

Sistem Pembuangan Sampah Otomatis Berbasis IOT Menggunakan Mikrokontroler pada SMAN 14 Kab.Tangerang

Hani Dewi Ariessanti¹, Martono², Joko Widiarto*³

*Penulis Korespondensi

^{1,2,3}Program Studi Sistem Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Raharja
Email: ¹hani.dewi@raharja.info, ²martono@raharja.info, *³joko.widiarto@raharja.info

Abstract

The use of automation in the control system as a means of efficiency of work has been commonly used and is a mechanism that runs automatically using a continuous media controller as instructed. At SMAN 14 Kab. Tangerang in order to improve the adiwiyata program must have a clean and well-run environment, but in the case of a garbage disposal system there are still shortcomings, namely the absence of information to school cleaners when the trash can is full so that the waste piles up, still using conventional methods of waste removal to the shelter. As well as a lack of information to the garbage truck officers who come so that the garbage piles up. With this research, an automatic waste disposal system was created which was intended as a tool to help work and provide hygiene information. The tool to be made consists of ultrasonic sensors and Wemos D1. Where the Ultrasonic sensor will provide volume information on the trash to Wemos D1 that is connected to Adafruit, if it is full Wemos D1 the shelter will retrieve data using the MQTT method. Next will take action to deliver the shelter to a full trash can through a linear actuator for disposal. By making this research can produce a tool with a control system automatically that helps human work as well as notifications regarding the capacity of the shelter and trash.

Keyword : Automatic Control Sytem, Wemos D1, MQTT, Adafruit.

Abstrak

Penggunaan otomatisasi dalam sistem kontrol sebagai sarana efisiensi pekerjaan sudah umum digunakan dan merupakan suatu mekanisme yang berjalan otomatis menggunakan media pengontrol secara terus-menerus sesuai perintah. Pada SMAN 14 Kab. Tangerang guna meningkatkan program adiwiyata harus memiliki lingkungan yang bersih dan berjalan dengan baik, namun dalam hal sistem pembuangan sampah masih terdapat kekurangan yaitu belum adanya informasi kepada petugas kebersihan sekolah ketika tempat sampah sudah penuh sehingga sampah menjadi menumpuk, masih menggunakan metode konvensional dalam hal pemindahan sampah menuju tempat penampungan. Serta kurangnya informasi kepada petugas truk sampah yang datang sehingga sampah menjadi menumpuk. Dengan adanya penelitian ini dibuatlah sistem pembuangan sampah secara otomatis yang bertujuan sebagai alat bantu pekerjaan dan pemberian informasi kebersihan. Alat yang akan dibuat terdiri dari sensor ultrasonik dan Wemos D1. Di mana sensor Ultrasonik akan memberikan informasi volume tempat sampah kepada Wemos D1 yang terhubung dengan Adafruit, jika sudah penuh Wemos D1 pada penampungan akan mengambil data dengan metode MQTT. Selanjutnya akan melakukan aksi mengantarkan penampungan menuju tempat sampah penuh melalui linear aktuator untuk melakukan pembuangan. Dengan dibuatnya penelitian ini dapat menghasilkan sebuah alat dengan sistem kontrol secara otomatis yang membantu pekerjaan manusia serta notifikasi mengenai kapasitas pada penampungan dan tempat sampah.

Kata kunci: Sistem Kontrol Otomatis, Wemos D1, MQTT, Adafruit.

1. PENDAHULUAN

Pada pesatnya laju perkembangan teknologi di era modern saat ini, penggunaan sistem kontrol otomatis banyak diaplikasikan dalam berbagai jenis bidang. Selain itu peran teknologi IoT (Internet Of Thing) juga sangat berpengaruh saat ini karena mampu menghubungkan satu hal ke hal lainnya menggunakan internet. Adiwiyata merupakan program peduli lingkungan yang diselenggarakan oleh pemerintah. SMAN 14 Kabupaten Tangerang terdaftar program tersebut pada tahun 2016, Guna usaha untuk meningkatkan program adiwiyata, sekolah harus memiliki program atau sistem pengelolaan kebersihan yang berjalan dengan baik, namun pada SMAN 14 Kabupaten Tangerang masih terdapat kekurangan dalam hal sistem pembuangan sampah, yaitu tempat sampah seringkali melampaui batas hingga pada akhirnya banyak sampah berserakan di sekitar tempat sampah. Hal tersebut terjadi karena petugas kebersihan tidak mengetahui jikalau tempat sampah sudah penuh serta untuk dipindahkan ke penampungan yang lebih besar masih menggunakan cara konvensional. Masalah lain yang timbul yaitu kurangnya informasi kepada petugas truk sampah yang datang 2-3 hari dalam seminggu untuk mengangkut sampah. Maka dengan metode MQTT dibuat sebuah alat dengan otomatisasi dalam sistem kontrol pembuangan sampah dari tempat sampah ke penampungan.

Berdasarkan latar belakang, maka telah dirumuskannya beberapa masalah antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sebuah alat untuk sistem pembuangan sampah otomatis dari tempat sampah ke penampungan?
2. Apa metode yang cocok digunakan dalam transfer data bagi mikrokontroler tempat sampah dengan penampungan?
3. Bagaimana membuat sebuah sistem informasi kapasitas sampah serta notifikasi kepada petugas kebersihan maupun petugas truk sampah?

Definisi Mikrokontroler. Menurut Christion (2016:136)^[1] “Mikrokontroler adalah sebuah *system microprocessor* dimana di dalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM dan I/O.

Definisi Arduino IDE, Menurut Ariessanti, dkk (2015:167)^[2], “IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*”.

Definisi Wemos D1, Wemos merupakan salah satu arduino *compatible development board* yang dirancang khusus untuk keperluan IoT. Wemos menggunakan chip SoC WiFi yang cukup terkenal saat ini yaitu ESP8266. Cukup banyak modul WiFi yang menggunakan SoC ESP8266. Namun Wemos memiliki beberapa kelebihan tersendiri yang menurut saya sangat cocok digunakan untuk Aplikasi IoT.^[3]

Definisi Sensor Ultrasonik, Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).^[4]

1. Definisi Motor DC
2. Menurut Ali (2016:11)^[5] “Motor DC adalah mesin listrik yang mengkonsumsi daya listrik DC sehingga menghasilkan torsi mekanik.
3. Definisi Linear *Actuator*

Linear *Actuator* adalah jenis Motor DC yang bergerak linear atau maju mundur. Gerakan maju mundur tersebut di dapat dari hasil perpindahan dari roda gigi dengan motor DC rotari. Linear *Actuator* juga tentu memiliki Feedback yang dikirimkan ke Controller, membantu mempermudah pengendalian.^[6]

Definisi Motor Servo, Menurut Satria (2017:7)^[7] Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk

menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Definisi Driver Motor L298N, *Driver* motor L298N merupakan module driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Pada IC L298 terdiri dari *transistor-transistor logic* (TTL) dengan gerbang nand yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor *stepper*^[8].

Definisi MQTT, Protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) adalah protokol yang berjalan pada diatas stack TCP/IP dan mempunyai ukuran paket data dengan *low overhead* yang kecil (minimum 2 bytes) sehingga berefek pada konsumsi catu daya yang juga cukup kecil.^[9]

Definisi Adafruit IO, Adafruit IO adalah sistem yang membuat data menjadi berguna. Fokus kami adalah kemudahan penggunaan, dan memungkinkan koneksi data sederhana dengan sedikit pemrograman yang diperlukan. IO menyertakan pustaka klien yang membungkus API REST dan MQTT kami. IO dibangun di Ruby on Rails, dan Node.js.^[10]

2. METODE PENELITIAN

Literature Review

Berikut ini beberapa penelitian yang sudah dilakukan dan memiliki korelasi yang searah dengan penelitian yang akan dibahas, antara lain :

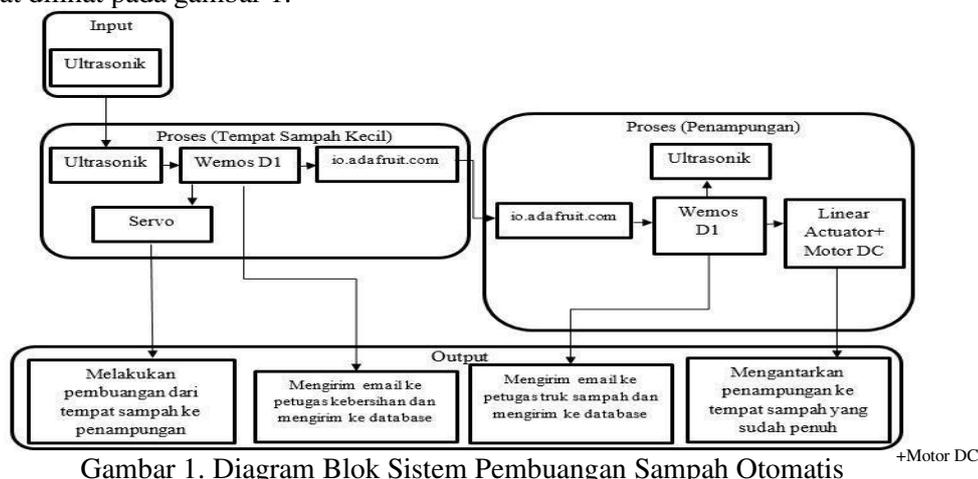
1. Dalam penelitian Rifqi Tholib (2017)^[11] Journal Student UNY dengan judul Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang tempat sampah yang dibuat dari kombinasi alat komunikasi, sensor, mikrokontroler dan alarm, serta dapat mengirimkan informasi tempat sampah dalam kondisi penuh ke petugas.
2. Dalam penilitian D. Balaji, S. Meera, F. Arshsya Banu, M. Priya, C. Shiny Sherlin, K. Sathyapriya (2017)^[12] International Journal of Advanced Research Methodology in Engineering & Technology, Vol.1 Issue 3 dengan judul *Smart Trash Can Using Internet Of Things*. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang sebuah perancangan untuk mengoptimalkan pengumpulan sampah dan menjaga kebersihan serta mengendalikan sistem pengelolaan limbah kota dengan menggunakan internet.
3. Dalam penilitian Agung Ahmad dan Budi Solihin (2018)^[13] dalam Jurnal Sistem Cerdas Volume 01 No 01 yang berjudul Pengembangan *Internet Of Things* Pada *Smart City*. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang pengontrolan tempat sampah yang sudah penuh dan pemanggilan truk pengumpul sampah untuk mengumpulkan sampah.
4. Dalam penilitian Yudha Elasya, Didik Notosudjono dan Evyta Wismiana (2016)^[14] Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro Vol 1 No 1 dengan judul Aplikasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Untuk Merancang Tempat Sampah Pintar. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang sensor ultrasonik yang bekerja sebagai pengukur jarak sampah yang berada pada tempat sampah.
5. Dalam penilitian Fauziah, Nur Sultan Salahuddin dan Trini Saptariani (2018)^[15] dalam Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018 dengan judul Perancangan Prototype Sistem Pemantau Dan Lokasi Tempat Sampah Kota Depok Via SMS. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang perancangan dan pembangunan tempat sampah guna memberikan informasi mengenai tempat sampah dalam kondisi telah penuh melalui SMS supaya dinas kebersihan segera mengirimkan petugas kebersihan untuk mengangkut sampah-sampah tersebut.
6. Dalam penilitian Hendra Kusumah, Alfiantoro dan Muhamad Idris (2016)^[16] CCIT Journal STMIK Raharja Vol 9 No 2 yang berjudul Sistem Pengukur Tinggi Dan Berat Badan Untuk Posyandu Menggunakan Mikrokontroler Atmega8535. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang pengukuran ketinggian menggunakan sensor ultrasonik.

7. Dalam penelitian Asep Saefullah, Endang Sunandar dan Muhammad Nur Rifai (2017)^[17] CCIT Journal STMIK RAHARJA Vol 10 No 2 yang berjudul Prototipe Robot Pengantar Makanan Berbasis Arduino Mega Dengan Interface Web Browser. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang penggunaan motor servo yang digunakan sebagai alat penggerak arah dari suatu benda.
8. Dalam penelitian Indrianto, Ferry Sudarto dan Siti Juhriah Novianty (2018)^[18] CCIT Journal STMIK RAHARJA Vol 11 No 2 dengan judul Pengontrolan Ketinggian Air Pada Bak Penampung Berbasis Node Mcu. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang sistem kontrol yang akan melakukan aksi jika bak penampung air sudah penuh.
9. Dalam penelitian Hani Dewi Ariessanti, Indrianto dan Rifan Munzilin (2015)^[2] CCIT Journal STMIK RAHARJA Vol 8 No 3 yang berjudul Rancang Bangun Peralatan Pengaman Pada Toko Perhiasan Berbasis Arduino. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang pemanfaatan sensor untuk menggerakkan motor DC sebagai sebuah aksi.
10. Dalam penelitian Asep Saefullah, Mochamad Ibu Safari dan Handri Samanta (2015)^[19] CCIT Journal STMIK RAHARJA Vol 8 No 3 dengan judul Prototipe Perangkat Notifikasi Untuk Smartphone Berbasis Arduino Pro Mikro. Dalam penelitian ini memuat pembahasan tentang perangkat berbasis mikrokontroler yang mampu menyampaikan pesan masuk ke *smartphone* tentang suatu kondisi.

Dari *literature review* diatas dapat ditelaah bahwa pemanfaatan sensor ultrasonik banyak digunakan dalam penerapan sistem pengukuran ketinggian sebuah benda, penggunaan motor DC maupun servo sebagai sebuah penggerak dari sebuah sistem kontrol serta mikrokontroler yang mampu mengirimkan suatu notifikasi pesan kepada *user*.

Sedari itu penulis membuat penelitian mengenai sistem pembuangan sampah yang menggunakan sensor sebagai indikator dari kapasitas sampah dan motor DC atau servo sebagai sebuah penggerak aksi untuk melakukan pembuangan sampah yang menggunakan sistem kontrol secara otomatis serta mampu mengirimkan notifikasi kepada *user* mengenai informasi kapasitas tempat sampah.

Untuk mengatasi permasalahan diatas maka dibuatlah perancangan dengan menggunakan diagram blok yang memperlihatkan komponen yang tersusun pada sistem ini yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Pembuangan Sampah Otomatis

Cara Kerja Alat

Pada bagian ini dijelaskan proses dari cara kerja alat, diantaranya adalah sebagai berikut :

INPUT

Terdapat 2 buah Wemos D1 pada tempat sampah. Wemos D1 yang pertama memiliki fungsi membaca tingkat kepenuhan tempat sampah serta mem-*publish* data ke *platform* io.adafruit.com, Wemos D1 yang kedua memiliki fungsi dalam hal memastikan jikalau penampungan sudah berada di depan tempat sampah.

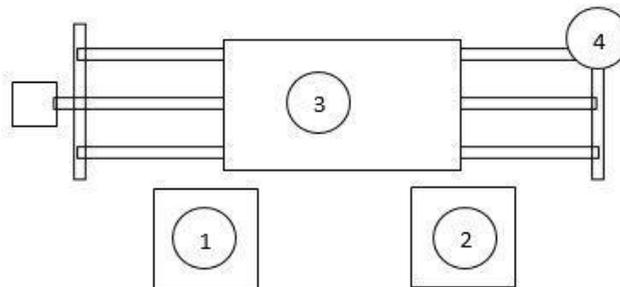
PROSES

1. Lalu terdapat 1 buah Wemos D1 pada penampungan yang memiliki fungsi membaca tingkat kepenuhan dari penampungan, menggerakkan *linear actuator*, dan men-*subscribe* data dari Wemos D1 pertama yang berada di tempat sampah.
2. Pada rangkaian tempat sampah, ketika Wemos D1 yang pertama terdeteksi penuh maka akan melakukan pengiriman data ke *feed* tempatsampah1 pada io.adafruit.com dan mengirim email ke petugas kebersihan.

OUTPUT

1. Wemos D1 pada penampungan akan menerima data jika tempat sampah sudah mencapai batas penuh. Lalu akan menggerakkan *linear actuator* yang mengantarkan penampungan menuju tempat sampah.
2. Pada rangkaian tempat sampah, Wemos D1 yang kedua akan mendeteksi apakah penampungan sudah sampai pada tempatnya, jika sudah maka rangkaian tempat sampah melakukan pembuangan dengan menggunakan motor servo untuk penggerak.
3. Jika pembuangan sudah selesai, maka penampungan akan kembali menuju tempat semula.
4. Jika penampungan sudah penuh, maka Wemos D1 pada penampungan akan mengirim email ke petugas truk supaya bisa melakukan pengangkutan sampah pada penampungan.
5. Kemudian data pembuangan akan tersimpan di database.

Gambar Rangkaian

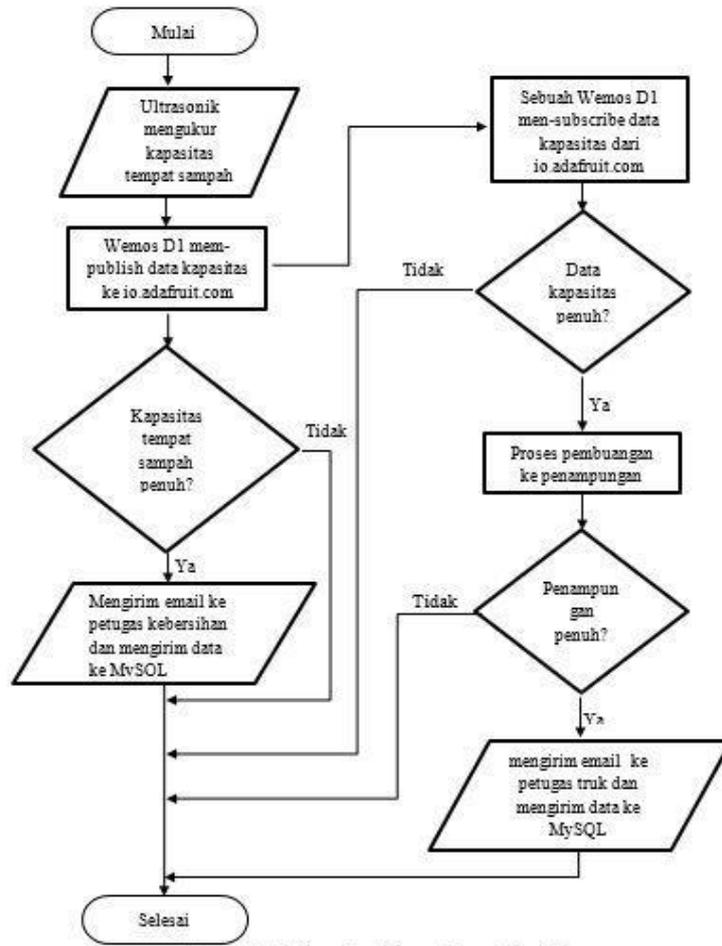


Gambar 2. Skema Rancangan Fisik

Tabel 1. Keterangan Rancangan Fisik

No	Nama	Keterangan
1.	Tempat sampah 1	Merupakan tempat sampah di depan ruang kelas. Dan terdapat servo sebagai penggerak dalam melakukan pembuangan sampah ke penampungan.
2.	Tempat sampah 2	Merupakan tempat sampah yang ada pada depan ruang kelas. Dan juga terdapat servo untuk melakukan pembuangan sampah ke penampungan.
3.	Penampungan	Merupakan tempat penampungan bagi tempat sampah 1 dan 2.
4.	Linear Actuator	Sebagai jalur bagi penampungan dalam sistem pembuangan jika tempat sampah 1 dan 2 sudah penuh. Digerakan menggunakan sebuah motor DC.

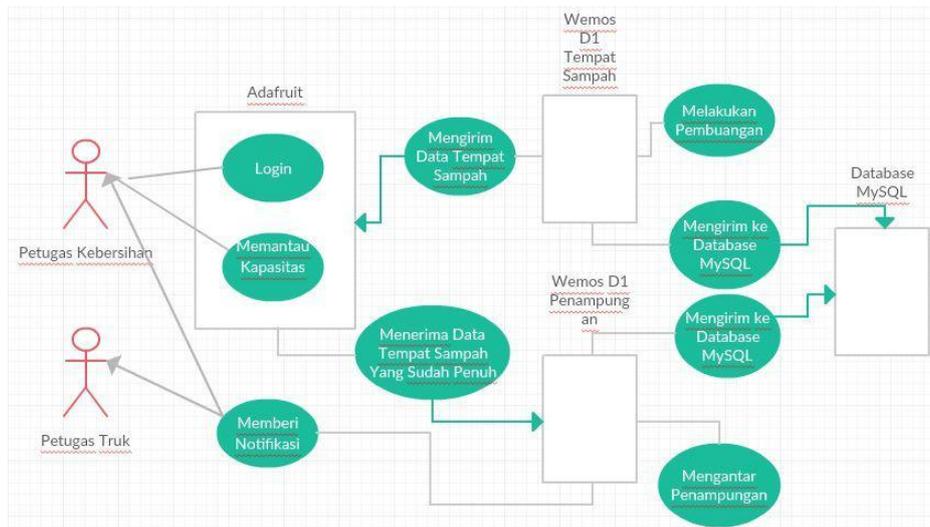
Berikut ini merupakan rancangan sistem dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 3. *Flowchart* Sistem

Use Case Diagram

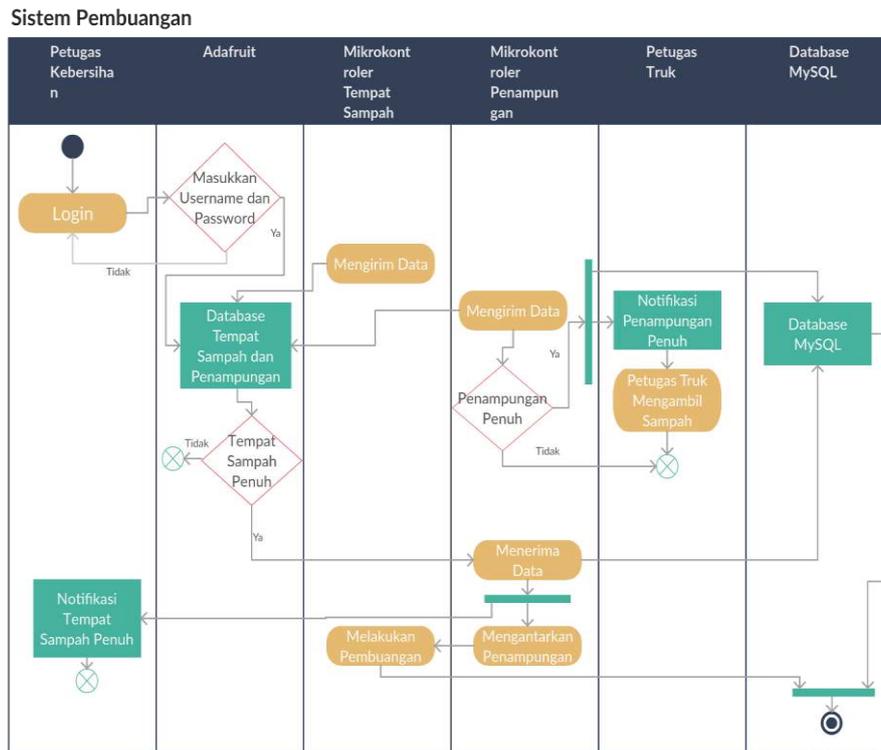
Use Case Diagram berfungsi untuk memberi petunjuk bagi alur kerja sistem dengan menggunakan atribut *actor* didalamnya. Berikut merupakan use case diagram dalam penelitian ini.



Gambar 4. *Use Case Diagram*

Activity Diagram

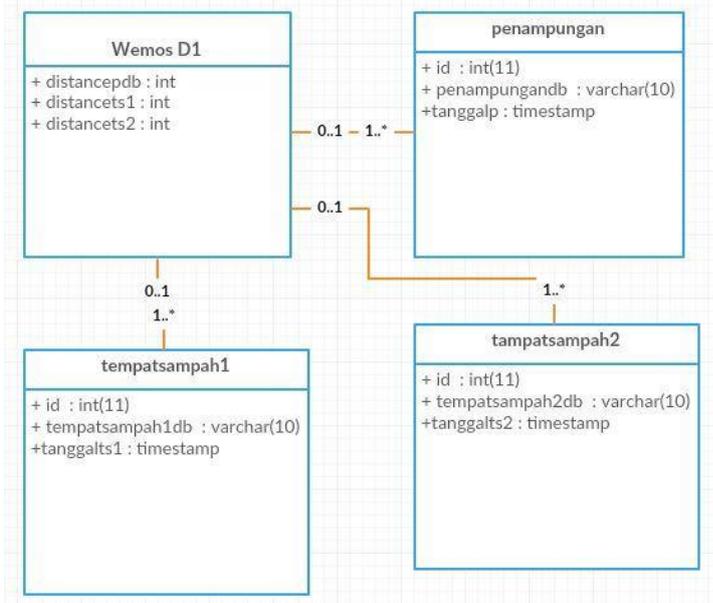
Activity diagram atau diagram aktivitas adalah jenis diagram pada UML yang dapat memberi model bagi proses-proses yang terjadi pada sistem.



Gambar 5. Activity Diagram

Class Diagram

Class diagram adalah jenis diagram pada UML yang digunakan untuk menampilkan kelas maupun paket-paket yang ada pada sebuah sistem yang akan digunakan. Diagram ini mampu memberikan sebuah gambaran perihal sistem maupun relasi pada sistem tersebut.



Gambar 6. Class Diagram Database

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian pada tahap ini dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsinya masing-masing. Adapun hasil dari pengujian alat dan proses dari sistem ini, yaitu sebagai berikut.

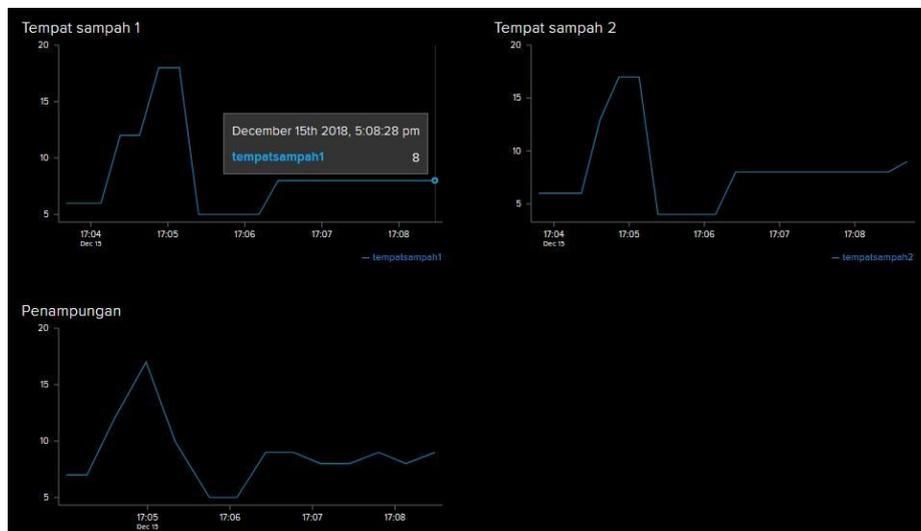
3.1. Pengujian sensor ultrasonik

Tabel 2. Uji Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik	
Jarak	Hasil
5 cm	Lancar
10 cm	Lancar
15 cm	Lancar
20 cm	Lancar
25 cm	Lancar

Pengujian ini bertujuan untuk memberi tahu jarak dari sampah pada tempat sampah dan penampungan. Serta sebagai alat ukur jarak bagi tempat sampah jika ingin melakukan pembuangan bilamana penampungan sudah berada di hadapan tempat sampah tersebut.

3.2. Uji coba pada io.adafruit.com



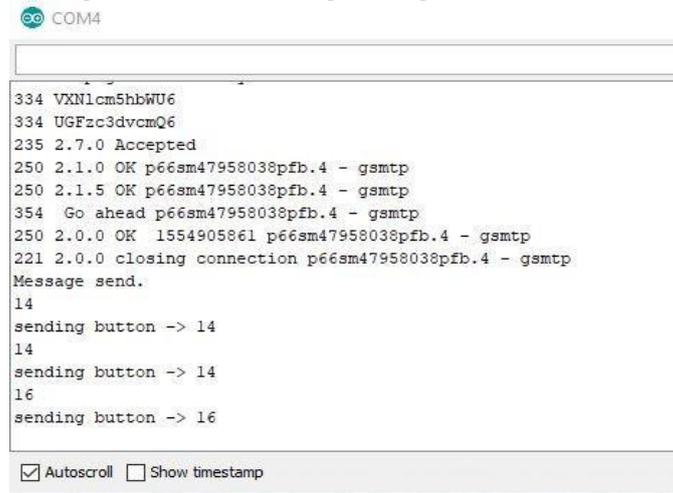
Gambar 7. Pengujian io.adafruit.com

Pada tahap ini, pengujian dengan cara menghubungkan mikrokontroler dalam hal pengiriman data ke platform IoT Adafruit. Grafik pada gambar diatas menunjukkan informasi kapasitas tempat sampah, semakin tinggi angka maka semakin kosong pula kapasitas dari tempat sampah. Adapun keterangan dari ketiga grafik tersebut, diantaranya sebagai berikut :

- Block Tempat sampah 1**
Block ini berisi data tentang kapasitas tempat sampah 1. Dan juga mem-*publish* data ke Wemos D1 penampungan.
- Block Tempat sampah 2**
Block ini berisi data tentang kapasitas dari tempat sampah 2. Dan juga mem-*publish* data ke Wemos D1 yang ada di penampungan.
- Block Penampungan**

Block ini berisi data tentang kapasitas dari bak penampungan. *Block* ini *subscribe* data dari *block* Tempat sampah 1 dan *block* Tempat sampah 2.

3.3. Uji coba publish data pada Wemos D1 tempat sampah



```

COM4
334 VXN1cm5hbWU6
334 UGFzc3dvcmQ6
235 2.7.0 Accepted
250 2.1.0 OK p66sm47958038pfb.4 - gsmt
250 2.1.5 OK p66sm47958038pfb.4 - gsmt
354 Go ahead p66sm47958038pfb.4 - gsmt
250 2.0.0 OK 1554905861 p66sm47958038pfb.4 - gsmt
221 2.0.0 closing connection p66sm47958038pfb.4 - gsmt
Message send.
14
sending button -> 14
14
sending button -> 14
16
sending button -> 16
 Autoscroll  Show timestamp

```

Gambar 8. Pengujian *Publish* data

Pada tahap pengujian menggunakan metode MQTT dimana Wemos D1 tempat sampah mengirim (*publish*) data menuju Adafruit.

3.4. Uji coba subscribe data pada Wemos D1 penampungan



```

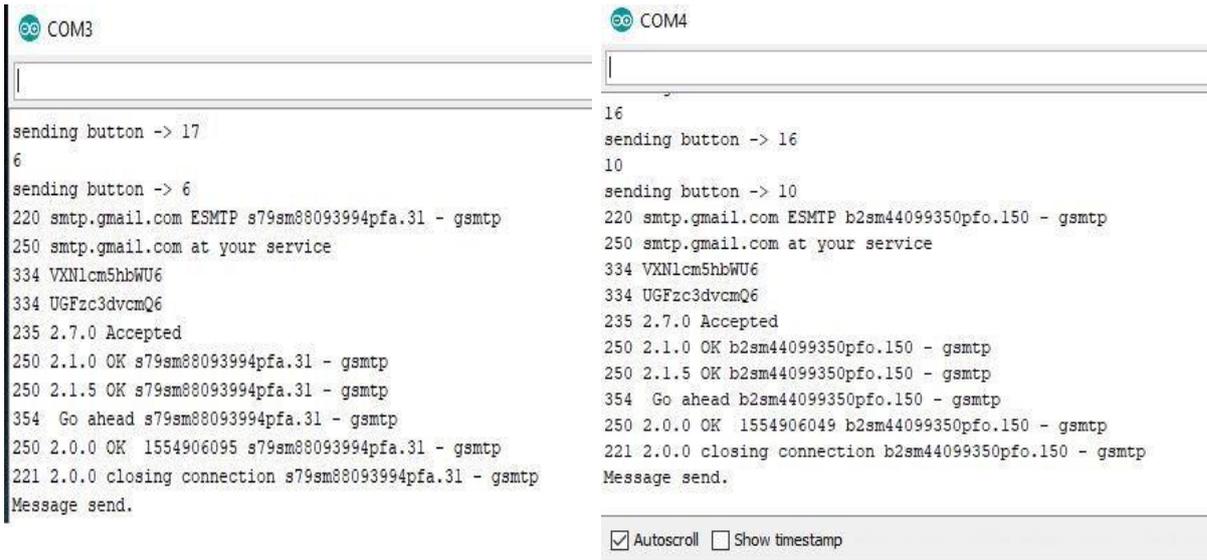
COM3
17
sending button -> 17
tempatsampah1: 14
17
sending button -> 17
tempatsampah1: 14
17
sending button -> 17
tempatsampah1: 16
17
sending button -> 17
tempatsampah1: 16
18
sending button -> 18
tempatsampah1: 16
 Autoscroll  Show timestamp

```

Gambar 9. Pengujian *Subscribe* data

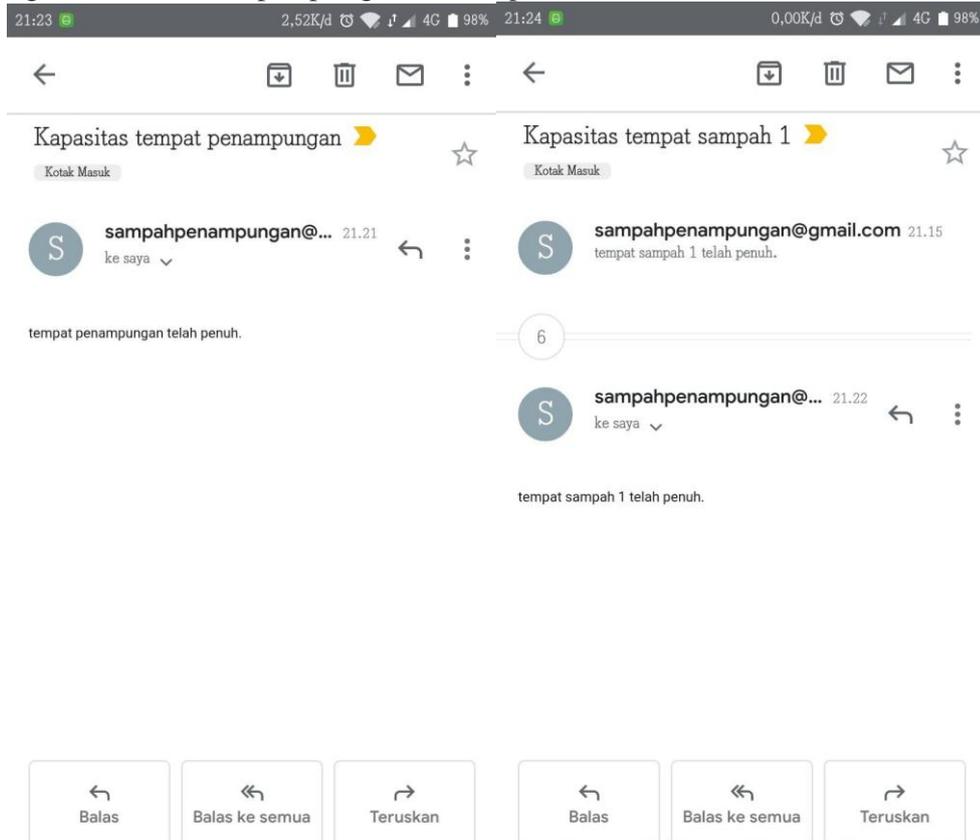
Pada tahap pengujian ini masih menggunakan metode MQTT dimana Wemos D1 penampungan menerima (*subscribe*) data dari Wemos D1 pada tempat sampah. “tempatsampah1” merupakan tanda data berhasil diterima dari Wemos D1 pada tempat sampah.

3.5. Uji coba pengiriman email



Gambar 10. Pengujian Pengiriman Notifikasi Email

Pada tahap pengujian ini pengiriman informasi kepada user menggunakan platform Gmail dimana mikrokontroler diinstruksikan untuk mengirim email kepada user ketika jarak sampah sudah menipis dibawah yaitu 10 cm. “Message send” merupakan tanda bahwa pesan sudah terkirim kepada user yaitu petugas kebersihan maupun petugas truk sampah.



Gambar 11. Hasil Pengujian Pengiriman Email

3.6. Hasil penyimpanan ke database pada MySQL dalam bentuk tampilan Web

Penampungan	Tempat Sampah 1	Tempat Sampah 2
1	3	4

PILIH MENURUT BULAN

BULAN TAHUN

No	Tanggal	Penampungan
1	0000-00-00	4
2	1970-01-01	1
3	2019-04-30	3
4	2019-05-01	1
5	2019-05-02	1
6	2019-05-03	1
7	2019-05-08	4
8	2019-05-09	4

Gambar 12. Hasil Penyimpanan Data Dalam Bentuk Web

Pada gambar diatas adalah hasil dari pengiriman informasi berupa email kepada user jika tempat sampah ataupun penampungan sudah penuh.

4.KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian, maka kesimpulan yang dapat diambil diantaranya :

1. Dengan menggunakan linear *actuator* sebagai jalur bagi penampungan serta motor servo dalam menggerakkan tempat sampah untuk melakukan pembuangan, diharapkan dapat membuat pekerjaan petugas kebersihan menjadi sangat efektif maupun efisien karena sudah menggunakan kontrol otomatis.
2. Pada sistem ini menggunakan sistem kontrol dengan metode MQTT dalam proses pengiriman dan penerimaan data antara mikrokontroler.

5.SARAN

Mengembangkan terus penelitian lanjutan ke versi lebih tinggi. Dengan sistem ini petugas dapat mengetahui keadaan tempat sampah sudah penuh melalui notifikasi email dan dapat memantau kapasitas tempat sampah maupun penampungan melalui *platform* serta terdapat basis data yang bisa ditampilkan dalam bentuk *web*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christion, P. R., Yamin, M., & Muchlis, N. F. 2016. *Rancang Bangun Hss (Home Security Sistem) Berbasis Sms Gateway Menggunakan Arduino Uno*. Kendari : semanTIK, Vol 2. No.2.
- [2] Ariessanti, Hani Dewi, Indrianto dan Rifan Munzilin. 2015. *Rancang Bangun Peralatan Pengamanan Pada Toko Perhiasan Berbasis Arduino*. Tangerang : Jurnal CCIT. Vol. 8 No.3. – Mei 2015.
- [3] Jamzuri, Rudiawan Eko. Cara Memprogram Wemos D1 R2 Mini ESP8266 Dengan Arduino. <http://eko-rudiawan.com/cara-memprogram-wemos-esp8266-dengan-arduino/>. Diakses pada 26 Oktober 2018.

- [4] Santoso, Hari. Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya. <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>. Diakses pada 26 Oktober 2018.
- [5] Ali, Machrus., Izzatul Umami., & Hendi Sopian. 2016. *Particle Swarm Optimization (PSO) Sebagai Tuning PID Kontroler Untuk Kecepatan Motor DC*. Jombang : Jurnal Intake Vol 7.No.1.
- [6] Rahmat, Ajang. 2014. *Macam-Macam Actuator (Motor) Robot*. <https://kelasrobot.com/macam-macam-actuator-motor-robot>. Diakses pada 18 November 2018.
- [7] Satria, Emelki. 2017. *Modul Elektronika Dan Mekatronika Motor Servo*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [8] Faudin, Agus. 2017. Tutorial Arduino Mengakses Driver Motor L298N. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298n>. Diakses pada 18 November 2018.
- [9] Pr, Equan. 2015. Mengenal MQTT. <https://medium.com/pemrograman/mengenal-mqtt-998b6271f585>. Diakses pada 4 November 2018.
- [10] Cooper, Justin. 2017. Overview Adafruit IO. <https://learn.adafruit.com/adafruit-io/overview>. Diakses pada 4 November 2018.
- [11] Tholib, Rifqi. 2017. *Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano*. Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika. Vol 6 No.4.
- [12] Balaji, D. Dkk. 2017. *Smart Trash Can Using Internet Of Things*. International Journal Of Advanced Research Methodology In Engineering & Technology. Vol 1 Issue 3.
- [13] Ahmad, Agung dan Budi Solihin. 2018. *Pengembangan Internet Of Things Pada Smart City*. Jurnal Sistem Cerdas Vol 01 No 01.
- [14] Elasya, Yudha, Didik Notosudjono dan Evyta Wismiana. 2016. *Aplikasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Untuk Merancang Tempat Sampah Pintar*. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro Vol 1 No 1.
- [15] Fauziah, Nur Sultan Salahudin dan Trini Saptariani. 2018. *Perancangan Sistem Pemantau Dan Lokasi Tempat Sampah Kota Depok Via SMS*. Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018.
- [16] Kusumah, Hendra, Alfiantoro dan Muhamad Idris. 2016. *Sistem Pengukur Tinggi Dan Berat Badan Untuk Posyandu Menggunakan Mikrokontroler Atmega8535*. Tangerang : Jurnal CCIT. Vol. 9 No.2.
- [17] Saefullah, Asep, Endang Sunandar dan Muhammad Nur Rifai. 2017. *Prototipe Robot Pengantar Makanan Berbasis Arduino Mega Dengan Interface Web Browser*. Tangerang : Jurnal CCIT. Vol. 10 No.2.
- [18] Indrianto, Ferry Sudarto dan Siti Juhriah Novianty. 2018. *Pengontrolan Ketinggian Air Pada Bak Penampung Berbasis Node Mcu*. Tangerang : Jurnal CCIT. Vol. 11 No.2.
- [19] Saefullah, Asep, Mochamad Ibnu Safari dan Handri Samanta. 2015. *Prototipe Perancangan Notifikasi Untuk Smartphone Berbasis Arduino Pro Micro*. Tangerang : Jurnal CCIT. Vol. 8 No.3.