



Rancang Bangun Detektor Gas SO₂ untuk Pengukuran Konsentrasi Gas SO₂ di Sekitar PLTU Batubara

Aryani Adami¹, La Ode Hamrin², Raihan Irgi Valensyach³

^{1,2,3}D3 Teknologi Elektro-Medis Universitas Mandala Waluya

ABSTRAK

SO₂ merupakan salah satu bahan pencemar yang dihasilkan dari pembakaran batubara. Gas ini tidak berwarna dan berbau tajam dan dapat menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, sinus, edema paru, bahkan berujung pada kematian. Tercemarnya udara di sekitar PLTU menyebabkan kesehatan lingkungan terganggu termasuk kualitas udara di sekitar rumah warga yang berada di sekitar PLTU. Hal ini dapat menimbulkan gangguan pada saluran pernafasan pada warga sekitar mulai dari yang ringan hingga berat. Dalam rangka mengatasi pencemaran SO₂ di lingkungan sekitar PLTU batubara, maka perlu adanya suatu sistem yang berfungsi untuk memantau adanya gas SO₂ di pemukiman masyarakat sehingga dapat dilakukan pengukuran konsentrasi gas SO₂. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang sistem monitoring emisi gas SO₂ yang dapat mengolah data konsentrasi gas SO₂ dan menampilkannya pada LCD. Metode penelitian ini adalah eksperimen di laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa alat pendeteksi gas SO₂ dapat didesain dengan menggunakan sensor MQ 136 dan mikrokontroler Arduino nano yang dilengkapi dengan pengontrol buzzer dan lampu indikator. Pengaturan kadar SO₂ diatur dalam program Arduino sehingga ketika sensor gas mendeteksi gas SO₂ yang melampaui batas yang ditentukan, maka buzzer dan lampu indikator merah akan menyala. Sensor dapat mendeteksi adanya gas SO₂ sesuai dengan program yang telah diatur.

Kata kunci: SO₂, Arduino Nano, Sensor MQ 136, PLTU Batubara

SO₂ Gas Detector Design for Measurement of SO₂ Gas Concentrations Around Coal Power Plants

ABSTRACT

SO₂ is a pollutant produced from burning coal. This gas is colorless and has a sharp odor and can cause irritation of the eyes, nose, throat, sinuses, pulmonary edema, and even lead to death. Air pollution around the PLTU causes environmental health to be disturbed, including the air quality around residents' homes located around the PLTU. This can cause respiratory problems for local residents ranging from mild to severe. In order to overcome SO₂ pollution in the environment around coal-fired power plants, it is necessary to have a system that functions to monitor the presence of SO₂ gas in residential communities so that SO₂ gas concentrations can be measured. This research was carried out with the aim of designing a SO₂ gas emissions monitoring system that can process SO₂ gas concentration data and display it on the LCD. This research method is an experiment in the laboratory. Based on the research results, it was found that SO₂ gas detectors can be designed using an MQ 136 sensor and an Arduino nano microcontroller which is equipped with a buzzer controller and indicator light. The SO₂ level setting is set in the Arduino program so that when the gas sensor detects SO₂ gas that exceeds the specified limit, the buzzer and red indicator light will turn on. The sensor can detect the presence of SO₂ gas according to the program that has been set.

Keywords: SO₂, Arduino Nano, Sensor MQ 136, Coal Power Plant

Penulis Korespondensi :

Aryani Adami
D3 Teknologi Elektro-Medis
aryaniadami@gmail.com
081328384364

Info Artikel :

Submitted : 16 Desember 2024
Revised : 24 Desember 2024
Accepted : 28 Desember 2023
Published : 31 Desember 2023

PENDAHULUAN

Desa Rapambinopaka merupakan salah satu daerah pesisir di Kecamatan Lalonggasumeeto, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Sejak tahun 2012, di desa ini telah beroperasi sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang merupakan salah satu dari proyek PLTU 10.000 MW. PLTU ini menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk memanaskan air menjadi uap sehingga dapat digunakan untuk memutar turbin. PLTU di desa Rapambinopaka merupakan salah satu usaha pemerintah untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak sebagai sumber energi pembangkit listrik. PLTU ini memiliki jangkauan produksi listrik untuk provinsi Sulawesi Tenggara, Selatan hingga Sulawesi Barat dengan kapasitas produksi 3 x 10 MW (Pjb Services.com, 2022).

Adanya PLTU ini tentu saja memberikan dampak positif bagi masyarakat. Dampak positif yang diperoleh antara lain masyarakat di jangkauan produksi listrik PLTU dapat menikmati listrik, harga listrik lebih murah, meningkatkan rasio elektrifikasi, membantu industri di daerah sekitar, dan menambah lapangan pekerjaan bagi warga setempat. Akan tetapi penggunaan batubara sebagai sumber energi PLTU juga memberikan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan. PLTU batubara berpotensi menghasilkan emisi pencemar antara lain SO₂, NO₂, CO, CO₂, Volatile Hydrocarbon (VHC) dan Suspended Particulate Matter (SPM). Polusi ini akan menyebar dari sumbernya melalui *disperse* dan deposisi, yang dapat menurunkan kualitas udara, tanah, dan air (Iswan, 2010).

Berdasarkan data dari Puskesmas Lalonggasumeeto, setiap tahun di daerah sekitar PLTU terjadi peningkatan penyakit

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) setiap tahunnya. Pada tahun 2015 terdapat 502 pasien penyakit ISPA, kemudian pada tahun 2016 meningkat menjadi 717 pasien, di tahun 2017 pasien ISPA menjadi 780 pasien, pada tahun 2018 ada 845 pasien, pada tahun 2019 menjadi terdapat 876 pasien ISPA dan pada tahun 2020 menjadi 921 pasien. Peningkatan jumlah pasien ISPA setiap tahunnya menunjukkan adanya perubahan lingkungan yang terjadi (Halulanga, Rosdiana and Adami, 2021).

SO₂ merupakan salah satu bahan pencemar yang dihasilkan dari pembakaran batubara. Gas ini tidak berwarna dan berbau tajam dan dapat menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, sinus, edema paru, bahkan berujung pada kematian (Services, 2016). Gas SO₂ telah lama dikenal sebagai gas yang dapat menyebabkan iritasi pada sistem pernafasan dan akan menjadi lebih buruk pada penderita asma. SO₂ dapat mempengaruhi sistem pernafasan dan gangguan fungsi paru, menyebabkan iritasi pada mata, inflamasi pada saluran pernafasan, menyebabkan batuk, sekresi lendir, memicu asma, bronchitis, tekanan darah rendah, nadi cepat, dan sakit kepala. Apabila bereaksi dengan uap air di udara, maka akan menjadi H₂SO₄ atau dikenal sebagai hujan asam yang dapat menimbulkan kerusakan baik material, benda, maupun tanaman (Suyono, 2014).

Tercemarnya udara di sekitar PLTU menyebabkan kesehatan lingkungan terganggu termasuk kualitas udara di sekitar rumah warga yang berada di sekitar PLTU. Hal ini dapat menimbulkan gangguan pada saluran pernafasan pada warga sekitar mulai dari yang ringan hingga berat. Dalam rangka mengatasi pencemaran SO₂ di lingkungan sekitar PLTU batubara, maka perlu adanya

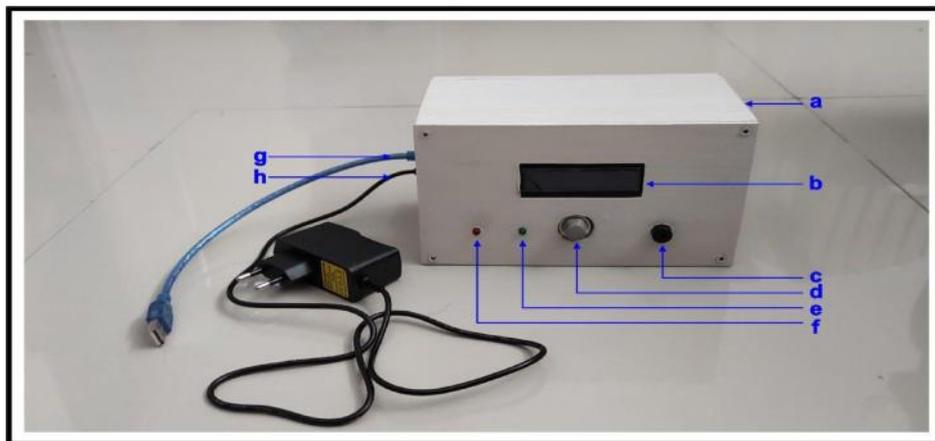
suatu sistem yang berfungsi untuk memantau adanya gas SO₂ di pemukiman masyarakat sehingga dapat dilakukan pengukuran konsentrasi gas SO₂. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring emisi gas SO₂ yang dapat mengolah data konsentrasi gas SO₂ dan menampilkannya pada tampilan panel (LCD).

METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Maret – Juli 2023 di Laboratorium Teknologi Elektro-Medis Universitas Mandala Waluya, Kendari. Alat detektor gas SO₂ ini terdiri atas 2 sistem

yaitu sistem perangkat keras (*hardware*) dan sistem perangkat lunak (*software*).

Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan yaitu penyiapan komponen, pemasangan komponen alat, dan pengujian alat. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian adalah sensor MQ-136, mikrokontroler, power adaptor, LCD, PCB, kabel power, jumper, buzzer, lampu indikator, timah, multimeter, solder dan *tool kit*. Gambar 1 berikut menunjukkan alat detektor gas SO₂ hasil perancangan :



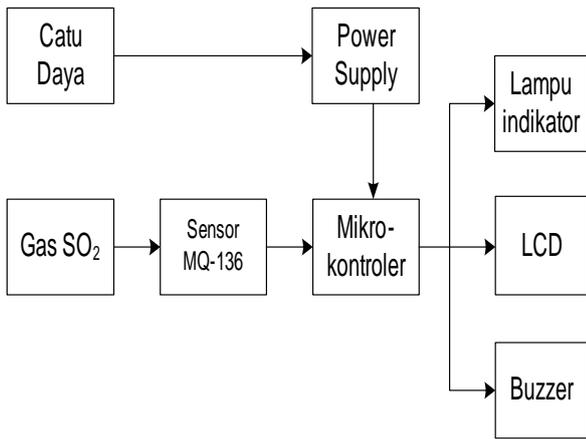
Keterangan :

- a = Kotak pelindung rangkaian
- b = LCD sebagai tampilan nilai kadar SO₂
- c = buzzer sebagai indikator bunyi apabila kadar SO₂ di udara melewati batas normal
- d = sensor MQ 136 sebagai pendeteksi gas SO₂ di udara
- e = lampu indikator hijau sebagai indikator bahwa kadar SO₂ masih dalam batas normal
- f = lampu indikator merah sebagai indikator bahwa kadar SO₂ di atas batas normal
- g = kabel USB Arduino
- h = Power adaptor

Gambar 1. Alat Detektor Gas SO₂ Hasil Perancangan

Setelah alat selesai dirancang dan dipasang, selanjutnya dilakukan pengujian alat untuk mengukur sensitivitas alat terhadap gas SO₂. Berdasarkan datasheet sensor MQ-136, sensor harus dinyalakan selama 48 jam berturut-turut pada tahap awal pengujian untuk memanaskan sensor sehingga pengukurannya lebih akurat

(Kasenda, South and Mosey, 2019). Gambar 2 berikut menunjukkan blok diagram alat detektor gas SO₂ hasil perancangan :



Gambar 2. Blok Diagram Detektor Gas SO₂

HASIL DAN PEMBAHASAN

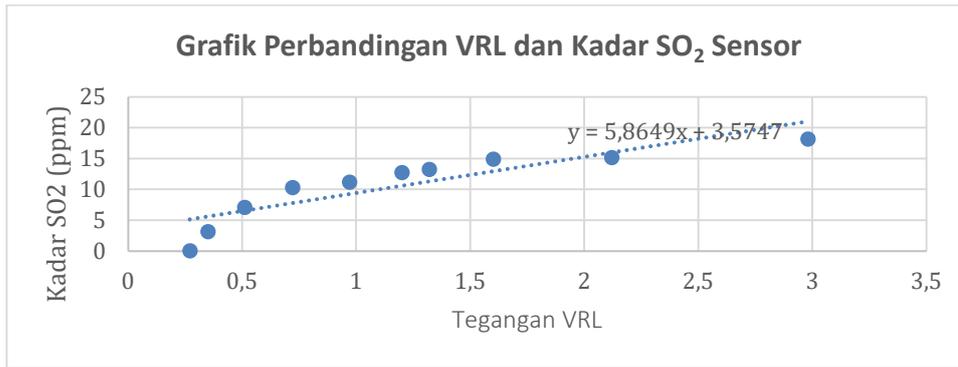
Pengujian alat detektor gas SO₂ hasil perancangan dilakukan dengan terlebih dahulu memanaskan sensor dengan cara menyalakan alat selama 48 jam berturut-turut. Setelah pemanasan, selanjutnya dilakukan pengukuran gas SO₂ yang dilakukan dengan memasukkan rangkaian ke dalam tempat tertutup untuk menghindari pengaruh dari gas lain di udara. Tempat tertutup yang digunakan adalah toples kaca yang diberi lubang untuk pemasangan selang. Proses pengujian ini dilakukan mengikuti penelitian yang telah dilakukan oleh Yusuf dan Zaid (2016) dimana sensor dimasukkan ke dalam ruangan tertutup kemudian ruangan tertutup tersebut dialirkan gas dari kendaraan bermotor (motor) untuk melihat respon perubahan konsentrasi sensor MQ 136. Pengujian sensor dilakukan sebanyak 10 kali dengan mengukur tegangan alat dan besar SO₂ yang ditampilkan pada LCD. Setiap kali

motor dinyalakan, terlihat adanya respon pada hasil pembacaan sensor MQ-136 dimana nilai gas yang tertampil di LCD mengalami peningkatan. Tabel 1 berikut menunjukkan hasil pengujian alat detektor gas SO₂ yang berupa perbandingan tegangan RL dan besar kadar SO₂ (ppm) :

Tabel 1. Perbandingan Tegangan VRL dengan Kadar SO₂ (ppm)

No	VRL	Kadar SO ₂ (ppm)
1	0,27	0,08
2	0,35	3,18
3	0,51	7,11
4	0,72	10,35
5	0,97	11,19
6	1,20	12,77
7	1,32	13,31
8	1,61	14,971
9	2,12	15,18
10	2,98	18,22

Analisis data dilakukan dengan membuat persamaan yang menunjukkan hubungan antara tegangan VRL dan besar kadar SO₂ (ppm). Berdasarkan data pengujian yang telah dilakukan yang ditunjukkan pada Tabel 1 di atas kemudian dimasukkan ke dalam grafik sesuai pada Gambar 3 berikut ini :



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Tegangan VRL dan Kadar SO₂ (ppm)

Dari grafik di atas diperoleh persamaan garis lurus yang menghubungkan tegangan VRL dan kadar SO₂ yaitu :

$$y = 5,8649x + 3,5747$$

dengan :

y = kadar SO₂ (ppm)

x = tegangan VRL

Berdasarkan gambar 3 di atas, terlihat bahwa kenaikan nilai kadar SO₂ diikuti juga dengan peningkatan tegangan sensor. Hal ini sejalan dengan prinsip kerja sensor yang mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik berupa tegangan, resistensi, atau arus listrik. Alat pendeteksi gas SO₂ siap untuk digunakan di lapangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian rancang bangun alat pendeteksi gas SO₂ yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa alat pendeteksi gas SO₂ dapat didesain dengan menggunakan sensor MQ 136 dan mikrokontroler Arduino nano yang dilengkapi dengan pengontrol buzzer dan lampu indikator apabila kadar SO₂ melampaui batas yang ditentukan. Pengaturan kadar SO₂ diatur dalam program Arduino sehingga ketika sensor gas mendeteksi gas SO₂ yang melampaui batas yang ditentukan, maka buzzer dan lampu indikator merah akan menyala. Sensor dapat

mendeteksi adanya gas SO₂ sesuai dengan program yang telah diatur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Mandala Waluya dan kepada Yayasan Mandala Waluya Kendari yang memberikan kesempatan dan dana kepada penulis untuk melakukan penelitian perancangan alat pendeteksi gas SO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino (2023) *Arduino Nano*. Available at: <https://docs.arduino.cc/hardware/nano>.
- EPA (2010) *Final Regulatory Impact Analysis (RIA) for the SO₂ National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*.
- gawpalu.id (2023) *Sulfur Dioksida (SO₂)*. Available at: <https://gawpalu.id/index.php/informasi/kimia-atmosfer/gas-reaktif/sulfur-dioksida>.
- Halulanga, A.J., Rosdiana and Adami, A. (2021) 'Uji Kandungan Gas Sulfur Dioksida (SO₂) pada Udara Ambien Akibat Adanya Pembakaran Batubara PLTU Nii Tanasa, Sulawesi Tenggara', *Jurnal TELUK Teknik Lingkungan UM Kendari*, 1(2), pp. 5–10.
- Harrop, O. (2002) *Air Quality Assessment and Management*. London: CRC Press.
- Iswan (2010) 'Penanggulangan limbah PLTU Batubara', *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), pp. 71–74.
- Kasenda, D.I.A., South, V.A. and Mosey, H.I.R. (2019) 'Rancang Bangun Alat Ukur Konsentrasi Gas Sulfur Dioksida (SO₂) Berbasis Mikrokontroler dan Sensor MQ136', *Jurnal MIPA UNSRAT*

ONLINE, 8(1), pp. 28–32.

- Pjbservices.com (2022) *Dari Kendari untuk Indonesia*. Available at: <https://www.pjbservices.com/dari-kendari-untuk-indonesia> (Accessed: 23 January 2023).
- Saputro, A.D. (2020) *Rancang Bangun Robot Pendeteksi Kadar Gas SO₂ dan Gas CO untuk Eksplorasi Kawah Ijo Objek Wisata Candi Gedong Songo Berbasis IoT*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Services, S. and E. (2016) *Material Safety Data Sheet Sulfur dioxide (SO₂ MSDS)*. Available at: <http://www.praxair.ca>.
- Suhaeb, dkk (2017) *Buku Ajar Mikrokontroler dan Interface*. Makassar: UNM Press.
- Suyono (2014) *Pencemaran Kesehatan Lingkungan*. Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran E.
- Wahyuni, A.S. (2017) *Rancang Bangun Sistem Monitoring Emisi Kadar Gas Sulfur Dioksida Menggunakan Sensor Mq-136 Berbasis Mikrokontroler STM32F4 Discovery*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wardhana, W.A. (2004) *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Edisi Revi. Yogyakarta: Andi Offset.
- WHO (2005) *Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide*. Geneva: WHO Press.

Jurnal Ilmiah Kesehatan Mandala Waluya (JIKMW) is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

