

## **SISTEM PEMANTAUAN VOLUME DAN GAS SAMPAH BERBASIS INTERNET OF THINGS**

**Muhammad Irvandi dan Mukhlis Abd Muthalib**

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia*

E-mail : muchlis.abd@unimal.ac.id

### **Abstrak**

Sampah adalah barang yang sudah tidak terpakai lagi, biasanya kotor dan bau. Tumpukan sampah di tempat sampah dapat menghasilkan gas berbahaya seperti metana ( $\text{CH}_4$ ), amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Jika konsentrasi metana terlalu tinggi, akan menyebabkan sesak nafas dan kebakaran. Selain itu, volume sampah juga perlu diperhatikan karena jika sampah sudah melebihi volume tempat sampah, maka akan menimbulkan kondisi lingkungan yang tidak nyaman. Penelitian ini akan merancang sebuah sistem teknologi yang dapat membantu pemilik tempat sampah mengetahui kondisi tempat sampahnya secara realtime dan kontinyu. Sistem tersebut mengamati volume sampah dan gas-gas yang dihasilkan oleh sensor  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan HC sr-04, salah satu tugas pembacaan sensor dan pengiriman yang ditangani oleh mikrokontroler secara realtime. Dari hasil 7x pengujian yang dilakukan pada sampah busuk diketahui pembacaan sensor MQ-135 memiliki rata-rata kadar gas amonia yakni 35.71 PPM, MQ-4 memiliki kadar gas metan 293.5 PPM, memiliki kadar 9.738 PPM gas hidrogen sulfida dan sensor HC sr-04 dapat mendeteksi ketinggian sampah dengan keluaran (sampah melebihi batas sensor) dan ketika sampah belum melampaui batas sensor. Jadi kadar gas yang di dominasi oleh sampah adalah gas metana dan amoniak.

**Kata kunci :** *Sensor Gas, Sensor ultrasonik, NodeMCU, Sampah*

### **Pendahuluan**

Sampah adalah benda yang sudah tidak terpakai lagi yang biasanya kotor dan berbau tidak sedap. Hampir setiap rumah memiliki tempat pembuangan sampah yang merupakan tempat untuk mengumpulkan sampah dari sisa makanan dan kegiatan lainnya. Tumpukan sampah pada tempat sampah dapat menghasilkan gas-gas yang dapat mengganggu kesehatan, seperti metana ( $\text{CH}_4$ ), amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ). [1]. Ketiga gas tersebut tidak secara langsung mengganggu kesehatan, namun ketika ketiga konsentrasi gas tersebut terlalu tinggi dan menggantikan oksigen pada suatu ruangan hal tersebut dapat menyebabkan sesak nafas ataupun kebakaran. Gas amonia, metana dan hidrogen sulfida dapat mengganggu kesehatan pada 0-5 ppm, 200-10000 ppm dan 1.000-5.000 ppm. Selanjutnya volume sampah juga harus diperhatikan karena jika sampah melebihi volume tempat sampah maka sampah akan tercecer dan akan menyebabkan kondisi lingkungan yang kurang baik. Secara psikologis, hal ini dapat meningkatkan stres dan menurunkan semangat untuk beraktivitas. Melihat permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah ketika volume tempat sampah melebihi kapasitas dan

menyebabkan kondisi lingkungan sekitar yang tidak nyaman, penelitian sebelumnya telah membuat sistem monitoring untuk melaporkan sampah di TPS. Sistem ini memungkinkan untuk menentukan keadaan tempat sampah di TPS. Sistem yang dibangun menggunakan sensor ultrasonik untuk mendapatkan data ketinggian sampah dan juga menggunakan jaringan radio untuk mengkomunikasikan data yang diperoleh. [2]. Namun pada penelitian ini hanya mendeteksi kepenuhan sampah saja, karena pada umumnya sampah yang telah tertimbun hingga memenuhi kapasitas bak sampah akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Biasanya bau tidak sedap tersebut menghasilkan gas yang dapat mengganggu kesehatan. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis merancang sebuah sistem tidak hanya mengamati volume sampah saja tapi juga mengamati gas-gas yang dihasilkan oleh sampah secara real time menggunakan metode Real Time Operating system. Sistem tersebut mengamati volume sampah dan gas-gas yang dihasilkan menggunakan sensor-sensor yang dipasang pada tempat sampah. Kemudian data hasil bacaan sensor akan ditampilkan pada sebuah website sederhana, sehingga dapat diakses dengan mudah oleh perangkat penampil berupa smartphone ataupun komputer yang dapat menjalankan web browser yang memiliki koneksi internet. Penulis mengharapkan dengan sistem yang dirancang dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah.

### Tinjauan Pustaka

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin, dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM (Pulse Width Modulator), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya). Arduino uno juga bisa dihubungkan dengan perangkat menggunakan Bluetooth salah satu contohnya adalah pembuatan perangkat robot. [3]



Gambar 1 Arduino

Sensor ini merupakan sensor ultrasonic siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2 cm – 4 m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Cara menggunakan alat ini yaitu: ketika kita memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10uS, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin Echo. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut (Muklisin, Sholehuddin, & Muklison, 2017). Sensor HC-SR04 adalah versi low cost dari sensor ultrasonik PING buatan parallax.

Perbedaannya terletak pada pin yang digunakan. HC-SR04 menggunakan 4 pin sedangkan PING buatan parallax menggunakan 3 pin. Pada Sensor HC-SR04 pin trigger dan output diletakkan terpisah. Sedangkan jika menggunakan PING dari Parallax pin trigger dan output telah diset default menjadi satu jalur. Tidak ada perbedaan signifikan dalam pengimplementasiannya. Jangkauan karak sensor lebih jauh dari PING buatan parallax, dimana jika ping buatan parallax hanya mempunyai jarak jangkauan maksimal 350 cm sedangkan sensor HC-SR04 mempunyai kisaran jangkauan maksimal 400-500 cm [4].

- Jangkauan deteksi: 2 cm sampai kisaran 400 - 500 cm
- Sudut deteksi terbaik adalah 15 derajat
- Tegangan kerja 5V DC • Resolusi 1 cm
- Frekuensi Ultrasonik 40 kHz
- Dapat dihubungkan langsung ke kaki mikrokontroler



Gambar 2. Sensor Ultrasonik

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Yang terdiri dari perangkat keras berupa Sistem On Chip dari ESP8266, Modul WiFi nodeMCU ini menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua yang juga dilengkapi dengan GPIO, ADC, UART dan PWM. NodeMCU merupakan mikroprosesor open soucre yang berjalan pada Esp8266 WiFi SoC dari Espresssif Sistem dan perangkat keras yang berbasis ESP12 module sehingga mendukung koneksi WiFi. NodeMCU dapat dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB dan dapat diprogram dengan mudah karena NodeMCU kompatible dengan dua program editor, yaitu LUA dan Arduino IDE 11 serta dapat diprogram dengan bahasa pemrograman C atau C++. NodeMCU memiliki keunggulan sendiri dibanding dengan mikrokontroler lainnya, yaitu dari segi bentuk yang lebih kecil serta memiliki fungsi yang lebih lengkap dibanding Arduino Uno seperti kemampuan untuk terhubung ke jaringan wireless tanpa harus ada perangkat tambahan. Prangkat ini dapat aktif pada tegangan 3.3V . [5]



Gambar 3. ESP8266

Sensor MQ135 adalah sensor yang dapat mendeteksi beberapa jenis gas yakni NH<sub>3</sub>, Nox, alkohol Benzene, CO<sub>2</sub> dan lain lain (MQ-135\_Datasheet, 2016). Prinsip kerja dari sensor MQ-135 ialah membaca konduktifitas gas yang berada disekitar sensor, sesuai dengan pembacaan resistansi di pin analog. Sensor gas MQ-135 dapat bekerja ketika diberi tegangan input sebesar 5V, serta memiliki jangkauan deteksi gas 10-10000 pmm dengan sensitifitas yang berbeda pada masing masing gasnya. Sensor MQ-135 memiliki 4 pin diantaranya A0, D0, GND dan VCC. Sensor ini membaca nilai gas secara analog sehingga pin output yang digunakan pada

sensor ini ialah A0. VCC berperan sebagai tegangan input, GND bertindak sebagai tegangan output, dan D0 sebagai pin output digital. Peneliti menggunakan sensor MQ-135 untuk mengambil data gas amonia yang dihasilkan oleh bau busuk sampah misalnya, sisa-sisa makanan, tumbuhan mati dan kotoran hewan. Sensor ini dipilih karena dapat mendeteksi gas amonia yang dihasilkan oleh bau busuk sampah tersebut. Selain itu sensor ini memiliki fitur kalibrasi yang lumayan akurat dan harganya pun terjangkau . [6]



Gambar 4. Sensor MQ-135

Sensor MQ-4 ialah sensor yang dapat mendeteksi beberapa jenis diantaranya CH<sub>4</sub>, Natural Gas, LNG, avoid the noise of alcohol, cooking fumes, cigarette smoke (MQ4\_Datasheet,2018). Sensor MQ-4 memiliki 4 pin diantaranya A0, D0, GND dan VCC. Sensor ini membaca nilai gas secara analog sehingga pin output yang digunakan pada sensor ini ialah A0. VCC berperan sebagai tegangan input, GND bertindak sebagai tegangan output, dan D0 sebagai pin output digital. Prinsip kerja dari sensor MQ-4 ialah membaca konduktivitas gas yang berada disekitar sensor, sesuai dengan pembacaan resistansi di pin analog. Sensor gas MQ-4 dapat bekerja ketika diberi tegangan input sebesar 5V, serta memiliki jangkauan deteksi gas 200-10000 ppm dengan sensitivitas yang berbeda pada masing-masing gas. Peneliti menggunakan sensor ini untuk mengambil data gas metan yang dihasilkan oleh bau busuk sampah misalnya seperti kotoran hewan dan manusia, sisa makanan, dan sisa-sisa tumbuhan mati. Sensor ini memiliki fitur kalibrasi yang akurat dan harganya pun terjangkau



Gambar 5. Sensor MQ-4

Servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di setup atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan



bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo, yaitu motor servo rotation 180° dan servo rotation continuous [7].

Gambar 6. Motor Servo

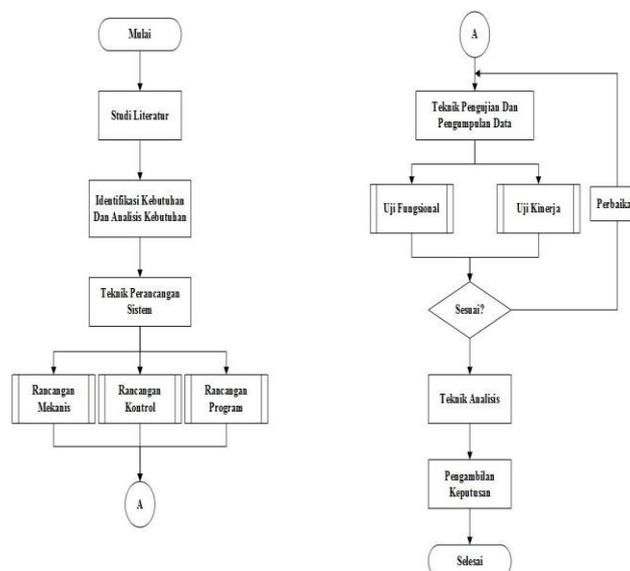
Liquid Crystal Display (LCD) yang dimana merupakan susunan berupa penggabungan organik pada kaca transparan dengan sebuah elektroda indium oksida dalam bentuk sebuah tampilan seven segmen dan pada susunan belakang. Pada sebuah elektroda yang di aktifkan, molekul akan menyesuaikan pada sebuah segmen, dan yang dimana cahaya tidak melewati dari molekul-molekul dari segmen yang telah aktif yang akan menjadi gelap dan membentuk sebuah karakter yang akan di tampilkan.



Gambar 7. LCD I2C ukuran 16x2

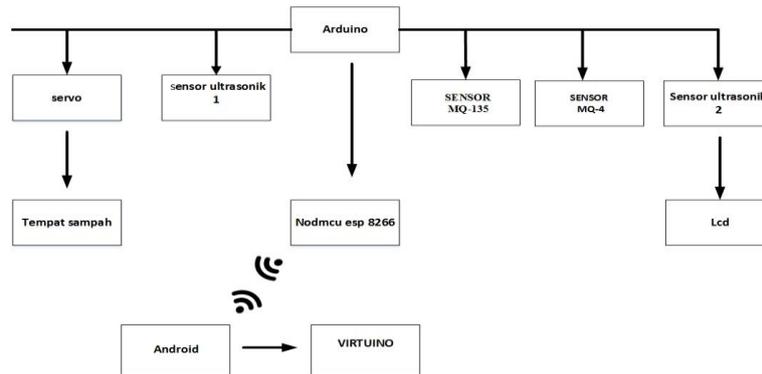
## Metodologi Penelitian

Pada tahapan ini penulis membuat diagram alir yang dapat memudahkan untuk mengetahui dan mengimplementasikan sebuah Sistem Tempat Sampah Pintar Di Gedung Perkantoran Berbasis Internet Of Things (IOT). Berikut Diagram alir perancangan alat ini.



Gambar 8. Diagram Alir Perancangan

Pada Blok diagram alat Sistem Tempat Sampah Pintar Di Gedung Perkantoran Berbasis Internet of Things (IoT) yang akan dirancang pada penelitian ini terdiri dari beberapa input dan output seperti terlihat pada 3.2 di bawah ini.



Gambar 9. Diagram Alir Perancangan

### Hasil dan Pembahasan

Pada realisasinya bentuk fisik alat pengukur debit air berbasis arduino uno sebagai antisipasi pemborosan air di sektor pertanian dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini



Gambar 10. tempat sampah

### Pengujian Sensor Gas MQ135

Tabel1. Hasil pengujian pembacaan sensor MQ135

NO	OUTPUT Tempat sampah Kosong	OUTPUT Sampah Busuk	Status
1.	6.14PPM	30.5 PPM	nilai berubah
2.	6.15 PPM	34.7 PPM	nilai berubah
3.	6.06 PPM	30.7 PPM	nilai berubah
4.	6.12 PPM	39.7 PPM	nilai berubah
5.	6.14 PPM	40.3 PPM	nilai berubah

6.	5.12 PPM	40.4 PPM	nilai berubah
7.	5.16 PPM	41.5 PPM	nilai berubah

keadaan kosong, kedua menggunakan sampah busuk. Berdasarkan pengujian dari 10 kali pengujian terlihat bahwa nilai sensor MQ-135 terjadi perubahan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor MQ135 dapat bekerja dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengamatan data uji sampah pada tempat sampah menunjukkan perubahan nilai data sensor. Dari 7 kali pengujian nilai rata-rata kadar gas amonia pada sensor MQ-135 sebesar 35.71 PPM. Hal ini menunjukkan kadar gas amonia pada sampah tersebut tidak terlalu banyak.

### Pengujian Sensor Gas MQ4

Tabel 2. Hasil pengujian pembacaan sensor MQ4

No	OUTPUT Tempat sampah Kosong	OUTPUT Sampah Busuk	nilai
1.	257 PPM	281PPM	nilai berubah
2	258 PPM	284 PPM	nilai berubah
3.	258 PPM	293 PPM	nilai berubah
4.	259 PPM	293 PPM	nilai berubah
5.	258 PPM	294 PPM	nilai berubah
6.	258 PPM	293 PPM	nilai berubah
7.	257 PPM	301PPM	nilai berubah

Pengujian sensor menampilkan nilai pembacaan sensor MQ4 pada uji kadar gas metana. Dengan menggunakan tiga syarat, pertama saat tempat sampah kosong, kedua saat menggunakan gas metana cair, dan ketiga saat menggunakan limbah busuk. Berdasarkan pengujian pada Tabel 4.2 dari 7 pengujian, dapat melihat bahwa nilai pada sensor MQ4 berubah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sensor MQ4 berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan perubahan nilai data sensor yang dibuktikan dengan data uji limbah, dan pengamatan tidak adanya gas tempat sampah.

### Pengujian Sensor HC sr-04

Tabel 3 Hasil pengujian pembacaan sensor HC sr-04

NO	Nama Percobaan	Keluaran Sensor HC-SR04	Keterangan
1.	Percobaan -1	dibawah ambang batas	Kapasitas dibawah 100%

2.	Percobaan -2	di atas ambang batas	Kapasitas Sampah penuh 100%
3.	Percobaan -3	di atas ambang batas	Kapasitas Sampah penuh 100%
4.	Percobaan -4	di atas ambang batas	Kapasitas Sampah penuh 100%
5.	Percobaan -5	di atas ambang batas	Kapasitas Sampah penuh 100%

Tabel 4. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor HC-SR04 tutup tempat sampah

NO	Percobaan (jarak)	Waktu terbuka tempat sampah	Waktu tertutup tempat sampah
1.	10 cm	02,24 detik	04,54 detik
2.	14 cm	02,21 detik	04,34 detik
3.	19 cm	02,01 detik	03,85 detik
4.	8 cm	02,60 detik	04,61 detik
5.	23 cm	02,30 detik	04,10 detik

Nilai pembacaan sensor HC-SR04 dengan 5x percobaan dimana percobaan pertama sampah tersebut diletakkan di dasar prototype tempat sampah dengan volume yang tidak begitu penuh sehingga output dari nilai sensor tersebut adalah below threshold, dan pada percobaan kedua sampah diletakkan hingga menyentuh sensor HCR-SR04 sehingga output dari nilai sensor tersebut above threshold, sama halnya dengan pengujian ke-3, ke-4, dan ke-5 yang dapat dilihat pada tabel. oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa sensor infrared dapat bekerja dengan baik. Pengujian pengiriman data sensor dari mikrokontroler arduino ke nodemcu

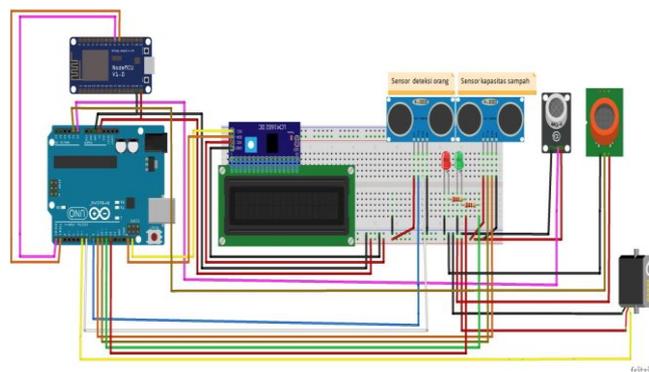
Tabel 5. Hasil Dan Analisis Pengiriman Data Dari Arduino Ke NodeMCU

Data	Sensor	Output pada arduino uno	Output pada nodemcu	Status
Percobaan- 1	Sensor HC-sr04	1.00	1.00	Terkirim
	Sensor MQ-4	354 PPM	354 PPM	Terkirim
	Sensor MQ-135	09.10 PPM	09.10 PPM	Terkirim
Percobaan- 2	Sensor HC-sr04	1.00	1.00	Terkirim
	Sensor MQ-4	82,61 PPM	82,61 PPM	Terkirim
	Sensor MQ-135	08.12 PPM	08.12 PPM	Terkirim

Percobaan-3	Sensor HC-sr04	1.00	1.00	Terkirim
	Sensor MQ-4	144,43 PPM	144,43 PPM	Terkirim
	Sensor MQ-135	375 PPM	375 PPM	Terkirim
Percobaan-4	Sensor HC-sr04	1.00	1.00	Terkirim
	Sensor MQ-4	85,85 PPM	85,85 PPM	Terkirim
	Sensor MQ-135	441 PPM	441 PPM	Terkirim
	Sensor HC-sr04	1.00	1.00	Terkirim
Percobaan-5	Sensor MQ-4	53,57 PPM	53,57 PPM	Terkirim
	Sensor MQ-135	497 PPM	497 PPM	Terkirim

Dari hasil pengujian Hasil pengujian pengiriman data dari Arduino pada Tabel 5 ke nodeMCU.terlihat bahwa paket data sensor terkirim dengan benar, namun karena transmitter nodeMCU masih menjalankan WiFi maka paket data yang dikirim dari Arduino meningkat. Tidak cocok dengan perintah kirim Hal ini menyebabkan beberapa paket data. Tidak dapat membaca data yang dikirim dari Arduino. Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data dari Arduino ke node transmisi MCU pada Tabel 4.4, paket data sensor terkirim dengan benar, namun paket data terkadang tidak sesuai dengan perintah transmisi dari Arduino yaitu node MCU. Saya masih menjalankan proses koneksi wifi yang menemui beberapa paket data. Saya tidak bisa membaca apa yang dikirim Arduino.

### Rangkaian Keseluruhan Sistem



Gambar 11. Perancangan keseluruhan alat.

### Kesimpulan

1. lebih didominasi oleh gas amonia dan gas metana.
2. Pengimplementasian internet of things pada mikrokontroler dapat berjalan dengan baik, pertama terbukti dengan adanya pengujian eksekusi berdasarkan prioritas dapat tereksekusi semua, pengujian waktu eksekusi pada sistem tidak

- melebihi deadline yang diberikan dan yang ketiga pengujian perbandingan waktu eksekusi sistem monitoring dengan ternyata lebih cepat menggunakan iot.
3. Performa sistem dalam mengamati kondisi tempat sampah yang diukur dari pengiriman data 100 % terkirim dengan akurat. Terbukti dengan terkirimnya data sensor dari mikrokontroler nodemcu yang sama persis dan data sensor yang dapat diakses melalui alat penampil pada website dan juga android .

### Daftar Pustaka

- [1] R. R. C. Williams, "Landfill gas primer an overview for environmental health professionals." The Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) USA," p. 2001.
- [2] A. A.Md., *Jurnal e-Proceeding of Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 666-673, 2016.
- [3] J. E. & D. D. Hutagalung, "Desain Robot Pemotong Rumput Dengan Perintah Suara Berbasis Android. Sains dan Teknologi Informasi,," vol. 5, no. 1, pp. 102-109, (2019).
- [4] D. (. A. E. P. A. C. S. R. (. t. P. P. d. I. P. I. T. (. N. k.-2. I. W. I. (. P. D. P. B. 1. Wahyudi, "Analisis Empiris Pengaruh Aktifitas Corporate Social Responsibility (CRS) terhadap Penghindaran Pajak di Indonesia. Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) Nasional ke-2 Ikatan Widyaistrwa Indonesia (IWI) Pengurus Daerah Provinsi Banten, 131.," vol. 131., 2015.
- [5] Y. B. S. B.-H. E. B. F. B. A. B. C. .. & Z. A. (. A. o. b.-h. c.-h. a. \$. \$. T.-I. p. a. o. s. 2. T. E. P. J. C. 7. 1.-3. Amhis, ". Averages of b-hadron, c-hadron, and  $\tau$  lepton properties as of summe," *The European Physical Journal C*, vol. 77(, no. 12, pp. 1-335., 2016.
- [6] S. S. N. & U. A. (. T.-f. g. u. c. n. a. c. I. J. o. e. m. a. t. 1. Sarma, " Thin-film gauges using carbon nanotubes as composite layers. *Journal of engineering materials and technology*," vol. 4, p. 138, (2016).
- [7] S. A. A. S. D. T. & H. M. Sukarjadi, "Perancangan dan Pembuatan Smart Trash Bin di Universitas Maarif Hasyim Latif. *Teknika: Engineering and Sains Journal*," vol. 2), no. 1, pp. 101-110., (2017).