

Smart School Safety: Deteksi Dini Bencana Berbasis Arduino di SMK Pulau Berayan Medan

Smart School Safety: Arduino-based Disaster Early Detection at SMK Pulau Berayan

Dedi Leman*¹, Maulia Rahman², Nurmahendra Harahap³

¹Ilmu Komputer, Institut Bisnis dan Komputer Indonesia

²Informatika, Universitas Potensi Utama

³Teknik Elektro, Universitas Tjut Nyak Dhien

*Correspondence : dedileman280889@gmail.com

Abstrak

Keamanan sekolah merupakan aspek krusial dalam menciptakan lingkungan belajar yang aman dan kondusif. Salah satu ancaman signifikan terhadap keamanan sekolah adalah bencana alam, yang dapat terjadi secara tiba-tiba dan membahayakan keselamatan siswa maupun staf. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi dini bencana berbasis Arduino di SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan real-time terhadap potensi bencana seperti gempa bumi, kebakaran, dan banjir melalui integrasi berbagai sensor yang dihubungkan dengan alarm dan notifikasi. Kontribusi utama dari kegiatan ini adalah tersedianya perangkat deteksi bencana yang murah, adaptif, dan mudah dioperasikan oleh pihak sekolah. Implementasi sistem berhasil meningkatkan kewaspadaan warga sekolah, yang ditunjukkan melalui peningkatan pemahaman prosedur evakuasi sebesar 85% berdasarkan hasil kuisisioner sebelum dan sesudah pelatihan. Selain itu, 95% responden menyatakan bahwa sistem ini memberikan rasa aman. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem deteksi dini bencana berbasis Arduino berpotensi menjadi model keamanan yang dapat diterapkan di sekolah-sekolah lain untuk mendukung terciptanya lingkungan pendidikan yang lebih aman dan responsif terhadap bencana.

Kata Kunci: Sistem Deteksi Dini, Bencana Alam, Arduino, Keamanan Sekolah, SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan

Abstract

School security is a crucial aspect in creating a safe and conducive learning environment. One significant threat to school security is natural disasters, which can occur suddenly and jeopardise the safety of students and staff. This service activity aims to develop and implement an Arduino-based disaster early detection system at SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan. The system is designed to provide real-time warnings of potential disasters such as earthquakes, fires, and floods through the integration of various sensors linked to alarms and notifications. The main contribution of this activity is the availability of disaster detection devices that are cheap, adaptive, and easy to operate by the school. The implementation of the system succeeded in increasing the alertness of the school community, as shown by an 85% increase in understanding of evacuation procedures based on the results of questionnaires before and after the training. In addition, 95% of respondents stated that the system provides a sense of security. These results show that the Arduino-based disaster early detection system

has the potential to become a security model that can be implemented in other schools to support the creation of a safer and more disaster-responsive educational environment.

Keywords: *Early Warning System, Natural Disasters, Arduino, School Safety, SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan*

1. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Keamanan di lingkungan sekolah merupakan prioritas utama dalam menciptakan suasana belajar yang aman dan nyaman. Di Indonesia, bencana alam seperti gempa bumi, kebakaran, dan banjir sering terjadi dan dapat mengancam keselamatan siswa, guru, serta staf sekolah. Setiap tahun, laporan tentang bencana alam yang mengancam kehidupan manusia semakin meningkat. Sekolah-sekolah menjadi salah satu tempat yang rentan terhadap dampak bencana, karena jumlah orang yang ada di dalamnya cukup banyak, dan banyak sekolah yang belum memiliki sistem deteksi dini yang memadai.

SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan sebagai lembaga pendidikan memiliki tanggung jawab untuk menyediakan lingkungan yang aman bagi para siswanya. Namun, kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana alam di sekolah-sekolah Indonesia masih sering kali kurang memadai. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan teknologi yang digunakan dan kurangnya pengembangan sistem yang dapat mendeteksi potensi bencana lebih awal. Menurut beberapa penelitian, kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana alam dapat meningkat dengan penerapan sistem deteksi dini yang dapat memberikan informasi atau peringatan sebelum bencana terjadi, memungkinkan pihak sekolah untuk mengambil tindakan evakuasi atau mitigasi lebih cepat [1].

Bencana kebakaran, gempa bumi, dan banjir dapat terjadi kapan saja dan tidak dapat diprediksi dengan pasti. Misalnya, kebakaran sering dimulai dengan asap atau suhu yang tidak normal, yang dapat dideteksi menggunakan sensor suhu atau asap. Sedangkan gempa bumi dapat memicu getaran tanah yang dapat diukur dengan sensor getaran. Banjir dapat dipantau dengan menggunakan sensor ketinggian air yang mendeteksi perubahan level air di area sekolah [2][3]. Dengan adanya sistem deteksi dini yang efektif, peringatan dapat diberikan lebih awal kepada seluruh penghuni sekolah untuk melakukan evakuasi atau tindakan penyelamatan, sehingga dapat mengurangi risiko dan dampak dari bencana tersebut.

Arduino, sebagai platform mikrokontroler yang murah dan fleksibel, sangat cocok untuk digunakan dalam pengembangan sistem deteksi dini bencana. Arduino memungkinkan integrasi berbagai sensor, seperti sensor suhu, sensor asap, sensor getaran, dan sensor ketinggian air, untuk memantau kondisi berbahaya secara real-time. Selain itu, Arduino juga dapat memberikan notifikasi atau alarm untuk memberi tahu penghuni sekolah apabila terjadi kondisi yang berbahaya [4]. Sistem

berbasis Arduino ini tidak hanya dapat diimplementasikan di SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan, tetapi juga bisa diadaptasi untuk sekolah-sekolah lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi dini bencana berbasis Arduino yang dapat mendeteksi bencana alam seperti kebakaran, gempa bumi, dan banjir. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan efektif dalam meningkatkan keselamatan di SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan dan memberikan contoh untuk penerapan sistem serupa di sekolah lain [5]. Melalui sistem deteksi dini ini, pihak sekolah dapat lebih siap dalam menghadapi bencana dan meningkatkan keselamatan bagi seluruh warganya.

1.1. Tujuan Pelaksanaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi dini bencana berbasis Arduino di lingkungan SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendesain sistem deteksi dini bencana berbasis Arduino yang dapat mendeteksi bencana alam seperti gempa bumi, kebakaran, dan banjir secara real-time dengan menggunakan berbagai sensor (sensor suhu, sensor asap, sensor getaran, dan sensor ketinggian air).
2. Mengintegrasikan sensor-sensor yang relevan untuk mendeteksi kondisi yang dapat menandakan adanya bencana alam, serta mengembangkan sistem yang dapat memberikan peringatan dini berupa alarm atau notifikasi kepada penghuni sekolah.
3. Menguji kinerja sistem deteksi dini yang telah dikembangkan untuk memastikan keakuratan dan efektivitas dalam mendeteksi bencana alam dan memberikan peringatan dengan waktu yang cukup agar penghuni sekolah dapat melakukan tindakan evakuasi atau penyelamatan.
4. Menganalisis dampak penerapan sistem deteksi dini terhadap kesiapsiagaan dan respons cepat pihak sekolah dalam menghadapi bencana, serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan sistem yang lebih optimal.
5. Memberikan kontribusi kepada sekolah-sekolah lain yang ingin mengimplementasikan sistem deteksi dini serupa, dengan tujuan untuk menciptakan lingkungan sekolah yang lebih aman dan siap menghadapi bencana alam.

1.2. Manfaat Pelaksanaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat baik secara teoritis maupun secara praktis. Adapun manfaat secara teoritis adalah :

1. Meningkatkan Keamanan Sekolah: Dengan adanya sistem deteksi dini bencana berbasis Arduino, sekolah dapat mendeteksi bencana alam lebih awal, seperti kebakaran, gempa bumi, atau banjir, sehingga dapat

memberikan peringatan dini kepada seluruh penghuni sekolah untuk segera melakukan tindakan evakuasi atau penyelamatan.

2. Meningkatkan Kesiapsiagaan: Sistem ini dapat meningkatkan kesiapan dan kesiapsiagaan siswa, guru, serta staf sekolah dalam menghadapi situasi darurat, sehingga dapat mengurangi risiko cedera atau korban jiwa akibat bencana alam.
3. Peningkatan Kesadaran terhadap Keamanan: Penerapan sistem ini dapat memberikan kesadaran yang lebih besar bagi warga sekolah tentang pentingnya keamanan dan keselamatan dalam lingkungan pendidikan.

1.3. Sasaran

1. Penerapan Sistem Deteksi Dini di SMK SWASTA PULAU BERAYAN DARAT MEDAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi dini bencana berbasis Arduino di SMK SWASTA PULAU BERAYAN DARAT MEDAN. Sekolah ini menjadi sasaran utama sebagai lokasi pengujian dan penerapan sistem deteksi dini yang dapat memberikan manfaat langsung dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan lingkungan sekolah.

2. Pengembangan dan Integrasi Sistem Sensor

Penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan dan mengintegrasikan berbagai jenis sensor seperti sensor suhu (untuk mendeteksi kebakaran), sensor asap, sensor getaran (untuk mendeteksi gempa), dan sensor ketinggian air (untuk mendeteksi potensi banjir), serta memastikan sistem dapat memberikan peringatan dini yang akurat dan tepat waktu.

3. Peningkatan Kesiapsiagaan di Lingkungan Sekolah

Penelitian ini menargetkan untuk meningkatkan tingkat kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana alam di kalangan siswa, guru, dan staf sekolah. Dengan adanya sistem deteksi dini, diharapkan dapat memberikan kesadaran lebih bagi warga sekolah mengenai pentingnya pengelolaan bencana dan persiapan yang matang.

2. METODE

Metode yang digunakan pada kegiatan pelaksanaan pengabdian masyarakat ini berupa pelatihan atau *workshop*. Sasaran program pengabdian kepada masyarakat tentang pelatihan Inovasi Sistem Deteksi Dini Bencana Berbasis Arduino Untuk Keamanan Sekolah (Smart School Safety) Pada SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini terdiri dari tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Secara rinci tahap pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat sebagai berikut[12].



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat

a. Tahap Persiapan

1. Melakukan observasi di SMK Swasta Pulau Berayan Darat untuk mengetahui permasalahan tentang perpustakaan
2. Melakukan koordinasi dengan dengan kepala sekolah SMK Swasta Pulau Berayan Darat untuk menjalin kerjasama kemitraan.
3. Tim bersama wakil kepala sekolah bidang kurikulum bekerjasama untuk merumuskan solusi untuk mengatasi permasalahan.
4. Tim bersama wakil kepala sekolah bidang kurikulum menyusun jadwal pelaksanaan pelatihan di sekolah SMK Swasta Pulau Berayan Darat
5. Tim mempersiapkan bahan/materi untuk pelaksanaan pelatihan.

b. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan pelatihan Inovasi Sistem Deteksi Dini Bencana Berbasis Arduino Untuk Keamanan Sekolah (*Smart School Safety*) Pada SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan, dibagi menjadi 2 sesi yaitu pemaparan materi, pelatihan/praktek kemudian uji coba pembuatan *Smart School Safety* Adapun rincian kegiatan pelatihan ini sebagai berikut:

1. Pemaparan materi tentang Inovasi Sistem Deteksi Dini Bencana Berbasis Arduino Untuk Keamanan Sekolah (*Smart School Safety*) Pada SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan
2. Pemaparan materi tentang pelatihan Inovasi Sistem Deteksi Dini Bencana Berbasis Arduino Untuk Keamanan Sekolah (*Smart School Safety*) Pada SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan
3. Melakukan uji coba dengan menggunakan laptop peserta pelatihan[13][1].



Gambar 2. SMK Swasta Pulo Barayan Darat Medan

c. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi program pengabdian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana manfaat Inovasi Sistem Deteksi Dini Bencana Berbasis Arduino Untuk Keamanan Sekolah (*Smart School Safety*) Pada SMK Swasta Pulau Berayan Darat Medan. Manfaat yang diharapkan yaitu meningkatnya kerja sama sekolah dengan DU/DI dalam menjalin kerja sama untuk persiapan dengan kepala sekolah, wakil kepala sekolah dan seluruh kaprodi[14]



Gambar 3. Persiapan Membuat *Smart School Safety*



Gambar 4. Foto Bersama Taruna dan Kepala Sekolah

2. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, model pengembangan sistem yang digunakan adalah model prototipe. Dalam model ini pengembang dan pelanggan saling bekerja sama dalam memberikan arahan dan masukan untuk keberhasilan sebuah sistem. Seperti yang telah dijelaskan bahwa metode prototipe ini memiliki tiga tahapan yaitu mendengarkan pelanggan, membangun/memperbaiki prototipe, dan pengujian program prototipe

A. Mendengarkan Cerita Taruna - Taruni

Pada tahap ini peneliti melakukan observasi pada kegiatan pembuatan *Smart School Safety* untuk mengetahui dan mendapatkan gambaran mengenai alat yang dibuat. Tahap selanjutnya peneliti melakukan kegiatan wawancara kepada Bapak Mubarak yang menjabat sebagai PKS Kesiswaan. Pada kegiatan wawancara tersebut, peneliti mengajukan sebuah rancangan awal program dan pihak sekolah memberi masukan terhadap program tersebut sesuai dengan keadaan dan kebutuhan.

1. Gambaran Alat Smart School Safety

Kotak Sistem (Panel Box)

Berbentuk kotak tertutup dari plastik/akrilik/metal.

Di bagian luar terdapat:

- a. LCD Display untuk menampilkan status.
- b. LED indikator (Merah, Kuning, Hijau).
- c. Buzzer kecil untuk alarm bunyi.
- d. Tombol Reset untuk mereset sistem setelah alarm aktif.

Sensor-sensor Tertanam

- Sensor Gas MQ-2: Terpasang di sisi bawah box, dekat lantai.
- Sensor Api: Menghadap ke area rawan seperti laboratorium.
- Sensor Getar: Ditempel di dinding atau struktur bangunan.
- Sensor Suhu & Kelembaban: Terletak di dalam box, bagian atas.

Catu Daya

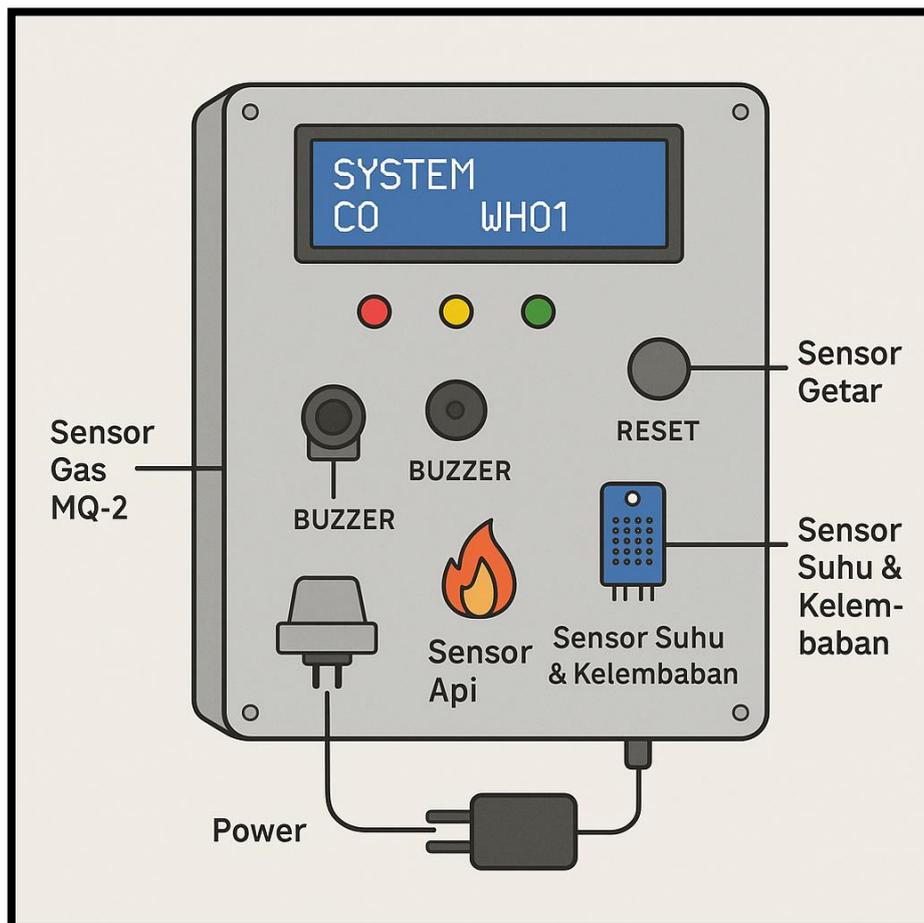
- Sistem dihubungkan ke adaptor listrik 5V/9V.
- Dilengkapi baterai cadangan (18650) di dalam box jika listrik padam.

Komunikasi

- Jika menggunakan modul WiFi (ESP8266/ESP32), maka sistem dapat:
 - Kirim notifikasi ke HP atau dashboard.
- Jika menggunakan modul GSM (SIM800L):
 - Kirim SMS ke nomor guru/kepala sekolah saat terjadi bahaya.

Kontrol Utama

- Semua sensor dan output terhubung ke Arduino Uno/Nano.
- Program dikendalikan melalui Arduino IDE.



Gambar 5. Smart School Safety

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pembuatan aplikasi pada SMK Swasta Pulau Berayan Darat diharapkan menghasilkan hal – hal sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang dapat bermanfaat bagi semua siswa- siswi dan pihak sekolah
2. Kesenjangan kompetensi kurikulum SMK yang sudah berjalan saat ini dengan kebutuhan DU/DI dapat segera diselesaikan
3. Tetap menggunakan hati dan cinta dalam menjalankan segala aktifitas dan demokrasi.
4. Terwujudnya Taruna dan Taruni yang rajin membaca sehingga terwujud semua keinginan.

4. KESIMPULAN

Smart School Safety berbasis Arduino merupakan solusi teknologi yang efektif dan terjangkau untuk mendeteksi dini berbagai potensi bencana seperti kebakaran, gas beracun, gempa, dan suhu ekstrem di lingkungan sekolah. Dengan memanfaatkan berbagai sensor (seperti sensor gas, api, getar, dan suhu), sistem ini mampu memberikan peringatan cepat melalui buzzer, lampu indikator, dan bahkan notifikasi ke perangkat pengguna. Inovasi ini meningkatkan keselamatan warga sekolah secara signifikan dan dapat disesuaikan sesuai kebutuhan lingkungan masing-masing sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. S. Putra, "Penanggulangan kebakaran di sekolah: Sebuah studi kasus," *Jurnal Keamanan Sekolah*, vol. 12, no. 3, pp. 45-59, 2018.
- [2] A. H. Pratama, "Sistem deteksi dini bencana untuk sekolah," *Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 14, no. 1, pp. 101-110, 2019.
- [3] M. R. Nabil, "Pemanfaatan Arduino untuk sistem deteksi kebakaran di sekolah," *Jurnal Teknik Elektronika*, vol. 8, no. 2, pp. 67-74, 2020
- [4] D. A. Nugraha, "Integrasi sensor gempa dengan Arduino untuk deteksi dini bencana," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 11, no. 4, pp. 23-30, 2021
- [5] F. T. Wibowo, "Pengembangan sistem deteksi dini banjir berbasis Arduino," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 6, no. 5, pp. 88-96, 2017.
- [6] Nugroho, Adi. *Mengenal Arduino dan Pemrogramannya*. Yogyakarta: Andi Offset, 2019.
- [7] Wahana Komputer. *Panduan Praktis Belajar Arduino*. Yogyakarta: Andi Publisher, 2020.
- [8] Sutanto, Dwi. *Sensor dan Aktuator untuk Mikrokontroler*. Bandung: Informatika, 2020.
- [9] Purba, F. R. *Elektronika Digital dan Aplikasinya*. Jakarta: Bumi Aksara, 2018.
- [10] Suryanto, Eko. "Implementasi Sensor Gas MQ-2 untuk Sistem Deteksi Kebakaran". *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 6, no. 2, 2021, hlm. 22–29.

- [11] Aditya, R. "Sistem Monitoring Suhu Berbasis Arduino dan DHT11". *Jurnal Sainstek*, vol. 5, no. 1, 2020, hlm. 35–42.
- [12] Gunawan, Budi. *Pemrograman Mikrokontroler Arduino dengan IDE Arduino*. Bandung: Informatika, 2017.
- [13] Wahyudi, D. "Smart Alarm System Menggunakan Sensor Flame dan Gas". *Jurnal Elektronika dan Robotika*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [14] Haryanto, T. *Internet of Things (IoT) dengan ESP8266*. Yogyakarta: Deepublish, 2021.
- [15] Arduino.cc. "Arduino Uno Rev3." <https://www.arduino.cc> (diakses 1 Mei 2025).
- [16] Lastminuteengineers.com. "MQ-2 Gas Sensor with Arduino." <https://lastminuteengineers.com/mq2-gas-sensor-arduino-tutorial/> (diakses 1 Mei 2025).
- [17] DFRobot.com. "DHT11 Temperature and Humidity Sensor." <https://www.dfrobot.com> (diakses 1 Mei 2025).
- [18] TutorialsPoint. "Arduino – Flame Sensor." <https://www.tutorialspoint.com> (diakses 1 Mei 2025).
- [19] Nurfatoni, M. "Penggunaan Sensor Getar dalam Deteksi Gempa". *Jurnal Teknologi*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [20] Supriyanto, H. "Perancangan Sistem Keamanan Sekolah Berbasis IoT". *Jurnal Inovasi Teknologi*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [21] Azhar, R. *Sistem Keamanan Berbasis Mikrokontroler*. Surabaya: Graha Ilmu, 2020.
- [22] Kurniawan, I. "Penerapan Buzzer sebagai Alarm Keamanan Otomatis". *Jurnal Mekatronika*, vol. 4, no. 3, 2021.
- [23] Siregar, A. "Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Berbasis Mikrokontroler". *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, 2022.
- [24] Hariyanto, A. *Dasar-Dasar Elektronika dan Pemrograman Arduino*. Bandung: Informatika, 2019.
- [25] Nugraha, M. "Implementasi Smart School dengan IoT". *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 1, 2024.