

Sistem Deteksi Gas Berbasis Arduino dengan Alarm dan Kipas Otomatis pada Miniatur Rumah Adat Betawi

Fadhil Ega Apriansyah^{1*}, Yogi Eka Saputra², Dian Permata Sari³, Jaqueline Martins De Jesus Amaral⁴, Rudi Susanto⁵

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{1*}240103189@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

²240103205@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

³240103247@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁴240103245@mhs.udb.ac.id

⁵Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁵rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Kebocoran gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) merupakan ancaman serius yang dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan, terutama pada bangunan tradisional seperti rumah adat Betawi yang berbahan dasar kayu dan sangat mudah terbakar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebocoran gas berbasis Arduino yang dilengkapi dengan alarm, kipas otomatis, dan notifikasi real-time melalui aplikasi Blynk. Sistem ini mengintegrasikan sensor MQ-2, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, modul ESP8266 sebagai penghubung Wi-Fi, serta kipas otomatis untuk pembuangan gas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kebocoran gas secara cepat dan efektif, dengan respon notifikasi rata-rata 1 detik melalui Blynk, serta aktivasi otomatis LED, buzzer, dan kipas saat ambang batas gas terlampaui. Kesimpulannya, sistem ini memberikan solusi praktis yang dapat meningkatkan keselamatan bangunan rentan kebakaran dan layak untuk diterapkan dalam skala nyata, khususnya pada rumah-rumah berbahan kayu yang berisiko tinggi.

Kata kunci—Esp8266, Kebocoran Gas, MQ-2, Rumah Adat Betawi, Sensor.

Abstract— LPG (Liquefied Petroleum Gas) leakage is a critical safety concern, particularly in traditional wooden houses such as Betawi traditional homes, which are highly flammable and vulnerable to fire. This research aims to design and implement a gas leakage detection system based on Arduino, equipped with an automatic fan, alarm, and real-time notification through the Blynk IoT application. The system integrates an MQ-2 gas sensor, Arduino Uno as the microcontroller, ESP8266 as the Wi-Fi module, and a fan for automatic ventilation. The testing results demonstrate that the system can accurately detect gas leaks and respond within an average delay of 1 second via Blynk, while activating LED indicators, a buzzer, and the fan when the gas concentration exceeds the threshold. In conclusion, this system offers a practical and responsive solution for enhancing residential safety, especially in wooden structures with high fire risk, and is suitable for real-world application. **Keywords**—Betawi Traditional House, Esp8266, Gas Leak, MQ-2, Sensor.

I. PENDAHULUAN

Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) sebagai bahan bakar rumah tangga telah menjadi kebutuhan utama masyarakat modern. Meskipun efisien dan mudah diakses, LPG memiliki karakteristik yang sangat mudah terbakar sehingga menimbulkan potensi bahaya besar ketika terjadi kebocoran. Kejadian kebocoran gas dapat memicu insiden

kebakaran hingga ledakan, terutama jika tidak terdeteksi sejak dini [1].

Kondisi ini menjadi lebih berisiko pada bangunan yang didominasi oleh material yang berbasis kayu, seperti rumah adat betawi. Rumah adat tersebut memiliki nilai budaya yang tinggi, namun sekaligus menyimpan kerentanan terhadap potensi kebakaran akibat struktur dan bahan yang

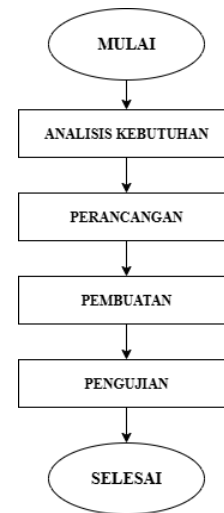
digunakan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem pencegahan dan deteksi dini kebocoran gas untuk meningkatkan keselamatan penghuni sekaligus menjaga kelestarian bangunan tradisional [2]. Berbagai penelitian telah dikembangkan dalam upaya mendeteksi kebocoran gas secara otomatis. Sistem yang umum digunakan berbasis pada mikrokontroler seperti Arduino, sensor gas MQ-2, serta sistem peringatan berupa buzzer atau notifikasi digital. Salah satu pendekatan terkini memanfaatkan integrasi Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengguna menerima peringatan secara real-time melalui smartphone, dengan kecepatan rata-rata di bawah dua detik [3], [4]. Fachrureza dkk. mengembangkan sistem menggunakan sensor MQ-6 dan jaringan 4G LTE untuk notifikasi langsung, sementara Hasan dkk. merancang prototipe Arduino Uno dengan fitur alarm otomatis yang sederhana namun fungsional [5], [6].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebocoran gas berbasis Arduino dengan tambahan kipas otomatis sebagai solusi ventilasi cepat, serta integrasi modul ESP8266 untuk pengiriman notifikasi melalui aplikasi Blynk. Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya memberikan peringatan dini melalui LED dan buzzer, namun juga secara aktif membantu mengeluarkan gas dari ruangan dan memberikan sebuah peringatan jarak jauh kepada pengguna. Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan standar keselamatan pada bangunan tradisional dan memberikan solusi praktis yang dapat diadopsi oleh masyarakat luas.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian dilakukan melalui beberapa langkah yang dimulai dari analisis kebutuhan, dilanjutkan dengan perancangan sistem, kemudian pembuatan alat, dan diakhiri dengan tahap pengujian. Setiap langkah disusun secara sistematis agar proses berjalan terarah dan hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan. Rangkaian tahapan tersebut kemudian disajikan

secara visual pada Gambar 1 sebagai alur pelaksanaan penelitian.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

A. Analisis Kebutuhan

Dalam analisis kebutuhan berisi komponen apa saja diperlukan untuk membangun sistem pendeteksi gas pada miniatur rumah betawi serta fungsi dari setiap komponen. Pada gambar 2, merupakan gambar seluruh komponen yang digunakan baik input, output dan mikrokontroler.



Gambar 2. Komponen

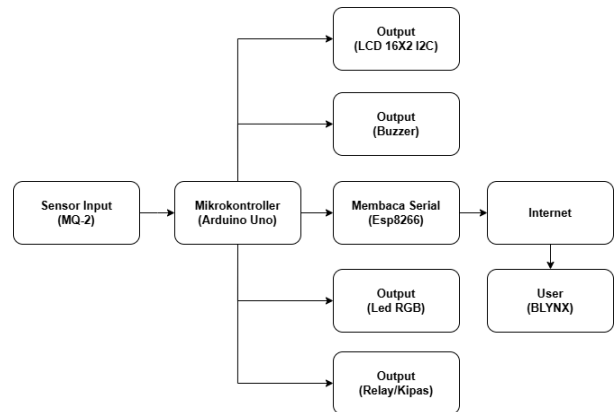
1. Arduino Uno, berfungsi sebagai otak utama sistem, membaca data dari sensor MQ-2, memproses dan mengontrol komponen output.
2. Sensor MQ-2, berfungsi untuk mendeteksi gas seperti LPG, asap, butana, propana dan metana.
3. Kabel Jumper, berfungsi untuk menghubungkan semua komponen tanpa menyolder.

4. LCD 16X2 I2C, berfungsi untuk menampilkan status gas, dan sinyal gas secara realtime.
5. Buzzer, berfungsi untuk mengeluarkan bunyi sebagai alarm atau peringatan jika gas terdeteksi.
6. Resistor, berfungsi untuk membatasi arus listrik yang mengalir pada led.
7. LED RGB, berfungsi untuk memberi indikator visual
8. Relay, berfungsi untuk mengendalikan kipas atau saklar untuk kipas.
9. ESP8266, berfungsi untuk membaca data serial arduino uno yang diterima dari sensor, dan data itu diteruskan ke aplikasi blynk dengan koneksi internet.
10. Breadboard Mini, berfungsi tempat menyusun rangkaian atau kabel.
11. Adaptor 12V, berfungsi sumber daya untuk kipas 12v.
12. Kipas 12V, berfungsi untuk mengalirkan udara keluar jika terdeteksi gas untuk mengurangi konsentrasi gas.

B. Perancangan

a. Diagram Blok

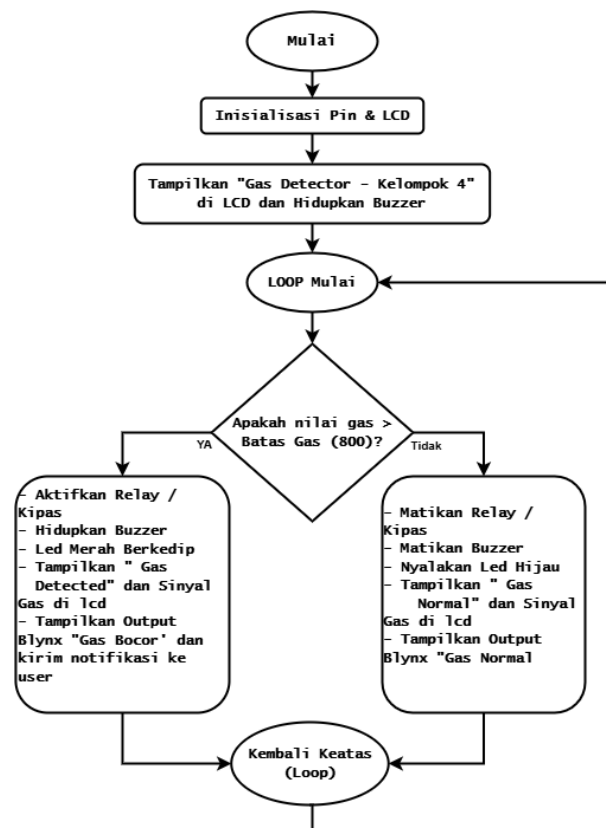
Diagram blok digunakan untuk mempermudah dalam pembuatan sistem pendeteksi kebocoran gas ini, dimana diagram blok adalah gambaran singkat perancangan alat pada sistem ini. Dengan diagram blok mempermudah dalam perancangan alat, karena diagram blok merupakan skema rangkaian awal dan instalasi komponen dan sensor untuk membangun sistem[7]. Pada gambar 3, diagram blok terdapat komponen input, mikrokontroler dan juga komponen output.



Gambar 3. Diagram Blok

b. Flowchart

Flowchart merupakan bagan alir atau alur kerja sebuah sistem, dimana flowchart tersebut menjelaskan sistem kerja secara detail dari sistem tersebut dibangun[9]. Dalam perancangan sistem ini, flowchart dapat dilihat pada gambar 4.



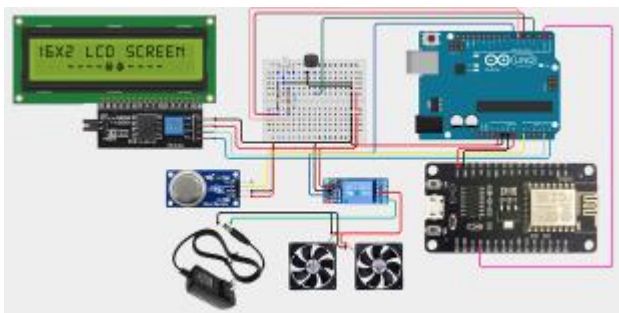
Gambar 3. Flowchart

Pada gambar 4, flowchart dimulai dengan menginisialisasi semua pin komponen dan lcd, kemudian mengaktifkan lcd dan buzzer sebagai tanda bahwa perangkat siap digunakan.

Selanjutnya sensor membaca nilai gas, jika gas melebihi batas yang diatur maka led akan berkedip warna merah, relay akan aktif, buzzer akan aktif, lcd akan menampilkan “GAS DETECTED”, dan esp8266 akan mengirimkan status ke aplikasi blynk.

c. Perancangan Desain Perkabelan

Dalam perancangan desain perkabelan menunjukkan instalasi antar komponen input, output, dan mikrokontroler yang digunakan untuk membangun sistem ini[8]. Desain perkabelan merupakan hubungan antara komponen yang terkoneksi melalui kabel. Gambar perancangan desain perkabelan ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Perkabelan

Tabel 1 merupakan penjelasan desain perkabelan dari rangkaian pada gambar 5.

Tabel 1. Tabel Pengkabelan

No	Komponen	Arduino Uno
1	MQ-2	VCC → 5V GND → GND Analog → A0
2	LCD 16x2 I2C	VCC → 5V GND → GND SDA → A4 SCL → A5
3	Relay	VCC → 5V GND → GND IN → 7
4	Led RGB	RED → 5 GREEN → 6 GND → GND
5	Buzzer	VCC → 3 GND → GND

6	Esp8266	VIN → 5V GND → GND TX → RX
---	---------	----------------------------------

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan

a. Pembuatan Miniatur Rumah Adat Betawi

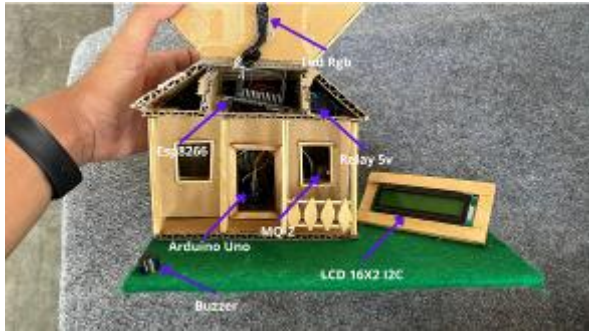
Pada tahap ini, kami membuat miniatur rumah adat betawi dengan bahan yang didominasi oleh kardus tebal. Pembuatan dilakukan dengan memotong bagian – bagian rumah adat betawi seperti genteng, jendela dan yang lain. Pembuatan dilanjutkan dengan menempelkan semua komponen menjadi satu menggunakan lem. Selanjutnya tahapan akhirnya membuat pagar dan memberikan list pada sambungan kardus agar terlihat rapi. Hasil dari pembuatan rumah adat betawi dapat dilihat pada gambar 6.



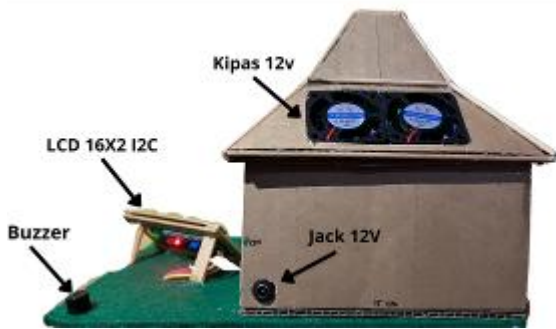
Gambar 6. Hasil Pembuatan Miniatur Rumah Adat Betawi

b. Perakitan Komponen

Dalam tahap ini, merupakan tahapan semua komponen yang sudah didesain perkabelan pada gambar 5. Semua komponen tersebut akan dirakit di miniatur rumah adat betawi yang bisa dilihat pada gambar 7,8.



Gambar 7. Tampak Depan Miniatur Rumah Adat Betawi



Gambar 8. Tampak Belakang Miniatur Rumah Adat Betawi

Pada gambar 7,8 , komponen dirakit dengan memaksimalkan tempat yang ada, untuk komponen seperti arduino uno, breadboard, mq-2 diletakkan pada dalam miniatur rumah adat betawi, untuk komponen seperti kipas, relay, led, esp8266 diletakkan pada atap rumah, terakhir komponen seperti lcd 16x2 dan buzzer diletakkan pada luar rumah atau halaman dari miniatur rumah adat betawi. Semua komponen tersebut diletakkan dengan memikirkan nilai estetika jadi miniatur rumah adat betawi terlihat sangat rapi dan mempertahankan unsur kebudayaan betawi.

B. Pengujian

Setelah proses perakitan seluruh komponen selesai, langkah selanjutnya sebelum melakukan pengujian adalah mengunggah program ke dalam Arduino Uno dan ESP8266. Program ini memiliki peran krusial karena berfungsi sebagai kumpulan instruksi atau perintah yang akan dijalankan oleh setiap komponen dalam rangkaian. Instruksi-instruksi tersebut ditulis menggunakan bahasa pemrograman C [10]. Nilai ambang batas kebocoran gas (threshold) ditetapkan sebesar 600 ppm [11]. Seluruh kode

program dikembangkan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Gambar 9 menampilkan kode program untuk Arduino Uno, sedangkan Gambar 10 menunjukkan kode untuk ESP8266.

```

Deteksi_gas_Finall_uno
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266WIFI.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>

// Gas sensor
#define GAS_SENSOR_PIN A0
// Relay
#define RELAY_PIN 5
// Buzzer
#define BUZZER_PIN 8
// LED
#define LED_PIN 13

// LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// WiFi
const char ssid[] = "Samsung a31";
const char pass[] = "12345678910";

// Threshold
const int threshold = 600;

void setup() {
  pinMode(GAS_SENSOR_PIN, INPUT);
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("WiFi connected");
}

void loop() {
  int gasValue = analogRead(GAS_SENSOR_PIN);
  Serial.println(gasValue);

  if (gasValue > threshold) {
    // Gas terdeteksi
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Nyalakan kipas
    digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
    delay(100);
  } else {
    // Tidak ada gas
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  }

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("GAS DETECTED! ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Sinyal :");
  lcd.print(gasValue);
  lcd.print(" "); // Hapus sisa karakter

  delay(100);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  delay(100);
} else {
  // Tidak ada gas
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  digitalWrite(LED_PIN, LOW);
}

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Gas Normal ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Sinyal :");
  lcd.print(gasValue);
}
    
```

Gambar 9. Code Program Arduino Uno

```

esp_uno §
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6KRHV14u"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "gas kelompok 4"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "Isi Dengan Token"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char ssid[] = "Samsung a31";
char pass[] = "12345678910";

int gasValue = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
}

void loop() {
  Blynk.run();

  if (Serial.available()) {
    String data = Serial.readStringUntil('\n');
    gasValue = data.toInt();

    Serial.print("Gas Value: ");
    Serial.println(gasValue);

    if (gasValue > 600) {
      // Mengirim pesan gas bocor ke Virtual Pin V1
      Blynk.virtualWrite(V1, "Gas Bocor!");
      // Mengirim notifikasi ke aplikasi
      Blynk.logEvent("gas_alert", "Kebocoran Gas Terdeteksi!");
    } else {
      // Mengirim pesan gas aman ke Virtual Pin V1
      Blynk.virtualWrite(V1, "Gas Aman");
    }
  }
}
    
```

Gambar 10. Code Program ESP8266

Setelah proses upload kode program langkah selanjutnya adalah pengujian. Pengujian

alat pendeteksi gas sangatlah penting, karena melalui tahap ini sistem bisa dinyatakan berhasil apa tidak [11]. Dalam pengujian metode ini dilakukan dengan menguji sensitivitas dari sensor mq-2 dalam mendeteksi gas, pengujian ini menggunakan korek gas sebagai simulasi.



Gambar 11. Pengujian Sistem Menggunakan Korek Gas

Pada gambar 11, menunjukkan bahwa pengujian dilakukan dengan mengeluarkan gas pada korek gas dan diarahkan pada sensor yang terdapat pada balik jendela miniatur rumah adat betawi. Sebelum dilakukan pengetesan alangkah lebih baik sensor dihidupkan sekitar 1-2 menit untuk memanaskan komponen yang ada didalam sensor. Pada gambar 12 menunjukkan bahwa lcd berhasil menampilkan status gas dan sinyal gas secara realtime serta led dan buzzer yang berhasil menyala sesuai kondisi gas.



Gambar 12. Kondisi Ketika Terdeteksi Gas

C. Hasil Pengujian Perangkat

Pengujian dilakukan dengan cara mengeluarkan gas di korek gas yang diarahkan ke sensor MQ-2. Pengujian ini juga untuk mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik. Batas max kebocoran gas dalam satuan ppm

adalah 600[10]. Pengujian ini juga menguji komponen output seperti lcd, led, buzzer dan relay/kipas. Data pengujian kami lampirkan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian

Kadar Gas (ppm)	Led Merah	Led Hijau	Buzzer	Relay/ Kipas	Output LCD
60	Mati	Nyala	Mati	Mati	Gas Normal
105	Mati	Nyala	Mati	Mati	Gas Normal
245	Mati	Nyala	Mati	Mati	Gas Normal
370	Mati	Nyala	Mati	Mati	Gas Normal
420	Mati	Nyala	Mati	Mati	Gas Normal
550	Mati	Nyala	Mati	Mati	Gas Normal
605	Kedip	Mati	Nyala	Nyala	GAS DETECTED
670	Kedip	Mati	Nyala	Nyala	GAS DETECTED
720	Kedip	Mati	Nyala	Nyala	GAS DETECTED
800	Kedip	Mati	Nyala	Nyala	GAS DETECTED

Terlihat dari tabel 2 ketika sensor membaca kadar gas diatas 600 ppm maka led merah akan berkedip, buzzer akan menyala, relay akan menyala dan lcd menampilkan output "Gas DETECTED". Hasil tersebut menunjukkan hasil sistem pendeteksi gas berhasil berjalan sempurna sesuai yang diharapkan.

D. Hasil Pengujian Esp8266

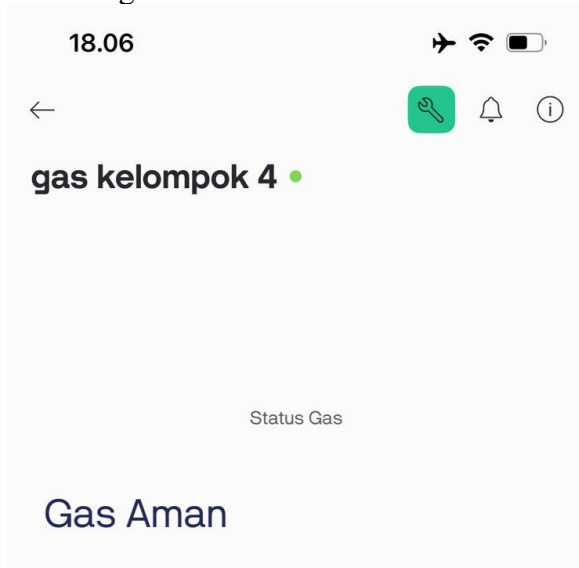
Esp8266 di sistem ini digunakan sebagai media untuk menyambungkan ke user atau ke aplikasi blynx. Cara kerjanya adalah esp8266 membaca serial data arduino uno yang didapat dari sensor MQ-2, data serial itu digunakan untuk mengirim ke user atau aplikasi blynx. Pengujian ini dilakukan dengan pengambilan data waktu yang terkirim dari arduino uno dan waktu yang diterima oleh aplikasi blynx. Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian waktu.

Tabel 3. Pengujian Waktu Blynx

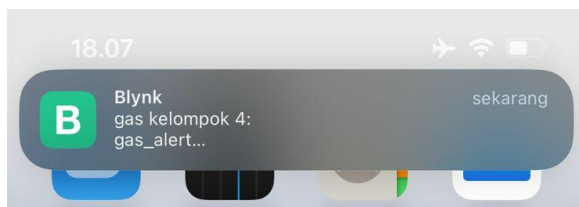
Pengujian Ke-	Waktu Pengiriman	Waktu Penerimaan
1	13:13:02	13:13:05
2	13:14:20	13:14:23
3	13:14:50	13:14:59
4	15:16:56	15:17:00
5	16:17:20	16:17:25

Berdasarkan data yang didapat dari tabel 3 menunjukkan data yang terkirim ke user atau aplikasi bylnk sangat realtime, jarak waktu pengiriman dan diterima tidak ada 1 detik

sehingga memungkinkan kebocoran gas langsung bisa ditangani dengan cepat. Gambar 13 merupakan tampilan atau interface dari aplikasi blynk, dan gambar 14 merupakan tampilan notifikasi yang diterima oleh user jika terjadi kebocoran gas.



Gambar 13. Interface Aplikasi Blynx



Gambar 14. Tampilan Notifikasi Aplikasi Blynx

E. Hasil Pengujian Kipas

Pengujian kipas dilakukan untuk menguji apakah kipas berfungsi sesuai yang diharapkan yaitu membunga udara keluar yang mengandung gas, agar konsentrasi gas pada ruangan yang terjadi kebocoran gas berkurang. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur waktu dari kebocoran gas dengan kadar gas tertentu ke gas normal dengan kadar gas dibawah 600 ppm. Pengujian dilakukan dengan kondisi kipas nyala dan kipas mati. Tabel 4 merupakan hasil pengujian kipas

Tabel 4. Hasil Pengujian Kipas

Percobaan Ke-	Kadar Gas (ppm)	Status Kipas	Waktu (detik)
1	700	Mati	11.01
2	700	Nyala	01.94
3	750	Mati	13.12
4	750	Nyala	02.12
5	800	Mati	27.89
6	800	Nyala	04.04

Pada tabel 4, menunjukkan data pengujian kipas yang dapat disimpulkan kipas berfungsi sesuai yang diharapkan yaitu membuat konsentrasi gas pada ruangan yang terjadi kebocoran gas berkurang. Keberhasilan kipas ini ditunjukkan dengan hasil pengujian penggunaan kipas yang terbukti mampu mempercepat penurunan kadar gas. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan waktu pada percobaan dengan kadar gas yang sama, di mana saat kipas menyala, waktu penurunan gas tercatat lebih singkat dibandingkan saat kipas dalam kondisi mati. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kipas berperan efektif dalam mempercepat pengurangan konsentrasi gas di miniatur rumah adat betawi.

IV. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebocoran gas berbasis arduino yang dilengkapi dengan alarm, kipas otomatis, dan notifikasi real-time melalui aplikasi Blynk pada miniatur rumah adat Betawi. Sistem ini mampu merespon kebocoran gas secara cepat dengan indikator visual, audio, serta mekanisme ventilasi otomatis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi dengan jeda rata-rata dibawah 1 detik dan secara efektif mengurangi kadar gas berbahaya di ruangan. Diharapkan, sistem ini dapat menjadi solusi aplikatif yang dapat diadopsi dalam skala nyata untuk meningkatkan keselamatan hunian, terutama pada bangunan yang dominan berbahan dasar kayu yang sangat rentan terbakar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan jurnal ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Duta Bangsa Surakarta atas dukungan fasilitas dan sarana yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- [1] M. S. Murty, P. Narayan, dan R. Kumar, "Smart Gas Leakage Detector Using IoT Sensors," *Int. J. Intell. Syst. Appl. Eng.*, vol. 12, no. 4, hlm. 2613–2620, Okt. 2024.
- [2] I. M. S. Wibawa, "Design and Manufacture of LPG Gas Leak Detection Based on Arduino Uno Using MQ-2 Sensor," *Asian J. Res. Rev. Phys.*, vol. 8, no. 1, hlm. 27–32, Jan. 2024.
- [3] T. K. Hadi, "Analisis Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Sensor MQ-2 dan Arduino Uno," *J. Minfo Polgan*, vol. 11, no. 2, hlm. 105–108, Nov. 2022. [Online]. Tersedia :<https://ejournal.poltekharber.ac.id/index.php/smartcomp/article/view/4976>
- [4] V. Shrivastava dan A. Kumar, "Smart Gas Leakage Detector Using Arduino Gas Sensor," *Adv. J. Sci. Technol. Eng.*, vol. 4, no. 1, hlm. 112–118, 2024.
- [5] F. Achmad, Y. Saragih, dan H. Rahmat, "Pemanfaatan Sensor MQ-6 pada Sistem Pendeteksi Gas LPG Berbasis 4G LTE," *J. Tek. Elektro Terapan*, vol. 10, no. 1, hlm. 45–50, 2021. [Online]. Tersedia :<https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/noe/article/view/17595>
- [6] Y. A. Hasan dkk., "Sistem Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Metode Prototype," *J. Inf. dan Tek. Elektro Terapan*, vol. 10, no. 3, 2022. [Online]. Tersedia:<https://repository.wicida.ac.id/5490/1/2043132-S1-JURNAL.pdf>
- [7] M. B. H. L. G. Leak and P. Equipment, *Alat Proteksi Kebocoran Gas LPG Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler*.
- [8] H. Husny, F. Kurniawan, and L. Lasmadi, "Pengembangan sistem pemantau kebocoran gas elpiji dan peringatan dini bahaya kebakaran berbasis Internet of Things," *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*, vol. 4, no. 1, pp. 61–74, 2022.
- [9] M. F. Putra, A. H. Kridalaksana, dan Z. Arifin, "Rancang bangun alat pendeteksi kebocoran gas LPG dengan sensor MQ-6 berbasis mikrokontroler melalui smartphone android sebagai media informasi," *Jurnal Informatika Mulawarman*, vol. 12, no. 1, pp. 1–6, Feb. 2017.
- [10] I. Daruwati, R. G. Hatika, and D. Mardiansyah, "MQ-2 gas sensor using micro controller Arduino Uno for LPG leakage with short message service as a media information," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 2049, no. 1, p. 012068, Oct. 2021, IOP Publishing.
- [11] D. D. Hutagalung, "Rancang bangun alat pendeteksi kebocoran gas dan api dengan menggunakan sensor MQ2 dan flame detector," *Jurnal Rekayasa Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 43–53, 2018.