

ABSTRAK

DESAIN SISTEM PENGUKURAN KONSENTRASI CO₂ PADA CAMPURAN GAS (N₂ DAN CO₂) BERBASIS KONDUKTIVITAS TERMAL DAN AKUSTIK

Oleh

Melany Febrina

NIM: 30215001

(Program Studi Doktor Fisika)

Penelitian disertasi ini melaporkan pembuatan sebuah sistem pengukuran konsentrasi CO₂ pada campuran gas N₂ dan CO₂. Pengukuran konsentrasi gas CO₂ dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu metode konduktivitas termal dan metode akustik. Kedua metode ini memiliki kelebihan di antaranya dapat mengukur konsentrasi CO₂ dalam campuran gas dengan baik dari rentang 0-2000 ppm dan teknik pembuatan sistem mudah.

Pada penelitian ini, dilakukan improvisasi dengan memodifikasi termopile IR pasaran yang nantinya akan berfungsi sebagai detektor konduktivitas termal untuk mengukur konsentrasi gas CO₂ pada campuran gas. Modifikasi dilakukan dengan melepaskan jendela IR pada termopile, sehingga dapat terpapar langsung oleh gas CO₂ yang akan dideteksi. Termopile dipanaskan dengan pemberian arus AC pada kaki masukan termopile, sehingga termopile memberikan radiasi panas di lingkungan sekitarnya. Campuran gas (N₂ dan CO₂) dengan konsentrasi tertentu dialirkan ke dalam sistem akan menyerap radiasi panas dari termopile. Semakin besar konsentrasi CO₂ dalam campuran gas, penyerapan panas oleh campuran gas semakin kecil, sehingga tegangan keluaran dari termopile semakin besar.

Hasil pengukuran konsentrasi CO₂ dari sistem pengukuran diuji dengan dua cara, pertama menggunakan sensor pembanding MG811 dan menggunakan perhitungan secara teoritik.

Pada pengujian awal, konsentrasi CO₂ dideteksi dengan menggunakan satu buah termopile. Dari hasil pengujian, termopile dapat mengukur konsentrasi CO₂ pada campuran gas dengan baik, terbukti hasil pengukuran sesuai dengan model Mason Saxena. Hasil ini membuktikan bahwa termopile dapat digunakan sebagai detektor konduktivitas termal untuk mengukur konsentrasi dari gas CO₂ pada campuran gas. Pada pengujian lanjutan, digunakan empat buah termopile yang dikonfigurasi jembatan (*wheatstone bridge*) dengan tujuan untuk meningkatkan ketelitian dari sistem pengukuran dalam mendeteksi perubahan konsentrasi CO₂ dalam campuran gas (N₂ dan CO₂). Dengan menggunakan konfigurasi jembatan dari empat termopile ini, diharapkan sistem pengukuran ini dapat mengukur perubahan konsentrasi CO₂ dalam orde kecil. Hasil pengujian memperlihatkan sistem pengukuran dapat mendeteksi konsentrasi gas CO₂ dengan baik dari 0-2000 ppm dengan kesalahan relatif 3.8%.

Metode akustik yang digunakan adalah dengan memanfaatkan pergeseran fasa antara sinyal gelombang ultrasonik yang ditransmisikan dan diterima secara terus menerus sebagai fungsi dari kecepatan suara. Perbedaan fasa diperoleh dengan membandingkan fasa gelombang ultrasonik yang diterima oleh kedua mikrofon yang mengukur gas referensi dan campuran gas. Besar beda fasa yang diperoleh sebagai fungsi kecepatan suara dikonversi menjadi besar konsentrasi CO₂ pada campuran gas (N₂ dan CO₂). Dari hasil pengujian, sistem pengukuran dapat mengukur konsentrasi gas CO₂ dengan baik dari rentang 0-2000 ppm dengan kesalahan relatif 6.55%.

Dari keseluruhan hasil yang diperoleh, dengan menggunakan metode konduktivitas termal dan metode akustik, sistem pengukuran yang dibangun dapat mengukur konsentrasi CO₂ dalam campuran gas dengan baik dari rentang 0-2000 ppm, teknik pembuatan sistem mudah.

Kata kunci : sistem pengukuran, konsentrasi CO₂, konduktivitas termal, termopile, akustik

ABSTRACT

DESIGN OF CO₂ CONCENTRATION MEASUREMENT SYSTEM IN GAS MIXTURE (N₂ AND CO₂) BASED ON THERMAL CONDUCTIVITY AND ACOUSTIC

By

Melany Febrina

NIM: 30215001

(Doctoral Program in Physic)

This dissertation reports the development of a system for measuring CO₂ concentrations in a mixture of N₂ and CO₂ gases. Measurement of CO₂ gas concentrations was carried out using two methods, namely the thermal conductivity method and the acoustic method. Both of these methods have the advantage to measure the concentration of CO₂ in a gas mixture from the 0-2000 ppm, and easily. In this study, an improvisation was carried out by modifying the market IR thermopile which would later serve as a detector of thermal conductivity to measure the concentration of CO₂ gas in a gas mixture. Modifications are made by releasing the IR window on the thermopile, so that it can be directly exposed to CO₂ gas to be detected. Thermopile is heated by giving AC current to the thermopile input pin, so that the thermopile gives heat radiation in the surrounding environment. A mixture of gases (N₂ and CO₂) with certain concentrations flowed into the system will absorb heat radiation from thermopile. The greater the concentration of CO₂ in the gas mixture, the smaller the absorption of heat by the gas mixture, so that the output voltage from the thermopile is greater.

The measurement system is compared in two ways, first using a comparison sensor MG811 and using calculations theoretically. From the calibration results obtained the measurement range of CO₂ concentrations in the mixture by the measurement system ranged from 0-2000 ppm.

In the initial test, CO₂ concentrations were detected using a single thermopile. From the test results, thermopile can measure the concentration of CO₂ in the gas mixture well, it is proven that the test results can be validated with a Mason and Saxena model. These results prove that thermopile can be used as a thermal conductivity detector to measure the concentration of CO₂ gas in a gas mixture. In further testing, four thermopile bridges were used with the aim of increasing the accuracy of the measurement system in detecting changes in the concentration of CO₂ in the gas mixture (N₂ and CO₂). By using the bridge configuration of these four thermopiles, it is hoped that this measurement system can measure changes in CO₂ concentrations in small orders. The test results show the measurement system can detect CO₂ gas concentrations from 0-2000 ppm with relative error of 3.8%.

The acoustic method used phase shifts between ultrasonic wave signals that are transmitted and received continuously as a function of the speed of sound. Phase difference is obtained by comparing the ultrasonic wave phase received by the two

microphones that measure the reference gas and the gas mixture. The phase difference obtained as a function of the speed of sound is converted to a large concentration of CO₂ in the gas mixture (N₂ and CO₂). From the test results, the measurement system can measure CO₂ gas concentrations from the range 0-2000 ppm with relative error of 6.55%.

From the overall results obtained, using the thermal conductivity method and the acoustic method, the measurement system that was built can measure CO₂ concentrations in the gas mixture well from the range of 0-2000 ppm with easy manufacturing techniques.

Keywords: the measurement system, CO₂ concentration, thermal conductivity, thermopile, acoustics