

Rancang Bangun Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan dengan Peringatan Asap Berbasis Arduino Uno

Design and Implementation of an Arduino Uno Based Temperature and Humidity Monitoring System with Smoke Warning Feature

Aes Agnesya Akbar¹, Marelda Mutiara Addin¹, Ardhito Primatama¹, Novrindah Alvi Hasanah¹, Dewi Rahma Amelia Safitri², Neylla Cahyanier Firnamuchid², Adib Zaky Maulidy², Moch Rafly Ramadhanani Al A'raaf²

¹Department of Electrical Engineering Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang
Gajayana Street No. 50, +62-341 551-354

² Department of Informatics Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Of Malang
Gajayana Street No. 50, +62-341-551-354

aesagnesya017@gmail.com¹, mareldarara@gmail.com¹, rahmaamelia563@gmail.com²
neyliacf2602@gmail.com² adibzaky211@gmail.com² raflyalaraaf@gmail.com²

Abstrak – Penelitian ini membahas perancangan sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis Arduino Uno yang dilengkapi fitur deteksi asap sebagai peringatan dini potensi kebakaran. Sistem menggunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan udara serta sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap atau gas mudah terbakar. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time pada LCD 16×2, dan alarm buzzer aktif ketika kondisi lingkungan tidak normal. Pengujian dilakukan pada tiga kondisi lingkungan, yaitu normal, panas–kering, dan berasap. Hasil menunjukkan bahwa pada kondisi normal suhu rata-rata sebesar 25,1 °C, kelembapan 45,2 % RH, dan nilai ADC MQ-2 sekitar 200. Pada kondisi panas suhu meningkat menjadi 35,3 °C dengan kelembapan 20,4 % RH, sedangkan pada kondisi berasap nilai ADC MQ-2 naik signifikan hingga 700, yang secara otomatis memicu sistem peringatan. Sistem mampu merespons perubahan parameter lingkungan dalam waktu kurang dari 1 detik, sesuai spesifikasi sensor. Sistem ini efektif untuk pemantauan lingkungan skala kecil dan dapat dikembangkan dengan konektivitas IoT untuk pemantauan jarak jauh.

Kata Kunci: Arduino Uno, deteksi asap, DHT22, MQ-2, pemantauan suhu

Abstract – This study discusses the design of a temperature and humidity monitoring system based on Arduino Uno, equipped with a smoke detection feature as an early warning of potential fires. The system employs a DHT22 sensor to measure air temperature and relative humidity, and an MQ-2 sensor to detect smoke or flammable gases. The measurement data are displayed in real time on an LCD 16×2, while a buzzer alarm is activated when abnormal environmental conditions are detected. The experiment was conducted under three environmental conditions: normal, hot–dry, and smoky. The results show that under normal conditions, the average temperature was 25.1 °C, humidity 45.2 %RH, and the ADC value of the MQ-2 sensor was around 200. Under hot conditions, the temperature increased to 35.3 °C with humidity 20.4 %RH, while in smoky conditions, the ADC MQ-2 value rose significantly to 700, automatically triggering the warning system. The system responds to environmental changes in less than one second, consistent with the sensor specifications. This system is effective for small-scale environmental monitoring and can be further developed with IoT connectivity for remote observation.

Keywords: Arduino Uno, DHT22, MQ-2, smoke detection, temperature monitoring

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam beberapa dekade terakhir telah mendorong meningkatnya kebutuhan terhadap sistem pemantauan lingkungan yang adaptif, efisien, dan mudah diimplementasikan. Pengendalian suhu dan kelembapan merupakan faktor penting dalam menjaga kestabilan kondisi lingkungan, baik pada skala rumah tangga maupun industri. Ketidakseimbangan suhu dan kelembapan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti menurunnya kenyamanan, pertumbuhan jamur, hingga percepatan kerusakan perangkat elektronik. Di sisi lain, keberadaan asap merupakan indikator penting terhadap potensi bahaya kebakaran, sehingga kemampuan sistem untuk mendeteksi asap secara dini menjadi aspek krusial dalam upaya pencegahan bahaya dan pengurangan kerugian material maupun korban jiwa [1], [2].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis mikrokontroler Arduino Uno menggunakan sensor DHT22, DHT11, atau SHT31, serta deteksi asap menggunakan sensor MQ-2 atau MQ-135 [3], [4], [5]. Namun, sebagian besar sistem tersebut masih memiliki keterbatasan, yaitu: (1) belum dilengkapi dengan fitur peringatan otomatis ketika kondisi lingkungan mencapai ambang bahaya; (2) belum mengintegrasikan pengukuran suhu, kelembapan, dan asap secara simultan dalam satu platform; dan (3) masih bergantung pada proses pemantauan manual tanpa notifikasi real-time [6].

Penelitian ini menghadirkan kebaruan ilmiah berupa perancangan sistem pemantauan lingkungan berbasis Arduino Uno yang menggabungkan tiga parameter lingkungan — suhu, kelembapan, dan asap — dalam satu perangkat terintegrasi yang mampu memberikan peringatan dini melalui buzzer dan indikator LED RGB. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menekankan pentingnya sistem pemantauan adaptif berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi deteksi dan respons lingkungan [7], [8].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini mengikuti pendekatan eksperimental sebagaimana digunakan pada penelitian sebelumnya mengenai sistem pemantauan berbasis Arduino [4], [6]. Proses pengumpulan data dilakukan secara langsung melalui sensor DHT22 dan MQ-2 yang telah divalidasi dalam penelitian terdahulu karena kestabilannya terhadap variasi suhu dan kelembapan [5]. Desain perangkat keras dan perangkat lunak dirancang untuk meniru model sistem pemantauan terintegrasi sebagaimana diimplementasikan pada penelitian IoT modern [7], namun disesuaikan dengan skala rumah tangga agar lebih efisien dari segi biaya dan konsumsi daya.

Pada tahap perancangan perangkat keras, dilakukan pemilihan dan perakitan komponen utama yang terdiri atas Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap atau gas mudah terbakar, LCD 16×2 sebagai media tampilan data, serta buzzer dan LED sebagai indikator peringatan dini. Setiap komponen dirangkai berdasarkan diagram blok dan skematik sistem yang telah ditentukan untuk memastikan komunikasi antarkomponen berjalan optimal.

Tahap perancangan perangkat lunak mencakup penulisan kode program menggunakan bahasa C++ pada Arduino IDE. Program dirancang agar sistem mampu membaca data dari kedua sensor, menampilkan hasil pengukuran secara real-time pada LCD, serta mengaktifkan alarm buzzer dan LED apabila suhu, kelembapan, atau nilai ADC MQ-2 melebihi ambang batas yang ditetapkan. optimal.

Selanjutnya, dilakukan tahap pengujian sistem yang mencakup pengukuran suhu, kelembapan, dan deteksi asap pada tiga kondisi lingkungan berbeda, yaitu kondisi normal, panas–kering, dan berasap. Data hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan alat ukur referensi untuk menilai tingkat akurasi dan kestabilan pembacaan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis data hasil pengukuran sensor melalui perhitungan rata-rata, selisih pembacaan, dan tingkat kesalahan relatif, serta pendekatan kualitatif untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan berdasarkan kecepatan respons, ketepatan peringatan, dan kemudahan penggunaan.

Hasil dari seluruh tahapan tersebut digunakan untuk menilai sejauh mana sistem yang dikembangkan mampu memenuhi kebutuhan pemantauan lingkungan dengan karakteristik akurasi tinggi, respons cepat, dan efisiensi energi, sesuai dengan tujuan penelitian.

2.1. Perencanaan Sistem

Sistem pemantauan suhu dan kelembapan ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai unit kendali utama yang mengatur komunikasi antar komponen. Sensor DHT22 berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembapan udara, sedangkan sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi keberadaan asap atau gas mudah terbakar. Data hasil pembacaan sensor diolah oleh Arduino Uno dan ditampilkan secara real-time pada LCD 16×2, sementara buzzer berfungsi sebagai indikator peringatan dini. Sistem dirancang agar dapat memberikan notifikasi otomatis ketika suhu melebihi 30 °C, kelembapan turun di bawah 30 %RH, atau terdeteksi adanya asap di udara.

Tahapan perancangan dan pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tiga bagian utama. Tahap pertama adalah perancangan perangkat keras (hardware design) yang mencakup penyusunan rangkaian elektronik dan integrasi seluruh komponen, yaitu sensor DHT22, sensor MQ-2, LCD 16×2, buzzer, dan Arduino Uno. Penyusunan rangkaian dilakukan dengan memperhatikan konfigurasi pin dan kebutuhan daya agar sistem bekerja stabil serta meminimalkan gangguan pada pembacaan sensor.

Tahap kedua adalah perancangan perangkat lunak (software design) yang dilakukan menggunakan Arduino IDE. Program ditulis dalam bahasa C++, yang berfungsi untuk mengatur logika kerja sistem, membaca data sensor secara periodik, menampilkan hasil pengukuran pada LCD, dan mengaktifkan buzzer ketika kondisi lingkungan melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Proses pemrograman juga mencakup kalibrasi sensor untuk memastikan keakuratan pembacaan data.

Tahap ketiga adalah pengujian sistem (system testing) yang bertujuan untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai fungsinya dan sistem mampu merespons perubahan kondisi lingkungan secara akurat dan cepat. Pengujian dilakukan pada tiga kondisi lingkungan berbeda, yaitu kondisi normal, panas-kering, dan berasap. Data hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan alat ukur referensi untuk menilai tingkat akurasi, stabilitas, dan respons waktu sistem terhadap perubahan suhu, kelembapan, maupun keberadaan asap.

Tahapan-tahapan tersebut dilakukan secara berurutan untuk memperoleh sistem pemantauan lingkungan yang memiliki akurasi tinggi, keandalan baik, dan efisiensi energi, sesuai dengan tujuan penelitian.

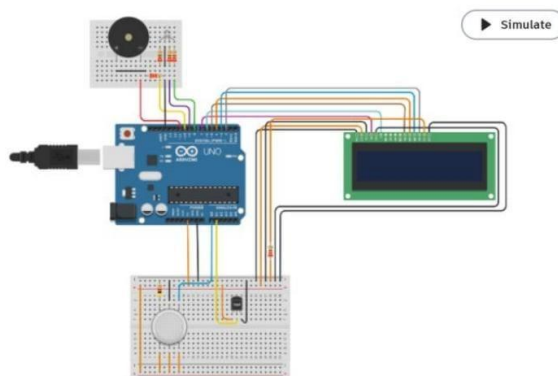
2.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif, yaitu dengan melakukan pengujian langsung terhadap sistem pemantauan suhu, kelembapan, dan asap yang telah dirancang. Data diperoleh dari hasil pembacaan sensor DHT22 dan MQ-2 yang terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno. Setiap hasil pembacaan sensor dikirimkan secara real-time ke LCD 16×2 sebagai tampilan utama serta ke serial monitor pada perangkat lunak Arduino IDE sebagai media pencatatan data.

Proses pengambilan data dilakukan dalam beberapa kondisi lingkungan berbeda untuk memperoleh variasi parameter suhu, kelembapan, dan konsentrasi asap. Nilai yang terekam

kemudian dianalisis untuk menentukan tingkat akurasi sensor dan konsistensi sistem dalam merespons perubahan kondisi lingkungan. Data numerik hasil pengukuran digunakan untuk menilai performa sistem secara kuantitatif, sedangkan observasi terhadap kecepatan respon dan kestabilan sistem digunakan sebagai data kualitatif pendukung.

2.3. Desain dan Rangkaian Sistem



Gambar 2.1 Rangkaian sistem yang digunakan

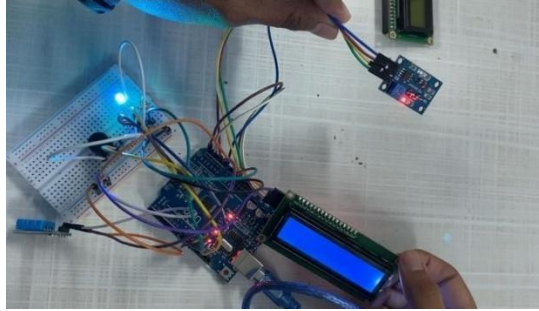
Sistem pemantauan dirancang menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali utama yang mengintegrasikan sensor, aktuator, dan modul tampilan. Komponen utama yang digunakan terdiri dari sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor MQ-2 untuk mendeteksi keberadaan asap atau gas mudah terbakar, LCD 16×2 dengan modul I2C untuk menampilkan data secara real-time, buzzer sebagai indikator suara peringatan, serta LED RGB sebagai indikator visual kondisi lingkungan.

Arduino Uno berfungsi mengolah data dari kedua sensor dan mengatur keluaran ke perangkat indikator. Sensor DHT22 dihubungkan melalui pin digital D2 dengan jalur VCC 5V dan GND, sedangkan sensor MQ-2 dihubungkan ke pin analog A0 untuk membaca sinyal analog yang merepresentasikan konsentrasi gas di udara. Modul LCD I2C terhubung melalui jalur komunikasi SDA (A4) dan SCL (A5) untuk menampilkan nilai suhu, kelembapan, serta status deteksi asap. Buzzer dihubungkan ke pin digital D8 dan berfungsi mengeluarkan bunyi peringatan apabila sistem mendeteksi kondisi abnormal. Sementara itu, LED RGB dihubungkan ke pin digital D9, D10, dan D11 melalui resistor 220 ohm untuk menampilkan indikator warna: hijau (normal), kuning (peringatan), dan merah (bahaya).

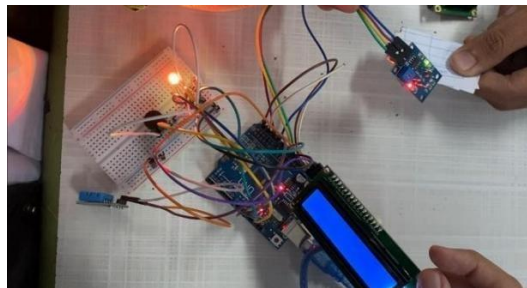
Secara keseluruhan, sistem dirancang agar dapat bekerja secara otomatis dalam mendeteksi perubahan suhu, kelembapan, dan keberadaan asap. Kondisi dianggap tidak normal apabila suhu melebihi 30 °C, kelembapan berada di bawah 30 %RH, atau nilai keluaran sensor MQ-2 melebihi ambang batas 500 ADC unit, yang kemudian memicu aktivasi buzzer dan LED peringatan.

2.4. Implementasi Sistem Rangkaian

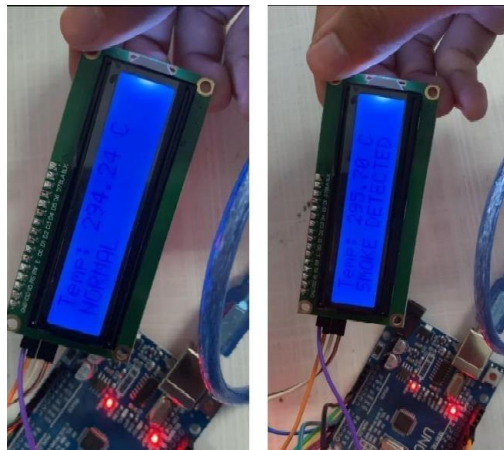
Implementasi sistem dilakukan dengan merakit seluruh komponen sesuai dengan desain rangkaian yang telah direncanakan. Proses perakitan dilakukan pada breadboard untuk memudahkan pengujian awal dan memastikan koneksi antar komponen bekerja dengan baik. Setelah rangkaian teruji, kode program diunggah ke mikrokontroler menggunakan Arduino IDE.



Gambar 2.2 Rangkaian yang menunjukkan keseluruhan sistem yang dirakit di breadboard.



Gambar 2.3 Rangkaian yang menunjukkan koneksi setiap komponennya



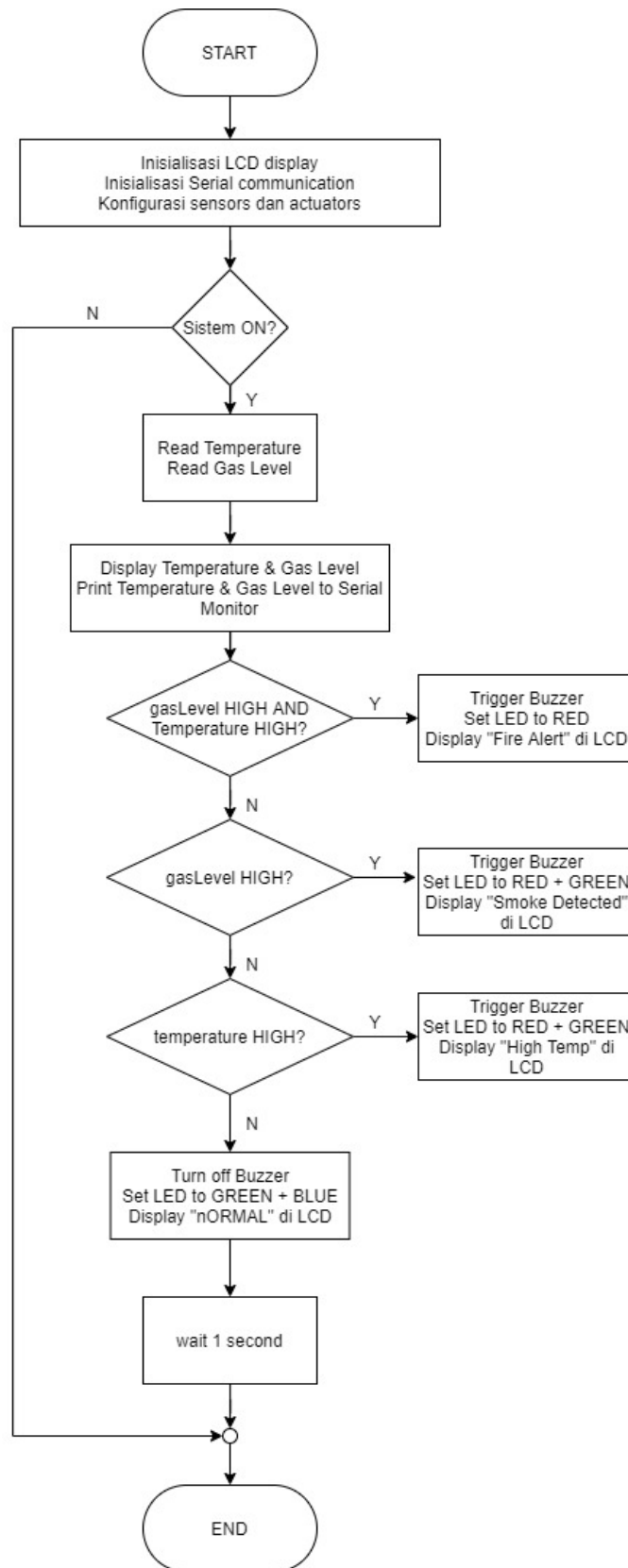
Gambar 2.4 Suhu, kelembapan dan asap yang terbaca dan ditampilkan di LCD

Program yang dijalankan mencakup proses pembacaan sensor secara periodik, pengolahan data, dan penampilan hasil pada LCD. Selanjutnya, sistem diuji di tiga kondisi lingkungan berbeda, yaitu normal, panas–kering, dan berasap, untuk memastikan kemampuan sistem dalam merespons perubahan parameter lingkungan secara akurat dan konsisten. Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi keandalan sistem, akurasi sensor, serta efektivitas fungsi peringatan dini yang diaktifkan melalui buzzer dan LED RGB.

2.5. Algoritma Program

2.6.

Algorithm
<p>START</p> <p>Initialize</p> <p> Output</p> <p> LED</p> <p> Buzzer</p> <p> LCD</p> <p> Input</p> <p> Sensor</p> <p>START Loop</p> <p>WHILE system is ON</p> <p> temperature ← ReadTemperatureSensor()</p> <p> gasLevel ← ReadGasSensor()</p> <p> Display temperature and gasLevel on LCD</p> <p> Print temperature and gasLevel to Serial Monitor</p> <p> IF gasLevel HIGH AND temperature HIGH THEN</p> <p> Trigger buzzer (alert)</p> <p> Set LED to RED</p> <p> Display "FIRE ALERT!" on LCD</p> <p> ELSE IF gasLevel HIGH THEN</p> <p> Trigger buzzer</p> <p> Set LED to RED + GREEN</p> <p> Display "SMOKE DETECTED" on LCD</p> <p> ELSE IF temperature HIGH THEN</p> <p> Set LED to RED + GREEN</p> <p> Display "HIGH TEMP!" on LCD</p> <p> ELSE</p> <p> Turn off buzzer</p> <p> Set LED to GREEN + BLUE</p> <p> Display "NORMAL" on LCD</p> <p> END IF</p> <p> Wait 1 second</p> <p>END Loop</p>



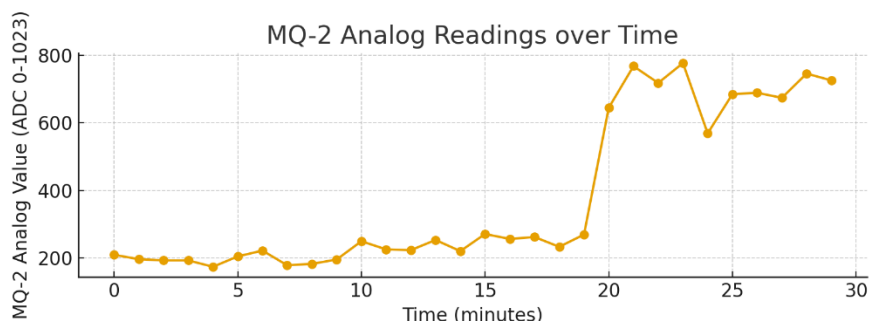
Gambar 2.6 Flowchart Program

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan untuk menilai kinerja alat pemantau suhu, kelembapan, dan asap berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap sensor berfungsi dengan baik, sistem mampu memberikan respons cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan, serta hasil pembacaan dapat ditampilkan secara real-time pada layar LCD 16×2. Proses pengujian dilakukan pada tiga kondisi lingkungan berbeda, yaitu kondisi normal, kondisi abnormal (panas dan berasap), serta kondisi fluktuatif, guna menilai akurasi, kecepatan respons, dan kestabilan sistem.

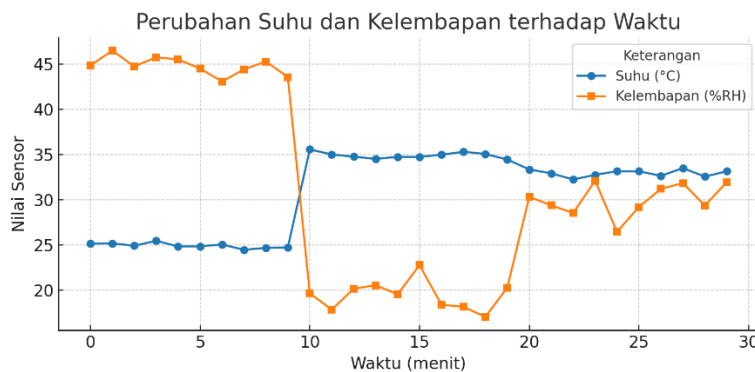
Pada kondisi lingkungan normal, sistem menunjukkan performa yang stabil. Nilai suhu rata-rata tercatat sebesar 25,1 °C, kelembapan berada pada kisaran 45,2 %RH, dan sensor MQ-2 tidak mendeteksi keberadaan asap (nilai ADC sekitar 200). Data hasil pembacaan ditampilkan dengan baik pada LCD 16×2, sementara indikator LED RGB memancarkan warna biru yang menandakan kondisi aman. Buzzer tidak aktif karena seluruh parameter masih berada dalam batas normal. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pembacaan data secara akurat pada kondisi lingkungan standar tanpa menghasilkan kesalahan deteksi atau alarm palsu.

Pengujian pada kondisi abnormal menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respons cepat terhadap perubahan lingkungan. Ketika suhu meningkat hingga 35,3 °C, kelembapan menurun menjadi 20,4 %RH, dan sensor MQ-2 mendeteksi keberadaan asap dengan nilai ADC mencapai 700, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer dalam waktu kurang dari satu detik sebagai peringatan dini terhadap potensi bahaya. LED RGB berubah menjadi warna kuning yang menandakan kondisi waspada, sedangkan LCD menampilkan nilai suhu, kelembapan, dan status asap secara real-time. Respons cepat tersebut membuktikan bahwa sistem bekerja efektif dalam mendeteksi serta memberikan sinyal peringatan dini terhadap perubahan parameter lingkungan yang signifikan.



Gambar 3.1 Hasil pembacaan sensor kelembapan MQ-2

Pada kondisi fluktuatif, sistem diuji terhadap perubahan suhu dan kelembapan yang terjadi secara dinamis dalam waktu singkat. Hasil menunjukkan bahwa data sensor diperbarui secara kontinu dan ditampilkan tanpa keterlambatan pada LCD. Fluktuasi nilai suhu dan kelembapan dapat terpantau secara real-time dengan tingkat kestabilan sistem yang baik. Hal ini mengindikasikan bahwa algoritma pembacaan sensor dan proses pengolahan data oleh mikrokontroler berjalan secara optimal. Kemampuan sistem untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan secara cepat menjadi bukti bahwa perangkat ini dapat diandalkan dalam situasi nyata, seperti pemantauan ruangan tertutup atau area berpotensi kebakaran.



Gambar 3.2 Hasil pembacaan perubahan suhu dan perubahan kelembapan terhadap waktu

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemantauan suhu, kelembapan, dan asap berbasis Arduino Uno memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta responsivitas yang cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan. Integrasi antara sensor DHT22 dan sensor MQ-2 menghasilkan sistem pemantauan yang efektif dalam mendeteksi parameter lingkungan secara real-time. Penggunaan buzzer sebagai indikator suara dan LED RGB sebagai indikator visual menjadikan sistem ini lebih informatif, mudah dipahami, dan user-friendly. Dari aspek efisiensi, konsumsi daya tergolong rendah karena seluruh komponen beroperasi pada tegangan 5 volt, sedangkan penerapan komunikasi I2C pada modul LCD membantu menyederhanakan konfigurasi rangkaian dan mengurangi jumlah pin yang digunakan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan rancangan. Alat mampu memantau suhu, kelembapan, dan keberadaan asap secara real-time, memberikan peringatan dini ketika terjadi kondisi abnormal, serta menampilkan informasi dengan tampilan yang jelas dan mudah dipahami oleh pengguna. Sistem ini terbukti andal untuk diterapkan pada skala rumah tangga, laboratorium, maupun ruang penyimpanan yang memerlukan pengawasan kondisi lingkungan secara berkelanjutan.

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem ini memiliki potensi peningkatan melalui penambahan modul Internet of Things (IoT) agar data hasil pemantauan dapat dikirim ke platform daring dan diakses secara jarak jauh. Selain itu, integrasi dengan aplikasi berbasis web atau mobile dapat memungkinkan pengguna menerima notifikasi langsung melalui jaringan internet. Dengan pengembangan tersebut, sistem ini dapat berkembang menjadi solusi pemantauan lingkungan modern yang tidak hanya efisien, tetapi juga adaptif terhadap kebutuhan era digital.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada berbagai pihak yang telah turut andil dalam berlansungnya penelitian ini, baik kepada pihak universitas, dosen pembimbing dan juga teman teman yang turut andil dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] A. P. Sharma, S. Yadav, and R. Kumar, "Arduino-Based Portable Weather Monitoring Station," *Electronics*, vol. 14, no. 12, p. 2330, 2023. doi: 10.3390/electronics14122330.
- [2] S. J. D. Galceran, M. G. B. Dela Cruz, and P. A. Santos, "Development and Comparison of Arduino-Based MQ-2 and MQ-6 LPG Leak Sensors," *American Journal of Sensor Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2023. doi: 10.12691/ajst-7-1-1.

- [3] P. Stančić, A. Stojković, and M. Milić, “Arduino-Based Gas and Smoke Detector Realized Using MQ-2 Sensor,” *Proc. ETRAN Conference*, pp. 1–4, 2021.
- [4] Y. Bhosale, M. Patil, Y. Thakare, and V. Suryawanshi, “Real-Time Temperature and Humidity Monitoring & Alert System,” *International Journal of Novel Research and Development (IJNRD)*, vol. 8, no. 3, pp. 142–146, 2023.
- [5] S. M. Santos, R. C. Silva, and L. A. Rodrigues, “Low-Cost Arduino-Based Temperature, Relative Humidity and CO₂ Monitoring System,” *Building and Environment*, vol. 228, p. 109947, 2022. doi: 10.1016/j.buildenv.2022.109947.
- [6] R. Nurhadi and A. W. Suryanto, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor DHT22,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JTEK)*, vol. 10, no. 2, pp. 45–52, 2022.
- [7] M. F. Hidayat, S. P. Santoso, and I. Rahman, “Sistem Deteksi Dini Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer (JTik)*, vol. 8, no. 1, pp. 13–19, 2023.
- [8] A. Setiawan, D. Saputra, and L. Ramadhani, “Implementasi Internet of Things (IoT) pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan,” *Prosiding SENTER UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*, pp. 120–126, 2022.