

Pengembangan Sistem Kontrol Ventilasi Ruang Kerja UKM Pengelasan Berbasis Data Sensor Kualitas Udara dengan Integrasi *Internet of Things*

Development of a Workshop Ventilation Control System for Welding SMEs Based on Air Quality Sensor Data with Internet of Things Integration

Muhamad Aji Maulana Alrasyid^{1*}, Rifki Muhendra^{1*}, Ratih Kumalasari¹

¹Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Kota Bekasi, Indonesia

*Penulis korespondensi: rifki.muhendra@dsn.ubharajaya.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem kontrol ventilasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan kualitas udara pada ruang kerja UKM pengelasan. Sistem dirancang menggunakan empat jenis sensor: DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, MQ135 untuk mendeteksi kadar gas berbahaya, LDR untuk memantau intensitas cahaya, dan KY-037 untuk mendeteksi tingkat kebisingan suara. Keempat sensor ditempatkan pada posisi strategis di area kerja untuk mendapatkan data lingkungan yang representatif. Sinyal keluaran sensor berupa sinyal digital dan analog dikirim ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 melalui jalur input yang sesuai, kemudian diolah untuk menentukan kondisi kualitas udara. Berdasarkan hasil pengolahan data, mikrokontroler mengirimkan sinyal kontrol digital ke modul *relay* yang mengaktifkan kipas ventilasi ketika parameter lingkungan melebihi ambang batas yang ditetapkan. Alur penelitian meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler, integrasi sistem dengan platform *ThingSpeak*, dan pengujian kinerja di lingkungan kerja pengelasan. Hasil penelitian berupa prototipe sistem yang dapat memantau dan mengendalikan kualitas udara secara *real-time*, hemat energi, serta memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui laptop dan *smartphone*. Sistem ini menunjukkan respons cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan dan berpotensi meningkatkan kenyamanan serta keselamatan kerja di UKM pengelasan.

Kata kunci: DHT22, *Internet of Things*, KY-037, LDR, MQ135

Abstract

This research aims to develop an *Internet of Things* (IoT)-based automatic ventilation control system to improve air quality in welding workshop environments of small and medium enterprises (SMEs). The system employs four types of sensors: DHT22 to measure temperature and humidity, MQ135 to detect harmful gas concentrations, LDR to monitor light intensity, and KY-037 to detect noise levels. These sensors are strategically placed in the work area to capture representative environmental data. The sensors' outputs, in the form of digital and analog signals, are transmitted to the NodeMCU ESP8266 microcontroller via appropriate input channels, where the data is processed to determine air quality conditions. Based on this analysis, the microcontroller sends digital control signals to a relay module, which activates the ventilation fan when environmental parameters exceed predefined thresholds. The research flow includes hardware design, microcontroller programming, system integration with the *ThingSpeak* platform, and performance testing in a welding workshop environment. The result is a prototype system capable of real-time air quality monitoring and control, with low energy consumption, remote accessibility via laptops and smartphones, and fast response to environmental changes. This system has the potential to improve comfort and safety in welding SMEs.

Keywords: DHT22, *Internet of Things*, KY-037, LDR, MQ135

1. Pendahuluan

Sistem Kontrol Ventilasi atau biasa disebut dengan *Demand-Controlled Ventilation* (DCV) adalah sistem ventilasi cerdas yang mengatur laju aliran udara segar berdasarkan kebutuhan aktual ruang, seperti jumlah okupansi atau tingkat pencemar udara. Teknologi ini bekerja dengan memanfaatkan sensor lingkungan untuk mendeteksi parameter seperti karbon dioksida, suhu, atau kadar oksigen, yang kemudian digunakan sebagai dasar pengendalian ventilasi secara otomatis (Rahman *et al.*, 2020). Dalam konteks industri pengelasan, keberadaan sistem ventilasi memegang peranan penting mengingat proses pengelasan menghasilkan asap logam, partikel debu berukuran mikrometer, dan gas berbahaya yang dapat mengancam kesehatan pekerja. Aktivitas pengelasan tidak hanya dilakukan di industri besar, tetapi juga banyak dijalankan oleh UKM pengelasan yang tersebar luas di sektor manufaktur ringan.

Namun, sebagian besar UKM masih belum memiliki sistem ventilasi memadai, sehingga kualitas udara sulit dikontrol secara *real-time* dan berpotensi menimbulkan risiko keselamatan kerja.

Pengelasan merupakan teknik penting dalam konstruksi dan perbaikan, digunakan pada struktur seperti jembatan, kapal, rangka baja, serta pipa bertekanan. Selain untuk pembuatan baru, teknik ini juga dimanfaatkan untuk reparasi, seperti menutup cacat coran dan memperbaiki komponen aus. Di Indonesia, aktivitas ini banyak dilakukan oleh UKM pengelasan, yang tersebar luas dalam sektor manufaktur ringan. Namun, sebagian besar UKM masih belum dilengkapi sistem ventilasi yang memadai. Padahal, proses pengelasan menghasilkan asap logam dan partikel debu yang berbahaya bagi kesehatan. Ketiadaan sistem ventilasi otomatis membuat kualitas udara sulit dikontrol secara real-time.

Lingkungan kerja adalah terdiri dari berbagai aspek baik fisik ataupun nonfisik yang memengaruhi kinerja dan kesejahteraan pekerja. Lingkungan fisik meliputi ventilasi, pencahayaan, suhu, dan kebersihan, yang berperan dalam menciptakan ruang kerja yang aman dan nyaman. Sementara itu, lingkungan nonfisik mencakup hubungan sosial, komunikasi, dan kondisi psikologis yang membentuk iklim kerja yang positif. Keseimbangan antara keduanya penting untuk mendukung produktivitas dan kesehatan kerja secara menyeluruh (Sulastri and Uriawan, 2020).

Di dalam Peraturan Menteri PU Nomor : 9/PRT/M/2008 dijelaskan bahwa Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan pengertian pemberian perlindungan kepada setiap orang yang berada di area kerja (Ilham *et al.*, 2020). Sementara itu, risiko adalah peluang terjadinya suatu bahaya yang dapat berkembang menjadi kejadian nyata atau kerugian yang terealisasi. Bahaya pengelasan, dampak dan cara pencegahannya yaitu (Kosasi, Hasibuan and Sukwika, 2022).

1. Bahaya dan Dampak Asap (*fume*), Gas dan Debu

Asap pengelasan mengandung gas dan debu yang berukuran 0,2-3 mikrometer. Ukuran debu dibawah 0,5 mikrometer akan masuk kedalam saluran pernapasan dan melekat pada alveoli yang dapat membuat gangguan pernafasan.

2. Bahaya dan Dampak Arus Listrik

Arus listrik tergolong sebagai bahaya yang tidak kasat mata. Dalam proses pengelasan, arus yang digunakan biasanya berada pada kisaran 80 hingga 500 ampere. Jika arus listrik mengalir melalui tubuh, hal tersebut dapat menyebabkan henti jantung (*cardiac arrest*), serta menimbulkan kerusakan pada otak dan jaringan tubuh yang dilaluinya.

3. Bahaya dan Dampak Kebakaran

Kebakaran dapat timbul apabila tiga unsur utama api terpenuhi, yaitu bahan bakar, sumber pemicu, dan oksigen. Akibat dari kebakaran dapat mencakup luka bakar, paparan zat beracun dari asap, gangguan pernapasan akibat kekurangan oksigen (*suffocated*), hingga risiko kematian.

4. Bahaya dan Dampak Radiasi

Busur listrik menghasilkan intensitas cahaya yang sangat tinggi, bahkan mencapai 10.000 kali tingkat kecerahan yang dapat menyebabkan silau pada mata, dengan panjang gelombang antara 0,4 hingga 0,75 μm . Cahaya yang dipancarkan dari proses pengelasan meliputi cahaya tampak (*visible light*), sinar ultraviolet, dan sinar inframerah, yang semuanya berpotensi merusak kulit serta mata, termasuk menyebabkan kondisi peradangan pada kornea mata yang dikenal sebagai *arc eye*.

5. Tindakan Pencegahan

Menurut NIOSH, terdapat lima tingkatan dalam hierarki pengendalian risiko, yaitu eliminasi, substitusi, pengendalian secara teknis, pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (APD).

Manfaat pengaturan suhu dan ventilasi ruang kerja yang optimal berperan penting dalam menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan produktif. Ventilasi yang baik membantu menjaga sirkulasi udara, menurunkan konsentrasi polutan, serta mencegah udara pengap yang dapat mengganggu konsentrasi. Selain itu, suhu ruang yang seimbang mendukung kenyamanan termal pekerja, sehingga meningkatkan fokus dan efisiensi kerja (Golom and Sitorus, 2020). Dalam konteks industri pengelasan, sistem serupa dapat diadaptasi untuk mengontrol suhu dan kelembaban ruang kerja secara otomatis guna menjaga kenyamanan dan keselamatan kerja, terutama di lingkungan tertutup yang menghasilkan panas dan asap

las tinggi (Khalifa and Prawiroredjo, 2022). Oleh karena itu, dibutuhkan sistem ventilasi cerdas berbasis sensor kualitas udara yang terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT) (Muhendra and Amin, 2023). Sistem ini memungkinkan kontrol adaptif dan efisien untuk meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan UKM pengelasan (Keserasian, Modal and Belanja, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem kontrol ventilasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memantau dan mengendalikan kualitas udara di lingkungan kerja UKM pengelasan. Sistem ini memanfaatkan sensor MQ-135 untuk mendeteksi polutan udara, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, serta mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah data dan penghubung ke jaringan internet.

Tahapan penelitian dilakukan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang meliputi: identifikasi permasalahan dan kebutuhan lapangan, perancangan sistem ventilasi cerdas berbasis sensor, pemilihan dan kalibrasi sensor, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian kinerja sistem di lingkungan kerja nyata, dan evaluasi efektivitas sistem dalam meningkatkan kualitas udara serta mendukung penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada industri pengelasan skala kecil dan menengah.

2. Metode

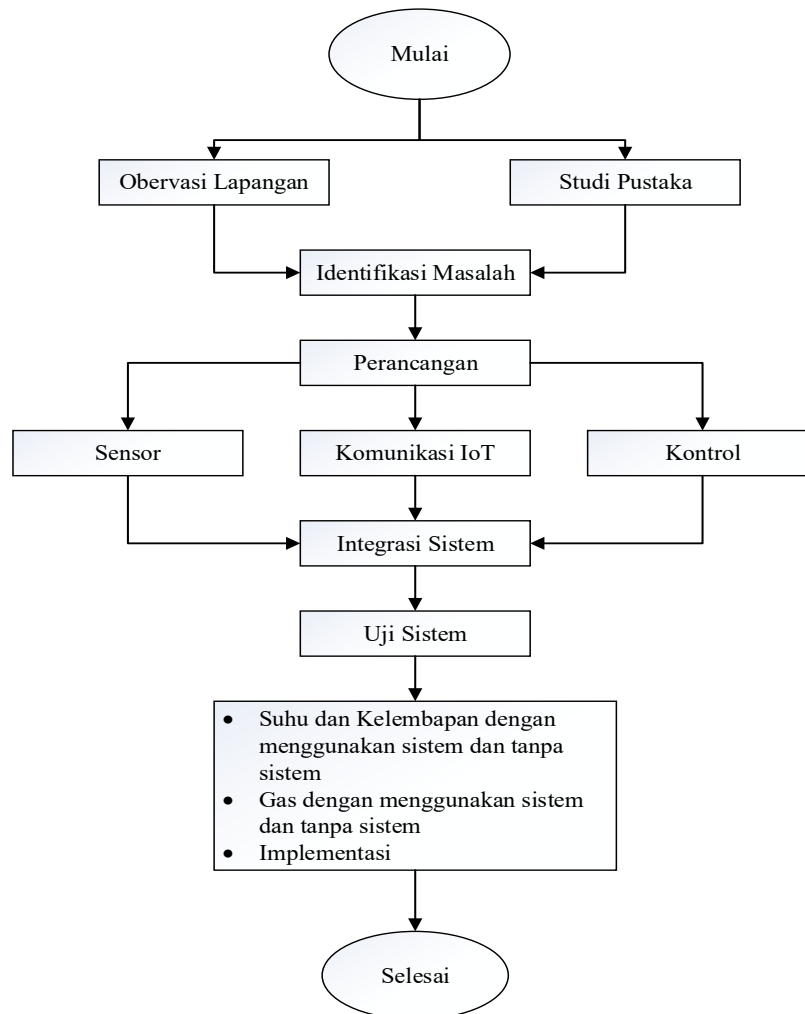
Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian rekayasa (*Research and Development/R&D*), yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem kontrol ventilasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan kualitas udara di lingkungan kerja UKM pengelasan.

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel pengelasan Las Gemilang yang berlokasi di Babelan Kabupaten Bekasi, dengan dimensi ruang kerja 3,5 m × 7 m dan tinggi 3,6 m. Kegiatan penelitian berlangsung selama bulan Maret sampai dengan Juni 2025, mencakup tahap perancangan, perakitan, pengujian, dan evaluasi sistem.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari hasil pengukuran menggunakan sistem kontrol ventilasi berbasis IoT yang dikembangkan dalam penelitian ini. Data tersebut meliputi pembacaan sensor MQ-135 untuk mendeteksi konsentrasi gas berbahaya dan polutan udara, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya, serta sensor KY-037 untuk memantau tingkat kebisingan. Seluruh data primer dikumpulkan secara real-time dan tersimpan pada basis data yang terhubung melalui mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan koneksi Wi-Fi. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari berbagai referensi yang relevan, termasuk literatur ilmiah, hasil penelitian sebelumnya, standar keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 9/PRT/M/2008, serta publikasi yang membahas teknologi IoT dan sistem ventilasi cerdas. Data sekunder digunakan sebagai acuan perancangan sistem, perbandingan hasil, serta validasi efektivitas sistem yang dikembangkan.

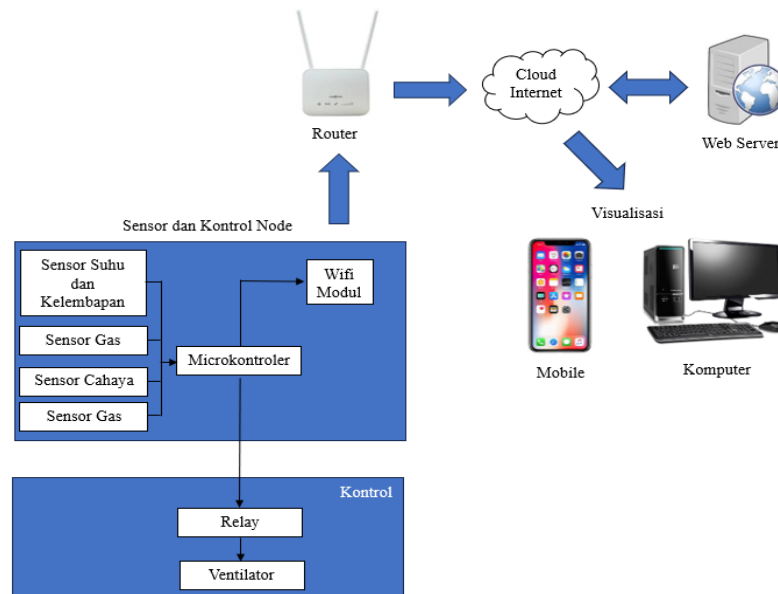
Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang terstruktur dan sistematis. Tahap pertama adalah identifikasi masalah di lapangan, khususnya terkait kualitas udara pada area kerja pengelasan yang cenderung mengandung asap, debu logam, dan gas berbahaya akibat proses pengelasan. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem kontrol ventilasi berbasis IoT, yang mencakup penentuan komponen utama seperti sensor, mikrokontroler, modul konektivitas, serta perencanaan skema sirkuit dan alur kerja sistem. Tahap berikutnya adalah perakitan dan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, di mana sensor dihubungkan ke NodeMCU dan diprogram menggunakan platform Arduino IDE untuk mengatur proses akuisisi data dan pengendalian aktuatur ventilasi. Setelah itu dilakukan kalibrasi sensor guna memastikan akurasi pembacaan parameter lingkungan sesuai dengan kondisi sebenarnya. Tahap selanjutnya adalah pengujian sistem di lokasi penelitian dengan mensimulasikan kondisi kerja pengelasan, untuk memantau respons sistem terhadap perubahan

konsentrasi polutan, suhu, dan kelembaban. Data hasil pengujian dianalisis untuk menilai efektivitas sistem dalam menjaga kualitas udara pada batas aman. Terakhir, dilakukan evaluasi kinerja berdasarkan parameter keselamatan dan kesehatan kerja, serta perbandingan dengan standar yang berlaku untuk menentukan keberhasilan dan potensi pengembangan sistem lebih lanjut.



Gambar 2. 1 Alur Penelitian

Pada tahap alur penelitian ini dimulai dari observasi lapangan untuk mengukur kondisi awal kualitas udara di UKM pengelasan, meliputi suhu, kelembaban, kadar gas, intensitas cahaya, dan tingkat kebisingan, serta studi pustaka untuk mengkaji penelitian sejenis dan teknologi pendukung sistem kontrol ventilasi berbasis IoT. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan perancangan sistem yang terdiri dari sensor DHT22, MQ135, LDR, dan KY-037 sebagai pendeteksi parameter lingkungan, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali, modul *relay*, dan kipas ventilasi sebagai aktuator, serta pemrograman untuk pengolahan data, penetapan ambang batas, dan pengiriman data ke platform *ThingSpeak* melalui WiFi. Setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan, sistem diuji dalam dua kondisi, yaitu tanpa dan dengan ventilasi otomatis, untuk membandingkan perubahan parameter lingkungan. Data hasil pengujian ditampilkan pada LCD 16x2 dan dikirim secara *real-time* ke *ThingSpeak*, kemudian dianalisis secara deskriptif melalui perhitungan rata-rata, perbandingan, serta visualisasi dalam bentuk grafik dan tabel untuk menilai efektivitas sistem dalam menurunkan suhu dan kadar gas. Rancangan ini dibuat sederhana dan sistematis agar dapat direplikasi pada UKM lain dengan kebutuhan serupa.



Gambar 2. 2 Desain Sistem IoT

Skema sistem yang diimplementasikan dalam penelitian ini merupakan suatu sistem monitoring kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk mendeteksi kualitas udara di lingkungan kerja, khususnya pada unit usaha kecil dan menengah (UKM) pengelasan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Kerja Alat

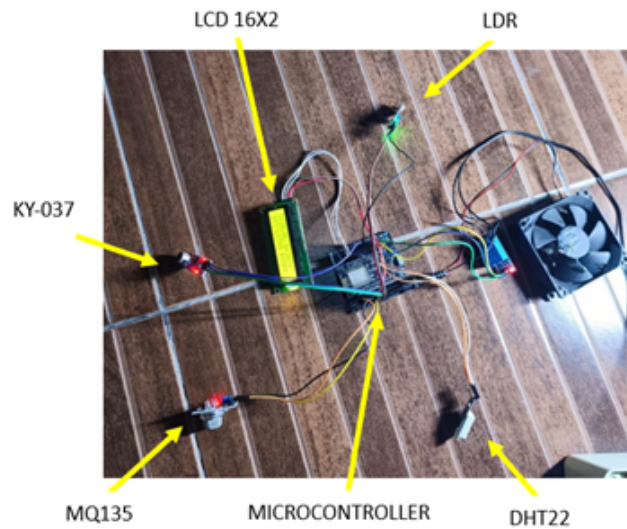
Sistem kontrol ventilasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dikembangkan dalam penelitian ini dipasang di area kerja utama UKM pengelasan, tepatnya pada titik strategis yang mewakili kondisi udara ruang kerja, sehingga pembacaan parameter lingkungan mencerminkan situasi aktual yang dialami pekerja. Sensor DHT22, MQ-135, LDR, dan KY-037 diposisikan sedemikian rupa untuk mendapatkan deteksi optimal DHT22 pada area sirkulasi udara untuk memantau suhu dan kelembapan, MQ-135 di dekat titik sumber asap pengelasan untuk mendeteksi gas berbahaya, LDR pada lokasi dengan paparan cahaya kerja, dan KY-037 pada area dengan potensi kebisingan tertinggi.

Masing-masing sensor menghasilkan sinyal keluaran sesuai jenisnya DHT22 dan MQ-135 menghasilkan data digital dan analog, LDR menghasilkan sinyal analog yang berubah sesuai intensitas cahaya, dan KY-037 mengeluarkan sinyal digital/analog sesuai tingkat kebisingan. Sinyal dari setiap sensor dikirim melalui jalur input pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Mikrokontroler ini memproses data menggunakan program yang telah diprogram sebelumnya, dimana nilai ambang batas (*threshold*) untuk suhu, kelembapan, konsentrasi gas, dan kebisingan disimpan di dalam memori internal NodeMCU.

Jika pembacaan sensor melampaui nilai ambang batas tersebut, NodeMCU mengirimkan sinyal digital ke modul *relay* untuk mengaktifkan kipas ventilasi secara otomatis. Proses ini menggunakan sinyal listrik *low/high* dari pin *output* NodeMCU sebagai pemacu *relay*, yang kemudian menyalurkan daya ke kipas. Secara paralel, data pembacaan sensor dikirimkan dalam format data digital melalui protokol HTTP/MQTT ke server *ThingSpeak* menggunakan konektivitas Wi-Fi bawaan ESP8266. Data yang tersimpan di *ThingSpeak* dapat diakses secara *real-time* oleh pengguna melalui laptop atau *smartphone*, sehingga pengawasan dapat dilakukan dari jarak jauh.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Perbandingan ini memungkinkan penentuan kondisi aman atau bahaya secara langsung. Data historis yang tersimpan di *ThingSpeak* digunakan untuk melihat tren perubahan kondisi

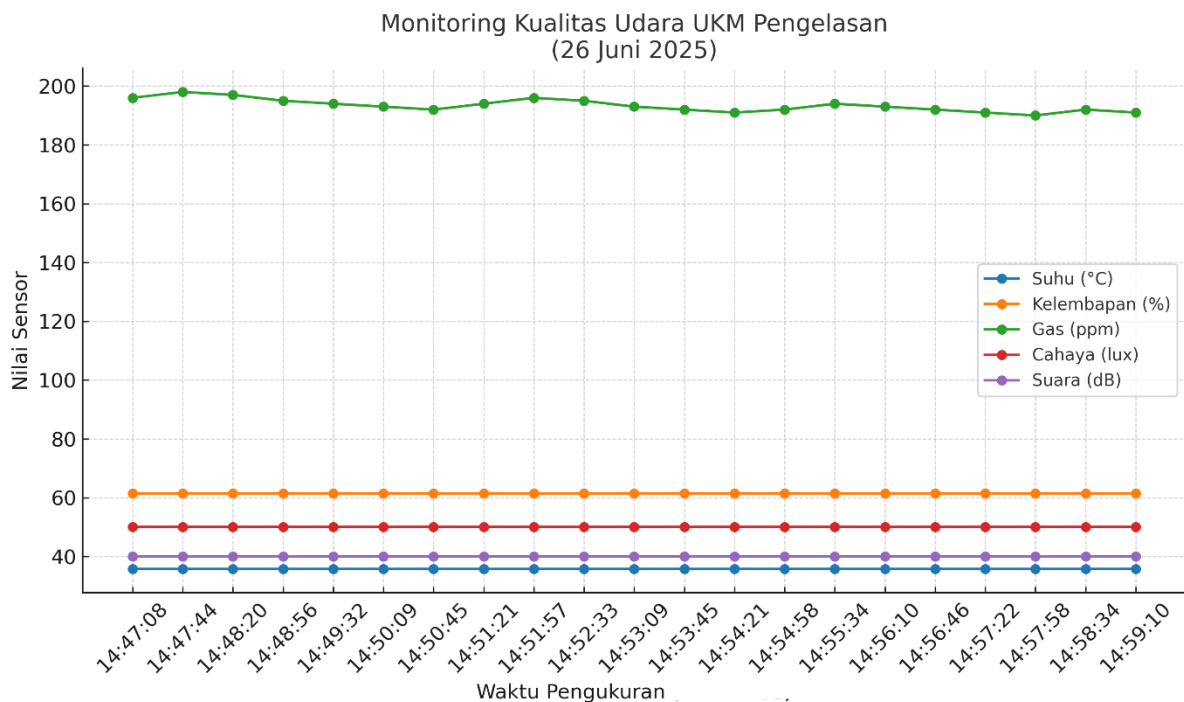
lingkungan kerja dari waktu ke waktu. Proses analisis ini tidak hanya membantu pengambilan keputusan operasional secara cepat, tetapi juga dapat menjadi dasar evaluasi jangka panjang untuk peningkatan sistem ventilasi dan keselamatan kerja di UKM pengelasan.



Gambar 3. 1 Rangkaian Proses Alat Sensor

3.1.1 Data Hasil Uji Tanpa Ventilator

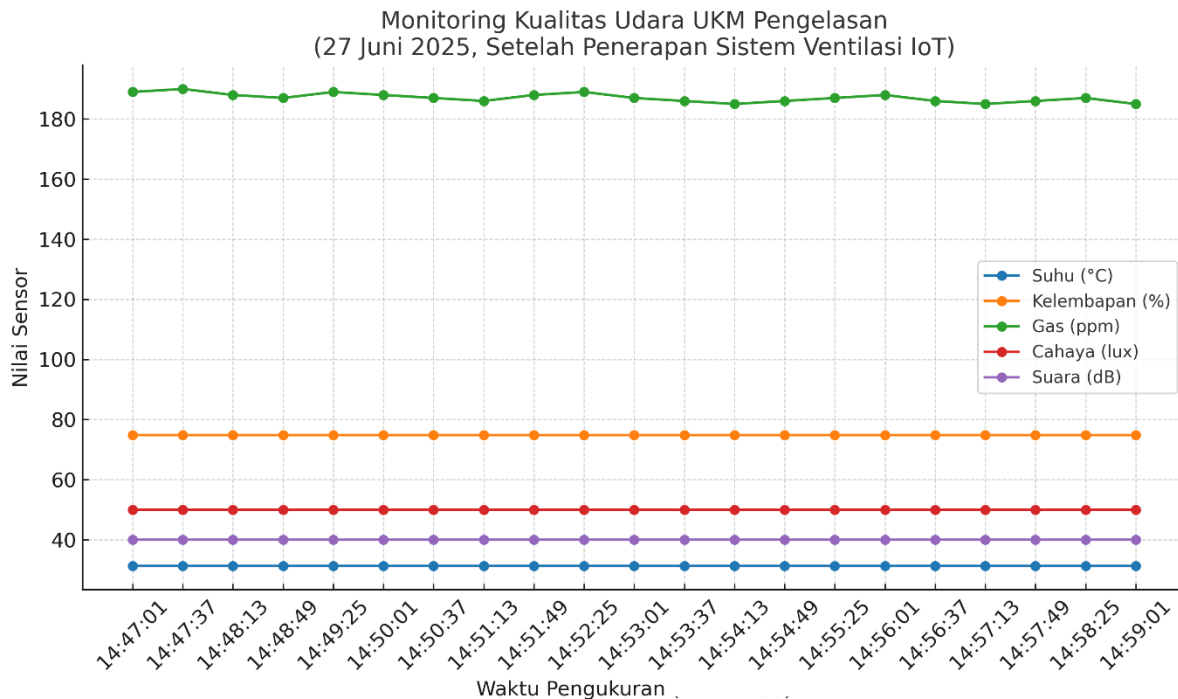
Berdasarkan hasil pengujian sensor di lingkungan UKM pengelasan pada 26 Juni 2025, rata-rata suhu yang terdeteksi sebesar **35,8°C**, menunjukkan bahwa area kerja cukup panas akibat proses pengelasan. Kelembapan udara rata-rata **61,5%**, yang masih dalam batas wajar namun perlu dipantau untuk kenyamanan kerja. Sensor gas MQ135 mencatat nilai rata-rata **196 PPM**, menandakan adanya kandungan gas dari proses pengelasan yang harus diwaspadai karena bisa berbahaya jika terhirup terus-menerus. Dari data ini, terlihat bahwa kondisi lingkungan kerja UKM pengelasan perlu perbaikan, terutama dari sisi ventilasi, pencahayaan, dan pengendalian kualitas udara. Sistem kontrol ventilasi berbasis IoT sangat penting untuk membantu memantau dan mengatur kondisi tersebut secara otomatis.



Gambar 3. 2 Grafik Data Hasil Uji Tanpa Ventilator

3.1.2 Data Hasil Uji Menggunakan Ventilator

Berdasarkan hasil pengujian sensor pada 27 Juni 2025 setelah sistem kontrol ventilasi IoT diterapkan, diperoleh rata-rata suhu sebesar **31,3°C** dan kelembapan **74,8%**, yang menunjukkan kondisi lingkungan menjadi lebih sejuk dan lembap dibandingkan sebelum sistem diterapkan. Nilai gas yang terdeteksi rata-rata **189 PPM**, turun dari sebelumnya (**196 PPM**), yang mengindikasikan adanya penurunan polusi udara berkat sistem ventilasi aktif. Secara keseluruhan, data ini membuktikan bahwa sistem ventilasi berbasis IoT efektif dalam menurunkan suhu dan kualitas udara berbahaya di lingkungan kerja UKM pengelasan.



Gambar 3. 3 Data Hasil Uji Menggunakan Ventilator

4. Simpulan

Penelitian ini menghasilkan sistem kontrol ventilasi otomatis berbasis IoT yang mampu memantau dan mengatur kualitas udara di ruang kerja UKM pengelasan secara *real-time*. Sistem menggunakan sensor suhu, kelembapan, gas, cahaya, dan kebisingan yang terintegrasi dengan NodeMCU dan platform *ThingSpeak*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem efektif menjaga kondisi lingkungan tetap aman dan nyaman secara otomatis. Kontribusi utama penelitian ini adalah penerapan IoT yang sederhana namun fungsional untuk meningkatkan keselamatan kerja di sektor UKM. Keterbatasan terletak pada cakupan ruang terbatas dan akurasi sensor. Penelitian ini memberikan dasar praktis dan teoritis bagi pengembangan sistem otomatisasi lingkungan kerja yang lebih luas di masa depan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan ilmiah yang diberikan, serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam proses penelitian dan penulisan jurnal ini.

Daftar Pustaka

- Golom, R. and Sitorus, T. (2020) 'Analisis Ergonomi dalam Desain Ruang Kantor Modern', *Journal Manajemen*, 7(3), pp. 1–11.
- Ilham, M. *et al.* (2020) 'Analisis Pelaksanaan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode Job Safety Analysis (JSA) Proyek Pembangunan Jembatan SiKatak Universitas Diponegoro

- Semarang', *Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*, pp. 277–284.
- Keserasian, A., Modal, B. and Belanja, D.A.N. (2021) 'Jurnal Kompetitif: Media Informasi Ekonomi Pembangunan, Manajemen dan Akuntansi', 7(1), pp. 39–55.
- Khalifa, A.A.M. and Prawiroredjo, K. (2022) 'Model Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban Ruang Produksi Obat Berbasis NodeMCU ESP32', *Jurnal ELTIKOM*, 6(1), pp. 13–25. Available at: <https://doi.org/10.31961/eltikom.v6i1.415>.
- Kosasi, Hasibuan, B. and Sukwika, T. (2022) '1979-6130-1-Pb', *Jurnal Untuk Masyarakat Sehat (JUKMAS)*, 6(Manajemen Pembinaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Bagi Pekerja Las Informal di Bengkel Las Kabupaten Sumedang), pp. 2–8.
- Muhendra, R. and Amin, A. (2023) 'Oxygen Level System Development in WSN and IoT-Based Factory', *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 23(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.55981/jet.512>.
- Rahman, H. *et al.* (2020) 'Kontrol Ventilasi Mekanis Berbasis pada Jumlah Estimasi Penghuni menggunakan Sensor Karbon Dioksida', *Teknik*, 41(3), pp. 232–238. Available at: <https://doi.org/10.14710/teknik.v41n3.33710>.
- Sulastri, L. and Uriawan, W. (2020) 'Pengaruh Lingkungan Kerja, Motivasi Dan Efikasi Diri Terhadap Kinerja Pegawai Di Era Industri 4.0', *Komitmen: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 1(1), pp. 43–49. Available at: <https://doi.org/10.15575/jim.v1i1.8288>.
- Golom, R. and Sitorus, T. (2020) 'Analisis Ergonomi dalam Desain Ruang Kantor Modern', *Journal Manajemen*, 7(3), pp. 1–11.
- Ilham, M. *et al.* (2020) 'Analisis Pelaksanaan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode Job Safety Analysis (JSA) Proyek Pembangunan Jembatan SiKatak Universitas Diponegoro Semarang', *Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*, pp. 277–284.
- Keserasian, A., Modal, B. and Belanja, D.A.N. (2021) 'Jurnal Kompetitif: Media Informasi Ekonomi Pembangunan, Manajemen dan Akuntansi', 7(1), pp. 39–55.
- Khalifa, A.A.M. and Prawiroredjo, K. (2022) 'Model Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban Ruang Produksi Obat Berbasis NodeMCU ESP32', *Jurnal ELTIKOM*, 6(1), pp. 13–25. Available at: <https://doi.org/10.31961/eltikom.v6i1.415>.
- Kosasi, Hasibuan, B. and Sukwika, T. (2022) '1979-6130-1-Pb', *Jurnal Untuk Masyarakat Sehat (JUKMAS)*, 6(Manajemen Pembinaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Bagi Pekerja Las Informal di Bengkel Las Kabupaten Sumedang), pp. 2–8.
- Muhendra, R. and Amin, A. (2023) 'Oxygen Level System Development in WSN and IoT-Based Factory', *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 23(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.55981/jet.512>.
- Rahman, H. *et al.* (2020) 'Kontrol Ventilasi Mekanis Berbasis pada Jumlah Estimasi Penghuni menggunakan Sensor Karbon Dioksida', *Teknik*, 41(3), pp. 232–238. Available at: <https://doi.org/10.14710/teknik.v41n3.33710>.
- Sulastri, L. and Uriawan, W. (2020) 'Pengaruh Lingkungan Kerja, Motivasi Dan Efikasi Diri Terhadap Kinerja Pegawai Di Era Industri 4.0', *Komitmen: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 1(1), pp. 43–49. Available at: <https://doi.org/10.15575/jim.v1i1.8288>.