

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM PERINGATAN DINI KEBAKARAN PADA AREA PENYIMPANAN B3 INDUSTRI KAYU DI SIDOARJO

Oleh:

Efendi Slamet,

Izza Anshory

Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

September, 2026



Pendahuluan

Industri pengolahan kayu merupakan salah satu sektor manufaktur yang berkembang di Jawa Timur, termasuk di wilayah Sidoarjo. Namun, penggunaan material yang mudah terbakar seperti serbuk kayu, cat, thinner, dan bahan kimia menyebabkan industri kayu memiliki risiko kebakaran yang cukup tinggi, khususnya pada area penyimpanan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Kondisi tersebut membutuhkan sistem deteksi yang mampu mengenali potensi kebakaran secara cepat agar dapat meminimalkan kerugian dan risiko terhadap pekerja maupun lingkungan. Pemantauan kebakaran yang masih dilakukan secara manual dan periodik memiliki keterbatasan dalam memberikan respons terhadap perubahan suhu, peningkatan konsentrasi gas atau asap, serta keberadaan api. Oleh karena itu, diperlukan sistem peringatan dini berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemantauan secara real-time. Penelitian ini merancang prototype menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan sensor MQ-2, MQ-135, DHT22, dan flame sensor untuk mendeteksi gas, asap, suhu, dan api. Sistem kemudian mengklasifikasikan kondisi menjadi Aman, Warning, dan Bahaya serta mengirimkan data monitoring melalui WiFi ke Google Spreadsheet.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Berdasarkan permasalahan di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun prototype sistem peringatan dini kebakaran pada area penyimpanan B3 industri kayu di Sidoarjo?
2. Bagaimana sistem kerja prototype dalam mendeteksi peningkatan suhu, asap/gas, serta api dan mengirimkan data monitoring ke platform Google Sheet secara real-time?

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode rancang bangun (prototype). Penelitian dilakukan dengan merancang dan membuat sistem peringatan dini kebakaran berbasis IoT menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan sensor MQ-2, MQ-135, DHT22, dan flame sensor. Selanjutnya, sistem diuji pada masing-masing sensor dan rangkaian keseluruhan untuk mengetahui kemampuan deteksi gas, asap, suhu, dan api serta memastikan data dapat dikirim secara real-time ke Google Spreadsheet.

Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang berupa prototype skala laboratorium yang mensimulasikan kondisi area penyimpanan B3 pada industri kayu di Sidoarjo.
2. Parameter yang dimonitor terbatas pada suhu, asap/gas, dan deteksi api menggunakan sensor suhu (DS18B20/DHT22), sensor gas (MQ-2/MQ-135), dan flame sensor.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 dengan memanfaatkan koneksi WiFi untuk pengiriman data.
4. Data hasil pembacaan sensor dikirim dan disimpan secara real-time ke platform Google Sheet sebagai media monitoring.
5. Sistem hanya memberikan peringatan berupa buzzer, LED indikator, dan aktivasi relay, serta tidak membahas perancangan sistem pemadam kebakaran otomatis secara menyeluruh.
6. Pengujian sistem dilakukan dalam kondisi simulasi terkontrol dan tidak mencakup implementasi langsung pada seluruh area industri.

Hasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototype sistem peringatan dini kebakaran berbasis IoT yang menggunakan ESP32 dan beberapa sensor dapat bekerja dengan baik. Pengujian sensor DHT22 menghasilkan selisih rata-rata $0,1^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata error sebesar 0,34% dibandingkan termometer digital. Sensor MQ-2 menunjukkan nilai ADC sebesar 620–680 pada kondisi udara normal dan meningkat menjadi 1850–2350 saat diberikan paparan gas. Sensor MQ-135 menghasilkan nilai ADC 650–720 pada kondisi normal dan meningkat hingga 1380–1850 saat diberikan paparan gas atau asap. Kedua sensor mampu memberikan status Warning ketika nilai pembacaan melewati threshold yang telah ditentukan. Hasil pengujian flame sensor menunjukkan bahwa api dapat terdeteksi pada jarak 5 cm, 10 cm, dan 20 cm. Saat api terdeteksi, sensor menghasilkan output LOW, sedangkan ketika tidak terdapat api output kembali menjadi HIGH. Pengujian keseluruhan menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi kondisi Aman, Warning, dan Bahaya. Data hasil pembacaan sensor juga berhasil dikirim melalui WiFi dan disimpan pada Google Spreadsheet sehingga dapat dilakukan monitoring secara real-time.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sensor DHT22 memiliki tingkat kesesuaian yang baik terhadap alat ukur standar karena rata-rata error hanya sebesar 0,34%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa DHT22 cukup baik digunakan untuk memantau perubahan suhu sebagai salah satu indikator potensi kebakaran. Sensor MQ-2 dan MQ-135 menunjukkan respons terhadap peningkatan paparan gas dan asap melalui kenaikan nilai ADC. MQ-2 menggunakan threshold 1500, sedangkan MQ-135 menggunakan threshold 1200. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua sensor dapat digunakan untuk membedakan kondisi udara normal dengan kondisi yang memerlukan peringatan. Flame sensor mampu mendeteksi keberadaan api hingga jarak 20 cm pada kondisi pengujian. Ketika api terdeteksi, sistem dapat memberikan respons berupa LED merah dan buzzer sebagai indikator bahaya. Integrasi seluruh sensor dengan ESP32 memungkinkan sistem menggabungkan beberapa parameter lingkungan sehingga klasifikasi kondisi menjadi Aman, Warning, dan Bahaya dapat dilakukan secara otomatis. Selain memberikan peringatan secara lokal, sistem juga mampu mengirimkan data melalui WiFi ke Google Spreadsheet. Dengan demikian, prototype tidak hanya berfungsi sebagai alat pendeteksi kebakaran, tetapi juga menyediakan monitoring kondisi lingkungan secara real-time yang dapat mendukung proses peringatan dini pada area penyimpanan B3 industri kayu.

Temuan Penting Penelitian

Prototype berhasil bekerja secara terintegrasi menggunakan ESP32 dengan sensor DHT22, MQ-2, MQ-135, dan flame sensor untuk mendeteksi potensi kebakaran. Sensor DHT22 memiliki akurasi yang baik, dengan selisih rata-rata $0,1^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata error hanya 0,34% dibandingkan termometer digital. Sensor MQ-2 mampu mendeteksi peningkatan gas dengan perubahan nilai ADC dari kondisi normal sekitar 620–680 menjadi hingga 2350 pada paparan gas intens. Sensor MQ-135 mampu mendeteksi perubahan kualitas udara akibat paparan gas/asap. Nilai ADC meningkat hingga 1850 dan sistem memberikan status Warning ketika melewati threshold 1200. Flame sensor mampu mendeteksi api hingga jarak 20 cm. Ketika api terdeteksi, sistem memberikan respons berupa indikator LED merah dan buzzer sebagai tanda kondisi bahaya. Sistem mampu mengklasifikasikan kondisi lingkungan menjadi tiga kategori, yaitu Aman, Warning, dan Bahaya, berdasarkan hasil pembacaan multi-sensor. Monitoring dapat dilakukan secara real-time karena data sensor berhasil dikirim melalui WiFi dan disimpan pada Google Spreadsheet. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi IoT dapat mendukung pemantauan kondisi area penyimpanan B3 secara lebih cepat dan terstruktur.

Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun prototype sistem peringatan dini kebakaran pada area penyimpanan B3 industri kayu di Sidoarjo.
2. Mengetahui dan menganalisis sistem kerja prototype dalam mendeteksi suhu, asap/gas, serta api dan mengirimkan data monitoring ke Google Sheet secara real-time.

Referensi

- [1] F. L. Wachadah, "Analisis Strategi Industrialisasi Pada Industri Mebel di Kelurahan Bukir , Kecamatan Gadingrejo , Kota Pasuruan , Jawa Timur," *Trending J. Ekon. Akutansi dan Manaj.*, vol. 1, no. 3, 2023.
- [2] N. A. W. Oktavia and S. Setyowati, "Redesain dan Pengembangan Pabrik Furniture Kayu PTC di Surabaya Pendekatan Arsitektur Berkelanjutan," *Univ. Muhammad*, pp. 1–23, 2025.
- [3] T. Junari, E. Rustiadi, and S. Mulatsih, "Identifikasi Sektor Industri Pengolahan Unggulan Provinsi Jawa Timur (Analisis Input Output)," *TATA LOKA*, pp. 308–320, 2020.
- [4] N. Supriyatno, "Evaluasi Produktivitas Kayu dalam Pengelolaan Hutan Rakyat Lestari Skema Forest Stewardship Council di Jawa Timur," *J. Silva Trop.*, vol. 3, no. 31, pp. 175–184, 2019.
- [5] M. Syukur and K. Rosyidi, "Efektivitas Maintenance Scheduling Terintegrasi dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di UPT. Industri dan Produk Kayu Disperindag Provinsi Jawa Timur di Kota Pasuruan," *MES Manag. J.*, vol. 3, pp. 614–627, 2024.
- [6] A. Prianto, M. Sulhan, and U. Y. Pasuruan, "Evaluasi Kebijakan Pembangunan Industri di Jawa Timur yang Berwawasan Sumber Daya Manusia dalam Sustainability Development," *PUBLISIA J. Ilmu Adm. Publik*, vol. 2515, no. 1, 2025.
- [7] R. D. Susanti, H. B. Santoso, and A. Komari, "Perencanaan Agregat Pada Industri Pengolahan Kayu Jenis Flooring Dengan Pendekatan Heuristic (Study Kasus Pada PT . Sinar Rimba Pasifik Sidoarjo)," *JURMATIS J. Mhs. Tek. Ind. Univ. Kadiri*, vol. 1, no. 2, pp. 121–130, 2019.
- [8] A. Fathurrahman, F. A. Saputra, H. Setiawan, D. Ariyanda, and Y. Prastya, "Implementasi Pemisahan Bahan Kimia Sebagai Strategi Pencegahan Kebakaran di Fasilitas Industri PT Mits Duta Utama," *Cent. Publ.*, vol. 3, pp. 3899–3906, 2025.
- [9] T. Dayanti, P. Dwi, N. Fatiha, and M. L. Ashari, "Evaluasi Kebutuhan Alat Deteksi Kebakaran Pada TPS Limbah B3 di Perusahaan Beton Pracetak," *J. Sains Student Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 144–148, 2025.
- [10] P. S. Alala, H. Rifaldin, and G. Subroto, "Manajemen Industri dalam Penerapan B3 dan Limbah B3 di PT. X," *ENVITATS*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2022.

Referensi

- [11] H. R. Ilham, "Evaluasi Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif pada Unit Plant I dan Plant II di PT. Sumatra Prima Fibreboard Tahun 2019," Ilmu Alat Pengabdi., 2019.
- [12] M. U. Pasha, J. Soemirat, and M. C. N. Deni, "Analisis Sistem Tanggap Darurat Tumpahan B3 Studi Kasus di Perusahaan Manufaktur," J. Reka Lingkung., vol. 10, no. 1, pp. 23–34, 2022.
- [13] E. M. Tarigan and A. Amalia, "Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun B3 (Studi Kasus," Indones. J. Appl. Sci. Technol., vol. 3, no. 2, pp. 57–66, 2022.
- [14] E. Y. Karuniawati, B. Kurniawan, and H. M. Denny, "Analisis Kejadian Kebakaran dengan Metode 'Loss Causation Model' pada Sebuah Pabrik Kayu Lapis di Pacitan," J. Kesehat. Masy., vol. 6, 2018.
- [15] L. Liyudza, D. Maheswari, and M. Arfianto, "Evaluasi implementasi strategi keselamatan kebakaran berdasarkan kep / 186 / men / 1999 di PT . Dharma Satya Nusantara Temanggung," J. Lentera Kesehat. Masy., vol. 4, no. 1, pp. 11–20, 2025.
- [16] F. Maulana, Widiyono, and Taryadi, "Sistem Smart Home untuk Deteksi Potensi Kebakaran Berbasis Internet of Things dengan Notifikasi WhatsApp," J. Inform. J. Pengemb. IT, vol. 10, no. 1, pp. 246–256, 2025, doi: 10.30591/jpit.v9ix.xxx.
- [17] I. ANSHORY, I. ROBANDI, J. Jamaaluddi, A. FUDHOLI, and WIRAWAN, "Transfer function modeling and optimization speed response of bldc motor e-bike using intelligent controller," J. Eng. Sci. Technol., vol. 16, no. 1, pp. 305–324, 2021.
- [18] S. Nurazizah, S. Paembonan, R. Suppa, and K. Palopo, "Integrasi Sensor IoT pada Sistem Rumah Cerdas untuk Deteksi Kebakaran dan Gas Berbahaya," JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter., vol. 14, no. 1, 2020.
- [19] D. Rustiana et al., "Sistem Obsvasi Lingkungan Otomatis Sebagai Pencegahan Kebakaran dengan Integrasi Sensor Gas MQ-2 dan ESP8266," ICIT J., vol. 12, no. 1, pp. 1–12, 2026.

