

Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis IoT Studi Kasus PT Maju Jaya Windraya Ambarawa

Devano Andi Handoko¹, Agus Priyadi^{*2}

¹Program Studi Teknik Komputer, Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Semarang, Indonesia

^{*2}Program Studi Desain Komunikasi Visual, Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Semarang, Indonesia

e-mail: devanoandi11@gmail.com , aguspriyadi@stekom.ac.id

Abstrak

Mengingat risiko kebakaran selalu tetaplah ada, diperlukan sistem deteksi dini yang responsif dan terhubung. Penelitian ini mengembangkan alat pendeteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) dengan studi kasus pada gudang PT Maju Jaya Windraya Ambarawa. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, dipadu sensor suhu DHT11 dan sensor asap MQ-2 untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time. Data suhu dan kadar asap diolah oleh ESP32, kemudian disajikan melalui layar LCD dan disertai bunyi alarm buzzer saat melewati ambang batas yang telah ditentukan. Selain itu, notifikasi instan dikirimkan ke aplikasi Telegram, memungkinkan pengguna menerima peringatan meski berada jauh dari lokasi. Pengujian sistem mencakup tiga skema: uji ketelitian DHT11 terhadap berbagai sumber panas, uji sensitivitas MQ-2 terhadap beragam jenis asap, serta uji kolaborasi kedua sensor pada jarak berbeda dari sumber. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mendeteksi peningkatan suhu di atas 40 °C dan konsentrasi asap lebih dari 600 PPM, dengan efektifitas sensor 100 % pada jarak hingga 5 cm. Dengan demikian, alat ini terbukti efektif meminimalkan waktu respon dan potensi kerugian akibat kebakaran.

Kata kunci— internet of things, deteksi kebakaran, ESP32, DHT11, MQ2

Abstract

Since the risk of fire is always present, a responsive and connected early detection system is needed. This research develops an Internet of Things (IoT)-based fire detection tool with a case study in the warehouse of PT Maju Jaya Windraya Ambarawa. The system uses an ESP32 microcontroller as the control center, combined with a DHT11 temperature sensor and an MQ2 smoke sensor to monitor environmental conditions in real-time. Temperature data and smoke levels are processed by the ESP32, then presented through an LCD screen and accompanied by a buzzer alarm when it crosses a predetermined threshold. In addition, instant notifications are sent to the Telegram app, allowing users to receive alerts even when they are far from the location. System testing included three schemes: DHT11 accuracy test against various heat sources, MQ2 sensitivity test against various types of smoke, and collaboration test of the two sensors at different distances from the source. The test results showed that the system was able to detect temperature increases above 40°C and smoke concentrations of more than 600 PPM, with 100% sensor effectiveness at distances up to 5 cm. Thus, this tool proves effective in minimizing response time and potential losses due to fire.

Keywords— internet of things, fire detection, ESP32, DHT11, MQ2

1. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan bencana yang sering terjadi di negara ini, terutama di wilayah dengan bangunan yang berdekatan, dan sering kali menyebabkan kerugian besar, baik material maupun korban jiwa serta bisa menghambat kelancaran operasional perusahaan [1]. Berdasarkan berbagai kejadian di sektor industri, pemicu utama kebakaran umumnya berasal dari korsleting listrik, kebocoran gas, dan kelalaian manusia dalam penggunaan peralatan kerja. Penanganan yang terlambat sering kali memperparah dampak yang ditimbulkan, sehingga deteksi secara dini sangat penting guna meminimalkan risiko dan kerugian akibat kebakaran di lingkungan kerja. Sistem keselamatan bangunan (bangunan atau gudang) diperlukan karena risiko kebakaran hanya tidak diketahui, sehingga pencegahan dini dapat mengurangi penampilan api dan kerugian yang lebih besar [2]. Sistem deteksi kebakaran konvensional yang banyak digunakan saat ini masih memiliki keterbatasan, seperti jangkauan deteksi yang terbatas, keterlambatan dalam penyampaian informasi, serta kurangnya integrasi dengan sistem peringatan jarak jauh. Penanggulangan kebakaran sering terlambat apabila gedung tidak dilengkapi dengan alat pendeteksi dini terjadinya kebakaran, sehingga baru diketahui setelah api sudah besar [3]. Seiring dengan perkembangan teknologi, penerapan Internet of Things (IoT) dalam sistem deteksi kebakaran menawarkan solusi yang lebih efektif dan efisien. IoT memungkinkan perangkat sensor seperti sensor suhu, asap untuk terhubung ke internet, sehingga dapat melacak kondisi secara real time, mengirim pemberitahuan peringatan ke perangkat pengguna dan memungkinkan tindakan dengan cepat dan berkoordinasi [4]. Dalam penelitian ini penulis akan mengambil studi kasus pada PT Maju Jaya Windraya Ambarawa yang beralamat di Busungan, Tambakboyo, Kec. Ambarawa, Kabupaten Semarang. PT Maju Jaya Windraya Ambarawa sebagai perusahaan yang bergerak di bidang industri kertas tentu membutuhkan sistem proteksi kebakaran yang modern dan andal untuk dapat mendeteksi tanda-tanda kebakaran lebih cepat.

Beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Deni Mulyana, 2024 [5] dalam jurnalnya yang menyebutkan bahwa sistem deteksi kebakaran dapat mengurangi terjadinya kebakaran karena dapat memberitahukan kepada pengguna ketika terdeteksi adanya kebakaran. Tri Ardiyanto, dkk. (2024) [6] telah berhasil mengembangkan sistem deteksi dini kebakaran di ruang server berbasis IoT yang terintegrasi dengan Web Server. Penelitian terkait lainnya dilakukan oleh M. Wahidin (2021) [4] yang berhasil merancang sebuah sistem deteksi kebakaran yang mempermudah pemilik gudang dalam memonitoring dan mendapat informasi melalui telegram jika terjadi kebakaran pada gudang kantor tersebut. Maka demikian, penelitian mengenai sistem deteksi kebakaran berbasis IoT pada PT Maju Jaya Windraya Ambarawa menjadi sangat relevan untuk mendukung kebutuhan industri akan solusi proteksi kebakaran yang adaptif dan terintegrasi dengan teknologi terkini. Dalam mengatasi permasalahan ini penulis mengusulkan sebuah sistem yang terintegrasi menggunakan Mikrokontroler ESP 32 sebagai kendali penuh sistem. Pada sistem ini penulis juga menggunakan DHT 11 yang berfungsi sebagai pengukur kondisi suhu lingkungan serta penggunaan Sensor MQ-2 untuk mendeteksi adanya asap yang terjadi ketika kebakaran. Pada sistem usulan penulis ini juga akan diintegrasikan pada Telegram, yang berfungsi sebagai notifikasi secara real time jika terjadi anomali kondisi yang telah ditentukan oleh penulis.

Sistem adalah seperangkat komponen dan elemen komponen yang terintegrasi dan terorganisir dan bekerja bersama untuk mencapai tujuan tertentu [7] dan Kebakaran adalah ketika api kecil yang kuat menyala di suatu tempat, pada kondisi atau waktu yang tidak dikehendaki, yang dapat merugikan dan biasanya sulit untuk dikontrol, dan dapat menyebabkan kematian [8] serta IoT merupakan sistem terintegrasi yang dirancang untuk memperluas koneksi internet secara berkesinambungan. Teknologi ini menghubungkan berbagai perangkat atau benda melalui jaringan internet. Dengan IoT, kita bisa mengendalikan, bertukar data, dan bekerja sama antar

perangkat keras dengan mudah. Teknologi ini sangat berperan di beragam sektor, mulai dari rumah pintar hingga industri cerdas [9].

Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler terintegrasi berdasarkan chip (SOC) dengan 802.11 b / g / n, versi Bluetooth 4.2 dan periferal yang berbeda. ESP32 adalah chip yang cukup penuh dengan prosesor, penyimpanan, dan akses ke GPIO (output impor untuk penggunaan bersama). Ini juga dapat digunakan untuk sirkuit penggantian Arduino dan mendukung koneksi Wi-Fi langsung. Spesifikasi ESP32 adalah sebagai berikut: Board ini memiliki dua versi: 30 GPIO dan 36 GPIO, masing-masing memiliki fungsi yang sama, tetapi versi 30 GPIO memiliki dua pin GND, yang membuatnya lebih mudah untuk dikenali. Sumber daya board didapatkan melalui konektor micro USB, board ini memiliki interface USB to UART yang dapat diprogram dengan program pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE [10].

Module sensor DHT11 termasuk dalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu, seperti NTC, dan memiliki output tegangan analog yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Ini juga memiliki sensor kelembaban dengan karakteristik yang dapat mengubah kadar air di udara. Data pemrosesan pengontrol IC dari dua sensor ini dan pengontrol IC ini akan mengeluarkan data output sebagai kawat dua arah tunggal [11]. Sensor multifas-MQ-2 sangat sensitif terhadap berbagai asap tembakau yang mudah terbakar, termasuk LPG, propana, hidrogen, karbon monoksida, metana, alkohol, hidrogen. Komponen utama dari sensor ini adalah Brady Oxide (Snow), yang sangat konduktif di udara murni. MQ-2 sangat cocok untuk melihat kebocoran dan rekaman di berbagai lingkungan. Setelah gas diakui, sensor secara signifikan meningkatkan konduktivitas dan menciptakan sinyal resistensi yang sama untuk menunjukkan kebocoran gas [12]. Telegram, aplikasi berbasis cloud, memungkinkan pengguna mengakses satu akun Telegram dari berbagai perangkat secara bersamaan. Selain itu, Anda dapat membagikan hingga 1,5 GB berkas. Dua bersaudara asal Rusia, Nikolai Durov dan Pavel Durov, bekerja sama dalam pengembangan aplikasi telegram. Nikolai fokus pada pengembangan aplikasi dengan menciptakan protokol MTPProto, yang berfungsi sebagai motor telegram. Sementara Pavel bertanggung jawab atas pembiayaan dan infrastruktur melalui dana yang diberikan kepada Digital Fortress [13].

2. METODE PENELITIAN

Studi ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif, yang merupakan pendekatan penelitian yang lebih menekankan pemahaman mendalam tentang suatu masalah daripada generalisasi hasil penelitian. Meskipun metode kualitatif dan penelitian kualitatif berbeda, keduanya sangat terkait dan berdiri sendiri. Metode kualitatif adalah metode atau pendekatan yang digunakan dalam penelitian untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang bersifat deskriptif yang tidak ada satuan atau tidak dapat diukur secara kualitatif dengan perhitungan angka seperti kata-kata, gambar atau konteks simbolik. Padahal penelitian kualitatif adalah suatu proses penelitian yang menggunakan metode kualitatif untuk mengungkapkan jawaban penelitian yang bersifat eksploratif dan mendalam[14].

Penelitian kualitatif adalah jenis studi di mana para peneliti menggunakan alat, prinsip, dan metode menggabungkan pengumpulan data dan analisis yang dipandu. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah sebagai berikut: [4]:

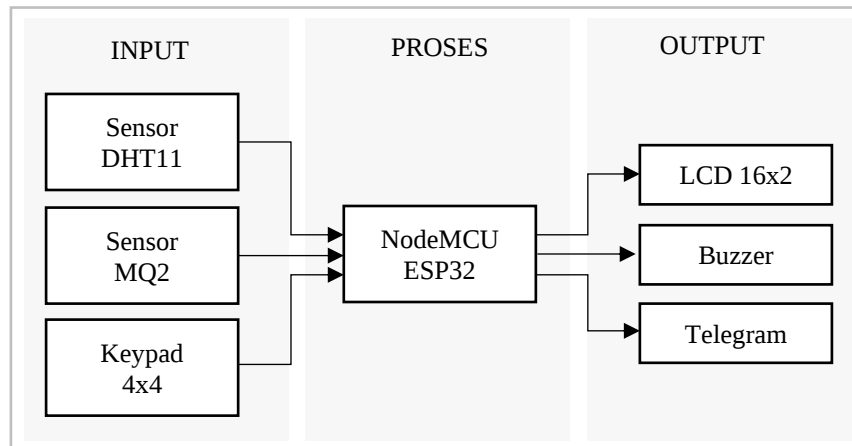


Gambar 1. Prosedur Penelitian

2.1 Analisis Permasalahan

Prosedur penanganan kebakaran di PT. Maju Jaya Windraya Ambarawa masih dilakukan secara manual, yaitu dengan mengecek kondisi gudang setiap beberapa waktu. Belum ada sistem otomatis yang memberikan peringatan dini apabila terjadi kebakaran di gudang tersebut.

2.2 Perancangan Solusi



Gambar 2. Perancangan Solusi sistem yang akan dirancang

1). Input

Dalam perancangan sistem ini menggunakan 3 inputan yaitu: Sensor DHT11, Sensor MQ2 dan Keypad 4x4. Sensor suhu DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan mendeteksi kelembaban udara dengan menghasilkan output berupa sinyal digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler. Sensor MQ2 berperan dalam mendeteksi secara dini keberadaan asap, baik yang berasal dari asap rokok maupun asap mesin di area penelitian. Sedangkan Keypad 4x4 berfungsi sebagai menentukan batas ambang suhu dan asap, dan untuk mengecek IP pada saat ESP terhubung di Internet.

2). Proses

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah NodeMCU ESP32, sebuah komponen penting yang bertugas memproses seluruh data input dan output yang terhubung. Data dari sensor akan diterima dan diproses oleh NodeMCU ESP32, kemudian hasilnya akan disalurkan melalui output. Modul ini memiliki kemampuan koneksi Wi-Fi, sehingga ketika semua sensor input aktif, data secara otomatis akan masuk ke NodeMCU ESP32 untuk diproses ke output yang ditentukan dalam penelitian ini.

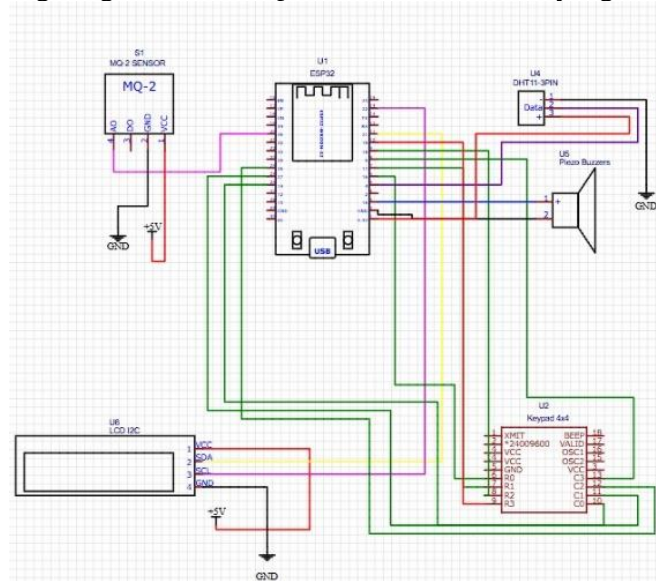
3). Output

Untuk keluaran dalam sistem ini menggunakan 2 output yang berbeda, yaitu output lokal dan output online. Untuk output lokal yaitu berupa Buzzer dan LCD. Buzzer dalam sistem ini berfungsi sebagai alarm ketika terjadi anomali kondisi yang ditentukan dalam program ESP32 dalam perhitungan sensor DHT11 dan sensor MQ2. Sedangkan LCD berfungsi sebagai display perhitungan kedua sensor dalam sistem ini. Untuk Output online, penulis mengintegrasikan sistem ini dengan Telegram. Mikrokontroler akan mengirimkan notifikasi ke Telegram ketika terjadi anomali kondisi yang sudah ditentukan dalam perancangan sistem ini.

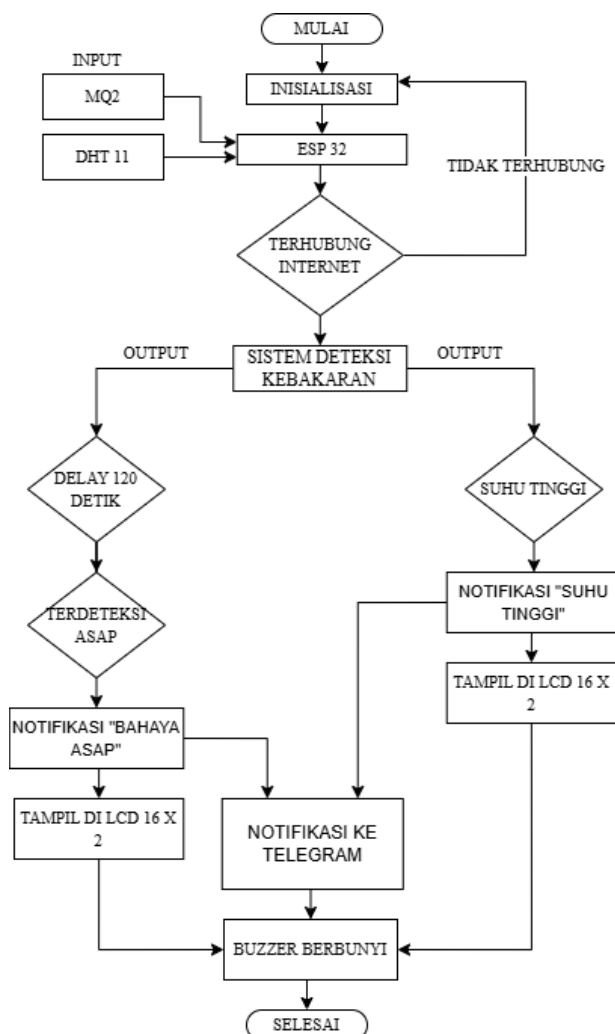
2.3 Desain Prototype

Dengan menggunakan desain prototype, metodologi penelitian ini memfasilitasi peneliti dalam mengembangkan produk secara bertahap. Prototype merupakan representasi fisik yang disederhanakan dari suatu sistem, yang bertujuan untuk memberikan gambaran jelas kepada pengguna mengenai produk yang akan dibuat. Gambar 3 merupakan rangkaian sistem ini, seluruh

komponen terhubung secara terpadu membentuk sebuah alat deteksi kebakaran berbasis mikrokontroler. Sedangkan gambar 4 merupakan flowchart sistem yang dirancang.



Gambar 3. Rangkaian Sistem



Gambar 4. Flowchart sistem

2.4. Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan memeriksa apakah sistem dan sensor-sensor berfungsi dengan baik. Apabila setiap sensor berhasil mendeteksi kebakaran, maka sistem akan mengirimkan notifikasi kepada pemilik kantor sebagai pemberitahuan. Dalam penelitian ini dilakukan 3 skema pengujian, pengujian pertama yaitu menguji sensor DHT 11, pengujian kedua yaitu pengujian sensor MQ2, sedangkan pengujian terakhir yaitu pengujian kolaborasi kedua sensor tersebut dengan mengatur jarak antara sumber trigger dengan sensor, untuk ambang batas sensor DHT11 diatur pada 40° C tetapi untuk ambangnya sendiri bisa diatur oleh pengguna sesuai dengan keadaan lingkungan maupun suhu rata-rata dilingkungan sekitar, serta untuk sensor MQ2 ambang batas diatur pada 600 PPM tetapi juga bisa diatur sesuai yang diinginkan, untuk pembacaan sensor asap didelay 120 detik untuk melakukan pembacaan yang akurat dikarenakan sifat sensor MQ2 tersebut juga belum bisa melakukan pembacaan secara akurat ketika sensor belum terasa panas saat dipegang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem deteksi kebakaran berbasis IoT pada studi kasus PT Maju Jaya Windraya Ambarawa menggunakan sensor suhu (DHT11), sensor asap (MQ2), dan platform Telegram. Data yang diperoleh dari sensor dan modul tersebut meliputi pengukuran suhu ruangan, deteksi keberadaan asap, serta pengiriman notifikasi melalui Telegram sebagai bentuk pemberitahuan dini kebakaran.

3.1 Gambaran Sistem

1). Gambar Prototype

Bentuk prototipe perangkat keras adalah hasil dari rancangan penelitian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Perancangan sistem

Salah satu sensor yang digunakan untuk mengidentifikasi indikasi kebakaran adalah sensor MQ-2 dan DHT11. Sensor MQ-2 mengidentifikasi asap di udara yang dihasilkan dari kebakaran dalam ruangan. Sedangkan sensor suhu DHT11 berperan dalam mengukur peningkatan suhu di dalam ruangan sebagai tanda potensi kebakaran. Buzzer akan berbunyi ketika terjadi kondisi yang telah ditentukan pada program Arduino IDE.

2). Tampilan listing program pada Program arduino IDE

```
// Konfigurasi WiFi Karo Telegram
const char* ssid    = "tesuno1";
const char* password = "tes123456";
String token       = "7786590247:AAHD0pDdI74SeR1v8A6yNmCD-oBh0fgwGSc";
String chatID      = "7629061785";

// Pin Karo Sensor
#define DHTPIN      4
#define DHTTYPE     DHT11
#define MQ2_PIN     35
#define LED_PIN     2 // gunakan led bawaan esp 32
#define BUZZER_PIN  15

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
```

Gambar 6. Konfigurasi Awal Sistem

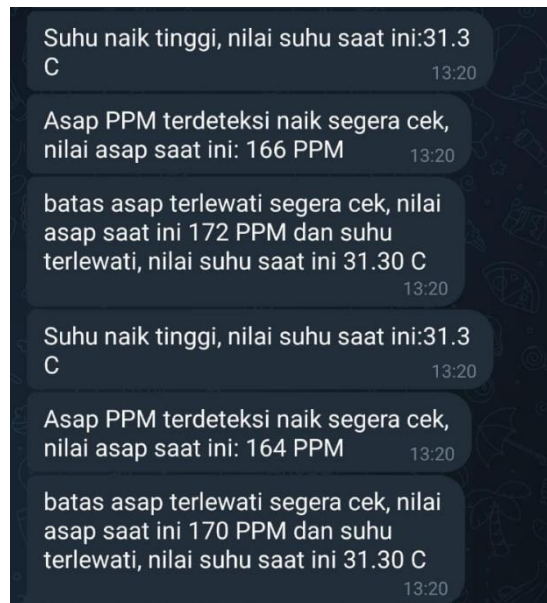
```
static float temperature = 0;
if (millis() - lastTempRead >= tempInt) {
    temperature = dht.readTemperature();
    lastTempRead = millis();
}
bool tAlert = (!isnan(temperature) && temperature > tempTh);
String line0 = isnan(temperature)
    ? "DHT11 Err"
    : !tAlert
    ? "SUHU:" + String(temperature, 1) + " C"
    : (Serial.println("suhu diatas batas bahaya"),
        millis() - lastTempAlert > alertInt
        ? (sendTelegram("Suhu naik tinggi, nilai suhu saat ini:" + String(temperature, 1) + " C"),
            lastTempAlert = millis(), "")
        : "",
        "Suhu tinggi");
```

Gambar 7. Listing program konfigurasi Sensor DHT11

```
bool sAlert = false;
String line1;
if (!smokeActive) {
    int rem = (smokeDelay - (millis() - smokeStart)) / 1000;
    line1 = "LOAD:" + String(rem) + " S";
    if (millis() - smokeStart >= smokeDelay) {
        smokeActive = true;
        prevLine1 = "";
    }
} else {
    int sVal = analogRead(MQ2_PIN);
    line1 = "ASAP:" + String(sVal) + " PPM";
    if (sVal > smokeTh) {
        sAlert = true;
        if (millis() - lastSmokeAlert > alertInt) {
            Serial.println("Asap diatas batas");
            sendTelegram("Asap PPM terdeteksi naik segera cek, nilai asap saat ini: " + String(sVal) + " PPM");
            lastSmokeAlert = millis();
        }
        line1 = "bahaya asap";
    }
}
```

Gambar 8. Listing Program Konfigurasi Sensor MQ2

3). Tampilan Telegram



Gambar 9. Tampilan Notifikasi pada Telegram

4). Gambar Alat Saat Pengujian



Gambar 10. Tampilan Sistem saat pengujian

3.2 Hasil Pengujian Sistem

1). Pengujian Pertama

Pengujian pertama pada sistem ini yaitu menguji apakah sensor DHT11 bekerja secara baik dalam sistem. Pada pengujian ini menggunakan 3 jenis bahan yang berbeda untuk mengetahui tingkat sensitivitas pada sistem. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian:

Tabel 1. Pengujian Sensor DHT 11

No	Sumber	LCD	Buzzer	Telegram
1	Korek Api	Suhu: 43° C Asap: -	Nyala	Ada Notifikasi
2	Kayu yang dibakar	Suhu: 45° C Asap: -	Nyala	Ada Notifikasi
3	Hairdryer	Suhu: 49° C Asap: -	Nyala	Ada Notifikasi

2). Pengujian Kedua

Pengujian kedua pada sistem ini yaitu untuk menguji sensor MQ-2 menggunakan 3 jenis sumber asap yang berbeda. Tabel 2 menunjukan hasil pengujian.

Tabel 2. Pengujian Sensor MQ-2

No	Sumber	LCD	Buzzer	Telegram
1	Tisu yang dibakar	Suhu:- Asap: 997 PPM	Nyala	Ada Notifikasi
2	Rokok	Suhu:- Asap: 732 PPM	Nyala	Ada Notifikasi
3	Kertas yang dibakar	Suhu:- Asap: 649 PPM	Nyala	Ada Notifikasi

3). Pengujian Ketiga

Pengujian terakhir pada sistem ini yaitu pengujian kolaborasi sensor, dan dengan 2 variasi sumber triger pada sensor dan jarak antara kedua sensor dengan sumber inputan. Tabel 3 menunjukan hasil pengujian pada sistem ini.

Tabel 3. Pengujian sensor berdasarkan jarak dengan elevasi 0° dengan sensor

No	Sumber	Jarak	LCD	Buzzer	Telegram
1	Tisu yang dibakar	5 cm	Suhu: 41° C Asap: 917 PPM	Nyala	Ada Notifikasi
		10 cm	Suhu: 36° C Asap: 793 PPM	Nyala	Ada Notifikasi
		15 cm	Suhu: 31° C Asap: 693 PPM	Nyala	Ada Notifikasi
2	Asap Rokok	5 cm	Suhu: 30° C Asap: 789 PPM	Nyala	Ada Notifikasi
		10 cm	Suhu: 30° C Asap: 589 PPM	Mati	-
		15 cm	Suhu: 30° C Asap: 389 PPM	Mati	-

3.3 Pembahasan

Hasil pengujian sistem deteksi kebakaran menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam mendeteksi indikasi kebakaran berdasarkan parameter suhu dan asap. Berikut adalah pembahasan lebih rinci dari setiap pengujian:

Pengujian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi peningkatan suhu yang signifikan saat terpapar sumber panas seperti korek api, kayu yang dibakar, dan pengering rambut (hairdryer). Meskipun sumber panas berbeda, sensor memberikan respon yang konsisten, yaitu suhu terdeteksi melebihi ambang batas, sehingga buzzer berbunyi dan notifikasi dikirimkan melalui Telegram. Hasil ini membuktikan bahwa sensor DHT11 berfungsi dengan baik dalam mendeteksi perubahan suhu yang dapat menjadi indikasi awal kebakaran.

Pada pengujian Tabel 2, berbagai sumber asap seperti tisu yang dibakar, rokok, dan kertas yang dibakar berhasil memicu sensor untuk mendeteksi keberadaan asap. Nilai PPM (part per million) yang terukur bervariasi tergantung pada sumber dan kepadatan asap. Namun, semua sumber asap berhasil melampaui ambang batas deteksi sensor, sehingga buzzer berbunyi dan notifikasi Telegram dikirimkan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor MQ-2 efektif dalam mendeteksi keberadaan asap sebagai indikator kebakaran.

Pengujian kolaborasi sensor bertujuan untuk menguji kinerja sistem secara keseluruhan dengan melibatkan kedua sensor (DHT11 dan MQ-2) serta variasi jarak antara sumber pemicu dan sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin dekat jarak antara sumber api/asap dengan sensor, semakin tinggi nilai suhu dan PPM yang terdeteksi. Pada jarak 5 cm, semua sumber api dan asap berhasil memicu sistem untuk memberikan peringatan (buzzer dan notifikasi Telegram). Namun, pada jarak 10 cm dan 15 cm dengan sumber asap rokok, sistem tidak memberikan peringatan karena nilai PPM asap yang terdeteksi berada di bawah ambang batas. Hal ini menunjukkan bahwa jarak dan konsentrasi asap mempengaruhi kemampuan sistem dalam mendeteksi kebakaran.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem deteksi kebakaran berbasis IoT ini berfungsi dengan baik dalam mendeteksi indikasi kebakaran berdasarkan parameter suhu dan asap.

4. KESIMPULAN

Sebuah alat pendeteksi kebakaran yang dikembangkan oleh penelitian ini dimaksudkan untuk membantu pemilik gudang mendapatkan informasi kondisi gudang saat ada kebakaran secara real-time dan menerima informasi melalui aplikasi Telegram saat terjadi kebakaran di gudang. Diharapkan dengan adanya alat ini, PT. Maju Jaya Windraya Ambarawa dapat mengurangi kerugian materil dan non-materil. Sistem ini menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengiriman notifikasi secara cepat dan efektif, sehingga pemilik gudang dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan.

5. SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu menambahkan sensor api (flame sensor) atau menggunakan sensor suhu dan kelembaban dengan tingkat akurasi lebih tinggi seperti DHT22 guna meningkatkan kepekaan dan ketepatan dalam mendeteksi kebakaran. Menggabungkan sistem deteksi dengan aktuator, seperti relay yang mengoperasikan pompa air atau perangkat pemadam otomatis, agar dapat memberikan respons cepat saat kebakaran teridentifikasi. Mengembangkan aplikasi mobile dan web yang mudah digunakan untuk memantau data sensor serta kondisi sistem secara real-time, sekaligus mengelola notifikasi dan langkah-langkah darurat dengan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Amirul Akbar P, Suwadi Nanra2, Jumadri JN, "Perancangan Sistem Alarm Kebakaran Berbasis IoT Untuk Mendeteksi Kebakaran Secara Real-Time," *Zona Elektro: Jurnal Ilmiah*, Volume 14, Number 3, 2024 pp. 001-046 P-ISSN 2087-7323, E-ISSN 2716-3598.
- [2] Haris Isyanto, Deni Almada, Helmy Fahmiansyah, "Perancangan IoT Deteksi Dini Kebakaran dengan Notifikasi Panggilan Telepon dan Share Location," *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, Vol. 18, No. 1, Pp. 105 - 120, P-ISSN 1412-0372, E-ISSN 2541-089X Agustus 2020.
- [3] Maulana Rahman, "Sistem Pencegah Kebakaran Dengan Menggunakan Modul Berbasis Arduino", *FIKI: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, Volume IX, No. 2, Agustus 2019.

- [4] Wahidin, Anggi Elanda, Stephen Setifin Lie3, “Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IoT dan Telegram Menggunakan Nodemcu Pada Kantor Notaris Leodi Chanda Hidayat, S.H., M.Kn M,” *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, P-ISSN : 1907-8420, E-ISSN : 2621-1106.
- [5] Deni Mulyana, Erfian Junianto, “Perancangan Sistem Deteksi Kebakaran Di Gudang PT.Arksys Menggunakan Aplikasi Blynk,” *E-Prosiding Teknik Informatika*, Vol. 5, No. 1, Juni 2024, ISSN: 2807-3940137.
- [6] Tri Ardiyanto, Candra Supriadi, Priyadi, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Kebakaran Ruang Server Berbasis Iot,” *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi (Juisi)*, VOL 3, No.3 November 2024.
- [7] Ardian, Cut faradila,Fandli Saputra, “Sistem Informasi Akuntansi Penjualan Pada Cv. Mitra Mobil Aceh Besar,” *Jurnal Ilmiah Akuntansi*, Vol 8, No 2 September 2021.
- [8] Uyock Anggoro Saputro, Agus Tuslam, “Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Dengan Pesan Peringatan Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dan Platform ThingSpeak,” *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan*, Vol. 7 No. 1. Juni 2022, P-ISSN: 2527-9858 E-ISSN: 2548-1180 24.
- [9] Ayu Syahfitri, “Internet of Things (IoT), Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya,” *Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, Volume. 3, Nomor. 1, Tahun 2025 e-ISSN : 3031-996X; dan p-ISSN 3031-9951; Hal. 113-120.
- [10] Muhammad Nizam, Haris Yuana, Zunita Wulansari, “ MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 6 No. 2, September 2022 767.
- [11] Agung Dwi Fathur Rohman, Josep Dedy Irawan, Deddy Rudhistiar, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Kamar Kosong Pada Hotel Dampak Covid-19 Berbasis Iot,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 5 No. 2, September 2021 653.
- [12] Nur Afiyat, Muhammad Lahan Afif, “Perbandingan Kinerja Sensor MQ-2 dan MQ-6 pada Sistem Deteksi Kebocoran LPG dengan Notifikasi melalui Telegram,” *Jurnal Resistor*, ISSN 2598-7542, E-ISSN 2598-9650, Vol. 7 No 2 – April 2024
- [13] Fifit Fitriansyah, Aryadillah, “Penggunaan Telegram Sebagai Media Komunikasi Dalam Pembelajaran Online,” <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/cakrawala>, Volume 20 No. 2 September 2020 P-ISSN 1411-8629, E-ISSN: 2579-3314.
- [14] Anelda Ultavia B, Putri Jannati, Fildza Malahati, Qathrunnada, Shaleh, “KUALITATIF : MEMAHAMI KARAKTERISTIK PENELITIAN SEBAGAI METODOLOGI,” *Jurnal Pendidikan Dasar*, 11 (2), Desember 2023, p- I S S N : 2252-8156, e-ISSN: 2579-3993.