

MONITORING DAN KONTROL KADAR CO₂ DALAM RUANGAN BERBASIS SISTEM PENCIUMAN ELEKTRONIK

Andrizal¹⁾, Putri Indah Yani²⁾, Yul Antonisfia³⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang,
Jl. Kampus, Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, 25164
E-mail: andrizalpoli@mail.com

Abstract

Air pollution and the large number of human activities for a long time causing an increase in CO₂ levels in the room. If the CO₂ level exceeds the 600 ppm threshold in the air, this will disrupt the comfort and health of a person even though the maximum limit is 5000 ppm. In general, someone will not notice an increasing of CO₂ levels in the room where they are doing activities. Therefore, we need a tool that is able to detect and control CO₂ levels in the room so that it is always in the healthy category even though many people do activities for a long time. This system works using a gas sensor that is sensitive to changes in CO₂ gas in the air and is integrated with the myRIO Field Programmable Gate Array (FPGA) module from National Instrument. The research stages were carried out by conducting a sensor response test, a sensor responsibility test and an activation response test for the indoor air purifier when the CO₂ level increased and the number of room users increased. Based on the testing and analysis result, it can be obtained that the sensor is able to respond any changes of CO₂ levels in the air within 6 seconds. The average deviation of the sensor when tested 30 times was 16.56 ppm. The system is able to clean the air according to the specified CO₂ level threshold within 16.8 minutes. The increase in CO₂ levels in rooms with air conditioning is lower than in rooms without air conditioning.

Keywords: air, room, e-nose.

Abstrak

Polusi udara dan banyaknya aktifitas manusia dalam waktu yang lama menyebabkan meningkatnya kadar CO₂ dalam ruang tersebut. Jika kadar CO₂ melebihi ambang batas 600 ppm diudara, mengakibatkan terganggunya kenyamanan dan kesehatan pengguna walaupun batas maksimal adalah 5000 ppm. Secara umum pengguna tidak menyadari adanya peningkatan kadar CO₂ diruangan tempatnya beraktifitas. Untuk itu diperlukan suatu alat yang mampu mendeteksi dan mengontrol kadar CO₂ yang ada dalam ruangan agar selalu berada pada kategori sehat walaupun banyak pengguna beraktifitas dalam waktu yang lama. Sistem ini bekerja menggunakan sensor gas yang sensitif terhadap perubahan gas CO₂ diudara dan diintegrasikan dengan modul Field Programmable Gate Array (FPGA) myRIO dari National Instrument. Tahapan penelitian dilakukan dengan melakukan uji respons sensor, uji responsibility sensor dan uji respon aktivasi pembersih udara dalam ruangan ketika kadar CO₂ meningkat dan jumlah pengguna ruang bertambah. Berdasarkan hasil uji coba dan analisa didapatkan hasil respons sensor menanggapi perubahan kadar gas CO₂ diudara dalam waktu 6 detik. Penyimpangan rata-rata sensor ketika dilakukan pengujian sebanyak 30 kali adalah 16,56 ppm. Sistem mampu membersihkan udara sesuai ambang batas kadar CO₂ yang ditentukan dalam waktu 16,8 menit. Peningkatan kadar CO₂ untuk ruang dengan pendingin udara lebih rendah dibanding ruangan tanpa pendingin udara.

Kata Kunci: udara, ruangan, penciuman_elektronik.

PENDAHULUAN

Udara merupakan komponen penting dalam kehidupan, dan komponen udara terdiri dari udara kering berupa unsur dan senyawa gas yang ada di udara, uap air dan partikel benda yang berukuran kecil yang melayang di udara atau dikenal dengan aerosol. Kandungan udara kering adalah Carbon Monoxide (CO), Carbon Dioxide (CO₂), Hydrogen Sulfide (H₂S), Nitrogen Dioxide (NO₂), Ammonium (NH₃), Chlorine (Cl₂), Nitrogen Dioxide (NO_x), Methane (CH₄) dan Ozone (O₃) (Agusta Kurniawan, 2017). Perkembangan industri dan penggunaan teknologi yang semakin meningkat memiliki dampak yang signifikan terhadap terjadinya penurunan kualitas lingkungan termasuk pencemaran udara, baik yang terjadi di dalam ruang maupun di luar ruang (Devi Anggar O, & Corie Indria P, 2015). Indeks kualitas udara pada ruang terbuka ditentukan dengan ISPU atau Indeks Standar Pencemar Udara yang dilaporkan secara berkala oleh instansi pemerintah yang berwenang. Sementara untuk ruang tertutup tidak dilakukan pengukuran atau pengamatan secara masif, pengukuran hanya dilakukan pada ruang tertutup tertentu dan untuk kebutuhan khusus. Potensi bahaya akibat pencemaran udara kebanyakan ditemui di ruang tertutup (confined spaces) seperti kekurangan oksigen, terpapar gas CO atau CO₂, adanya gas yang mudah terbakar, dan jenis gas berbahaya lainnya. Untuk itu didalam melakukan pekerjaan di ruang terbatas (confined spaces) diperlukan aturan dalam rangka memberikan jaminan perlindungan terhadap pekerja dan aset lainnya (Masribut, & Samuel Clinton, 2016). Aktifitas manusia pada ruangan hampir bisa dilakukan selama 24 jam, dan jika pengguna selalu menghirup udara yang tidak sehat, maka efek yang tidak baik bagi kesehatan bahkan bisa menimbulkan kematian (Rupisianing C, & Cahyatri. M.J, 2013). Ketika sejumlah orang berkumpul dan beraktifitas dalam suatu ruangan dalam waktu yang lama, maka secara langsung kadar CO₂ dalam ruang tersebut akan meningkat. Peningkatan kadar CO₂ memberikan dampak ketidaknyamanan orang-orang yang beraktifitas dan akan mengganggu kesehatan (Basaria Talarosha, 2018). Kandungan karbon dioksida di udara segar dan baik untuk pernapasan bervariasi antara 0,03% (300ppm) sampai dengan 0,06% (600 ppm) bergantung pada lokasinya (Evert N, & David P, & Janny O. W, 2014). Kadar CO₂ di udara dikatakan berbahaya dan dapat menimbulkan kematian jika lebih dari 5000 ppm atau lebih dari 5%. Pada umumnya pengguna ruang tidak menyadari adanya peningkatan kadar CO₂ dalam ruang tersebut ketika beraktifitas

apalagi dalam waktu yang lama, dan baru menyadari ketika ada efek jangka panjang berupa terganggunya kesehatan.

Oleh sebab itu diperlukan alat yang mampu memonitor dan mengontrol kadar CO₂ dalam ruangan agar pengguna dapat beaktifitas dengan nyaman dan tidak mengganggu kesehatan. Untuk membuat alat ini dapat dilakukan dengan mendeteksi gas CO₂ diudara menggunakan komponen elektronik berupa sensor yang sensitive terhadap gas tersebut. Penggunaan sensor elektronik sebagai sistem deteksi dikenal dengan istilah penciuman elektronik atau electronic nose. Prinsip kerja dari electronic nose adalah meniru tindakan hidung manusia dengan mengenali pola respon terhadap aroma tertentu [Baskara, Soca & Lelono, Danang & Widodo, Triyogatama, 2016).

Penelitian ini mengimplementasikan sistem electronic-nose (e-nose) berbasis sensor gas untuk mengontrol kadar gas CO₂ pada ruangan tertutup, agar selalu berada pada ambang batas kesehatan manusia atau ambang batas yang diizinkan. Jika terdeteksi kadar CO₂ meningkat, maka sistem mendeteksi dan pembersih udara akan bekerja secara otomatis jika diperlukan untuk membersihkan udara agar kadar CO₂ kembali berada pada ambang batas yang ditentukan. Dengan adanya sistem ini, pengguna yang beraktifitas dalam ruangan tersebut tetap merasa nyaman dan selalu menghirup udara bersih, segar dan tanpa ada polusi CO₂.

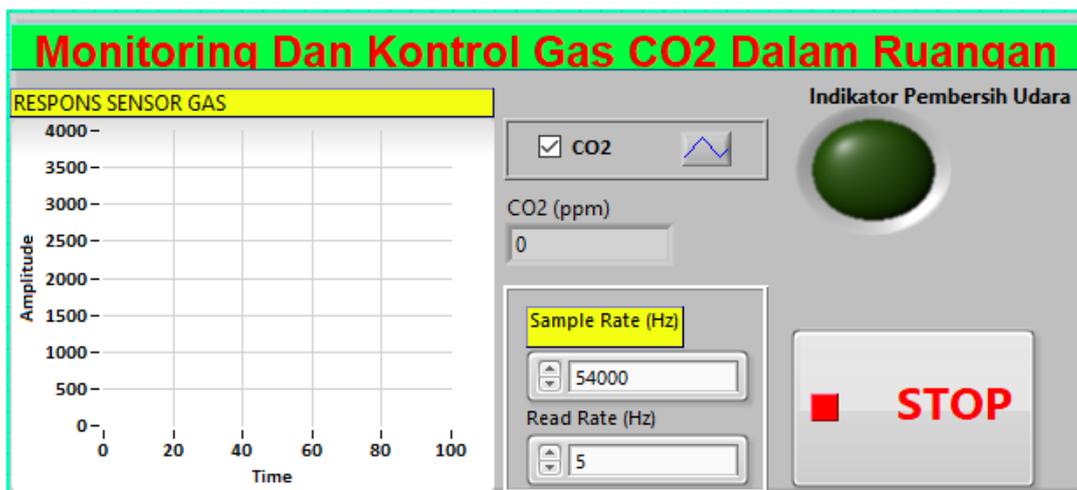
METODE PENELITIAN

Sistem yang dirancang ini menggunakan komponen sensor MG-811 sebagai komponen untuk mendeteksi gas CO₂, dan untuk sistem pengkondisi sinyal dan pemrosesan menggunakan modul Field Programmable Gate Array (FPGA) myRIO dari National Instrument. Sistem pengkondisi sinyal akan mendefinisikan besaran tegangan analog yang dihasilkan rangkaian sensor akibat adanya perubahan unsur dan senyawa gas diudara. Hasil tegangan analog diolah melalui program LabVIEW pada Field Programmable Gate Array (FPGA) myRIO dan merupakan modul embedded system dibuat oleh Nasional Instrument yang dilengkapi mikroprosesor onboard (Andrizal, &Rivanol.C, &Ade Irma.S, 2018). Output dari sistem berupa display kadar CO₂ ditampilkan dengan satuan parts per milliom (ppm) dan sistem pembersih udara yang akan aktif membersihkan udara dalam ruangan jika kadar CO₂ terdeteksi melebihi ambang batas yang ditetapkan. Untuk membuktikan kemampuan sistem atau kinerja

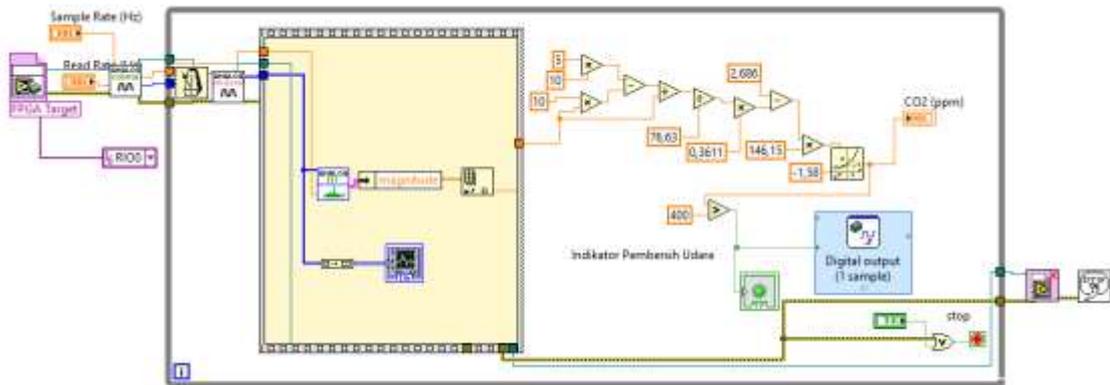
sistem dalam mendeteksi dan mengontrol kualitas udara dalam ruangan, maka dilakukan pengujian dilaboratorium Mikroprosesor dan Komputer Politeknik Negeri Padang. Tempat pengujian berupa ruangan berukuran 42 M³ yang merupakan ruang kerja dosen dengan kapasitas 6 orang dan dilengkapi dengan pendingin udara serta ventilasi yang cukup. Tahapan pengujian dimulai dengan uji respon sensor terhadap perubahan kadar CO₂ dalam ruangan dengan perlakuan pendingin udara pada posisi ON dan posisi OFF. Untuk menaikkan kadar CO₂ dalam ruangan dilakukan dengan memasukkan asap pembakaran kertas. Selanjutnya uji respons sensor dilakukan terhadap ruang yang dimasukkan asap kendaraan bermotor atau emisi gas buang motor 4 tak bahan bakar bensin atau sejenis. Uji aktivasi pembersih udara dilakukan saat ada aktifitas dalam ruangan dengan jumlah pengguna bervariasi dan dalam rentang waktu tertentu untuk mengetahui kemampuan sistem dalam merespons peningkatan kadar CO₂ akibat penambahan jumlah pengguna ruangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sensor gas CO₂ MG-811 merupakan input yang akan mendeteksi kadar unsur dan senyawa gas CO₂ diudara dalam ruangan dan diintegrasikan dengan modul FPGA myRIO 1900 sebagai pemroses utama. Gambar 1 menampilkan Virtual Instrument dari program LabVIEW, dan gambar 2 merupakan blok diagram program LabVIEW.



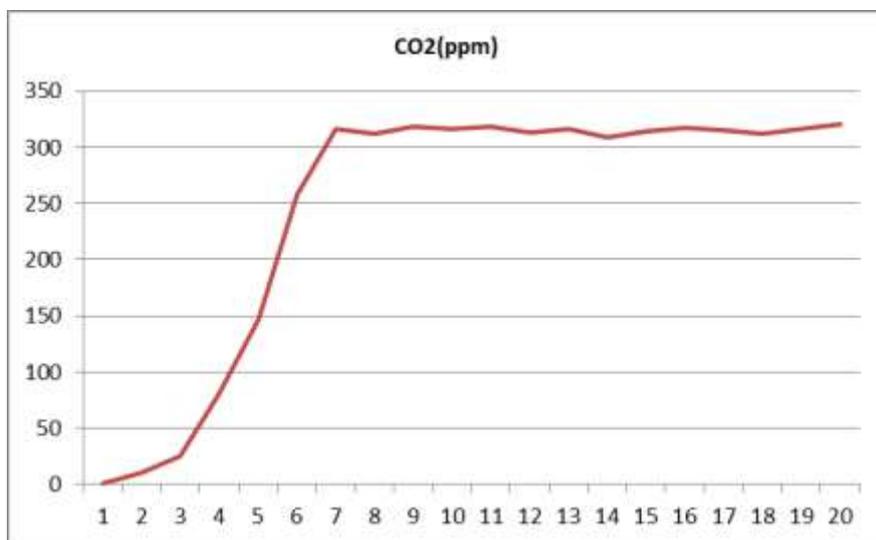
Gambar 1. Virtual Instrument



Gambar 2. Blok diagram program LabVIEW

Uji respons sensor

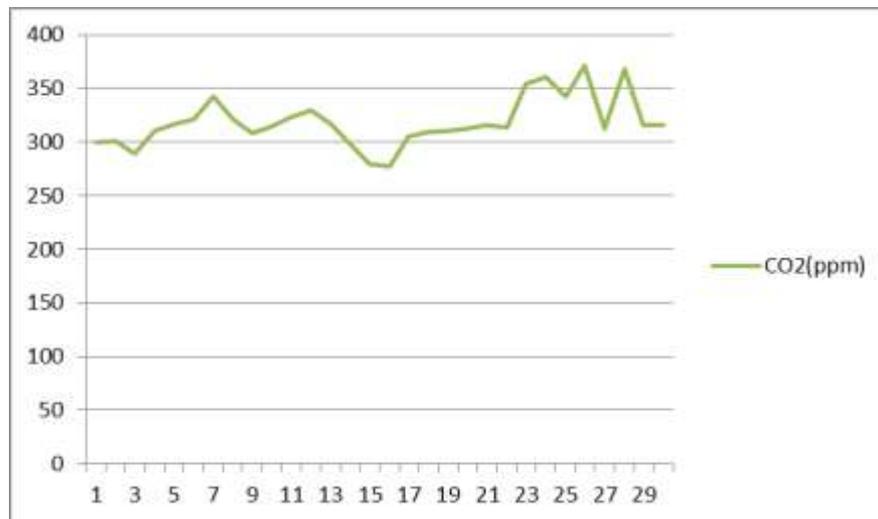
Uji respons sensor ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor yang digunakan menanggapi perubahan kadar CO₂ diudara dalam ruangan. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 3. Dari grafik respons sensor terhadap waktu didapatkan respons maksimum untuk menanggapi perubahan kadar CO₂ adalah 6 detik. Pada pengujian ini sensor sudah dipanaskan selama 60 detik sebelum dilakukan pembacaan data sensor.



Gambar 3. Respons sensor menanggapi perubahan kadar CO₂

Uji selanjutnya adalah uji kemampuan responsibility sensor jika dilakukan pengukuran atau pembacaan data berulang-ulang dalam interval waktu tertentu. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketelitian pembacaan data alat yang dibuat ketika dilakukan pembacaan data berulang-ulang. Jumlah pengujian dilakukan sebanyak

30 kali dan interval setiap kali pengujian adalah 10 menit. Hasil pengujian ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil uji pembacaan data CO₂ sebanyak 30 kali.

Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata hasil pembacaan data CO₂ adalah 318,6 ppm, dengan penyimpangan rata-rata 16,56 ppm. Pengujian selanjutnya dilakukan uji aktivasi pembersih udara ruangan jika terjadi peningkatan kadar CO₂. Pengujian dilakukan pada ruangan simulator dengan cara menambah jumlah pengguna dalam ruangan secara bertahap. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa sistem pembersih udara mampu mengembalikan kadar CO₂ dalam ruangan sesuai dengan ambang batas yang ditentukan. Lama waktu pembersih udara tergantung kepada jumlah orang yang beraktifitas didalamnya dan dipengaruhi oleh kondisi pendingin ruangan apakah pendingin udara ruang ON atau OFF. Hasil pengujian ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1.

Hasil pengujian aktivasi pembersih ruang terhadap jumlah pengguna

Uji Ke	CO ₂	Pembersih Udara	Waktu Aktif	Keterangan
1	368,1	OFF (sampai aktifitas 2 jam)	0	Ruang diisi dengan 5 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan OFF, Referensi CO ₂ maks 400 ppm.
2	336,8	OFF (sampai aktifitas 2 jam)	0	Ruang diisi dengan 5 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan ON, Referensi CO ₂ maks 400 ppm.

Uji Ke	CO ₂	Pembersih Udara	Waktu Aktif	Keterangan
3	423,4	ON (Setelah aktifitas 1 Jam dan 27 menit)	16 menit dan 22 detik	Ruang diisi dengan 10 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan OFF, Referensi CO2 maks 400 ppm.
4	407,6	ON (Setelah aktifitas 1 Jam dan 52 menit)	10 menit dan 40detik	Ruang diisi dengan 10 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan ON, Referensi CO2 maks 400 ppm
5	469,4	ON (Setelah aktifitas 27 menit)	12 menit dan 51 detik	Ruang diisi dengan 15 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan OFF, Referensi CO2 maks 400 ppm.
6	413,6	ON (Setelah aktifitas 58)	11 menit dan 37 detik	Ruang diisi dengan 15 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan ON, Referensi CO2 maks 400 ppm

SIMPULAN

Dari hasil uji coba dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan, sensor yang digunakan memiliki respons time untuk menanggapi perubahan kadar CO₂ adalah 6 detik. Sistem memiliki penyimpangan atau deviasi rata-rata 16,56 ppm untuk 30 kali pengujian dalam rentang waktu tertentu. Peningkatan jumlah pengguna ruangan menyebabkan waktu aktif sistem pembersih udara semakin lama. Sistem ini mampu mengontrol kadar CO₂ dalam ruang tetap berada pada ambang batas yang diizinkan. Untuk mengimplentasikan sistem dalam ruangan seperti ruangan isolasi pasien dirumah sakit, ruang pembangkit diesel (Power House) dan ruang tertutup lainnya diperlukan pengujian yang lebih lanjut dan spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta Kurniawan. (2017). Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO₂, SO₂, O₃ Dan PM 10) Di Bukit Kototabang Berbasis ISPU. *Jurnal Teknosain UGM*, 7 (1), 1-13. <https://doi.org/10.22146/teknosains.34658>.
- Andrizal, & Rivanol.C, & Ade Irma. S. (2018). Embedded System Using Field Programmable Gate Array (FPGA) myRIO and LabVIEW Programming to Obtain Data Patern Emissionof Car Engine Combustion Categories", *JOIV*, 2(2), 56-62.

- Basaria Talarosha. (2018). Jendela dan Dampaknya terhadap Konsentrasi CO₂ di dalam Ruang Kelas, Kajian Literatur Window and Its Impact on the CO₂ Concentration in the Classroom, A Literature Review. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*.13, 46-53.
- Baskara, Soca & Lelono, Danang & Widodo, Triyogatama. (2016). Pengembangan Hidung Elektronik untuk Klasifikasi Mutu Minyak Goreng dengan Metode Principal Component Analysis. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*. 6. 221. 10.22146/ijeis.15347.
- Devi Anggar O, & Corie Indria P. (2015). Kualitas Fisik Dan Kimia Udara, Karakteristik Pekerja, Serta Keluhan Pernapasan Pada Pekerja Percetakan Di Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.8 (2), 195-205.
- Evert N, & David P, & Janny O. W. (2014). Rancang Bangun Alat Pengukur Gas Berbahaya CO Dan CO₂ di Lingkungan Industri. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 3(4), 65-72.
- Masribut, & Samuel Clinton. (2016). Analisis Prosedur Pelaksanaan Pada Pekerjaan Di Ruang Terbatas (Confined Spaces) Pada Perbaikan Tangki Cpo Di Pt. Tunggal Perkasa Plantations Air Molek. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat, STIKES Al-Insyirah Pekanbaru*, 5(2), 41-49.
- Nini Firmawati, & Kuwat Triyana, 2016. Kelayakan Teknologi Electronic Nose Untuk Mendeteksi Urin Yang Mengandung Metadon Dengan Menggunakan Principal Component Analysis (PCA). *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, Vol 8 No 1, pp 45-51. <https://doi.org/10.25077/jif.8.1.45-51.2016>.
- Prasetyawan, I., Maslukah, L., & Rifai, A. (2017). Pengukuran Sistem Karbon Dioksida (Co₂) Sebagai Data Dasar Penentuan Fluks Karbon Di Perairan Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 9-16.
- Rupisianing C, & Cahyatri. M.J. (2013). Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Keluhan Penghuni Lembaga Pemasarakatan Kelas IIA Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(1), 21-25.