



DESAIN PROTOTYPE ALARM DAN PEMADAM KEBAKARAN OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO DENGAN KONTROL JARAK JAUH

Novita Putri Wahyudi^{a*}, Firman Santoso^b, Salam Bikwanto^c

^a Sains dan Teknologi / Ilmu Komputer, elisyebe@gmail.com, Universitas Ibrahimy, Situbondo, Jawa Timur

^b Sains dan Teknologi / Teknologi Informasi, firm4n4bi@gmail.com Universitas Ibrahimy, Situbondo, Jawa Timur

^c Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Banyuwangi, damkarbanyuwangi113@gmail.com

*Penulis Korespondensi: Novita Putri Wahyudi

ABSTRACT

Fires have the potential to cause significant material losses and even loss of life. Addressing this issue requires a system that can detect and respond automatically. The purpose of this research is to design and build a prototype automatic fire alarm and extinguishing system using a remote-controlled Arduino. This system functions to activate the alarm and automatically activate the extinguishing mechanism when a fire is detected. Furthermore, the system is equipped with a remote control for real-time monitoring and control of the device. Test results demonstrate that the prototype is capable of providing a fast and effective response, as expected. Therefore, this system is a practical, economical, and easy-to-implement alternative for fire prevention, both in households and small-scale industries.

Keywords: *Arduino, fire alarm, automatic extinguisher, remote control.*

Abstrak

Kebakaran memiliki potensi yang sangat besar dalam menyebabkan kerugian material bahkan jiwa. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, sangat dibutuhkan adanya sistem yang dapat mendeteksi serta merespon kejadiannya secara otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang serta membangun prototype sistem alarm dan pemadam kebakaran otomatis dengan menggunakan Arduino yang dikontrol secara remote. Sistem ini berfungsi untuk mengaktifkan alarm dan menjalankan mekanisme pemadaman secara otomatis pada saat terdeteksi adanya kebakaran. Disamping itu, sistem ini juga dilengkapi dengan kontrol jarak jauh untuk memantau dan mengendalikan perangkat secara realtime. Hasil pengujian menunjukkan prototype yang dirancang mampu memberikan respons yang cepat dan efektif sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Dengan itu, sistem ini merupakan alternatif yang praktis serta ekonomis dan mudah diterapkan untuk pencegahan kebakaran, baik di rumah tangga maupun pada skala industri kecil.

Kata kunci: *Arduino, alarm kebakaran, pemadam otomatis, kontrol jarak jauh.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan elektronika telah mempercepat inovasi dalam sistem berbasis komputer, terutama dalam bidang instrumentasi dan otomatisasi[1]. Sistem alarm dan pemadam kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) adalah solusi inovatif yang menggabungkan sensor-sensor cerdas, perangkat terhubung, dan platform pemantauan untuk mendeteksi, mengelola, dan merespons kebakaran secara cepat dan efektif[2]. Tingginya tingkat kejadian bencana kebakaran ini disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya karena minimnya pengetahuan terhadap sistem deteksi kebakaran [3]. Sistem pendeteksi kebakaran ini juga dapat mengurangi dampak kebakaran yang akan membesar dan dipadamkan oleh pompa air yang terpasang pada alat tersebut[4]. sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan sensor-sensor MQ-2 dan flame sensor untuk mendeteksi gas berbahaya, asap, dan api[5]. Alat yang dirancang memiliki komponen utama yakni Arduino Atmega 2560 yang berfungsi mengontrol, dan menggerakkan komponen utama lain, seperti sensor api, alarm, relay, dan pompa air [6]. Jika terdeteksi indikasi kebakaran, sistem akan secara otomatis mengaktifkan alarm[7]. Oleh karena itu, penelitian merancang alat pemadam kebakaran yang dapat mendeteksi api dan mengirimkan notifikasi melalui media WhatsApp kepada petugas

kebakaran[8]. Pendeteksi kebakaran dini juga mampu melakukan pemadaman secara otomatis jika terjadi kebakaran[9]. Hasil penelitian ini merupakan implementasi dari perancangan sistem monitoring kebakaran dimana data yang dikirim dari kedua client yang berupa pesan dari data sensor dan sistem sensor suhu akan bekerja[10]. Hasilnya mampu memberikan gambaran kepada khalayak umum bagaimana sistem kerja dari alat pendeteksi kebakaran/ alarm kebakaran[11].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

2.1.1. Prototype Sistem Kontrol Pemadam Kebakaran Pada Rumah Berbasis Arduino Uno dan ESP8266 [oleh: Dolly Indra, Erick Irawadi Alwi, Muhammad Al Mubaraq]

Pada penelitian ini, dirancang suatu prototipe sistem pemadam kebakaran pada rumah berbasis Arduino uno dan Esp8266 menggunakan sensor Api, sensor MQ7, dan modul DHT22. Sistem ini dibuat agar dapat memberikan peringatan melalui email serta bunyi buzzer kepada yang bersangkutan secara real time dan juga dapat melakukan penanganan dini kebakaran berupa penyemprotan air untuk memperlambat api membesar sehingga kerugian yang ditimbulkan bisa diminimalisir.

2.1.2. Pengembangan Sistem Alarm dan Pemadam kebakaran Otomatis Menggunakan Internet Of Things [oleh: Zulkifli, Muhlis Muhallim ,Hasnahwati]

Pengembangan Sistem Alarm dan Pemadam kebakaran Otomatis Menggunakan Internet Of Things [oleh: Zulkifli, Muhlis Muhallim ,Hasnahwati] Sistem ini dirancang untuk merespons cepat dan tanggap terhadap kebakaran, bahkan ketika pengguna tidak berada di lokasi. Dengan memanfaatkan kekuatan Internet of Things, sistem ini memberikan tingkat keamanan tambahan bagi rumah, gedung, atau fasilitas komersial. Selain itu, integrasi dengan platform pemantauan yang cerdas memungkinkan pemantauan yang lebih efisien dan pemeliharaan preventif. Dengan demikian, sistem alarm dan pemadam kebakaran berbasis IoT adalah solusi yang efektif dalam menjaga keselamatan properti dan nyawa manusia.

2.1.3. Prototype Sistem Monitoring, Deteksi Kebakaran dan Notifikasi Berbasis IoT (*Internet of Things*) [oleh: Irfan Kusnadi, Akhlis Munazilin, Abdul Ghofur]

Sistem Informasi ini mengeksplorasi pengembangan desa berbasis teknologi tepat guna, yang dikenal sebagai konsep “smart village”. Dengan penerapan teknologi ini, desa diharapkan dapat mencapai kemandirian dan menghadirkan inovasi untuk memenuhi kriteria sebagai desa mandiri. Oleh karena itu, diperlukan sistem outdoor untuk memantau, mendeteksi, dan memberikan peringatan sebelum kebakaran terjadi sehingga warga sekitar dapat bekerja sama untuk memadamkannya sambil menunggu petugas pemadam kebakaran tiba

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Library Research* dan *Field Research*. Berikut ini akan dijelaskan kedua jenis penelitian tersebut :

a. Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Metode studi kepustakaan merupakan teknik penelitian yang dilakukan dengan memanfaatkan berbagai sumber informasi yang tersedia di perpustakaan maupun media elektronik. Proses ini mencakup penelusuran, pengumpulan, serta analisis terhadap bahan referensi yang sudah diterbitkan sebelumnya, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian, maupun sumber daring lainnya. Tujuan utama dari penggunaan metode ini adalah memperoleh landasan teori serta informasi pendukung untuk menjawab rumusan masalah penelitian atau memperdalam pengetahuan terkait topik [13].

b. Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Penelitian lapangan merupakan penelitian kualitatif di mana peneliti mengamati dan berpartisipasi secara langsung dalam penelitian skala sosial kecil dan mengamati budaya setempat. Banyak orang tertarik dengan penelitian lapangan karena terlibat langsung dalam pergaulan beberapa kelompok orang yang memiliki daya tarik khas. Tidak ada matematika yang menakutkan atau statistik yang rumit, tidak ada hipotesis deduktif yang abstrak. Sebaliknya, adanya interaksi sosial atau tatap muka langsung dengan orang-orang yang nyata dalam suatu lingkungan tertentu.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

a. Wawancara

Wawancara adalah dialog terstruktur yang terjadi antara pewawancara dan narasumber untuk mengumpulkan informasi yang relevan terkait dengan studi tertentu. Untuk penelitian ini, penulis melakukan wawancara

dengan karyawan dan anggota staf Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Banyuwangi untuk mengumpulkan informasi terkait sistem alarm dan pemadam kebakaran serta otomatisasi terkait, proses yang ada, kebutuhan fungsional, dan harapan pengguna dalam desain sistem berbasis Arduino dengan fungsi kontrol jarak jauh.

b. Observasi

Observasi adalah metode penelitian yang melibatkan pengamatan terhadap objek studi untuk mengumpulkan data secara langsung. Pada tahap ini, penulis melakukan observasi di Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Banyuwangi dan melihat sistem yang digunakan, konstruksinya, serta sistem alarm dan perlindungan kebakaran, termasuk operasi sensor asap dan kebakaran, alarm, pompa air, dan sistem pemberitahuan. Dari observasi ini, peneliti memahami masalah praktis yang dihadapi di lapangan dan kemungkinan untuk merancang sistem yang sesuai.

c. Dokumen

Metode dokumen adalah untuk mengumpulkan informasi, yang tidak hanya tambahan, tetapi juga lebih akurat untuk mendukung hasil wawancara dan observasi. Dokumen yang dikumpulkan dari Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Banyuwangi mencakup data teknis, laporan aktivitas, spesifikasi komponen perangkat keras seperti sensor, Arduino Uno, alarm, dan pompa air, serta literatur yang relevan.

3.3 Pengembangan Metode Sistem

Sistem deteksi, peringatan, dan pemantauan kebakaran berbasis IoT dirancang dengan Metode Prototipe. Metode ini menciptakan sistem awal yang berfungsi, meskipun versi yang disederhanakan dan awal yang dimaksudkan untuk pemodelan awal. Setelah menguji versi prototipe ini, sistem tersebut mengalami pengembangan lebih lanjut melalui siklus evaluasi dan penyempurnaan iteratif yang fokus pada kebutuhan dan persyaratan pengguna. Seperti dipuji oleh Kenneth, Jane, dan Laudon (2008), prototipe adalah representasi awal dari sistem dan/atau produk dan dirancang untuk menguji konsep sebelum implementasi di dunia nyata.



Gambar 3.3 Metode Prototipe

Peneliti menggunakan metode prototype sebagai model perancangan sistem alarm dan pemadam kebakaran otomatis menggunakan arduino dengan kontrol jarak jauh. Gambar 3.3 menunjukkan tentang tahapan dari proses pengembangan metode prototype.

a. Komunikasi

Komunikasi merupakan rangkaian tahap komunikasi. Pengguna memberikan input yang menjadi dasar penyempurnaan dari sistem prototype. Prototype yang telah diperbaiki kemudian dikirimkan kembali untuk diuji. Proses ini bersifat iterasi sampai sistem telah dirasa banyak aspek kebutuhan untuk sistem yang berfungsi secara lengkap.

b. Perencanaan Secara Cepat

Pada langkah ini, analisis di lebih jauh identifikasi sistem memerlukan di fokuskan pada garis besar. Informasi dari pengguna dikumpulkan oleh peneliti atau pengembang untuk mendalami lebih jauh berkaitan dengan tujuan, problem, dan sistem secara umum yang ingin dibangun.

c. Pemodelan Perancangan Secara Cepat

Sesuai dengan langkah yang telah dijelaskan, pada tahap ini tujuan yang lebih besar berupa desain sistem untuk menampilkan dan menelusuri alur sistem. Ini dapat berupa sketsa, diagram alur, atau desain antarmuka yang menunjukkan bagaimana sistem diharapkan beroperasi.

d. Konstruksi

Tujuan dari tahap ini adalah untuk pengembangan sistem dengan mendesain prototype, pada tahap ini sudah terdapat fungsi dasar. Prototype ini berfungsi untuk menunjukkan kepada pengguna hasil dari sistem yang diharapkan dan perkembanganya.

e. Penyerahan Sistem

Pada tahap ini pengguna telah menerima prototype dan melakukan test, prototype ini sudah dapat diajukan untuk test coba kepada pengguna. Pengguna diharapkan memberikan masukan, kritik, atau saran berkaitan dengan sistem yang telah diuji sesuai dengan yang diharapkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

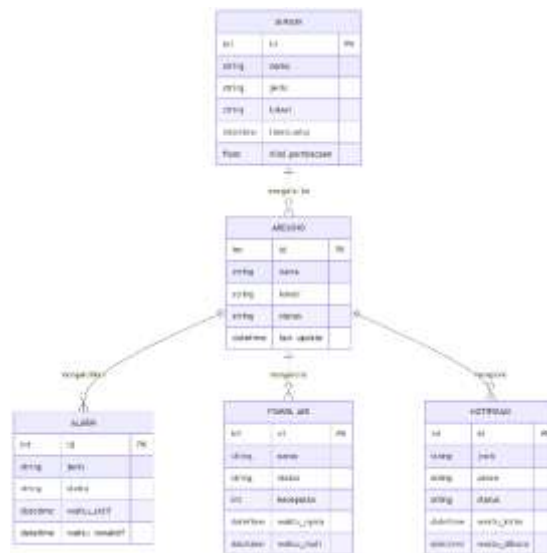
4.1 Alur Proses



Gambar 4.1 Alur Proses

Gambar 4.1 diagram konteks sistem alarm dan pemadam kebakaran otomatis menggunakan arduino dengan kontrol jarak jauh. Pada gambar tersebut adalah alur prosesnya yang sudah terlihat jelas.

4.2 Data Flow Diagram



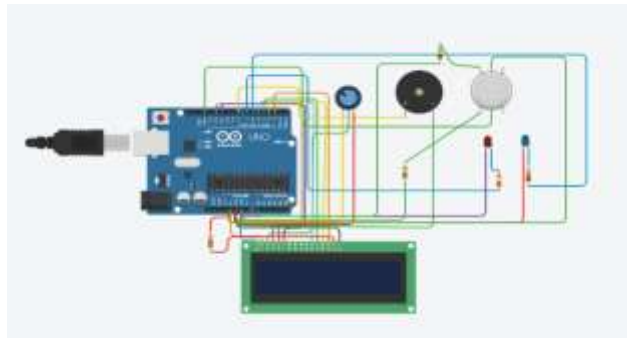
Gambar 4.2 Data Flow Diagram

Gambar 4.2 Sketsa di atas menunjukkan sistem deteksi dan pemadaman kebakaran berbasis Arduino. Sensor memantau berbagai parameter lingkungan dan meneruskan informasi ke Arduino yang berfungsi sebagai pengontrol. Jika kondisi berbahaya terdeteksi, Arduino mengeluarkan alarm sebagai peringatan, mengaktifkan pompa air pemadam kebakaran, dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Proses ini menunjukkan integrasi deteksi, respons, dan penyebaran informasi dalam satu sistem yang cepat dan otomatis.

4.3. Implementasi Sistem

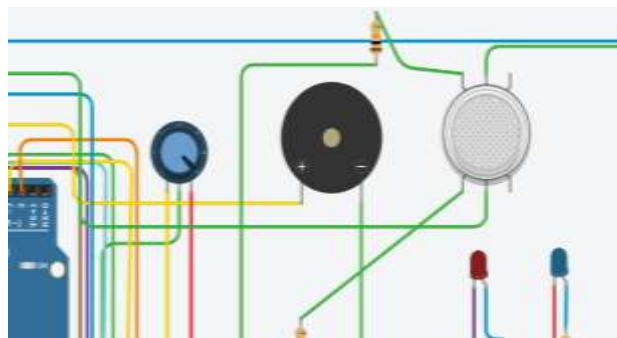
Sistem ini diarahkan untuk melakukan pendeteksian dan pemadaman kebakaran secara otomatis menggunakan teknologi mikrokontroler Arduino. Fitur-fitur utamanya adalah mendeteksi asap atau api, berfungsi membunyikan alarm, menyalakan pompa air secara otomatis, serta mengirim notifikasi kepada pengguna secara remote. Pengguna dapat dengan lebih cepat, efisien, dan aktif mengontrol sistem ini untuk meminimalisir risiko kerugian dan bahaya.

- a. Gambar pertama menunjukkan Pada rangkaian ini, sensor MQ-2 berfungsi untuk mendeteksi asap atau api dan mengirimkan sinyal ke Arduino sebagai pusat pengontrol. Arduino akan mengaktifkan buzzer serta LED merah sebagai alarm peringatan. Selain itu, Arduino menghidupkan LED biru yang terhubung dengan relay untuk secara otomatis mengaktifkan pompa air. Pompa ini berfungsi menyemprotkan air langsung ke titik api. LCD 16x2 menampilkan status sistem yang dimulai dari kondisi aman sampai pompa aktif. Selain itu, sistem ini dimungkinkan untuk ditambahkan modul WiFi untuk pengiriman notifikasi kebakaran otomatis kepada Dinas Pemadam Banyuwangi via *WhatsApp*.



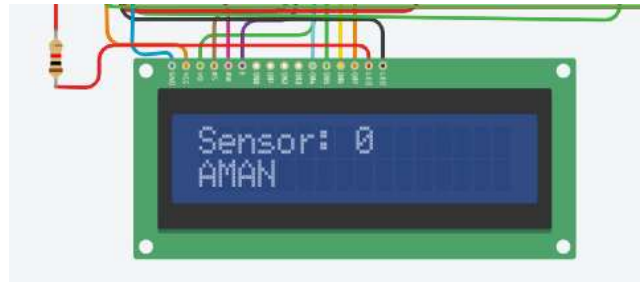
Gambar 5. Halaman Utama

- b. Dalam seri ini, sensor asap berfungsi sebagai detektor utama. Ketika asap terdeteksi, sinyal dikirim ke Arduino untuk diproses. Arduino, pada gilirannya, mengaktifkan alarm dalam bentuk buzzer yang memberikan peringatan suara. Bersamaan dengan itu, LED merah dihidupkan untuk menunjukkan adanya api (simulasi sensor api) dan LED biru menyala untuk menunjukkan bahwa pompa air sedang bekerja untuk memadamkan api (simulasi pompa semprot). Dengan mekanisme ini, meskipun ini adalah simulasi, sistem mampu menunjukkan bagaimana sistem deteksi asap otomatis memicu alarm dan respons pemadam kebakaran otomatis.



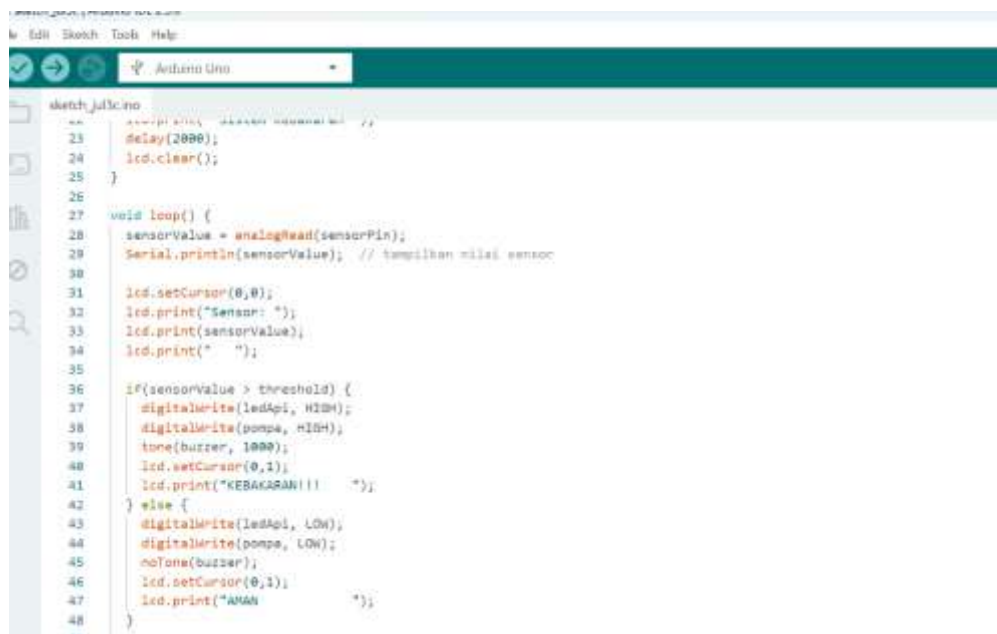
Gambar 6. Rangkaian Sensor Asap, Led dan Buzzer

- c. Pada sistem alarm dan pemadam kebakaran otomatis, LCD 16x2 berfungsi sebagai output visual sistem dan menampilkan informasi sensor secara real-time. LCD menampilkan informasi sensor, seperti mendeteksi asap atau api, serta menampilkan status “AMAN” jika tidak ada indikasi kebakaran atau “BAHAYA” jika ada ancaman. Dengan LCD, pengguna bisa memantau kondisi sistem secara real-time, sehingga pengawasan dan uji coba menjadi lebih sederhana dan efisien. Di sisi lain, LCD juga meningkatkan keandalan sistem dengan memberikan informasi prekondisi sebelum alarm dan pompa air diaktifkan, sehingga mempercepat respon terhadap kemungkinan kebakaran.



Gambar 8. Tampilan LCD

- d. Kebakaran dan pemadam otomatis yang menggunakan sensor untuk mendeteksi keberadaan api dan asap. Nilai sensor dibaca dan ditampilkan pada layar LCD sehingga kondisi dapat dimonitor secara waktu nyata. Program ini beroperasi dengan pendekatan perbandingan menggunakan batas ambang untuk menentukan kontrol lingkungan. Ketika nilai ambang terlampaui, nilai sensor diinterpretasikan sebagai api. Dalam kondisi ini, indikator LED menyala sebagai alarm kebakaran, pompa air dinyalakan untuk memadamkan api, dan buzzer berbunyi sebagai alarm. Selain itu, LCD menampilkan pesan kedua dalam antrean yaitu “KEBAKARAN!!!”. Di sisi lain, jika nilai berada di bawah ambang, sistem berada dalam kondisi aman. Dalam situasi ini, LED, pompa dan buzzer dimatikan dan LCD menampilkan “AMAN”. Oleh karena itu, program ini memiliki fitur fungsi deteksi, peringatan, dan tindakan pemadaman otomatis untuk meningkatkan waktu respons kebakaran.



Gambar 9. Tampilan Code System

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis dan penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem alarm kebakaran dan pemadam kebakaran otomatis berbasis Arduino dengan kontrol jarak jauh dirancang dengan baik. Sistem ini berfungsi untuk mendeteksi api dan asap, serta memberikan respon alarm dengan suara melalui buzzer, indikator visual LED, dan pemompaan air untuk pemadaman awal. LCD digunakan untuk memberikan informasi tentang status sistem supaya dapat memantau secara real time. Di samping itu, sistem ini masih memungkinkan untuk dikembangkan dengan menambahkan notifikasi WhatsApp. Dengan sistem seperti ini, pesan otomatis akan dikirim kepada petugas pemadam kebakaran sehingga dapat mempercepat respon saat terjadi kebakaran.

Sistem ini disarankan untuk langsung diuji coba di lokasi yang berpotensi terjadi kebakaran seperti rumah tinggal, gudang, atau gedung publik. Pada penelitian ini dapat difokuskan pada pengujian keandalan sensor, efisiensi pada pompa air, dan kestabilan pengiriman notifikasi WhatsApp pada modul komunikasi. Untuk memperluas fungsionalitas sistem, ditambahkan fitur integrasi aplikasi mobile, pemetaan lokasi kebakaran berbasis GPS, serta IoT. Agar implementasi yang diharapkan dapat berfungsi secara optimal, kepada

masyarakat dan pengguna perlu diberikan pelatihan dan sosialisasi sistem kebakaran. Dengan pelatihan ini, sistem dapat berfungsi baik sebagai langkah pencegahan maupun saat terjadi kebakaran.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kenyamanan dan kelancaran dalam menyelesaikan jurnal ini. Tentu saja, jurnal ini tidak dapat terwujud tanpa dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Untuk ini, saya ingin dan juga mengucapkan terima kasih kepada anggota keluarga saya, dalam hal ini kepada kedua orang tua saya, Bapak dan Ibu. Mereka telah dan tidak akan berhenti memberikan cinta, serta memberikan saya doa, dukungan moral, dan yang terpenting, dukungan materi yang tidak akan terputus. Dalam hidup saya, merekalah yang dan yang akan terus menjadi sumber kekuatan dan inspirasi terbesar. Untuk mereka saya persembahkan jurnal ini. Saudara, selaku dosen pembimbing saya, bapak Firman Santoso, juga saya ingin dan ucapkan terima kasih. Terima kasih untuk semua bimbingan, arsitektur, dan kesabaran, serta pembimbingan yang luar biasa selama proses pengerjaan jurnal. Semua arahan, bahkan kritik yang disampaikan, sangat berarti. Selain itu, saya juga ingin dan menyampaikan terima kasih kepada bapak Salam Bikwanto, pembimbing saya dari Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kabupaten Banyuwangi. Untuk bapak Salam, saya mengucapkan terima kasih untuk segala bimbingan dan kesempatan yang telah bapak berikan selama saya melakukan penelitian. Terima kasih kepada bapak, untuk semua pengalaman yang saya dapat, karena bagi saya, semua itu sangat berharga. Terima kasih untuk teman sepaguannya saya, untuk semua dukungan, semangat, serta bantuan yang telah kalian berikan. Kalian adalah tempat saya untuk curhat, mengeluarkan keluhan, bahkan motivasi. Semoga semua, dan kita semua, bisa sukses di usia muda dan di masa tua.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Al-Ajlan, and A. A. Al-Ajlan, "Cyber Security in the Digital Age," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 21-30, 2020.
- [2] P. A. Akpan, S. V. Dike, and O. C. Dike, "Cyber Security Threat: The Nigeria Perspective," *International Journal of Computer Networks and Applications*, vol. 7, no. 3, pp. 31-41, 2020.
- [3] M. B. Abubakar, and M. I. Saidu, "Analysis of Cyber Security Threats and Countermeasures in Nigeria," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 1-10, 2020.
- [4] A. A. Al-Ajlan, and A. A. Al-Ajlan, "Cyber Security: A Review of the Current Situation," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 11-20, 2020.
- [5] S. K. Akpan, "Cyber Security in the 21st Century," *International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 20, no. 2, pp. 146-155, 2020.
- [6] R. E. Akpan, "Cyber Security: A Global Perspective," *International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 20, no. 2, pp. 136-145, 2020.
- [7] A. A. Al-Ajlan, and A. A. Al-Ajlan, "Cyber Security: A Comprehensive Review," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 5, no. 3, pp. 31-40, 2020.
- [8] M. A. Akpan, "Cyber Security: A Critical Analysis," *International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 20, no. 3, pp. 156-165, 2020.
- [9] E. A. A. Al-Ajlan, "The Impact of IoT Technology on the Security of Cyber Space," *International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 20, no. 1, pp. 129-135, 2020.
- [10] D. Indra, E. I. Alwi, and M. A. Mubaraq, "Prototipe Sistem Kontrol Pemadam Kebakaran Pada Rumah Berbasis Arduino Uno dan ESP8266," *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 1-8, 2022.
- [11] Zulkifli, M. Muhallim, and Hasnahwati, "PENGEMBANGAN SISTEM ALARM DAN PEMADAM KEBAKARAN OTOMATIS MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, no. 3, pp. 2444, 2024.
- [12] I. Kusnadi, A. Munazilin, and A. Ghofur, "PROTOTYPE SISTEM MONITORING, DETEKSI KEBAKARAN DAN NOTIFIKASI BERBASIS IoT (Internet of Things)," *Journal of Innovation Research and Knowledge*, vol. 4, no. 2, pp. 593, 2024. (dari file
- [13] D. A. Naspin, P. Deswita, A. Fauzi, and R. Wulan, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Pendekatan Induktif Guided Discovery Materi Gelombang Terintegrasi Bencana Tsunami," *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA*, vol. 6, no. 1, pp. 54-65, 2020.
- [14] A. Nur, and F. Y. Utami, "Proses dan Langkah Penelitian Antropologi: Sebuah Literature Review," *AD-DARIYAH JURNAL DIALEKTIKA, SOSIAL DAN BUDAYA*, vol. 3, no. 1, pp. 44-68, 2022.

- [15] J. Mulyono, Djuniadi, and E. Apriaskar, “Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2, Flame Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *JURNAL ILMIAH ELEKTRONIKA DAN KOMPUTER*, vol. 14, no. 1, pp. 16–25, 2021.
- [16] <https://jim.unindra.ac.id/index.php/jrami/article/view/11149>
- [17] <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/article/view/104093>