

SISTEM MONITORING KARBON MONOKSIDA DENGAN METODE *WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)*

Ifkar Usrah¹, *Firmansyah M S Nursuwars², Stheven Erlangga Sanjaya³, Andri Ulus Rahayu⁴

^{1,3,4}*Teknik Elektro, Universitas Siliwangi*

Jl. Siliwangi No. 24, Tasikmalaya

¹*ifkarusrah@gmail.com*

³*187002042@unsil.ac.id*

⁴*andriulusr@unsil.ac.id*

²*Informatika, Universitas Siliwangi*

Jl. Siliwangi No. 24, Tasikmalaya

²*firmsyah@unsil.ac.id*

Abstrak— Karbon monoksida merupakan salah satu jenis polutan udara yang berada di lingkungan sekitar kita. Jika karbon monoksida masuk ke dalam tubuh manusia, maka akan mengikat sel darah merah 200 hingga 250 kali lebih kuat dibandingkan dengan oksigen, sehingga menggantikan peran oksigen dan membentuk senyawa kimia Karboksi Hemoglobin (COHb). Sebagai upaya memperkecil resiko dari keracunan karbon monoksida maka dibutuhkan sistem yang dapat memonitor kadar karbon monoksida sedini dan seakurat mungkin. Semakin dini dan akurat monitoring yang dilakukan, maka dapat memperkecil resiko keracunan karbon monoksida. Maka dalam penelitian ini dibuat alat yang dapat memonitor kadar karbon monoksida dengan teknologi Internet of Things (IoT) yang di padukan dengan sistem Wireless Sensor Network (WSN). Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di lingkungan Fakultas Ilmu Kesehatan, Gor Mashud dan Fakultas Teknik Gedung Baru Universitas Siliwangi di dapatkan kesimpulan rata-rata pengiriman data untuk skema pengujian pertama adalah sekitar 10,1 detik dan untuk skema pengujian kedua adalah sekitar 5,31 detik. Dengan jarak maksimal komunikasi dari Node 2 ke Node 1 adalah 34,5 Meter dan jarak maksimal komunikasi dari Node 1 ke Node Sink adalah 37,3 Meter. Dimana semakin kecil jangkauan area komunikasi dari WSN maka akan semakin cepat juga rata-rata pengiriman data yang dilakukan.

Kata kunci: *Esp 32, Esp-Now, Internet of Things, Karbon Monoksida, Wireless Sensor Network.*

Abstract— Carbon monoxide is a type of air pollutant in the environment around us. If carbon monoxide enters the human body, it will bind to red blood cells 200 to 250 times stronger than oxygen, thus replacing the role of oxygen and forming the chemical compound Carboxy Hemoglobin (COHb). In an effort to minimize the risk of carbon monoxide poisoning, a system is needed that can

monitor carbon monoxide levels as early and accurately as possible. The earlier and more accurate the monitoring is carried out, the less the risk of carbon monoxide poisoning can be minimized. So in this study a tool was created that can monitor carbon monoxide levels with Internet of Things (IoT) technology combined with a Wireless Sensor Network (WSN) system. Based on the results of tests that have been carried out in the Faculty of Health Sciences, Gor Mashud and the Faculty of New Building Engineering, Siliwangi University, it can be concluded that the average data transmission for the first test scheme is around 10.1 seconds and for the second test scheme is around 5.31 seconds. The maximum communication distance from Node 2 to Node 1 is 34.5 meters and the maximum communication distance from Node 1 to Node Sink is 37.3 meters. Where the smaller the coverage area of the WSN communication, the faster the average data transmission will be.

Keywords: *Esp 32, Esp-Now, Internet of Things, Carbon Monoxide, Wireless Sensor Network*

*Firmansyah M S Nursuwars

I. PENDAHULUAN

Udara adalah sekumpulan gas, yang terdiri dari: nitrogen, karbon dioksida, oksigen dan gas lainnya. Umumnya rata-rata persentase (per volume) gas dalam sebuah udara yang bersih, nitrogen sebesar 78%, oksigen sebesar 20,8%, argon sebesar 0,9% dan karbon dioksida sebesar 0,03% dan gas lainnya sebesar 0,27%. [1].

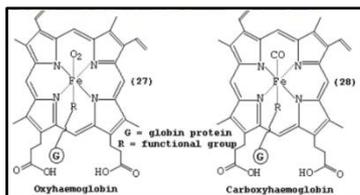
Permasalahan yang paling sering dijumpai adalah masalah pencemaran udara. Karena masalah tersebut, kualitas udara

yang semula jernih menjadi terkontaminasi oleh beragam zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Sumber utama polusi udara saat ini di sebabkan oleh pembakaran BBM (bahan bakar minyak) akibat penggunaan kendaraan. Dimana sekitar 60% polutan yang dihasilkan, terbentuk dari karbon monoksida dan sekitar 15% terbentuk dari hidrokarbon (HC). [2].

Karbon monoksida merupakan sebuah gas yang berciri tidak berwarna dan tidak berbau dan merupakan hasil dari proses tidak sempurna pembakaran dari bahan-bahan yang berbahaya seperti karbon, kayu, batu bara, BBM (bahan bakar minyak) dan zat organik lainnya [3].

Sebagai upaya untuk memperkecil resiko berbahaya dari keracunan gas karbon monoksida (CO) maka dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memberikan informasi kadar karbon monoksida (CO) sedini dan seakurat mungkin yang dapat di monitoring secara real-time. Semakin dini dan akurat monitoring yang dilakukan maka semakin cepat, juga informasi yang dapat disampaikan sehingga dapat memperkecil resiko setiap individu terdampak dari paparan gas karbon monoksida (CO).



Gambar 1. Reaksi Kimia Senyawa HbO dengan COHb

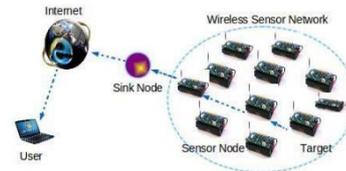
Karbon monoksida adalah salah satu jenis senyawa yang memiliki efek yang berbahaya jika masuk ke tubuh manusia melalui indra penciuman. Gas CO yang sudah masuk ke tubuh manusia bisa mengikat sel darah merah 200 hingga 250 kali lebih kuat dibandingkan dengan oksigen, sehingga menggantikan peran oksigen. Apabila karbon monoksida terhirup oleh manusia, maka karbon monoksida (CO) akan mengikat Hemoglobin (HB) dan membentuk sebuah senyawa kimia Karboksi Hemoglobin (COHb) yang berbahaya bagi tubuh manusia.



Gambar 2. Prinsip Kerja Internet of Things

Gambar 2 memberikan penjelasan prinsip kerja dari IoT dengan cara memanfaatkan argumentasi pemrograman secara khusus. Dimana setiap perintah yang diberikan akan menghasilkan interaksi sesama mesin yang saling terkoneksi

dengan otomatis pada jarak yang tidak terbatas. Internet sebagai sarana penghubung antar dua interaksi pada teknologi tersebut. Sementara manusia memiliki tugas sebagai pengatur serta pengawas dari kinerja alat-alat tersebut. Implementasi IoT ini sudah pernah dilakukan oleh penelitian sebelumnya [4-6].



Gambar 3. Arsitektur Sistem Wireless Sensor Network

Gambar 3 memberikan gambaran tentang arsitektur *Wireless Sensor Network* (WSN). WSN adalah sebuah perangkat dari sistem tertanam yang sensor di dalamnya yang di lengkapi dengan perangkat sistem komunikasi dengan jaringan nirkabel. Sensor pada perangkat WSN berfungsi mengumpulkan informasi berdasarkan karakteristik sensor yang digunakan. Secara umum WSN tersusun dari 2 komponen utama (node sensor dan node sink). Node sensor adalah perangkat yang berfungsi untuk melakukan pemrosesan data serta mengirim atau menerima data dari node yang lain [5]. Node sink adalah perangkat yang berfungsi guna mengumpulkan informasi dari node sensor, sehingga informasi yang dikumpulkan dapat diolah dan didapatkan kesimpulan dari kondisi lingkungan yang sedang dimonitor [6].



Gambar 4. Topologi Mesh

Gambar 4 menggambarkan arsitektur topologi mesh. Topologi mesh merupakan satu dari banyak jenis topologi jaringan komputer yang berfungsi untuk menghubungkan unit komputer secara penuh.



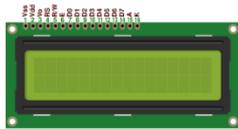
Gambar 5. ESP 32

Gambar 5 menunjukkan ESP 32 yang merupakan sebuah mikrokontroler berbasis *System on Chip* (SoC) yang terpadu oleh sebuah perangkat WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2 dan berbagai perifer. Kelebihan utama dari mikrokontroler ESP32 adalah memiliki harga yang murah, sangat mudah untuk diprogram, mempunyai total pin I/O yang memadai dan memiliki adapter WiFi internal guna mengakses internet [7]. Mikrokontroler ESP 32 dapat dilihat pada Gambar 5.



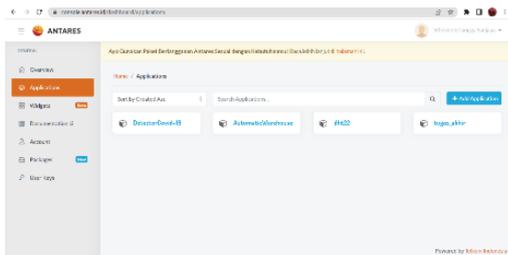
Gambar 6. Sensor MQ-7

Gambar 6 merupakan gambar dari sensor MQ-7. Sensor ini memiliki fungsi guna mengukur konsentrasi dari gas karbon monoksida. Sensor tersebut dapat mengukur tingkat dari kadar nilai karbon monoksida dari udara sekitar yang memiliki cakupan rentang dari 20 hingga 2000 PPM [8].



Gambar 7. Liquid Crystal Display

Gambar 7 merupakan *Liquid Crystal Display* (LCD) adalah sebuah perangkat yang memiliki fungsi sebagai media interface, seperti: karakter, huruf, atau sebuah grafik dengan memanfaatkan fungsi dari kristal cair yang berfungsi sebagai objek penampil dengan menggunakan kristal cair [9].

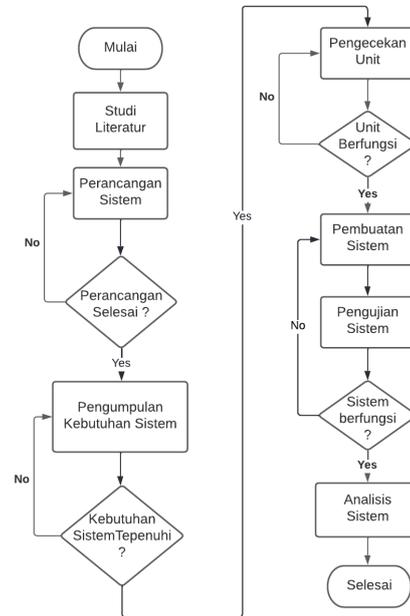


Gambar 8 Antares IoT

Gambar 8 merupakan antarmuka dari *platform* Antares IoT. Antares IoT dapat berfungsi sebagai penyimpanan data hasil pengukuran yang sekaligus dapat bekerja sebagai broker protokol MQTT.

II. METODE

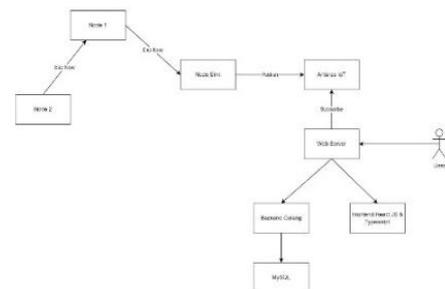
A. Flowchart Penelitian



Gambar 9. Flowchart Penelitian

B. Arsitektur Sistem

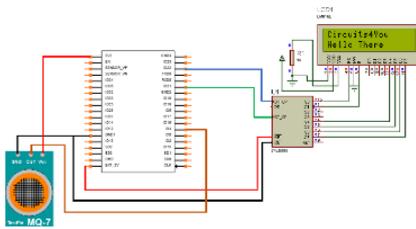
Arsitektur sistem merupakan bagian rencana dari perancangan sistem serta menggambarkan detail alur sistem yang akan dibuat. Dalam rancangan tersebut komponen tersebut disusun dan dirancang menjadi kesatuan yang dapat digunakan guna menjalankan sistem tersebut. Adapun arsitektur sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Arsitektur Sistem

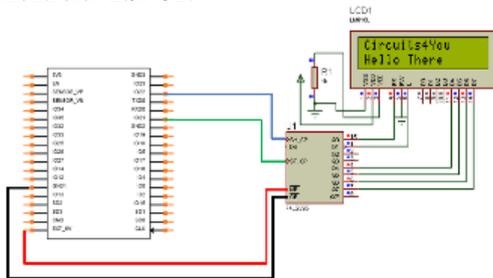
C. Wiring Sistem

Wiring sistem terbagi menjadi dua device, yaitu wiring sistem Node Sensor dan Node Sink yang terlihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. Wiring Node Sensor

Gambar 11 merupakan wiring dari sistem Node Sensor. Pin vcc sensor MQ-7 dihubungkan ke pin 3.3v, pin GND dihubungkan ke pin GND dan pin Analog dihubungkan ke pin D4 mikrokontroler ESP 32. LCD dihubungkan melalui pin SDA D21 dan SCL D22 serta pin VCC di hubungkan ke pin VIN dan pin GND di hubungkan ke pin GND dari mikrokontroler ESP 32.

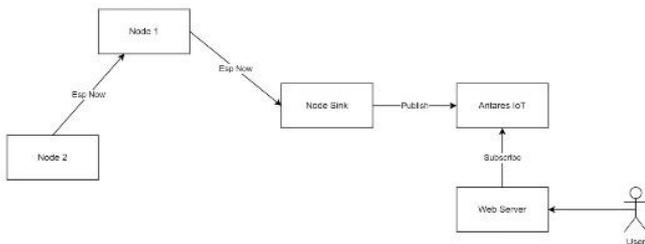


Gambar 12. Wiring Node Sink

Gambar 12 merupakan wiring dari sistem Node Sink. LCD dihubungkan melalui pin SDA D21 dan SCL D22 serta pin VCC dihubungkan dengan VIN dan GND di hubungkan ke GND dari mikrokontroler ESP 32.

D. Skema Pengujian

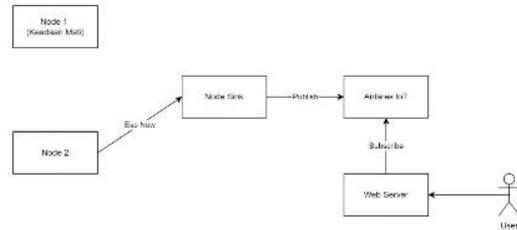
Skema pengujian dibagi menjadi dua bagian yang terlihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Skema Pengujian Pertama

Gambar 13 menggambarkan skema pengujian pertama. Node Sensor 2 akan membaca kadar karbon monoksida, lalu data tersebut akan dikirimkan ke Node Sensor 1. Node Sensor 1 akan membaca kadar CO dan sekaligus menerima data CO dari Node Sensor 2 lalu mengirimkan data ke Node Sink. Node

Sink akan menerima data dari Node Sensor 1, lalu data tersebut akan di publish ke Cloud Platform Antares IoT.

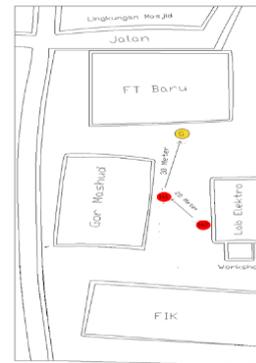


Gambar 14. Skema Pengujian Kedua

Gambar 14 menggambarkan skema pengujian kedua. Node Sensor 2 akan membaca kadar karbon monoksida lalu data tersebut akan dikirimkan ke Node Sink tanpa melalui Node Sensor 1, karena Node Sensor 1 akan di buat dalam keadaan tidak menyala. Node Sink akan menerima data CO dari Node Sensor 2, lalu data tersebut akan di publish ke Cloud Platform Antares IoT.

E. Denah Penelitian

Pengujian sistem yang dilakukan di lingkungan Universitas Siliwangi dan mengaju pada denah pengujian yang tertuang pada Gambar 15.



Gambar 15. Denah Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Unit

1) Pengujian Mikrokontroler ESP 32

Pengujian ESP 32 dilakukan dengan menjalankan program sederhana yang bertujuan untuk menghubungkan ESP 32 dengan WiFi, guna mengetahui mikrokontroler berfungsi dengan baik atau tidak. Adapun data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Mikrokontroler ESP 32

Uji	Terkoneksi dengan WiFi	Indikator		Ket
		Baik	Tidak Baik	
1	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
2	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
3	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
4	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
5	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
6	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
7	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
8	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
9	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik
10	Terkoneksi	Terkoneksi	Tidak Terkoneksi	Baik

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler ESP 32 berjalan dengan baik karena mikrokontroler ESP 32 dapat terkoneksi dengan jaringan WiFi.

2) Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengujian LCD ini dilakukan dengan menjalankan program menggunakan mikrokontroler ESP 32 untuk mencetak kata “” dengan tujuan guna mengetahui kinerja LCD tersebut, apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Adapun data dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian LCD

Uji	Teks	Indikator		Ket
		Baik	Tidak Baik	
1	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik
2	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik
3	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik
4	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik
5	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik
6	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik

7	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik
8	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik
9	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik
10	Hello World!	Menampilkan Teks	Tidak Menampilkan Teks	Baik

Berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa LCD berjalan dengan baik karena dapat mencetak kata “hello world!”.

3) Pengujian Sensor MQ-7

Pengujian dari MQ-7 dilakukan dengan 25 cenario guna menjalankan program menggunakan mikrokontroler ESP 32 guna mengetahui kinerja dari sensor MQ-7. Adapun data dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor MQ-7

Pengujian	CO (PPM)	Indikator		Keterangan
		Baik	Tidak Baik	
1	27.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
2	29.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
3	28.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
4	31.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
5	31.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
6	29.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
7	29.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
8	28.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
9	28.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik
10	29.0	Membaca kadar CO	Tidak membaca kadar CO	Baik

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-7 dapat berjalan dengan baik karena dapat membaca kadar karbon monoksida dengan baik.

B. Hasil Pengujian Sistem

1) Hasil Skema Pengujian Pertama

Adapun data dari hasil skema pengujian pertama dapat di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Skema Pengujian Pertama

Pengujian	Node Sensor 2			Node Sensor 1		
	CO (PPM)	Total Waktu (S)	Node Sensor 1	CO (PPM)	Total Waktu (S)	Node Sink
1	32	4,69	Diterima	33	4,89	Diterima
2	33	4,89	Diterima	29	4,67	Diterima
3	32	5,13	Diterima	27	4,69	Diterima
4	32	5,32	Diterima	32	4,89	Diterima
5	28	5,44	Diterima	30	5,13	Diterima
6	29	5,79	Diterima	29	5,32	Diterima
7	32	4,15	Diterima	27	5,44	Diterima
8	31	5,32	Diterima	31	4,94	Diterima
9	30	4,86	Diterima	34	5,32	Diterima
10	28	4,98	Diterima	34	5,74	Diterima
11	31	5,13	Diterima	32	4,69	Diterima
12	33	3,79	Diterima	31	4,89	Diterima
13	29	4,15	Diterima	32	5,13	Diterima
14	28	5,32	Diterima	30	5,44	Diterima
15	29	4,86	Diterima	27	4,79	Diterima
16	28	5,79	Diterima	32	4,15	Diterima
17	27	4,69	Diterima	32	5,32	Diterima
18	31	4,89	Diterima	28	4,86	Diterima
19	27	5,13	Diterima	31	4,98	Diterima
20	32	5,32	Diterima	30	5,13	Diterima
21	29	5,44	Diterima	29	5,79	Diterima
22	32	4,86	Diterima	28	4,15	Diterima
23	33	4,79	Diterima	32	5,32	Diterima

Berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan sistem yang dibuat berjalan dengan baik mengikuti skema yang telah dirancang. Adapun rata-rata pengiriman data dari masing-masing node adalah sekitar 10,1 detik.

2) Hasil Skema Pengujian Kedua

Adapun data hasil skema pengujian pertama dapat di lihat pada Tabel 5.

Tabel 4 Hasil Skema Pengujian Kedua

Uji	Node Sensor 2		
	CO (PPM)	Total Waktu (S)	Node Sink
1	32	4,69	Tidak Diterima
2	31	4,89	Tidak Diterima
3	27	5,13	Tidak Diterima
4	28	5,32	Tidak Diterima
5	29	5,44	Tidak Diterima
6	30	4,86	Tidak Diterima
7	28	5,79	Tidak Diterima

8	28	5,42	Tidak Diterima
9	28	5,36	Tidak Diterima
10	29	5,87	Tidak Diterima
11	32	5,32	Tidak Diterima
12	31	5,45	Tidak Diterima
13	33	5,69	Tidak Diterima
14	27	5,89	Tidak Diterima
15	31	5,13	Tidak Diterima
16	28	5,32	Tidak Diterima
17	31	5,44	Tidak Diterima
18	28	4,69	Tidak Diterima
19	27	5,32	Tidak Diterima
20	28	5,13	Tidak Diterima

Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat berjalan dengan baik mengikuti skema yang telah dirancang. Adapun rata-rata pembacaan data CO oleh Node Sensor 2 adalah sekitar 5,31 detik.

C. Analisis Sistem

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di lingkungan Fakultas Ilmu Kesehatan, Gor Mashud dan Fakultas Teknik Gedung Baru Universitas Siliwangi di dapatkan kesimpulan rata-rata pengiriman data untuk skema pengujian pertama adalah sekitar 10,1 detik dan untuk skema pengujian kedua adalah sekitar 5,31 detik. Dimana semakin kecil jangkauan area komunikasi dari WSN maka akan semakin cepat juga rata-rata pengiriman data yang dilakukan. Hal tersebut dibuktikan ketika Node Sensor 2 berkomunikasi langsung dengan node 1 atau komunikasi antara Node Sensor 1 ke Node Sink maka komunikasi pengiriman data yang dilakukan akan semakin cepat dilakukan.

IV. KESIMPULAN

Akuisisi data karbon monoksida dilakukan menggunakan sistem yang dirancang dengan teknologi Internet of Things (IoT) yang dipadukan dengan Wireless Sensor Network (WSN) sehingga mampu melakukan monitoring kadar karbon monoksida secara real-time dan memungkinkan komunikasi nirkabel antara node yang dapat mempermudah pengumpulan data yang dilakukan.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di lingkungan Fakultas Ilmu Kesehatan, Gor Mashud dan Fakultas Teknik Gedung Baru Universitas Siliwangi di dapatkan kesimpulan rata-rata pengiriman data untuk skema pengujian pertama adalah sekitar 10,1 detik dan untuk skema pengujian kedua adalah sekitar 5,31 detik. Dengan jarak maksimal komunikasi dari Node 2 ke Node 1 adalah 34,5 Meter dan jarak maksimal komunikasi dari Node 1 ke Node Sink adalah 37,3 Meter. Dimana semakin kecil jangkauan area komunikasi dari WSN maka akan semakin cepat juga rata-rata pengiriman data yang dilakukan.

REFERENSI

- [1] Oktora, B. (2008). Hubungan antara kualitas fisik udara dalam ruang (suhu dan kelembaban relatif udara) dengan kejadian Sick Building Syndrome (SBS) pada pegawai kantor Pusat Perusahaan Jasa Konstruksi. (23).
- [2] Isnaini, W. L. (2012). Pagaruh Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pedagang Asongan Di Terminal Tirtonadi Surakarta.
- [3] Soekamto, T. H., & Perdanakusuma, D. (2008). Intoksikasi karbon monoksida. *Journal Airlangga University*, 1(1), 1–20.
- [4] Rahayu, A. U., Nursuwars, F. M. S., Risnandar, M. A., Taufiqurrahman, I., & Faridah, L. (2022). SPEED WARNING SYSTEM PADA TAKSI ONLINE BERBASIS IOT MENGGUNAKAN OBD II. *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*, 3(2).
- [5] Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>.
- [6] Rahayu, A. U. (2021). Sistem Monitoring Perilaku Pengendara Mobil Berbasis Internet of Things. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, 5(01), 18-24.
- [7] Dargie, W., & Poellabauer, C. (2011). *Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice*. In *Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice*. <https://doi.org/10.1002/9780470666388>.
- [8] Amalina, E. N., Setijadi, E., & Suwardi. (2013). Perbandingan Topologi WSN (Wireless Sensor Network) Untuk Sistem Pemantauan Jembatan. *Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems*, (November), 14–15.
- [9] Press, A. I., Putra, B. D., Munadi, R., Walidainy, H., Meutia, E. D., Irhamsyah, M., ... Artikel, I. (2019). *Jurnal Ilmiah Setrum*. 8(1), 134–143.
- [10] Tania, M. (2017). Alat Pendeteksi Gas Co Menggunakan Sensor Mq-7 Berbasis Arduino Projek Akhir Mantili Tania 142411048 Program Studi D-3 Metrologi Dan Instrumentasi Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuanalam Universitas Sumatera Utara Medan 2017.
- [11] Yoda Peruta Pratama. (2015). Aplikasi Sensor Photodiode Sebagai Input Penggerak Motor pada Coconut Milk Auto machine. *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 18(9), 1689–1699.