

Design of Automatic Cooker Hood Using NodeMCU [Rancang Bangun Automatisasi Alat Penghisap Asap Dapur (Cooker Hood) Menggunakan NodeMCU]

Mohamad Istiyo Budi¹⁾, Dwi Hadidjaja Rasjid Saputra^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: dwiheadidjaja1@umsida.ac.id

Abstract. *Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) poses a significant health risk due to long-term exposure to carbon monoxide-containing kitchen fumes. Installation of a cooker hood or kitchen smoke extractor with an automated fan is crucial for prevention. This study employed a research and development approach to evaluate the effectiveness of utilizing the NodeMCU ESP8266, MQ-7 sensor, 16x2 I2C LCD, and overall system configuration. Experimental results revealed the MQ-7 sensor's rapid response to smoke intensity changes, with an average 3.77-second response time and a range of detection up to 10cm. Relay testing for fan speed control, using three voltage inputs (5V, 9V, and 12V), categorized conditions as SLOW (PPM>10), MED (PPM <11 & >20), and HIGH (PPM>21). The tests demonstrated optimal performance, as the system successfully adjusted fan speeds based on varying smoke intensity levels, ensuring a healthy air quality environment.*

Keywords - *Cooker Hood; Fan DC; Kitchen Smoke; MQ-7; NodeMCU ESP8266*

Abstrak. *Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) menjadi ancaman bagi individu yang, dalam jangka waktu yang lama, terpapar asap dapur karena mengandung gas karbon monoksida. Langkah untuk mencegah ancaman ini adalah dengan memasang cooker hood atau penghisap asap dapur yang dilengkapi dengan fan yang secara otomatis dapat membuang asap hasil kegiatan dapur. Penelitian ini menggunakan metode research and development dengan melakukan pengujian pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor MQ-7, LCD I2C 16x2, dan sistem alat secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-7 merespon perubahan intensitas asap tercepat dengan jarak 10cm dalam rata-rata waktu respon 3.77 detik. Pengujian relay untuk kontrol kecepatan fan yang diberi tiga input tegangan berbeda yaitu 5V, 9V dan 12V dibagi ke tiga kondisi yaitu SLOW (PPM >10), MED (PPM <11 & >20, dan HIGH (PPM >21) menunjukkan hasil optimal setelah berhasil switching berdasarkan intensitas asap yang berbeda sehingga kualitas udara yang sehat dapat tetap terjaga.*

Kata Kunci - *Cooker Hood; Fan DC; Asap Dapur; MQ-7; NodeMCU ESP8266*

I. PENDAHULUAN

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) merupakan kondisi yang ditimbulkan akibat paparan udara tercemar dalam jangka waktu yang lama di lingkungan sekitar. Udara tercemar yang menjadi faktor utama dari ISPA adalah gas buangan yang dihasilkan oleh sarana transportasi serta polusi udara dalam rumah tangga seperti asap dapur, asap rokok dan asap obat nyamuk bakar [1], [2]. Gas buangan tersebut umumnya mengandung gas karbon monoksida (CO), SO₂, dan NO₂ yang jika dihirup berlebihan bisa membahayakan dan berpotensi menyebabkan radang dan kanker paru-paru [3], [4].

Ventilasi ruangan yang baik menjadi salah satu upaya dalam mengatasi dan mencegah infeksi ISPA yang umumnya terjadi pada balita dan ibu rumah tangga yang sering terpapar asap dapur sebagai akibat dari aktivitas memasak [5], [6]. Selain ventilasi, sebuah dapur minimalis juga harus mengutamakan adanya cooker hood, alat yang digunakan untuk menyedot asap sehingga kualitas udara dalam dapur tetap terjaga bersih [7]. Permasalahan utama dari *cooker hood* adalah proses menjalankannya yang dilakukan secara manual, sehingga mengurangi efisiensi dalam menyedot asap. Oleh sebab itu, perlu adanya *cooker hood* otomatis yang berfungsi berdasarkan tingkat ketebalan asap, dengan berbagai tingkatan *fan* untuk efisiensi daya.

Penelitian terdahulu mengenai *cooker hood* telah banyak dilakukan, seperti penelitian mengenai penghisap asap otomatis pada dapur berbasis ketebalan asap menggunakan sensor MQ7 yang diproses menggunakan sistem PID. Ketika sensor MQ7 mendeteksi adanya asap, maka motor DC akan aktif memutar *exhaust fan* untuk menyedot asap. Semakin tebal asap, maka semakin cepat pula putaran motor DC dan begitupun sebaliknya. Asap yang dibuang lalu disaring menggunakan filter partikel karbon aktif yang efektif untuk menetralkan asap dan bau tidak sedap [8].

Kemudian, penelitian selanjutnya adalah sistem monitoring partikulat (PM10) dan karbon monoksida berbasis Arduino Uno dimana sistem memantau kualitas udara berdasarkan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) yang menggambarkan kualitas udara pada waktu dan lokasi yang sudah ditentukan serta pengaruhnya pada kesehatan masyarakat. Sistem menggunakan sensor MQ-7 untuk mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida (CO) dan sensor

Sharp GP2Y1010AU0 untuk mendeteksi partikel debu. Hasil pembacaan kedua sensor lalu dikelompokkan menjadi lima macam kondisi mulai dari baik hingga berbahaya dan ditampilkan menggunakan modul LED [9].

Penelitian lebih lanjut yaitu prototipe sistem *monitoring* karbon monoksida secara *real-time* berbasis *internet of things*. Sistem diaplikasikan pada basemen yang difungsikan sebagai lokasi parkir sehingga pengguna seringkali terpapar dengan kadar gas karbon monoksida yang cukup tinggi. Alat pada sistem menggunakan kombinasi Raspberry Pi dan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan sensor MQ-7 sebagai pendeteksi kadar gas karbon monoksida (CO), *output* yang dihasilkan adalah tampilan LCD yang dapat dilihat langsung oleh pengguna serta website co-monitoring yang diisi data hasil pembacaan sensor MQ-7 yang telah disimpan dalam *database* [10].

Penelitian selanjutnya mengenai sistem *early warning* untuk pemantauan kualitas udara menggunakan sensor DHT22 dan MQ-7 yang diproses melalui teknologi LORA dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Sistem dibagi menjadi dua bagian dimana terdapat *transmitter* sebagai pengirim data dan *receiver* sebagai penerima data dari alat sehingga operator dapat mendapatkan data secara *real-time* dari *transmitter* yang ditempatkan pada berbagai titik. Output yang terdapat dalam sistem berupa OLED 0,96” yang menampilkan data suhu dan kadar karbon monoksida dalam PPM dan *buzzer* yang menyala saat kadar karbon monoksida serta suhu dan kelembapan berada di atas nilai referensi yang telah ditentukan [11].

Penelitian saat ini memiliki beberapa pembaruan dari penelitian sebelumnya, seperti penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler [12]. Sensor yang digunakan adalah sensor MQ-7 yang berfungsi untuk mendeteksi kadar gas karbon monoksida dalam ruangan karena tingkat sensitivitasnya yang tinggi dan ukurannya yang kecil [13], [14]. Kemudian, perangkat output yang digunakan adalah LCD I2C 16x2 digunakan sebagai *display* untuk menampilkan nilai dari sensor, fan DC 4 pin, serta *relay* 4 channel untuk mengatur kecepatan fan berdasarkan intensitas CO yang dideteksi oleh sensor [15], [16]. Semakin tinggi nilai PPM yang dideteksi, maka semakin cepat juga putaran fan sehingga gas karbon monoksida yang ada di ruangan bisa segera dibuang [17].

Dengan dibuatnya alat ini, diharapkan kualitas udara pada dapur akan tetap terjaga demi kenyamanan dan kesehatan penghuni ruangan yang bebas dari paparan gas karbon monoksida untuk waktu yang lama.

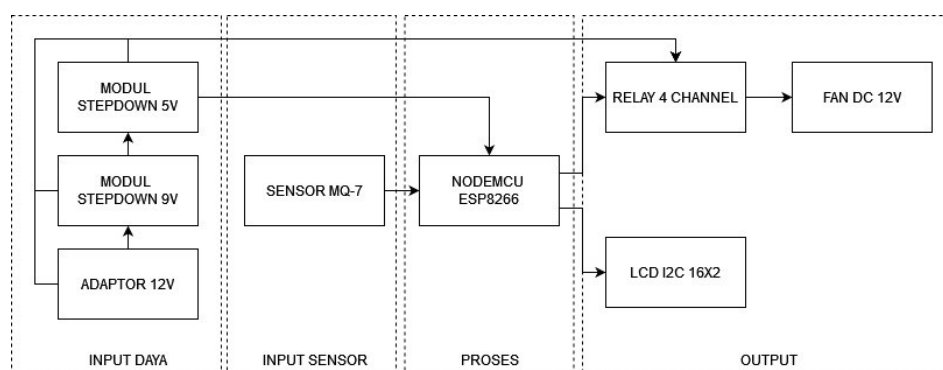
II. METODE

Penelitian memanfaatkan metode *research and development* (R&D). Metode ini bertujuan untuk menghasilkan dan menguji keefektifan alat melalui berbagai macam eksperimen, perbaikan, dan finalisasi alat demi mengatasi masalah yang dihadapi dan mencapai tujuan akhir dimana produk berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian [18].

Tahapan-tahapan dalam metode R&D dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah: Melakukan observasi pada cara kerja *cooker hood* dalam proses menyedot asap dapur.
2. Studi Literatur: Mengumpulkan dan memahami informasi yang relevan melalui buku, jurnal, karya ilmiah dan sumber-sumber lain dari penelitian terkait untuk mengkaji komponen alat seperti sensor MQ-7, NodeMCU ESP8266, logika relay 4 channel, fan DC dan LCD I2C 16x2 secara lebih dalam untuk dijadikan acuan dalam proses penelitian.
3. Perancangan: Perancangan dilakukan dengan menentukan cara kerja dan desain alat, lalu menggabungkan komponen berupa sensor, mikrokontroler, dan komponen pendukung lain dalam satu sistem yang utuh.
4. Pengujian: Pengujian *reliability* dan akurasi dilakukan untuk memastikan alat berjalan sesuai dengan kebutuhan. Jenis pengujian yang dilakukan meliputi pengujian NodeMCU ESP8266, pengujian sensor MQ-7, pengujian LCD I2C 16x2, pengujian logika *relay* untuk mengatur kecepatan fan DC.
5. Perbaikan: Perbaikan pada alat akan dilakukan sesuai dengan kelemahan-kelemahan yang ditemukan setelah adanya pengujian.

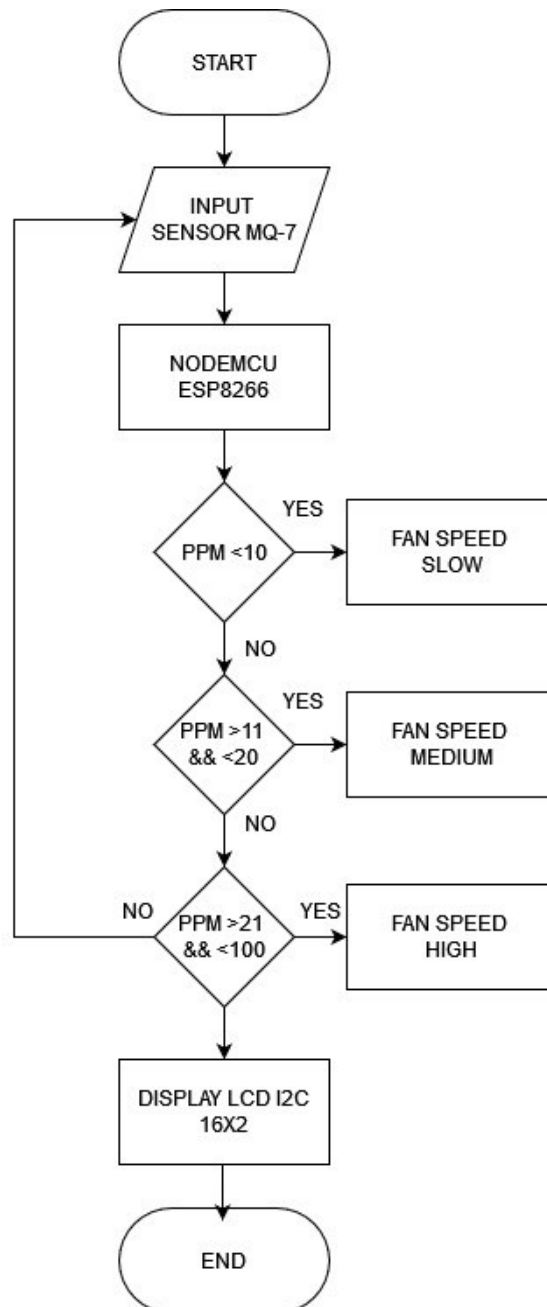
A. Blok diagram



Gambar 1. Blok Diagram

Penelitian ini menggunakan input yaitu adaptor 12v sebagai sumber daya utama yang kemudian dihubungkan dengan dua buah modul *step-down* LM2596 untuk membagi tegangan menjadi 9v dan 5v. Kemudian input sensor adalah sensor MQ-7 yang diproses oleh NodeMCU ESP8266. Komponen output terdiri dari tiga bagian yaitu relay 4 channel yang terhubung ke fan DC 12v, serta LCD I2C 16x2 sebagai *display*.

B. Flowchart

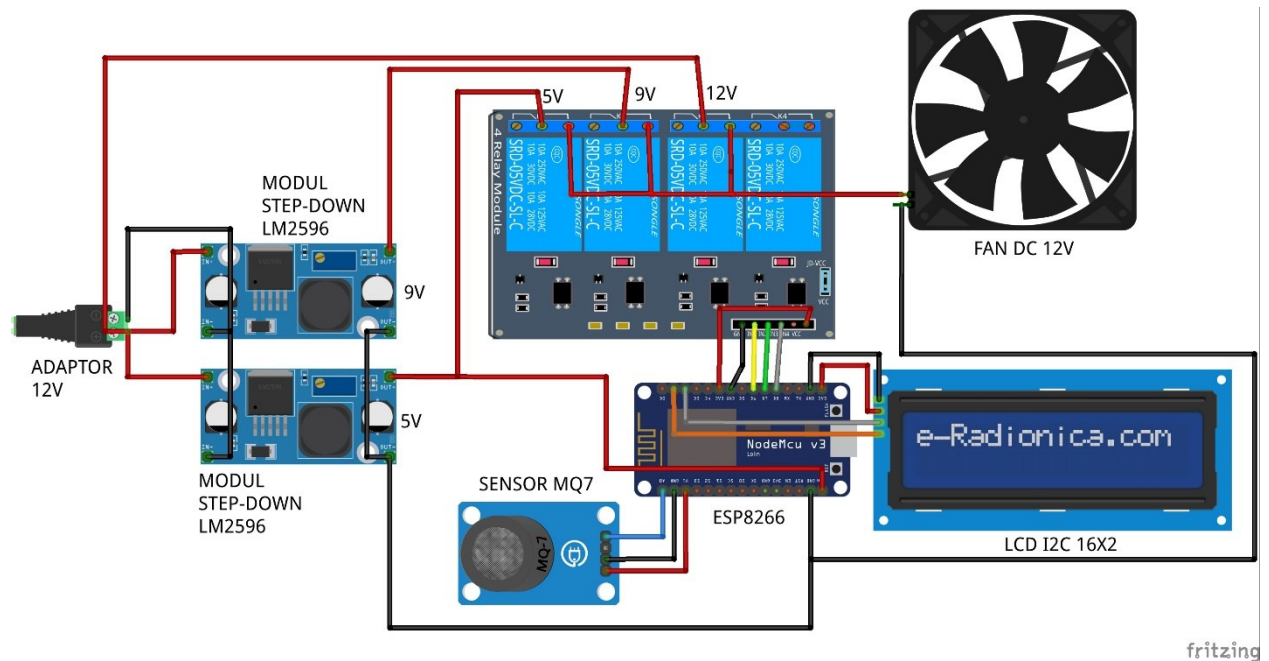


Gambar 2. Flowchart

Alur dimulai dengan input nilai PPM yang dideteksi oleh sensor MQ-7, data input tersebut lalu diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang kemudian memberi perintah pada relay untuk menjalankan logika yang ada dalam program. Saat sensor MQ-7 mendeteksi nilai PPM dibawah 10ppm, maka K1 pada *relay* akan aktif dan memberikan tegangan 5V pada fan yang berarti "*speed low*" atau kecepatan rendah. Saat PPM naik ke angka 11ppm

hingga 20ppm, maka K2 pada *relay* akan aktif dan memberikan tegangan 9V pada fan yang berarti “*speed medium*” atau kecepatan sedang. Terakhir, saat nilai PPM melebihi 21ppm, maka K3 pada *relay* akan aktif dan memberikan tegangan 12V pada fan yang berarti “*speed high*” atau kecepatan tinggi. Data pembacaan sensor dan kondisi kecepatan fan ditampilkan melalui LCD I2C 16x2.

C. Wiring diagram



Gambar 3. Wiring Diagram

Wiring diagram di atas dimulai dengan input tegangan dari adaptor 12V yang kemudian dibagi ke dua modul step-down LM2596 dan ke K3 dari *relay*. Setelahnya modul *step-down* dengan output 9V dihubungkan ke K2 dari *relay* sedangkan modul *step-down* dengan output 5V dihubungkan dengan VIN dan GND dari NodeMCU ESP8266. Pin A0 dari sensor MQ-7 terhubung dengan pin A0 di NodeMCU ESP8266. Pin SDA dan SCL dari LCD I2C 16x2 terhubung dengan pin D2 dan D1 dari NodeMCU ESP8266. IN1 *relay* terhubung dengan pin D5, IN2 *relay* dengan pin D6, dan IN3 *relay* dengan pin D7. Kabel positif dari fan terhubung secara NO (*Normally Open*) dengan *relay*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian sensor MQ-7

Pengujian dilakukan dengan memberikan sensor MQ-7 variasi jarak yang berbeda untuk menguji kecepatan respon sensor terhadap gas karbon monoksida. Objek pengujian yang digunakan adalah asap dari rokok.

Jarak 10cm

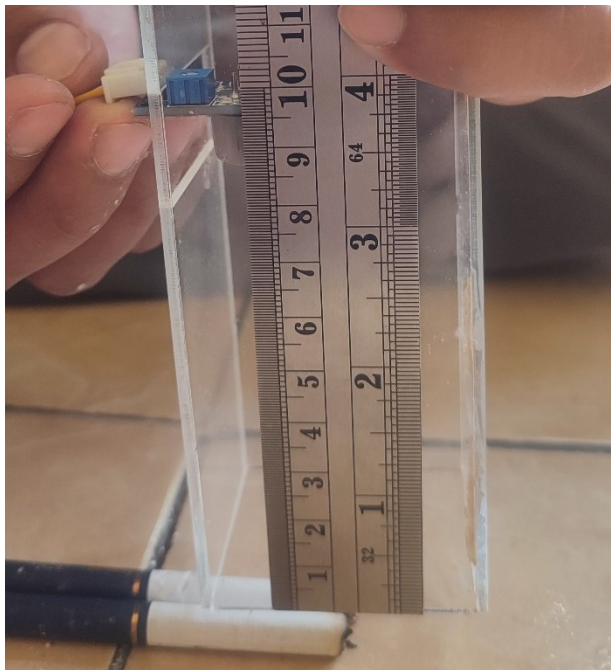
Pengujian sensor MQ-7 dengan jarak 10cm dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Pengujian sensor MQ-7 dengan jarak 10cm

Pengujian ke-	Jarak	Nilai PPM awal	Nilai PPM akhir	Kecepatan respon Pembacaan (detik)
1	10cm	5.34	8.31	03.68
2	10cm	5.98	8.22	03.62
3	10cm	6.20	8.47	03.97
4	10cm	6.07	7.50	04.70
5	10cm	5.79	7.38	04.03
6	10cm	5.72	7.81	04.44

7	10cm	5.94	8.31	03.83
8	10cm	6.10	9.54	04.52
9	10cm	6.26	9.25	02.63
10	10cm	6.16	9.96	02.32
Rata-rata respon				03.77

Tabel pengujian di atas menunjukkan bahwa rata-rata respon sensor MQ-7 dalam pembacaan kadar gas karbon monoksida dengan jarak 10cm adalah 03.77 detik.



Gambar 4. Pengujian Sensor MQ-7 Dengan Jarak 10cm

Jarak 20cm

Pengujian sensor MQ-7 dengan jarak 20cm dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Pengujian sensor MQ-7 dengan jarak 20cm

Pengujian ke-	Jarak	Nilai PPM awal	Nilai PPM akhir	Kecepatan respon Pembacaan (detik)
1	20cm	5.31	7.07	03.77
2	20cm	5.50	6.66	03.45
3	20cm	5.76	7.44	04.08
4	20cm	5.69	7.94	04.35
5	20cm	6.01	7.94	04.32
6	20cm	5.85	7.41	04.90
7	20cm	5.82	8.50	04.51
8	20cm	6.10	8.88	03.26
9	20cm	6.38	8.56	03.06
10	20cm	6.32	8.47	04.62
Rata-rata respon				04.32

Tabel pengujian di atas menunjukkan bahwa rata-rata respon sensor MQ-7 dalam pembacaan kadar gas karbon monoksida dengan jarak 20cm adalah 04.32 detik.



Gambar 5. Pengujian Sensor MQ-7 Dengan Jarak 20cm

Jarak 30cm

Pengujian sensor MQ-7 dengan jarak 30cm dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Pengujian sensor MQ-7 dengan jarak 30cm

Pengujian ke-	Jarak	Nilai PPM awal	Nilai PPM akhir	Kecepatan respon Pembacaan (detik)
1	30cm	6.45	8.56	05.10
2	30cm	6.10	8.40	05.63
3	30cm	6.16	8.62	05.84
4	30cm	5.50	6.97	05.39
5	30cm	5.79	6.38	06.15
6	30cm	5.47	6.60	06.12
7	30cm	6.23	7.56	06.13
8	30cm	5.88	7.59	07.75
9	30cm	6.07	7.69	07.26
10	30cm	5.82	8.53	07.70
Rata-rata respon				06.30

Tabel pengujian di atas menunjukkan bahwa rata-rata respon sensor MQ-7 dalam pembacaan kadar gas karbon monoksida dengan jarak 30cm adalah 06.30 detik.



Gambar 6. Pengujian Sensor MQ-7 dengan Jarak 30cm

Berdasarkan ketiga pengujian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa jarak terbaik untuk sensor MQ-7 dalam mendeteksi kadar gas karbon monoksida di udara adalah 10cm untuk mendapatkan respon yang cepat dan akurat.

B. Pengujian LCD I2C 16x2

Pengujian LCD I2C 16x2 dilakukan untuk memastikan kesesuaian data yang ditampilkan dan kemudahan pengguna untuk melihat data hasil pembacaan sensor MQ-7.



Gambar 7. Tampilan LCD I2C 16x2 saat nilai CO <10PPM



Gambar 8. Tampilan LCD I2C 16x2 saat nilai CO >11PPM dan <20PPM



Gambar 9. Tampilan LCD I2C 16x2 saat nilai CO <21PPM

Hasil pengujian LCD I2C 16x2 menunjukkan bahwa LCD I2C 16x2 mampu secara optimal menampilkan data hasil pembacaan sensor MQ-7 dan tingkat kecepatan putaran fan dengan jelas sehingga memudahkan pengguna untuk mengetahui tingkat gas karbon monoksida (CO) di ruangan.

C. Pengujian putaran fan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kecepatan putaran fan dc 12V saat mendapatkan masukan tegangan yang berbeda. Dalam penelitian ini, tegangan masukan yang digunakan adalah 5V, 9V, dan 12V kemudian diukur menggunakan *tachometer* non-kontak UT373.

Tabel 4. Pengujian Putaran Fan Dengan Perbedaan Input Tegangan

No	Tegangan Masukan	Nilai RPM
1	5V	2312.6
2	9V	3103.8
3	12V	4051.1

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan masukan yang berbeda sangat berpengaruh terhadap nilai RPM atau kecepatan putar dari fan. Saat fan diberi tegangan yang sesuai, yaitu 12V, maka fan dapat berputar dengan maksimal. Kecepatan fan berada di titik terendah saat diberi tegangan masukan 5V, dan berada di titik menengah saat diberi tegangan masukan 9V.



Gambar 10. Pengujian RPM fan dengan tegangan masukan 5V, 9V, dan 12V.

D. Pengujian keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pada alat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

No	Nilai PPM	Input Tegangan	Kecepatan Fan	Kesesuaian Logika Program
1	05.41	5V	Slow	Sesuai
2	12.68	9V	Med	Sesuai
3	15.24	9V	Med	Sesuai
4	22.15	12V	High	Sesuai
5	06.36	5V	Slow	Sesuai
6	26.21	12V	High	Sesuai
7	13.35	9V	Med	Sesuai
8	04.58	5V	Slow	Sesuai
9	12.79	9V	Med	Sesuai
10	21.20	12V	High	Sesuai

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan dari alat yang dibuat menunjukkan bahwa alat bekerja sesuai dengan tujuan awal penelitian yaitu saat nilai PPM dibawah 10ppm, maka kecepatan fan berada di level *slow*, lalu saat nilai PM berada di antara 11 dan 21 PPM, maka kecepatan fan berada di level *medium* dan yang terakhir saat nilai PPM melebihi 21 PPM maka kecepatan fan akan berada di level *high*.

IV. SIMPULAN

Setelah melalui berbagai pengujian, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai sistem *cooker hood* otomatis menggunakan NodeMCU ESP8266 berfungsi optimal. Nilai pembacaan dari sensor MQ-7 dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti arah angin serta intensitas atau ketebalan dari asap yang melewati sensor sehingga keakuratan pembacaan dapat berubah berdasarkan faktor-faktor di atas. Pada hasil pengujian jarak antara sensor dengan objek asap, jarak 10cm menjadi yang paling responsif dengan rata-rata waktu respon 3.77 detik. Responsivitas ini berpengaruh besar dalam mengatur kecepatan putaran fan saat sensor mendeteksi nilai PPM yang tinggi sehingga asap dapur dapat dibuang untuk menjaga kualitas udara di tingkat yang sehat bagi para penghuni ruangan. Untuk penelitian kedepannya, desain alat dapat merubah jarak antara sensor MQ-7 dengan objek asap menjadi lebih dekat sehingga kecepatan pembacaan PPM akan meningkat demi pembuangan asap yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas bantuan dalam proses penelitian dan pembuatan laporan sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] N. Jain, D. Handoko, and T. M. Albaar, "Hubungan Antara Lingkungan Tempat Tinggal Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Atas (ISPA) Pada Masyarakat di Kecamatan Weda," *cerdika*, vol. 3, no. 7, pp. 721–728, Jul. 2023, doi: 10.59141/cerdika.v3i7.640.
- [2] S. Listyarini, L. Warlina, and A. Sambas, "Air Quality Monitoring System in South Tangerang Based on Arduino Uno: From Analysis to Implementation," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 1115, no. 1, p. 012046, Mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1115/1/012046.
- [3] D. A. Putri, A. Rosyada, W. Lionita, D. M. Sari, F. Hepiman, and D. Islamiati, "Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Sate di Palembang," *J Keskom*, vol. 8, no. 1, pp. 135–140, Apr. 2022, doi: 10.25311/keskom.Vol8.Iss1.1084.
- [4] V. V. Raming, J. M. L. Umboh, and F. Warouw, "Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO)," *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, vol. 11, no. 4, pp. 95–101, 2022.
- [5] S. Sudirman, M. Muzayyana, S. N. H. Saleh, and H. Akbar, "Hubungan Ventilasi Rumah dan Jenis Bahan Bakar Memasak dengan Kejadian ISPA pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Juntinyuat," *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, vol. 3, no. 3, pp. 187–191, Sep. 2020, doi: 10.56338/mppki.v3i3.1137.
- [6] S. A. Rafaditya, A. Saptanto, and K. Ratnaningrum, "Ventilasi dan Pencahayaan Rumah Berhubungan dengan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada Balita: Analisis Faktor Lingkungan Fisik," *Medica Arteriana (Med-Art)*, vol. 3, no. 2, p. 115, Feb. 2022, doi: 10.26714/medart.3.2.2021.115-121.
- [7] A. Hilary Kelechi *et al.*, "Design of a Low-Cost Air Quality Monitoring System Using Arduino and ThingSpeak," *Computers, Materials & Continua*, vol. 70, no. 1, pp. 151–169, 2022, doi: 10.32604/cmc.2022.019431.
- [8] A. Waluyo, A. Ryadhi, and K. Kamarudin, "Automatic Cooker Hood: Penghisap Asap Otomatis Pada Dapur Berbasis Ketebalan Asap," *politeknologi*, vol. 18, no. 2, pp. 179–184, Jul. 2019, doi: 10.32722/pt.v18i2.1437.
- [9] I. Sumadikarta and R. Kurniasih, "Sistem Monitoring Partikulat (PM10) Dan Karbon Monoksida (CO) Berbasis Arduino Uno," *SNITek*, vol. 3, pp. 218–224, Jul. 2023, doi: 10.59134/prosidng.v3i3.362.
- [10] D. Asharuddin and A. Basry, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Karbon Monoksida (CO) Secara Real Time Menggunakan Protocol MQTT Berbasis Internet," *TEKINFO*, vol. 24, no. 1, pp. 29–35, Apr. 2023, doi: 10.37817/tekinfo.v24i1.2792.
- [11] F. Faizah, K. Kustori, I. W. Y. M. Wiguna, S. Suhanto, and A. Abdullah, "Implementasi Teknologi Lora Dan NodeMCU ESP8266 Pada Alat Early Warning System Untuk Pemantauan Kualitas Udara," *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya*, vol. 8, no. 1, pp. 42–55, Apr. 2023, doi: 10.46491/jp.v8i1.1357.
- [12] K. Laili, T. Pangaribowo, and B. Badaruddin, "Robot Pendeteksi Gas Beracun Menggunakan NodeMCU Esp8266 Berbasis IoT," *JTE*, vol. 10, no. 3, p. 183, Feb. 2020, doi: 10.22441/jte.v10i3.006.
- [13] N. Kobbekaduwa, W. R. De Mel, and P. Oruthota, "Calibration and Implementation of Heat Cycle Requirement of MQ-7 Semiconductor Sensor for Detection of Carbon Monoxide Concentrations," *Advances in Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 377–392, Aug. 2021, doi: 10.31357/ait.v1i2.5068.
- [14] M. U. Zafira, "Rancangan Bangun Prototype Monitoring Kualitas Udara dalam Ruang," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 11, no. 2, pp. 91–96, 2022.
- [15] A. Budiyo, G. B. Pramudita, and S. Adinandra, "Kontrol Relay dan Kecepatan Kipas Angin Direct Current (DC) dengan Sensor Suhu LM35 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 19, no. 01, pp. 43–54, Apr. 2020, doi: 10.31358/techné.v19i01.224.
- [16] I. M. Zaqi and N. Y. Sudiar, "Carbon Monoxide Measuring System using MQ-7 Sensor with Cloud Storage," *Pillar of Physics*, vol. 16, no. 2, pp. 89–98, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.24036/13451171074>.
- [17] F. Gonibala, S. Jamilatun, S. Amelia, A. Ma'arif, and M. H. Setiawan, "Toward an Advanced Gas Composition Measurement Device for Chemical Reaction Analysis," *BISTE*, vol. 5, no. 4, 2023, doi: <https://doi.org/10.12928/biste.v5i4.9249>.
- [18] S. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Penerbit Alfabeta, 2015.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.