

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN SAMPAH DAN TINGKAT GAS METANA PADA BAK SAMPAH BERBASIS IoT

I Made Mudiarta¹, I Gusti Ngurah Janardana², I Wayan Arta Wijaya³
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.
Email : mudiartaimade@gmail.com¹, janardana@ee.unud.ac.id²,
artawijaya@ee.unud.ac.id³

Abstrak

Sampah sering kali menjadi masalah terutama di kota-kota besar. Rata-rata jumlah sampah di Indonesia 64 juta ton/tahun, sedangkan jumlah TPA di Indonesia sekitar 400 dengan kapasitas TPA dapat menampung 233 kg/hari, sehingga terjadi penumpukan sampah di pinggir jalan yang tidak terpantau oleh pihak DKLH. Penumpukan sampah di pinggir jalan akan mengalami penyempitan dan menimbulkan penyakit dilingkungan sekitar. Permasalahan tersebut membutuhkan sebuah solusi dengan menerapkan sebuah teknologi sebagai upaya untuk mempercepat informasi kepada pihak DKLH untuk menciptakan lingkungan yang bersih dan menghilangkan tingkat penumpukan sampah yang berserakan dengan teknologi *Internet of Things*. Alat ini mampu memantau ketinggian sampah dan kadar gas melalui *web*. Sistem internet menggunakan modul *Node MCU* dengan penyuplaian energi dari panel surya. Pendeteksi ketinggian sampah menggunakan sensor PING dan untuk memantau tingkat metana dengan sensor MQ-135. Dari pengujian di *Student Center LT 4*, didapatkan bahwa sampah mengalami penumpukan pada hari Sabtu sebesar 60 cm dengan kadar gas metana 126 PPM yang terindikasi tidak sehat. Sistem monitoring ini dapat bertahan hingga 7 hari karena menggunakan panel surya, namun hal ini dapat mengalami perubahan akibat dari intensitas matahari.

Kata kunci : *Internet of Things, Node MCU, Sensor MQ-135, Sensor Ping,*

Abstract

Garbage is often a problem, especially in big cities. The average amount of waste in Indonesia is 64 million tons / year, while the number of landfills in Indonesia is around 400 with a landfill capacity that can accommodate 233 kg / day. Not to mention the unpleasant odor and dirty city views cause discomfort. This is where a solution is needed by leading to the use of technology in an effort to create a clean environment by reducing the level of waste accumulation and reducing waste littered with the Internet of Things technology. This tool is able to monitor the height of waste and gas content via the web. The internet system uses the MCU Node module with energy supply from solar cells. Working voltage of the control system is 5V, a stepdown module is needed to reduce the battery voltage from 12V to 5V. Detection of the height of waste using a PING sensor and to determine the levels of methane gas using the sensor MQ-135. From testing at Student Center LT 4, it was found that the garbage accumulated on Saturday by 60 cm with 126 PPM methane gas levels that indicated unhealthy. This monitoring system can last up to 7 days because it uses solar cells, but this can experience changes due to the intensity of the sun.

Keywords: *Internet Of Things, Node MCU, Sensor MQ-135, Ping Sensors.*

1. PENDAHULUAN

Sampah sering kali menjadi masalah terutama di kota-kota besar. Rata-rata jumlah sampah di Indonesia 64 juta ton/tahun, sedangkan jumlah TPA di Indonesia sekitar 400 dengan kapasitas TPA dapat menampung 233 kg/hari,

sehingga terjadi penumpukan sampah di pinggir jalan yang tidak terpantau oleh pihak DKLH.

Setiap harinya sampah yang ada di pembuangan tidak mampu menampung, hal ini disebabkan karena sampah yang dihasilkan rumah tangga tiap harinya lebih

tinggi dibandingkan sistem pengangkutan sampah. Sehingga sering terjadinya penumpukkan sampah tanpa ada pemberitahuan ke pihak Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup (DKLH). Hal ini mengakibatkan sampah banyak yang berserakan.

Disinilah diperlukan penyelesaian dengan teknologi untuk memperkecil tingkat penumpukan sampah yang berserakan dengan teknologi yaitu alat yang diletakan pada tempat pembuangan sampah untuk mengetahui ketinggian sampah serta kadar dari gas metana yang dihasilkan oleh sampah berbasis IoT (*Internet of Thing*).

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah adalah benda yang telah habis nilai manfaatnya. Definisi ini menimbulkan kesan negatif yang menjadikan sampah dipandang sebagai benda yang harus segera disingkirkan dari halaman rumah

2.2 Sensor Ping (Ultrasonic)

Sensor PING adalah sebuah sensor yang memancarkan gelombang ultrasonik. Sensor ini memiliki rangkaian pengirim ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik disebut *receiver*. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz.



Gambar 1. Sensor Ping [1]

2.3 Sensor MQ-135

MQ-135 Air Quality Sensor adalah sensor monitoring kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), natrium-dioksida (NO_x), ethanol (C_2H_5OH), benzene (C_6H_6), karbondioksida (CO_2), sulfur-hidroksida (H_2S), dan asap gas-gas lainnya di udara. Sensor ini memberikan deteksi

kadar kualitas udara berupa perubahan nilai analog pada pin *output*.



Gambar 2. Sensor MQ-135

Di Indonesia tingkat udara diatur dalam ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara). Tabel 1 merupakan aturan ISPU.

Tabel 1. Kategori ISPU [4]

KADAR UDARA (PPM)	KETERANGAN
1-50 PPM (<i>Part Per Million</i>)	Baik
51-100 PPM (<i>Part Per Million</i>)	Sedang
101 – 199 PPM (<i>Part Per Million</i>)	Tidak Sehat
200 – 299 PPM (<i>Part Per Million</i>)	Sangat Tidak Sehat
300 > PPM (<i>Part Per Million</i>)	Lebih Berbahaya

2.4 Node MCU ESP 8266

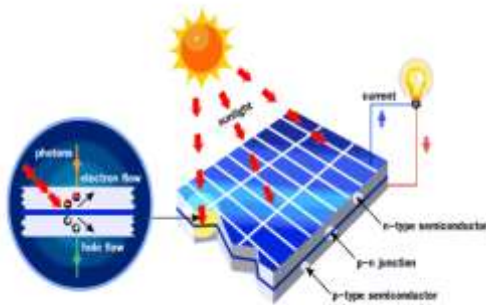
ESP8266 merupakan modul *wifi* yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan *wifi* dan membuat koneksi TCP/IP. Berikut merupakan gambar dari module Node MCU.



Gambar 3. Node MCU

2.5 Panel Surya

Panel surya merupakan alat yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* adalah teknologi yang digunakan untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dirancang dalam sebuah unit yang disebut modul. Modul surya terdiri dari kumpulan panel surya yang dapat disusun secara seri atau paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek fotovoltaiik.



Gambar 4. Efek Fotovoltaiik Panel Surya [5]

2.6 Visual Studio

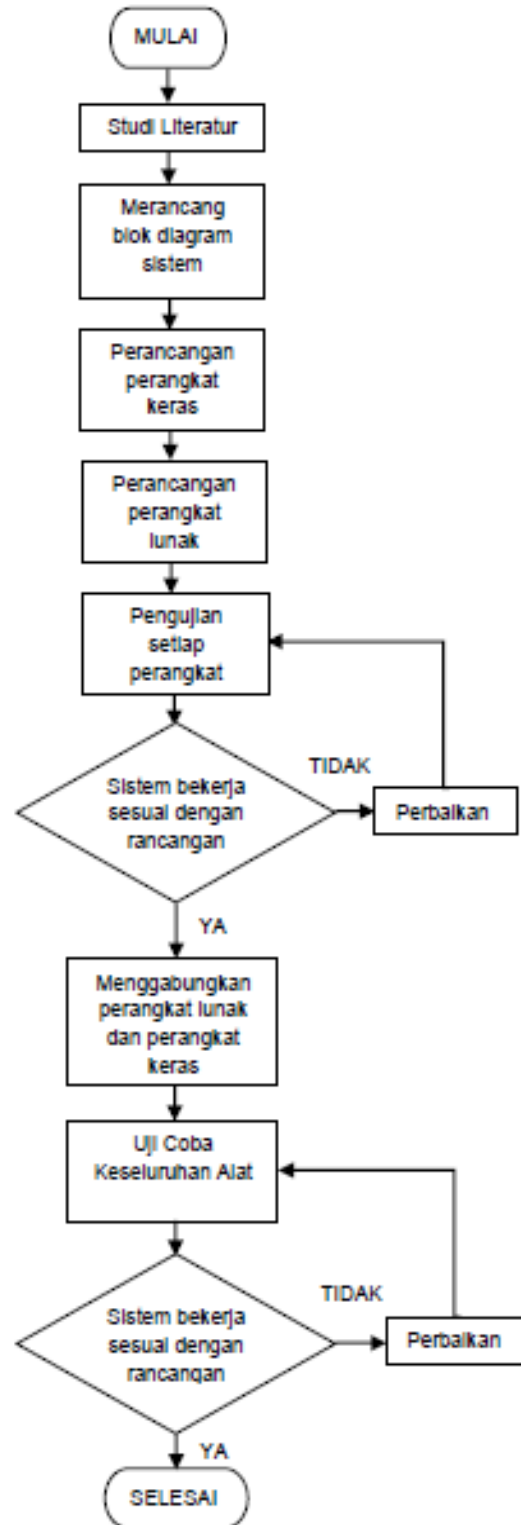
Microsoft Visual Studio adalah perangkat *software* lengkap (*suite*) yang berfungsi dalam melakukan pengembangan dan pembuatan aplikasi. Terdapat beberapa pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi edukasi, aplikasi console, aplikasi *Windows*, ataupun aplikasi *Web*. Berikut Gambar 5, merupakan *software* Visual Studio yang digunakan dalam pembuatan *web*.



Gambar 5. Software Visual Studio

3. METODE PENELITIAN

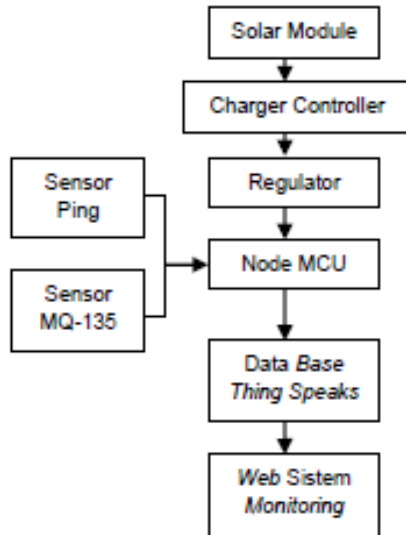
Metode penelitian yang digunakan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

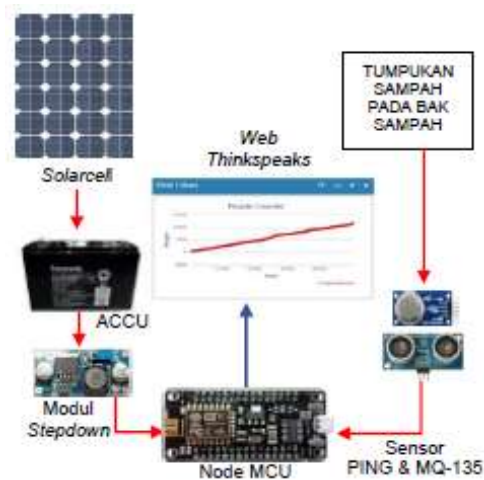
3.1 Perancangan Hardware

Perancangan perangkat keras (*hardware*) menggunakan perancangan *lay out PCB* menggunakan software *EAGLE*. Berikut merupakan blok diagram dan *wiring* diagram alat monitoring, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Blok Diagram Hardware

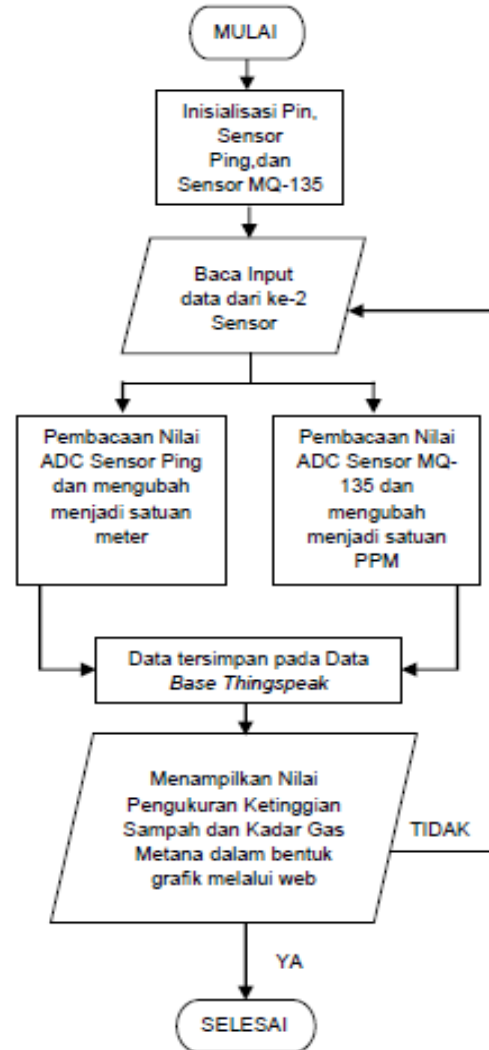
Gambar 8 merupakan *wiring* diagram dari alat rancang bangun sistem monitoring ketinggian sampah dan kadar gas metana.



Gambar 8. Wiring Diagram Alat

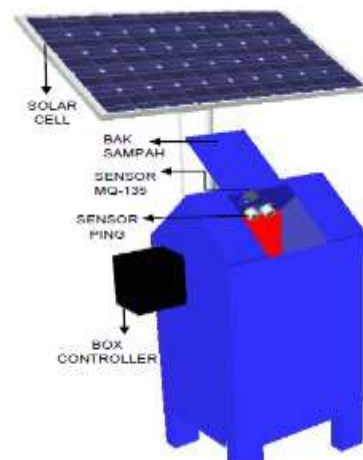
3.2 Perancangan Perangkat Software

Perancangan *software* menggunakan *Visual Studio* dan *Arduino IDE*. Berikut merupakan blok diagram alat monitoring dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Blok Diagram Software

Berikut merupakan tampilan disain prototipe dirancang, dapat ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Disain Prototipe

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Realisasi Hasil Alat

4.1.1 Realisasi Alat

Sistem monitoring ketinggian sampah dan kadar gas metana berbasis IoT (*Internet of Things*) yang dirancang dalam penelitian ini menggunakan modul mikrokontroler Node MCU ESP 8266 sebagai pusat pengolahan data sensor dengan melakukan pemantauan melalui web yang terintegrasi dengan platform *Thingspeaks*. Pada bagian sensor dibagi menjadi 2 yaitu: menggunakan 3 buah sensor PING untuk mengukur ketinggian sampah dan sebuah sensor MQ135 untuk mengetahui kadar gas metana. Ketinggian sampah akan dirata-ratakan oleh ketiga sensor PING untuk mendapatkan ketinggian sampah yang valid. Realisasi prototipe berbasis IoT, ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Perancangan Prototipe

4.1.2 Realisasi Web

Pada penelitian ini, web dibuat dengan software *Microsoft Visual Studio*. Software ini merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pengembangan aplikasi maupun web. Web yang dirancang terintegrasi dengan platform *Thingspeaks* sebagai data logger sensor. Platform ini digunakan karena server yang dikhususkan untuk *Internet of Things Device* secara gratis, dan dapat diakses dimanapun berada dengan menggunakan internet untuk terhubung dengan database. Realisasi web berupa tampilan dan data logger sensor ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13



Gambar 12. Tampilan Web Monitoring

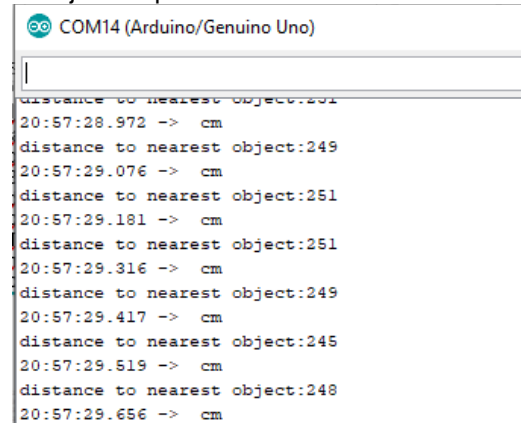


Gambar 13. Tampilan Web Grafik Data Logger

4.2 Pengujian Rangkaian Sensor

4.2.1 Pengujian Sensor PING

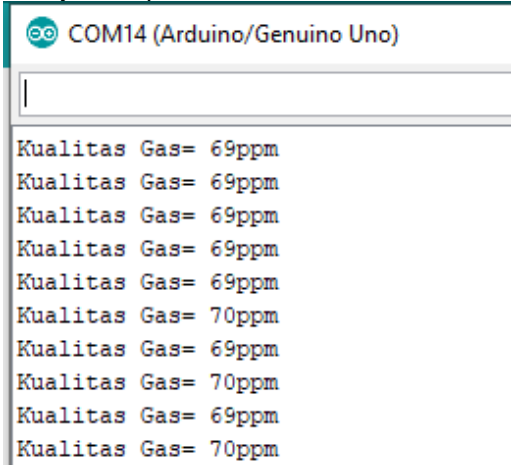
Sensor PING yang digunakan sebagai pengukur ketinggian sampah diprogram dengan menggunakan software *Arduino IDE*. Nilai dari 3 sensor PING dirata-ratakan untuk memastikan ketinggian sampah yang valid, karena sampah tidak hanya menumpuk pada bagian tengah bak, tetapi bisa saja menumpuk dibagian pinggir bak. Sensor PING diuji agar dapat mengirimkan pesan serial ke Node MCU serta mengkalibrasi sensor, agar ketinggian sesuai dengan alat ukur Satuan Internasional (SI). Pesan serial yang dikirim dari sensor ke Node MCU ditampilkan pada serial monitor yang ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Kalibrasi Sensor PING

4.2.2 Pengujian Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 difungsikan untuk mengukur tingkat gas metana pada lingkungan pembuangan sampah. Sensor ini diprogram dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Pesan serial yang dikirim dari sensor ke Node MCU ditampilkan pada serial monitor yang ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Kalibrasi Sensor MQ-135

Berdasarkan indeks kualitas udara ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) bahwa tempat pengujian sensor MQ-135 memiliki indeks pencemaran SEDANG.

4.3 Data Hasil Pengujian

4.3.1 Pengujian Ketinggian Sampah

Sensor PING berfungsi optimal berdasarkan program yang telah dikalibrasi. Pengujian diterapkan di *Student Center*, Kampus Sudirman UNUD. Hasil dapat dilihat pada pada tabel bawah.

Tabel 2. Hasil Uji Ketinggian Sampah

Hari	Data Tinggi Sampah oleh Sensor (cm)	Data Tinggi Sampah oleh Penggaris (cm)
Senin	0 cm	0 cm
Selasa	17 cm	16,9 cm
Rabu	34 cm	34,8 cm
Kamis	37,8 cm	38 cm
Jumat	50,6 cm	50,6 cm
Sabtu	PENUH	58,9 cm
Minggu	PENUH	58,9 cm

Data hasil pegujian sensor PING dikatakan cukup baik karena memiliki rata-rata penyimpangan sebesar 16,6%. Hal ini dikarenakan pengukuran yang sulit akibat ukuran sampah yang tidak teratur dan menumpuk secara tidak merata, sehingga memungkinkan terjadinya kesalahan pembacaan alat ukur.

4.3.2 Pengujian Kadar Gas Metana

Sensor MQ-135 berfungsi optimal berdasarkan program yang telah dikalibrasi. Pengujian dilakukan di *Student Center*, Kampus Sudirman UNUD. Hasil ujidapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 3. Pengujian Kadar Gas Metana

Hari	Kadar Gas Metana (PPM)	Keterangan
Senin	46 PPM	Baik
Selasa	68 PPM	Sedang
Rabu	78 PPM	Sedang
Kamis	83 PPM	Sedang
Jumat	118 PPM	Tidak Sehat
Sabtu	124 PPM	Tidak Sehat
Minggu	123 PPM	Tidak Sehat

Data hasil pegujian sensor MQ-135 didapatkan data seperti pada Tabel 3, yaitu standar pencemaran udara pada hari senin dikatakan baik karena belum terdapat sampah pada bak. Dihari selasa hingga kamis terindikasi sedang karena kadar gas metana melebihi 50 PPM. Dihari jumat sampai minggu terindikasi tidak sehat karena kadar gas metana melebihi 100 PPM. Peningkatan pencemaran gas metana diakibatkan peningkatan sampah dan jenis sampah yang terdapat pada bak. Sampah yang banyak menghasilkan gas metana adalah sampah yang mengalami pencampuran antara sampah organik, kadar air dan mikroba. karena terjadi proses pembusukan.

4.3.3 Pengujian Seluruh Sistem Prototipe

Pada pengujian keseluruhan selain mengukur kadar gas, dan ketinggian sampah, pengukuran juga dilakukan pada kapasitas accu yang tersedia. Berikut merupakan data yang didapat dari hasil

pengujian prototipe di *Student Center* LT 4 Universitas Udayana.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

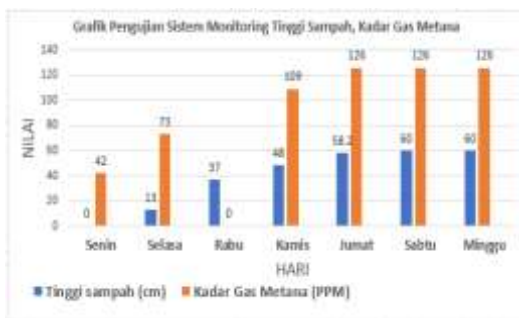
Hari	Tinggi Sampah (cm)	Kadar Gas Metana (PPM)
Senin	0 cm	42 PPM
Selasa	13 cm	73 PPM
Rabu	37 cm	81,2 PPM
Kamis	48 cm	109 PPM
Jumat	58,2 cm	126 PPM
Sabtu	PENUH	126 PPM
Minggu	PENUH	126 PPM

Hasil pegujian keseluruhan sistem didapatkan data seperti pada Tabel 4. Diketahui setiap harinya sampah mengalami kenaikan hingga pada hari Sabtu bak sampah telah penuh dengan kadar Gas Metana sebesar 126 PPM. Kadar gas tersebut mengindikasikan bahwa lingkungan sekitar mulai tidak sehat pada hari Kamis hingga Minggu dan hal ini dapat berdampak pada penurunan kekebalan tubuh manusia.



Gambar 16. Pengujian di *Student Center* LT 4

Berikut merupakan grafik dari data yang didapat dari hasil pengujian keseluruhan sistem.



Gambar 17. Grafik Pengujian Keseluruhan Sistem

5. KESIMPULAN

Hasil analisis yang dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring ketinggian sampah dan kadar gas metana dapat diterapkan dilingkungan yang berpotensi terjadinya penumpukan sampah, akibat kurangnya pemantauan dari pihak DKLH.
2. Hasil pengujian prototipe sistem monitoring ketinggian sampah dan kadar gas metana di *Student Center* LT 4, bahwa sampah telah penuh pada hari sabtu sebesar 60 cm dengan kadar gas metana 126 PPM pada hari kamis hingga minggu, terindikasi tidak sehat, sehingga perlu penanganan pengangkutan sampah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ajie. 2016. *Mengukur Dengan Sensor Ultrasonik dan Arduino*. saptaaji.com (diakses tanggal 7 Juli 2018)
- [2]. Faizah. 2008. *Pengelolaan sampah berbasis masyarakat*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [3]. K. Sumathy M. Arif Hasan. "Photovoltaic Thermal Module Concepts and Their Performance Analysis: A Review." 2010.
- [4]. *Standart Nasional Indonesia Nomor SNI-19-2454-2002 tentang Angka dan Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dan Dampak Kesehatan Indeks Kategori Dampak Kesehatan*.