

RINGKASAN

Telah dilakukan penelitian mengenai perancangan dan pengujian sistem pemantauan kualitas udara menggunakan sensor GP2Y1010AU0F untuk mendeteksi konsentrasi partikel debu PM 2.5 dalam ruangan tertutup. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring, melakukan kalibrasi sensor terhadap alat referensi standar, serta mengevaluasi akurasi dan presisi pengukuran sensor dalam dua kondisi berbeda, yaitu dengan kipas dan tanpa kipas. Dengan menggabungkan beberapa komponen utama, yaitu ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor GP2Y1010AU0F sebagai pendeteksi partikel debu (PM2.5), LCD 16x2 untuk tampilan data, RTC DS3231 sebagai pencatat waktu, serta kipas 12 volt berdiameter 3 cm yang dipasang di depan sensor. Proses kalibrasi berhasil dilakukan, kalibrasi sensor dilakukan dengan membandingkan data sensor terhadap alat referensi standar, dan diperoleh persamaan regresi linier $y = 88.082x - 0.1859$. Persamaan ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara tegangan output sensor dan konsentrasi partikel debu, yang meningkatkan akurasi hasil pembacaan. Evaluasi akurasi dan presisi menunjukkan hasil berbeda pada dua kondisi pada kondisi dengan kipas, sensor menghasilkan rata-rata pembacaan sebesar $31,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, *error absolut* rata-rata $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, akurasi 98,13% dan presisi 98,28%. Sementara itu, pada kondisi tanpa kipas, nilai rata-rata sebesar $30,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diperoleh, dengan *error absolut* rata-rata $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, akurasi 99,07% dan presisi 93,89%. Ini menunjukkan bahwa keberadaan kipas berperan penting dalam mendistribusikan partikel debu secara merata, sehingga sensor bekerja lebih akurat dan stabil. Hasil pengolahan data, sensor GP2Y1010AU0F menunjukkan rata-rata akurasi sebesar 91,70% dengan nilai *error absolut* rata-rata $4,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan *error relative* sebesar 8,30% terhadap alat referensi, Dengan nilai deviasi standar sebesar 1,27 dan nilai presisi sensor yang diperoleh mencapai 97,23%. Pada pengujian menggunakan debu diperoleh rata-rata pengukuran sensor sebesar $92,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan standar deviasi $9,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai ini dibandingkan dengan rata-rata hasil pengukuran instrumen referensi yang sebesar $94,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selisih antara keduanya adalah $2,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nilai akurasi sensor mencapai 94,75%, yang berarti sensor mampu memberikan hasil pengukuran yang sangat dekat dengan nilai sebenarnya. Sementara itu, nilai presisi yang diperoleh adalah 89,91%.

SUMMARY

A study was conducted on the design and testing of an air quality monitoring system using the GP2Y1010AU0F sensor to detect the concentration of PM_{2.5} dust particles in an enclosed room. The objective of this research was to design a monitoring system, calibrate the sensor against a standard reference instrument, and evaluate the accuracy and precision of the sensor measurements under two different conditions — with and without a fan. The system integrates several main components: an ESP32 microcontroller, a GP2Y1010AU0F dust sensor for PM_{2.5} detection, a 16x2 LCD for data display, an RTC DS3231 for time recording, and a 12-volt fan with a 3 cm diameter placed in front of the sensor. The calibration process was successfully carried out by comparing the sensor data with the standard reference instrument, resulting in a linear regression equation of $y = 88.082x - 0.1859$. This equation indicates a strong correlation between the sensor's output voltage and the dust particle concentration, thereby improving the accuracy of the readings. Accuracy and precision evaluations showed different results under the two conditions. With the fan, the sensor produced an average reading of 31.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, an average absolute error of 0.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, an accuracy of 98.13%, and a precision of 98.28%. Meanwhile, without the fan, the average value obtained was 30.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, with an average absolute error of 0.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, an accuracy of 99.07%, and a precision of 93.89%. These results indicate that the presence of the fan plays an important role in evenly distributing dust particles, allowing the sensor to operate more accurately and stably. From the overall data analysis, the GP2Y1010AU0F sensor demonstrated an average accuracy of 91.70%, with an average absolute error of 4.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and a relative error of 8.30% compared to the reference instrument. The standard deviation value was 1.27, and the sensor's precision reached 97.23%. During dust testing, the sensor recorded an average measurement of 92.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ with a standard deviation of 9.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, compared to the reference instrument's average of 94.53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The difference between the two values was 2.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, resulting in a sensor accuracy of 94.75%, indicating that the sensor can provide measurements very close to the true value. Meanwhile, the obtained precision value was 89.91%.