

MONITORING TINGKAT KEBERSIHAN *SEPTIC TANK* BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Zuhail Mujaddid Samas¹, Antamil²

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar^{1,2}

60200116067@uin-alauddin.ac.id^{1*}, antamil@uin-alauddin.ac.id²

Abstrak

Air kotoran domestik black water biasanya ditempatkan di dalam penampungan yang disebut dengan septic tank. Air limbah jenis black water disalurkan ke septic tank milik warga, namun masih banyak masyarakat yang memiliki septic tank tidak sesuai standar yang telah ditetapkan sehingga berdampak pada diperlukannya pendeteksian kebersihan pada setiap periode tertentu. Selain daripada itu penumpukan lumpur tinja pada septic tank dapat menyimpan berbagai kandungan salah satunya ialah gas metana atau CH₄ yang bisa meledak dan membahayakan pekerja kebersihan septic tank. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan pendekatan experimental. Desain perancangan alat menggunakan model prototype. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis sensor yakni sensor MQ-4 dan sensor HC-SR04. Hasil dari penelitian ini berupa alat pendeteksi gas metana serta alat pengukur ketinggian, untuk mengetahui apakah pada septic tank mempunyai kadar metana yang tinggi atau rendah berupa persentase dalam serial monitor, dan juga menjadi acuan kapan septic tank tersebut penuh yang ditandai adanya peringatan melalui notifikasi pada aplikasi Blynk menggunakan NodeMCU sehingga dapat diketahui waktu proses penyedotan septic tank.

Kata kunci: Gas Metana, Limbah, NodeMCU, Septic Tank

Abstract

[MONITORING OF SEPTIC TANK CLEANLINESS BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT)] Domestic black water sewage is usually placed in a reservoir called a septic tank. Black water type waste water is channeled to the residents' septic tanks, but there are still many people who have septic tanks that do not meet the established standards so that it has an impact on the need for a hygiene assessment at every certain period. Apart from that, the accumulation of fecal sludge in the septic tank can store various contents, one of which is methane gas or CH₄ which can explode and endanger the septic tank cleaning workers. This type of research is quantitative with an experimental approach. The design of the tool design uses a prototype model. In this study, two types of sensors were used, namely the MQ-4 sensor and the HC-SR04 sensor. The results of this study are in the form of a methane gas detector and a height measuring device, to determine whether the septic tank has high or low methane levels in the form of a percentage in the serial monitor, and also becomes a reference for when the septic tank is full which is marked with a warning via notification on the application. Blynk uses NodeMCU so that it can know the time of the septic tank desludging process.

Keywords: Methane Gas, Waste, NodeMCU, Septic Tank

1. PENDAHULUAN

Sampah, air kotor domestik atau *black water* merupakan salah satu masalah kebersihan lingkungan yang dapat berdampak bagi kesehatan. Air hasil pembuangan ini adalah air yang berasal dari kotoran manusia dan biasanya ditempatkan di dalam penampungan yang disebut dengan *septic tank*. Air limbah jenis *black water* disalurkan ke *septic tank* milik warga masing – masing. Kepadatan penduduk yang tinggi pada suatu daerah menyebabkan banyak masyarakat yang memiliki *septic tank* tidak sesuai dengan standar sehingga berdampak pada pengelolaan lumpur tinja yang tidak maksimal.

Proses dan waktu penyedotan tinja yang tidak tepat dapat menyebabkan penumpukan volume lumpur tinja. Penumpukan volume lumpur tinja pada ruang tertutup dapat memunculkan gas metana yang terbuat dari proses pengolahan secara biologis yang dilakukan oleh mikroorganisme, *septic tank* disebut menyimpan berbagai kandungan gas yang bisa meledak salah satunya ialah gas metana atau CH_4 . Metana adalah kandungan gas yang mempunyai ciri – ciri tidak berwarna, tidak terlihat dengan mata telanjang. Akan tetapi, karena baunya yang mempunyai ciri tersendiri maka untuk mendeteksi baunya perlu menggunakan indra penciuman. Kandungan gas metana tidak boleh melebihi 5-15%, apabila melewati nilai yang ditentukan maka campuran gas ini menjadi mudah terbakar [1].

Gas metana (CH_4) [2], yang ada pada *septic tank* akan tertampung karena tidak adanya saluran pembuangan gas sehingga akumulasi jumlahnya pun akan bertambah. Penumpukan limbah pada *septic tank* dapat mencemarkan lingkungan sekitar yang disebabkan karena merembesnya hasil pembuangan yang tertampung dalam *septic tank*

sehingga menimbulkan aroma bau tidak sedap dan sumber penyakit.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai kandungan gas metana dan ketinggian air limbah pada *septic tank*.

Penelitian terkait deteksi kandungan metana juga telah dikembangkan dalam penelitian [3] yang mengembangkan sebuah alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi sebaran gas metana (CH_4) pada sebuah tempat penampungan akhir (TPA) di Pakusari Jember. Alat yang dikembangkan menggunakan sensor TGS 2611. Salah satu keterbatasan alat yang dikembangkan adalah tidak dapat membaca nilai konsentrasi gas metana.

Junaidi Asrul, dkk memaparkan di dalam penelitiannya tentang bagaimana mengembangkan sebuah alat monitoring gas metana pada tambang batubara. Alat yang dikembangkan berbasis Android yang bertujuan untuk mengurangi tingkat kecelakaan ketika mengerjakan proses pengerjaan penggalian tambang batubara. Alat yang dikembangkan didukung dengan *bluetooth* HC-05 yang berfungsi sebagai pengirim informasi ke luar tambang mengenai keadaan kadar gas metana di dalam tambang ke penambang batu bara. Perlengkapan ini difokuskan selaku perlengkapan peringatan dini saat sebelum penambang melaksanakan kegiatan penambangan batubara.

Ratna Ika Putri, dkk [5] mengembangkan sebuah alat pendeteksi gas metana pada sistem biogas menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan sensor gas MQ-4. Dengan adanya pendeteksi gas metana maka dapat diketahui apakah biogas telah menghasilkan gas metana atau tidak sehingga mengetahui kinerja dan perawatan biogas. Pendeteksi gas metana menggunakan mikrokontroler sebagai pengolah data. Pemakaian sistem biogas

pula wajib memperhitungkan keamanan pengguna sehingga dibutuhkan pendeteksi gas metana yang dihasilkan biogas.

Kontribusi penelitian ini adalah dikembangkan sebuah alat untuk mengukur kandungan gas metana dan volume limbah pada sebuah ruang tertutup yaitu *septic tank*. Alat yang dikembangkan akan diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) sehingga informasi terkait kadar kandungan gas metana dan volume limbah dalam *septic tank* tersebut dapat dikirimkan kepada pengguna. Dengan adanya notifikasi tersebut, pengguna dapat mengetahui kapan waktu yang tepat untuk melakukan penyedotan *septic tank*. Hal tersebut dapat memudahkan pihak penanggung jawab kebersihan dan masyarakat dalam melakukan *monitoring* terhadap *septic tank*.

2. METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan penelitian secara eksperimental. Penelitian ini dikembangkan secara bertahap dan diimplementasi dengan pengembangan sebuah alat eksperimen terhadap objek penelitian penulis.

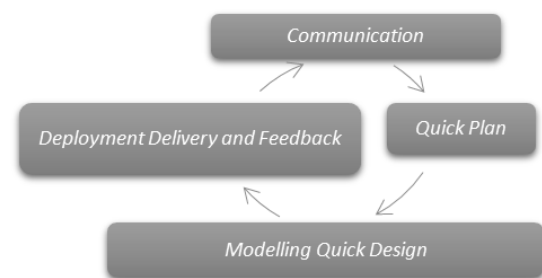
Sumber data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari bahan pustaka utama baik data dari buku, jurnal atau skripsi maupun ditambah pustaka pendukung lainnya yang dapat dijadikan acuan pembahasan dalam masalah ini, serta data yang tersedia secara *online*.

2.1 Perancangan

Metode perancangan terbagi atas dua yaitu, perancangan alat dan perancangan perangkat lunak. Adapun perancangan alat yang digunakan adalah *prototype*. Proses pengembangan sistem seringkali menggunakan pendekatan *Prototype*. Metode ini cocok digunakan untuk

menyelesaikan kesalahpahaman antara *user* dan yang timbul akibat *user* tidak mampu mendefinisikan secara jelas kebutuhannya.

Menurut O'Brien di dalam [6] *Prototype* adalah pengembangan yang cepat dan pengujian terhadap model kerja (*Prototype*) dari aplikasi baru melalui proses interaksi dan berulang-ulang yang bisa digunakan ahli sistem informasi dan ahli bisnis. desain aplikasi cepat karena menyederhanakan dan mempercepat desain sistem. Dan penelitian selanjutnya dengan menggunakan metode yang sama yaitu *prototype* adalah metode pengembangan yang berupa model fisik kerja sistem dan berfungsi sebagai versi awal dari sistem.

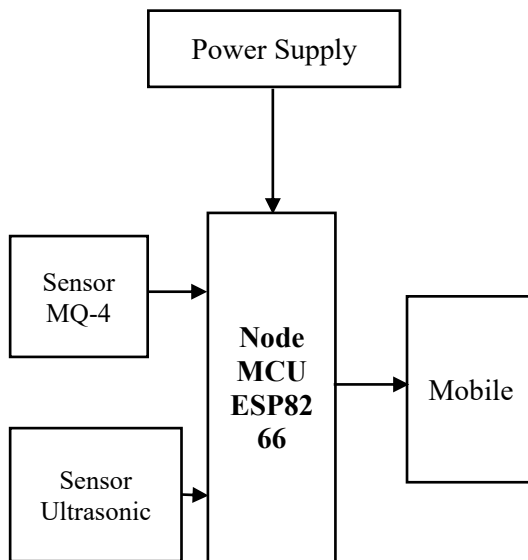


Gambar 1. Metode prototyping

Dengan metode *prototyping* ini akan dihasilkan *prototype* sistem sebagai perantara pengembang dan pengguna agar dapat berinteraksi dalam proses kegiatan pengembangan sistem informasi dan bertujuan mengumpulkan informasi dari pengguna sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan model *prototype* yang dikembangkan, sebab *prototype* menggambarkan versi awal dari sistem untuk kelanjutan sistem sesungguhnya yang lebih besar.

Perancangan alat ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8226 yang berfungsi sebagai *chip* utama dari alat ini. *Input* dari mikrokontroler ini bersumber dari beberapa sensor

pendeteksi yang mengirim sebuah nilai dan akan dibaca oleh NodeMCU dan selanjutnya mengirim notifikasi ke aplikasi.



Gambar 2. Rancangan Diagram Blok

Perancangan alat ini menghubungkan suatu sensor ke sumber listrik 5 volt terdapat pada pin NodeMCU. Sensor gas MQ-4 yang berguna sebagai pendeteksi gas metana dan sensor HC SR04 yang berfungsi sebagai pengukur ketinggian limbah akan mengirim data ke NodeMCU yang sudah diletakkan di wadah tersebut dan selanjutnya akan diproses pada NodeMCU, hasil keluaran yang diproses oleh NodeMCU akan menampilkan keadaan serta notifikasi pada aplikasi.

2.1 Pengujian

Guna memastikan bahwa sistem ini berjalan dengan semestinya maka perlu dilakukan pengujian alat, meliputi perangkat keras baik perblok maupun keseluruhan.

i. Pengujian Tiap Blok

Tujuan dari pengujian blok adalah untuk menyelesaikan nilai masukan dan nilai keluaran dari setiap blok sesuai

dengan desain yang telah selesai sebelumnya.

a) Pengujian sensor *ultrasonic* dilakukan dengan cara memasukkan sensor *ultrasonic* pada lubang yang disediakan di *septic tank*, apabila sensor bernilai < 10 cm maka ketinggian limbah pada *septic tank* aman tetapi apabila sensor bernilai > 10 cm maka berarti ketinggian limbah hampir penuh pada *septic tank*.

b) Pengujian sensor MQ-4 dilakukan dengan menguji respon yang diterima saat dimasukkan sensor kedalam *septic tank*.

Hal ini merupakan representasi dari terjadinya pendeteksian, ketika sensor bernilai < 5 maka kondisi gas metana pada *septic tank* masih aman. Rumus mengkonversi nilai konsentrasi gas (ppm) ke nilai persentasi (%)

$$\text{Persen}(\%) = \frac{\text{Konsentrasi Gas (ppm)}}{10.000} \times 100 \quad (1)$$

Tabel.1 Perbandingan Konsentrasi Gas

No	Konsentrasi Gas (ppm)	Persentase (%)
1	100	1
2	200	2
3	300	3
4	500	5
5	700	7
6	1000	10
7	1500	15
8	2000	20

- c) Pengujian sensor *ultrasonic* dilakukan dengan cara memasukkan sensor *ultrasonic* pada lubang yang disediakan di *septic tank*, apabila sensor bernilai < 10 cm maka ketinggian limbah pada *septic tank* aman tetapi apabila sensor bernilai > 10 cm maka berarti ketinggian limbah hampir penuh pada *septic tank*.
- d) Pengujian Notifikasi Pada Aplikasi. Pemeriksaan ini bertujuan melihat apakah notifikasi muncul pada layar *screen smartphone* pengguna, dengan cara memasukkan semua sensor kedalam *septic tank* agar mendeteksi keadaannya, ketika sensor membaca semua nilai maka akan dikirim ke ESP8266 untuk dikelola datanya kemudian diteruskan ke aplikasi untuk memunculkan notifikasi sebagai pemberitahuan dini mengenai keadaan *septic tank*. bisa dilihat pada gambar di bawah ini. bisa dilihat pada gambar di bawah ini

2.1.2 Pengujian Tiap Blok

Pengujian Keseluruhan Sistem

Tujuan dari pengujian sistem secara keseluruhan adalah untuk memahami kondisi kerja alat setelah perangkat keras dan perangkat lunak terintegrasi sepenuhnya.

Tata cara pengujian perangkat lunak yang digunakan pada riset ini merupakan tata cara pengujian langsung ialah dengan memakai pengujian *black box*. *Black box testing* merupakan suatu tata cara yang digunakan buat menciptakan kesalahan serta mendemonstrasikan fungsional aplikasi dikala dioperasikan, apakah *input* diterima dengan benar serta *output* yang dihasilkan sudah cocok dengan yang diharapkan.

Metode pengujian *black box* yang dipakai merupakan *Boundary value analysis*. Metode ini adalah metode pengujian aplikasi yang mengaitkan penentuan-penentuan nilai *input* serta memilah

sebagian nilai dari batasan-batasan tersebut baik luar maupun dalam dari batasan-batasan tersebut selaku informasi *test*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

Berikut tampilan hasil rancangan perangkat keras alat pendeteksi kebersihan pada *septic tank* berbasis mikrokontroler.

Hasil pada **Gambar 4** menunjukkan hasil rangkaian berbagai komponen yang terdapat pada alat tersebut, seperti *power supply*, NodeMCU ESP8266, Shield V3.



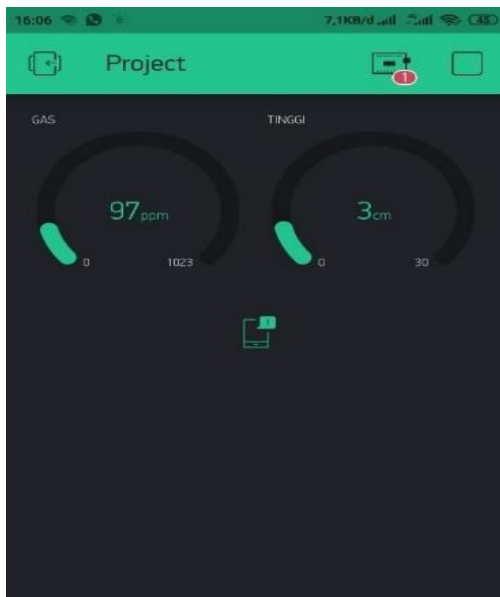
Gambar 4. Hasil Rangkaian Alat Pendeteksi pada *Septic Tank*

Kondisi dimana *septic tank* mengalami perubahan, akan menyebabkan semua sensor akan mengolah informasi yang diterima secara bersamaan sesuai dengan alur eksekusi perangkat lunak atau program selanjutnya bekerja untuk memproses hasilnya, semisal sensor *ultrasonic* atau biasa

disebut dengan sensor HC-SR04 yang bertugas untuk mendeteksi ketinggian limbah maka akan mengirim data ke NodeMCU ESP8266 setelah itu NodeMCU akan mengirim data yang telah dikelola ke program Android untuk menampilkan kondisi *septic tank* tersebut serta memunculkan notifikasi.

3.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak untuk alat ini menggunakan *Blynk*. Pada bagian *interface* ini adalah tampilan utama dalam aplikasi. Halaman ini berfungsi untuk mengetahui jumlah kadar gas yang ada pada *septic tank* serta menampilkan berapa ketinggian limbah *septic tank* dan pada aplikasi ini telah dikonfigurasi agar notifikasi muncul pada layar *smartphone* ketika keadaan gas metana ataupun ketinggian limbah pada *septic tank* itu berubah.



Gambar 5. Tampilan Aplikasi Alat Pendeteksi Kebersihan Pada *Septic Tank* Berbasis Mikrokontroler

Pada tahap awal pengujian yaitu *input* dan *output* perangkat keras serta

memperhatikan aspek – aspek komponen yang bekerja sesuai dengan yang

diinginkan. Kemudian dilakukan pengujian komponen mikrokontroler untuk memastikan apakah sudah terhubung ke sebuah jaringan dan mendapatkan IP sebelum melakukan *push* dan *update* data, setelah itu dilanjutkan dengan pengujian aplikasi Android dengan melakukan pengujian setiap *interface* dan melihat hasil di aplikasi yang telah dikerjakan. Pengujian ini dilakukan melalui tahapan percobaan sehingga dapat diketahui kesalahan yang terjadi dari setiap tahap proses yang sudah ada.

Pengujian sensor MQ-4 dilakukan dengan menguji respon yang diterima saat dimasukkan sensor ke dalam *septic tank*. Hal ini merupakan representasi dari terjadinya pendeteksian, ketika sensor bernilai < 5 maka kondisi gas metana pada *septic tank* masih aman.

3.3 Pembahasan

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor MQ-4

Pengujian Sensor MQ-4	Keterangan
Kemampuan sensor dalam mendeteksi gas	Berhasil
Sensor dalam mendeteksi gas > 5%	Berhasil
Sensor dalam mendeteksi gas < 5%	Berhasil

Ketika mikrokontroler NodeMCU ESP8266 mulai menerima daya 5V, NodeMCU ESP8266 akan mulai memeriksa keseluruhan sistem, pada saat aktif, NodeMCU akan melakukan konfigurasi agar bisa terhubung dengan jaringan yang telah diatur sebelumnya untuk mendapatkan IP, sehingga dapat mengirim data ke server yang disediakan. Setelah NodeMCU *running*, maka

pengujian dilakukan dengan cara memasukkan kedua sensor ke dalam lubang yang telah disediakan di *septic tank*. Jika sensor MQ-4 mendeteksi gas dengan nilai tertentu maka sensor ini bekerja dengan benar dengan asumsi bahwa nilai <299 maka kondisi gas metana yang ada di dalam *septic tank* tergolong aman tetapi apabila nilai sensor berada di atas >299 maka kondisi gas metana yang berada dalam *septic tank* kepenuhan dan menjadi tidak aman. Pengujian sensor ultrasonik dengan memeriksa respon sensor terhadap benda yang ada didepannya melalui pengukuran tegangan pada *output*-nya. Tegangan yang terukur berkisar pada rentang 0 sampai 5V. Jarak akan tampil dalam aplikasi dengan satuan cm.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor HC SR04

Pengujian Sensor HC SR04	Keterangan
Kemampuan sensor dalam mendeteksi ketinggian	Berhasil
Sensor dalam mendeteksi gas > 10 cm	Berhasil
Sensor dalam mendeteksi gas < 10 cm	Berhasil

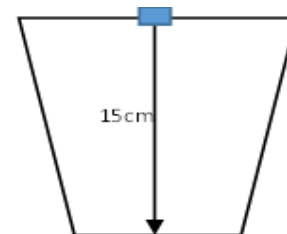
Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 2.** kemampuan sensor dalam mendeteksi gas, dimana menunjukkan menggunakan sensor MQ-4 berhasil dan dapat menghitung konsentrasi gas yang ada pada *septic tank*.

Hasil dalam **Tabel 3.** menunjukkan bahwa kemampuan sensor HC-SR04 dapat membaca nilai ketinggian limbah di dalam *septic tank* buatan. Adapun pada **Tabel 4.** menunjukkan NodeMCU yang digunakan sebagai mikrokontroler berhasil menerima data dari kedua sensor serta mengirim data ke aplikasi Blynk yang fungsinya sebagai

penyedia informasi dan menampilkan kondisi *septic tank*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Keseluruhan

Pengujian Keseluruhan Alat	Keterangan
Kemampuan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 mendapatkan jaringan dan mengirim data	Berhasil
Kemampuan sensor MQ-4 mendeteksi gas metana buatan	Berhasil
Kemampuan sensor <i>Ultrasonic</i> mendeteksi ketinggian limbah	Berhasil
Kemampuan aplikasi <i>Blynk</i> menampilkan data	Berhasil



Gambar 5. MQ-4 Diatur pada ketinggian 15cm dari dasar *septic tank* buatan

Pengujian aplikasi *mobile* menggunakan Android yang menampilkan data dari NodeMCU ESP8266 melalui aplikasi Blynk. Data yang ditampilkan terbagi dua yaitu data konsentrasi gas dan ketinggian limbah. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 buah sensor yaitu sensor MQ-4 yang berfungsi untuk mendeteksi konsentrasi gas (ppm) dalam bentuk persentase dan sensor *ultrasonic* untuk mendeteksi ketinggian limbah.

Pengujian ini juga dilakukan untuk menguji tegangan sensor yang masuk ketika mendeteksi keadaan *septic tank*. Pada **Tabel 4** dan **Tabel 5** memperlihatkan hasil pengujian keseluruhan alat pendeteksi kebersihan pada *septic tank* menggunakan sensor MQ-4 dan sensor *ultrasonic* HC-SR04.

Tabel 5. Pengujian tegangan Sensor MQ-4

No	Jarak antara sensor ke limbah	Tegangan (V)	Konsentrasi Gas (%)
1.	5cm	4,98	11%
2.	7cm	4,93	8%
3.	10cm	4,20	5%
4.	13cm	3,48	3%
5	14cm	3,21	2%

Hasil pada **Tabel 5.** dapat merangkum informasi yang kita dapatkan dari hasil pengamatan bahwa apabila sensor berjarak 5 cm dengan limbah di dalam *septic tank* menghasilkan tegangan sebesar 4,98 V dengan konsentrasi gas yang dihasilkan sebanyak 11% sebaliknya ketika sensor berjarak 13 cm dengan limbah maka tegangan yang dihasilkan sebesar 3,48 dan gas yang dideteksi 3% artinya semakin jauh jarak antara sensor dengan limbah maka tegangan semakin rendah dan juga gas yang dideteksi semakin rendah.

Tabel 6. Pengujian tegangan Sensor Ultrasonic

No	Jarak antara sensor ke limbah	Tegangan (V)
1.	5cm	5,06
2.	7cm	5,05
3.	10cm	5,05
4.	13cm	5,05

Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak limbah maka tegangan semakin rendah. Ini berarti bahwa dengan *septic tank* yang lebih besar (panjang) maka

tegangan akan semakin rendah. Dengan kata lain sensitivitasnya lebih rendah.

Pendeteksi kebersihan pada *septic tank* menggunakan sensor gas MQ-4 serta sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengetahui kondisi *septic tank*. Data ini akan dikelola oleh Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan informasinya akan diteruskan ke aplikasi Android sehingga bisa dimonitor secara *real-time* keadaan ketinggian ataupun konsentrasi gas di dalamnya.

Tegangan yang masuk pada sensor MQ-4 nilainya bervariasi. Semakin besar nilai konsentrasi gas maka semakin tinggi nilai tegangannya, begitupun sebaliknya. Nilai tegangan pada Sensor HC-SR04 yang masuk juga nilainya bervariasi. Bila nilai tegangannya mengecil maka jarak objek akan semakin jauh, namun bila nilai tegangannya membesar maka jarak objek deteksi semakin dekat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan bahwa alat pendeteksian kebersihan ini berhasil memberikan informasi dini mengenai kondisi *septic tank* sehingga pengguna dapat melakukan antisipasi dan tindakan preventif untuk memelihara kebersihan. Alat ini juga memiliki keunggulan karena pemilik dapat memantau keadaan *septic tank* melalui internet (IoT).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Andhika, Y. Lanti, and P. Setyono, "Pengaruh Paparan Gas Metana (Ch4), Karbon Dioksida (Co2) dan Hidrogen Sulfida (H2S) Terhadap Keluhan Gangguan Pernapasan Pemulung Di Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Klotok Kota Kediri," *Jurnal Ekosains*, vol. 7, no. 2, 2015.

- [2] “Potensi Pengaplikasian Sistem Instrumentasi Sebagai Pendeteksi Gas Metana (CH₄) yang Terkandung dalam Biogas - PDF Free Download.”
<https://docplayer.info/42455596-Potensi-pengaplikasian-sistem-instrumentasi-sebagai-pendeteksi-gas-metana-ch-4-yang-terkandung-dalam-biogas.html> (accessed Dec. 07, 2021).
- [3] S. I. Masruroh, B. E. Cahyono, and A. T. Nugroho, “Deteksi Sebaran Gas Metana (CH₄) di Tempat Penampungan Akhir (TPA) Pakusari Jember Menggunakan Sensor TGS 2611,” Apr. 2019, Accessed: Dec. 07, 2021. [Online]. Available: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/97080>
- [4] J. Asrul, S. Anwar, E. Efendi, and M. D. Putra, “Rancang Bangun Alat Monitoring Gas Metan Di Dalam Tambang Batu Bara Berbasis Android,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 20–28, Jan. 2018, Accessed: Dec. 07, 2021. [Online]. Available: <https://ejournal.itp.ac.id/index.php/telektro/article/view/3133704>
- [5] R. I. Putri, “PENDETEKSI GAS METAN PADA SISTEM BIOGAS BERBASIS MIKROKONTROLER.”
<https://text-id.123dok.com/document/yn4jr11z-pendeteksi-gas-metan-pada-sistem-biogas-berbasis-mikrokontroler.html> (accessed Dec. 07, 2021).
- [6] J. A. O’Brien, “(PDF) Introduction to Information Systems”.