

Pemantau Gas Metana, Suhu, Dan Kelembaban Sebagai Penyebab Efek Rumah Kaca Dipadang Lamun Berbasis *Internet Of Things*

Irfan Kampono¹; Agus Dendi Rochendi²; Muhamad Husni³; Raden Sutiadi⁴; Daniel Putra Pardamean Mbarep⁵; Lukman Medriavin Silalahi⁶; Edmon Risky Raharja⁷

^{1, 2, 3, 4} Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta 14430, Indonesia

⁵ Pusat Penelitian Limnologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor 16911, Indonesia

^{6, 7} Departemen Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana Jl. Raya, RT.4/RW.1, Meruya Sel., Kec. Kembangan, Jakarta, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11650, Indonesia

² agus.dendi.rochendi@lipi.go.id

⁶ lukman.medriavin@mercubuana.ac.id

ABSTRACT

Seagrass is a plant that covers coastal areas/shallow seas that can produce methane gas (CH₄) during the decomposition process. The occurrence of decay caused by microbes in seagrass plants that have died in the process produces methane gas (CH₄) as the cause of the greenhouse effect. Methane gas monitoring system (CH₄) is proposed using MQ-4 sensor, temperature and humidity sensor (DHT11) using NodeMCU ESP8266 module, SD Card module as backup data storage and processed with local database and through mysql database the data will be displayed on the website page for information. . From the tests carried out, the response time for DHT11 is 5.6 seconds and MQ-4 is 1.5 seconds. It has a reading sensitivity rate of 99.92% for DHT11, 99.997% for MQ-4. The accuracy rate for DHT11 is a multiple of 1. For the MQ-4 sensor it has an accuracy level of 2 digits behind the comma. The tool has a data transfer rate of up to that which appears on the front-end 0.2736. With this tool, checking measurement results can be done quickly and can be done from anywhere.

Keywords: Methane Gas, Seagrass, NodeMCU, Internet of Things, MQ-4 & DHT11 MySQL

ABSTRAK

Padang Lamun adalah adalah hamparan tumbuhan lamun yang menutupi suatu area pesisir/laut dangkal yang dimana dapat menghasilkan gas metana (CH₄) ketika terjadi pembusukan. Terjadinya pembusukan yang disebabkan mikroba pada tanaman lamun yang sudah mati pada prosesnya menghasilkan gas metana (CH₄) sebagai penyebab efek rumah kaca. Diusulkan sistem pemantauan Gas metana (CH₄) menggunakan sensor MQ-4), sensor suhu dan kelembaban (DHT11) dengan menggunakan Modul NodeMCU ESP8266, modul SD Card sebagai data cadangan penyimpanan dan diolah dengan database local serta melalui database mysql data akan ditampilkan pada halaman website menjadi informasi. Dari pengujian yang dilakukan, maka didapat hasil response time untuk DHT11 5,6 detik dan MQ-4 1,5detik. Memiliki tingkat sensitivitas pembacaan untuk DHT11 99,92%, untuk MQ-4 99,997%. Tingkat ketelitian untuk DHT11 yaitu kelipatan 1. Untuk sensor MQ-4 memiliki tingkat ketelitian 2 angka dibelakang koma. Alat ini memiliki kecepatan data transfer sampai tampil pada front-end yaitu 0,2736. Dengan alat ini, pengecekan hasil pengukuran dapat dilakukan dengan cepat dan dapat dilakukan dari mana saja.

Kata kunci: Gas Methana, Padang Lamun, NodeMCU, Internet of Things, MQ-4 & DHT11 MySQL

1. PENDAHULUAN

Padang lamun adalah ekosistem khas laut dangkal yang ditumbuhi oleh tumbuhan rerumputan yang telah beradaptasi terhadap air asin. Rerumputan tersebut adalah anggota dari tumbuhan monokotil, berbunga, berdaun, berbunga, dan memiliki akar rimpang, sehingga tumbuhan tersebut mampu bertahan dari hempasan ombak dan arus. Lamun dalam bahasa Inggris disebut *seagrass*, berbeda dengan rumput laut yang dikenal oleh masyarakat luas [1].

Ketika padang lamun mulai masuk ke tahapan mati atau tidak terpakai lagi karena bencana alam atau hal lainnya. Tanaman dan sampah biologi lainnya akan membusuk dan teruraikan oleh mikroba [2]. Lamun yang sudah terurai oleh mikroba akan menghasilkan gelembung-gelembung gas kecil. Gelembung ini berisikan gas metana (CH_4) [3]. Gelembung kaya metana yang meningkat mungkin bertanggung jawab atas peningkatan produktivitas biologis dalam lautan di atasnya. Sejauh mana rembesan metana berkontribusi terhadap karbon laut dan atmosfer [4][5].

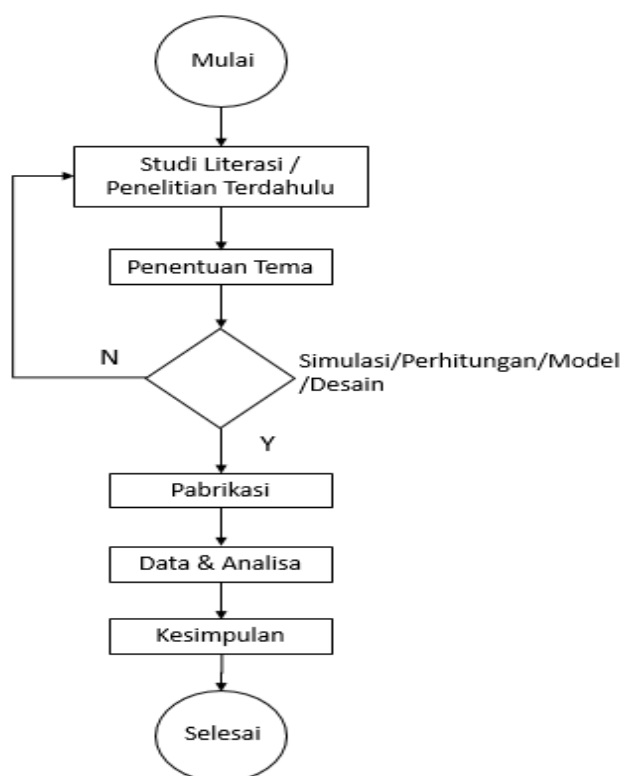
Gas metana merupakan komponen utama gas alam dengan senyawa kimia paling sederhana terdiri dari molekul tetrahedral dengan empat ikatan C-H yang setara ditemukan dan berhasil di isolasi pertama kali oleh Alesandro Volta (1778) di danau Maggiore-Itali [6][7]. Gas metana adalah kelompok gas efek rumah kaca yang dapat menyebabkan pemanasan global. Gas metana ini mempunyai nilai *Global Warming Potencial* (GWP) 21, artinya setiap satuan gas metana berpotensi memanaskan bumi 21 kali lebih besar dari satuan berat gas karbon dioksida (CO_2). Selain menimbulkan efek pemanasan global, gas metana juga tidak dapat terserap oleh klorofil tumbuhan, lebih stabil di atmosfer dibandingkan karbon dioksida yang dapat terserap oleh klorofil tumbuhan [8].

Gas metana dapat diukur menggunakan *Gas Chromotography* (GC). Alat ini merupakan alat yang umum digunakan dalam analisis kimia untuk pemisahan senyawa. Kegunaannya pengujian kemurnian senyawa atau pemisahan komponen Berbeda dalam suatu campuran. Tetapi alat ini memiliki beberapa kekurangan, diantaranya pengukuran tidak dalam waktu nyata, melibatkan sumber daya manusia yang banyak, mahal dari segi biaya dan produksi, data tidak dapat dicatat langsung [9]. Alat termostatik sebagai pembaca gas menggunakan sensor gas semikonduktor yang diintegrasikan pada mikrokontroller yang berguna untuk mendeteksi kebocoran gas mudah terbakar dan ada potensi ledakan di alam [7][8][2][12]. Suhu dan kelembababam mempengaruhi tingkat konsentrasi gas metana di alam [13]. Sistem *Internet of Things* (IoT) sebagai kebutuhan primer yang telah di pergunakan pada segala aktivitas internet baik secara pear to pear atau menggunakan jaringan internet [14][15][16][17].

Alat yang bisa memantau kadar metana, suhu dan kelembabam di alam secara terus menerus di alam mutlak dibutuhkan untuk memudahkan pengukuran. Tujuan dari makalah ini adalah merancang bangun pemantau gas metana, suhu, dan kelembaban sebagai penyebab efek rumah kaca di padang lamun berbasis IoT yang memungkinkan pengawasan jarak jauh.

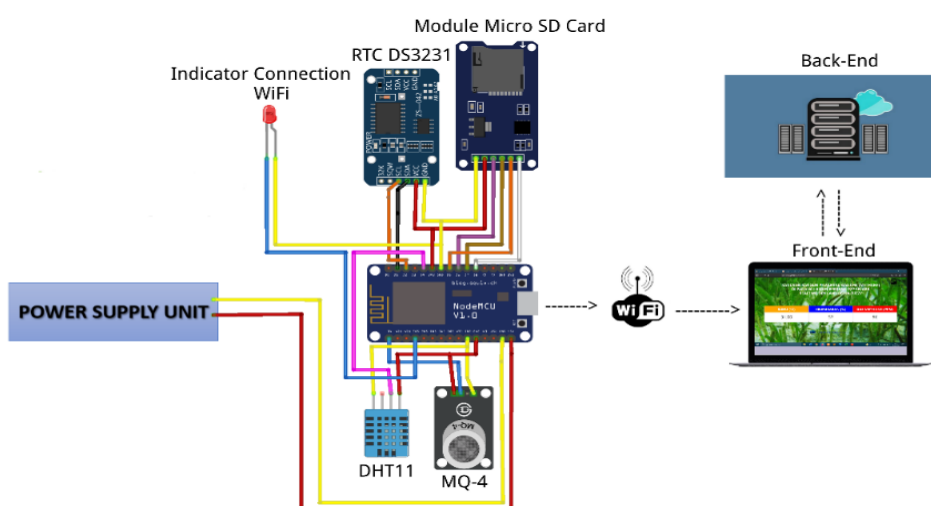
2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Metode dan langkah langkah penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sesuai dengan diagram alir pada Gambar 1 Dimulai dengan melakukan studi literasi sebagai penelitian terdahulu yang mendasari penelitian yang akan dilakukan, kemudian menentukan tema setelah menentukan tema langkah berikutnya adalah melakukan simulasi diantaranya dapat menggunakan perangkat lunak, model matematika atau model lainnya. Ketika berhasil, maka langsung dibuatkan purwarupa dan kemudian dilakukan pengambilan data serta analisis. Hasil analisis yang diperoleh kemudian dijadikan kesimpulan terhadap riset yang telah dilakukan dan selesai. Ketika simulasi tidak sesuai dengan harapan maka dilakukan studi literasi kembali dan dilanjutkan ke langkah berikutnya.



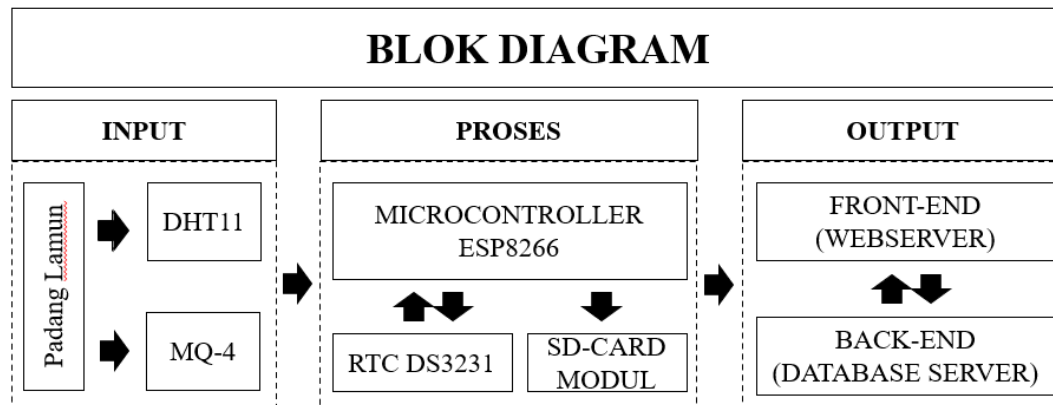
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 2 merupakan blok diagram rangkaian alat pemantau gas metane, suhu dan kelembaban udara terdapat lampu indikator untuk konektivitas WiFi sudah tersambung atau belum. Tampilan ditampilkan pada *front-end* berupa tampilan halaman *website* dengan data *realtime* dan juga memiliki penyimpanan *database server* di *back-end*. Penggunaan sensor DHT11 untuk membaca suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembaban ($\% \text{RH}$), MQ-4 untuk membaca gas metana (ppm). Serta terdapat modul SD-Card untuk penyimpanan data cadangan dan juga pewaktu otomatis RTC DS3231.



Gambar 2. Blok diagram rangkaian

Gambar 3 terdapat 3 blok bagian proses sistem yaitu input, proses, output. Input mengirimkan data hasil pembacaan dari hasil 2 sensor yang dipakai yaitu DHT11 (suhu dan kelembaban), dan MQ-4 (gas metana). Proses akan dilakukan pengiriman melalui modul ESP8266 sebagai pengirim data ke database local maupun dataserver, terdapat modul RTC DS3231 sebagai pembaca waktu otomatis untuk data di dalam microSD dan juga Modul SD Card untuk cadangan penyimpanan data jika hal yang tidak diinginkan terjadi saat proses pengiriman data ke database local ataupun dataserver. Halaman website sebagai output akan menampilkan hasil yang diterima dari proses sebelumnya secara realtime. Berikut perancangan hardware pada sistem ini.



Gambar 3. Blok diagram sistem

2.1. Perhitungan

Ada beberapa perhitungan yang dipakai pada penelitian ini untuk menentukan nilai rata-rata, nilai konversi, nilai sensitivitas, nilai eror, dll. Untuk lebih jelasnya akan ditampilkan beberapa perumusan yang dipakai pada penelitian ini.

Dalam perhitungan statistika, rata-rata hitung (atau sering disebut dengan rata-rata) merupakan suatu bilangan tunggal yang dipergunakan untuk mewakili nilai sentral dari sebuah distribusi [18] [19]–[21].

$$X = \left(\sum x \right) / N \quad (1)$$

Dimana:

X = Nilai rata-rata

$\sum x$ = Jumlah data

N = Banyak data

Dalam menghitung range (jangkauan) menggunakan rumus yang tertulis didalam persamaan 2 :

$$Range = \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \quad (2)$$

Kemudian, menggunakan persamaan 3 dan persamaan 4 untuk menghitung *particle per minute* (ppm) [22] [23]:

$$\log(Y) - \log(Y1) = \frac{\log(Y2) - \log(Y1)}{\log(X2) - \log(X3)} \times (\log(X) - \log(X1)) \quad (4)$$

$$\log(Y) = -0.339 \log(X) + 1.017$$

$$PPM = 1000 \left(\frac{RS}{RO} \right) - 2.95 \quad (3)$$

Dimana:

Y1 = Nilai RS/RO 1.

X1 = Nilai PPM yang pada tabel RS/RO 1

Y2 = Nilai RS/RO 2

X2 = Nilai PPM yang pada tabel RS/RO 2

Untuk menghitung Ro, memerlukan penggunaan ohmmeter dan mendapatkan hasil 945 ohm.

Untuk nilai Rs dicari dengan menggunakan persamaan 5 [22] [23]:

$$Rs = \frac{(V_{ref} - V_0) \times 1000}{V_0}; \text{dimana } V_0 = \frac{a_0 \times 5}{1023}, \text{menjadi } Rs = \frac{\left(V_{ref} - \left(\frac{a_0 \times 5}{1023}\right)\right) \times 1000}{V_0} \quad (5)$$

Dimana:

A0 = Pembacaan analog read dari perangkat

V0 = Pembacaan analog dikonversi ke tegangan

Vref = Tegangan referensi yang dipakai

Untuk menghitung sensitivitas dengan persamaan 6 [18] [19]–[21]:

$$\text{Sensitivitas} = \sigma = \frac{dV}{dV_g} \quad (6)$$

Dimana:

dV = Perubahan Tegangan (Tegangan Maksimum – Tegangan Minimum)

dV_g = Perubahan Volume Gas (Volume Gas Maksimum – Volume Gas Minimum)

Untuk mendapatkan nilai akurasi maka rumus yang digunakan adalah persamaan 7 [18] [19]–

[21]: (7)

$$\text{Akurasi sensor} = 100\% - \text{sensitivitas}$$

Nilai kesalahan (error) [18] dapat dilihat pada persamaan 8 :

$$\text{Error} = \frac{\text{Nilai asli} \pm \text{Nilai pengukuran}}{\text{Nilai asli}} \times 100 \quad (8)$$

Dimana:

Error = Nilai kesalahan

Nilai asli = Nilai yang dipakai pada instrumentasi asli

Nilai pengukuran = Nilai yang dipakai pada instrumentasi pengujian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan menguji masing-masing sensor yang digunakan dengan menggunakan perhitungan dan persamaan matematika yang ada. Hasilnya sebagai berikut:

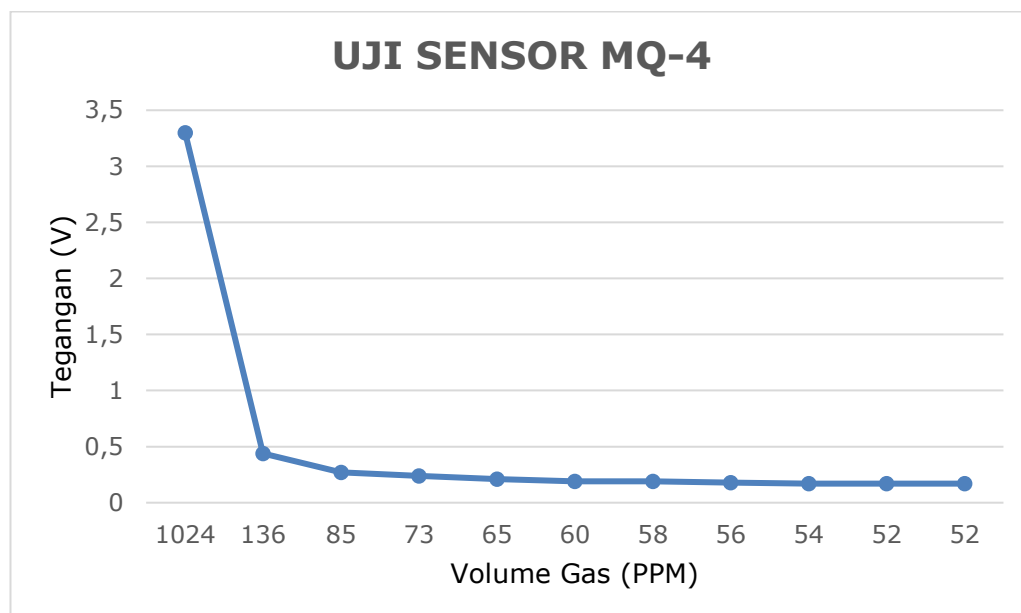
3.1. Pengujian MQ-4

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian yang didapat dari mencari nilai sensitivitas menggunakan rumus persamaan 4, hasil yang didapat sebesar 0,003. Dari hasil perhitungan pada persamaan 7 dalam mencari hasil akurasi, didapatkan nilai akurasi sebesar 99,997%.

Tabel 1. Uji sensor MQ-4

Tegangan (V)	Volume Gas (PPM)
3,3	1024
2,34	726
0,44	136
0,32	100
0,27	85
0,25	77

0,24	73
0,22	69
0,21	65
0,19	60
0,19	58
0,18	57
0,18	56
0,18	55
0,17	54
0,17	53
0,17	52
0,17	52
0,17	52

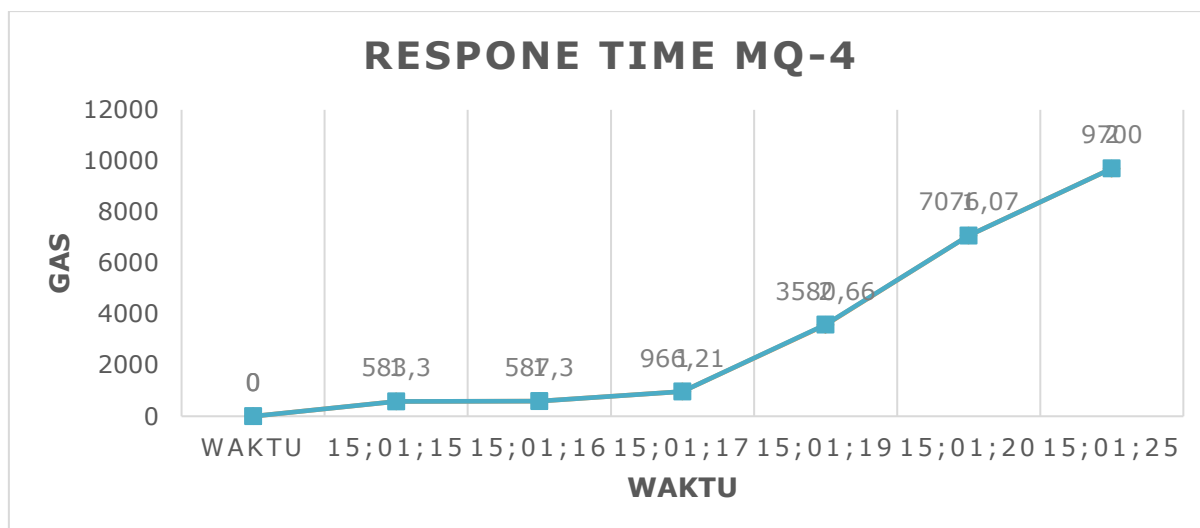
**Gambar 4.** Grafik uji sensor MQ-4

Gambar 4 menunjukkan pada tegangan 3,3volt sampai 0,44volt terjadi penurunan tegangan yang mengubah nilai gas (*ppm*) menjadi lebih kecil hal ini dikarenakan gas yang keluar mulai berkurang dan pada tegangan 0,19 sampai 0,17volt, gas menjadi lebih stabil pada kondisi normal.

Tabel 2. *Response time* MQ-4

Waktu	Gas	Selisih Waktu (detik)
15:01:15	587,3	1
15:01:16	587,3	1
15:01:17	966,21	1
15:01:19	3580,66	2
15:01:20	7076,07	1
15:01:25	9700	5
Rata-rata		1,83

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian yang telah dilakukan, pengambilan data diambil sebanyak 6 kali, dengan pengukuran gas yang berbeda. Selisih waktu sangat bervariasi, diambil rata-rata waktunya menggunakan persamaan rumus rata-rata pada persamaan 1.



Gambar 5. Grafik uji sensor MQ-4

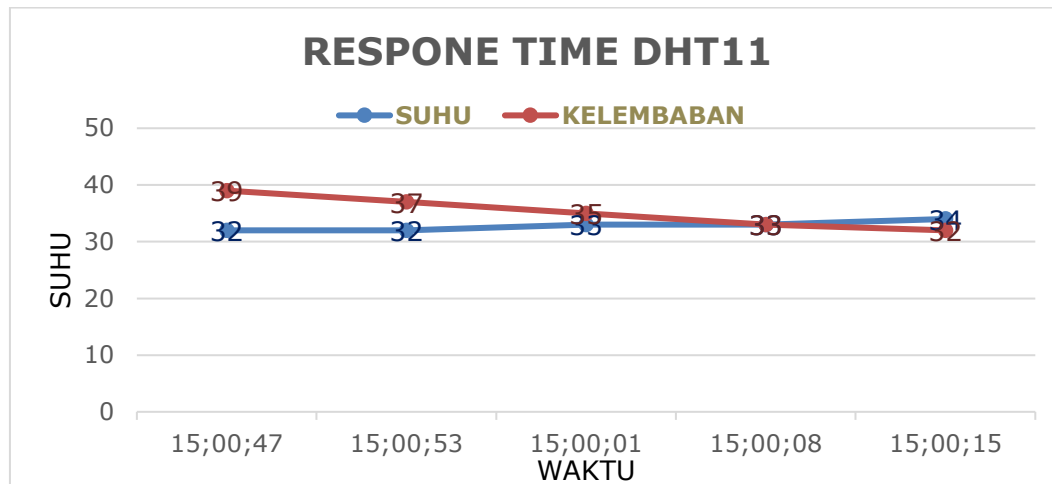
Dari pembacaan hasil grafik *response time* gambar 5 sensor MQ-4 dari mulai alat dinyalakan sampai membaca gas pada korek gas, didapatkan *response time* perubahan suhu rata-rata yaitu 1,5 detik. Jadi sensor MQ-4 memiliki *response time* perubahan dari awal sampai mengukur gas dari korek gas selama 1,5 detik.

3.2. Pengujian DHT11

Tabel 3. *Response time* DHT11

Waktu	Suhu	Kelembaban	Selisih Waktu (detik)
15:00:47	32	39	0
15:00:53	32	37	6
15:01:01	33	35	8
15:01:08	33	33	7
15:01:15	34	32	7
Rata-rata			5.6

Tabel 3 menunjukkan pengujian yang telah dilakukan sebanyak 5 kali pengamatan dengan perbedaan suhu dan kelembaban serta selisih beberapa detik saja, dengan menggunakan rumus rata-rata (Persamaan 1), maka rata-rata selisih waktu didapat 5,6 detik. Artinya *response time* dari DHT11 didapat rata-rata sebesar 5,6 detik.



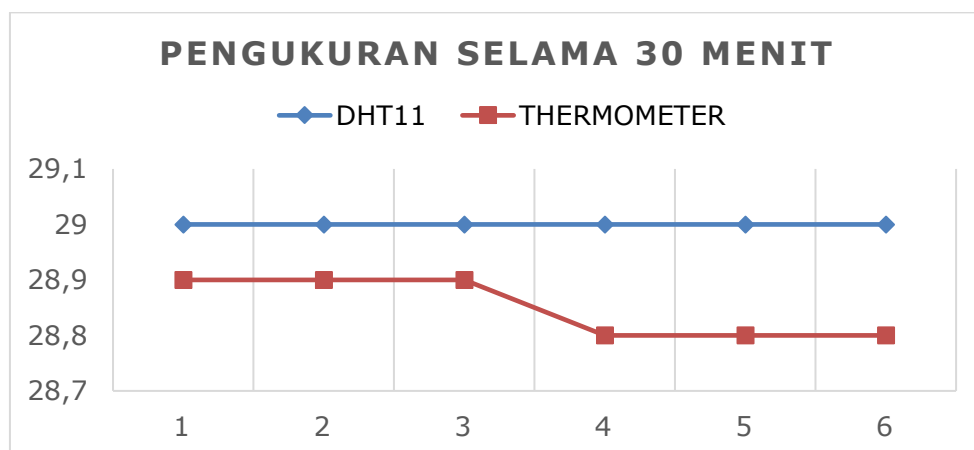
Gambar 6. Grafik uji sensor DHT11

Gambar 6 menunjukkan hasil perbandingan yang terbalik antara suhu dan kelembaban, dengan semakin naiknya suhu maka nilai kelembaban akan menurun dengan dilakukannya pengujian menggunakan korek gas. Didapat rata-rata *response time* 5,6 detik.

Tabel 4. Perbandingan hasil dan kesalahan DHT11

No	DHT11	Termometer	Kesalahan pada DHT11
1	29 °C	28,9 °C	0,3%
2	29 °C	28,9 °C	0,3%
3	29 °C	28,9 °C	0,3%
4	29 °C	28,8 °C	0,6%
5	29 °C	28,8 °C	0,6%
6	29 °C	28,8 °C	0,6%

Tabel 4 menunjukkan hasil rata-rata keseluruhan nilai ukur pada DHT11 pada pengukuran selama 30 menit dengan menggunakan persamaan rumus rata-rata. Dan memiliki hasil 0,075%. Dari hasil *error* yang sudah didapatkan hasilnya maka dengan memasukkannya kedalam persamaan rumus akurasi, didapatkan hasil akurasi sebesar 99,92%.



Gambar 7. Grafik pengukuran DHT11

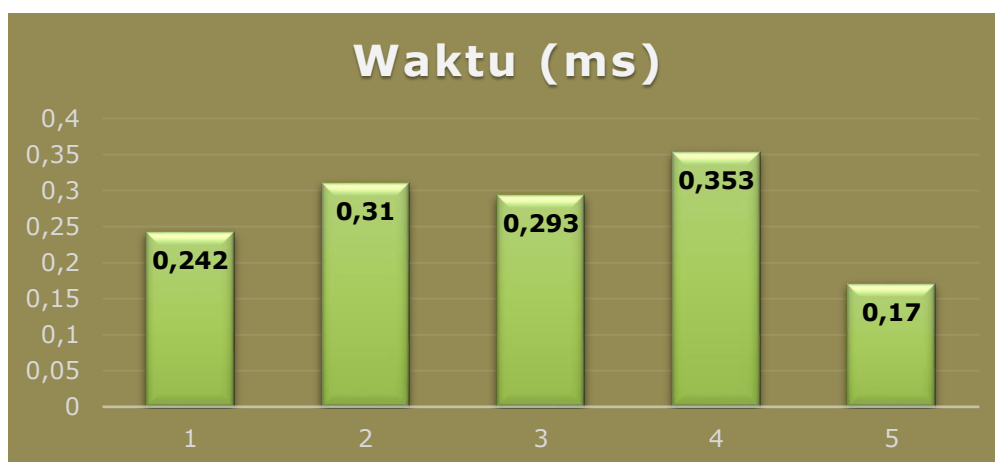
Gambar 7 menunjukkan perubahan nilai suhu DHT11 dan termometer berbeda dari tingkat pembacaan ketelitian alatnya, untuk termometer tingkat ketelitian 2 angka di belakang koma, sedangkan DHT11 hanya kelipatan 1 saja.

3.3. Pengujian Jaringan

Tabel 5. Pengujian jaringan

No	Size data dikirim	Status	Waktu (ms)
1	64 bytes	Ok	0,242
2	64 bytes	Ok	0,31
3	64 bytes	Ok	0,293
4	64 bytes	Ok	0,353
5	64 bytes	Ok	0,17
Rata-rata			0,2736

Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran kecepatan pengiriman data dengan bantuan aplikasi dari *Ping Tool*. Ukuran data yang dikirim besarnya 64 bytes dengan rata-rata waktu di dapat 0,274 ms dengan status pengukuran ok. Pengiriman ini dilakukan sebanyak 5 data. Alamat IP yang dilakukan pengujian yaitu 127.0.0.1 dan harus mengaktifkan aplikasi XAMPP terlebih dahulu agar bisa berjalan. Dan jenis *WiFi IEEE 802.11 b/g/n*.



Gambar 8. Hasil pengujian jaringan

Gambar 8 menunjukkan bahwa kecepatan pengiriman data rata-rata keseluruhan masih di bawah 1 ms. Sehingga dapat disimpulkan hampir tidak adanya waktu tunda atau *delay* yang mengganggu proses pengiriman data. Dengan kecepatan ini maka tidak akan mengganggu proses pemantauan gas metana, suhu, dan kelembaban untuk padang lamun. Pengiriman data bisa tertunda ataupun gagal jika jaringan internet atau WiFi tidak aktif.

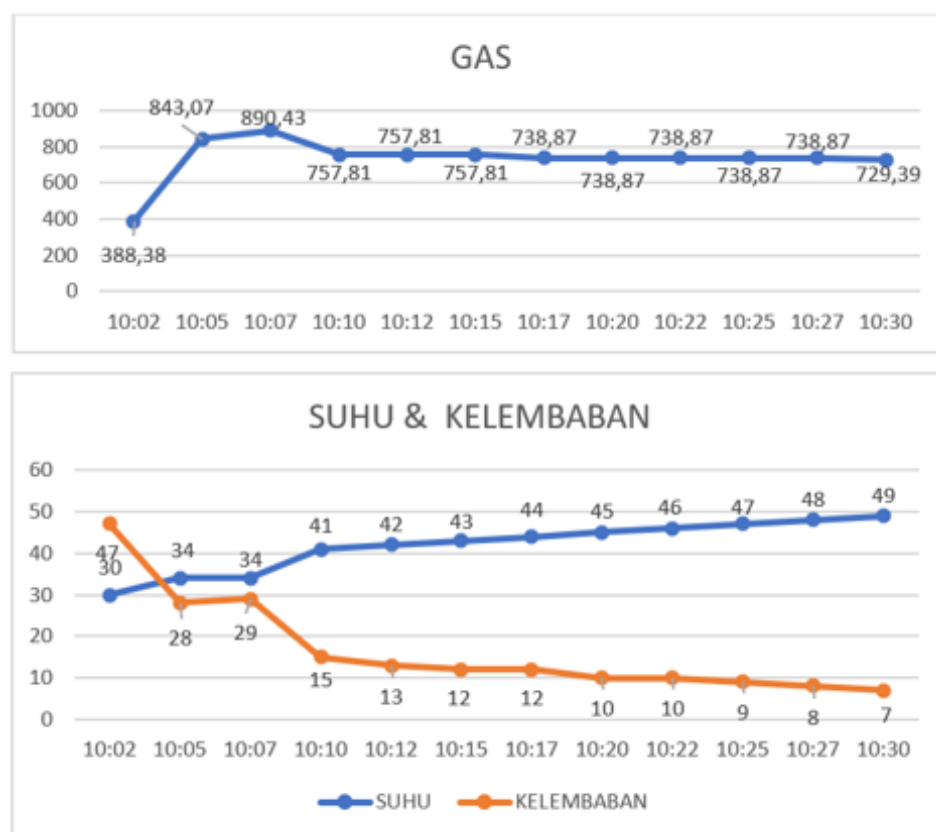
3.4. Pengujian Sistem

Tabel 6. Pengujian suhu, gas, dan kelembaban

Waktu	Suhu	Kelembaban	Gas
10:02	30	47	388,38

10:05	34	28	843,07
10:07	34	29	890,43
10:10	41	15	757,81
10:12	42	13	757,81
10:15	43	12	757,81
10:17	44	12	738,87
10:20	45	10	738,87
10:22	46	10	738,87
10:25	47	9	738,87
10:27	48	8	738,87
10:30	49	7	729,39

Hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 6, dilakukan selama 30 menit dengan pengaplikasian memasak air. Pada pengujian ini awal Ketika kompor dinyalakan nilai gas sempat meningkat hingga akhirnya stabil pada nilai 730. Dan nilai suhu yang meningkat, serta nilai kelembaban menurun.



Gambar 9. Pengujian suhu, kelembaban, dan gas

Telah dilakukan pengujian sistem pemantau gas metana, suhu, dan kelembaban pada pemakaian untuk memasak air menggunakan kompor gas seperti pada Gambar 9. Durasi waktu memasak sekitar 30 menit. Dengan pengujian tersebut maka penulis dapat menarik kesimpulan berdasarkan gambar grafik. Bahwa suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi besar atau kecilnya nilai gas metana yang lepas ke atmosfer. Seperti gambar grafik 4.14, Ketika suhu awal dan

kelembaban 30°C dan 49% gas berada di angka 388,8 ppm. Dan berubah Ketika nilai suhu dan kelembaban menjadi 49°C dan 9%, gas memiliki nilai 729,39. Jadi, ketika nilai suhu meningkat dan nilai kelembaban menurun maka nilai gas metana akan meningkat. Tetapi, sebaliknya jika nilai suhu turun dan nilai kelembaban naik maka nilai gas metana akan turun. Dan gas menjadi normal dengan membutuhkan waktu selama 8 menit.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan berisi kumpulan dan meringkas hasil yang paling penting dan implikasinya. Isi kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian bukan rangkuman hasil penelitian. Kesimpulan dan saran dibuat secara singkat, jelas, dan padat didasarkan pada hasil penelitian [3]. Kesimpulan dan Saran berupa paragraf tanpa numbering. Kutipan berturut-turut dalam tanda kurung() [4] (Gunakan kutipan menggunakan otomatis/aplikasi sitasi)

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih khusus pertama kepada Universitas Mercu Buana yang telah mendukung dalam penelitian kerjasama dalam negeri dan yang kedua kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Universitas Mohammad Husni Thamrin atas bantuan dan kerja sama selama penelitian ini. Mudah-mudahan akan selalu ada makalah penelitian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. and Chemicals, "No Title," from Air Products, 2020. .
- [2] J. Wu, H. Chen, X. Zhang, and Q. Hu, "Methane Detector Based on the Principle of NDIR," 2019 2nd Int. Conf. Inf. Syst. Comput. Aided Educ. ICISCAE- IEEE 2019, pp. 42–46, 2019, doi: 10.1109/ICISCAE48440.2019.221584.
- [3] C. M. Garcias-Bonet, N., & Duarte, "Methane production by seagrass ecosystems in the red sea.," *rontiers Mar. Sci.*, 2017, doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00340>.
- [4] B. T. Philip, D. S. Kelley, E. A. Solomon, and J. R. Delaney, "Monitoring methane emissions at Southern Hydrate Ridge using an OOI Cabled Array Acoustic Doppler Current Profiler," *Ocean. 2016 MTS/IEEE Monterey, OCE 2016*, pp. 0–4, 2016, doi: 10.1109/OCEANS.2016.7761469.
- [5] A. J. Walton, M. G. Gunn, and G. T. Reynolds, "The Quality Factor of Oscillating Bubbles Particular Reference to Methane," *October*, vol. 30, no. 4, pp. 924–926, 2005.
- [6] C. L. • P. F. • J.-C. Poignet, *Electrochemistry*. springer, 2012.
- [7] Wikipedia, "Google" Terjemahan.
https://translate.google.com/translate?u=https://en.wikipedia.org/wiki/Alessandro_Volta&hl=id&sl=en&tl=id&client=srp&prev=search (accessed Aug. 05, 2021).
- [8] J. Cook, "skepticalscience," 2017. .
- [9] I. Air Products and Chemicals, "Air Products and Chemicals, Inc.," 2020. .
- [10] R. George, M. Gullström, M. S. P. Mtolera, T. J. Lyimo, and M. Björk, "Methane emission and sulfide levels increase in tropical seagrass sediments during temperature stress: A mesocosm experiment," *Ecol. Evol.*, no. July 2019, pp. 1917–1928, 2020, doi: 10.1002/ece3.6009.
- [11] U. J. Shobrina, R. Primananda, and R. Maulana, "Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24l01 , Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 1510–1517, 2018.

- [12] K. Zhang, H. Zhang, B. Mao, and M. Mukhurov, "Study on single chip integrated methane sensor based on MEMS process," Proc. 2019 IEEE 3rd Inf. Technol. Networking, Electron. Autom. Control Conf. ITNEC 2019, no. Itnec, pp. 463–468, 2019, doi: 10.1109/ITNEC.2019.8729394.
- [13] O. Vovna, S. Zori, and I. Laktionov, "Design of an optical methane concentration meter, invariant to temperature changes of mine atmosphere," Proc. Int. Conf. Mod. Electr. Energy Syst. MEES-IEEE 2017, vol. 2018-Janua, no. 1, pp. 408–411, 2017, doi: 10.1109/MEES.2017.8248946.
- [14] N. Garcias-Bonet and C. M. Duarte, "Methane production by seagrass ecosystems in the red sea," Front. Mar. Sci., vol. 4, no. NOV, 2017, doi: 10.3389/fmars.2017.00340.
- [15] A. Paul and R. Jeyaraj, "Internet of Things: A primer," Hum. Behav. Emerg. Technol., vol. 1, no. 1, pp. 37–47, 2019, doi: 10.1002/hbe2.133.
- [16] M. 2) Sinta Sri Ramadania 1), "SISTEM PEMANTAUAN BIODIGESTER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER BIODIGESTER MONITORING SYSTEM USING MICROCONTROLLER," J. BORNEO SAINTEK, vol. 2, no. 2, pp. 31–37, 2019, [Online]. Available: www.jurnal.borneo.ac.id.
- [17] A. D. Rochendi and I. Kampono, "Design and Build A Plastic Pellet Monitor System Prototype on An Injection Molding Plastic Storage Tank with The Blynk Application," Int. J. Adv. Technol. Mech. Mechatronics Mater., vol. 1, no. 3, pp. 83–89, 2020, doi: 10.37869/ijatec.v1i3.29.
- [18] NURYADI, TUTUT DEWI ASTUTI, ENDANG SRI UTAMI, and MARTINUS BUDIANTARA, Dasar-Dasar Statistika Penelitian. 2017.
- [19] M. R. Spiegel, "Theory and Problems of Statistics." 1972.
- [20] MURRAY R. SPIEGEL LARRY J. STEPHENS, Theory and Problems of STATISTICS Fourth Edition. 2007.
- [21] L. J. Stephens, "Theory and Problems of Beginning Statistics," Nebraska, p. 380, 1998.
- [22] B. T. R. Kuphaldt, Lessons in Industrial Instrumentation Introduction to Industrial Instrumentation, vol. 15. 2011.
- [23] H. A. Radi and J. O. Rasmussen, Principle of Physics for Scientists and Engineers.