

## Rancang bangun prototipe alat ukur konsentrasi CO, suhu, dan kelembapan udara berbasis Arduino dengan sensor MQ-7 dan DHT11

David Halomoan Nababan, Hasanuddin\*, Zulfian

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, 78124, Kalimantan Barat

\*email : hasanuddin@physics.untan.ac.id

**Abstrak** – Telah dilakukan perancangan prototipe alat ukur konsentrasi CO, suhu, dan kelembapan udara menggunakan sensor MQ-7 dan DHT11. Rancangan prototipe ini mengintegrasikan Arduino dengan sensor MQ-7 dan DHT11. Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada layar LCD, termasuk waktu, kadar CO, suhu, dan kelembapan udara. Penelitian diawali dengan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Akurasi prototipe alat diuji dengan cara membandingkan hasil pengukuran prototipe alat ukur dengan alat standar. Pengambilan data pada prototipe alat ukur dilakukan setiap 1 menit selama 3 jam, selama 4 hari berturut-turut. Hasil pengukuran dianalisis untuk memperoleh nilai galat *Root Mean Square* (RMSE) antara prototipe alat ukur dan alat standar. Nilai RMSE yang didapat dari pengukuran parameter CO, suhu, dan kelembapan udara masing-masing adalah 5,32%, 0,61%, dan 5,23%. Berdasarkan persentase nilai RMSE yang diperoleh, prototipe alat ukur dapat mendeteksi kadar CO, suhu, dan kelembapan udara dengan baik.

**Kata kunci:** Arduino, CO, DHT-11 sensor, RMSE, MQ-7 sensor

*Abstract* – A prototype instrument for measuring CO concentration, air temperature, and humidity using the MQ-7 and DHT11 sensors has been successfully developed. The prototype integrates an Arduino microcontroller with the MQ-7 and DHT11 sensors. The sensor readings are displayed on an LCD screen, showing the time, CO concentration, temperature, and air humidity. The study began with the design and development of both the hardware and software components. The accuracy of the prototype instrument was evaluated by comparing its measurements with those from standard reference instruments. Data acquisition from the prototype was conducted at 1-minute intervals over 3 hours on 4 consecutive days. The measurement results were analyzed to determine the Root Mean Square Error (RMSE) values of the prototype relative to the standard instruments. The RMSE values for CO concentration, temperature, and air humidity were 5.32%, 0.61%, and 5.23%, respectively. Based on these RMSE percentages, the prototype instrument demonstrated good performance in detecting CO concentration, air temperature, and humidity.

**Key words:** Arduino, CO, DHT-11 sensor, RMSE, MQ-7 sensor

### PENDAHULUAN

Udara merupakan campuran mekanis yang terdiri dari berbagai macam gas. Normalnya, komposisi udara terdiri dari kandungan gas nitrogen 78,1%, oksigen 20,94%, dan karbon dioksida 0,03% [1]. Udara memiliki peran besar dalam kehidupan manusia. Namun, sifat udara yang mudah tercemar menimbulkan masalah baru sehingga menyebabkan pencemaran udara [2]. Pencemaran udara biasanya terjadi di wilayah dengan mobilitas tinggi, seperti wilayah perkotaan. Meningkatnya mobilitas tersebut berakibat pada semakin banyaknya pabrik industri dan berbagai moda transportasi, khususnya kendaraan sepeda motor, yang menyumbang polusi udara setiap hari [3].

Sistem transportasi, khususnya di daerah perkotaan, cenderung lebih kompleks dan mengalami kemacetan pada jam-jam sibuk karena tingginya jumlah kendaraan bermotor di perkotaan. Pencemaran udara yang dihasilkan memberikan dampak pada kesehatan individu sekalipun polusi yang dihasilkan memiliki konsentrasi rendah. Dampak kesehatan yang ditimbulkan jika menghirup polusi udara yang tinggi, seperti infeksi saluran pernapasan atas (ISPA), bronkitis, radang tenggorokan, dan hidung berair [4]. Karbon monoksida adalah salah satu contoh polutan udara yang disebabkan oleh emisi gas buang. Karbon monoksida terjadi karena proses pembakaran yang tidak sempurna dari senyawa karbon, sedangkan hasil pembakaran sempurna adalah karbon dioksida [5][6].

Perbaikan sistem program

Karbon monoksida merupakan gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Namun, dampak yang ditimbulkan jika terpapar karbon monoksida berlebihan dapat mengganggu konsentrasi dan refleksi tubuh, menyebabkan perubahan tekanan darah, serta mengganggu fungsi otot, khususnya pada penderita penyakit jantung [7]. Hal tersebut dapat terjadi karena hemoglobin lebih mudah mengikat karbon monoksida dibandingkan oksigen, sehingga mengganggu suplai oksigen ke jaringan tubuh [8].

Karbon monoksida bisa menjadi pembunuh karena keberadaannya tidak bisa dideteksi secara langsung dengan panca indera. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan dan pembuatan alat yang dapat mengukur tingkat konsentrasi karbon monoksida secara *real time* dan akurat.

Penelitian yang dilakukan oleh Rachman (2016) mengembangkan prototipe sistem pemantauan menggunakan sensor gas CO [5]. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Iqbal (2017) dengan merancang sistem pemantauan pencemaran udara menggunakan teknologi nirkabel dan sensor MQ-7 [8]. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Ya'kut (2020) dengan penelitian mengenai rancang bangun sistem pengukur gas karbon monoksida menggunakan sensor MQ-7 dan mikrokontroler ATmega 16A [9]. Selain mengukur gas karbon monoksida, rancangan alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT11. Sensor ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan stabilitas yang baik, serta mampu mentransmisikan sinyal hingga jarak 20 meter [10].

Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun alat ukur menggunakan mikrokontroler Arduino ATmega 328p sebagai mikrokontroler, sensor MQ-7 sebagai pendeteksi gas karbon monoksida, serta DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan lingkungan secara *real time*. Sensor MQ-7 dapat mengukur konsentrasi polutan karbon monoksida pada kadar 10 hingga 10000 ppm. Modul ini dapat digunakan dengan daya sebesar 3,3 volt hingga 5 volt. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara dengan kalibrasi sinyal digital.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini meliputi tiga tahap, yakni tahap perancangan, pembuatan, dan pengujian.

## Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laptop, obeng, solder, gunting, dan lem tembak. Bahan yang digunakan meliputi Arduino ATmega 328p, sensor MQ-7, sensor DHT11, kabel jumper, *powerbank*, solder, kotak hitam, *Liquid Crystal Display* (LCD)  $16 \times 2$ , dan RTC DS1302.

Uji akurasi menggunakan alat pembanding standar, yaitu *air quality detector YT-1200H-S4* untuk mengukur polutan karbon monoksida dan *instrumen digital Lutron LM-8010* untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Akurasi *Air Quality Detector* yang digunakan sebesar  $\pm 3\%$ , sedangkan akurasi dasar yang dimiliki *Digital Instrument Lutron LM-8010* sebesar  $\pm 3\%$  dari pembacaan  $\pm 8$  digit (pada suhu  $25^\circ\text{C}$   $\pm 5^\circ\text{C}$ ).

## Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan studi literatur, persiapan alat dan bahan, serta perancangan sistem. Tahap studi literatur merupakan tahap pertama yang berguna sebagai dasar untuk mengetahui langkah-langkah rancangan yang perlu dilakukan. Kemudian dilakukan perancangan komponen dan sistem program. Setelah alat berhasil dibuat dan dikalibrasi, akurasinya diuji dengan membandingkannya dengan alat standar yang tersedia. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur konsentrasi CO, suhu, dan kelembapan udara di luar ruangan (persimpangan jalan) pada tempat dan hari yang berbeda, sehingga diperoleh data sebanyak 4 kali fase pengukuran (tempat dan waktu yang berbeda). Setiap fase pengukuran dilakukan selama 3 jam, setiap menit, sehingga diperoleh data serangkaian waktu.

## Analisis data

Untuk menentukan seberapa besar akurasi alat ukur yang dibuat, nilai galat alat perlu dihitung. Dalam penelitian ini, digunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) sebagai nilai galat alat. Adapun persamaan RMSE ditunjukkan pada persamaan (1):

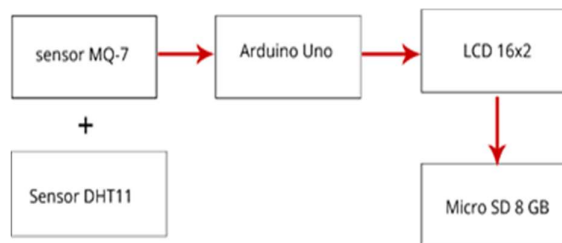
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \left( \frac{x_i - y_i}{x_i} \right)^2} \times 100\% \quad (1)$$

dengan  $x_i$  dan  $y_i$  masing-masing adalah nilai besaran yang diukur dengan prototipe alat ukur dan alat pembanding. Nilai  $n$  adalah banyaknya data yang diambil dalam pengukuran. Total data yang diambil oleh setiap alat ukur adalah 720 datum (= 4 hari × 3 jam × 60 menit).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

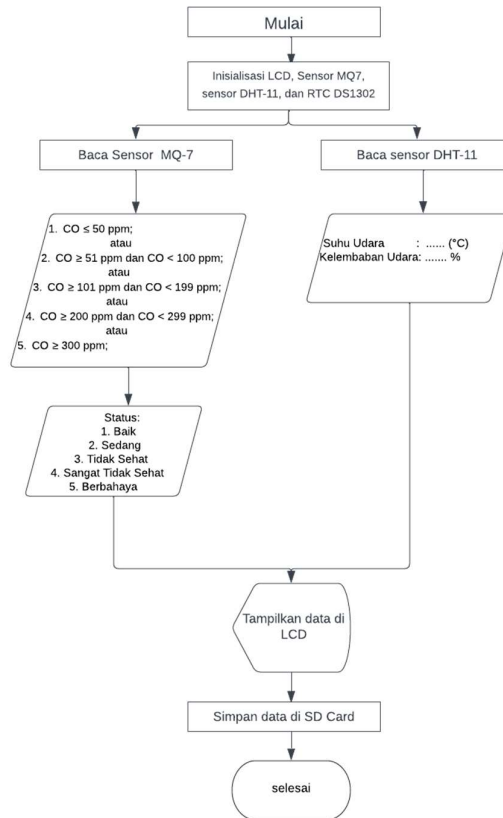
**Perancangan Alat**

Perancangan alat rancang bangun prototipe dibagi menjadi beberapa bagian, seperti perancangan diagram sistem yang terbagi menjadi perancangan sistem perangkat keras, perangkat lunak, dan diagram blok perancangan sistem secara keseluruhan. Komponen tersebut terdiri dari perancangan LCD 16×2.



**Gambar 1.** Diagram blok sistem

Pada Gambar 1, sensor MQ-7 berfungsi sebagai pendeteksi gas karbon monoksida, sedangkan sensor DHT11 berfungsi sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan. Tampilan data yang dihasilkan dapat dilihat melalui LCD dan disimpan pada media penyimpanan data *Secure Digital (SD) Card*. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah mendesain *flowchart* sistem. *Flowchart* sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Flowchart sistem

Pada saat prototipe alat menyala, yang pertama kali diukur adalah gas karbon monoksida beserta status karbon monoksida yang terukur. Hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD. Setelah pengukuran gas karbon monoksida, selanjutnya dilakukan pengukuran suhu dan kelembapan udara, dan hasilnya akan ditampilkan pada layar LCD. Setelah hasil pengukuran semua besaran tersebut ditampilkan, data akan disimpan ke dalam kartu SD.

**Kalibrasi Sistem**

Kalibrasi dilakukan pada sensor MQ-7 dan DHT11. Sebelum dilakukan pengambilan data, alat dikalibrasi dengan melakukan pengambilan data menggunakan alat pembanding, kemudian dihitung selisih nilai antara prototipe alat dan alat pembanding untuk mengoreksi hasil pengambilan data di lapangan. Hasil data yang didapat lebih akurat.

Pengujian untuk kalibrasi sensor MQ-7 dan DHT11 dilakukan dengan pengukuran dengan gas karbon monoksida yang dihasilkan sepeda motor kemudian sensor akan mengukur dan hasil pengukuran akan dikirim ke Arduino

ATMega 328p dan data disimpan. Fungsi *void loop* digunakan untuk memproses variabel *h* untuk kelembapan dan *t* untuk suhu, yang nantinya akan diproses dan dikirim secara bersamaan ke laptop sebagai *server*. Skrip di dalam *void loop* harus diperhatikan dengan baik karena nantinya data kelembapan (*h*) dan suhu (*t*) dari sensor DHT11 akan dikirimkan bersamaan ke laptop. *Void setup* berfungsi untuk mengatur jalannya program pada Arduino.

```

void loop() {
  // deklarasi variabel
  float tegangan_sensor;
  float RS;
  float RO;
  float nilaisensor;
  nilaisensor = nilaisensor/100.0;
  Serial.println(nilaisensor);

  Void setup(); {
    Serial.begin(9600);
    Serial.println(F("DHT11 test!"));
    dht.begin();

    void loop(); {
      delay(2000);
      float h = dht.readHumidity();
      float t = dht.readTemperature();
      float f = dht.readTemperature(true)

```

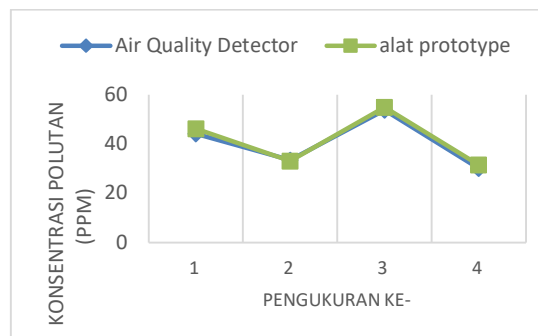
### Pengujian sensor MQ-7

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sensor MQ-7 dapat berfungsi serta untuk mengetahui tingkat akurasi (nilai *error*) dalam pengukuran gas karbon monoksida. Pengujian sensor MQ-7 dilakukan dengan cara membandingkan nilai pengukuran konsentrasi karbon monoksida selama 3 jam, setiap menit, dari prototipe alat yang dibuat dan alat detektor kualitas udara di tempat terbuka (persimpangan jalan). Pengambilan data dilakukan di 4 lokasi pada hari-hari yang berbeda.

Gambar 1 menunjukkan perbandingan rata-rata hasil pengukuran konsentrasi polutan CO oleh sensor MQ-7 pada prototipe alat ukur dengan alat pembanding pada setiap lokasi dan hari tertentu. Hasil pengukuran kadar CO dengan sensor MQ-7 menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dari hasil pengukuran alat pembanding.

Berdasarkan Gambar 3, hasil pengukuran yang diperoleh mengalami fluktuasi dari hari pertama hingga hari keempat. Pada hari ke-4,

diperoleh pengukuran terendah, masing-masing sebesar 32 ppm untuk alat prototipe dan 30 ppm untuk alat pembanding.



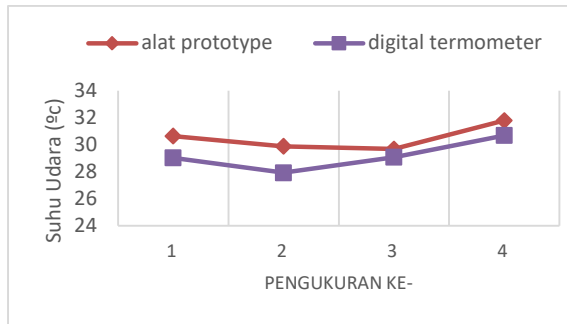
**Gambar 3.** Grafik perbandingan konsentrasi CO alat *prototype* dengan MQ-7 dan alat pembanding

Persentase *RMSE* yang didapat antara alat prototipe dan alat pembanding untuk pengukuran gas karbon monoksida sebesar 5,32%, yang artinya sensor MQ-7 efektif digunakan untuk mengukur kandungan gas karbon monoksida. Hal tersebut juga berkaitan dengan penelitian yang dilakukan Mugi (2021), yaitu uji coba pengukuran gas karbon monoksida menggunakan sensor MQ-7 dan CO meter. Hal itu juga menjadikan sensor MQ-7 banyak digunakan dalam pengukuran gas karbon monoksida [11].

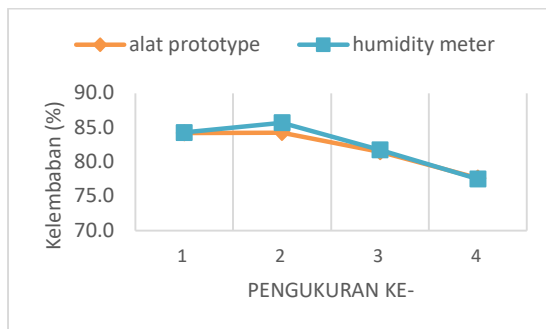
Meskipun nilai error yang dihasilkan masih tergolong rendah, tidak menutup kemungkinan adanya kondisi yang dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti sensor MQ-7 yang mengalami interferensi dari gas lain yang turut terdeteksi oleh sensor, serta karakteristik sensor yang bersifat nonlinier pada konsentrasi rendah. Selain itu, kondisi lingkungan seperti kelembapan yang tinggi juga dapat berkontribusi terhadap galat pengukuran.

### Pengujian sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembapan dengan instrumen *digital* sebagai alat pembanding.



**Gambar 4.** Grafik perbandingan suhu pada alat *prototype* dengan sensor DHT11 dan alat pembanding



**Gambar 5.** Grafik perbandingan kelembapan pada alat *prototype* dengan sensor DHT11 dan alat pembanding

Gambar 4 dan 5 menunjukkan perbandingan hasil pengukuran sensor DHT11 pada *prototype* alat ukur dengan alat pembanding. Persentase *RMSE* yang didapat dari alat *prototype* dan alat pembanding untuk pengukuran suhu dan kelembapan sebesar 5,23% dan 0,61%, yang artinya sensor DHT11 efektif digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan. Sensor DHT11 memiliki rentang toleransi galat yang cukup lebar, sesuai spesifikasi pabriknya, dengan akurasi 3 °C untuk pengukuran suhu dan 5% untuk pengukuran kelembapan. Selain itu, galat yang muncul pada sensor DHT11 bisa saja disebabkan oleh faktor lingkungan seperti aliran udara yang tidak stabil.

## KESIMPULAN

Komponen yang digunakan dalam pembuatan *prototype* alat ukur konsentrasi CO, suhu, dan kelembapan, seperti Arduino Uno, sensor MQ-7, sensor DHT11, dan LCD 16x2, dapat berfungsi dengan baik. Hasil nilai *RMSE* yang didapat saat alat uji digunakan untuk pengambilan data menunjukkan bahwa nilai galat parameter suhu

udara sebesar 5,53%, kelembapan udara sebesar 0,61%, dan gas CO sebesar 5,53%. Hasil rancang bangun *prototype* alat ukur ini dapat digunakan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Indrayani, "Pencemaran Udara Akibat Kinerja Lalu-Lintas Kendaraan Bermotor di Medan," *J. Permukiman.*, vol. 13, no. 1, pp. 13–20, 2018.
- [2] A. Hasairin and R. Siregar, "Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (Co) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu-Lintas Di Medan Sunggal, Kota Medan," *J. Biosains*, vol. 4, no. 1, p. 62-68, 2018.
- [3] J. Abidin and F. A. Hasibuan, "Pengaruh dampak pencemaran udara terhadap kesehatan untuk menambah pemahaman masyarakat awam tentang bahaya dari polusi udara," *Prosiding SNFUR-4*, vol 7, hal. 1–3, 2019.
- [4] I. Manisalidis, E. Stavropoulou, and A. Stavropoulos, "Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review," *Front. Public Health*, vol. 8, pp. 1–13, 2020.
- [5] R. Satra and A. Rachman, "Pengembangan Sistem Monitoring Pencemaran Udara Berbasis Protokol Zigbee dengan Sensor CO," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 8, no. 1, pp. 17–22, 2016.
- [6] S. P. Dewi, R. Alsakinah, S. A. Sara, and D. H. Amrina, "Pajak Lingkungan Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Udara dari Gas Buang Kendaraan Bermotor di Indonesia," *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Pajak*, vol. 2, no. 1, pp. 7–13, 2022.
- [7] A. Siregar, C. Siregar, and Affandi, "Pemanfaatan logam sisa permesinan pada knalpot guna mengurangi pencemaran udara," *Din. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 32–38, 2021.
- [8] Z. Iqbal and L. Hermanto, "Sistem Monitoring Tingkat Pencemaran Udara Berbasis Teknologi Jaringan Sensor Nirkabel," *Jurnal Poltekam*, vol. 22, no. 1, pp. 10–20, 2019.
- [9] H. A. Ya'kut, A. Y. P. Widoyo, and H. A. Dharmawan, "Rancang Bangun Sistem Pengukur Gas Karbon Monoksida (CO)

- Menggunakan Sensor MQ-7 Berbasis Mikrokontroler ATmega 16A,” *J. Fis. FMIPA Univ. Brawijaya*, vol. 57, no. 6, pp. 571–573, 2020.
- [10] P. Y. Ivan, P. S. Q. Al, and H. Hr, “Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Ruangan Secara Real-Time Berbasis Web Server,” *Journal of Technology and Informatics* vol. 1, no. 1, pp. 56–60, 2019.
- [11] M. Lestari, U. Nurbaiti, Fianti, “Efektivitas Penggunaan Sensor MQ-7 Terintegrasi Aplikasi Blynk Untuk Mendeteksi Keberadaan Gas CO di Udara,” *EnviroScientae*, vol. 17, no. 8, pp. 76–82, 2021.
- [12] S. H. Maharani and N. Kholis, “Studi Literatur: Pengaruh Penggunaan Sensor Gas Terhadap Presentase Nilai Error Karbonmonoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) Pada Prototipe Vehicle Gas Detector (VGD),” *J. Tek. Elektro*, vol. 09, no. x, pp. 569–578, 2020B. Tjasyono, “Klimatologi,” 2004, Bandung: ITB.