



Tempat Sampah Pintar Dengan Logika *Fuzzy* Berbasis *NodeMCU*

Mhd Furqan, Rakhmat Kurniawan, Indri Gusmita Br Rambe

mfurqan@uinsu.ac.id, rakhmat.kr@uinsu.ac.id, indrigusmita@uinsu.ac.id

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Informasi Artikel

Diterima : 21-02-2020

Direview : 06-03-2020

Disetujui : 26-03-2020

Kata Kunci

tempat sampah pintar;
logika *fuzzy*; *NodeMCU*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang tempat sampah secara otomatis. Tempat sampah pintar ini dibuat menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek dan volume ketinggian sampah, sedangkan *NodeMCU* sebagai pusat pengolahan data serta LCD yang berfungsi sebagai keluaran informasi. Tempat sampah ini menggunakan logika *fuzzy* untuk menghasilkan keluaran status volume ketinggian sampah mulai dari kosong hingga penuh, dan petugas kebersihan bisa melakukan pengecekan volume tempat sampah secara efisien dan efektif melalui web aplikasi. Berdasarkan hasil pengujian, sistem sensor memiliki tingkat akurasi dan presisi yang baik yaitu sebesar 93.4%.

Keywords

smart trash; *fuzzy logic*;
NodeMCU

Abstract

This research aimed to design a smart dustbin. The smart dustbin was made by using ultrasonic sensors to detect the object and the volume of trash height. NodeMCU was used as data processing center, and LCD used as information output. The dustbin also using fuzzy logic to produce the volume status output of the trash height. It's starting from empty to fully loaded. The janitor also can do re-check of the dustbin's volume efficiently and effective through web application. Based on the testing result, the conclusion of the research is the sensor system has accuracy of precision rate of 93,4.

A. Pendahuluan

Tempat sampah merupakan wadah untuk menampung sampah sementara dalam berbagai macam jenis sampah [1]. Sebagaimana yang kita ketahui, bahwa masih banyak orang yang tidak membuang sampah pada tempatnya, penyebabnya rasa malas dan enggan untuk membuang sampah. Rasa malas dan enggan mungkin muncul dikarenakan harus membuka dan menutup tempat sampah dalam keadaan kotor dan bau. Maka dari itu untuk membuat rasa kepedulian terhadap lingkungan yang bersih dan sehat dibuatlah cara yang unik dan inovatif untuk membuat tempat penampungan sampah yang baik [2]. Karena tempat sampah yang baik dapat mempengaruhi terciptanya lingkungan yang sehat dan bersih [3]. Salah satu perkembangan teknologi paling populer saat ini adalah konsep IoT atau *Internet of Things* yang dapat digambarkan sebagai koneksi benda fisik ke jaringan internet [4]. Objek fisik ini dapat berupa peralatan elektronik dan terhubung ke perangkat keras yang biasanya tertanam dalam berbagai jenis peralatan sehingga terhubung ke internet [5]. Salah satu contoh perangkat keras tertanam yang dapat digunakan adalah *NodeMCU* yang sering digunakan pada peralatan canggih sebagai pengontrol kerja. Perangkat ini biasanya digunakan sebagai pusat akses atau penghubung antara internet dan sensor sehingga data dari sensor ini dapat diakses melalui internet [6].

Pada penelitian ini, penulis akan membuat tempat sampah pintar dengan menerapkan logika *fuzzy* yang dapat mengontrol pembukaan dan penutupan tempat sampah. Logika *fuzzy* digunakan sebagai komputasi dengan kata-kata ketika informasi yang tersedia terlalu tidak jelas atau kabur, dengan set *Fuzzy* dapat melakukan kendala *fuzzy* pada variabel sebagai asumsi komputasi. Pemanfaatan perangkat mikrokontroler *NodeMCU* yang telah mengintegrasikan modul wifi ESP8266 dengan mengkonfigurasi program yang telah dilintasi maka dapat dihubungkan ke aplikasi web [7].

Implementasi tempat sampah pintar yang berbasis *NodeMCU* ini masing-masing terhubung dengan sensor ultrasonik, motor *servo*, LCD 16x2 dan perangkat lainnya [8]. Tempat sampah ini juga dapat dimonitoring langsung oleh petugas kebersihan secara *real time* [4]. Adanya tempat sampah dapat mengurangi bahaya infeksi kuman, bakteri dan virus yang berasal dari sampah yang menumpuk dan memberikan kesan membuang sampah pada tempatnya itu menyenangkan dan membuat orang lebih praktis dan higienis [9].

B. Metode Penelitian

Tempat sampah pintar ini menggunakan 2 (dua) sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek dan mendeteksi ketinggian volume tempat sampah. Apabila tempat sampah dalam keadaan kosong dan belum penuh, maka *NodeMCU* akan memerintahkan motor *servo* untuk membuka tutup tempat sampah.

Volume sampah pada tempat sampah memiliki lima kondisi yaitu kosong, sedikit, setengah, hampir penuh dan penuh. Oleh sebab itu diperlukan proses fuzzifikasi untuk dapat menentukan status volume tempat sampah berdasarkan ketinggian sampah. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat abu-abu, juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik. Keunggulan teori logika *fuzzy* adalah kemampuan dalam proses penalaran sehingga dalam desainnya tidak membutuhkan persamaan matematika dari objek yang akan dikontrol [10].

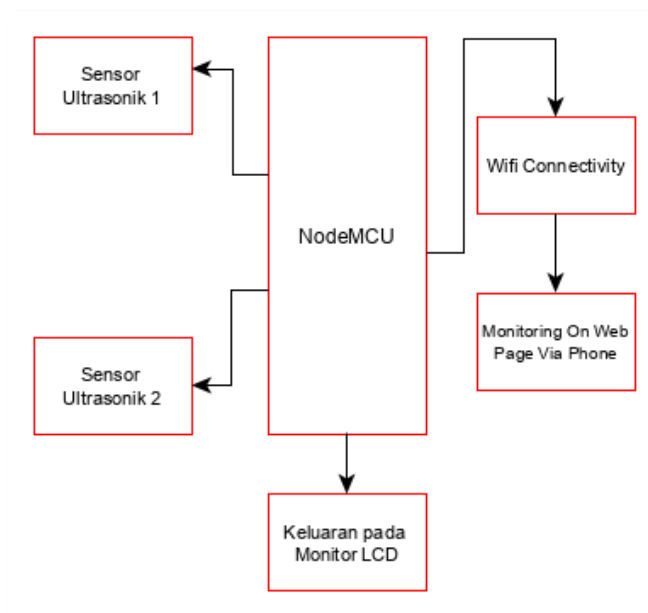
NodeMCU mendeteksi objek dengan jarak 0-50 cm dan membaca ketinggian sampah dari 0-30 cm dengan rentang nilai tersebut akan dijadikan 5 variabel linguistik yaitu :

Tabel 1. Himpunan *Fuzzy*

No	Variabel Kondisi	Tinggi Sampah
1	Kosong	0-6cm
2	Sedikit	6-12cm
3	Setengah	12-18cm
4	Hampir Penuh	18-24cm
5	Penuh	24-30cm

Volume ketinggian sampah pada tempat sampah ini dibagi menjadi 5 kondisi yaitu ketika ketinggian sampah dalam kondisi kosong sampai dengan hampir penuh maka sensor ultrasonik otomatis tutup tempat sampah akan terbuka dan apabila ketinggian sampah dalam kondisi penuh maka otomatis tutup tempat sampah tidak akan terbuka.

Diagram blok sistem memiliki peran yang sangat penting. Adapun diagram blok sistem pada rancangan yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1.



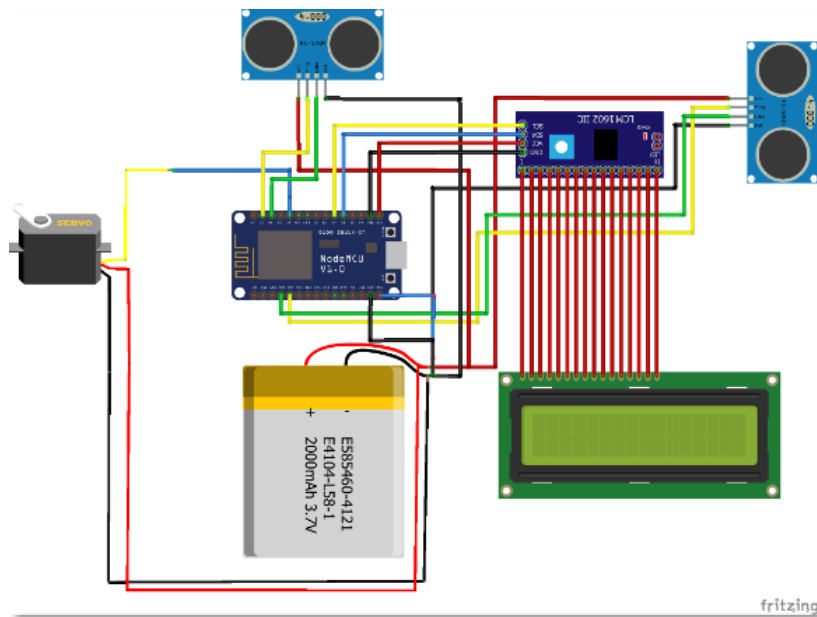
Gambar 1. Diagram Blok Sistem Tempat Sampah

Berdasarkan Gambar 1. jika *power* dihidupkan dengan menggunakan catu daya, maka semua kontrol pada *NodeMCU* akan bekerja. Ketika sensor ultrasonik 1 (satu) mendeteksi objek dengan jarak 50 cm maka sensor ini memancarkan gelombang ultrasonik lalu menerima gelombang pantulannya dengan menghitung waktu tempuh gelombang ultrasonik, maka jarak sensor dengan target dapat dihitung. Jika jarak objek lebih dari 50 cm maka otomatis tutup tempat sampah tidak dapat terbuka.

Ketika sensor ultrasonik 2 (dua) mendeteksi ada sampah yang masuk maka sensor ini memancarkan gelombang ultrasonik lalu menerima gelombang pantulannya dengan menghitung waktu tempuh gelombang ultrasonik [11], maka secara otomatis sensor akan mendeteksi ketinggian volume tempat sampah dengan status kondisi yang sudah

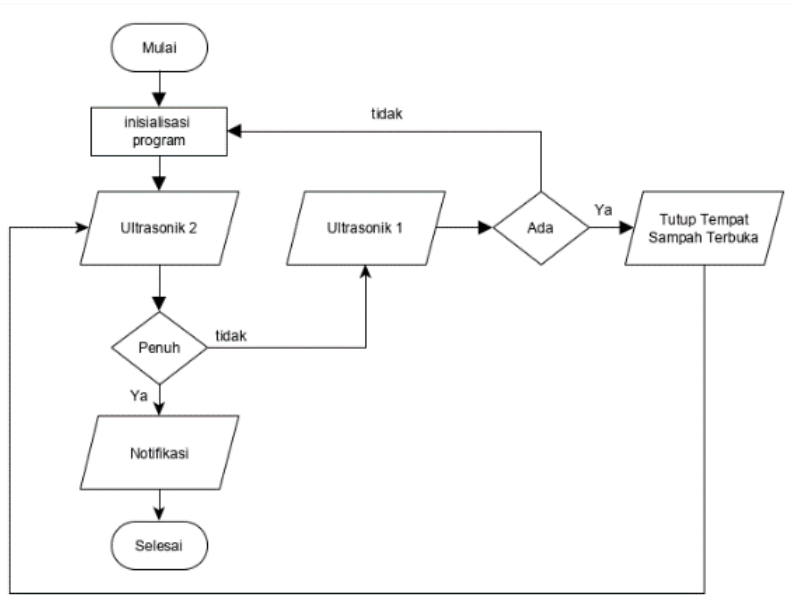
ditanamkan di sistem menjadi lima kondisi yaitu : kosong, sedikit, setengah, hampir penuh dan penuh. Nilai yang di proses melalui *NodeMCU* akan di tampilkan pada layar LCD. Motor *servo* berfungsi sebagai penggerak membuka dan menutup tempat sampah dan fungsi aplikasi web sebagai antarmuka sistem pemantauan [12].

Perancangan rangkaian robot diperlukan untuk merancang *layout* pada *bread board* sekaligus untuk mempermudah dalam melakukan *troubleshoot* rangkaian apabila timbul permasalahan dari rangkaian yang telah dibuat [13]. Rangkaian tempat sampah pintar secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.

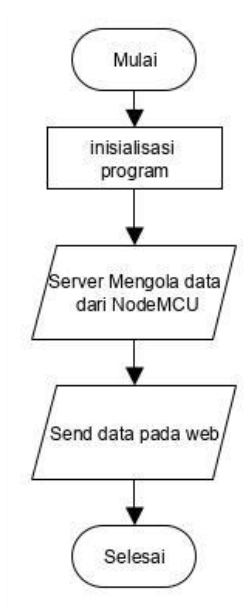


Gambar 2. Rangkaian Sistem Tempat Sampah Pintar

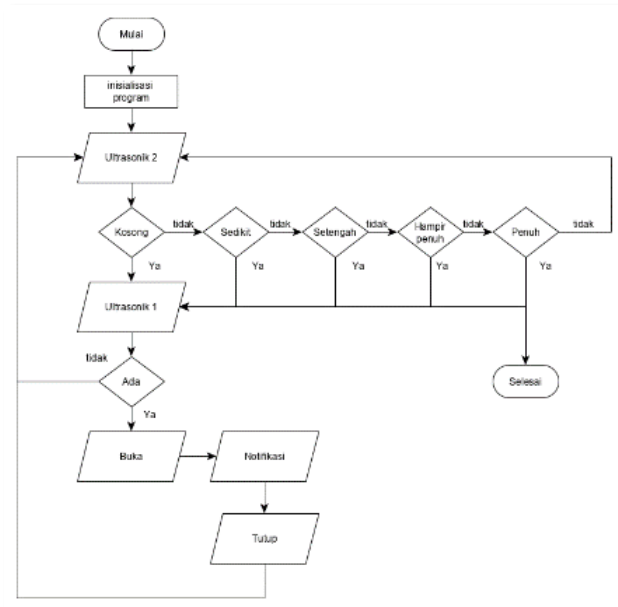
Perancangan *flowchart* robot pengangkut tempat sampah merupakan gambaran dari sistem kerja yang akan berjalan pada robot pengangkut tempat sampah serta mempermudah dalam perancangan perangkat lunak [14]. *Flowchart* tersebut terdiri dari *flowchart* rangkaian kerja perangkat keras yang ditunjukkan pada Gambar 3. *Flowchart* monitoring yang dapat dilihat pada Gambar 4, dan *flowchart* sistem kerja *fuzzy* keseluruhan yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3 Flowchart Rangkaian Kerja Perangkat Keras



Gambar 4 Flowchart Monitoring



Gambar 5. Flowchart Sistem Kerja Fuzzy Secara Keseluruhan

Flowchart menunjukkan sistem kerja perangkat pada deteksi ketinggian sampah pada tempat sampah [15]. Sistem deteksi yang akan dibuat adalah sistem deteksi secara otomatis menggunakan metode fuzzy dengan feedback dari sensor ultrasonik [16]. Prinsip kerjanya adalah setelah start, sistem akan menganalisis data. Data yang akan dianalisis oleh sistem adalah input dan output. Kemudian sensor ultrasonik 2 (dua) akan mendeteksi ketinggian sampah yang masuk pada tempat sampah dengan data hasil yang diterima apakah kondisi tempat sampah dalam keadaan kosong, sedikit, setengah, hampir penuh, dan penuh. Jika penuh maka sensor ultrasonik 1 (satu) akan bekerja sesuai dengan fungsi yaitu mendeteksi ada tidaknya objek yang terdeteksi mendekati tempat sampah. Jika ada, maka otomatis tutup tempat sampah terbuka dan keluaran dari LCD sebagai notifikasi dan jika tidak, maka sistem kembali mengarah ke sensor ultrasonik 2 (dua) untuk bekerja.

Alat ini bekerja sesuai dengan prinsip kerja fuzzy. Data yang dihasilkan dari sensor diproses menggunakan algoritma fuzzy. Proses dalam logika fuzzy dibagi menjadi 3, yaitu fuzzifikasi, rule evaluation, dan defuzzifikasi [17].

Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman C. Bahasa C merupakan bahasa pemrograman terstruktur, strukturnya menggunakan fungsi-fungsi sebagai program-program bagian (subroutine) [18]. Bahasa C juga merupakan compiler, yang akan menghasilkan executable program dan banyak dibutuhkan oleh program-program komersial [19].

C. Hasil dan Pembahasan

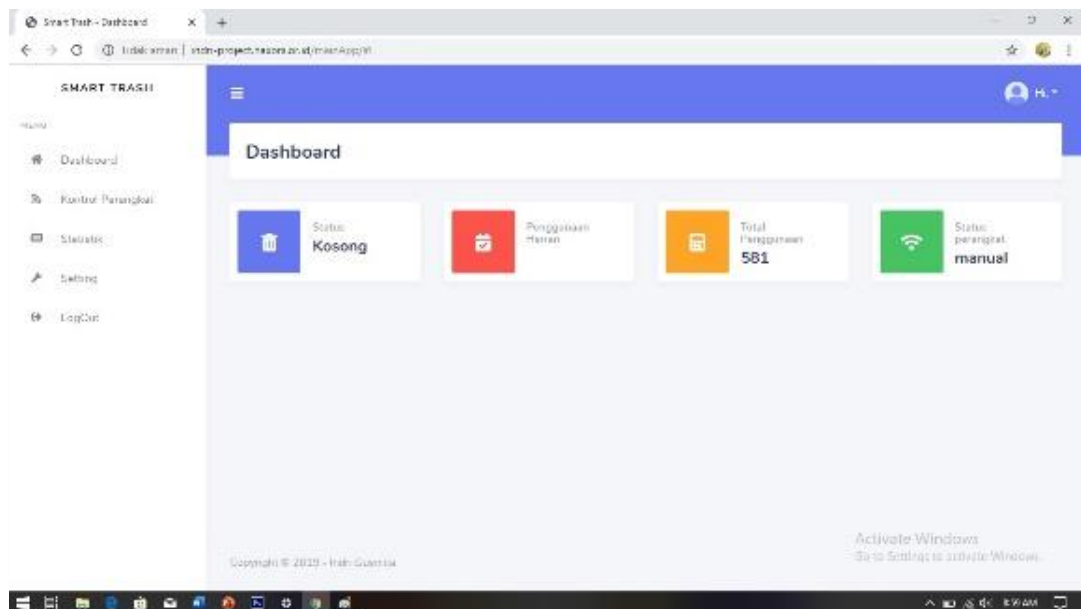
Hasil dari pada aplikasi NodeMCU pada tempat sampah pintar menggunakan sensor ultrasonik berupa robot pengangkut tempat sampah yang dapat diimplementasikan ke lingkungan masyarakat untuk membantu permasalahan masyarakat terhadap sampah. Implementasi dan pengujian sistem dilakukan untuk membuktikan apakah rangkaian yang telah dibuat berfungsi sesuai rencana atau tidak. Setiap pengujian dilakukan dengan

cara pengukuran yang nantinya akan digunakan untuk menganalisis *hardware* dan *software* pendukung [20]. Hasil perancangan tempat sampah pintar dimana masing-masing komponen telah terpasang dengan baik dan siap untuk dijalankan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tempat Sampah

Keseluruhan rangkaian ini akan di uji coba berdasarkan program yang telah dibuat untuk mengendalikan kinerja robot. Tampilan aplikasi web dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Web

Dalam mendeteksi volume sampah pada tempat sampah pintar ini menggunakan sensor ultrasonik. Data yang diterima dari sensor ultrasonik selanjutnya akan diolah oleh *NodeMCU*. Ketika data yang diterima telah dieksekusi, maka *NodeMCU* akan melakukan proses fuzzifikasi terhadap volume sampah yang berkisar antara 0-30 cm. Rentang tersebut akan dijadikan lima variabel linguistik. Kemudian variabel linguistik

tersebut akan digunakan untuk menentukan status kondisi volume sampah pada tempat sampah. Logika *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 8.



```
File Edit Sketch Tools Help
//FuzzyFibonacci

//Kosong
for(int sensor = 0; sensor < sensorArray.length; )
{
  if(sensor < 50 || sensor >= 50)
  {
    kondisi = 0;
  }
}

//Sedikit
for(int sensor = 0; sensor < sensorArray.length; )
{
  if(sensor < 12 || sensor >= 12)
  {
    kondisi = 6;
  }
}

//Setengah
for(int sensor = 0; sensor < sensorArray.length; )
{
  if(sensor < 18 || sensor >= 18)
  {
    kondisi = 12;
  }
}

//Hampir Penuh
for(int sensor = 0; sensor < sensorArray.length; )
{
  if(sensor < 24 || sensor >= 24)
  {
    kondisi = 18;
  }
}

//Penuh
for(int sensor = 0; sensor < sensorArray.length; )
{
  if(sensor < 30 || sensor >= 30)
  {
    kondisi = 24;
  }
}

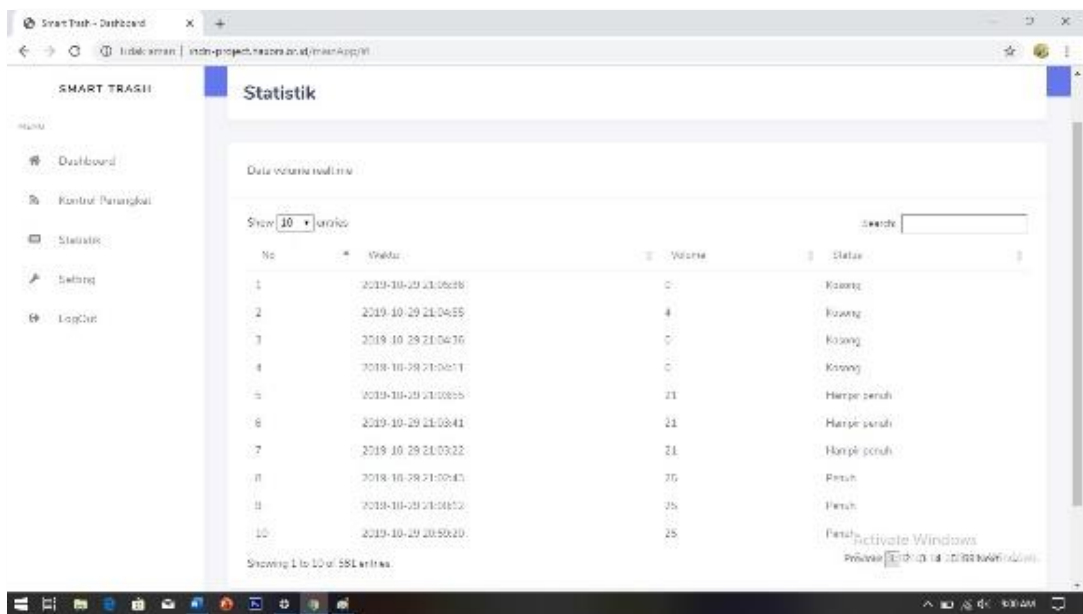
//Output
for(int kondisi = 0; kondisi < kondisiArray.length; )
{
  if(kondisi < 6 || kondisi >= 6)
  {
    output = 0;
  }
}
```

Gambar 8. Logika *Fuzzy* pada Arduino IDE

Tahap pengujian sistem dilakukan setelah semua komponen telah dipasang dan sistem siap untuk beroperasi. Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem bekerja sesuai dengan keinginan atau tidak. Sensor ultrasonik 1 (satu) akan diuji sesuai dengan kebutuhan program yang dirancang penulis yaitu jarak maksimum yang dapat dideteksi oleh sensor maksimal 50 cm, jika lebih dari itu, sensor tidak akan mendeteksi objek. Sensor ultrasonik 2 (dua) dilakukan pengujian untuk mengetahui volume tempat sampah, dalam hal ini pengujian yang dilakukan penulis untuk mengukur tinggi tempat sampah yaitu nilai rentang 1-30 cm dengan masing-masing nilai rentang yang telah ditentukan. Untuk status kondisi kosong dengan nilai (0-6), status kondisi sedikit (6-12), status kondisi setengah (12-18), status kondisi hampir penuh (18-24), dan status kondisi penuh (24-30). Pengujian ini dilakukan dengan mengisi tempat sampah pintar mulai dari kosong hingga penuh. Memeriksa posisi sensor ultrasonik juga harus dipertimbangkan untuk menghasilkan *output* yang akurat dan sensor terhubung dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian, sistem web aplikasi pengukuran melalui logika *fuzzy* yang tertanam pada tempat sampah pintar ini sudah bekerja dengan baik. Tempat sampah dalam keadaan kosong dan terisi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tempat Sampah Dalam Keadaan Kosong dan Terisi



No	Waktu	Volume	Status
1	2019-10-29 21:06:28	0	Kosong
2	2019-10-29 21:04:55	4	Kosong
3	2019-10-29 21:06:36	0	Kosong
4	2019-10-29 21:04:11	0	Kosong
5	2019-10-29 21:05:55	21	Hampir penuh
6	2019-10-29 21:08:41	21	Hampir penuh
7	2019-10-29 21:03:22	21	Hampir penuh
8	2019-10-29 21:05:45	25	Penuh
9	2019-10-29 21:04:52	25	Penuh
10	2019-10-29 20:55:20	25	Penuh

Gambar 10. Hasil Pengujian Pada Web Aplikasi

Gambar 10. Menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan beberapa kali dalam percobaan pembuangan sampah. Kemudian akan dilakukan pencatatan volume sampah pada tempat sampah dan pengujian dilakukan sebanyak 12 kali. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian

No	Nilai Volume	Status Kondisi
1	6	Kosong
2	5	Kosong
3	12	sedikit
4	10	Sedikit
5	11	Sedikit
6	16	Setengah
7	17	Setengah
8	18	Setengah
9	22	Hampir Penuh
10	23	Hampir Penuh
11	26	Penuh
12	28	Penuh

D. Simpulan

Setelah melakukan studi literatur, analisis dan perancangan tempat sampah pintar dengan metode logika *fuzzy* berbasis *NodeMCU*, maka dapat disimpulkan bahwa tempat sampah yang dirancang ini sangat berguna untuk masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan sekitar dan berdasarkan pengujian ditemukan bahwa sensor ultrasonik bekerja dengan baik dalam mendeteksi objek. Pendeteksian objek dalam jarak > 50 cm secara otomatis tutup tempat sampah tidak akan terbuka dan jika jarak < 50 cm otomatis tutup tempat sampah terbuka. Selain itu, pengukuran volume tempat sampah menggunakan kondisi < 25 cm tempat sampah terbuka secara otomatis dan kondisi > 25 cm tempat sampah tertutup secara otomatis. Logika *fuzzy* yang diterapkan terhadap sistem yang dibuat berhasil menentukan status volume sampah.

E. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada sivitas akademika Universitas Islam Negeri Medan Sumatera Utara dan Prodi Ilmu Komputer atas dukungan dan partisipasinya.

F. Referensi

- [1] J. Dobiki, "Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan di Pulau Kumo dan Pulau Kakaeta di Kabupaten Halmahera Utara," *J. Spasial*, vol. 5, pp. 220–228, 2018.
- [2] J. Sahil, M. Henie, I. Al, F. Rohman, and I. Syamsuri, "Sistem Pengelolaan dan Upaya Penanggulangan Sampah Di Kelurahan Dufa- Dufa Kota Ternate," *Sanitasi Lingkungan*, vol. 4, no. 2, pp. 478–487, 2016.
- [3] G. Raya, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Atmega 328," *Sekripsi*, pp. 1–53, 2018.
- [4] R. Ahmad and N. Hayati, "Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT," vol. 4, no. 2, 2019.
- [5] P. Waher, *Learning Internet of Things*. Birmingham: Packt Publishing, 2015.
- [6] N. D. Putra, "Wireless Smart Tag Device Sebagai Sistem Keamanan Rumah Sistem Keamanan Rumah," *Skripsi*, 2018.
- [7] R. Yahya, "Purwarupa Kotak Sampah Pintar Berbasis IoT (Internet Of Things)," 2018.

-
- [8] M. Syaifudin, F. Rofii, and A. Qustoniah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Dan Penerangan Jalan Berbasis Wireles Sensor Network (Wsn)," *Transmisi*, vol. 20, no. 4, p. 158, 2019.
- [9] H. Fitriyah and G. E. Setyawan, "Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 3258–3265, 2019.
- [10] A. Z. Fauzi, "Pengenalan Pola Ruang pada Mobile Robot Menggunakan Metode Neural Network," Institut Teknologi Surabaya, 2010.
- [11] A. Suyono and M. Haryanti, "Perancangan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino dan GSM SIM 900," *J. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 149–159, 2016.
- [12] H. P. Putra and S. N. Wahid, "Pembuatan Trainer Tempat Sampah Otomatis Guna Menyasati Masalah Sampah Di Lingkungan Masyarakat (Making Automatic Trash Trainer To Get Rid of Waste Problems in the Community Environment)," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 1, p. 120, 2019.
- [13] S. Sukarjadi, A. Arifiyanto, D. T. Setiawan, and M. Hatta, "Perancangan Dan Pembuatan Smart Trash Bin Di Universitas Maarif Hasyim Latif," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–110, 2017.
- [14] N. M. Ibrahim, H. A. Widodo, E. Setiawan, J. Teknik, and K. Kapal, "Prototipe Sistem Kontrol dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic dan Pemantauan Sumber Air Berbasis IOT (Internet Of Thing) serta Pendeteksi Kebocoran pada Pipa," *Pros. Semin. Nas. MASTER*, vol. 1509, pp. 211–216, 2018.
- [15] L. Sitorus, *Algoritma dan Pemrograman*. Yogyakarta: Andi Offset, 2015.
- [16] R. Antoni, "Analisis dan Implementasi Sistem Sensor Pada Tempat Sampah Otomatis Dengan Metode Fuzzy Berbasis Mikrokontroler," 2015.
- [17] E. Irwansyah and M. Faisal, *Advanced Clustering Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: DeePublish, 2015.
- [18] D. Wirdasari, "Membuat Program dengan Menggunakan Bahasa " C "," *Saintikom*, vol. 8, no. 1, pp. 394–409, 2010.
- [19] S. Suhada, H. Helmi, and M. Furqan, "Aplikasi Mikrokontroler Atmega8535 Pada Robot Cerdas Pengangkut Tempat Sampah (Box) Menggunakan Sensor Warna Tcs3200," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 3, no. 4, p. 293, 2019.
- [20] D. Sasmoko and Y. A. Wicaksono, "Implementasi Penerapan Internet Of Things(IoT) Pada Monitoring Infus Menggunakan ESP 8266 Dan Web Untuk Berbagi Data," *J. Ilm. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 90–98, 2017.