

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sistem deteksi kebakaran ini berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama serta ESP32-CAM sebagai pengambil gambar dan pengirim notifikasi visual ke Telegram, telah berhasil dirancang dan diuji secara fungsional. Sistem ini menggabungkan penggunaan sensor gas MQ2 dan sensor api, dengan komunikasi data yang dikirim melalui protokol MQTT. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan berikut:

a. Kemampuan deteksi dini kebakaran

Sistem ini mampu mendeteksi indikasi kebakaran lebih awal melalui dua jenis sensor, yaitu sensor MQ2 untuk asap/gas dan flame sensor untuk api terbuka. Pengujian menunjukkan bahwa akurasi sistem dalam mendeteksi bahaya mencapai rata-rata 95,83%, dengan kemampuan mendeteksi potensi kebakaran secara tepat sebelum berkembang menjadi insiden yang lebih besar.

b. Respons cepat dan *real-time*

Ketika sensor mendeteksi kondisi berbahaya, Node MCU segera mengaktifkan buzzer, relay untuk kipas dan pompa air, serta mengirimkan perintah ke ESP32-CAM melalui protokol MQTT. Kamera ESP32-CAM mengambil gambar dan mengirimkannya ke Telegram dalam waktu kurang dari tiga detik, memungkinkan pengguna menerima informasi langsung secara *real-time*.

c. Efisiensi komunikasi dan mobilitas peringatan

Pemanfaatan aplikasi Telegram sebagai platform notifikasi menjadikan sistem ini praktis dan efisien. Pengguna dapat menerima peringatan berupa pesan teks dan gambar langsung di perangkat seluler mereka, tanpa perlu berada di lokasi alat. Dengan demikian, sistem mendukung pemantauan jarak jauh secara *real-time*.

d. Kesesuaian sistem untuk area berisiko tinggi seperti SPBU

Berdasarkan hasil pengujian terhadap ambang batas sensor dan jarak efektif deteksi, sistem ini dinilai layak diterapkan di lokasi yang memiliki risiko tinggi kebakaran seperti SPBU. Sensor menunjukkan kinerja optimal pada jarak 5 hingga 20 cm dari sumber bahaya, dan tetap dapat mendeteksi dengan baik hingga jarak 30 cm pada kondisi ideal.

5.2 Saran

Agar sistem dapat terus dikembangkan dan lebih andal untuk penggunaan di lapangan, berikut beberapa saran yang dapat diterapkan:

a. Penambahan kalibrasi sensor secara berkala

Sensor gas MQ2 memerlukan kalibrasi berkala untuk menjaga keakuratan pembacaan, terutama jika digunakan di lingkungan terbuka dengan berbagai gangguan seperti asap kendaraan dan suhu tinggi.

b. Pengembangan sistem multi-node

Untuk mencakup area yang lebih luas, sistem dapat dikembangkan menjadi beberapa titik deteksi (*multi-node*) yang saling terhubung melalui satu broker MQTT. Setiap node terdiri dari sensor dan modul komunikasi masing-masing.

c. Pencatatan *log* deteksi dan dokumentasi visual

Penambahan fitur *log* berbasis waktu dan penyimpanan *cloud* akan sangat bermanfaat, baik untuk pelacakan riwayat kejadian maupun dokumentasi. Hal ini dapat dilakukan dengan menghubungkan ESP32-CAM ke *database* online seperti *Google Sheets* atau *Firebase*.

d. Peningkatan kemampuan kamera pada kondisi minim cahaya

Agar hasil foto tetap jelas pada malam hari atau ruangan gelap, penggunaan modul ESP32-CAM dengan dukungan pencahayaan tambahan seperti LED inframerah sangat disarankan untuk meningkatkan kualitas gambar pada kondisi minim cahaya.