

## RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA, SUHU DAN KELEMBAPAN PADA RUANGAN BASEMENT BERBASIS IOT DENGAN PLATFORM THINGBOARD

Febryan Valentino Aritonang<sup>1</sup>, Morlan Pardede<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Medan  
Jalan Almamater No.1 Kampus USU Medan  
e-mail: [morlanpardede@polmed.ac.id](mailto:morlanpardede@polmed.ac.id)

**Abstrak** – Sistem monitoring kualitas udara berbasis Internet of Things dengan node sensor yang terdiri dari ESP32-WROOM-32U, MQ-2, TGS2602, DHT-21 untuk memonitor kondisi ruangan basement secara real-time telah dirancang dan direalisasikan. ESP32- WROOM-32U sebagai control dan pengiriman data melalui BLE ke gateway. Sensor MQ2 mengukur kadar gas CO, kemudian TGS2602 mengukur kadar gas Hidrogen Sulfide. DHT-21 mengukur suhu dan kelembapan. Kondisi udara dideteksi sensor dan dibaca oleh ESP32-WROOM-32U selanjutnya dikirim ke gateway yang terdiri dari ESP32-WROOM32U selanjutnya gateway mengirimkan ke cloud Thingsboard melalui Wi-Fi. Pada Thingsboard nilai nilai suhu dan kelembapan ditampilkan dalam bentuk meteran digital, nilai sensor gas Hidrogen Sulfide dan CO ditampilkan kedalam bentuk grafik sehingga kita dapat melihat nilai sebelumnya. Tampilan dashboard Thingsboard dapat diakses secara online dimanapun dan kapanpun melalui internet. Sistem ini juga membantu mengurangi risiko kecelakaan dan kerusakan akibat kondisi basement yang tidak terawasi. Keakuratan hasil ukur sensor ini dilakukan dengan membandingkan nilai sensor dengan kalibrasi berdasarkan grafik sensor bagi sensor MQ-2 dan TGS2602 dan perbandingan dengan alat pengukur suhu dan kelembapan bagi sensor DHT-21.

**Kata kunci** : basement, ESP32-WROOM-32U, Kualitas Udara, Monitoring, DHT21, TGS2602.

**Abstract** – An Internet of Things-based air quality monitoring system with sensor nodes consisting of ESP32-WROOM-32U, MQ-2, TGS2602, DHT-21 to monitor basement room conditions in real-time has been designed and realized. ESP32- WROOM-32U as control and sending data via BLE to the gateway. The MQ-2 sensor measures CO gas levels, then TGS2602 measures Hydrogen Sulfide gas levels. DHT-21 measures temperature and humidity. The air condition is detected by the sensor and read by ESP32-WROOM-32U then sent to the gateway which consists of ESP32-WROOM-32U then the gateway sends it to the Thingsboard cloud via Wi-Fi. On the Thingsboard the temperature and humidity values are displayed in the form of a digital meter, the values for the Hydrogen Sulfide and CO gas sensors are displayed in graphical form so that we can see the previous values. The Thingsboard dashboard display can be accessed online anywhere and anytime via the internet. This system also helps reduce the risk of accidents and damage due to unattended basement conditions. The accuracy of sensor measurement results is done by comparing sensor values with calibration based on sensor graphs for the MQ-2 and TGS2602 sensors and comparison with temperature and humidity measuring devices for the DHT-21 sensor.

**Keywords** : basement ,ESP32-WROOM-32U, Air Quality, Monitoring, DHT21, TGS2602.

### I. PENDAHULUAN

Kualitas udara dalam ruangan, terutama di basement, sangat penting untuk kesehatan dan kenyamanan orang yang berada di dalamnya. Permasalahan di basement seperti dampak terkena emisi buangan kendaraan yaitu petugas parkir dan pengunjung memiliki resiko yang tinggi terkena paparan udara yang tercemar. Kadar oksigen yang rendah, suhu yang terlalu tinggi atau rendah, dan

kelembapan yang berlebihan dapat menyebabkan banyak masalah kesehatan, seperti sakit kepala, kelelahan, iritasi mata dan hidung, dan bahkan masalah pernapasan.

Untuk memonitor kondisi udara di basement, perlu dilakukan pengukuran berkala dan pemantauan secara terus-menerus. Dalam hal ini, sensor DHT21 dan TGS2602 bisa digunakan untuk mengukur suhu, kelembapan, dan kadar oksigen dalam ruangan. Kedua sensor ini memiliki kelebihan, yakni mudah digunakan dan terjangkau.

Selain itu, dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali dan pengirim data ke platform Thingsboard, pengguna dapat memantau kondisi udara di basement secara real-time melalui perangkat mobile atau komputer. Data yang dikumpulkan dari sensor akan diolah dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang mudah dipahami.

Dengan adanya alat monitoring ini, pengguna dapat mengambil tindakan yang tepat jika kondisi udara di basement tidak memenuhi standar kualitas udara yang sehat. Misalnya, jika kadar oksigen rendah, maka ventilasi bisa ditingkatkan atau pintu dan jendela dibuka untuk meningkatkan sirkulasi udara. Atau jika kelembapan terlalu tinggi, maka pengguna dapat memasang dehumidifier untuk menyeimbangkan kelembapan udara di dalam ruangan. Alat monitoring ini juga sangat berguna bagi pemilik gedung atau bangunan yang memiliki basement untuk menjaga kualitas udara di ruangan bawah tanah yang sering diabaikan. Selain itu, penggunaan sensor dan platform IoT dalam rancang bangun ini juga menunjukkan perkembangan teknologi yang semakin canggih dan mampu memberikan solusi untuk masalah kesehatan dan lingkungan. Desain alat monitoring harus mudah dipasang dan dioperasikan tanpa memerlukan keahlian teknis yang tinggi.

## II. STUDI PUSTAKA

Penelitian tentang penerapan bluetooth dan wifi sebagai komunikasi sistem monitoring kadar oksigen, suhu dan kelembapan ruang basement, penulis menggunakan beberapa jurnal yang digunakan sebagai bahan referensi, diantaranya yaitu :

Penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet Of Things (IoT) pada gudang Obat Dinas Kesehatan Jeneponto", menjelaskan bahwa pada penelitiannya menggunakan sensor DHT22, MQTT, NodeMCU ESP8266 sebagai alat sistem informasi (Resky Wismasary, 2020). Pada Pengujian tersebut, terlihat ketika suhu dibawah 28 C tidak terdapat peringatan, namun jika suhu diatas 28°C terdapat peringatan bahwa suhu melampaui batas aman. Begitu pula dengan kelembapan, ketika kelembapan kurang dari 60%, tidak akan muncul peringatan apapun. Namun ketika kelembapan melebihi 60% akan muncul peringatan kelembapan melebihi batas aman. Persamaan dengan penelitian ini yaitu sama-sama melakukan monitoring suhu dan kelembapan ruangan, yang menjadi pembeda yaitu peneliti ini menggunakan sensor DHT22 dan MQTT, sementara pada laporan akhir saya menggunakan sensor DHT-21, sensor TGS2602 dan ESP32-WROOM-32U (Akbar & Sugeng, 2021)(Arfan Ravy Wahyu Pratama et al., 2021).

Penelitian Rancang Bangun Sistem Komunikasi Bluetooth Low Energy (BLE) Pada Sistem Pengamatan Tekanan Darah (Sukma Indrayana et al., 2018). Pada Gambar 1 berisi penggunaan Konsumsi daya rata-rata pada BLE.

Perangkat	Konsumsi Daya Rata-rata
Sensor	0.01-0.5 mA
Beacon	0.02-0.1 mA
Smartwatch	0.05-0.5 mA
Earbuds	0.01-0.1 mA
Data Logger	0.1-0.5 mA

Gambar 1. Konsumsi Daya Rata-Rata pada BLE

Pada Gambar 1 merupakan KPI BLE (Key Performance Indicator of Bluetooth Low Energy) yang mana menjelaskan tentang kualitas sinyal berdasarkan nilai RSSI (Received Signal Strength Indicator) dalam dBm. Nilai RSSI dikategorikan berdasarkan kualitas sinyal: sangat baik (-30 hingga -65 dBm), baik (-66 hingga -75 dBm), cukup baik (-76 hingga -85 dBm), lemah (-86 hingga -95 dBm), dan sangat lemah (di bawah -95 dBm). Kualitas sinyal berkurang seiring menurunnya nilai RSSI, dari sinyal yang kuat dan stabil hingga sinyal yang lemah dan rentan terhadap gangguan atau kehilangan koneksi.

Penelitian RSSI Based Location Estimation in Wireless Sensors Networks (Al Alawi, 2011). Satuan Nilai RSSI pada komunikasi BLE adalah pada Gambar 2.

Kualitas Sinyal	Nilai RSSI
Sangat Baik	-30 hingga -65 dBm
Baik	-66 hingga -75 dBm
Cukup Baik	-76 hingga -85 dBm
Lemah	-86 hingga -95 dBm
Sangat Lemah	Kurang dari -95 dBm

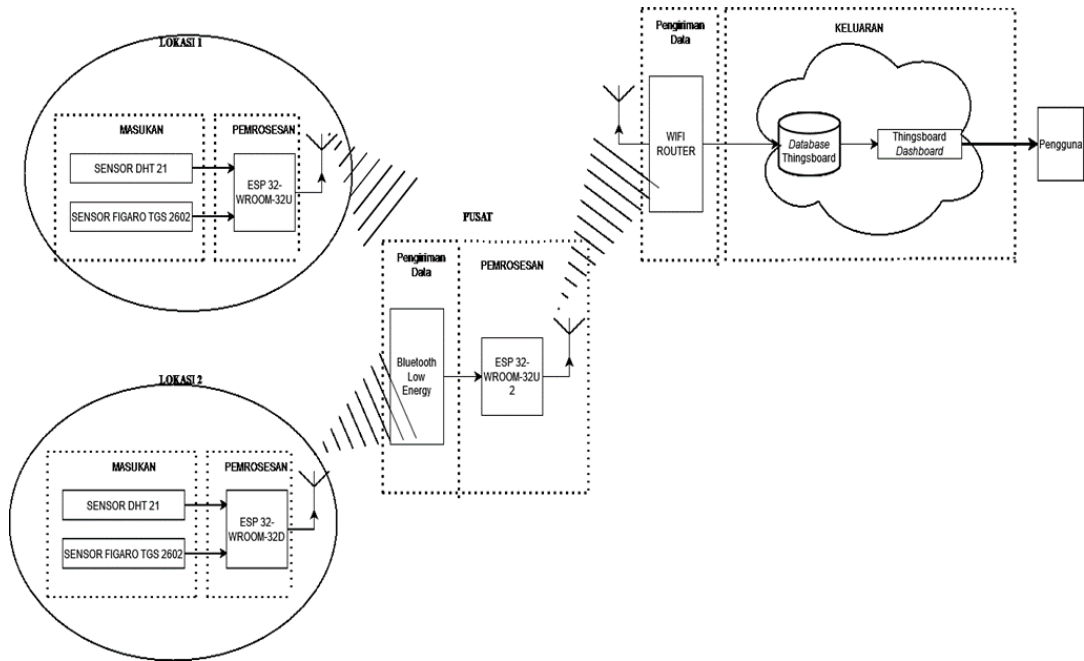
Gambar 2. KPI BLE

Pada Gambar 2 merupakan konsumsi daya rata-rata pada BLE, untuk perangkat sensor, konsumsi daya rata-rata berkisar antara 0.01 hingga 0.5 mA. Ini menunjukkan jumlah daya yang digunakan oleh perangkat sensor dalam satuan miliampere (mA) dalam keadaan normal. Nilai RSSI dikategorikan berdasarkan kualitas sinyal: sangat baik (-30 hingga -65 dBm), baik (-66 hingga -75 dBm), cukup baik (-76 hingga -85 dBm), lemah (-86 hingga -95 dBm), dan sangat lemah (di bawah -95 dBm). Kualitas sinyal berkurang seiring menurunnya nilai RSSI, dari sinyal yang kuat dan stabil hingga sinyal yang lemah dan rentan terhadap gangguan atau kehilangan koneksi.

### III. METODE

#### A. Perancangan perangkat keras (*Hardware*)

Diagram blok digunakan untuk mengilustrasikan komponen yang menjadi input, process dan output dalam sistem. Pada gambar 1, menampilkan semua komponen, baik itu input seperti Sensor DHT21 dan TGS2602, dimana proses menggunakan ESP32 WiFi sedangkan output seperti WiFi Router. Gambar 1 Blok Diagram Sistem.

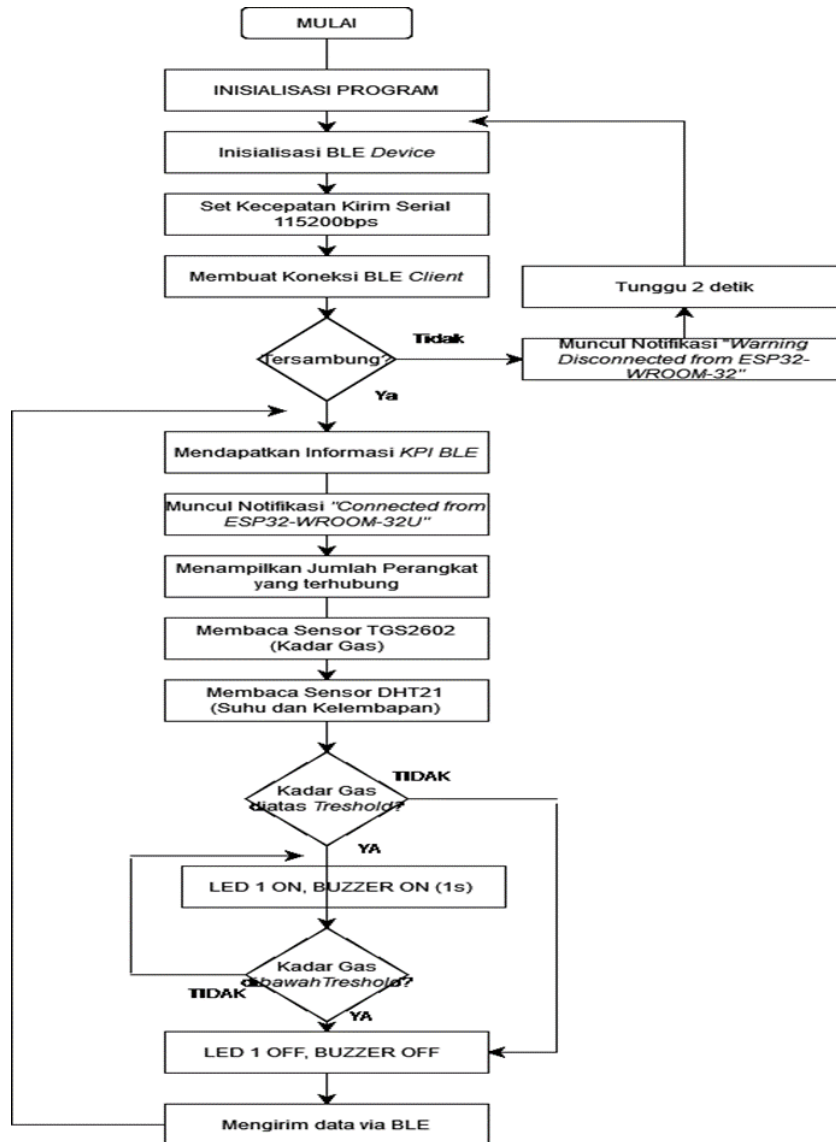


Gambar 1. Digram Blok Sistem

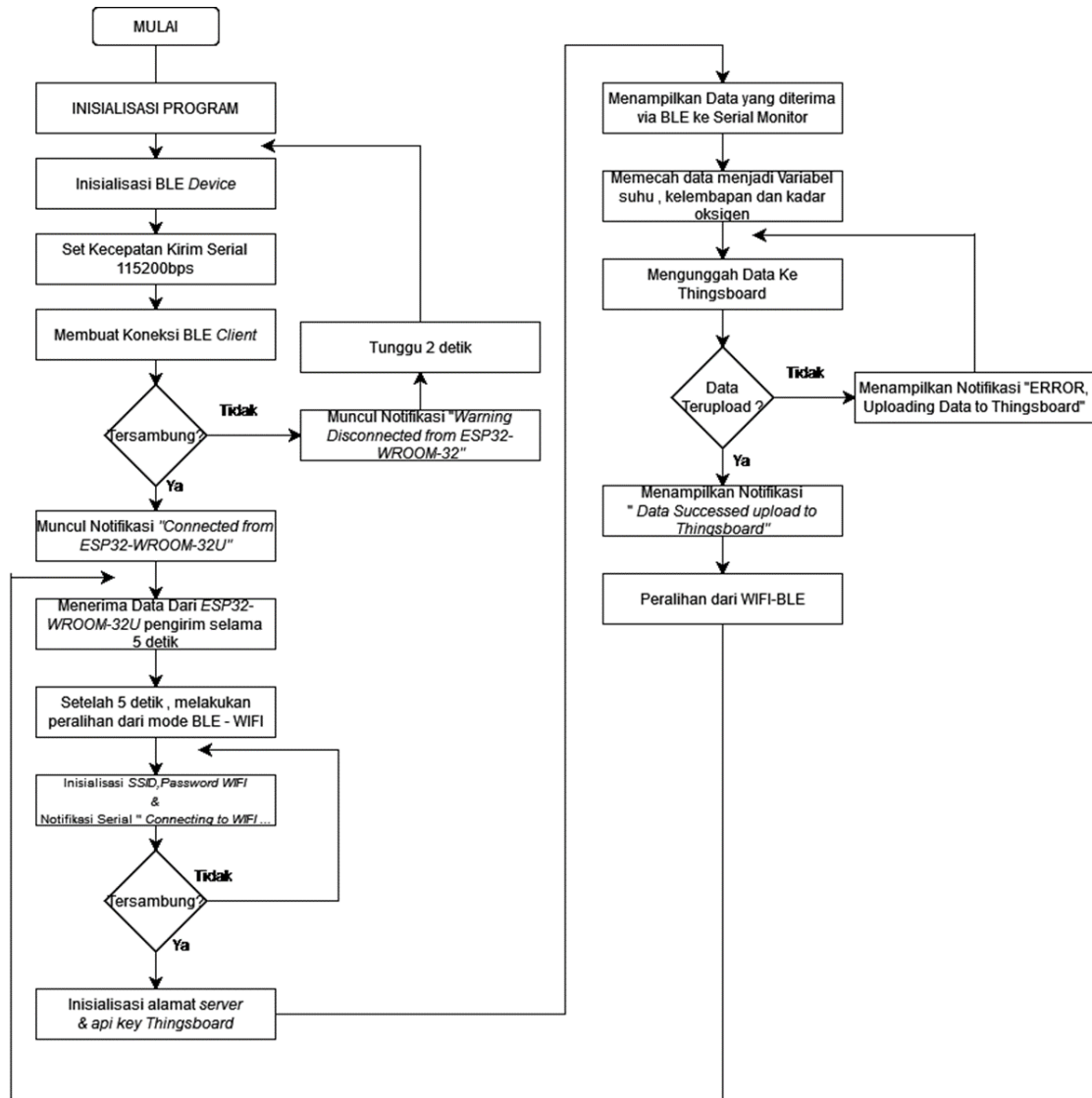
Dari diagram blok pada gambar 1 dapat dilihat bahwa cara kerja alat ini adalah sinyal pengukuran dalam bentuk digital dan analog diolah dan diproses menggunakan mikrokontroler ESP32-WROOM-32U. Terdapat Sumber Tegangan sebesar 5V berasal dari sumber tegangan yang akan mendistribusikan ke masing-masing perangkat. Sensor DHT21 dan sensor TGS2620 dihubungkan pada rangkaian mikrokontroler ESP32- WROOM-32U. Kedua sensor mengirimkan data kandungan gas CO, Hidrogen Sulfida Suhu dan Kelembapan ke mikrokontroler ESP32-WROOM-32U. Lalu informasi diteruskan ke ESP32-WROOM-32U yang mengirimkan data secara WIFI untuk dikirimkan ke Database Thingspeak dan komunikasi serial kemudian akan dapat mengakses aplikasi Thingspeak melalui ponsel. Jika kandungan kadar oksigen sudah melebihi nilai treshold maka sirine akan berbunyi. Sirine akan nonaktif secara otomatis jika nilai sudah dibawah treshold.

#### B. Perancangan perangkat lunak (*Software*)

Pada alat ini sensor DHT21, DHT11, MQ-2 dan TGS2602 menentukan nilai input dan output lalu membaca data dari sensor MQ-2 & TGS2602 yaitu berupa data analog. Diagram Alir Pengirim ESP32-WROOM-32U (A) & ESP32WROOM32D. Diagram alir gateway ESP32-WROOM-32U(B) berada pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir Pengirim



Gambar 3. Diagram alir Gateway

Pada perancangan program tugas akhir ini yang dibahas adalah pemrograman dan pengukuran tegangan pada sensor pada software Arduino IDE dan pengupload data ke Thingsboard. Saat merancang program pada perangkat lunak Arduino dengan fungsi- fungsi terkait yang diperlukan, beberapa langkah harus diambil terlebih dahulu.Langkahnya adalah membuat diagram untuk membuat alat lebih sederhana. Setelah menyelesaikan langkah-langkah ini, akan di program fungsi terkait yang dikodekan dalam bahasa C. Lalu membuat konfigurasi Database dari datayang akan dikirim yaitu Thingsboard.

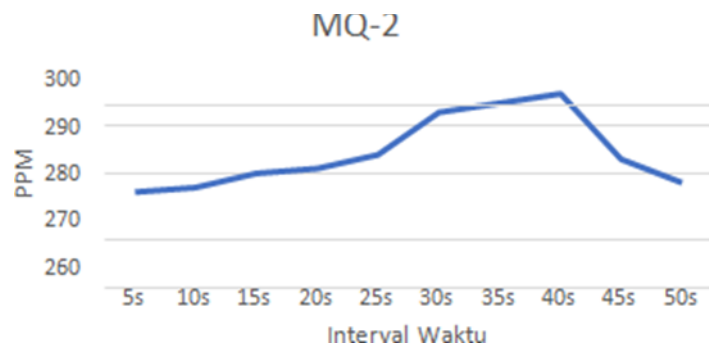
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Pengujian Sensor Gas Karbon Dioksida(CO<sub>2</sub>),Hidrogen Sulfide, Suhu & Kelembapan

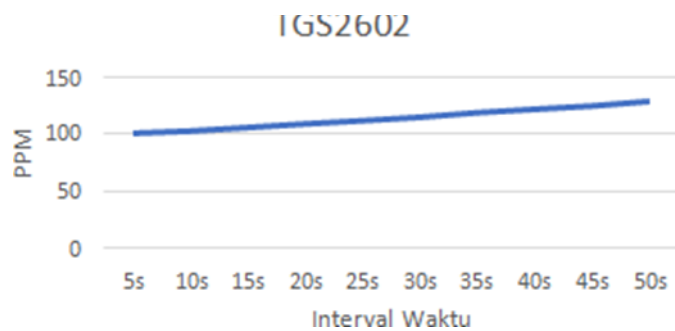
Tabel 1. Hasil Pengukuran Keseluruhan Sensor

Hasil Pengukuran CO <sub>2</sub>				Pengukuran Suhu & Kelembapan			
Sensor	Lama Pengukuran (detik ke-)	Tegangan (V)	PPM	ADC	Sensor	Suhu	Kelembapan
MQ-2	5s	0.98V	276	305	DHT 11	32	75
	10s	0.99V	277	306		32	75
	15s	1.00V	280	309		32	75
	20s	1.00V	281	310		32	75

Hasil Pengukuran CO2				Pengukuran Suhu & Kelembapan			
Sensor	Lama Pengukuran (detik ke-)	Tegangan (V)	PPM	ADC	Sensor	Suhu	Kelembapan
	25s	1.01V	284	313		32	75
	30s	1.04V	293	322		32	75
	35s	1.05V	295	324		32	75
	40s	1.05V	297	326		32	75
	45s	1.01V	283	312		32	75
	50s	0.99V	278	307		32	75
TGS2602	5s	1.05V	101	679	DHT 21	32.00	79.60
	10s	1.07V	103	692		31.90	79.61
	15s	1.10V	106	715		31.91	79.72
	20s	1.15V	109	743		32.00	79.80
	25s	1.18V	112	766		32.00	80.20
	30s	1.23V	115	798		32.00	79.90
	35s	1.29V	119	834		32.00	79.40
	40s	1.32V	122	855		32.00	79.40
	45s	1.36V	125	877		32.00	79.50
	50s	1.40V	129	911		32.00	74.60

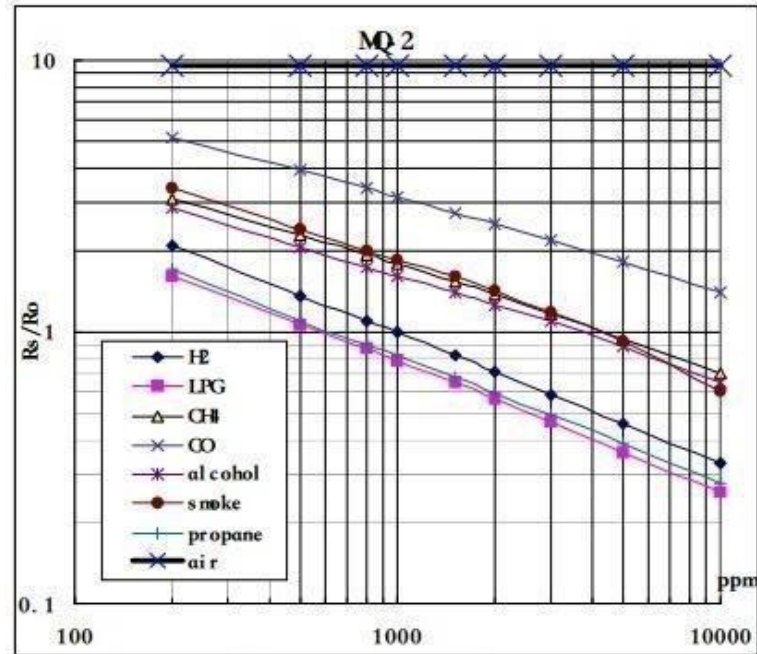


Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran MQ-2



Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran Sensor TGS2602





Gambar 6. Grafik Sensor MQ-2

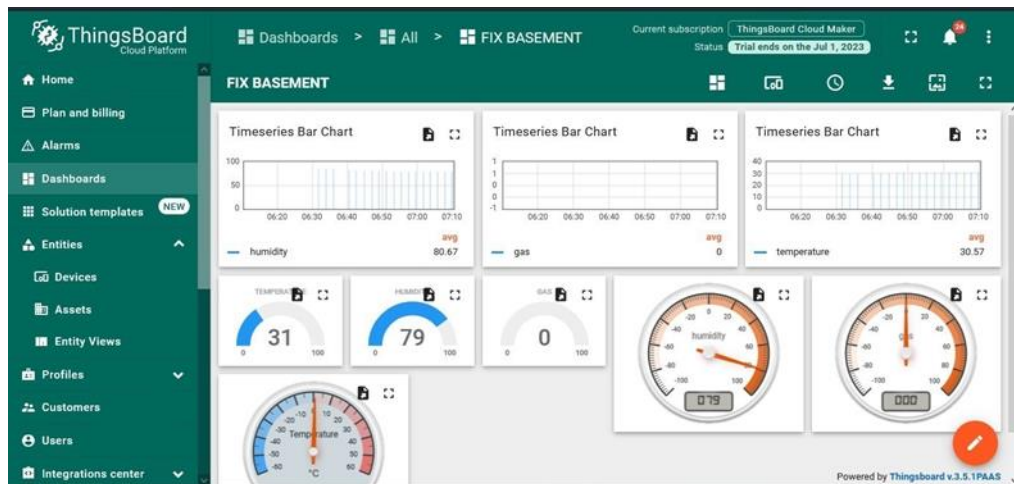
### Hasil Perbandingan Nilai Sensor dan *Datasheet* CO

Tabel 2. Hasil Perbandingan Nilai Sensor dan *Datasheet* CO

No.	Sensor		<i>Datasheet</i>		Galat/Error (%)
	Rs/Ro	CO(ppm)	Rs/Ro	CO(ppm)	
1	3.5	735.22	3.5	729.36	0.803444115
2	3.73	617.4	3.73	605.94	1.891276364
3	4	508.56	4	460.88	10.34542614
4	3.13	1003.03	3.13	983.7	1.965029989
5	4.4	380.87	4.4	335.41	13.55356131
6	1.63	6044.56	1.63	6628.77	8.813248913
7	3.92	537.89	3.92	517.51	3.938088153
8	2.31	2325.11	2.31	2473.01	5.980566193
9	1.9	3945.28	1.9	4225.71	6.63628124
10	2.97	1151.33	2.97	1207.04	4.615422853
Rata-rata					5.854234527

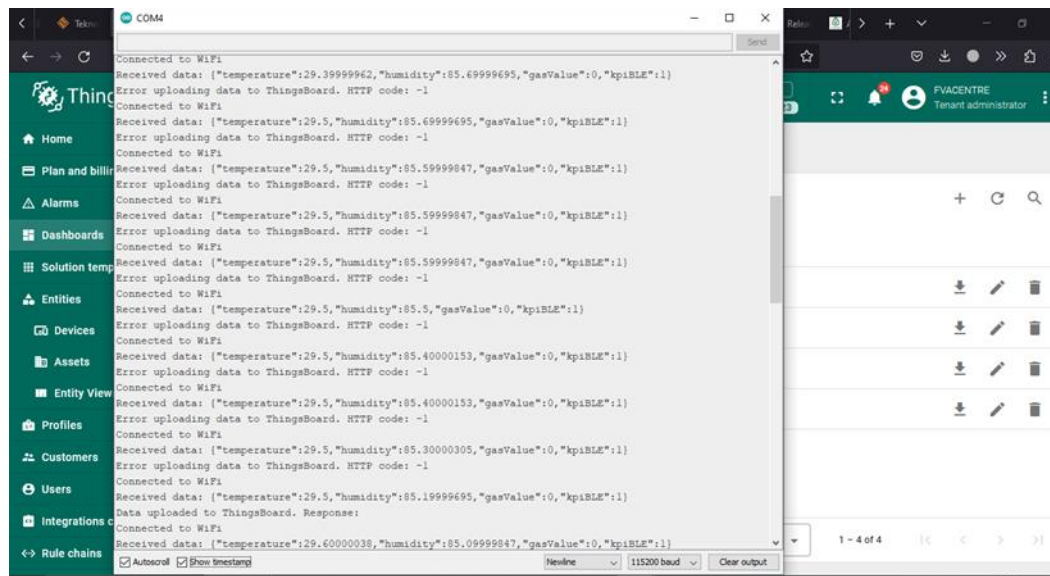


### Tampilan Platform Thingsboard



Gambar 7. Tampilan Data pada Platform Thingsboard

### Packet Loss Data



Gambar 8. Packet Loss Data

## V. KESIMPULAN

Penggunaan gabungan antara komunikasi BLE dan WIFI pada ESP32 memungkinkan komunikasi bergantian dengan jarak maksimum 10 meter di ruang terbuka maupun tertutup, namun terdapat delay sekitar 75 detik dalam pengiriman data ke Thingsboard karena keterbatasan perangkat. Komunikasi ini efektif di ruangan basement karena BLE dapat menggantikan peran WIFI saat bermasalah, meski data tidak dapat diunggah ke Thingsboard. Untuk meningkatkan jangkauan komunikasi, diperlukan antena eksternal dengan kekuatan lebih dari -8dB dan pengarahannya yang tepat sesuai kontur permukaan.

## DAFTAR PUSTAKA

Akbar, F., & Sugeng, S. (2021). Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruang Penyimpanan Obat Berbasis Internet Of Things (IoT) di Puskesmas Kecamatan Taman Sari

- Jakarta Barat. *Jurnal Sosial Teknologi*, 1(9). <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v1i9.198>
- Al Alawi, R. (2011). RSSI based location estimation in wireless sensors networks. *ICON 2011 - 17th IEEE International Conference on Networks*. <https://doi.org/10.1109/ICON.2011.6168517>
- Arfan Ravy Wahyu Pratama, M., Agus Pranoto, Y., & Orisa, M. (2021). SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN RUANGAN PASIEN ISOLASI COVID-19 BERBASIS IOT. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2). <https://doi.org/10.36040/jati.v5i2.3786>
- Resky Wismasary, N. arifah S. (2020). RANCANG BANGUN ALAT MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA GUDANG OBAT DINAS KESEHATAN JENEPONTO. *Kaos GL Dergisi*, 8(75).
- Sukma Indrayana, A., Primananda, R., & Amron, K. (2018). Rancang Bangun Sistem Komunikasi Bluetooth Low Energy (BLE) Pada Sistem Pengamatan Tekanan Darah. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(8).