



PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI ASAP ROKOK BERBASIS IOT di PONDOK PESANTREN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 dan NODEMCU ESP8266

Ilham Budi Kristiawan

Universitas Sebelas April, Indonesia

Email: 220660121053@student.unsap.ac.id

*Penulis Korespondensi: 220660121053@student.unsap.ac.id

Abstract. *The implementation of smoking prohibition policies in Islamic boarding schools continues to depend largely on manual monitoring methods, which often face challenges related to consistency and supervision range. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based cigarette smoke detection system as an alternative monitoring approach that is more effective, measurable, and sustainable. The system design combines an MQ-2 gas sensor with a NodeMCU ESP8266 microcontroller programmed through the Arduino IDE platform. When smoke levels detected by the sensor exceed the predetermined limit, the system automatically triggers a buzzer and LED as warning indicators while simultaneously sending monitoring data to cloud-based platforms such as Firebase or ThingSpeak for real-time observation through web interfaces. The research outputs include a comprehensive system design consisting of system architecture, electronic circuit schematics, flowcharts, and pseudocode that are systematically arranged to support future prototype development and implementation. Through this design, the proposed system is expected to provide an initial technological solution that can enhance the effectiveness of monitoring and enforcing smoke-free regulations within Islamic boarding school environments.*

Keywords: *Cigarette Smoke Detection; Internet of Things (IoT); MQ-2 Sensor; ESP8266 ; Smoke-Free Area.*

Abstrak. Penerapan kebijakan larangan merokok di lingkungan pesantren masih banyak bergantung pada metode pengawasan manual yang sering menghadapi kendala terkait konsistensi dan jangkauan pengawasan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pendeteksi asap rokok berbasis Internet of Things (IoT) sebagai alternatif pengawasan yang lebih efektif, terukur, dan berkelanjutan. Desain sistem yang diusulkan menggabungkan sensor gas MQ-2 dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang diprogram menggunakan platform Arduino IDE. Ketika kadar asap yang terdeteksi melebihi batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer dan LED sebagai indikator peringatan serta mengirimkan data pemantauan ke platform berbasis cloud seperti Firebase atau ThingSpeak untuk pemantauan secara real-time melalui antarmuka web. Hasil penelitian ini berupa rancangan sistem yang komprehensif meliputi arsitektur sistem, skema rangkaian elektronik, flowchart, dan pseudocode yang disusun secara sistematis guna mendukung pengembangan serta implementasi prototipe di masa mendatang. Melalui rancangan tersebut, sistem yang diusulkan diharapkan dapat menjadi solusi teknologi awal dalam meningkatkan efektivitas pengawasan dan penerapan kawasan bebas asap rokok di lingkungan pesantren.

Kata kunci: *Internet of Things (IoT); Kawasan Bebas Asap Rokok; NodeMCU ESP8266; Pendeteksi Asap Rokok; Sensor MQ-2.*

1. LATAR BELAKANG

Pondok pesantren punya masalah merokok. Itu fakta yang tidak bisa dihindari. Padahal santri di sini mayoritas remaja yang masih tumbuh, dan mereka sebagian besar tinggal di asrama—artinya mereka menghabiskan sebagian besar waktunya di lingkungan terbatas ini. Kalau ada yang merokok, asapnya menerpa semua orang.

Berdasarkan data nasional, prevalensi perokok usia remaja (10–18 tahun) di Indonesia mencapai 9,1% pada tahun 2018 dan terus menunjukkan tren (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2018). Kondisi ini menjadi perhatian serius khususnya di lingkungan pesantren yang mayoritas penghuninya adalah remaja dalam masa pertumbuhan.

Asap rokok tidak main-main. Lebih dari 7.000 senyawa kimia berbahaya ada di dalamnya: karbon monoksida, nikotin, tar, dan zat karsinogen. Penelitian (Tivany Ramadhani dkk., 2023) menunjukkan akibatnya pada remaja sangat jelas—paru-paru tidak berkembang optimal, daya pikir menurun, risiko penyakit kronis naik. Yang kita hadapi adalah remaja yang sangat rentan. Saat ini, pengurus pesantren harus patroli manual untuk mengawasi kawasan bebas rokok. Sistem ini tidak reliabel. Malam hari susah diawasi. Area terpencil tidak terjangkau. Apa yang dibutuhkan adalah sistem otomatis yang bisa mendeteksi asap rokok dan langsung memberi tahu pengurus.

Internet of Things (IoT) bisa menyelesaikan ini. Idennya sederhana: pasang sensor gas di area-area strategis, sambungkan ke mikrokontroler yang terhubung internet. Hasilnya, monitoring jarak jauh yang real-time. Sensor MQ-2 adalah pilihan standar untuk mendeteksi asap rokok karena dia sensitif terhadap LPG, asap rokok, dan karbon monoksida. (Fadli & Syahputra, 2024) menguji ini di laboratorium dan hasilnya cukup akurat. NodeMCU ESP8266 dipilih sebagai otaknya karena Wi-Fi sudah tertanam tidak perlu shield tambahan, biaya lebih murah, rangkaian lebih sederhana.

Tentang penelitian sebelumnya: (Harahap dkk., 2022) membuat sistem serupa dengan ESP32, alarm menyala kalau asap terdeteksi. (“Sistem Monitoring Alat Pendeteksi Asap Rokok Pada Ruang Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Mq-135 Dan Telegram,” 2021) menggunakan Telegram untuk notifikasi—langsung masuk ke smartphone. (Faoziah dkk., 2024) sudah menerapkan alat semacam ini di ruang guru madrasah. Jadi konsepnya bukan baru. Yang baru adalah fokus khusus pada pesantren. (Fahmi Nurul, 2023) meneliti ini tapi tidak sebatas pesantren. (Utami dkk., 2022) buat prototype dengan sensor suhu dan kelembaban, tapi tidak ada notifikasi cloud. Itu celahnya.

Penelitian ini akan merancang sistem yang spesifik untuk pesantren. Sistemnya pakai NodeMCU ESP8266, sensor MQ-2, buzzer, dan LED. Hasilnya ditampilkan di dashboard web berbasis Firebase atau ThingSpeak. Kami akan sediakan blok diagram, flowchart, skema rangkaian, dan pseudocode lengkap sehingga pesantren mana pun bisa mengembangkannya lebih lanjut.

2. KAJIAN TEORITIS

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan perangkat fisik melalui internet sehingga mereka bisa saling berkomunikasi. Setiap perangkat dalam IoT dilengkapi sensor, aktuator, dan konektivitas internet. Mereka mengumpulkan, mengirim, dan menerima data secara otomatis tanpa memerlukan campur tangan manusia. (Ramadhan & Chandra, 2022) menunjukkan sistem pemantauan berbasis IoT dengan NodeMCU mengirimkan data sensor secara real-time ke server cloud, sehingga dapat diakses kapan saja dari perangkat yang terhubung internet.

IoT didefinisikan sebagai jaringan objek fisik yang saling terhubung melalui internet, di mana setiap perangkat dilengkapi sensor, aktuator, dan kemampuan komunikasi untuk bertukar data secara mandiri tanpa intervensi manusia (Al-Fuqaha dkk., 2015). Dalam konteks sistem pendeteksi asap rokok, konsep ini memungkinkan sensor, mikrokontroler, dan platform cloud bekerja secara terintegrasi dalam satu ekosistem yang terhubung.

Arsitektur IoT terdiri dari tiga lapisan. Lapisan persepsi mencakup sensor dan aktuator yang mengindera lingkungan fisik. Lapisan jaringan mengirimkan data melalui protokol seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau MQTT. Lapisan aplikasi menyajikan data dalam bentuk dashboard, notifikasi, atau sistem kendali. Dalam sistem pendeteksi asap rokok, ketiga lapisan ini bekerja bersama. Sensor MQ-2 ada di lapisan persepsi. NodeMCU ESP8266 bertindak sebagai gateway di lapisan jaringan. Platform Firebase atau ThingSpeak berfungsi di lapisan aplikasi untuk penyimpanan dan visualisasi data.

Sensor Gas MQ-2

Sensor MQ-2 mendeteksi gas mudah terbakar dan asap. Di dalamnya ada lapisan SnO₂ (Tin Dioxide) yang awalnya tidak konduktif, tapi langsung berubah saat ketemu gas seperti LPG, propana, metana, atau asap rokok. Saat konduktivitas berubah, ia mengirim sinyal tegangan ke mikrokontroler—sinyal itu diterjemahkan menjadi konsentrasi gas dalam satuan PPM (Parts Per Million).

Menurut (Fadli & Syahputra, 2024), sensor ini bisa mendeteksi dari 300 hingga 10.000 PPM dengan respons cepat. Cukup bagus untuk monitoring. Sensor ini butuh 5V DC untuk hidup dan punya dua output. Output analog (A0) memberikan tegangan yang berubah sesuai konsentrasi gas—semakin banyak gas, semakin tinggi tegangan. Output digital (D0) lebih simpel: hanya HIGH atau LOW tergantung apakah konsentrasi gas sudah melampaui batas yang kita atur di potensiometer.

(Harahap dkk., 2022) dalam praktiknya set batas deteksi pada 1500 PPM. Kalau gas naik di atas itu, alarm menyala. Sederhana saja caranya.

NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroler dari Espressif Systems. Yang membuatnya menarik adalah Wi-Fi sudah built-in tidak perlu modul tambahan. Speknnya: prosesor Tensilica L106 80 MHz, 4MB Flash, 80KB RAM, dan satu pin ADC 10-bit yang bisa baca sinyal analog dari sensor MQ-2.

Programnya pakai Arduino IDE, tinggal tambah library ESP8266. Karena mudah begini, banyak orang memilih NodeMCU untuk proyek IoT terutama yang baru atau akademis. (Faoziah dkk., 2024) pakai NodeMCU untuk sistem deteksi asap rokok di madrasah. Berhasil memproses data sensor dan kirim ke cloud tanpa masalah. Daya yang dipakai cuma 170mA saat transmisi penuh, jadi tahan lama kalau sistem perlu jalan terus-menerus.

Berdasarkan dokumentasi resmi pabrikan, ESP8266EX beroperasi pada tegangan 3,0–3,6V dengan konsumsi daya rata-rata 80mA dan mendukung protokol Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n pada frekuensi 2,4 GHz (Espressif Systems, 2023). Spesifikasi ini menjadikannya pilihan yang efisien secara daya untuk sistem IoT yang membutuhkan koneksi nirkabel dengan sumber daya terbatas.

Platform IoT (Firebase dan ThingSpeak)

Firebase Realtime Database dari Google menyimpan data dalam JSON dan tersinkronisasi real-time antara IoT device dengan aplikasi web atau mobile. Karena pakai REST API, langsung kompatibel dengan NodeMCU ESP8266 yang kirim data via HTTP. Yang bagus dari Firebase adalah data tersinkronisasi cepat (latensi rendah) dan ada fitur login untuk keamanan akses.

ThingSpeak adalah platform IoT open-source dari MathWorks. Banyak orang pakai untuk proyek sensor. Platform ini punya channel yang bisa terima data dari berbagai field sekaligus dan grafik otomatis yang ngebantu ngeliat tren data. (Sadali dkk., 2022) tes platform ini untuk monitoring kualitas udara hasilnya bagus, data sensor langsung masuk ke dashboard web yang gampang dipahami pengguna.

Komponen Output: Buzzer dan LED Indikator

Buzzer aktif 5V mengeluarkan suara saat diberi tegangan. Berbeda dengan buzzer pasif yang butuh sinyal PWM, buzzer aktif tinggal kasih tegangan HIGH mudah dikendalikan dari pin digital mikrokontroler. Di sistem deteksi asap rokok, buzzer berbunyi di lokasi langsung saat asap terdeteksi, jadi orang-orang di sekitarnya bisa langsung tahu dan bereaksi.

LED indikator menampilkan status sistem dengan warna. Di sistem ini ada dua LED: hijau untuk kondisi normal (asap masih aman), merah untuk asap melebihi batas. (Haniza dkk., 2025) tes kombinasi buzzer dan LED sebagai dual alarm hasilnya, orang lebih cepat tanggap saat ada asap berlebih.

Pondok Pesantren dan Kawasan Bebas Rokok

Secara regulasi, penegakan kawasan bebas rokok di Indonesia telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 109 Tahun 2012 tentang Pengamanan Bahan yang Mengandung Zat Adiktif Berupa Produk Tembakau Bagi (Pemerintah Republik Indonesia, 2012). Regulasi ini mewajibkan lembaga pendidikan, termasuk pondok pesantren, untuk menetapkan dan mengawasi kawasan bebas rokok di lingkungan mereka. Namun implementasinya masih sangat bergantung pada pengawasan manual yang tidak konsisten.

Pondok pesantren adalah lembaga pendidikan Islam tradisional di Indonesia. Karena santri tinggal di asrama, pesantren harus jaga kesehatan, keamanan, dan akhlak mereka 24 jam. Hampir semua pesantren punya aturan kawasan bebas rokok. Kalau santri ketahuan merokok, biasanya dapat sanksi berat bisa sampai dikeluarkan.

Penelitian 2024 di Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo menguji sistem deteksi asap rokok berbasis IoT pakai sensor MQ-135 dan ESP32-CAM. Sistemnya bisa deteksi asap, ambil foto pelanggar, dan kirim notifikasi lokasi ke pengurus otomatis. Jadi teknologi IoT memang berguna untuk hal ini. Dengan monitoring otomatis, pengurus tidak perlu patroli manual terus-menerus, dan aturan larangan merokok bisa ditegakkan lebih konsisten.

Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian sebelumnya yang mirip. (Utami dkk., 2022) bikin prototype deteksi asap pakai Arduino Uno, sensor MQ-2, dan bisa monitor suhu kelembaban. Tapi mereka tidak sambungkan ke cloud, jadi hanya lokal. (Sambani dkk., 2021) coba lain: sensor MQ-135 dihubung ke Telegram, so pengurus bisa dapat notifikasi langsung di HP mereka.

(Fahmi Nurul, 2023) pakai dua sensor sekaligus MQ-2 dan MQ-7 via IoT dan ESP32. Dashboard-nya pakai Ubidots. Dia temuin MQ-2 lebih peka dari MQ-7, bisa tangkap asap

mulai dari 85,96 PPM di ruangan tertutup. Fadli dkk. (2024) terus mengembangkan dengan implementasi MQ-2 berbasis IoT dan validasi akurasi sensor mereka.

Jadi pola yang keluar dari semua penelitian ini: MQ-2 plus mikrokontroler Wi-Fi itu kombinasi yang work. Penelitian kami di sini ngambil formula itu dan customize untuk kebutuhan pesantren.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merancang sistem tanpa implementasi fisik. Hasilnya spesifikasi komponen, arsitektur sistem, alur kerja, dan skema rangkaian cukup lengkap untuk jadi panduan bagi pesantren yang mau kembangkan lebih lanjut.

Kenapa tidak jadi prototype nyata? Karena tujuannya bukan produk jadi, tapi blueprint yang solid dan bisa diadaptasi ke konteks pesantren yang berbeda-beda.

Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah studi terapan yang menghasilkan rancangan sistem. Outputnya: blok diagram, flowchart program, skema rangkaian, dan pseudocode. Semua didasarkan pada penelitian sebelumnya yang relevan dan spek teknis komponen yang dipakai.

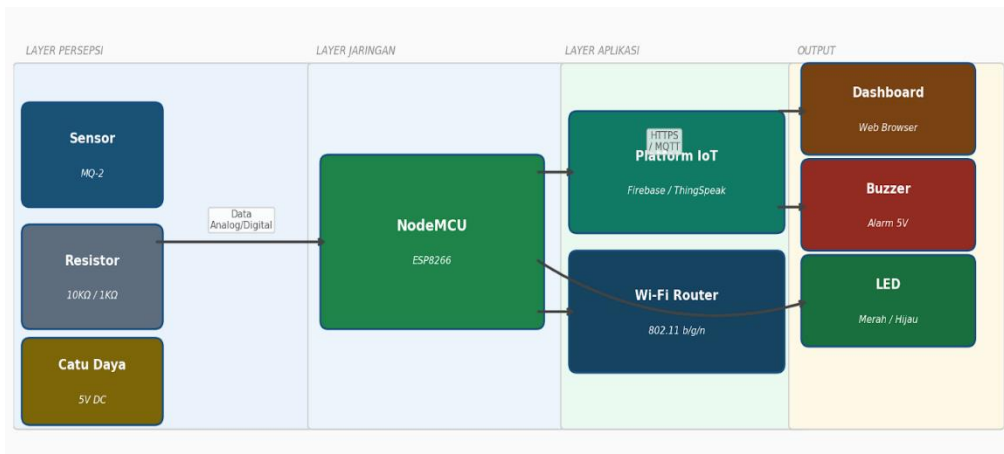
Alat dan Bahan Perancangan

Sistem ini butuh hardware dan software. Di sisi hardware ada sensor MQ-2 yang deteksi asap, sensitif terhadap LPG dan CO. NodeMCU ESP8266 jadi otak sistem prosesor 80 MHz, Wi-Fi built-in, 4MB Flash, satu pin ADC. Untuk prototyping, gunakan breadboard 830 titik dan kabel jumper berbagai tipe. Resistor 10K Ω dan 1K Ω membatasi arus, buzzer aktif 5V untuk alarm, LED merah dan hijau untuk status sistem, dan power supply 5V DC minimal 1A untuk tenaga. Software-nya simpler: Arduino IDE 2.x untuk coding, Firebase atau ThingSpeak untuk data dan notifikasi real-time, plus browser atau aplikasi web untuk lihat dashboard. Semua dikerjakan dari laptop atau PC untuk pemrograman dan desain diagram.

Prosedur Perancangan Sistem

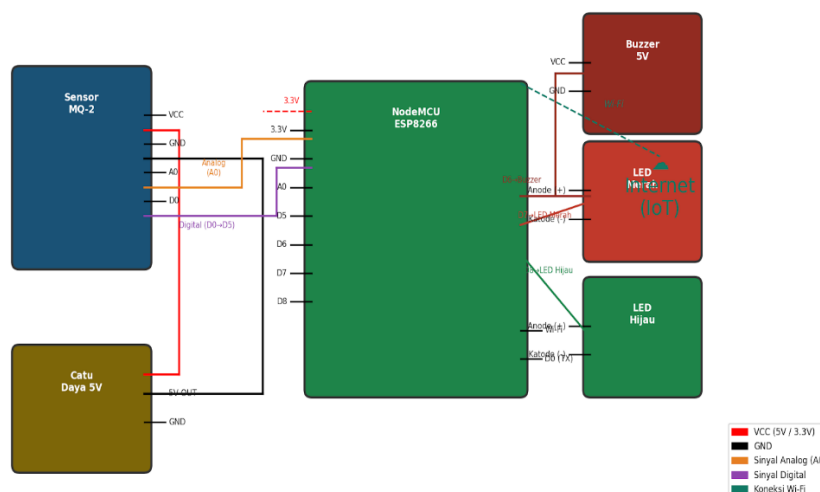
Perancangan sistem ini ada lima tahap. Pertama: identifikasi kebutuhan. Kami baca literatur tentang sistem pendeteksi asap IoT yang sudah ada dan lihat langsung apa masalah di pesantren. Dari situ jelas apa yang sistem butuh deteksi asap otomatis, alarm lokal yang bisa terdengar di area, dan notifikasi real-time ke dashboard web supaya pengurus bisa monitor dari mana saja.

Tahap Kedua buat blok diagram arsitektur sistem. Diagram ini jelasin alur data: sensor MQ-2 tangkap asap, kirim ke NodeMCU ESP8266 yang jadi otak, NodeMCU langsung trigger buzzer dan LED untuk peringatan lokal, sambil kirim data ke platform IoT dan dashboard web untuk monitoring jarak jauh. Desain ini pakai struktur IoT standard tiga lapisan. Lapisan bawah adalah sensor yang deteksi kondisi fisik. Lapisan tengah adalah NodeMCU yang proses data dan kirim ke cloud. Lapisan atas adalah aplikasi web tempat orang lihat dashboard.



Gambar 1. Blok Diagram Arsitektur Sistem Pendeteksi Asap Rokok Berbasis IoT.

Tahap ketiga adalah skema rangkaian elektronik. Ini jelasin kabel mana ke pin mana. Sensor MQ-2 pin A0 → NodeMCU pin A0 (untuk baca asap analog). Sensor pin D0 → NodeMCU pin D5 (untuk baca asap digital). Buzzer → pin D6 lewat resistor 1KΩ. LED merah → pin D7, LED hijau → pin D8, kedua-duanya pakai resistor 220Ω untuk lindungi LED dari arus berlebih. Semua komponen dapat daya 3.3V dari NodeMCU.



Gambar 2. Skema Rangkaian Elektronik Sistem Pendeteksi Asap Rokok.

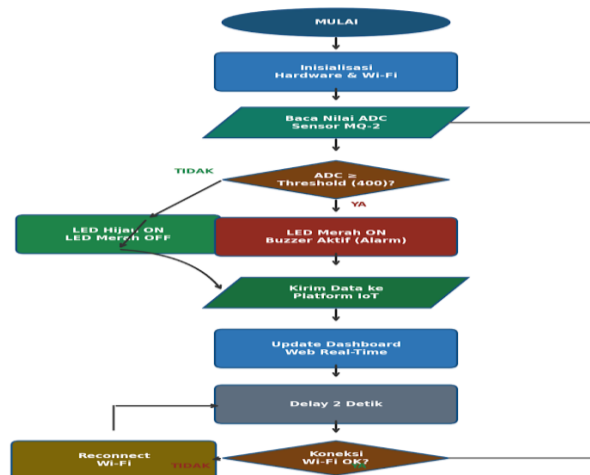
Tahap keempat adalah flowchart dan pseudocode untuk program. Flowchart ini jelasin urutan: sistem hidup, baca sensor MQ-2, cek apakah asap tinggi, jika iya nyalain buzzer dan

LED, kirim data ke cloud, tunggu sebentar, terus ulangi. Pseudocode pakai bahasa mirip Arduino C++ supaya pas langsung diimplementasi tanpa banyak perubahan.

Tahap kelima adalah website dashboard untuk lihat kondisi sistem. Di sini orang bisa lihat data asap real-time dari sensor, grafik asap dari waktu ke waktu, status sistem (aman atau bahaya), dan list kapan asap terdeteksi. Dashboard ambil data dari Firebase atau ThingSpeak dan bisa dibuka pakai browser biasa—tidak perlu install aplikasi.

Alur Kerja Sistem (Flowchart)

Sistem ini kerja dalam satu loop sederhana. Pertama setup Wi-Fi dan hardware, lalu mulai monitoring. Setiap 2 detik, sensor baca kadar asap. Kalau asap di bawah batas aman, LED hijau nyala, buzzer diam, sistem kirim "Normal" ke cloud. Kalau asap naik ke batas bahaya atau lebih, LED merah nyala, buzzer berisik, sistem kirim "Bahaya" plus nilai asap yang terdeteksi ke cloud. Loop terus sampai sistem dimatikan.



Gambar 3. Flowchart Alur Kerja Sistem Pendeteksi Asap Rokok.

Threshold yang dipakai ada di 400 pada skala ADC 10-bit NodeMCU (0-1023), setara dengan asap sekitar 300-400 PPM. Ini dari penelitian (Harahap dkk., 2022). Dipilih nilai ini karena di atas udara bersih normal tapi masih sensitif tangkap asap rokok yang baru terbentuk. Jadi alarm bisa bunyi sebelum asap jadi bahaya tingkat tinggi.

Teknik Validasi Rancangan

Karena penelitian ini hanya desain tanpa implementasi fisik, validasi ada dua cara. Pertama, cek logika dengan bandingkan pseudocode dengan standar Arduino dan spek library (ESP8266WiFi.h dan FirebaseESP8266.h). Kedua, cek arsitektur dengan bandingkan blok diagram dan skema rangkaian dengan desain yang sudah diimplementasi di penelitian sebelumnya terutama (Fadli & Syahputra, 2024), (Faoziah dkk., 2024), dan (Harahap dkk., 2022).

Validasi ini untuk pastikan desain teknisnya feasible dan bisa diimplementasi, serta bisaenuhi kebutuhan fungsional yang sudah ditetapkan. Juga cek apakah spek komponen di daftar alat cocok dengan skema rangkaian, biar tidak ada komponen yang incompatible satu sama lain.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini tunjukkan empat hasil desain sistem pendeteksi asap rokok untuk pesantren. Pertama, blok diagram arsitektur sistem. Kedua, skema rangkaian elektronik. Ketiga, flowchart dan pseudocode program. Keempat, dashboard web untuk monitoring. Setiap desain dijelaskan detail dan kami cek apakah sesuai dengan kebutuhan fungsional yang sudah ditetapkan di bab metodologi.

Spesifikasi Komponen Sistem

Tahap pertama adalah pilih komponen yang tepat. Kami gunakan tiga kriteria: spek teknis harus cocok, tersedia di pasaran, dan harga terjangkau. Tabel 1 tunjukkan spek komponen dan apa peran masing-masing dalam sistem deteksi asap rokok

No	Komponen	Spesifikasi Teknis	Fungsi dalam Sistem
1	Sensor MQ-2	Sensitivitas: LPG, CO, Asap Rokok Output: Analog (AO) & Digital (DO) VCC: 5V DC	Mendeteksi konsentrasi asap rokok di udara
2	NodeMCU ESP8266	Prosesor: 80 MHz, RAM: 80KB Wi-Fi: 802.11 b/g/n built-in ADC: 10-bit (0-1023), Flash: 4MB	Memproses data sensor & mengirim ke IoT Platform
3	Buzzer Aktif 5V	Tegangan: 5V DC Jenis: Aktif (self-oscillating) Frekuensi: ±2,3 kHz	Alarm suara lokal saat asap terdeteksi
4	LED Indikator	LED Merah: kondisi BAHAYA LED Hijau: kondisi AMAN Tegangan maju: 2V, Arus: 20mA	Indikator visual status kondisi ruangan
5	Firebase Realtime DB	Protokol: REST API / HTTPS Format data: JSON Latensi: < 1 detik	Penyimpanan & sinkronisasi data real-time ke dashboard

Gambar. Spesifikasi Komponen Sistem Pendeteksi Asap Rokok.

MQ-2 dipilih karena sensitif tinggi terhadap asap rokok dan punya dua output: analog untuk baca PPM presisi, digital untuk deteksi sederhana pakai threshold. NodeMCU ESP8266

dipilih jadi mikrokontroler utama karena Wi-Fi sudah built-in langsung koneksi internet tanpa perlu modul tambahan. Ini membuat rangkaian lebih sederhana dan hemat biaya. (Faoziah dkk., 2024) setuju bahwa NodeMCU cocok untuk IoT di lingkungan pendidikan karena mudah diprogram dan terjangkau.

Hasil Perancangan Arsitektur Sistem

Blok diagram ada di Gambar 1 (bab metodologi). Arsitektur pakai model IoT tiga lapisan standar. Lapisan pertama (persepsi): sensor MQ-2 baca asap, hasilkan sinyal analog → pin A0 NodeMCU, sinyal digital → pin D5. Lapisan kedua (jaringan): NodeMCU jadi gateway terima data dari sensor, proses, kirim ke cloud via Wi-Fi HTTPS. Lapisan ketiga (aplikasi): Firebase simpan data real-time, tampil di dashboard web. Pengurus bisa akses dashboard dari HP atau laptop apa saja yang punya internet.

Desain ini punya keunggulan ganda. Pertama, alarm lokal langsung bunyi via buzzer dan LED tidak perlu tunggu internet. Kedua, data juga kirim ke cloud untuk monitoring jarak jauh. Kombinasi ini penting untuk pesantren karena sering alami gangguan internet. Kalau internet putus, sistem tetap bisa deteksi asap dan bunyi alarm lokal. (Fadli & Syahputra, 2024) merekomendasikan pendekatan ini untuk IoT di area dengan koneksi tidak stabil.

Hasil Perancangan Rangkaian Elektronik

Skema rangkaian ada di Gambar 3. Koneksi sensor MQ-2 ke NodeMCU ESP8266 seperti ini: VCC → 3.3V, GND → GND, pin A0 → pin A0 (baca nilai analog), pin D0 → pin D5 (baca digital). Semua pakai kabel jumper langsung.

Output components: buzzer aktif 5V → pin D6 lewat resistor $1K\Omega$, LED merah → pin D7 lewat resistor 220Ω , LED hijau → pin D8 lewat resistor 220Ω . Kenapa resistor? Karena pin GPIO NodeMCU cuma bisa supply maksimal 12mA resistor mencegah arus berlebih dan rusakin pin. Desain ini ikuti (Harahap dkk., 2022), disesuaikan untuk NodeMCU.

Hasil Perancangan Program (Pseudocode)

Program ditulis dalam pseudocode Arduino C++ yang bisa langsung dipakai di Arduino IDE. Lihat Gambar 4 untuk kode lengkapnya.

```

main.ino - Arduino IDE (NodeMCU ESP8266)

// ----- LIBRARY & KONFIGURASI -----
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <FirebaseESP8266.h>

const char* SSID = "Pesantren WiFi";
const char* PASSWORD = "passw@rd123";
const int PIN_MQ2 = A0; // Analog Input
const int PIN_BUZ = D6; // Buzzer
const int PIN_LED_R = D7; // LED Merah
const int PIN_LED_G = D8; // LED Hijau
const int THRESHOLD = 400; // Batas deteksi (PPM)

// ----- SETUP -----
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(PIN_BUZ, OUTPUT);
  pinMode(PIN_LED_G, OUTPUT);
  pinMode(PIN_LED_R, OUTPUT);
  WiFi.begin(SSID, PASSWORD);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) delay(500);
  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
}

// ----- LOOP UTAMA -----
void loop() {
  int adcValue = analogRead(PIN_MQ2);
  if (adcValue > THRESHOLD) { // KONDISI BAHAYA
    digitalWrite(PIN_LED_R, HIGH);
    digitalWrite(PIN_LED_G, LOW);
    digitalWrite(PIN_BUZ, HIGH);
    Firebase.setInt("status", adcValue);
  } else { // KONDISI AMAN
    digitalWrite(PIN_LED_G, HIGH);
    digitalWrite(PIN_LED_R, LOW);
    digitalWrite(PIN_BUZ, LOW);
    Firebase.setInt("status", adcValue);
  }
  delay(2000); // Baca setiap 2 detik
}

```

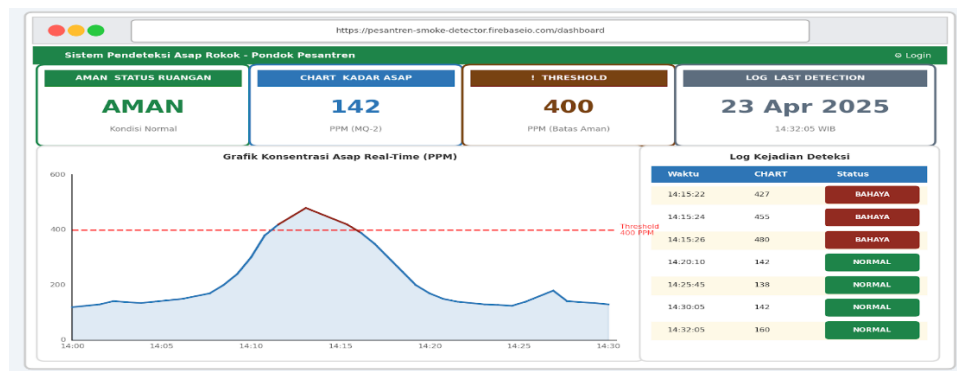
Gambar 5. Pseudocode Program Sistem Pendeteksi Asap Rokok (Arduino IDE).

Program pakai dua fungsi Arduino standar. Pertama, setup() jalan sekali saat startup: inialisasi serial, set pin GPIO jadi output, sambung Wi-Fi pesantren, koneksi Firebase. Kedua, loop() jalan terus: setiap 2 detik baca sensor MQ-2, bandingkan dengan threshold 400, jalanin aksi sesuai hasilnya.

Delay 2 detik dipilih karena balance antara cepat dan efisien. Deteksi perubahan asap cepat, tapi tidak beban jaringan atau Firebase. (Sambani dkk., 2021) pakai interval sama, jadi proven approach.

Hasil Perancangan Dashboard Web Monitoring

Gambar 4 menunjukkan dashboard dengan tampilan sederhana sehingga pengurus pesantren dapat langsung memahami kondisi ruangan tanpa memerlukan keahlian teknis. Empat komponen utama disusun menurut tingkat kepentingannya.



Gambar 5. Rancangan Antarmuka Dashboard Web Monitoring Rear-Time

Dashboard memiliki empat bagian utama. Pertama, panel status menampilkan kondisi ruangan (AMAN/BAHAYA), kadar asap saat ini, threshold aktif, dan waktu deteksi terakhir. Kedua, grafik real-time menunjukkan tren asap dengan garis merah sebagai batas ambang jika kadar asap melampaui batas, grafik berubah merah. Ketiga, tabel log mencatat setiap deteksi

dengan timestamp dan nilai PPM untuk audit dan analisis pola. Keempat, header menampilkan navigasi dan informasi sistem.

Pembahasan

Sistem pendeteksi asap ini menggabungkan sensor MQ-2, NodeMCU ESP8266, dan Firebase. Komponen-komponen tersebut bekerja dari layer persepsi hingga aplikasi.

Dibanding penelitian sebelumnya, ada tiga perbedaan (Utami dkk., 2022) hanya mendeteksi di lokasi, sistem ini punya dashboard cloud untuk monitoring jarak jauh. (Sambani dkk., 2021) pakai Telegram; dashboard web ini bisa diakses banyak pengguna sekaligus tanpa aplikasi tambahan. Dan berbeda dari keduanya, sistem ini dirancang khusus untuk pesantren dengan memperhitungkan infrastruktur dan kebutuhan lokal.

Ada dua keterbatasan utama. Yang pertama, koneksi Wi-Fi harus stabil untuk monitoring jarak jauh jadi infrastruktur jaringan harus memadai. Yang kedua, threshold 400 PPM masih berdasarkan teori saja. Perlu pengujian nyata di pesantren dengan asap rokok sungguhan, di ruangan tertutup dan terbuka, seperti yang (Fahmi Nurul, 2023) lakukan dalam penelitiannya.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem pendeteksi asap rokok berbasis IoT untuk pondok pesantren. Rancangan mencakup arsitektur tiga lapisan (persepsi, jaringan, aplikasi), skema rangkaian, flowchart program, pseudocode, dan dashboard web real-time. Semuanya divalidasi terhadap penelitian relevan sebelumnya.

Sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266 adalah pilihan yang efisien. MQ-2 mendeteksi asap punya dua output (analog dan digital). NodeMCU memproses data dan kirim langsung ke Firebase via Wi-Fi tanpa tambahan komponen. Threshold 400 PPM berdasarkan literatur.

Sistem punya dua respons: lokal instan (buzzer, LED) dan jarak jauh via dashboard Firebase. Ini penting karena sistem tetap bekerja kalau Wi-Fi terputus sesuai kondisi pesantren yang infrastruktur jaringannya belum merata. Dashboard punya empat bagian: status, grafik real-time, tabel log, dan info sistem. Pengurus bisa pantau kawasan bebas rokok kapan saja, dari mana saja, tanpa keahlian teknis khusus.

Sistem ini solusi praktis untuk perkuat pengawasan kawasan larangan merokok di pesantren. Penelitian ini menyediakan blueprint teknis siap pakai dan menambah literatur tentang IoT di sekolah Islam Indonesia.

Saran

Lanjutkan ke prototype dan uji di lapangan pesantren. Perlu validasi threshold 400 PPM, kalibrasi sensor MQ-2 di berbagai suhu, kelembaban, dan ventilasi, dan ukur berapa lama dari deteksi asap hingga pengurus dapat notifikasi.

Tambah sensor MQ-7 untuk karbon monoksida atau MQ-135 untuk polutan udara lebih luas. Sensor suhu-kelembaban (DHT22) juga bantu kompensasi kondisi lingkungan, seperti (Utami dkk., 2022) lakukan.

Bisa tambahkan notifikasi Telegram atau WhatsApp sehingga pengurus dapat peringatan langsung di ponsel. (Sambani dkk., 2021) sudah tunjukkan cara integrasi Telegram dengan mikrokontroler. Untuk area besar pesantren, pasang beberapa sensor di kamar santri, toilet, gudang, dan area terbuka. Hubungkan semuanya ke satu dashboard pusat. Beri setiap sensor identitas lokasi sehingga pengurus tahu persis mana ruangan yang bermasalah.

Coba juga machine learning sederhana untuk bedakan asap rokok dari asap lain. Ini kurangi false alarm yang bikin pengguna tidak percaya sistem.

DAFTAR REFERENSI

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2018). *Hasil utama Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. https://kesmas.kemkes.go.id/assets/upload/dir_519d41d8cd98f00/files/Hasil-riskesdas-2018_1274.pdf
- Espressif Systems. (2023). *ESP8266EX datasheet*. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
- Fadli, M., & Syahputra, S. (2024). Implementasi penggunaan sensor MQ-2 berbasis IoT untuk mengukur kadar asap rokok dalam ruangan. 2(2).
- Fahmi Nurul, F. (2023). *Rancang bangun prototipe sistem pendeteksi asap rokok menggunakan sensor MQ-2 dan MQ-7 berbasis IoT* [Undergraduate thesis, UIN Sunan Gunung Djati Bandung]. <https://digilib.uinsgd.ac.id/id/eprint/85428>
- Faoziah, F., Zaenudin, Z., & Masjun Efendi, M. (2024). Alat pendeteksi asap rokok berbasis internet of things pada ruang guru MTs Mamba'ul Barokah NW Borok. *Journal of Data Analytics, Information, and Computer Science*, 1(4), 223–231. <https://doi.org/10.70248/jdaics.v1i4.1329>
- Haniza, H., Pamungkas, B., Saputra, Z., & Novitasari, N. (2025). Alat pendeteksi asap rokok dengan peringatan suara menggunakan sensor MQ-2 dan MQ-135. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 3(1), 129–138. <https://doi.org/10.33504/jitt.v3i1.280>

- Harahap, E., Dhaifullah, H., Badruzzaman, F., Suparman, A., Suliadi, S., & Yasmin, A. (2022). Sistem pendeteksi asap rokok dengan sensor MQ-2 berbasis mikrokontroler ESP32. *Jurnal Aplikasi IPTEK Indonesia*, 6(1). <https://doi.org/10.24036/4.16457>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 109 Tahun 2012 tentang pengamanan bahan yang mengandung zat adiktif berupa produk tembakau bagi kesehatan*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/5280/pp-no-109-tahun-2012>
- Ramadhan, R., & Chandra, J. C. (2022). Rancang bangun sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT dengan NodeMCU.
- Sadali, M., Putra, Y. K., Kertawijaya, L., & Gunawan, I. (2022). Sistem monitoring dan notifikasi kualitas udara di jalan raya dengan platform IoT. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 5(1), 11–21. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i1.4384>
- Sambani, Rohpandi, & Fauzi, F. A. (2021). Sistem monitoring alat pendeteksi asap rokok pada ruangan berbasis mikrokontroler menggunakan MQ-135 dan Telegram. *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*, 10(1), 53–61. <https://doi.org/10.36774/jusiti.v10i1.820>
- Tivany Ramadhani, Usna Aulia, & Winda Amelia Putri. (2023). Bahaya merokok pada remaja. *Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 3(1), 185–195. <https://doi.org/10.55606/klinik.v3i1.2285>
- Utami, F. A. T., Kasoep, W., & Novani, N. P. (2022). Prototype sistem pendeteksi dan penetralisir asap rokok pada ruangan dengan fitur monitoring suhu dan kelembaban. *CHIPSET*, 3(01), 32–44. <https://doi.org/10.25077/chipset.3.01.32-44.2022>