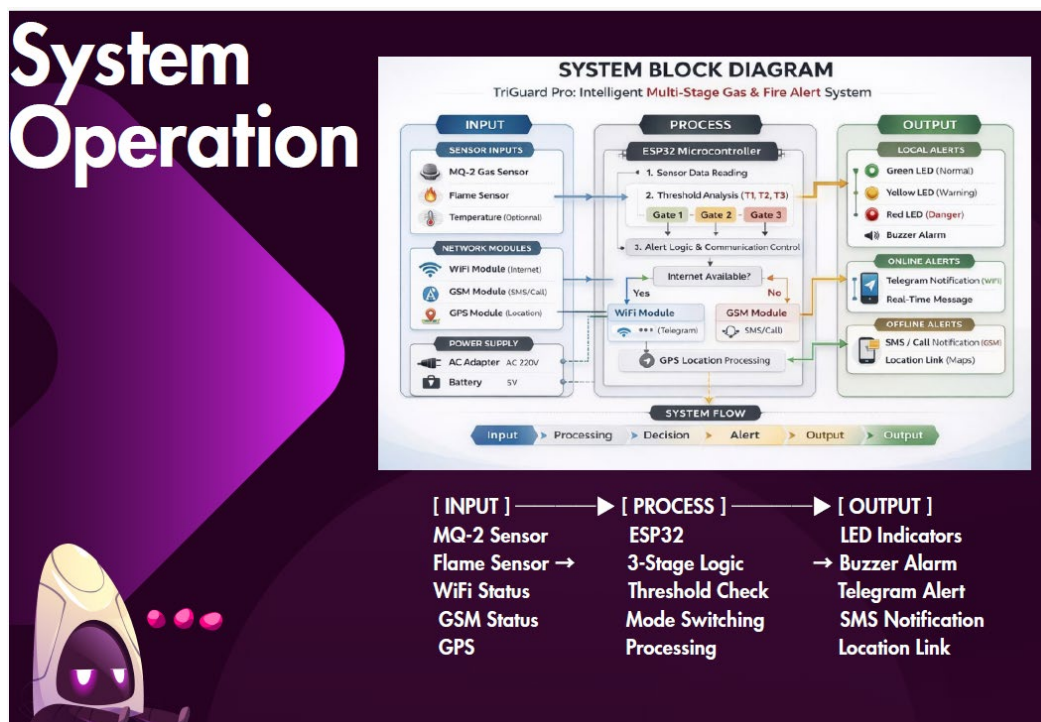
Kaedah ini memastikan sistem sentiasa mampu berfungsi walaupun berada di kawasan yang mempunyai sambungan internet lemah.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

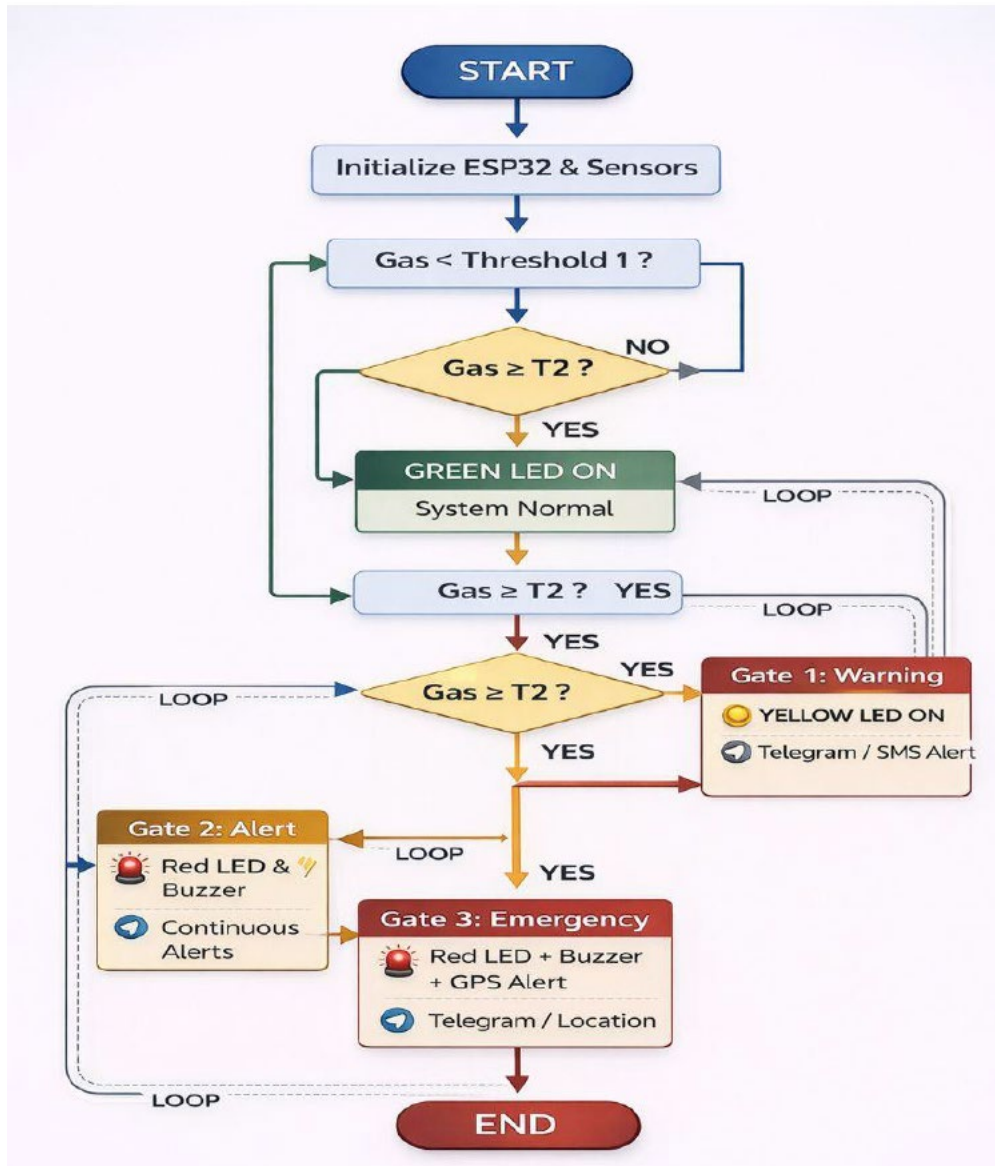
Hasil projek yang dijalankan, keseluruhan fungsi sistem berjaya disiapkan dan diuji. Semua komponen utama seperti ESP32, sensor MQ-2 dan sensor nyalaan berjaya berfungsi dengan baik mengikut perancangan. Selain itu, sistem amaran tiga peringkat berjaya dilaksanakan bagi mengurangkan risiko amaran palsu semasa pengesanan bahaya dilakukan.

Mod dalam talian menggunakan Telegram berjaya menghantar notifikasi masa nyata kepada pengguna apabila bacaan sensor melebihi nilai ambang yang ditetapkan. Modul GSM dan GPS pula berjaya diuji secara separa untuk penghantaran SMS dan lokasi kecemasan apabila sambungan internet tidak tersedia.

Secara keseluruhannya, sistem yang dibangunkan menunjukkan prestasi yang baik dan berpotensi untuk dipertingkatkan melalui penambahbaikan algoritma pengesanan, integrasi aplikasi mudah alih dan penggunaan sensor yang lebih tepat pada masa hadapan.



Rajah 1. Sistem Operasi



Rajah 2. Carta Alir Sistem dan Algoritma

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, projek TriGuard Pro berjaya membangunkan sistem keselamatan pintar yang mampu mengesan kebocoran gas dan kebakaran secara masa nyata menggunakan teknologi IoT. Penggunaan logik amaran tiga peringkat berjaya membantu mengurangkan risiko amaran palsu, manakala sistem komunikasi hibrid memastikan penghantaran notifikasi dapat dilakukan walaupun tanpa sambungan internet.

Projek ini mempunyai potensi besar untuk dikomersialkan sebagai sistem keselamatan domestik dan industri kecil kerana kos pembangunannya yang rendah serta keupayaannya meningkatkan keselamatan pengguna. Pada masa hadapan, sistem ini boleh dipertingkatkan dengan integrasi aplikasi mudah alih, kecerdasan buatan (AI) dan penggunaan sensor yang lebih sensitif bagi meningkatkan keberkesanan sistem secara menyeluruh.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada pihak pengurusan Politeknik Sandakan Sabah, Ketua Jabatan JMSK, pensyarah atas bimbingan dan tunjuk ajar sepanjang pembangunan projek ini. Penghargaan turut diberikan kepada semua yang terlibat secara langsung dan tidak langsung yang telah memberikan kerjasama dan komitmen dalam menjayakan projek TriGuard Pro.

RUJUKAN

- Jani, A. M. M., Yazid, H., Habiballah, A. S., Mahmud, A. H., & Losic, D. (2015). *Nanoporous Alumina: Fabrication, Structure, Properties and Applications* (Vol. 219). Springer.
- Ruxton, C. (2016). Tea: Hydration and other health benefits. *Primary Health Care*, 26(8), 34–42. <https://doi.org/10.7748/phc.2016.e1162>
- Wahyuni, E. T., Diantariani, N. P., Kartini, I., & Kuncaka, A. (2022). Enhancement of the photostability and visible photoactivity of ZnO photocatalyst used for reduction of Cr(VI) ions. *Results in Engineering*, 13, 100351. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100351>