



Sistem Kontrol Berbasis Pemrograman LabVIEW MyRIO untuk Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan

Andrizal¹, Lifwarda², Yul Antonisfia³, Zulharbi⁴, Yuhefizar⁵

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang

⁵Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang

¹andrizalpoli@gmail.com*, ²lifwardaa@gmail.com, ³yulantonisfia68@gmail.com,

⁴zulharbisikumbang@gmail.com, ⁵yuhefizar @pnp.ac.id

Abstract

A multisensor control system based on the LabVIEW myRIO programming has been created for monitoring indoor air quality. The purpose of this research is to create a system to monitor and control the levels of CO and CO₂ in the room so that it remains within the threshold of healthy air and does not endanger users. The research phase began with the manufacture of a multisensor circuit and a relay module for the air purifier system and connected to the input and output ports of the myRIO module as a processor programmed with LabVIEW. The process of testing the multisensor response and the activation response of the air purifier on-off is carried out in open areas and indoors by adding artificial air pollution. Besides, air quality control and monitor is also carried out when the level of CO or CO₂ gas exceeds the threshold by increasing the number of users and set the air conditioner activation. From the results and data analysis, it was found that the system could be used as a monitor and control the indoor air quality as expected. The range of CO sensor readings is 7.46 ppm - 27.65 ppm and CO₂ 296.8 ppm - 1190.5 ppm. Air purifier on-off control response time to change of CO and CO₂ are 7 and 6 seconds. The air purifier system is able to clean indoor air with a long activation time depending on the number users and the room air conditioner activation settings.

Keywords: sensor, control, monitoring, air.

Abstrak

Telah dibuat sistem kontrol dengan multisensor berbasis pemrograman LabVIEW myRIO untuk monitoring kualitas udara dalam ruangan. Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem untuk monitor dan kontrol kadar CO dan CO₂ dalam ruangan agar tetap berada pada ambang batas udara sehat dan tidak membahayakan pengguna. Tahapan penelitian dimulai dengan pembuatan rangkaian multisensor dan modul relay untuk sistem pembersih udara serta dihubungkan dengan port input dan port output modul myRIO sebagai pemroses yang diprogram dengan LabVIEW. Proses pengujian respons multisensor dan respons aktivasi kendali on-off pembersih udara dilakukan di area terbuka dan dalam ruangan dengan cara menambahkan polusi udara buatan. Disamping itu juga dilakukan uji monitoring dan kontrol kualitas udara ketika kadar gas CO atau CO₂ melebihi ambang batas yang ditentukan dengan cara menambah jumlah pengguna dan pengaturan aktivasi pendingin ruangan. Dari hasil dan analisa data didapatkan bahwa sistem yang dibuat mampu digunakan sebagai monitor dan kontrol kualitas udara dalam ruangan sesuai dengan yang diharapkan. Rentang pembacaan data sensor CO adalah 7,46 ppm sampai 27,65 ppm dan CO₂ 296,8 ppm sampai 1190,5 ppm. Respons time kendali on-off pembersih udara menanggapi perubahan gas CO adalah 7 detik dan CO₂ 6 detik. Sistem pembersih udara mampu membersihkan udara dalam ruangan dengan lama waktu aktif tergantung kepada jumlah pengguna dan pengaturan aktivasi pendingin udara ruangan.

Kata kunci: sensor, kontrol, monitoring, udara.

1. Pendahuluan

Udara yang bersih dan sehat merupakan hal yang penting untuk kenyamanan seseorang dalam beraktivitas apalagi beraktivitas dalam ruangan [1]. Aktifitas manusia dalam ruangan hampir bisa dilakukan selama 24 jam, dan tanpa disadari dan diketahui dengan pasti bahwa

udara yang dihirup selama beraktivitas tersebut termasuk kategori udara sehat atau udara tidak sehat [2, 3]. Jika udara yang dihirup pengguna mengandung kadar unsur dan senyawa gas berbahaya dan melebihi batas ambang kategori udara sehat tentu akan memberi efek yang tidak baik bagi kesehatan. Kadar unsur dan senyawa gas pada

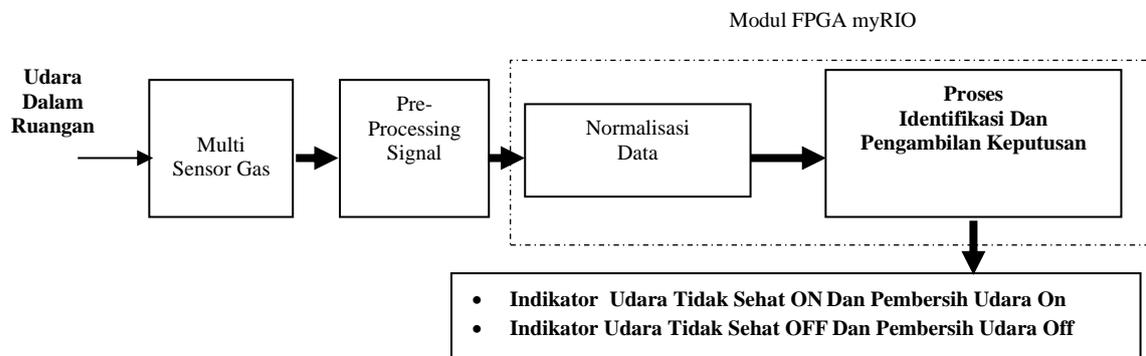
udara dapat diukur dengan gas detektor, yang tidak semua orang atau institusi memilikinya. Jadi sangat mungkin terjadi resiko terganggunya kesehatan, bahkan dapat menimbulkan kematian ketika seseorang memasuki dan beraktifitas dalam ruangan sementara kualitas udara dalam ruangan tersebut tidak sehat.

Kualitas udara dapat ditentukan berdasarkan seberapa besar kandungan unsur dan senyawa gas berbahaya bagi kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan yang ada pada udara tersebut. Kualitas udara dalam ruangan tidak dapat dideteksi secara langsung oleh panca indra manusia. Hal ini karena keterbatasan sistem panca indra manusia dalam mendeteksi, merasakan dan melihat kandungan gas-gas yang berbahaya secara langsung [4]. Berdasarkan literatur dan penelitian sebelumnya, kualitas udara dapat dimonitor dan diukur menggunakan sistem elektronik berbasis komponen sensor yang sensitif terhadap unsur dan senyawa gas yang ada pada udara [5]. Penggunaan sensor gas yang merupakan komponen elektronika mampu merespons setiap terjadinya perubahan kadar unsur dan senyawa gas[6]. Kandungan unsur dan senyawa gas dalam ruangan tergantung kepada kondisi polutan yang terjadi pada ruang tersebut. Untuk menjaga agar kadar unsur dan senyawa gas berbahaya dalam ruangan tetap sesuai dengan batas maksimum yang diizinkan, maka dapat digunakan sebuah sistem kontrol otomatis untuk mengendalikannya [7, 8]. Dengan demikian pemanfaatan sistem kontrol dapat digunakan untuk pemantauan dan mengendalikan gas berbahaya yang ada dalam ruangan agar tetap berada pada kategori udara sehat bagi pengguna [9-11].

Berdasarkan latar belakang ini, sudah seharusnya dibuat sebuah sistem yang dapat digunakan untuk memonitor dan sekaligus mengontrol kualitas udara dalam ruangan dengan menggunakan multisensor gas. Hal ini perlu dilakukan agar udara dalam ruangan dapat dimonitor dan dikontrol secara *realtime* sehingga tidak membahayakan kesehatan pengguna apalagi digunakan oleh banyak orang dan dalam waktu yang lama.

Sistem yang dibuat pada penelitian ini merupakan sistem penciuman hidung elektronik menggunakan multisensor gas yang diintegrasikan dengan sistem kontrol. Sistem hidung elektronik (*electronic nose (e-nose)*) merupakan sistem elektronik yang terdiri dari beberapa jenis komponen sensor yang digunakan sebagai pendeteksi aroma [12, 13]. Sensor gas memiliki prinsip kerja berupa perubahan tahanan, *Surface Accoustic wave (SAW)* yang menyebabkan perubahan nilai tegangan dan arus serta output berupa perubahan frekuensi, *Quartz crystal microbalance (QCM)* ketika kadar unsur dan senyawa gas berubah [14, 15]. Unsur dan senyawa gas berbahaya yang dimonitor dan dikontrol pada penelitian ini adalah gas Carbonmonoxide (CO) dan Carbondioxide (CO₂). Konsentrasi CO pada udara bebas antara *5 parts per million (ppm)* sampai 15 ppm [16]. CO₂ dihasilkan dari pernapasan, metabolisme tumbuhan pada malam hari dan polusi akibat industri serta emisi gas buang kendaraan bermotor. Udara yang sehat untuk pernafasan mengandung CO₂ maksimal 600 ppm dan idealnya 400 ppm [17].

Untuk pemrosesan dan visualisasi data pada penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman LabVIEW. LabVIEW adalah sebuah software pemrograman yang diproduksi oleh National instruments dengan konsep pemrograman grafis. Program LabVIEW dikenal juga dengan sebutan program berbasis *Virtual instruments (VI)* karena penampilan dan operasinya dapat menyerupakan sebuah instrument alat ukur atau *display* hasil pengujian agar memudahkan pengguna berinteraksi dengan sistem [18-20]. Pemrograman LabVIEW di *upload* menjadi sistem *embedded* menggunakan modul *Field Programable Gate Array (FPGA)* myRIO [21, 22]. Untuk mendeteksi kadar gas yang ada dalam ruangan, pada penelitian ini menggunakan komponen sensor gas dengan kode MG 811 untuk CO₂, dan kode MICS-6814 untuk gas CO. Sistem yang dirancang pada penelitian ini melakukan 2 fungsi yaitu melakukan pemantauan atau monitoring kualitas udara yang ada pada ruangan secara *realtime* dan mengontrol kualitas udara ruang jika kadar CO dan CO₂ melebihi ambang batas yang ditentukan.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Gambar 1 menampilkan blok diagram sistem yang dibuat pada penelitian ini. Input sistem terdiri dari multisensor gas disusun secara *parallel* dan secara bersamaan mampu mendeteksi unsur dan senyawa gas yang ada dalam ruangan. Data multisensor dihubungkan dengan rangkaian *pre-processing* agar didapat data yang diinginkan untuk pemroses utama. Modul myRIO merupakan sistem pemroses utama dan mendapatkan data multisensor dari *port input* yang terhubung dengan *pre-processing*. Sementara port output modul myRIO dihubungkan dengan sistem pembersih udara yang berfungsi membersihkan udara ruangan ketika kadar CO dan CO₂ melebihi ambang batas.

Jadi sistem yang dibuat ini mampu mendeteksi kadar unsur dan senyawa gas CO dan CO₂ di area terbuka maupun dalam ruangan dan ditampilkan dalam nilai ppm secara *realtime*. Dan sistem ini juga mampu mengontrol kualitas udara dalam ruangan ketika terjadi peningkatan kadar CO dan CO₂, sehingga udara dalam ruangan selalu dalam kategori sehat dan aman bagi pengguna untuk beraktifitas.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode eksperimen, sementara objek penelitian adalah udara dalam ruangan. Tahapan penelitian diawali dengan merancang dan membuat modul rangkaian multisensor yang terdiri dari sensor gas CO menggunakan MICS-6814 dan CO₂ menggunakan MG 811. Komponen sensor terhubung dengan rangkaian pembagi tegangan dan rangkaian penguat pembanding sebagai *pre-processing* untuk mendapatkan data tegangan sensor sesuai dengan perubahan kadar gas CO dan CO₂. Selanjutnya *port input* dan *port output* modul myRIO dihubungkan dengan rangkaian multisensor dan modul *relay* untuk aktivasi sistem pembersih udara (*air purifier*). Modul myRIO merupakan komponen utama dan diprogram dengan menggunakan pemrograman LabVIEW agar dapat memproses data multisensor dan melakukan aksi kendali ON-OFF untuk sistem pembersih udara berdasarkan data sensor. Untuk memudahkan pengguna mengamati data hasil deteksi sensor dan proses sistem, maka *display* sistem dilengkapi VI dengan tampilan kadar CO dan CO₂ dalam satuan ppm dan indikator aktivasi pembersih udara.

Konversi pembacaan data sensor dari nilai tegangan analog menjadi satuan data ppm untuk sensor CO dan CO₂ menggunakan metoda *Linearisasi Regresi Non Linear*. Jadi nilai ppm didapatkan dengan mengetahui Rs/Ro, dimana Rs adalah tahanan sensor dan Ro adalah tahanan sensor pada udara yang bersih [23]. Untuk membuktikan kemampuan multisensor dilakukan uji respons setiap sensor yang bertujuan untuk mengetahui

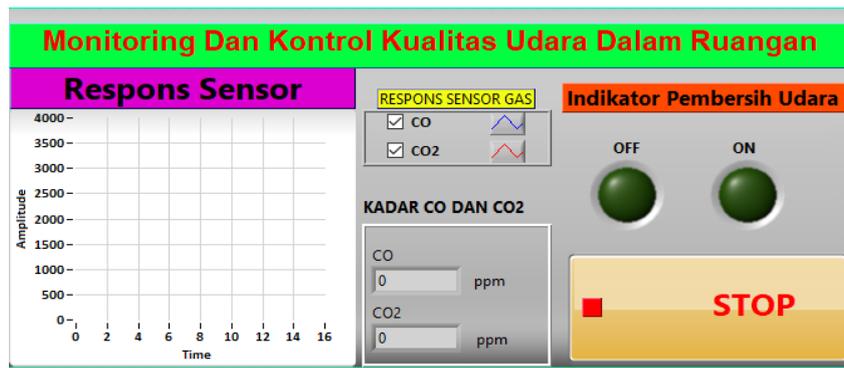
kemampuan setiap sensor mendeteksi perubahan kadar unsur dan senyawa gas CO dan CO₂ dalam ruangan dan area terbuka. Selanjutnya adalah uji *responsibility*, dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor mendeteksi kadar unsur dan senyawa gas CO dan CO₂ jika pendeteksian dilakukan berulang-ulang. Interval waktu pendeteksian dibuat bervariasi dan tetap memperhatikan waktu pemanasan setiap sensor yang digunakan. Karena sensor gas belum bisa mendeteksi secara maksimal perubahan kadar gas jika waktu pemanasan sensor belum terpenuhi.

Uji aktivasi pembersih udara dilakukan untuk mengetahui respons sistem ketika nilai input dalam hal ini data hasil pembacaan salah satu dan atau kedua sensor melebihi nilai *setting point* aksi kendali ON-OFF. Pengujian ini dilakukan dalam bentuk uji respon kendali on/off pembersih udara terhadap waktu. Lokasi pengujian dilakukan dalam ruangan dengan ukuran 42 M³, dan untuk membuat kondisi kadar CO dan CO₂ meningkat dilakukan dengan cara penambahan polusi buatan yaitu asap pembakaran kertas dan emisi gas buang sepeda motor 4 tak bahan bakar bensin atau sejenis.

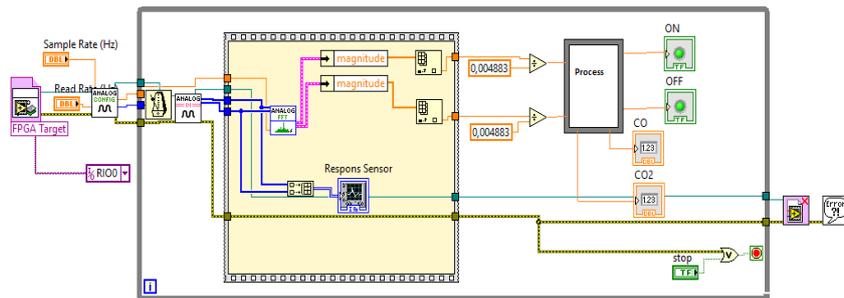
Tahap akhir penelitian ini adalah dilakukan pengujian secara keseluruhan diruangan yang sama dengan pengujian sebelumnya yaitu kemampuan monitoring dan kontrol kualitas udara ruangan. Pengujian ini dilakukan ketika jumlah pengguna ruangan ditambah dan kondisi pendingin ruangan diatur aktif atau tidak aktif. Jadi pengujian ini bertujuan untuk membuktikan kemampuan sistem melakukan monitor dan kontrol kualitas udara agar selalu berada pada kategori udara sehat bagi pengguna.

3. Hasil dan Pembahasan

Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem yang mampu mendeteksi atau memonitor kadar CO dan CO₂ didalam ruangan secara *realtime*. Disamping itu sistem ini juga mampu mengaktifkan pembersih udara secara otomatis untuk membersihkan udara ruangan agar kembali berada pada batas ambang atau *setting point* yang ditentukan ketika terjadi peningkatan kadar CO dan CO₂. Sistem ini menggunakan komponen utama atau pemroses berupa Modul FPGA myRIO dengan pemrograman grafis yang dikenal dengan LabVIEW. Gambar 2 adalah tampilan user interface dalam bentuk VI yang mampu menampilkan respons sensor secara grafis dan dilengkapi dengan nilai dalam satuan ppm. Disamping itu VI ini juga dilengkapi dengan indikator aktivasi pembersih udara dalam kondisi ON atau OFF. Gambar 3 merupakan blok diagram program yang terdiri dari *function pallette* yang mendefinisikan proses yang dilakukan pada sistem FPGA di modul myRIO.



Gambar 2. Virtual Instrument



Gambar 3. Blok Diagram Program

3.1. Hasil Uji Respons Multisensor

Respons sensor merupakan kemampuan sensor untuk menanggapi perubahan kadar CO dan CO₂ yang ada pada udara. Tabel 1 memperlihatkan hasil respons sensor dalam ruangan dan di area terbuka. Dari hasil data pada table 1 terlihat bahwa nilai CO dan CO₂ masih dibawah ambang batas, baik diarea terbuka atau didalam ruangan. Kadar CO₂ mengalami peningkatan dimalam hari ketika diarea terbuka yang ada pohonnya. Data-data pengujian pada table 1 membukikan bahwa multisensor sensor mampu mendeteksi dan merespons perubahan kadar unsur dan senyawa CO dan CO₂.

Responsibility sistem atau kemampuan membaca atau mendeteksi perubahan kadar unsur dan senyawa gas CO dan CO₂ jika dilakukan berulang-ulang ditampilkan pada gambar 4. Rentang waktu pengamatan dilakun setiap 5 menit dengan pengujian sebanyak 30 kali.

Dari gambar 4 terlihat kemampuan pembacaan sensor CO lebih stabil dibandingkan dengan data CO₂. Nilai rata gas CO yang terdeteksi adalah 10,67 ppm sedangkan

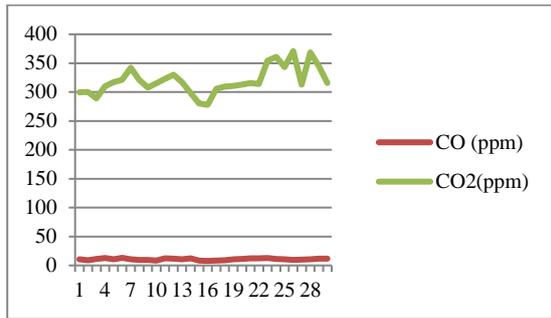
untuk CO₂ adalah 319,61 ppm. Nilai penyimpangan terhadap nilai rata-rata untuk CO adalah terendah -2,47 dan tertinggi 2,53 ppm, sedangkan untuk CO₂ terendah -41,71 dan tertinggi 51,39. Dengan demikian pembacaan data CO₂ lebih berfluktuasi dan membutuhkan waktu relatif lebih lama untuk stabil. Dan secara prinsip kedua sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kadar CO dan CO₂ secara terus menerus dan *real time*.

3.2 Uji Respon Kendali on/off Pembersih Udara Terhadap Waktu.

Gambar 5 memperlihatkan bentuk respons kendali on/off pembersih udara terhadap waktu. *Setting point* aktivasi pembersih udara untuk gas CO di tentukan 15 ppm. Pembersih udara aktif (ON) setelah 7 detik saat terjadi peningkatan kadar CO menjadi 18,9 ppm dan selanjutnya pembersih udara tidak aktif (OFF) setelah kadar CO turun menjadi 14,2 ppm dalam waktu 23 menit dan 55 detik.

Tabel 1. Hasil Uji Respons Sensor di Area Terbuka dan Ruang Tertutup.

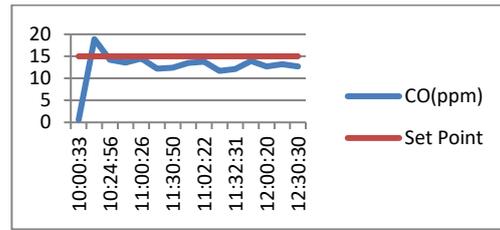
No	Lokasi Uji	Nilai ppm		Keterangan
		Co	CO ₂	
1	Lapangan terbuka tanpa pohon	11,8	338,2	Waktu uji siang hari
2	Lapangan terbuka dibawah pohon	7,46	296,8	Waktu uji siang hari
3	Lapangan terbuka tanpa pohon	10,3	358,4	Waktu uji malam hari
4	Lapangan terbuka dibawah pohon	8,8	411,3	Waktu uji malam hari
3	Ruang tertutup tanpa orang beraktifitas	10,68	314,2	Waktu uji siang hari tanpa pendingin udara
4	Ruang tertutup dengan orang beraktifitas	11,47	342,5	Waktu uji siang hari tanpa pendingin udara



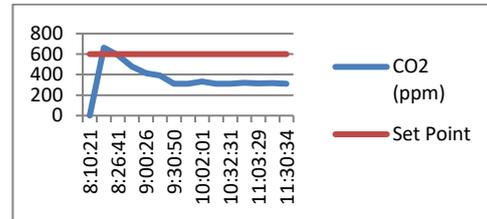
Gambar 4. Respons Pengujian Sensor Sebanyak 30 Kali

Lama waktu aktivasi pembersih udara menunjukkan bahwa sistem pembersih udara membutuhkan waktu untuk mengembalikan kondisi udara sesuai dengan ambang batas yang ditentukan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menambahkan polusi emisi gas buang kendaraan bermotor. Perlakuan ini juga diterapkan pada uji respons pembersih udara untuk gas CO₂.

Gambar 6 memperlihatkan respons kendali on/off terhadap waktu aktivasi pembersih udara ketika terjadi perubahan gas CO₂. dengan *setting* point 600 ppm. Pembersih udara aktif setelah 6 detik ketika terjadi peningkatan kadar CO₂ sebesar 662 ppm dan turun menjadi 592 ppm dalam waktu 25 menit dan 20 detik.



Gambar 5. Respon Kendali on/off Pembersih Udara Terhadap Waktu Aktivasi Pembersih Udara Untuk Gas CO



Gambar 6. Respon Kendali on/off Pembersih Udara Terhadap Waktu Aktivasi Pembersih Udara Untuk Gas CO₂

3.3. Hasil Uji Kemampuan Sistem Memonitor Dan Kontrol Kualitas Udara Dalam Ruangan

Tabel 2 menampilkan kemampuan sistem melakukan monitoring kadar CO dan CO₂ serta kemampuan sistem mengontrol kualitas udara ruangan.

Tabel 2. Hasil Uji Respons Sistem dan Aktivasi Pembersih Udara Berdasarkan Kondisi Ruangan

Uji Ke	CO maks (ppm)	CO ₂ maks (ppm)	Pembersih Udara	Lama Aktif	Keterangan
1	22,7	938,6	ON	25 menit dan 33 detik	Ruangan dalam keadaan kosong diberi asap pembakaran kertas pendingin ruangan OFF. Referensi CO maks 15 ppm, CO ₂ maks 600 ppm.
2	18,1	756,3	ON	21 menit dan 38 detik	Ruangan dalam keadaan kosong diberi asap pembakaran kertas pendingin ruangan ON, Referensi CO maks 15 ppm, CO ₂ maks 600 ppm.
3	27,65	1190,5	ON	45 Menit dan 52 detik	Ruangan dalam keadaan kosong diberi emisi gas buang sepeda motor 4 tak pendingin ruangan OFF, Referensi CO maks 15 ppm, CO ₂ maks 600 ppm.
4	21,8	980,7	ON	31 Menit dan 40 detik	Ruangan dalam keadaan kosong diberi emisi gas buang sepeda motor 4 tak pendingin ruangan ON, Referensi CO maks 15 ppm, CO ₂ maks 600 ppm.
5	13,1	386,8	OFF (sampai pengamatan 2 jam)	0	Ruang diisi dengan 5 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan OFF, Referensi CO maks 15 ppm, CO ₂ maks 400 ppm.
6	10,4	343,2	OFF (sampai pengamatan 2 jam)	0	Ruang diisi dengan 5 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan ON, Referensi CO maks 15 ppm, CO ₂ maks 400 ppm.
7	13,2	438,4	ON (Setelah aktifitas 1 Jam dan 7 menit)	13 menit dan 22 detik	Ruang diisi dengan 10 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan OFF, Referensi CO maks 15 ppm, CO ₂ maks 400 ppm.
8	11,6	407,6	ON (Setelah aktifitas 1 Jam dan 42 menit)	8 menit dan 40detik	Ruang diisi dengan 10 orang beraktifitas didalamnya dan pendingin udara ruangan ON, Referensi CO maks 15 ppm, CO ₂ maks 400 ppm

Peningkatan kadar CO dan CO₂ lebih tinggi ketika pendingin ruangan dalam keadaan tidak aktif. Lama waktu aktif pembersih udara tergantung jumlah pengguna ruangan dan kondisi pendingin ruangan. Peningkatan jumlah pengguna menyebabkan naiknya kadar CO dan CO₂ dalam ruangan.

Aktivitas di dalam ruangan yang semakin banyak dapat meningkatkan jumlah polutan dalam ruangan terutama meningkatnya polusi gas CO dan CO₂. Kenyataan ini menyebabkan risiko terpaparnya polutan dalam ruangan terhadap pengguna semakin tinggi.

Perlakuan kondisi ruangan dengan penambahan polusi dari asap pembakaran kertas dan emisi gas buang mampu meningkatkan kadar CO dan CO₂ dan dapat dideteksi oleh sensor. Peningkatan kadar CO dan CO₂ dapat dibersihkan oleh pembersih udara yang berfungsi menetralkan dan menyaring udara serta menurunkan kadar gas tersebut kembali berada pada batas ambang yang ditentukan. Lama waktu aktif pembersih udara tergantung kepada laju peningkatan kadar CO dan CO₂. Peningkatan kadar CO dan CO₂ dipengaruhi oleh jumlah pengguna dan aktif atau tidaknya pendingin ruangan. Ambang batas kadar CO dan CO₂ merupakan referensi dalam pengambilan keputusan apakah pembersih udara aktif atau tidak. Pada penelitian ini ambang batas kadar CO maksimal 10 ppm dan CO₂ maksimal 400 ppm saat ada pengguna (orang) beraktifitas dalam ruangan dan CO 15 ppm dan CO₂ 600 ppm saat tidak ada pengguna beraktifitas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa dapat disimpulkan bahwa, sistem yang dibuat ini mampu mendeteksi dan memonitor kadar unsur dan senyawa gas CO dan CO₂ pada area terbuka dan dalam ruangan. Kadar CO yang terdeteksi terendah 7,46 ppm dan tertinggi 27,65 ppm. Sementara untuk gas CO₂ terendah 296,8 ppm dan tertinggi 1190,5 ppm. Ketika dilakukan pengujian sebanyak 30 kali secara berulang dengan interval waktu 5 menit, terjadi penyimpangan rata-rata pembacaan data pada sensor CO adalah 1,18 ppm dan CO₂ 17,56 ppm. Respons time aktivasi kendali on-off pembersih udara menanggapi peningkatan kadar gas dalam ruangan adalah 7 detik untuk gas CO dan 6 detik untuk gas CO₂. Sistem mampu mengendalikan kadar CO dan CO₂ dalam ruang sesuai ambang batas yang ditetapkan yaitu CO maksimal 15 ppm dan CO₂ maksimal 600 ppm saat jika didalam ruang tidak ada pengguna. Dan ketika ada pengguna beraktifitas CO maksimal ditetapkan 10 ppm dan CO₂ maksimal 400 ppm. Lama waktu sistem pembersih udara aktif untuk menstabilkan kadar CO dan CO₂ dalam ruangan agar kembali sesuai ambang batas yang ditentukan dipengaruhi oleh aktif atau tidaknya sistem pendingin ruangan serta jumlah orang yang beraktifitas didalam ruangan tersebut.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Padang yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Rujukan

[1] Rupisianing Candrasari, Cahyatri. Mukono, J, 2013. Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Keluhan Penghuni Lembaga Pemasarakatan Kelas IIA Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7 (1), pp. 21-25.
[2] S Huboyo, Titik I, Endro S, 2016. Kualitas Udara Dalam Ruang Di Daerah Parkir Basement Dan Parkir Upperground (Studi Kasus Di Supermarket Semarang. *Jurnal PRESIPITASI*, 13 (1), pp. 8-12.

[3] Kementerian Kesehatan - RI Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan, Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik Dan Sarana Kesehatan, 2012. Pedoman Teknis.
[4] Hafizh A.P.Jati, Danang L, 2013. Deteksi dan Monitoring Polusi Udara Berbasis Array Sensor Gas. *IJES*, 2 (2), pp. 147-156. <https://doi.org/10.22146/ijes.3889>.
[5] Allbowaghis Di-Gandra, Porman Pangaribuan, Ramdhan Nugraha. 2018. Sistem Pengontrol Dan Pemonitor Kualitas Udara Pada Lahan Parkir Bawah Tanah (Basement). e-Proceeding of Engineering, 5 (3), pp. 4265-4271.
[6] M. Sadeli Amlil, Brian Yuliarto, Nugraha Nugraha, 2015. Desain dan Pembuatan Sistem Pengukuran Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler, *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, Institut Teknologi Bandung, 7 (1), pp.1-8.
[7] Jacquiline, Morlav & Lengkong, Oktoverano. 2018. Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruang dengan Platform IoT. *CogITO Smart Journal*, 4 (1) pp.94-103. 10.31154/cogito.v4i1.105.94-103.
[8] Slamet Widodo, M.Miftakul Amin, Adi Sutrisman, Aldo Aziiz Putra, 2017. Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih Dan Gas Berbahaya CO, CO₂, Dan CH4 Di Dalam Ruang Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Pseudocode*, 4 (2), pp 105-119.
[9] Nur Arminarahmah, Muhammad Rasyidan, Zaenuddin. 2017. Desain Dan Implementasi Pengukur Kualitas Udara Pm10 Berbasis Mikrokontroler. *JTIJULM*, 2 (1), pp. 31-37.
[10] Muhammad zikri, Rizaldy Khair, 2018. Rancang Bangun Monitoring Polusi Udara Berbasis Arduino. *Jurnal Teknografi*, 5, (1), pp. 27-38.
[11] Evert Nebath, David Pang, Janny O. Wuwung, 2014. Rancang Bangun Alat Pengukur Gas Berbahaya CO Dan CO₂ di Lingkungan Industri. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 3 (4), pp. 65-72. DOI: <https://doi.org/10.35793/jtek.3.4.2014.6012>
[12] Muhammad Rivai, Djoko Purwanto, Hendro Juwono, Hari Agus Sujono, 2011. Electronic Nose using Gas Chromatography Column and Quartz Crystal Microbalance. *TELKOMNIKA*, 9 (2), pp. 319-326.
[13] 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)*, 8 (1), pp. 45-51.
[14] Desti R, Firdaus, Derisma, 2016. Identifikasi Jenis Bubuk Kopi menggunakan Electronic Nose dengan Metode Pembelajaran Backpropagation. *Jurnal Nasional Teknik Elektro UNAND*, 5 (3), pp. 332-338.
[15] Farraia, Mariana V, Cavaleiro R, July-August 2019. The electronic nose technology in clinical diagnosis: A systematic review. *Porto Biomedical Journal*: 4 (4)..
[16] Mahda Khairina, 2019. Gambaran Kadar Co Udara, Cogh Dan Tekanan Darah Pekerja Basement Pusat Perbelanjaan X Kota Malang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11 (20), pp 150-157.
[17] Intan Retno Dewanti, 2018. IDENTIFIKASI PAPARAN CO, Kebiasaan, Dan Kadar Cogh Dalam Darah Serta Keluhan Kesehatan Di Basement Apartemen Waterplace, Surabaya, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Universitas Airlangga, 10 (1), pp 59-69
[18] Ng, Kok Mun & Ahmad, Adizul & Razak, Noorfadzli. 2018.. Remote Air Quality Monitoring System by Using MyRIO-LabVIEW. 10.1109/ICSGRC.2018.8657501.
[19] R. Aasin Rukshna, Anusha, E.Bhuvaneshwari, T.Devashena. Interfacing of Proximity Sensor with My-RIO Toolkit Using LabVIEW. *IJSRD*, 3 (1), pp. 562-566.
[20] Henrick, Nadia A, Andrizal, 2015. Identifying Tuberculosis through Exhaled Breath by Using Field Programmable Gate Array (FPGA) myRIO, *JOACE*, 3 (6), pp. 470-474. doi: 10.12720/joace.3.6.470-474.
[21] Andrizal, Rivanol Chadry, Ade Irma Suryani. 2018. Embedded System Using Field Programmable Gate Array (FPGA) myRIO and LabVIEW Programming to Obtain Data Patern Emission of Car Engine Combustion Categories", *JOIV*, 2 (2), pp. 56-62. <http://dx.doi.org/10.30630/joiv.2.2.50..>
[22] Andrizal, Rivanol Chadry, Ade Irma Suryani. 2018. Embedded System Using Field Programmable Gate Array (FPGA) myRIO

and LabVIEW Programming to Obtain Data Patern Emissionof [23]Ade Syayuti Mannaf, Fatma Agus Setyaningsih, Ikhwan Car Engine Combustion Categories", *JOIV*, 2 (2), pp. 56-62.
<http://dx.doi.org/10.30630/joiv.2.2.50>.

Ruslianto, 2016. Purwarupa Sistem Deteksi Dan Pengurangan Kadar Co, Co2 Dan No2 Berbasis Mikrokontroler, *Jurnal Coding, Sistem Komputer UNTAN*. 4(3), pp 1-8.