

Sistem Monitoring Kapasitas Sampah Pada Bak Sampah Secara *Real-Time* Berbasis *Internet of Things*

Reza Rahmansa^{1*}, Toibah Umi Kalsum², Hendri Alamsyah³

^{1,2,3} Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu

¹rezarahmansa08@gmail.com, ²cicik.umie@gmail.com, ³hendri.alamsyah@unived.ac.id



Histori Artikel:

Diajukan: 24 Juni 2023

Disetujui: 03 Juli 2023

Dipublikasi: 04 Juli 2023

Kata Kunci:

Nodemcu ESP-8266, Sensor Ultrasonik, Thingier IO, Bak Sampah

Digital Transformation Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak

Sampah merupakan salah satu masalah yang hadir di masyarakat terutama di daerah perkotaan. Pengelolaan sampah selalu menjadi penting untuk dikaji, karena kesadaran masyarakat tentang pengolahan sampah yang baik masih rendah. Pengawasan pembuangan sampah jika tidak dilakukan secara teratur atau terjadinya keterlambatan dalam pengecekan kapasitas sampah akan menimbulkan penumpukan sampah secara berlebihan di tempat sampah sehingga dapat menyebabkan bau tidak sedap serta menjadi sumber penyakit di sekeliling tempat sampah. Pada prakteknya pengawasan sampah mengenai data informasi kapasitas sampah dan jenis sampah pada dasarnya dilakukan oleh petugas sampah masih secara manual. Maka pada penelitian ini didesain sebuah *prototype* sistem *monitoring* ketinggian kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *water fall*, dengan menggunakan sensor ultrasonik untuk membaca data ketinggian kapasitas sampah kemudian akan dihubungkan dengan nodemcu ESP-8266 sebagai otak dalam memproses data yang masuk. Selanjutnya nodemcu ESP-8266 akan mengirimkan data ke Platform Thingier IO sehingga petugas dapat *memonitoring* kapasitas sampah pada bak sampah. Hasil yang diperoleh pada saat penelitian kapasitas sampah pada jarak 20 cm, 30 cm dan 42 cm secara garis besar telah sesuai dengan yang diinginkan. Akan tetapi pada jarak 42 cm di *user interface* terbaca 40 cm, ada selisih 2 cm yang disebabkan oleh *error sensor*.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah yang hadir di masyarakat terutama di perkotaan. Pengelolaan sampah selalu menjadi penting untuk dikaji, di banyak negara pengelolaan sampah merupakan salah satu masalah global pada pengelolaan sampah yang ideal. Pengawasan sampah jika tidak dilakukan secara teratur atau terlambat dalam pengecekan akan terjadinya penumpukan sampah secara berlebihan di tempat sampah yang menyebabkan tercium bau tidak sedap di sekelilingnya. Pengawasan sampah termasuk untuk mendapatkan data informasi mengenai kapasitas sampah, jenis sampah pada tempat sampah yang pada dasarnya pemantauan sampah yang dilakukan oleh petugas sampah masih secara manual. Oleh sebab itu akan adanya keterlambatan mendapatkan informasi jika tempat sampah sudah terisi penuh. Maka perlu dilakukan *monitoring* dari jarak jauh sehingga dapat dilakukan di mana saja dan kapan pun (Rozzi, Y.A., 2020).

Adapun jenis sampah dapat terbagi dalam 2 jenis yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik ialah sampah atau limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup yang berada di alam di antaranya seperti hewan dan tumbuhan. Berbeda dengan sampah organik, dimana sampah anorganik merupakan salah satu masalah terbesar yang sampai saat ini bisa kita temukan di tengah masyarakat yang dapat menyebabkan terjadinya dampak yang buruk untuk kehidupan manusia. Hal tersebut disebabkan dari banyaknya sampah anorganik yang berada di sekeliling lingkungan kita yang tentunya dapat mencemari lingkungan hidup karena sampah jenis ini tidak bisa terurai secara alami dalam waktu yang singkat.

Pada umumnya sampah diambil oleh petugas pengambil sampah dengan sistem penjadwalan pengambilan. Jika sampah sudah terisi penuh dan tidak ada jadwal pengambilan maka tempat sampah dan di sekitarnya akan menjadi kumuh dikarenakan masyarakat akan menaruh sampah di sekeliling tempat sampah yang sudah terisi penuh. Pembersihan sampah yang dilakukan petugas sampah terkadang mengalami keterlambatan dan pemeriksaan tempat sampah masih secara manual. Untuk *memonitoring* sampah dalam mendapatkan informasi jika sampah sudah penuh maka dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat mengirimkan informasi kapasitas sampah secara otomatis menggunakan IoT.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Satya dkk, 2019) dalam jurnal penelitiannya yang berjudul Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem *Monitoring* Ketinggian. Menyimpulkan bahwa untuk mempermudah pengukuran pada pengukuran panjang umumnya hanya bisa

diukur melalui pengukuran manual yaitu mengukur perangkat yang ingin diketahui panjangnya. Untuk membuat *prototype* alat ukur jarak digital berbasis mikrokontroler Arduino Due menggunakan sensor HCSR04. Persamaan yaitu bertujuan untuk mengukur ketinggian atau mendeteksi objek tanpa harus dilakukan secara manual.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Suwarno dkk, 2019) dalam jurnal penelitiannya yang berjudul Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic. Menyimpulkan bahwa untuk mewujudkan lingkungan yang bersih dan indah membutuhkan tempat sampah yang lebih menarik, praktis dengan memanfaatkan teknologi modern yaitu membuat tempat sampah otomatis berbasis mikrokontroler. Adapun persamaannya untuk mempermudah mengawasi tempat sampah. Selanjutnya penelitian yang dilakukan (Rizwan dkk, 2011) mengenai *monitong* kapasitas dan volume sampah pada tempat sampah telah dilakukan dengan beberapa metode seperti penggunaan sensor ultrasonik serta mikrokontroler dengan output berupa buzzer dan LED. Lalu penggunaan sensor infra-red dalam *monitoring* kapasitas sampah dilakukan oleh (Rochman dkk, 2017) serta (Rufaidah dkk, 2014) dengan melakukan perancangan dan implementasi sistem *monitoring* tumpukan sampah berbasis mikrokontroler dengan notifikasi media sosial.

Dari penelitian sebelumnya yang sudah dijelaskan ada perbedaan, yaitu pada penelitian sebelumnya menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dalam *monitoring* kapasitas sampah. Maka, pada penelitian ini akan digunakan sensor ultrasonik dan Nodemcu ESP 8266 untuk *memonitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem dapat melakukan *monitoring* jarak jauh dengan menggunakan *platform* Thinger IO. *Platform* Thinger IO akan digunakan sebagai *user interface* bagi pengguna. Pada *user interface* tersebut pengguna dapat melihat kapasitas sampah secara *real-time* kapan saja dan di mana saja. Data yang terbaca pada *user interface* berupa data kapasitas sampah dalam bentuk angka dan juga grafik. Selain itu pada *user interface* juga akan menampilkan data maksimal kapasitas sampah dalam bentuk spidometer. Di mana kapasitas maksimal sampah pada bak sampah adalah 42 cm.

STUDI LITERATUR

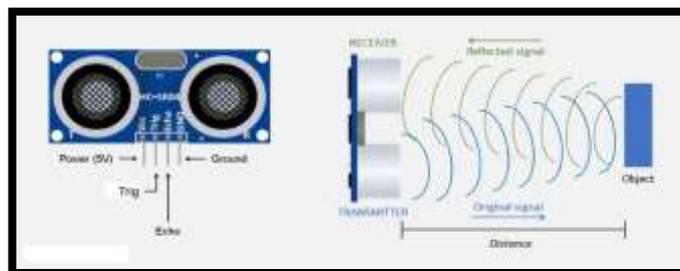
1. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan semua perangkat ke internet dan memungkinkan perangkat IoT berkomunikasi satu sama lain melalui internet. IoT adalah jaringan raksasa dari perangkat yang terhubung – semua yang mengumpulkan dan membagikan data tentang bagaimana suatu perangkat tersebut digunakan dan lingkungan dimana perangkat tersebut dioperasikan. (Febrianti dkk, 2021)

Menurut (Setiadi dkk, 2018) *Internet of things* (IoT) sebagai sebuah infrastruktur koneksi jaringan global, yang mengkoneksikan benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data *capture* dan teknologi komunikasi. Infrastruktur IoT terdiri dari jaringan yang telah ada dan internet berikut pengembangannya.

2. *Sensor Ultra Sonik*

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair namun, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa. (Yudha, 2017).



Gambar 1. Sensor Ultrasonik

Seperti terlihat pada gambar 1 yang merupakan sensor ultrasonik yang akan digunakan sebagai input dalam membaca data kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT. Dimana menurut

(Puspasari dkk, 2019) sensor ultrasonik tipe HCSR04 merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek. Kisaran jarak yang dapat diukur sekitar 2-450 cm. Perangkat ini menggunakan dua pin digital untuk mengkomunikasikan jarak yang terbaca.

3. Modul ESP8266

Modul ESP8266 merupakan sebuah chip yang digunakan sebagai pengiriman data dari sebuah mikrokontroler menuju sebuah komputer server dengan menggunakan media *wireless*. Modul tersebut juga menyediakan akses jaringan wi-fi secara transparan dengan menggunakan interkoneksi serial (*UART. RX. TX*). Pada modul ESP8266 juga sudah dilengkapi dengan mikrokontroler RISC (*tensicial 106u diamond standard core LX3*). Dan *flash memory* SPI4 mbit *winbondW2540BVNIG* terpadu. (Khafi dkk, 2019)

Modul ESP8266 adalah perangkat tambahan mikrokontroler arduino yang menghubungkan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul wifi serbaguna ini sudah *SoC (System on Chip)*, jadi dapat diprogram langsung ke ESP8266 tanpa membutuhkan mikrokontroler tambahan. (Rasyid, 2022)

4. Arduino IDE

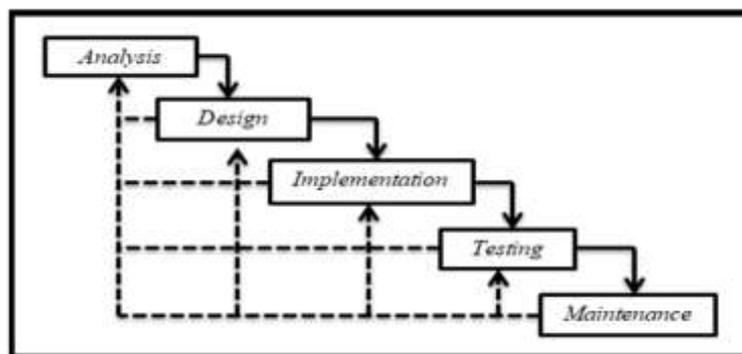
Arduino IDE itu merupakan kependekan dari (*Integrated Development Enviroenment*), atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi- fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler. (Susanto dkk, 2022)

Menurut Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan aplikasi yang di pakai buat memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE selaku media buat memprogram *board* arduino. Arduino IDE dapat di unduh secara free di web formal arduino IDE. Arduino IDE ini bermanfaat sebagai text editor untuk membuat, mengedit, serta juga mevalidasi kode program. Dapat pula digunakan buat meng- upload ke board arduino. (Wibowo, 2022)

METODE

1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipaparkan disini adalah metode SDLC (*Software Development Life Cycle*). *System Development Life Cycle* (SDLC) adalah proses pembuatan dan pengubahan sistem serta model dan metologi yang digunakan untuk mengembangkan sebuah sistem. SDLC juga merupakan pola yang diambil untuk mengembangkan sistem perangkat lunak, yang terdiri dari tahap tahap: rencana (*planning*), analisis (*analysis*), desain (*design*), implementasi (*implementaion*), uji coba (*testing*) dan pemeliharaan (*maintenance*) (Samudi, 2018).



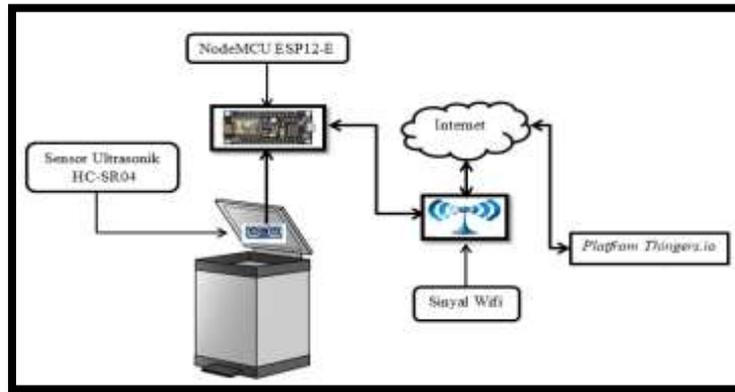
Gambar 2. Metode Water Fall

Gambar 2 merupakan metode *Water Fall* di mana, metode ini akan digunakan pada penelitian, berikut penjelasan mengenai tahapan dari metode *Water Fall* :

- Analisis* ialah sebelum melakukan pengembangan perangkat lunak, seorang pengembang harus mengetahui dan memahami bagaimana informasi kebutuhan pengguna terhadap sebuah perangkat lunak
- Design* merupakan rancangan yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan proses penelitian

- c. *Implementation* merupakan tahap pemrograman dan pada fase ini juga dilakukan pengujian dan pemeriksaan terhadap fungsionalitas modul yang sudah dibuat.
- d. *Testing* merupakan pemeriksaan dan pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya kegagalan dan kesalahan sistem
- e. *Maintenance* pada tahap ini dalam metode *waterfall* perangkat lunak yang sudah dioperasikan pengguna dan dilakukan pemeliharaan, untuk melakukan perbaikan atas kesalahan yang tidak terdeteksi pada tahap sebelumnya.

2. Metode Perancangan Alat

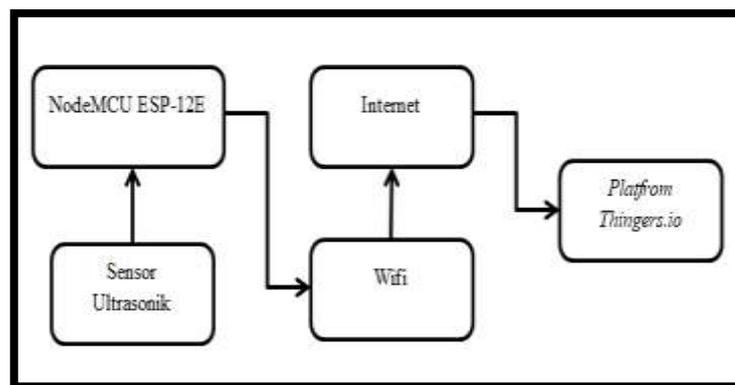


Gambar 3. Blok Diagram Global

Berdasarkan gambar 3 yang merupakan blok diagram global dari sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *real-time* berbasis IoT, maka penjelasan mengenai blok diagram global dimulai pada saat sampah diletakkan pada tempat sampah, sensor ultrasonik dipasang diatas tutup tempat sampah. Sensor akan mendeteksi ada tidaknya sampah pada tempat sampah dan juga dapat diatur kapasitasnya sesuai dengan keinginan. Misal 20cm, 30cm dengan ukuran maksimal 45 cm. Data hasil deteksi sensor ultrasonik akan dikirim ke NodeMCU ESP-8266 untuk dicocokkan dengan program yang sudah ada di NodeMCU ESP-8266. Jika sudah sesuai maka data akan dikirim ke internet, data bisa dilihat di komputer dengan mengakses *platform* Things.io.

3. Blok Diagram Alat

Gambar dibawah ini adalah gambar diagram Sistem *Monitoring* Kapasitas Sampah Pada Bak Sampah Secara *Real Time* Berbasis IoT. Diagram blok terdiri dari Sensor Ultrasonik, NodeMCU, dan *Platform* Thingier.IO



Gambar 4. Blok Diagram Alat

Berdasarkan gambar 4 yang merupakan blok diagram alat dapat terlihat bahwa data terbaca pada saat sensor ultrasonik dipasang di tempat sampah untuk mendeteksi kapasitas sampah, data hasil deteksi sensor ultrasonik akan dikirimkan ke NodeMCU ESP-12E untuk disesuaikan dengan program yang ada di NodeMCU ESP-12E, jika data sudah sesuai maka NodeMCU ESP-12E akan mengirimkannya ke internet. Wifi sebagai media penghubung antar NodeMCU dengan internet, data yang ada di internet bisa dilihat melalui komputer

dengan membuka *platform* Thingers IO.

HASIL

Hasil sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT dilakukan melalui 3 kali pengujian dengan mengambil data pada ketinggian 20 cm, 30 cm dan 42 cm. Selanjutnya jarak 42 cm merupakan jarak maksimal yang digunakan dalam proses pengambilan data sistem tersebut. Berdasarkan hasil perancangan yang telah dibuat, pada penelitian sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT akan digunakan perangkat keras seperti rangkaian di bawah ini.

Adapun gambar rangkaian perangkat keras yang digunakan dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan Alat

Berdasarkan gambar 5 yang merupakan rangkaian keseluruhan alat pada sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT, pengambilan data dapat dilakukan setelah semua komponen sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT selesai terpasang seluruhnya. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data kapasitas sampah pada bak sampah dengan ketinggian 20 cm, 30 cm dan 42 cm.

Pengambilan data dapat dilakukan setelah semua komponen sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT selesai terpasang seluruhnya. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data kapasitas sampah pada bak sampah dengan ketinggian 20 cm, 30 cm dan 42 cm. Adapun hasil pengujian sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT telah memenuhi kriteria pengujian keseluruhan sistem sebagai berikut:

1. Kemampuan Sensor Ultrasonik

Pertama kriteria pengujian yang telah terpenuhi adalah kemampuan sensor dalam membaca data pada saat tidak terdapat sampah dan pada saat terdapat sampah pada bak sampah.



Gambar 6 Tampilan Sensor Ultrasonik Pada Serial Monitor COM 3

Berdasarkan gambar 6 yang merupakan tampilan sensor ultrasonik membaca data kapasitas sampah pada

bak sampah dengan ketinggian 20 cm. Pembacaan data tersebut dapat dilihat pada serial monitor *Port COM* 3. Hasil yang diperoleh menunjukkan pada saat terdapat sampah, sensor ultrasonik dapat membaca kapasitas sampah berdasarkan ketinggian sampah yang terdapat pada bak sampah yaitu ketinggian 20 cm.

2. Kemampuan Nodemcu ESP-8266

Kedua kriteria pengujian yang telah terpenuhi adalah kemampuan nodemcu ESP-8266 dalam mengirim dan menerima data sensor ultrasonik yang berupa kapasitas sampah pada bak sampah dalam satuan (cm).



Gambar 7 Tampilan Kemampuan Nodemcu ESP8266 Dalam Mengirim Dan Menerima Data

Gambar 7 merupakan tampilan kemampuan Nodemcu ESP8266 dalam mengirim dan menerima data sensor ultrasonik yang terdapat pada *user interface*, hasil yang diperoleh pada saat pengujian diperoleh bahwa Nodemcu ESP8266 telah berhasil dalam mengirim dan menerima data kapasitas sampah yang terbaca. Data pembacaan kapasitas sampah pada bak sampah dapat dilihat diperoleh kapasitas sampah dengan ketinggian 20 cm.

3. Kemampuan Platform Thinger IO

Ketiga kriteria pengujian yang telah terpenuhi adalah kemampuan *Platform Thinger IO* dalam *monitoring* sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT.



Gambar 8 Tampilan Kemampuan Platform Thinger IO Pada User Interface

Seperti terlihat pada gambar 8 yang merupakan tampilan kemampuan *Platform Thinger IO* pada *user interface*, menurut hasil yang telah diperoleh *Platform Thinger IO* telah berhasil melakukan *monitoring* sampah, hal ini ditandai dari tampilan *user interface* pada *Thinger IO* telah dapat *memonitoring* secara *realtime* data sampah pada bak sampah dengan tampilan berupa angka maupun grafik.

Berdasarkan hasil pengujian sistem keseluruhan, maka dapat dikatakan bahwa secara keseluruhan sistem telah dapat beroperasi dengan baik, di mana telah diperoleh hasil data sesuai dengan perancangan yang

dilakukan sebelumnya.

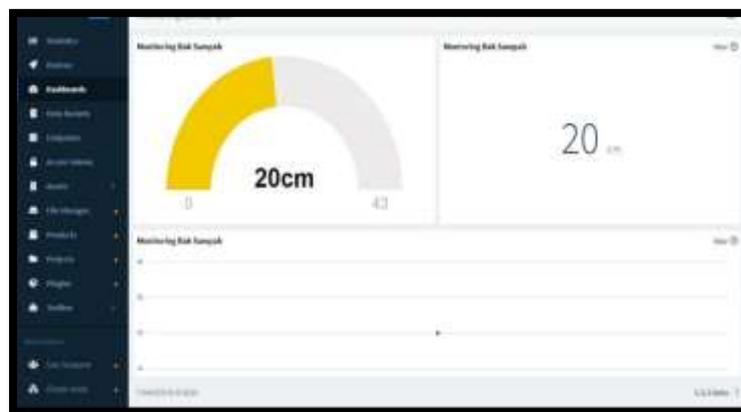
PEMBAHASAN

Agar diketahui fungsi kerja alat pada sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT telah bekerja dengan baik, maka akan dilakukan beberapa sampel pengambilan data. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi nilai *input* yang berbeda untuk kapasitas sampah. Adapun nilai *input* untuk kapasitas sampah yang akan digunakan adalah dengan ketinggian 20 cm, 30 cm dan 42 cm.

Selanjutnya ketika alat pada sistem mulai dinyalakan dan diberikan *input* berupa kapasitas sampah, maka data akan terbaca dan secara otomatis akan tersimpan dalam database. Kemudian seluruh data yang tersimpan akan ditampilkan pada Thingier IO secara *realtime*.

1. Pengambilan Data Kondisi 1

Pengambilan data ini dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem yang dirancang untuk kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT telah berjalan dengan baik. Data yang diperoleh selanjutnya akan dibandingkan terhadap tampilan pada *user interface* yang terdapat di Thingier IO. Kondisi 1 yang akan digunakan dalam pengambilan data adalah menggunakan jarak kapasitas sampah 20 cm



Gambar 9. Tampilan *User Interface* Kondisi 1

Berdasarkan gambar 9 yang merupakan tampilan *user interface* kondisi 1, dapat terlihat bahwa pada saat kapasitas sampah memiliki ketinggian 20 cm maka tampilan pada *user interface* juga menunjukkan jarak yang sama yaitu 20 cm.

2. Pengambilan Data Kondisi 2

Kondisi 2 yang digunakan dalam pengambilan data sistem monitoring kapasitas sampah pada bak sampah secara *realtime* berbasis IoT adalah 30 cm.



Gambar 10. Tampilan *User Interface* Kondisi 2

Berdasarkan gambar 10 yang merupakan tampilan *user interface* kondisi 2, dapat terlihat bahwa pada

saat kapasitas sampah memiliki ketinggian 30 cm maka tampilan pada *user interface* juga menunjukkan jarak yang sama yaitu 30 cm.

3. Pengambilan Data Kondisi 3

Selanjutnya Kondisi 3 yang digunakan dalam pengambilan data sistem monitoring kapasitas sampah pada bak sampah secara realtime berbasis IoT adalah 42 cm. Kondisi 3 ini merupakan batas maksimal yang akan digunakan pada saat pengambilan data sistem monitoring kapasitas sampah.



Gambar 11. Tampilan *User Interface* Kondisi 3

Berdasarkan gambar 11 yang merupakan tampilan *user interface* kondisi 3, pada saat pengujian, dapat dibandingkan pada saat kapasitas sampah memiliki ketinggian 42 cm maka tampilan pada *user interface* tidak menunjukkan jarak yang sama yaitu 40 cm, terdapat perbedaan 2 cm. Hal tersebut terjadi karena adanya sensitivitas pada tingkat akurasi sensor (*error sensor*).

KESIMPULAN

1.

Berdasarkan penelitian mengenai sistem *monitoring* kapasitas sampah pada bak sampah secara *real time* berbasis IoT dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem telah berjalan dengan baik sesuai dengan rancangan. Di mana sistem telah dapat membaca kapasitas sampah pada jarak 20 cm, 30 cm dan 42 cm secara akurat. Namun pada pembacaan batas maksimal 42 cm sensor membaca data hanya 40 cm, hal tersebut terjadi karena adanya sensitivitas *error* pada sensor ultrasonik sebanyak 2 cm. Kemudian *monitoring* pengukuran kapasitas sampah pada bak sampah juga telah beroperasi dengan baik karena telah dapat di *monitor* dari jarak jauh kapan pun dan di manapun. Hal ini ditandai dengan tampilan pada *user interface* yang menggunakan *Platform Thinger IO* dapat diakses secara *realtime* oleh pengguna. Data kapasitas sampah yang terbaca dalam bentuk angka dan grafik.

REFERENSI

- Rozzi, Y. A., & Luthfi, A. (2020). Dual Server Implementation for Improving Reliability of Online Energy Monitoring System. *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng*, 9(5), 8835-8839.
- Satya, T. P., Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor ultrasonik HCSR04 berbasis arduino due untuk sistem monitoring ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(2), 36-39.
- Suwarno, A., & Nasrudin, M. E. (2019). Sistem Pendeteksi Kapasitas Tempat Sampah Penuh Secara Otomatis di Bak Sampah Berbasis Arduino. *Jurnal Gerbang STMIK Bani Saleh*, 9(1).
- Riswan, Sunoko, H., & Hadiyanto, A. (2018). Pengelolaan sampah rumah tangga di kecamatan daha selatan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(1), 31-39
- Rochman, H. A., Primananda, R., & Nurwasito, H. (2017). Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Protokol MQTT pada Smarthome. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(6). Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/132>
- Rufaidah, R. A., Darlis, D., & Hafidudin. (2018). Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Tumpukan

- Sampah Berbasis Mikrokontroler Dengan Notifikasi Media Sosial.
- Febrianti Fitri, *Implementasi IoT Monitoring Kualitas Air Dan Sistem Admintrasi Pada Pengelolah Air Bersih Skala Kecil*. Jurnal Mahasiswa, Vol. 5 No. 1, 1-8 Halaman,2021
- Setiadi David. *Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi)*. Jurnal Infotronik. Vol 3, No.2. 1-2 Halaman, 2018
- Yudha Frima. *Implentasi Sensor Ultrasonic HC-SR04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino*. Jurnal EINSTEIN. 1-8 Halaman,2017
- Puspasari Fitri, *Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian*. Jurnal FISIKA. Vol 15. No 2, 1-4 Halaman,2019
- Khafi Maulana, *Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Pada Greenhouse Tanaman Sawi Berbasis IoT*. Generation Journal, Vol.3, No.2, 1-10 Halaman,2019
- Rasyid Abdul. *Perancangan Pengontrolan Lampu Berbasis IoT dengan Google Assistant*. Vol. 6. No. 2. 1 – 10 Halaman,2022
- Susanto Yudi. *Pengukuran Dan Pendataan Zat Cair Toluene Dengan Akses Rfid Berbasis Nodemcu Esp8266 Yang Termonitor Melalui Web*. Jurnal Sistem Informasi, Vol. 2 No. 3, 1-14 Halaman,2022
- Wibowo Mufti, *Pengembangan Trainer Kit Pada Pratikum Mikrokontroler Berbasis Internet Of Things Menggunakan Blynk*, Vol. 5, No.2, 1-3 Halaman, 2022
- Samudi, S., Brawijaya, H., & Widodo, S. (2018). Penerapan Model Waterfall Dalam Sistem Informasi Bank Sampah Berbasis Web. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, 3(2), 245-25