

Pemantauan Penyerapan Gas Beracun Menggunakan Tanaman *Sansevieria* Pada Ruangan Tertutup

Barzan Trio Putra¹, Kemahyanto Exaudi^{2*}, Rossi Passarella³, Purwita Sari⁴

^{1,3}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

²Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

⁴Program Studi Manajemen Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang, Indonesia 30128

*kemahyanto@ilkom.unsri.ac.id

(Naskah masuk: 31 Maret 2021; diterima untuk diterbitkan: 4 Februari 2022)

ABSTRAK – Kualitas udara didalam ruangan perlu mendapat perhatian khusus karena sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu menjaga kualitas udara dalam ruangan tetap bersih dengan memanfaatkan tanaman *sansevieria trifasciata*. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kadar polusi udara didalam sebuah ruangan tertutup yang terdapat tanaman *Sansevieria Trifasciata*. Fungsi tanaman tersebut sebagai penyerap gas beracun seperti karbon monoksida (CO) yang tercemar didalam ruangan. Prototipe ruangan uji yang digunakan berukuran 65cm x 65cm x 65cm. Sensor gas diletakkan di bagian atas ruangan dan slot untuk memasukkan sampel gas dibagian depan. Sistem kerjanya adalah ruangan dilakukan normalisasi sampai sensor gas mendeteksi nilai ppm normal, kemudian sampel gas dimasukkan kedalam ruangan uji menggunakan media suntik dan sensor gas kembali membaca nilai ppm sampai kondisi normal. Hasil penelitian membuktikan bahwa tanaman *sansevieria* dapat menyerap gas CO dengan sempurna. Ukuran dan bentuk *sansevieria* juga mempengaruhi proses penyerapan gas CO. semakin besar tanaman maka semakin baik daya serapnya. Hal ini dibuktikan dengan Rerata waktu yang dibutuhkan *sansevieria* kecil menyerap gas asap sampai mencapai ppm normal adalah 120 menit. Sedangkan untuk *sansevieria* besar selama 80 menit.

Kata Kunci – Arduino; Karbon Monoksida; MQ-2; MQ-135; *Sansevieria Trifasciata*.

Monitoring of Toxic Gas Absorption using *Sansevieria* Plants against Enclosed Rooms

ABSTRACT – Indoor air quality needs special attention because it is very influential on human health. One way that can be done is to keep the indoor air quality clean by utilizing *sansevieria trifasciata* plants. This study aims to detect air pollution levels in a closed room containing the *Sansevieria Trifasciata* plant. The plant functions as an absorbent of toxic gases such as carbon monoxide (CO) contaminated indoors. The prototype test room measures 65cm x 65cm x 65cm. Gas sensors are placed at the top of the room and slots to insert gas samples at the front. The working system in the room is sterilized until the gas sensor detects the normal ppm value, then the gas sample is inserted into the test room using injectable media and the gas sensor re-reads the ppm value until normal conditions. The results prove that *sansevieria* plants can absorb CO gas perfectly. The size and shape of *sansevieria* also affect the absorption process of CO gas. the bigger the plant, the better the absorption. This is evidenced by the average time it takes a small *sansevieria* to absorb smoke gas until it reaches normal ppm is 120 minutes. As for the big *sansevieria* for 80 minutes.

Keywords – Arduino; carbon monoxide; MQ-2; MQ-135; *Sansevieria Trifasciata*.

1. PENDAHULUAN

Wabah penyakit Covid-19 yang telah melanda dunia banyak menyebabkan masalah terutama

ketika beberapa negara menerapkan kebijakan tentang *social distancing* berupa pembatasan aktifitas manusia dari yang hanya pembatasan berskala

hingga penghentian total yang diistilahkan *lockdown*[1], [2]. Di Indonesia khususnya di Jakarta kasus covid-19 pertama kali ditemukan pada bulan februari 2020 dan mulai mewabah sekitar pertengahan bulan maret 2020 sehingga kebijakan *working from home* mulai diterapkan[3], [4]. Tubuh membutuhkan oksigen dari udara untuk kelangsungan metabolisme, diterapkannya kebijakan *Working From Home* saat pandemi Covid-19 berdampak terhadap kurangnya tubuh menghirup udara bersih dan berkualitas seperti tidak berwarna, berbau dan berasa. Kualitas udara dalam ruangan merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian karena sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia[5], [6].

Sansevieria trifasciata atau lidah mertua merupakan tanaman hias yang sering dijumpai dipinggir jalan, di taman, dan di perkarangan atau ditanam dalam pot sebagai penghias ruangan[7]. Lidah mertua mampu memberikan udara bersih bagi ruangan yang ditempatinya karena tanaman ini dapat menyerap zat berbahaya di udara [8], [9]. Jika tanaman *Sansevieria Trifasciata* diletakkan di dalam rumah atau ruang kantor, maka akan berfungsi sebagai penyaring kotoran, bau atau gas polutan yang ada dalam ruangan dan menjadikan udara bersih, yang sangat baik untuk kesehatan[Formatting Citation]. Sehingga memerlukan suatu alat pendeteksi kadar polusi udara untuk mengetahui kualitas udara dalam ruangan dan memanfaatkan tanaman *sansevieria trifasciata* sebagai solusi pengurangan pencemaran

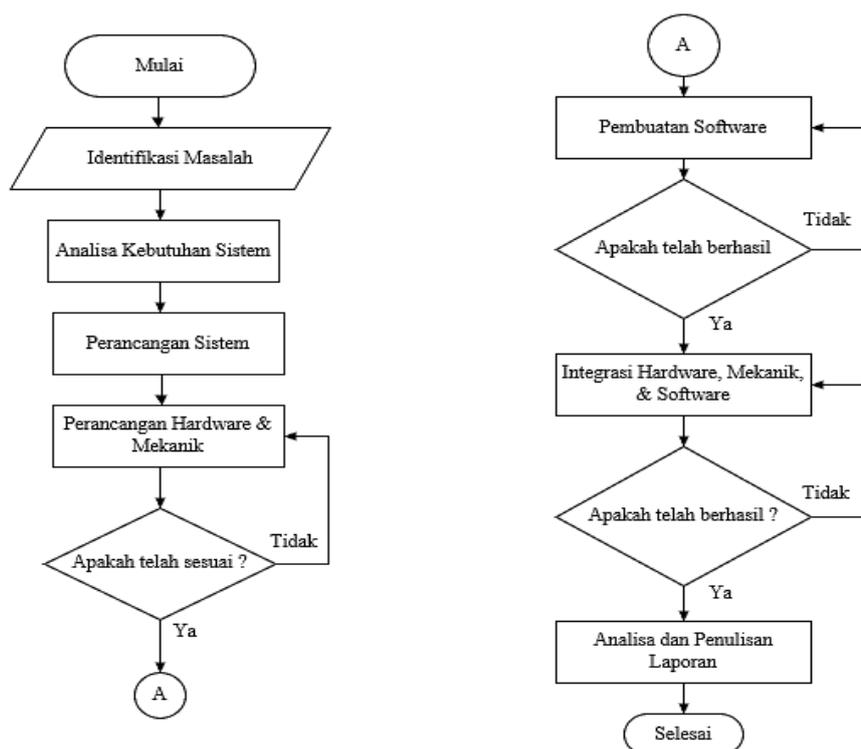
udara yang mempunyai kemampuan menyerap gas udara yang berbahaya [11].

Hal yang paling utama dari permasalahan tersebut yaitu alat pemantauan pendeteksi kadar polusi udara yang terintegrasi untuk mengetahui kualitas udara didalam ruangan[12]. Alat ini harus dapat memperoleh dan menampilkan data serta dapat dilihat dan di simpan datanya. Oleh karena itu alat ini juga harus terintegrasi dengan sistem database dalam satu server[13]. Penelitian pemanfaatan tanaman *sansevieria trifasciata* telah banyak dilakukan untuk menurunkan polutan karbon monoksida [14]. Tanaman *sansevieria* dapat menurunkan polutan dimana penelitian tersebut menggunakan media kotak kaca serta karbon monoksida yaitu dari dua batang rokok dan tanaman *sansevieria* sebagai media penyerap polutan karbon monoksida [15]. Pengambilan sampel tersebut dilakukan menggunakan alat *Thermo-hygrometer air quality tipe HQ 210*[16].

Pada penelitian ini dibangun sistem pemantauan pendeteksi gas karbon monoksida yang terintegrasi dengan sensor gas [17] yang berbeda untuk mengetahui kualitas udara didalam ruangan. Penelitian ini juga dapat memantau waktu penyerapan tanaman terhadap gas beracun yang tercemar didalam ruangan.

2. METODE DAN BAHAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan membuat kerangka tahapan, dimana tahapan tersebut menjelaskan secara garis besar



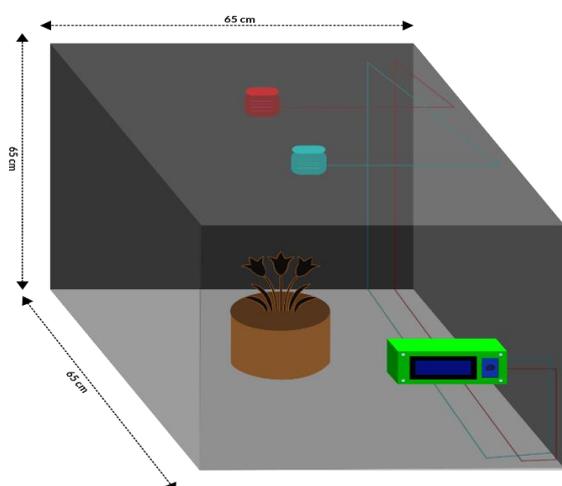
Gambar 1. Alur Prosedur Penelitian

urutan yang dilaksanakan. Adapun prosedur penelitian ditunjukkan pada gambar 1.

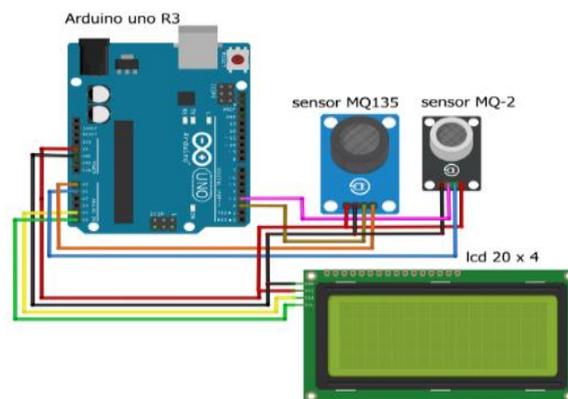
Penjelasan mengenai Alur prosedur penelitian sebagai berikut: 1) Dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi dalam merancang alat pendeteksi gas, 2) Analisa kebutuhan sistem untuk memahami kebutuhan dari sistem yang baru dan mengembangkan sebuah sistem yang memadai kebutuhan tersebut, 3) Perancangan sistem, 4) Perancangan *Hardware* dan Mekanik Apabila perancangan *hardware* dan mekanik telah sesuai maka akan lanjut ke 5) pembuatan *software*, jika tahapan pembuatan *software* ini telah berhasil maka lanjut ke 6) pada integrasi *Hardware*, Mekanik, dan *Software* saling terhubung, dimana data yang didapat dari *hardware* mekanik dikirimkan dan ditampilkan ke *software* kemudian dapat disimpan pada *software*. Apabila tahapan ini telah berhasil maka dilanjutkan ke tahapan 7) Analisa dan penulisan laporan.

A. Desain perangkat keras

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan atau perakitan *Prototype* ruangan yang dipasangkan sensor gas. *Prototype* ruangan ini juga dilengkapi sistem mikrokontroler dan terdapat pot bunga *sansevieria* di tengah-tengah ruangan sedangkan untuk dinding ruangan menggunakan plastik transparan. *Prototype* ruangan menggunakan mikrokontroler sebagai mengolah data. Pada *Prototype* ini di lekatakan bunga *sansevieria* di posisi tengah lingkungan. Di tambahkan dua sensor MQ-2 dan MQ-135 sebagai pendeteksi kualitas udara dalam *prototype box*. Gambar 2 menunjukkan *prototype* dari ruangan uji dalam bentuk 3D. Skematik rangkaian sensor dan perangkat lainnya ditunjukkan pada Gambar 3. Implementasi ruang uji dengan tanaman *sansevieria* ditunjukkan pada Gambar 4. Tabel 1 menunjukkan RIG *Experiment* yang digunakan pada ruang uji.



Gambar 2. *Prototype* Ruang Uji dalam bentuk 3D



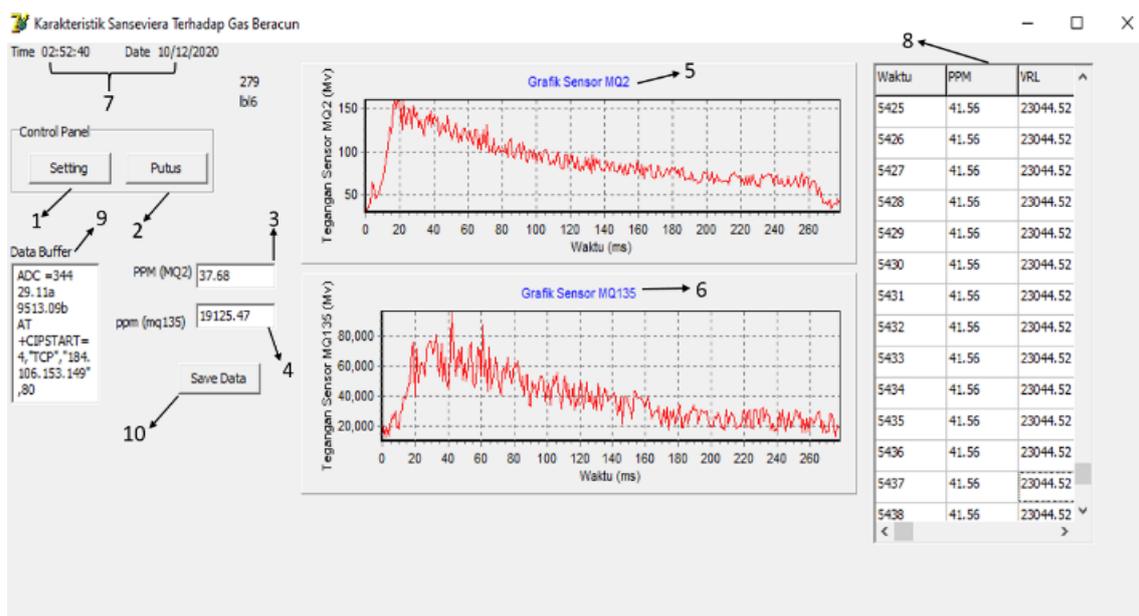
Gambar 3. Skematik Perancangan modul sensor dan perangkat pendukungnya



Gambar 4. *Prototype* monitoring ruangan tertutup

B. Desain Perangkat lunak

Setelah perancangan alat telah dilakukan tahapan selanjutnya yaitu melakukan perancangan perangkat lunak atau perancangan program. Adapun tujuan dari perancangan program yaitu agar alat yang dirancang dapat melakukan perintah sebagaimana alat bekerja dengan baik. Pemrograman pada perangkat lunak memiliki fungsi agar bisa mengendalikan kerja mikrokontroler, yang digunakan pada alat, program perangkat lunak ini menjelaskan inisialisasi Sensor MQ-2, Sensor MQ-135, LCD. Ditunjukkan pada Gambar 5, Untuk penjelasan fungsi tools dijabarkan pada tabel 2.



Gambar 5. GUI sistem monitoring Ruang Uji

Tabel 1. RIG Experiment

| No | Dimensi | Panjang (cm) | Lebar (cm) | Tinggi (cm) | Diameter (cm) | Jumlah daun (satuan) |
|----|----------------------------------|--------------|------------|-------------|---------------|----------------------|
| 1 | Box Pengujian | 40 | 30 | 40 | - | - |
| 2 | Tabung sampel gas | - | - | 15 | 7,5 | - |
| 3 | Black box electric | 25 | 15 | 25 | - | - |
| 4 | Tabung sampel asap | - | - | 3,2 | 7,5 | - |
| 5 | Tanaman <i>sansevieria</i> kecil | - | 6 | 23 | 25 | 7 |
| 6 | Tanaman <i>sansevieria</i> besar | - | 9 | 59 | 40 | 7 |

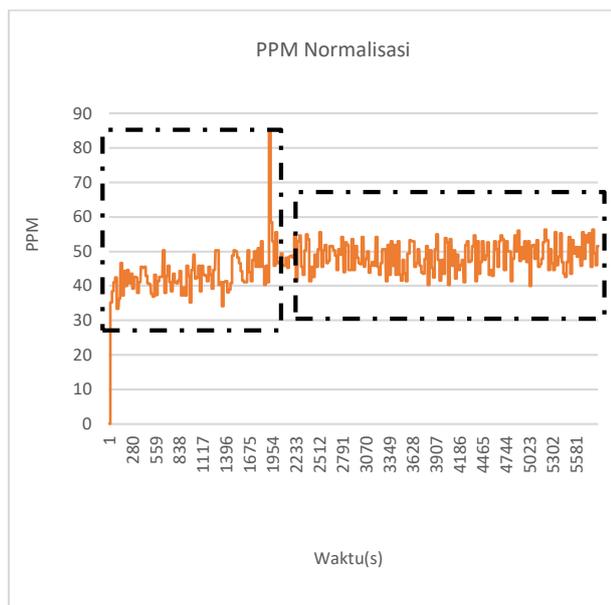
Tabel 2. Fungsi Tools perangkat lunak

| No | Tools | Fungsi |
|----|------------------------|--|
| 1 | Setting | Pengaturan komunikasi guna bisa terhubung pada perancangan alat |
| 2 | Konek | Menjalankan dan memutuskan data yang dikirim oleh perancangan alat |
| 3 | Ppm mq-2 | Menampilkan nilai ppm hasil dari alat sensor MQ-2 |
| 4 | Ppm mq-135 | Menampilkan nilai ppm hasil dari alat sensor MQ-135 |
| 5 | Grafik sensor mq-2 | Menampilkan grafik dari data ppm yang didapat dari alat sensor MQ-2 |
| 6 | Grafik Sensor mq-135 | Menampilkan grafik dari data ppm yang didapat dari alat sensor MQ-135 |
| 7 | Time /date | Membantu menunjukan jam dan tanggal pelaksanaan uji coba alat |
| 8 | Waktu, ppm2 dan ppm135 | Waktu lama nya uji coba alat dan menampilkan data keseluruhan ppm2 dan ppm 135 |
| 9 | Data buffer | Data parsing |
| 10 | Save data | Menyimpan hasil data dari uji coba alat |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pengujian ini menggunakan sampel meliputi asap hasil pembakaran tisu dan asap rokok. Pengujian yang pertama adalah normalisasi udara yang ada didalam *box* pengujian, kedua pengujian tanpa tanaman *sansevieria*, ketiga pengujian menggunakan tanaman *sansevieria* berukuran kecil dan keempat pengujian menggunakan tanaman *sansevieria* berukuran besar.

Tahap normalisasi berfungsi sebagai acuan udara normal pada *box* pengujian. Adapun tahapan pengujian normalisasi udara dimulai dengan meletakkan sensor MQ-2 dan sensor MQ-135 kedalam *box* pengujian kemudian melakukan pengamatan hasil pengukuran sensor selama pengambilan data. Pada pengujian normalisasi udara dilakukan selama ± 1 jam 57 menit dengan hasil rerata berada pada range 40-50 ppm. Gambar 6 menunjukkan hasil normalisasi udara.

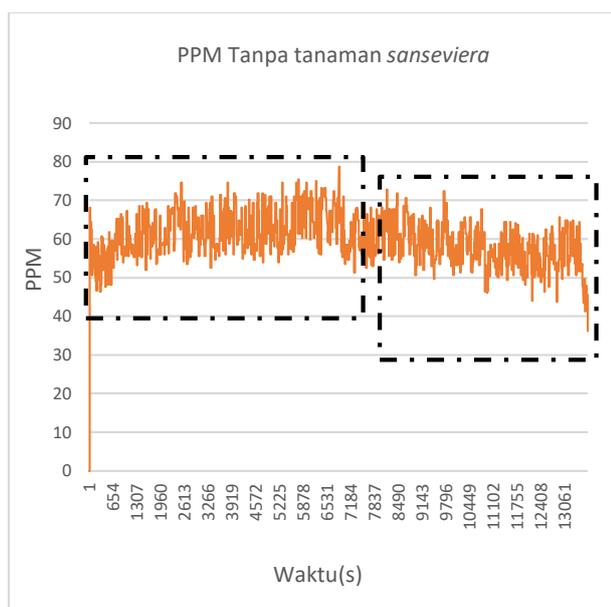


Gambar 6. Grafik PPM normalisasi

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 6 menjelaskan bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai nilai ppm normal mulai dari menit ke 42 sampai dengan selesai.

Tahap Pengujian kedua yaitu pengujian tanpa tanaman *sansevieria*. Dimana pada pengujian ini ruangan diberikan asap rokok (satu batang rokok) yang berfungsi untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan agar udara normal kembali.

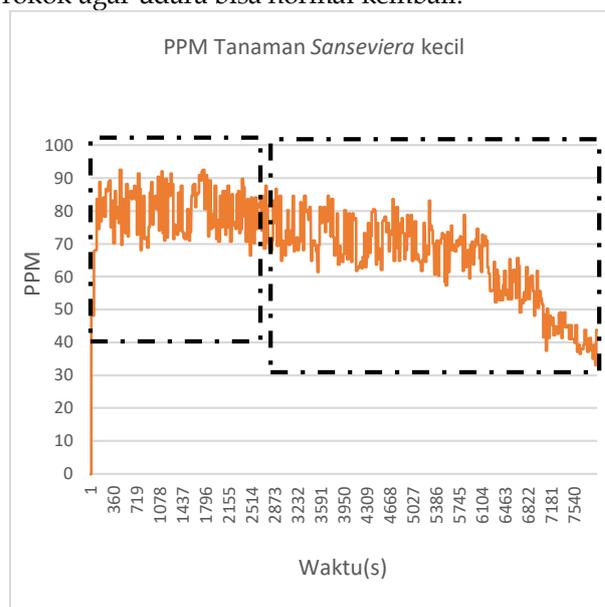
Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 7 menjelaskan bahwa asap rokok mulai menyebar pada detik ke 19 dan mencapai puncak tertinggi pada waktu 1 jam 54 menit dengan nilai ppm 78.



Gambar 7. Grafik PPM asap rokok Tanpa tanaman *sansevieria*

Setelah asap rokok pada *box* telah terbaca nilai puncaknya dan berdasarkan pengamatan, asap rokok pada *box* semakin mendekati udara normal. Pada waktu 3 jam 46 menit pengujian menggunakan asap rokok tanpa tanaman *sansevieria* berada pada udara normal dengan nilai 48 ppm.

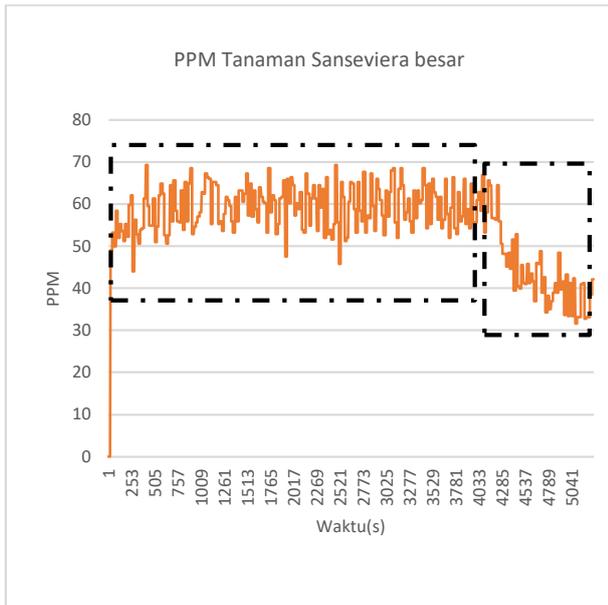
Tahap pengujian ketiga yaitu pengujian menggunakan tanaman *sansevieria* berukuran kecil. Pada tahap ini prosesnya sama dengan tahap kedua hanya saja ditambahkan tanaman *sansevieria* berukuran kecil kedalam *box* pengujian. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui seberapa cepat tanaman *sansevieria* berukuran kecil menyerap asap rokok agar udara bisa normal kembali.



Gambar 8. PPM asap rokok menggunakan Tanaman *Sansevieria* berukuran kecil

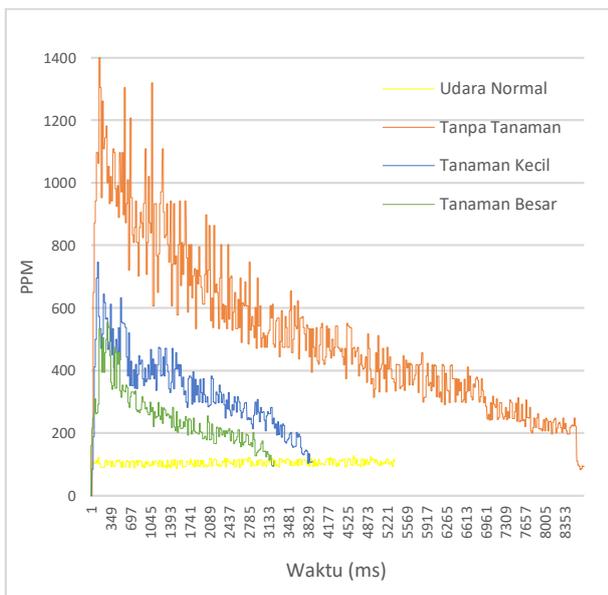
Berdasarkan grafik pada gambar 8 menjelaskan bahwa asap rokok mulai menyebar pada detik ke 18 dan mencapai puncak tertinggi pada menit ke 29 dengan nilai ppm 91. Dari hasil pengamatan asap rokok semakin menurun dan mencapai udara normal pada waktu 1 jam 59 menit dengan nilai ppm 48.

Tahap pengujian keempat yaitu pengujian menggunakan tanaman *sansevieria* berukuran besar. Proses pengujian ini sama dengan pengujian ketiga hanya saja ukuran tanaman *sansevieria* lebih besar dibandingkan pengujian ketiga. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui seberapa cepat tanaman *sansevieria* berukuran besar menyerap asap rokok dibandingkan dengan tanaman *sansevieria* berukuran kecil.

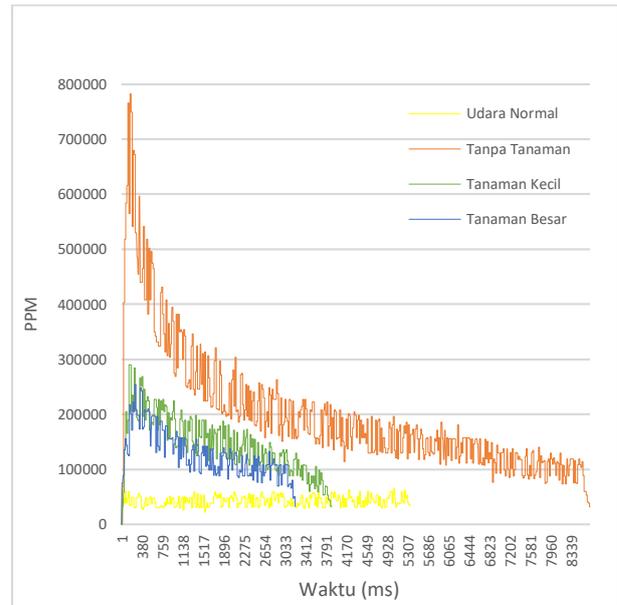


Gambar 9. PPM asap rokok menggunakan tanaman sansevieria besar

Berdasarkan grafik pada gambar 9 menjelaskan bahwa asap rokok mulai menyebar pada detik ke 20 dan mencapai puncak tertinggi pada menit ke 6 dengan nilai ppm 69. Dari hasil pengamatan bahwa asap rokok semakin menurun dan pada waktu 1 jam 13 menit udara kembali normal dengan nilai ppm 44. Berdasarkan dari empat tahapan pengujian diatas maka dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan menggunakan beberapa sampel uji. Salah satu sampel yang digunakan yaitu asap hasil pembakaran tisu. Pada pengujian asap hasil pembakaran tisu dilakukan dengan cara membakar 2 lembar tisu lalu hasil dari asap pembakaran dimasukan kedalam box pengujian. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Pengujian asap hasil pembakaran tisu menggunakan sensor MQ-2



Gambar 11. Pengujian asap hasil pembakaran tisu menggunakan sensor MQ-135

Berdasarkan hasil pengujian didapat grafik pada gambar 10, udara normal berada pada range 90-115. Sedangkan tanpa tanaman *sansevieria* memerlukan waktu 2 jam 38 menit dengan nilai ppm 109 untuk mencapai udara normal, pada percobaan tanaman *sansevieria* kecil memerlukan waktu 1 jam 4 menit dengan nilai ppm 108 dan percobaan tanaman *sansevieria* besar memerlukan waktu 53 menit dengan nilai ppm 93 untuk mencapai udara normal.

Pada gambar 11 menunjukkan bahwa nilai yang di dapat pada sensor MQ-135 lebih besar dari pada sensor MQ-2 di karenakan karakteristik sensor yang di gunakan berbeda sensitifitasnya maka udara normal berada pada range 40000-50000. Percobaan tanpa tanaman *sansevieria* memerlukan waktu 2 jam 24 menit dengan nilai ppm 48332 untuk mencapai udara normal, tanaman *sansevieria* kecil dengan waktu 1 jam 4 menit dengan nilai ppm 45803, dan tanaman *sansevieria* besar memerlukan waktu 53 menit dengan nilai ppm 47689 untuk mencapai udara normal.

Pada tabel 3 menunjukan data hasil dari pengujian keseluruhan sampel. Dari data yang didapat menunjukan bahwa pengujian tanpa tanaman *sansevieria* lebih lama dalam menyerap gas beracun dibandingkan dengan menggunakan tanaman *sansevieria* dan tanaman *sansevieria* besar lebih baik dibandingkan dengan tanaman *sansevieria* kecil.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian disimpulkan penyerapan gas beracun, dari data yang didapat menunjukan bahwa tanaman *sansevieria* lebih cepat menyerap gas beracun pada prototipe ruangan dibandingkan dengan tanpa

Tabel 3. Hasil Pengujian keseluruhan

| | Asap hasil pembakaran tisu | | | | Asap Rokok | | | | Gas LPG | | | | Gas Amonia | | | |
|---------------|----------------------------|----------|-------------|----------|------------|----------|-------------|----------|---------|----------|-------------|----------|------------|----------|-------------|----------|
| | MQ-2 | | MQ-135 | | MQ-2 | | MQ-135 | | MQ-2 | | MQ-135 | | MQ-2 | | MQ-135 | |
| | PP M | Time (s) | PPM | Time (s) | PP M | Time (s) | PPM | Time (s) | PP M | Time (s) | PPM | Time (s) | PP M | Time (s) | PPM | Time (s) |
| Udara normal | 95-115 | 5364 | 40000-50000 | 5364 | 40-50 | 5843 | 12000-22000 | 5843 | 55-65 | 5632 | 10000-20000 | 5632 | 50-60 | 6301 | 40000-50000 | 6301 |
| Tanpa tanaman | 109 | 8577 | 48332 | 8679 | 48 | 13599 | 18234 | 13572 | 61 | 8244 | 16551 | 8265 | 57 | 15574 | 42798 | 14046 |
| tanaman kecil | 108 | 3898 | 45803 | 3842 | 48 | 7162 | 16822 | 7872 | 64 | 3586 | 15000 | 3579 | 58 | 8682 | 38333 | 8362 |
| tanaman besar | 110 | 3223 | 47689 | 3195 | 44 | 4389 | 19129 | 5263 | 58 | 3092 | 17944 | 3311 | 57 | 5395 | 44580 | 2733 |

tanaman *sansevieria*. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian menggunakan polutan asap rokok yaitu sebesar 44 ppm yang memerlukan waktu 1 jam 13 menit untuk mencapai atau untuk mendekati udara normal dan tanaman kecil 48 ppm yang memerlukan waktu 1 jam 59 menit untuk mencapai udara normal. Ukuran dan bentuk tanaman *sansevieria* mempengaruhi dalam daya serap terhadap gas beracun. Berdasarkan hasil pengujian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil membuktikan tanaman *sansevieria trifasciata* baik ukuran besar maupun kecil dapat menyerap gas beracun sebesar 36,2%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Maniatis and D. Chiaramonti, "Post Covid-19 Recovery And 2050 Climate Change Targets : Changing The Emphasis From Promotion of Renewables to Mandated Curtailment of Fossil Fuels In The Eu Policies," *Energies.*, Vol. 14, No. 5, 2021.
- [2] M. B. Karuppasamy, S. Seshachalam, U. Natesan, R. Ayyamperumal, S. Karuppannan, G. Gopalakrishnan and N. Nazir, "Air Pollution Improvement And Mortality Rate During Covid-19 Pandemic In India: Global Intersectional Study," *Air Qual. Atmos. Heal.*, Vol. 13, No. 11, Pp. 1375–1384, 2020, Doi: 10.1007/S11869-020-00892-W.
- [3] A. Agus, M. Ahmad, S. D. A. Kusumaningtyas, H. Nurhayati, A. N. Khoir, and C. Sucianingsih, "Analisis Dampak Diterapkannya Kebijakan Working From Home Saat Pandemi Covid-19 Terhadap Kondisi Kualitas Udara Di Jakarta," *J. Meteorol. Klimatologi Dan Geofis.*, Vol. 6, No. 3, Pp. 6–14, 2019, Doi: 10.36754/Jmkg.V6i3.
- [4] R. W. D. Tuti, "Analisis Implementasi Kebijakan Work From Home Pada Kesejahteraan Driver Transportasi Online Di Indonesia," *Transparansi J. Ilm. Ilmu Adm.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 73–85, 2020, Doi: 10.31334/Transparansi.V3i1.890.
- [5] A. Bovi Rahadiyan and R. Naniek, "Tingkat Kemampuan Penyerapan Tanaman Hias Dalam Menurunkan Polutan Karbon Monoksida," *Envirotek J. Ilm. Tek. Lingkung.*, Vol. 4, No. 1, Pp. 42–52, 2012.
- [6] L. Fitria, R. A. Wulandari, E. Hermawati, and D. Susanna, "Kualitas Udara Dalam Ruang Perpustakaan," *Makara, Kesehat.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 77–83, 2008.
- [7] T. K. Suharsi and N. Andiani, "Pertumbuhan Tunas *Sansevieria Trifasciata* Prain 'Laurentii' Pada Beberapa Komposisi Media Tanam Dan Konsentrasi Ga3," *Bul. Agrohorti*, Vol. 1, No. 1, P. 89, 2013, Doi: 10.29244/Agrob.1.1.89-93.
- [8] M. Megia, R. Ratnasari, and H. Hadisunarso, "Karakteristik Morfologi Dan Anatomi, Serta Kandungan Klorofil Lima Kultivar Tanaman Penyerap Polusi Udara *Sansevieria Trifasciata*," *J. Sumberd. Hayati*, Vol. 1, No. 2, Pp. 34–40, 2015, Doi: 10.29244/Jsda.1.2.34-40.
- [9] U. K. Malang and R. Rahadian, "Pemanfaatan Lidah Mertua (*Sansevieria*) Sebagai Airfreshener Dalam Upaya Mereduksi Kadar (Cohb) Pekerja Perkantoran X Surabaya," *Seminar Nasional FST*, Vol. 2, Pp. 393–400, 2019.
- [10] P. Roshana, M. Fitriyana, S. Ulfa, and D. Dharminto, "Pemanfaatan *Sansevieria* Tanaman Hias Penyerap Polutan Sebagai Upaya Mengurangi Pencemaran Udara Di Kota Semarang," *J. Ilm. Mhs. Fak. Kesehat. Masy. Univ. Diponegoro*, Vol. 3, No. 1, P. 97521, 2013.
- [11] Y. Fikri, S. Sumardi, and B. Setiyono, "Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Dengan Komunikasi Protokol Tcp/Ip," *Transient*, Vol. 2, No. 3, Pp. 643–650, 2013.
- [12] Hasani, "Pemantauan Gas Beracun Pada Kawah Gunung Berbasis Internet Of Things," *Skripsi, Jur. Tek. Elektro Univ. Teknol. Yogyakarta.*, 21 Februari 2018.
- [13] E. Indahwati and Nurhayati, "Rancang Bangun Alat Pengukur Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)

Menggunakan Sensor Gas MQ-135 Berbasis Mikrokontroler Dengan Komunikasi Serial USART," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 12–21, 2012.

- [14] H. Lee, Z. Jun and Z. Zahra, "Phytoremediation: The Sustainable Strategy for Improving Indoor and Outdoor Air Quality", *Environments.*, vol. 8, no.11, 2021.
- [15] I. Saroh and Krisdianto, "Manfaat Ekologis Kanopi Pohon Terhadap Iklim Mikro Di Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan," *J. Hutan dan Masy.*, vol. 12, no. 2, pp. 136–145, 2020, doi: 10.24259/jhm.v12i2.10040.
- [16] M V Oviantari, I. M. Gunamantha and I. D. Pratiwi, "The Effectiveness of the Absorption of CO, CH₄, CO₂, H₂S and Pb Gases by a Mixture of Sansiviera and Coffee Powder," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 1115 012075, 2021.
- [17] D. Santi and J.V. Morin, "Design of Air Quality Parameter Monitoring System (Temperature, CO, LPG and Dust) based on IOT", *Jurnal Natural.*, vol.17, no.2, pp. 120-130, 2021.