

**PEMANTAUAN GAS METAN (CH<sub>4</sub>) PADA LAHAN SAWAH  
BERBASIS *CYBER PHYSICAL SYSTEM* DENGAN MENGGUNAKAN  
SENSOR MQ-4 TERKOREKSI**

**(Skripsi)**

Oleh :

**YUNIAR  
NPM 1715061006**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2022**

## ABSTRAK

### PEMANTAUAN GAS METAN (CH<sub>4</sub>) PADA LAHAN SAWAH BERBASIS CYBER PHYSICAL SYSTEM DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-4 TERKOREKSI

Oleh

YUNIAR

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang salah satunya dipicu oleh produksi gas metan (CH<sub>4</sub>). Salah satu sumber emisi gas metan di sektor pertanian yaitu lahan sawah. Lahan sawah sebagai salah satu sumber emisi gas rumah kaca (GRK), dimana tanaman padi berperan aktif dalam pelepasan emisi gas metan ke atmosfer yang bisa meningkatkan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK). Dampak yang ditimbulkan adalah terjadinya kenaikan suhu bumi sehingga menyebabkan pemanasan global. Upaya untuk mendukung monitoring terhadap kadar gas metan di lahan sawah yakni dengan menggunakan alat untuk mengukur gas metan. Pemantauan gas metan juga diperlukan untuk mendapatkan data secara *real-time* di sawah yang dilakukan dari jarak jauh yang terhubung dengan internet. Sistem yang dibuat disertai dengan sensor MQ<sub>4</sub>, sensor suhu dan kelembaban udara (DHT22). Seluruh data yang dihasilkan dari sensor disimpan ke *platform* IOT *Thingier.io*. Hasil pengukuran sensor dikoreksi dengan membandingkan hasil pengukuran gas metan oleh *Portabel Leak Gas Detector*. Selanjutnya dilakukan analisis kinerja dari sistem yang dibuat dan analisis hasil pengukuran untuk melihat *error rate*. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem monitoring gas metan dengan menggunakan sensor MQ<sub>4</sub> yang terkoreksi. Berdasarkan hasil perbandingan nilai gas metan terukur antara sensor MQ<sub>4</sub> yang dibanding dengan *Portable Leak Gas Detector* diperoleh nilai koreksi sensor  $y=1.453x+55.446$  yang kemudian dimasukkan ke dalam *source code* mikrokontroler. Hasil pengukuran setelah koreksi diperoleh *error rate* sebesar 1,5% yang artinya lebih rendah 20,7% dibandingkan sebelum kalibrasi. Hal ini menunjukkan bahwa sensor akan mengukur dan bekerja dengan optimal dengan nilai toleransi  $\pm 1.5\%$ . Hasil pengukuran dapat dimonitoring dan disimpan melalui *Thingier.io*.

Kata kunci : Gas Metana, Nilai Terkoreksi, Sensor MQ<sub>4</sub>, *Thingier.io*.

## **ABSTRACT**

### **MONITORING OF METHANE GAS ( $CH_4$ ) IN RICE FIELDS BASED ON CYBER PHYSICAL SYSTEM USING CORRECTED MQ-4 SENSOR**

**By**

**YUNIAR**

Climate change is a global phenomenon triggered by the production of methane gas ( $CH_4$ ). One of the methane gas sources of emissions in the agricultural sector is rice fields. Rice fields have been claimed as a source of greenhouse gas (GHG) emissions, that rice plants contribute to release methane gas emissions into the atmosphere which can increase the concentration of Greenhouse Gases (GHG). Its effect is an increase of the earth's temperature that causes global warming. Because of that, monitoring of methane gas levels in rice fields is needed by using a tool to measure methane gas. Monitoring of methane gas is also needed to get real-time data in the fields that is carried out remotely connected to the internet. In this research, the system is developed using a corrected MQ4 sensor for the methane gas measurement that is connected to the Thingier.io IoT Platform. The sensor's measurement results are corrected by comparing it with a Portable Leak Gas Detector results. Then, analysis of the developed system performance and analysis of the results of measurement are done to calculate the mean of error rates. Based on the comparison results, it is found the corrected equation  $y=1.453x+55,446$  which was then added into the microcontroller source code. The results of the methane gas measurement by using a corrected MQ4 sensor show that the error rate value is 1,5% That means, it's 20,7% lower than before correcting the sensor. It can be concluded that the sensor will measure and work optimally with a tolerance value  $\pm 1,5\%$ . This measurement results can be monitored and saved on Thingier.io.

Keywords: Corrected value, Methane Gas, MQ<sub>4</sub> Sensor, Rice Fields, Thingier.io

**PEMANTAUAN GAS METAN (CH<sub>4</sub>) PADA LAHAN SAWAH BERBASIS  
CYBER PHYSICAL SYSTEM DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-4  
TERKOREKSI**

**Oleh**

**YUNIAR**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi

**: PEMANTAUAN GAS METAN (CH<sub>4</sub>) PADA  
LAHAN SAWAH BERBASIS *CYBER*  
*PHYSICAL SYSTEM* MENGGUNAKAN  
SENSOR MQ-4 TERKOREKSI**

Nama Mahasiswa

**: Yuniar**

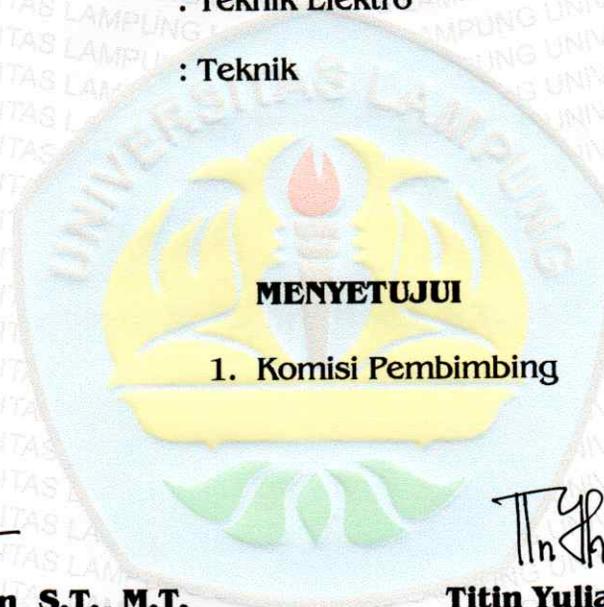
Nomor Pokok Mahasiswa : 1715061006

Jurusan

**: Teknik Elektro**

Fakultas

**: Teknik**



**M. Komarudin, S.T., M.T.**  
NIP 19681207 199703 1 006

**Titin Yulianti, S.T., M.Eng.**  
NIP 19880709 201903 2 015

**2. Mengetahui**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Informatika**

**Herlinawati, S.T., M.T.**  
NIP 19710314 199903 2 001

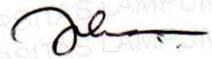
**Mona Arif Muda, S.T., M.T.**  
NIP 19711112 200003 1 002

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua

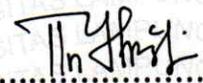
: **M. Komarudin, S.T., M.T.**



.....

Sekretaris

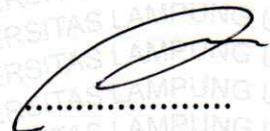
: **Titin Yulianti, S.T., M.Eng.**



.....

Penguji

Bukan Pembimbing : **Mona Arif Muda, S.T., M.T.**



.....



### 2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**

NIP 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **13 April 2022**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang saya yang berjudul “ Pemantauan Gas Metan (CH<sub>4</sub>) Pada Lahan Sawah Berbasis *Cyber Physical System* Menggunakan Sensor MQ-4 Terkoreksi?” merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2022

Yang membuat pernyataan,



Yuniar

NPM. 1715061006

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Prabumulih pada tanggal 16 Juni 1999.

Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Azwar (alm) dan Ibu Ermawati. Penulis memulai Pendidikan sekolah dasar di SDN 19 Prabumulih,

Kec. Prabumulih Utara, Kota Prabumulih Sumatera Selatan dan lulus pada tahun 2011, kemudian melanjutkan Pendidikan ke SMP Yayasan Bakti Prabumulih dan lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan Pendidikan ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Prabumulih dan lulus pada tahun 2017.

Penulis melanjutkan Pendidikan di Teknik Informatika Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negri (SNMPTN) . Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan yaitu menjadi anggota Departemen Sosial dan kewirausahaan Divisi Sosial di Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) pada periode 2017-2019. Penulis pernah melakukan kerja praktik di Bandung Zona Teknologi (BZT), yang merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang jasa berlokasi di Bandung selama 1 bulan. Setelah melakukan Kerja Praktik penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Putra Putri Daerah di Kelurahan Sindur, Kecamatan Prabumulih Timur, Kotak Prabumulih selama 40 hari pada periode II 2020.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

KU PERSEMBAHKAN SKRIPSI INI UNTUK :

*Ayah dan Ibu Tercinta*

***Azwar (Alm)***

***dan***

***Ermawati***

*Kakak Tersayang*

***Agus Fajri dan Junaidi***

***Keluarga besar, Dosen, Teman, dan Almamater***





MOTTO



“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Qs. Al-Insyirah [94] : 5)

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Manfaatkan lima keadaan sebelum datang lima: masa mudamu sebelum masa tuamu, masa sehatmu sebelum masa sakitmu, masa sempitmu sebelum masa sempitmu, masa kayamu sebelum datangnya fakirmu, dan masa hidupmu sebelum datangnya matimu.”

(HR. Al Hakim dan Al Baihaki)



## SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “Pengukuran Gas Metan Pada Lahan Sawah Berbasis *Cyber Physical System* Dengan Sensor Terkalibrasi”

Dalam pelaksanaan dan pembuatan Skripsi ini penulis menerima dukungan baik secara moril maupun materil yang sangat berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, khususnya kepada:

1. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
2. Bapak Mona Arif Muda, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Lampung.
3. Bapak Muhammad Komarudin, S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing Utama, yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, dan ide-ide serta saran selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Titin Yulianti, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang dengan tanpa lelah dan bosan telah memberikan bimbingan, kritik, saran, semangat dan mencurahkan waktunya yang demikian banyak dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Mona Arif Muda, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan kritikan dan masukan dalam penyempurnaan skripsi.
6. Ibu Yessi Mulyani, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi

mahasiswa di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

8. Teristimewa untuk orang tua tercinta, Bapak Azwar (alm) dan Ibu Ermawati yang senantiasa mendo'akan untuk kelancaran penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
9. Kak Agus dan Kak Adi dan Adikku Desti Ayu Ningsih atas doa, dukungan secara materi dan motivasi selama ini.
10. Kak Zhaf, kak Era, sahabat-sahabatku Tiya, Chan, Nova, Ayu, Grup Macan (Kharisma, Dzihan, Revi, Tasha, Rika) yang telah memberikan kritik dan saran selama pengerjaan skripsi, memberikan do'a dan motivasi penulis dalam suka maupun duka selama ini.
11. Teman-teman dan saudara-saudaraku Teknik Informatika angkatan 2017, yang berjuang bersama serta berbagi kenangan, pengalaman, dan membuat kesan yang tak terlupakan, terima kasih untuk kebersamaan kita.
12. Semua pihak yang telah membantu tanpa pamrih yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, saya ucapkan terima kasih atas semua bantuannya.

Apabila terdapat kekurangan dalam penulisan maupun penyusunan, maka peneliti selalu membuka sumbangan saran dan kritik dari pembaca yang sifatnya membangun dalam menyempurnakan penyajian skripsi ini. Semoga karya sederhana ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| <b>ABSTRAK</b> .....                            | ii    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                         | vii   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                       | vii   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                      | xviii |
| <b>I. PENDAHULUAN</b>                           |       |
| 1.1. Latar Belakang .....                       | 1     |
| 1.2. Perumusan Masalah .....                    | 3     |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                    | 3     |
| 1.4. Batasan Masalah .....                      | 3     |
| 1.5. Hipotesis Penelitian .....                 | 3     |
| 1.6. Manfaat Penelitian .....                   | 4     |
| 1.7. Sistematika Penulisan Skripsi .....        | 4     |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>                     |       |
| 2.1. Penelitian Terkait .....                   | 6     |
| 2.2. Landasan Teori .....                       | 9     |
| 2.2.1. Gas Metana CH <sub>4</sub> .....         | 9     |
| 2.2.2. Sensor Gas Deteksi Metan (MQ-4) .....    | 10    |
| 2.2.3. <i>Cyber Physical System (CPS)</i> ..... | 12    |
| 2.2.4 <i>Internet of Things</i> .....           | 13    |
| 2.2.5. Arduino Mega.....                        | 14    |
| 2.2.6. Arduino IDE .....                        | 15    |
| 2.2.7. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara .....   | 15    |
| 2.2.8. <i>Thinger.io</i> .....                  | 16    |
| <b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>               |       |
| 3.1. Waktu dan Tempat.....                      | 18    |
| 3.2. Alat dan Bahan.....                        | 19    |
| 3.2.1. Perangkat Keras.....                     | 19    |
| 3.2.2. Perangkat Lunak.....                     | 20    |

|   |    |
|---|----|
| 3.3. Tahapan Penelitian.....                  | 20 |
| 3.3.1. Analisa Kebutuhan .....                | 22 |
| 3.3.2. Studi Literatur.....                   | 22 |
| 3.3.3. Perancangan Sistem.....                | 22 |
| 3.3.4. Implementasi Sistem .....              | 25 |
| 3.3.5. Pengujian .....                        | 25 |
| 3.3.6. Pengambilan Data.....                  | 25 |
| 3.3.7. Analisis Data .....                    | 25 |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>               |    |
| 4.1. Perancangan Alat .....                   | 26 |
| 4.1.1. Skematik Diagram Sistem .....          | 26 |
| 4.1.2. Hasil Perancangan Sistem .....         | 27 |
| 4.1.3. Pemasangan Alat di Lapangan .....      | 27 |
| 4.1.4. Hasil Rancangan Tampilan.....          | 29 |
| 4.2. Pengujian .....                          | 29 |
| 4.2.1. Pengujian Perangkat Keras.....         | 30 |
| 4.2.2. Pengujian Perangkat Lunak Sistem ..... | 33 |
| 4.3. Kalibrasi.....                           | 34 |
| 4.4. Pengambilan Data dan Analisis Data.....  | 35 |
| 4.5. Pengujian Keseluruhan Sistem .....       | 39 |
| <b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>                |    |
| 5.1. Kesimpulan .....                         | 42 |
| 5.2. Saran .....                              | 42 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                   | 42 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                         | 44 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 1 Penelitian Terkait .....   | 7  |
| Tabel 2 Spesifikasi Arduino Mega.....  | 14 |
| Tabel 3 Spesifikasi Teknis DHT22 .....   | 16 |
| Tabel 4 adwal penelitian .....   | 18 |
| Tabel 5 Komponen elektronika.....  | 19 |
| Tabel 6 Komponen Pendukung.....  | 19 |
| Tabel 7 Perangkat Lunak .....  | 20 |
| Tabel 8 Pengujian Hardware .....   | 30 |
| Tabel 9 Pengujian Sensor MQ-4 dengan menggunakan korek api gas.....                | 31 |
| Tabel 10 Pengujian seluruh sensor.....   | 33 |
| Tabel 11 Pengujian Perangkat Lunak .....   | 33 |
| Tabel 12 Pemodelan.....  | 35 |
| Tabel 13 Pengambilan data gas metan menggunakan alat ukur dan sensor<br>MQ-4 ..... | 36 |
| Tabel 14 Pengujian Keseluruhan Sistem .....  | 39 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 1. Boks Perangkat Gas Metan[1].....  | 1  |
| Gambar 2. Luas lahan sawah di Indonesia [3] .....                                       | 2  |
| Gambar 3. Dinamika produksi dan emisi gas CH <sub>4</sub> dari lahan sawah [1]. .....   | 10 |
| Gambar 4 Sensor MQ-4 [8].....   | 11 |
| Gambar 5. Struktur, konfigurasi, serta sirkuit pengukuran dasar MQ-4[9] .....           | 11 |
| Gambar 6. Revolusi Industri (sumber:SINDOnews) .....                                    | 12 |
| Gambar 7. Minimal Kebutuhan untuk <i>Cyber Physical System</i> [10] .....               | 13 |
| Gambar 8. Konsep IOT[12] .....  | 13 |
| Gambar 9. Pin yang ada di Arduino Mega[13] .....  | 14 |
| Gambar 10. Tampilan Arduino IDE.....  | 15 |
| Gambar 11. Sensor Suhu dan Kelembaban.....  | 16 |
| Gambar 12. Tampilan Login <i>Thinger.io</i> .....                                       | 17 |
| Gambar 13. Diagram alir tahapan penelitian .....  | 21 |
| Gambar 14. Perancangan Sistem.....  | 22 |
| Gambar 15. Blok Diagram .....   | 23 |
| Gambar 16. Proses Kalibrasi.....  | 24 |
| Gambar 17. Skematik Diagram Sistem .....  | 26 |
| Gambar 18. Hasil Perancangan Alat .....   | 27 |
| Gambar 19. Pemasangan Alat di Lapangan .....  | 28 |
| Gambar 20. Peletakan Alat di Sawah Rajabasa .....                                       | 28 |
| Gambar 21. Tampilan di <i>Thinger.io</i> .....  | 29 |
| Gambar 22. Pengujian Pembacaan Sensor Suhu dan Kelembaban Udara<br>(DHT22) .....        | 30 |
| Gambar 23. Pengujian Pembacaan Sensor MQ-4 .....  | 31 |
| Gambar 24. Hasil Compile Program.....   | 33 |
| Gambar 25. Grafik nilai dari Sensor Gas Metan <i>Thinger.io</i> .....                   | 34 |
| Gambar 26. Grafik Suhu dan Kelembaban <i>Thinger.io</i> .....                           | 34 |
| Gambar 27. Grafik Hasil Pemodelan .....   | 35 |
| Gambar 28. Grafik Gas Metan, Kelembaban, dan Suhu tanggal 18<br>Agustus 2021 .....      | 37 |
| Gambar 29. Grafik Gas Metan, Kelembaban, dan Suhu tanggal 24-25 Agustus<br>2021 .....   | 37 |
| Gambar 30 Grafik Gas Metan, Kelembaban, dan Suhu tanggal 28-29 Agustus<br>2021 .....    | 38 |
| Gambar 31. Grafik Gas Metan, Kelembaban, dan Suhu tanggal 30-31 Agustus<br>2021 .....   | 38 |
| Gambar 32. Grafik Gas Metan, Kelembaban, dan Suhu tanggal 01-02 September<br>2021 ..... | 39 |
| Gambar 33. Grafik pengujian keseluruhan sistem .....                                    | 40 |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang disebabkan oleh aktivitas manusia, terutama yang berkaitan dengan penggunaan bahan bakar fosil, proses alam, dan aktivitas perubahan penggunaan lahan. Proses ini dapat menghasilkan lebih banyak gas umum di atmosfer. Gas-gas tersebut antara lain karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ) dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Gas-gas ini memiliki sifat seperti rumah kaca yang memungkinkan radiasi gelombang pendek dan sinar matahari melewatinya, tetapi menyerap dan memantulkan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan oleh Bumi yang panas, meningkatkan suhu atmosfer Bumi. Selama 100 tahun ke depan, konsentrasi gas rumah kaca ini diperkirakan akan berlipat ganda dibandingkan dengan tingkat pra-industri. Dengan kondisi tersebut, berbagai GCM (Global Circulation Models) memprediksi bahwa suhu permukaan rata-rata akan meningkat sebesar  $1,7-4,5\text{ }^\circ\text{C}$  selama 100 tahun ke depan [1].



Gambar 1. Boks Perangkap Gas Metan [1]

Salah satu sumber emisi di sektor pertanian adalah lahan sawah. Lahan sawah hingga kini masih memegang peranan utama dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional dari sektor pertanian. Di sisi lain, lahan sawah dipandang sebagai salah satu sumber emisi gas rumah kaca (GRK) sekaligus berperan sebagai rosot (sink). Sektor pertanian memberikan kontribusi 5% dari total emisi GRK nasional dan 46,2% berasal dari lahan sawah [2]. Lahan sawah pada tahun 2019 tercatat seluas 7.4 juta Ha, untuk bagian pulau sumatera tepatnya di wilayah Lampung menempati urutan ke-6 yang memiliki lahan sawah yang luas yaitu 361.699 Ha [3].



Gambar 2. Luas lahan sawah di Indonesia [3]

Pengukuran dan pemantauan gas metan diperlukan sebagai dasar pengendalian dan penyeimbangan ekosistem. Upaya untuk *monitoring* terhadap kadar gas metan salah satunya yaitu dengan menggunakan alat untuk mengukur gas metan sawah tersebut. Pemantauan secara *real time* diperlukan agar lahan sawah dapat di monitor dengan cepat. Pada penelitian ini, pengukuran sekaligus pemantauan gas metan dilakukan dengan menggunakan sensor deteksi gas metan yang terhubung ke jaringan internet. Setiap nilai yang didapatkan dari sensor akan dikirimkan dan disimpan menggunakan *platform IoT Thingier.io*. Sensor DHT22 digunakan karena suhu dan kelembaban berpengaruh pada kandungan gas metan, semakin tinggi suhu udara maka semakin tinggi kandungan gas metan. Hasil pengukuran sensor dikalibrasi dengan *Portabel Leak Gas Detector* untuk selanjutnya dilakukan analisis kinerja dari sistem yang dibuat.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, kajian masalah yang mendasari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana membangun sebuah sistem dengan menggunakan sensor MQ-4 untuk mengukur gas metan di lahan sawah?
2. Bagaimana mengkalibrasi sistem tersebut untuk mendapatkan hasil yang akurat?
3. Bagaimana pengaruh suhu dan kelembaban terhadap gas metan?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancang bangun sistem untuk mengukur gas metan.
2. Menguji sistem yang telah dirancang dan membandingkan dengan hasil *Portable Leak Gas Detector* untuk mendapatkan fungsi yang akan dikonversikan ke dalam sistem.
3. Menganalisis kinerja sistem yang telah dibuat.
4. Menganalisis pengaruh suhu dan kelembaban terhadap gas metan.

## 1.4. Batasan Masalah

Adapun Batasan Masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini tidak membahas kalibrasi dari sensor DHT22.
2. Tidak membahas performa pengiriman data dan jaringan.

## 1.5. Hipotesis Penelitian

Sistem yang telah dibuat akan diuji secara bersamaan dengan alat standar pengukuran gas metan. Hasil dari kalibrasi yang dilakukan pada alat pengukuran diharapkan dapat mendekati hasil dari alat standar. Hasil penelitian diharapkan dapat melakukan pengukuran dan pemantauan gas metan secara *realtime* dan dari jarak jauh dengan akurasi lebih dari 85%.

## **1.6. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari Penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan kajian untuk Dinas Pertanian dampak dari adanya emisi gas metan di lahan sawah bagi lingkungan.
2. Sebagai sistem yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar gas metan yang ada di lahan sawah oleh petani.

## **1.7. Sistematika Penulisan Skripsi**

Sistematika penulisan skripsi/tugas akhir ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

### **BAB I :PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi latar belakang yang menceritakan mengapa penelitian ini harus dibuat, kemudian rumusan masalah yang berisi masalah apa yang mendasari penelitian ini dibuat, lalu tujuan penelitian yang berisi garis besar alasan pembuatan penelitian, batasan masalah yang membatasi sistem dibuat sejauh apa, hipotesis penelitian, dan manfaat penelitian.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI**

Bab ini menjelaskan referensi penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengujian gas metan dan teori-teori yang berkaitan dengan penggunaan sensor serta teori terkait kalibrasi serta evaluasi performa.

### **BAB III :METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisi berapa lama waktu untuk melakukan penelitian, komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini, dan tahapan untuk mengerjakan penelitian ini.

### **BAB IV :HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang prosedur apa saja yang dilakukan untuk pengujian, hasil pengujian dan analisis terhadap data-data hasil pengujian yang diperoleh.

### **BAB V :KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari tahapan-tahapan penelitian yang telah dilakukan, dan saran-saran yang berisi kekurangan dan apa yang perlu dikembangkan pada penelitian ini.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penelitian Terkait

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk mendeteksi gas metana menggunakan sensor MQ-4 adalah pengukuran konsentrasi gas metana yang diteliti pada tahun 2019. Sistem yang dilakukan saat pengukuran adalah gas metana disimpan dalam gas *chamber* dan diukur konsentrasinya dengan sensor MQ-4. Hasil yang diperoleh dari sensor dilanjutkan ke *Raspberry pi* untuk dihitung besar konsentrasi gas metananya. Nilai yang diperoleh dapat dilihat dalam monitor. Kemudian dilakukan proses kalibrasi pada alat yang telah dibuat menggunakan alat *multi-gas detector*. Alat berhasil mengukur konsentrasi gas metana dengan *range* 0% - 20% LEL atau setara dengan 0 ppm – 10.000 ppm dengan rata-rata 4,8% dan error maksimal 24,6% pada konsentrasi rendah [4].

Penelitian selanjutnya yaitu pengukuran untuk gas metana yang dilakukan pada lahan sawah menggunakan *Cyber Physic System* berbasis Android. Sistem dibuat dengan menggunakan teknologi *Cyber Physical System* untuk menyatukan antara dunia komputasi dan dunia fisik. Teknologi *Internet Of Things* digunakan untuk membantu mendokumentasi secara *realtime*. Penelitian tersebut terdapat sensor MQ-4 yang berfungsi untuk mendeteksi gas metan, DHT11 untuk suhu dan kelembaban, dan GPS (*Global Positioning System*). Data yang berhasil didapat disimpan ke *platform IoT Thinspeak.com* dan divisualisasikan melalui Android. Berdasarkan hasil yang didapat konsentrasi gas metan terbesar di peroleh pada hari pertama yakni 9700 ppm. Pada malam hari konsentrasi gas metan 1/3 lebih rendah dari siang hari. Hasil yang diapat pada saat pengujian pada

sensor DHT11 setelah dilakukan perbandingan Krisbow KW-06-291 selisih galat yang didapatkan dari sensor suhu adalah 2.39% dan kelembaban 2.23% [5].

Penelitian selanjutnya yaitu *Design and Calibration MQ-4* menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontrolernya. Penelitian ini membahas secara sederhana cara mengkalibrasi sensor gas MQ-4 menggunakan larutan methanol yang disiapkan standar. Kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan nilai otomatisasi yang optimal. Antarmuka sensor gas MQ-4 telah dilakukan dengan Arduino UNO dan komponen elektronik lainnya seperti buzzer, sistem global untuk komunikasi seluler (GSM), modul identitas pelanggan (SIM 900) dan layar kristal cair (LCD). Semua komponen terintegrasi dan dikendalikan oleh arduino UNO [6].

Penelitian berikutnya membahas pemanfaatan dari sensor MQ-4 untuk mendeteksi gas metana yang ada di limbah ternak sapi, kerbau, dan kuda. Sensor MQ-4 digunakan untuk mendeteksi gas metana yang ada pada limbah hewan atau biogas. Pada penelitian ini dibuat bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH dan temperatur terhadap konsentrasi gas metana yang terdapat dalam campuran serbuk gergaji dan limbah hewan ternak. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah pH yang paling rendah yaitu limbah kuda 7,38 dan yang paling tinggi adalah limbah sapi 8,27. Untuk suhu diperoleh suhu paling tinggi limbah sapi 30 °C dan paling rendah limbah kuda 27,6 °C. Massa jenis paling rendah pada limbah kerbau yaitu 0,82 gr/ mL dan paling tinggi dihasilkan oleh kuda yaitu 0,99 gr/ mL, sedangkan hasil pengukuran didapatkan kadar gas metana yang paling tinggi dihasilkan oleh limbah kuda sebesar 171 ppm dan kadar gas metana paling rendah limbah kerbau 15 ppm [7].

Tabel 1 Penelitian Terkait

| No | Peneliti                                  | Objek  | Teknologi  | Hasil   |
|----|---|--|--|---|
| 1. | R. A. Bachtiar, A. Suhendi, M. K. Ramdhan | Sensor MQ-4, <i>Raspberry pi, chamber gas, multi gas detector.</i> | Menggunakan alat <i>multi-gas detector</i> untuk proses kalibrasi dan gas <i>chamber</i> untuk menampung | Alat berhasil mengukur konsentrasi gas metana dengan range 0%-20% LEL dengan rata-rata 4,8% dan error maksimal 24.6%. |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    |  |  | gas metan.   |  |
| 2. | E.D. Ramayani                            | Sensor MQ4, DHT11, GPS, Node MCU.          | Menggunakan platform IOT untuk menyimpan data yang didapatkan dari sensor-sensor yang digunakan.   | Didapat hasil bahwa konsentrasi gas metan terbesar diperoleh pada hari pertama yaitu 9700 ppm dan pada malam hari konsentrasi gas metan 1/3 lebih rendah dari siang hari. Pengujian yang dilakukan pada DHT11 didapatkan perbandingan Krisbow KW-06-291 selisij galat sensor suhu sebesar 2.39% dan kelembaban 2.23%     |
| 3. | N. M. Sakayo, J. N. Mukutu, J. M. Ngarui | Sensor MQ4, arduino uno, buzzer, GSM, LCD. | Mengkalibrasi sensor MQ4 menggunakan larutan methanol.   | Didapatkan nilai otomatisasi yang optimal.   |
| 4. | I. Novianty, A. Saleh, R. S. Yulianti    | Sensor MQ-4, Arduino Uno, pH meter, LCD.   | Menggunakan sensor MQ-4 untuk mendeteksi gas metana pada limbah ternak. Data berupa kadar yang didapatkan dikelola oleh arduino akan ditampilkan pada papan LCD. Pada penelitian ini dilakukan fermentasi pada sampel limbah cair ternak selama 20 hari. | Hasil yang diperoleh yakni nilai pH yang paling rendah yaitu limbah kuda 7,38 dan paling tinggi limbah sapi 8,27. Suhu paling tinggi limbah sapi 30°C dan paling rendah yaitu limbah kuda 27,6°C. Massa jenis paling rendah diperoleh limbah kerbau yaitu 0,82 gr/mL dan paling tinggi dihasilkan kuda yaitu 0,99 gr/mL. |

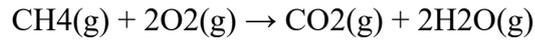
Berdasarkan beberapa literatur berupa jurnal yang ditinjau, didapatkan bahwa sensor MQ-4 banyak digunakan untuk mendeteksi gas metan yang berada di lahan sawah maupun di pupuk kompos. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu proses pengambilan data yang dilakukan di lahan sawah, Pada penelitian ini pengukuran dan pengujian sistem dilakukan langsung di lahan

sawah. Hal ini bertujuan untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Kalibrasi alat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan *Portabel leak detector*, yang mana pada penelitian sebelumnya menggunakan mikrokontroler *NodeMCU*, sedangkan pada penelitian ini menggunakan Arduino Mega dikarenakan tegangan yang dibutuhkan oleh sensor gas metan adalah 5V sedangkan *NodeMCU* menggunakan 3.3V untuk mendapatkan hasil maksimal digunakanlah Arduino Mega. Penelitian sebelumnya tidak membandingkan hasil pengukuran dari sensor menggunakan alat ukur tetapi pada penelitian ini menggunakan *Portable Leak Gas Detector* sebagai pembanding nilai yang didapat dari sensor. Penelitian lebih fokus untuk mengkalibrasi sistem pengukuran gas metan yang dibangun. Pada penelitian ini juga dilakukan analisis pengaruh suhu dan kelembaban terhadap hasil pengukuran gas metan.

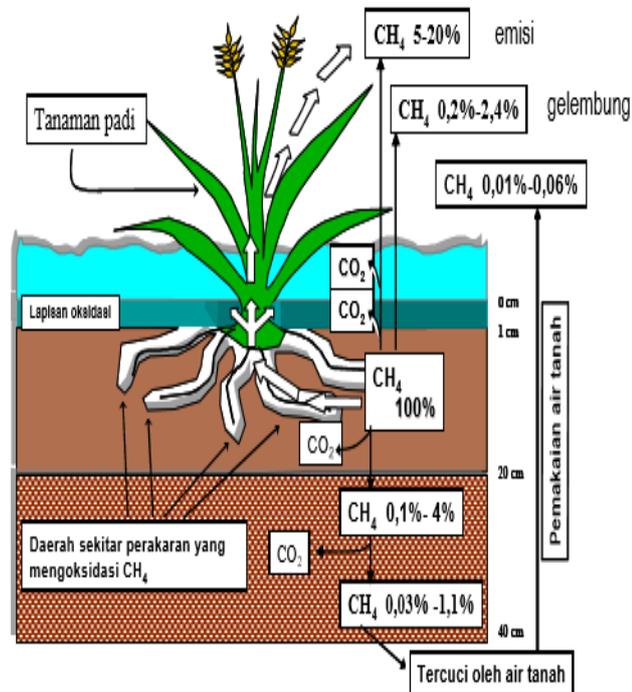
## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Gas Metana CH<sub>4</sub>**

Gas Metana (CH<sub>4</sub>) merupakan salah satu gas rumah kaca dengan indeks potensi pemanasan global 21 lebih banyak kali dibandingkan molekul karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Salah satu sumber emisi metana di sektor pertanian adalah lahan sawah. Emisi metana dari lahan sawah ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain jenis tanah, pengelolaan air irigasi, suhu tanah, varietas tanaman, pemupukan, dan musim tanam. Strategi penurunan emisi metana dari lahan persawahan dilakukan pengelolaan lahan melalui integrasi beberapa komponen teknologi seperti penggunaan varietas rendah emisi, aplikasi pupuk organik matang, dan peningkatan kandungan sulfur (ZA) atau pupuk nitrogen yang habis secara perlahan, irigasi berselang/terputus, dan sistem tanpa pengolahan tanah atau konservasi tanpa pengolahan tanah. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini [1]. Gas metana adalah gugus alkana dimana mudah mengalami reaksi pembakaran sempurna dengan oksigen menghasilkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan uap air (H<sub>2</sub>O) dengan reaksi:



Beberapa faktor mempengaruhi emisi  $\text{CH}_4$  yaitu jenis tanah, cara pengelolaan tanah, serta tanaman yang digunakan. Daerah sekitar perakaran yang mengoksidasi  $\text{CH}_4$ . Terbentuknya  $\text{CH}_4$  karena dekomposisi bahan organik pada kondisi anaerobik. Metanotropik merupakan bakteri yang berperan dalam proses pembentukan  $\text{CH}_4$ . Salah satu faktor cepat atau lambatnya proses produksi  $\text{CH}_4$  adalah reaksi reduksi dan oksidasi dari oksidan-oksidan tanah.



Gambar 3. Dinamika produksi dan emisi gas  $\text{CH}_4$  dari lahan sawah [1].

### 2.2.2. Sensor Gas Deteksi Metan (MQ-4)

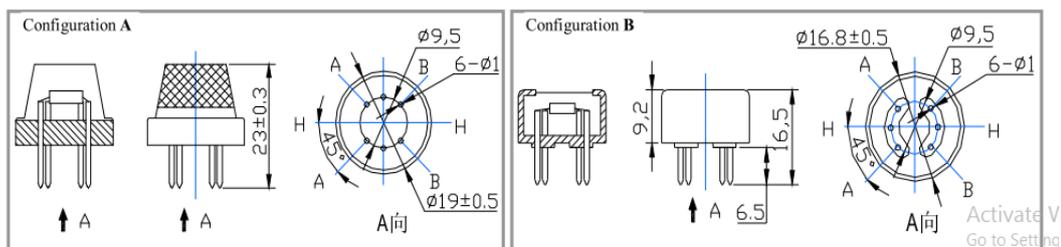
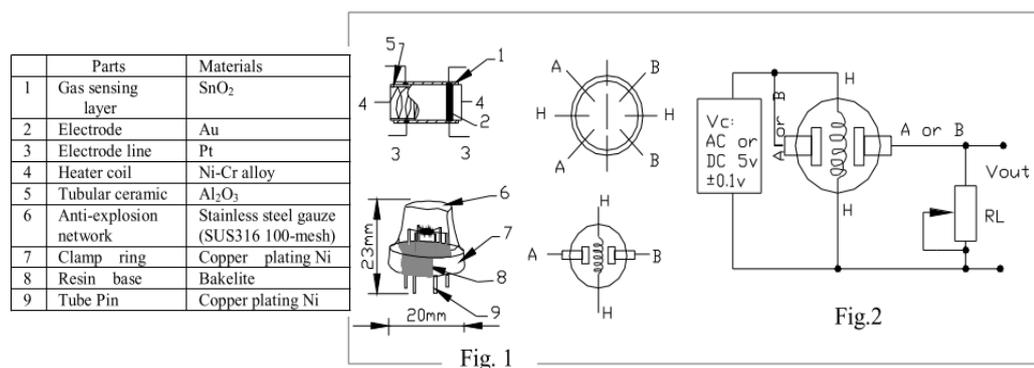
Sensor MQ4 juga merupakan produk dari Hanwai Electronics. Bahan sensitif untuk sensor gas ini terbuat dari bahan semikonduktor  $\text{SnO}_2$ , yang memiliki konduktivitas rendah pada media udara bersih. Ketika gas target (metana) terdeteksi, konduktivitas sensor meningkat sebanding dengan peningkatan konsentrasi gas berbahaya [8].



Gambar 4. Sensor MQ-4 [8].

Spesifikasi sensor MQ-4 adalah sebagai berikut:

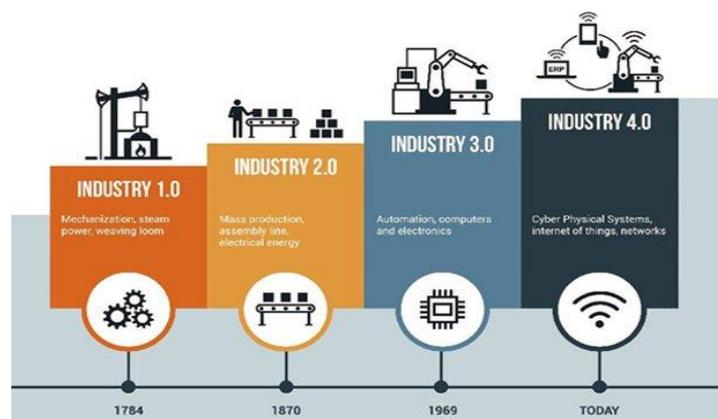
1. Mendeteksi gas metan dengan jangkauan pengukuran 200 ppm – 10.000 ppm.
2. Bekerja pada rentang temperatur -10°C - 50°C.
3. Tegangan sirkuit dan tegangan pemanas 5 VDC dengan konsumsi daya kurang dari 900 mW.
4. Hambatan pemanas  $31 \Omega \pm 3\Omega$  (pada temperatur ruangan).
5. Kondisi deteksi standar pada temperatur  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  dan kelembaban relatif  $65\% \pm 5\%$ .
6. Keluaran MQ-4 data analog berupa perubahan tegangan listrik sensor.



Gambar 5. Struktur, konfigurasi, serta sirkuit pengukuran dasar MQ-4 [9]

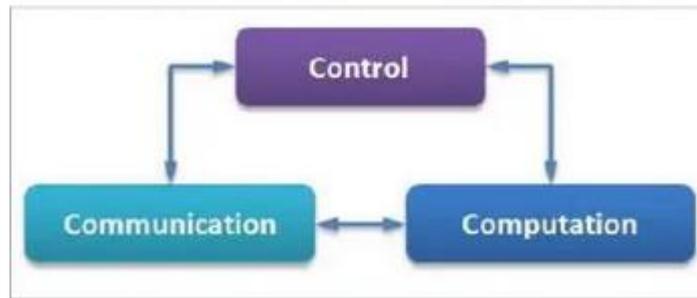
### 2.2.3. *Cyber Physical System (CPS)*

Kemajuan terbaru dalam teknologi informasi dan kompleksitas sistem digital yang terus meningkat telah menyebabkan kebutuhan akan solusi cerdas generasi baru yaitu Sistem *Cyber-Fisik*. *Cyber Physical System* mengintegrasikan kemampuan komputasi, komunikasi, dan penyimpanan dengan pemantauan dan kontrol entitas di dunia fisik, tindakan yang harus dilakukan dengan andal, aman, terjamin, efisien, dan dalam waktu nyata (*real-time*). *Cyber Physical System* berupa objek yang saling berhubungan, disematkan dengan sensor, aktuator, bertindak atas lingkungan, dan terintegrasi di bawah sistem keputusan cerdas, mewakili dunia *cyber*. *Cyber Physical System* untuk monitoring lingkungan menggunakan beberapa sensor yang komunikasi data nya melalui jaringan internet. Setiap data akan dikirim ke IoT dengan menggunakan UDP (*User Datagram Protocol*). Kemudian data tersebut akan dianalisis dan akan ditampilkan ke sebuah *platform* IoT (*Internet of Things*) berupa grafik [10].



Gambar 6. Revolusi Industri [10]

*Cyber Physical System* adalah salah satu aspek dalam *cyber-system* revolusi industry 4.0. Sistem ini memungkinkan terhubungnya alat yang berbentuk fisik dengan jaringan internet. Sistem ini juga memungkinkan adanya kontrol dan respon dari internet kepada mesin berbentuk fisik melalui *actuator* dan senso. Keterkaitan CPS berlaku untuk komponen fisik dan perangkat lunak yang dikendalikan atau dipantau oleh algoritma berbasis komputer.



Gambar 7. Minimal Kebutuhan untuk *Cyber Physical System* [10]

#### 2.2.4 *Internet of Things*

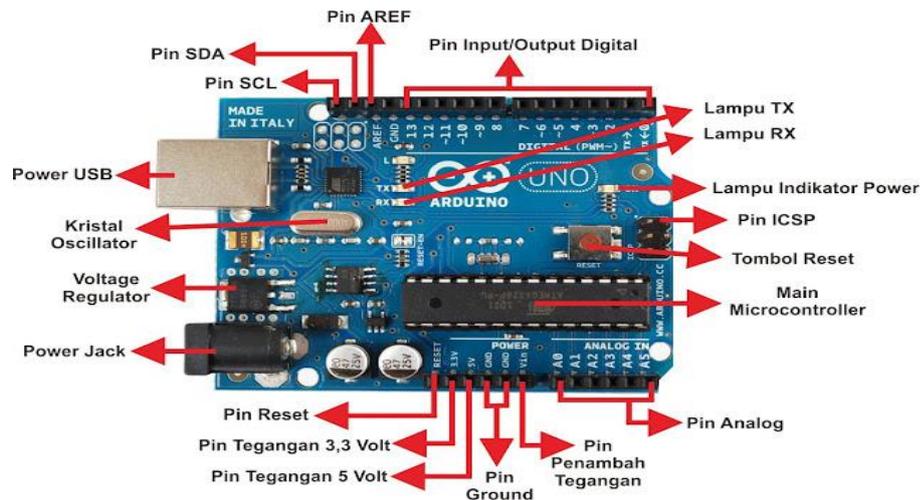
*Internet of Things* (IoT) adalah suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Pada dasarnya, *Internet of Things* (IOT) adalah sebuah objek yang memiliki struktur berbasis internet dan dapat diidentifikasi dengan jelas sebagai perwakilan virtual. Cara Kerja IoT (*Internet of Things*) adalah interaksi antar mesin yang terhubung secara otomatis pada jarak berapapun tanpa campur tangan pengguna. Untuk mencapai fungsionalitas IoT (*Internet of Things*) di atas, Internet akan menjadi penghubung antara interaksi dua mesin, tetapi pengguna hanya akan bertindak sebagai koordinator langsung dan pengamat kerja alat. Keuntungan dari konsep *Internet of Things* (IoT) adalah Anda dapat bekerja lebih cepat, lebih mudah, dan lebih efisien [11].



Gambar 8. Konsep IOT [12]

### 2.2.5. Arduino Mega

Arduino adalah papan berbasis mikrokontroler atau mikrokontroler *open source* yang komponen utamanya adalah *chip* mikrokontroler tipe Atmel AVR. Salah satu jenisnya adalah Arduino Mega, yaitu papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino yang menggunakan chip ATmega2560.



Gambar 9. Pin yang ada di Arduino Mega [13]

Board ini memiliki jumlah pin I/O yang banyak, sejumlah 54 digital I/O (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin input analog, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah osilator 16 Mhz, konektro USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap dan memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler.

Tabel 2 Spesifikasi Arduino Mega

| Komponen                            | Spesifikasi                                   |
|-------------------------------------|---|
| Chip mikrokontroler                 | ATmega2560                                    |
| Tegangan Operasi                    | 5V  |
| Tegangan input                      | 7V-12V  |
| Tegangan input (limit, via jack DC) | 6V-20V  |
| Digital I/O pin                     | 54 buah, 6 diantaranya menyediakan PMW output |
| Analog Input pin                    | 16 buah                                       |
| Arus DC per pin I/O                 | 20 mA   |
| Arus DC pin 3.3V                    | 50 Ma   |

|              |   |
|--------------|---|
| Memori Flash | 256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader |
| SRAM         | 8 KB  |
| EEPROM       | 4 KB  |
| Clock speed  | 16 Mhz  |
| Dimensi      | 101.5 mm x 53.4 mm                            |
| Berat        | 37 g  |

### 2.2.6. Arduino IDE

*Integrated Development Environment (IDE)*, suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. Arduino IDE adalah perangkat lunak yang sangat canggih yang ditulis menggunakan Java. Arduino IDE terdiri dari program editor, *compiler* dan *uploader* [14].



```

GsmWebClient | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help
Upload
GsmWebClient
Circuit:
* GSM shield attached to an Arduino
* SIM card with a data plan
created 6 Mar 2012
by Tom Igoe
https://www.arduino.cc/en/Tutorial/GSMExampleWebClient
*/
// libraries
#include <GSM.h>
// PIN Number
#define PINNUMBER ""
// APN data
#define GPRS_APN "GPRS_APN" // replace your GPRS APN
#define GPRS_LOGIN "login" // replace with your GPRS login
#define GPRS_PASSWORD "password" // replace with your GPRS password
// initialize the library instance
GSMClient client;
GPRS gprs;
GSM gsmAccess;
// URL, path & port (for example: arduino.cc)
char server[] = "arduino.cc";
char path[] = "/asciilogo.txt";

```

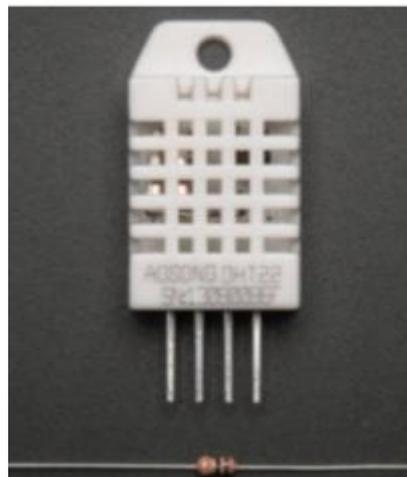
Gambar 10. Tampilan Arduino IDE

### 2.2.7. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara

DHT22 adalah sensor *digital* kelembaban dan suhu relatif. Sensor ini menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya dan keluaran sinyal pada pin data. Tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. DHT22 ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan *anti-interference* [15].

Tabel 3 Spesifikasi Teknis DHT22

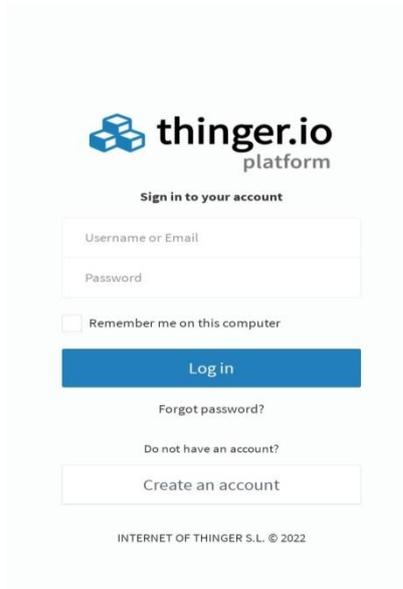
|                           |  |                               |
|---------------------------|--|-------------------------------|
| Model                     | DHT22  |                               |
| Power supply              | 3.3-6V DC  |                               |
| Output signal             | digital signal via single-bus  |                               |
| Sensing element           | Polymer capacitor  |                               |
| Operating range           | Humidity 0-100%RH;   | temperature -40~80Celsius     |
| Accuracy                  | Humidity $\pm 2\%$ RH(Max $\pm 5\%$ RH); temperature $\pm - 0,5$ Celsius |                               |
| Resolution or sensitivity | Humidity 0,1%RH;   | temperature 0,1Celsius        |
| Repeatability             | Humidity $\pm 1\%$ RH;   | temperature $\pm 0,2$ Celsius |
| Humidity hysteresis       | $\pm 0,3\%$ RH   |                               |
| Long-term Stability       | $\pm 0,5\%$ RH/year  |                               |
| Sensing period            | Average; 2s  |                               |
| interchangeability        | Fully interchangeable  |                               |
| Dimensions                | Small size 14*18*5.5mm;  | big size 22*28*5mm            |



Gambar 11. Sensor Suhu dan Kelembaban [16].

### 2.2.8. *Thingier.io*

*Thingier.io* adalah *platform Internet of Things (IoT)* yang menyediakan fitur *cloud* untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet. *Thingier.io* juga dapat memvisualisasikan hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai atau grafik.



**thinger.io**  
platform

Sign in to your account

Username or Email

Password

Remember me on this computer

Log in

[Forgot password?](#)

[Do not have an account?](#)

Create an account

INTERNET OF THINGER S.L. © 2022

Gambar 12. Tampilan Login *Thinger.io*

Tampilan di atas merupakan tampilan dari *platform Thinger.io* pada saat awal mengakses platform dimana berisi tampilan *log in* bagi yang memiliki akun jika belum memiliki akun maka harus membuat akun terlebih dahulu.



### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut merupakan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

#### 3.2.1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari 2 komponen yaitu komponen elektronik dan komponen pendukung seperti pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5 Komponen elektronika

| No. | Nama              | Kuantitas (Unit) | Kegunaan  |
|-----|-------------------|------------------|---|
| 1.  | Sensor MQ-4       | 1                | Sensor yang mendeteksi produksi dan konsentrasi gas metan yang ada di lahan sawah.    |
| 2.  | Sensor DHT22      | 1                | Sensor yang mendeteksi suhu dan kelembapan.   |
| 3.  | Arduino MEGA      | 1                | Mikrokontroler yang berfungsi menerima input data nilai suhu dari sensor DHT22, MQ-4. |
| 4.  | Modul GSM sim800l | 1                | Modul untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan handphone.                     |

Tabel 6 Komponen Pendukung

| No. | Nama                              | Kuantitas (Unit)                                       | Kegunaan   |
|-----|-----------------------------------|--|--|
| 1.  | Laptop                            | Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz (4 CPUs), - 2.0GHz | Digunakan untuk melakukan <i>coding</i> dan <i>upload</i> instruksi kedalam <i>microcontroller</i> Arduino MEGA. |
| 2.  | <i>Portable Gas Leak Detector</i> | 1  | Digunakan untuk mengukur gas metan untuk menjadi pembanding nilai antara sensor.                                 |
| 3.  | <i>Power Bank</i> 10000mAh        | 1  | Berfungsi sebagai sumber power untuk perangkat keras yang digunakan.   |

|    |                  |   |  |
|----|------------------|---|--|
| 4. | Kabel MicroUSB   | 1 | Berfungsi sebagai penghubung laptop dan Arduino Mega.  |
| 5. | Selotip Kabel    | 1 | Menutup kembali sambungan kabel untuk mencegah terjadinya korsleting listrik dan bahaya kejutan listrik. |
| 6. | Kabel Penghubung | 1 | Menyambung sejumlah rangkaian kabel.   |
| 7. | Kotak Kaca       | 1 | Sebagai penampung konsentrasi gas metan agar tidak tercampur udara luar.                                 |

### 3.2.2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diperlukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

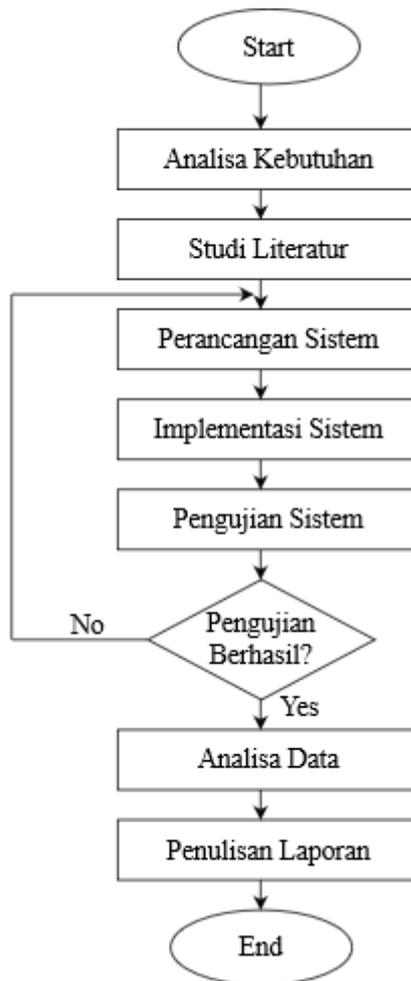
Tabel 7 Perangkat Lunak

| No | Nama        | Kegunaan  |
|----|-------------|---|
| 1. | Thinger.io  | Digunakan untuk mengukur gas metan yang menjadi pembanding nilai antara sensor. |
| 2. | Arduino IDE | Digunakan untuk menjalankan program yang telah dibuat.                          |

*Portable Leak Gas Detector* digunakan untuk mengukur gas metan yang mana hasilnya akan dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari sensor MQ-4, *Portabel Leak Gas Detector* memiliki range pengukuran 0-10.000 ppm dengan *low alarm* 500 ppm dan *high alarm* 2000 ppm. Memiliki nilai toleransi sebesar  $\pm 5\%$ .

### 3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:



Gambar 13. Diagram alir tahapan penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu, menganalisis kebutuhan yang diperlukan, kemudian merancang sistem. Setelah dilakukan perancangan sistem tahap selanjutnya yaitu, implementasi sistem, setelah proses implementasi sistem, tahapan berikutnya adalah pengujian terhadap sistem yang telah dibuat apakah sistem beroperasi atau tidak. Setelah melakukan pengujian, tahapan berikutnya adalah analisis data, kemudian membuat laporan mengenai kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dibuat.

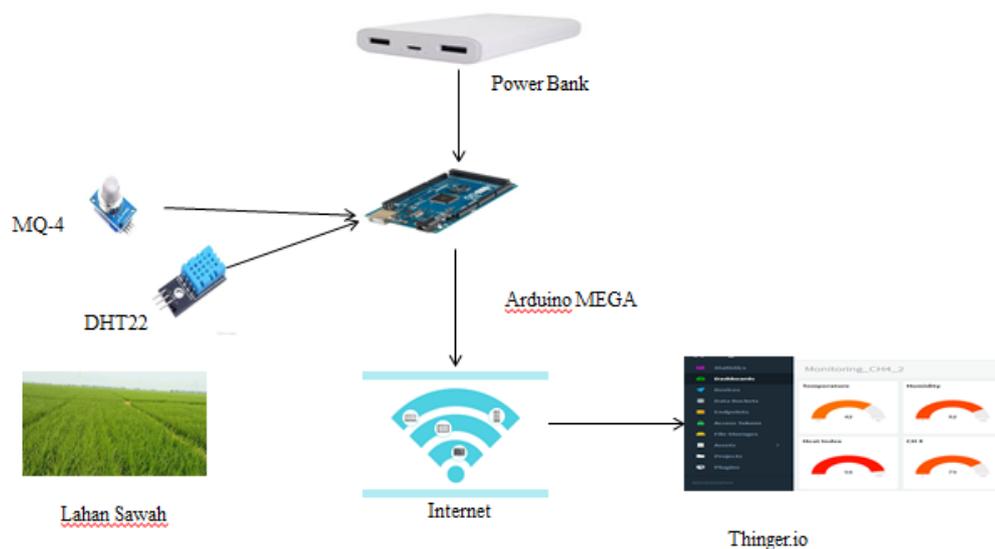
### 3.3.1. Analisa Kebutuhan

Tahap analisa kebutuhan berkaitan dengan proses untuk mendapatkan informasi mengenai lahan sawah yang akan digunakan, informasi yang diperlukan yaitu lokasi lahan sawah, spesifikasi *hardware* dan *software* yang akan digunakan, dan kebutuhan lainnya.

### 3.3.2. Studi Literatur

Pada tahap ini, studi literatur dilakukan dengan referensi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, *internet*, tugas akhir, dan sebagainya. Langkah yang dilakukan yaitu terhadap penelitian yang telah ada yang berhubungan dengan penelitian yang akan dikerjakan sebagai bahan acuan dalam penelitian.

### 3.3.3. Perancangan Sistem



Gambar 14. Perancangan Sistem

Pada penelitian ini, sistem yang dibuat menggunakan Arduino MEGA sebagai mikrokontrollernya. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan sensor-sensor yang akan dibutuhkan. Kemudian membuat rangkaian untuk menghubungkan sensor-sensor yang akan digunakan ke mikrokontroler. Mikrokontroler juga dihubungkan ke *power bank* sebagai catu daya. Arduino

Mega akan melakukan kontrol terhadap suhu udara dan kelembaban, gas metan yang dipasang di lahan sawah. Nilai yang dihasilkan dari setiap sensor akan dikirimkan ke server *Thingier.io* melalui jaringan internet. Setelah mengirimkan nilai ke server *Thingier.io* maka didapat hasil dari sensor gas metan, kemudian dibandingkan dengan hasil dari alat standar kalibrasi untuk mengetahui seberapa besar error yang terjadi antara alat standar kalibrasi dengan sensor gas metan. Setelah dilakukan tahap kalibrasi akan dihasilkan seberapa jauh perbedaan nilai dari alat standar dan sensor gas metan, didapatkan nilainya kemudian dikonversikan ke dalam program untuk mendapatkan nilai mendekati alat standar.

Pengujian gas metan pada sampel dengan menggunakan sensor tidak dapat langsung diuji dikarenakan sensor memiliki nilai resensi yang tidak dapat langsung di baca oleh arduino mega. Nilai resensi pada sensor terlebih dahulu diubah menjadi nilai ppm agar bisa dibaca di serial monitor. Nilai resensi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R_s = [ (V_c \times R_L) / V_{RL} ] - R_L \dots \dots (1)$$

Ket :

$R_s$  = Hambatan Sensor,

$R_L$  = Hambatan Beban,

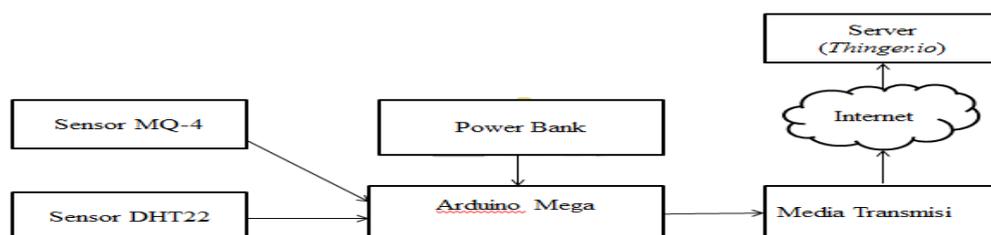
$V_c$  = Nilai tegangan,

$V_{RL}$  = Hambatan Keluar.

Maka diketahui :

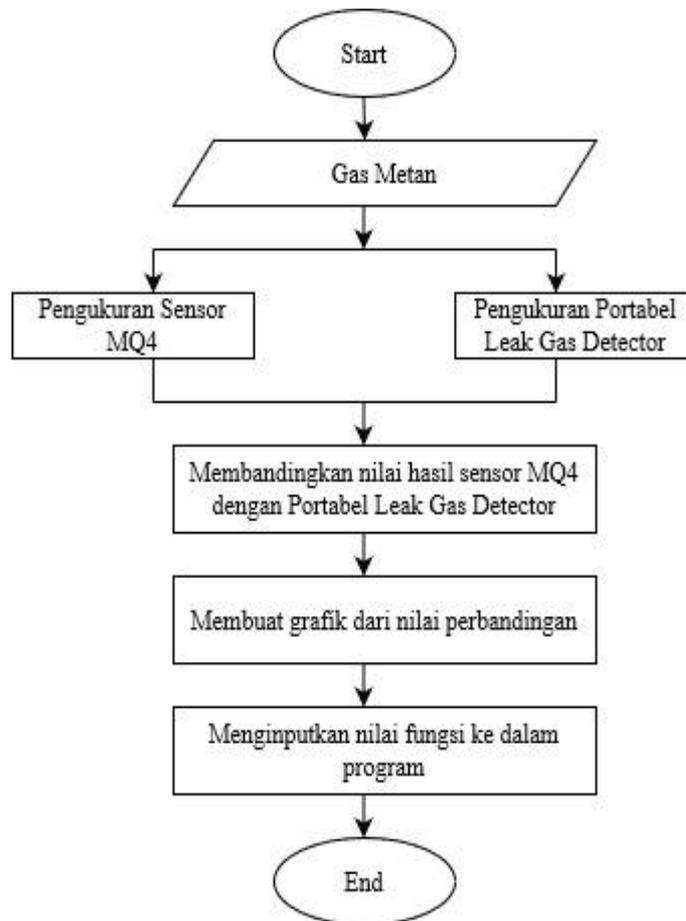
Float m = -0,318

Float b = 1,133



Gambar 15. Blok Diagram

Seperti gambar di atas sensor gas metan, sensor suhu dan kelembaban dihubungkan ke mikrokontroler yaitu Arduino Mega kemudian diproses dan dikirimkan ke server yaitu *Thingier.io* untuk hasil dari pengukuran yang didapatkan. *Power bank* digunakan sebagai catu daya.



Gambar 16. Proses Kalibrasi

Pada proses kalibrasi yang dilakukan yaitu menginput nilai gas metan yang diproses menggunakan code program, kemudian mendapatkan nilai dari sensor, setelah didapatkan nilai dari sensor yaitu membandingkan nilai hasil alat ukur gas metan dengan alat standar. Setelah dibandingkan adalah mendapatkan fungsi yang akan dikonversikan kedalam program. Maka didapat hasil yang memiliki kesamaan dengan *Portable Leak Gas Detector*.

### **3.3.4. Implementasi Sistem**

Setelah sistem melalui tahapan analisa kebutuhan, studi literatur, dan perancangan, maka sistem siap untuk diimplementasikan.

### **3.3.5. Pengujian**

Pada saat sistem telah selesai dibangun, dilakukan proses pengujian apakah sensor berjalan dengan baik. Pengujian meliputi sensor MQ-4 yang mendeteksi gas metan, sensor DHT22 untuk mendeteksi nilai suhu dan kelembapan udara, dan Arduino Mega yang dapat bekerja ketika semua sensor dihubungkan.

### **3.3.6. Pengambilan Data**

Proses pengambilan data melalui beberapa kondisi yang sudah ditentukan, dan dilakukan di beberapa titik pada lahan sawah yang telah ditentukan, kemudian mencatatnya ke dalam tabel seperti pengambilan data kondisi suhu udara, pengambilan data kondisi kelembapan udara, pengambilan data konsentrasi gas metan, dan pengambilan data antara *Portabel Leak Gas Detector* dan sensor.

### **3.3.7. Analisis Data**

Setelah pembuatan alat dan pengujian telah selesai, langkah berikutnya adalah menganalisis data yang didapat pada saat pengujian alat dan sistem. Analisis dari pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dibangun.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dihasilkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Telah berhasil dibuat sistem untuk mengukur gas metan yang terhubung dengan internet (*Thingier.io*)
2. Hasil kalibrasi sensor dengan *Portable Leak Gas Detector* diperoleh persamaan  $y=1.453x+55.446$  yang kemudian dimasukkan kedalam mikrokontroler.
3. Berdasarkan hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sensor akan mengukur dan bekerja dengan optimal dengan nilai toleransi  $\pm 1.5\%$ .
4. Berdasarkan hasil pengujian DHT22 didapatkan hasil bahwa ketika nilai suhu dan kelembaban tetap nilai dari meningkat.

### 5.2. Saran

Adapun saran pada penelitian ini yaitu melakukan pengambilan data dengan menggunakan multi node sensor sehingga dapat dilakukan pengukuran dan *monitoring* pada berbagai titik lokasi dalam waktu bersamaan. Penelitian ini juga dapat dilanjutkan dengan melakukan pemodelan dan analisis jumlah gas metan yang dihasilkan tanaman padi per hektar sawah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Setyanto, “Mitigasi Gas Metan Dari Lahan Sawah,” *Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*, pp. 289–305, 2004.
- [2] A. Wihardjaka, “Mitigation of Methane Emission Through Lowland Management,” *Journal Litbang Pertanian.*, vol. 32, no. 2, pp. 95–104, 2015.
- [3] Kementerian Pertanian, “Statistik Lahan Pertanian Tahun 2013-2017,” pp. <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/arsip-perstatistikan/167statistik/statistik-lahan>.
- [4] R. A. Bachtiar, A. Suhendi, and M. K. Ramdhan, “Sistem Pengukuran Konsentrasi Gas Metana Berbasis Raspberry Pi Dan Sensor Gas Mq-4 Raspberry Pi and Mq-4 Gas Sensor Based Methane Gas Concentration Measurement System,” vol. 6, no. 2, pp. 5383–5389, 2019.
- [5] E. D. Ramayanti.2019 . *Cyber Physical System Untuk Pengukuran Gas Metan Pada Lahan Sawah Berbasis Gawai Android*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Lampung: Lampung
- [6] N. M. Sakayo, J. N. Mutuku, and J. M. Ngaruiya, “Design and Calibration of a Microcontroller Based MQ-4 Gas Sensor for Domestic Cooking Gas System,” *Int. J. Appl. Phys.*, vol. 6, no. 2, pp. 31–40, 2019, doi: 10.14445/23500301/ijap-v6i2p106.
- [7] Iin Novianty, A. Saleh, and R. Sarni Yulianti, “Pemanfaatan Sensor Gas MQ-4 Untuk Mendeteksi Gas Metana,” *Jurnal. Ilmu Fisika. Teori. dan Aplikasinya.*, vol. 2, no. 2, pp. 35–44, 2020, [Online]. Available: <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/jifta>.
- [8] S. Sukanto, “Perancangan Sistem Monitoring Gas Hasil Pengolahan Sampah,” *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 121–126, 2017, doi: 10.32486/jeecae.v2i2.147.

- 
- [9] H. Electronics Datasheet, "Technical Mq-4 Gas Sensor," *Tech. Data*, pp. 3–4, 2015.
- [10] T. Sanislav, G. Mois, S. Folea, L. Miclea, G. Gambardella, and P. Prinetto, "A cloud-based cyber-physical system for environmental monitoring," *Proc. - 2014 3rd Mediterr. Conf. Embed. Comput. MECO 2014 - Incl. ECyPS 2014*, vol. 2014, pp. 6–9, 2014, doi: 10.1109/meco.2014.6862654.
- [11] N. Hidayati, L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, "Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Teknik Informatika. Universitas Islam Majapahit*, pp. 1–9, 2018.
- [12] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *Jurusan Ilmu Komputer.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [13] R. Purbaya, "Aplikasi Motor Stepper Pada Alat Pencetak Bangun Ruang Tiga Dimensi untuk Peleburan Filament Pada Motor Extruder," *Politek. Negeri Sriwij.*, vol. 2560, pp. 5–31, 2017.
- [14] A. Kadir, "Tinjauan Umum," *eprints. Politeknik Sriwijaya*, no. 1, pp. 6–21, 2013.
- [15] Y. Maryani, "Tinjauan Pustaka," *Politeknik Negri Sriwijaya*, pp. 5–31, 2018.
- [16] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.