



Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266

Memem Akbar¹, Sri Devi Anjasmara² dan Kartina Diah K Wardhani³

¹Politeknik Caltex Riau, Program Studi Teknik Komputer, email: memen@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, Program Studi Teknik Komputer, email: sridevi@alumni.pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, Program Studi Teknik Komputer, email: diah@pcr.ac.id

Abstrak

Produk sampah setiap hari semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah produk dan pola konsumsi masyarakat. Banyak masyarakat yang tidak memisahkan sampah organik dan anorganik saat pembuangan. Salah satu penyebabnya adalah masyarakat tidak dapat membedakan sampah organik dan anorganik. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dirancang sebuah alat berbasis Internet of Things yang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler-nya. Untuk membedakan sampah organik dan anorganik digunakan tiga sensor sekaligus, yakni sensor proximity infrared, Kapasitif dan Induktif. Data yang dibaca oleh alat ini kemudian menyalakan LED sesuai jenis tempat sampah. Pada penelitian ini, juga dirancang tempat sampah yang menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi ketinggian sampah. Informasi ketinggian ini kemudian dikirimkan ke aplikasi monitoring berbasis website menggunakan jaringan wifi dan protokol MQTT. Aplikasi ini digunakan oleh petugas kebersihan untuk memantau tempat sampah mana saja yang sudah harus diangkut. Dari hasil pengujian, ketiga sensor proximity yang digunakan berhasil membedakan sampah organik dan anorganik. Jarak yang direkomendasikan agar sensor bekerja optimal adalah 3 mm. Data yang didapatkan oleh alat pemilah juga berhasil dikirimkan ke aplikasi monitoring ketinggian sampah. Petugas mendapatkan notifikasi pada website, tempat sampah mana saja yang sudah harus diangkut.

Kata kunci: sampah organik dan anorganik, nodeMCU ESP8266, proximity infrared, kapasitif dan induktif, mqtt

Abstract

Waste products are increasing every day in line with the increasing number of products and people's consumption patterns. Many people do not separate organic and inorganic waste during disposal. One of the reasons is that people cannot distinguish between organic and inorganic waste. Based on these problems, an Internet of Things-based tool was designed that uses NodeMCU ESP8266 as its microcontroller. To distinguish organic and inorganic waste, three sensors are used at once, namely proximity infrared, capacitive and inductive sensors. The data read by this tool then turns on the LED according to the type of trash can. In this study, a trash can was also designed that uses an ultrasonic sensor to detect the height of the garbage. This altitude information is then sent to a website-based monitoring application using a Wi-Fi network and the MQTT protocol. This application is used by cleaners to monitor which trash bins have to

be transported. From the test results, the three proximity sensors used succeeded in distinguishing organic and inorganic waste. The recommended distance for the sensor to work optimally is 3 mm. The data obtained by the sorting tool has also been successfully sent to the waste height monitoring application. Officers get notifications on the website, which trash bins must be transported.

Keywords: *organic and inorganic trash, nodeMCU ESP8266, proximity infrared, capacitive and inductive, MQTT*

1. Pendahuluan

Sampah adalah material sisa yang dibuang sebagai hasil dari proses produksi, baik itu industri maupun rumah tangga yang merupakan sesuatu yang tidak diinginkan oleh manusia setelah proses atau penggunaannya berakhir. Dalam UU No 18 Tahun 2008, sampah merupakan semua sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan.

Perbedaan yang paling mendasar dari kedua jenis sampah ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk terurai. Sampah organik merupakan jenis sampah yang relatif cepat mengalami penguraian. Sebaliknya, sampah anorganik sulit untuk diuraikan dan membutuhkan waktu yang cenderung lama. Dengan memisahkan dua jenis sampah ini dapat membantu mencegah terjadinya pencemaran dan dapat lebih mudah untuk mendaur ulang sampah. Masalah ini sebenarnya dapat dicegah dengan cara membedakan tempat sampah antara sampah organik dengan sampah anorganik.

Namun, meskipun tempat sampah telah dibedakan, masyarakat masih tidak menaruh sampah sesuai tempatnya. Hal ini dapat dilihat saat pengangkutan sampah yang masih bercampur antara sampah organik dan anorganik. Banyak sampah organik yang masuk ke dalam tempat sampah anorganik, begitu juga sebaliknya. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya pengetahuan masyarakat untuk membedakan kedua jenis sampah ini.

Oleh karena itu, telah dirancang sebuah alat berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler-nya. Alat ini menggunakan tiga sensor untuk membedakan kedua jenis sampah, yakni sensor proximity infrared, kapasitif, dan induktif. Ketika masyarakat mendekati sampah ke alat ini, lampu LED akan menyala sesuai jenis sampah. Dengan alat ini diharapkan masyarakat tidak salah memilih tempat sampah untuk membuang sampahnya. Alat ini juga dilengkapi dengan aplikasi berbasis website untuk monitoring ketinggian sampah. Melalui aplikasi ini, petugas akan mendapatkan notifikasi tempat sampah mana saja yang sudah harus diangkut.

Tulisan ini membahas mengenai rancangan alat yang telah dikembangkan serta beberapa pengujian yang telah dilakukan. Pada bagian berikutnya akan dibahas beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan alat pemilah atau pembeda sampah organik dan anorganik. Kemudian diikuti dengan metodologi yang digunakan pada penelitian ini. Pada bagian keempat akan dibahas hasil rancangan alat dan beberapa hasil pengujian yang telah dilakukan. Pada bagian akhir tulisan ini telah diambil beberapa kesimpulan sebagai ringkasan dari penelitian yang dilakukan.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai alat pemilah atau pembeda sampah ini telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian memberi topik untuk penelitiannya menjadi smart trash atau tempat sampah pintar. Berikut ini telah dirangkum beberapa penelitian yang membahas mengenai tempat sampah pintar tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh [1] membuat prototipe sistem Smart Trash berbasis IoT. Smart trash yang dihasilkan dapat memilah sampah organik dan anorganik. Selain itu, tempat sampah yang dihasilkan juga ditambahkan fungsi untuk mengirimkan informasi kepada petugas kebersihan apabila tempat sampah telah penuh. Mikrokontroler yang digunakan pada alat ini adalah ESP32. Sedangkan sensor yang digunakan untuk memilah sampah adalah sensor proximity induktif dan kapasitif. Berbeda dengan [1], smart trash yang dibuat oleh [2] dapat menentukan kondisi tempat sampah telah penuh atau belum. Tempat sampah dilengkapi dengan linier aktuator untuk mengantarkan sampah secara otomatis ke tempat penampungannya.

Penelitian [3] membuat alat pemilah sampah organik dan anorganik dengan sensor inframerah yang terintegrasi dengan sensor induktif dan kapasitif. Prototipe tempat sampah pintar pemilah sampah organik dan anorganik menggunakan mikrokontroler yang terdiri dari sensor proximity induktif dan kapasitif yang digunakan untuk mendeteksi jenis bahan sampah, servo untuk mengendalikan pintu tempat sampah, sensor ultrasonik untuk mendeteksi isi tempat sampah, buzzer dan LED untuk alarm pemberitahuan tempat sampah jika sudah penuh dan semuanya terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno R3. Smart Trash Bin menggunakan sensor HC-SR04, motor servo, rangkaian adaptor, buzzer dan LED. Sensor inframerah disematkan untuk dikombinasikan dengan sensor kapasitif dan induktif guna mendeteksi jenis sampah organik, anorganik dan metal. Alat dilengkapi dengan warna tempat sampah yang berbeda, sehingga lebih mudah dalam pengoperasian. Sampah harus terdeteksi oleh sensor sebelum masuk ke tempat sampah. Apabila tidak terdeteksi, otomatis pintu akan terkunci.

Penelitian yang dilakukan oleh [4] berguna untuk memantau tingkat perubahan dan kadar gas tong sampah di dalam gedung perkantoran dan merancang rute alternatif pengangkutan sampah dengan algoritma savings. Teknologi yang digunakan adalah sensor ultrasonik dan sensor gas, MQ4, NodeMCU, perangkat smartphone dan webserver. Hasil dari perancangan software meliputi proses pembacaan data sensor dan pengiriman data sensor ke web server, pengolahan data sensor di web server, pengiriman data ke smartphone dan pencarian jalur terpendek.

Penelitian [5] merancang alat pemilah sampah secara otomatis. Penelitian ini dirancang sebagai tempat sampah pendeteksi logam dan nonlogam dengan sensor kapasitif proximity, induktif proximity dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi adanya manusia mendekat ke tempat sampah dengan jarak 10 cm dari tempat sampah dan tutup sampah terbuka dan LDR dan laser sebagai indikator isi dari tempat sampah. Jika tempat sampah penuh maka tempat sampah tidak dapat dibuka atau motor servo mati. LCD menampilkan tulisan tempat sampah penuh, tempat sampah tersedia, sampah logam dan sampah nonlogam.

Penelitian [6] membuat alat yang dapat melakukan pemilihan jenis sampah untuk skala kecil secara otomatis. Tempat sampah otomatis ini merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk pengelolaan sampah agar lebih efektif. Penelitian ini bertujuan untuk memilah jenis sampah, sehingga sampah dapat dipisahkan berdasarkan jenis, baik sampah organik maupun sampah anorganik. Sensor yang dipergunakan pada tempat sampah otomatis yaitu sensor proximity, sensor proximity terbagi dua, yaitu proximity kapasitif untuk mendeteksi anorganik dan proximity induktif untuk mendeteksi jenis sampah metal, sensor jarak, sensor optocoupler dan heater untuk mengkerucutkan jenis sampah anorganik. Hasil pengujian pada tempat sampah otomatis ini ukuran maksimum yang dapat masuk kurang lebih 5cm x 10cm dengan waktu 10-17 detik dari pertama masuk sampah sampai ke tempat sampah akhir.

Penelitian yang dilakukan oleh [7], membuat sistem Smart Trash Can yang dapat diakses menggunakan perangkat Android. Alat ini menggunakan modul arduino dengan ATmega328 sebagai mikrokontroler dan terdiri dari dua sensor yaitu sensor berat dan sensor jarak. Sensor berat digunakan untuk mengukur berat tong sampah yang ada pada tempat sampah. Sensor jarak berfungsi untuk mengukur jarak antara sensor dengan jarak permukaan sampah pada tempat sampah. Hasil dari penelitian ini ketika kondisi sensor berat dan sensor jarak telah terpenuhi, maka sistem akan mengirimkan notifikasi pada android petugas sampah kota Makassar bahwa kondisi tempat sampah tersebut telah terpenuhi. Berbeda dengan [7], penelitian yang dilakukan oleh [8] hanya menggunakan sensor ultrasonik untuk menentukan volume sampah dan kondisi tempat sampah dikirimkan menggunakan protokol MQTT ke website petugas sampah.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, alat yang dikembangkan tidak ada yang digunakan untuk mengatasi masalah ketidaktahuan masyarakat dalam membedakan sampah organik dan anorganik saat membuang sampah. Penelitian yang dilakukan oleh [1], [3], [5], dan [6] memang digunakan untuk memilah sampah organik dan anorganik tetapi terlalu mahal untuk mengatasi permasalahan ketidaktahuan masyarakat. Alat yang dikembangkan pada penelitian ini memang digunakan untuk mengatasi masalah ketidaktahuan tersebut sehingga masyarakat dapat menaruh sampah sesuai peruntukannya.

3. Metode Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, digunakan pendekatan metodologi yang lazim digunakan. Metode penelitian dibagi menjadi 3 tahapan utama, yaitu (1) Studi pendahuluan, (2) Rancangan hardware dan software, dan (3) Pengujian. Berikut ini adalah deskripsi rinci dari masing-masing tahapan dalam metode penelitian:

1) Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan melalui studi literatur dengan membaca dan memahami berbagai jurnal dan buku-buku yang terkait dengan penelitian ini. Beberapa literatur yang dipelajari selain terkait permasalahan sampah, juga mengenai perangkat IoT yang digunakan pada alat, seperti NodeMCU ESP8266, sensor dan aktuator untuk membedakan jenis sampah, hingga pada literatur mengenai pengembangan perangkat lunak. Selain itu, studi pendahuluan juga dilakukan dengan observasi dan wawancara. Observasi dilakukan terhadap perilaku masyarakat, dalam hal ini civitas akademika di kampus dalam membuang sampah. Sedangkan, wawancara dilakukan dengan petugas kebersihan di PCR untuk mengetahui proses pengambilan sampah di kampus PCR. Dari studi pendahuluan ini didapatkan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini dan beberapa solusi yang pernah ditawarkan oleh beberapa peneliti.

2) Perancangan Hardware dan Software

Pada tahap ini mulai dikumpulkan requirement terhadap alat yang akan dirancang. Pengumpulan requirement didapatkan dengan studi literatur dan wawancara. Setelah itu, mulai dirancang alat yang akan dikembangkan. Alat yang dikembangkan merupakan perangkat IoT yang menggunakan mikrokontroler dan beberapa sensor pendukung. Untuk ini, diperlukan rancangan rangkaian semua perangkat keras yang digunakan. Kemudian, agar alat ini dapat berkomunikasi dengan website, digunakan MQTT sebagai protokolnya. Protokol ini diharapkan dapat menghubungkan perangkat IoT dengan website sebagai tempat penyimpanan data yang diperoleh. Setelah itu, perangkat lunak dikembangkan dengan menggunakan teknik prototyping. Yang menjadi user dalam hal

ini adalah bagian sarana dan umum serta petugas kebersihan PCR. Luaran dari tahap ini adalah prototipe alat dan website.

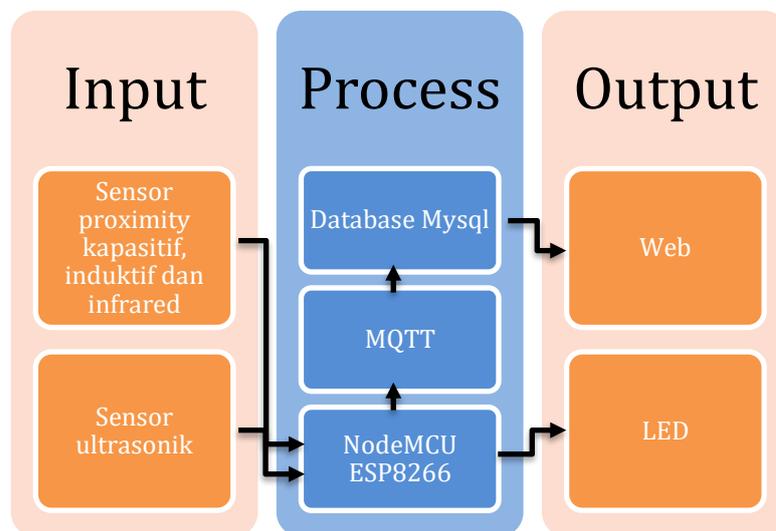
3) Pengujian dan validasi

Setelah prototipe alat dan website selesai dibuat, kemudian dilakukan beberapa pengujian. Pengujian pertama adalah pengujian fungsionalitas setiap komponen dari perangkat keras dan perangkat lunak yang dihasilkan. Pada perangkat keras, dilakukan pengujian kemampuan alat untuk membedakan sampah organik dan anorganik serta akurasi sensor. Ada dua data yang dikumpulkan pada pengujian ini, yakni tingkat keberhasilan alat untuk membedakan jenis sampah organik dan anorganik serta jarak antara sampah dengan sensor yang direkomendasikan agar alat dapat mengenali kedua jenis sampah dengan benar. Sedangkan, pada pengujian perangkat lunak dikumpulkan data tingkat keberhasilan dan akurasi website menampilkan data yang dikirimkan oleh alat melalui protokol MQTT. Dengan ketiga data pengujian ini, diharapkan didapatkan performansi alat secara keseluruhan dalam mengenali jenis sampah dan menyelesaikan permasalahan yang disampaikan pada bagian pendahuluan.

4. Hasil Rancangan

4.1 Rancangan Hardware

Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa terdapat beberapa komponen sebagai input, proses dan output. Sensor proximity kapasitif, induktif dan infrared sebagai input dimana sensor proximity kapasitif dan induktif dapat mendeteksi sampah anorganik, sensor proximity infrared dapat mendeteksi semua jenis sampah yang dioperasikan untuk mengenali sampah organik dan sensor ultrasonik sebagai input dimana sensor ini dapat mendeteksi ketinggian sampah. Input tersebut akan diproses oleh NodeMCU ESP8266 dimana data sensor akan dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266 ke MQTT Broker melalui komunikasi jaringan wi-fi. Selanjutnya MQTT Broker mentransmisikan data-data ke dalam database yang akan ditampilkan ke aplikasi web.



Gambar 1. Blok Diagram Alat

Cara kerja dimulai dari sensor proximity kapasitif, induktif dan infrared dan sensor ultrasonik sebagai input. Ketinggian sampah yang dibaca oleh sensor ultrasonik. Sensor proximity kapasitif, induktif dan infrared berfungsi untuk mendeteksi semua jenis sampah atau membedakan antara sampah organik dan anorganik. Jenis sampah yang terdeteksi kemudian akan menyalakan LED. LED hijau menyala jika sampah organik yang terdeteksi dan LED merah menyala jika sampah

anorganik yang terdeteksi. Data yang diperoleh dari semua sensor diproses oleh NodeMCU ESP8266 kemudian dikirimkan ke basis data melalui komunikasi jaringan wi-fi menggunakan protokol MQTT. Protokol MQTT merupakan penghubung transaksi data antara input (publisher) dan database (subscriber). Data yang tersimpan pada basis data kemudian diolah untuk ditampilkan menjadi informasi pada aplikasi website. Rancangan prototipe perangkat keras yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.

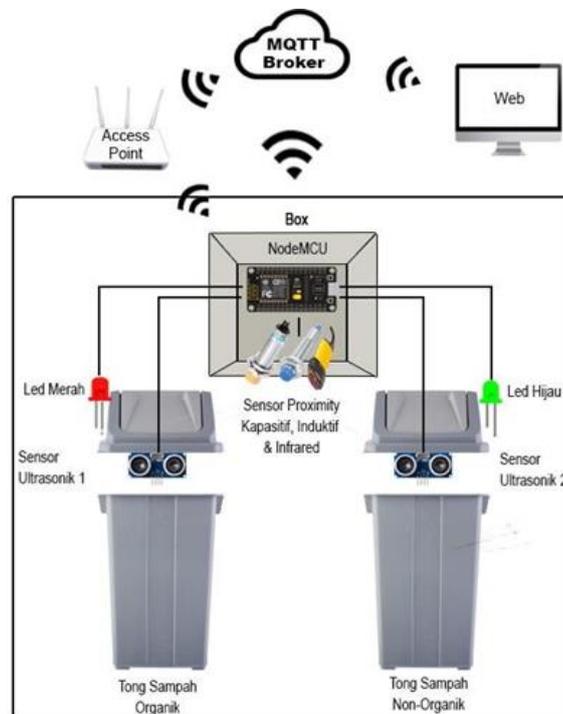
Flowchart cara kerja sensor dapat dilihat pada Gambar 3. Sensor mendeteksi jenis sampah dan membedakan sampah menggunakan sensor proximity kapasitif, induktif dan infrared. Selanjutnya NodeMCU ESP8266 menerima dan memproses data dari sensor tersebut. NodeMCU ESP8266 kemudian mengolah data yang diterima dari ketiga sensor berdasarkan kondisi berikut:

- 1) Jika proximity induktif = 1 dan proximity infrared = 1 maka sampah logam atau anorganik,
- 2) Jika proximity kapasitif = 1 dan proximity infrared = 1 maka sampah organik,
- 3) Jika sensor proximity infrared = 1 maka sampah organik.

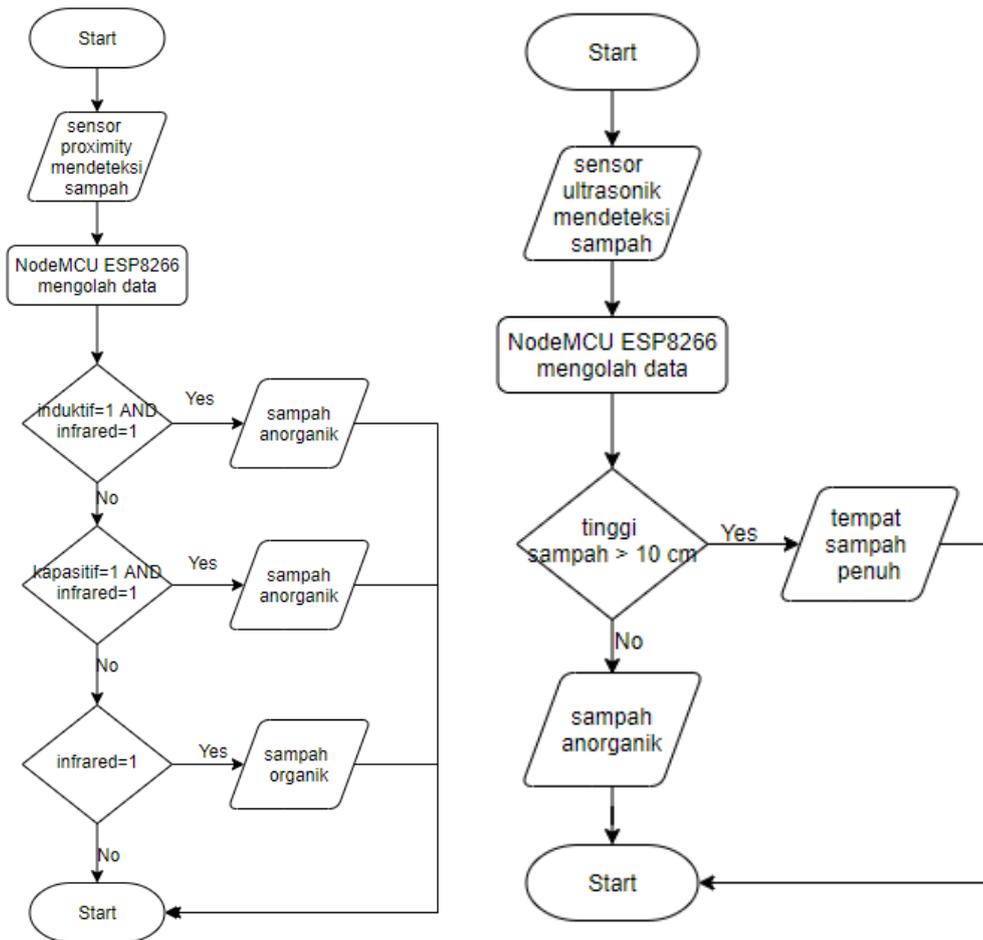
Untuk sensor ultrasonik dimulai dari mendeteksi ketinggian sampah di tempat sampah selanjutnya NodeMCU ESP8266 menerima dan memproses data dari sensor tersebut. NodeMCU ESP8266 kemudian mengolah data yang diterima dari sensor tersebut berdasarkan kondisi jika ketinggian sampah < 10 cm maka tempat sampah penuh.

4.2 Rancangan Software

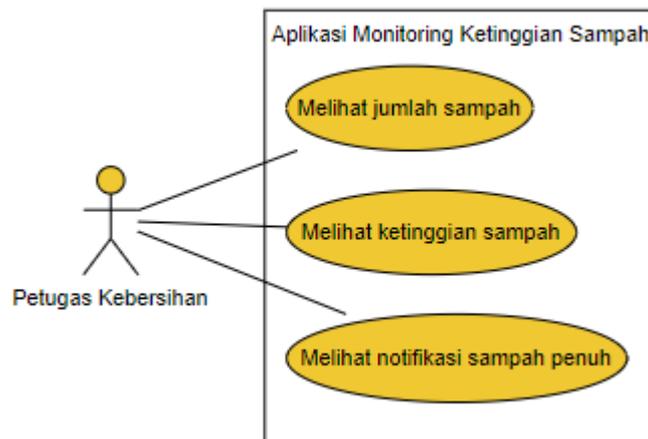
Gambar 4 merupakan usecase diagram dari aplikasi monitoring ketinggian sampah berbasis website. Pengguna aplikasi ini adalah Petugas Kebersihan yang dapat melihat jumlah setiap jenis sampah dan melihat waktu setiap sampah penuh. Pada aplikasi juga petugas kebersihan mendapatkan notifikasi jika sampah telah penuh.



Gambar 2. Rancangan Perangkat Keras



Gambar 3. Flowchart Cara Kerja Pembacaan Data dari Sensor Proximity dan Ultrasonik



Gambar 4. Usecase Diagram Aplikasi Monitoring Ketinggian Sampah

5. Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas beberapa pengujian yang telah dilakukan. Pengujian yang dilakukan terdiri dari dua bagian, yakni pengujian unit dan pengujian integrasi. Pada pengujian unit, diuji setiap komponen dari alat yang dibuat. Sedangkan, pada pengujian integrasi akan dilihat tingkat

keberhasilan alat mengirimkan data melalui jaringan wi-fi menggunakan protokol MQTT ke basis data dan dapat ditampilkan ke aplikasi berbasis website.

5.1 Hasil Pengujian Unit

Pengujian unit ini dilakukan terhadap sensor yang digunakan untuk membedakan sampah organik dan anorganik. Terdapat dua bagian yang diuji, yakni pengujian akurasi ketiga sensor proximity untuk membedakan jenis sampah dan pengujian jarak antara sampah dengan ketiga sensor.

Pada bagian pertama, diujikan 7 jenis sampah masing-masing sebanyak 9 kali percobaan. Sampah yang digunakan, antara lain tisu, daun, dan kertas untuk sampah organik, serta penggaris, plastic, handphone, dan besi untuk sampah anorganik. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, sensor berhasil 100% membedakan jenis sampah yang mana LED hijau menyala setiap pendeteksian sampah organik dan LED merah menyala setiap pendeteksian sampah anorganik. Catatan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada pengujian bagian kedua, untuk mendapatkan jarak yang direkomendasikan antara sampah dengan sensor, dilakukan percobaan terhadap 5 jarak, yakni 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, dan 10 mm. Kelima jarak diujikan terhadap 5 jenis sampah, yakni tisu dan kertas untuk sampah organik serta plastik, handphone, dan besi untuk sampah anorganik. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, sensor tidak berhasil mendeteksi sampah anorganik pada jarak 4 dan 10 mm. LED merah tidak menyala saat jarak sampah dan sensor 4 dan 10 mm. Catatan hasil pengujian jarak ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

Nomor Tes	Sampah Organik				Sampah Anorganik		
	Tisu	Daun	Kertas	Penggaris	Plastik	Handphone	Besi
1	G	G	G	R	R	R	R
2	G	G	G	R	R	R	R
3	G	G	G	R	R	R	R
4	G	G	G	R	R	R	R
5	G	G	G	R	R	R	R
6	G	G	G	R	R	R	R
7	G	G	G	R	R	R	R
8	G	G	G	R	R	R	R
9	G	G	G	R	R	R	R

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak

Jarak (mm)	Sampah Organik		Sampah Anorganik		
	Tisu	Kertas	Plastik	Handphone	Besi
0	G	G	R	R	R
1	G	G	R	R	R
2	G	G	R	R	R
3	G	G	R	R	R
4	G	G	R	R	R
10	G	G	R	R	R

5.2 Hasil Pengujian Integrasi

Pada bagian ini dilakukan pengujian integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Akan dilihat tingkat keberhasilan pengiriman data yang terdeteksi oleh setiap sensor ke basis data dan aplikasi website. Data yang dideteksi oleh sensor untuk membedakan jenis sampah akan menambah data counter jumlah sampah yang masuk ke tempat sampah sesuai dengan jenisnya. Jika terdeteksi sampah organik, counter jumlah sampah organik akan bertambah 1. Demikian juga jika terdeteksi sampah anorganik, counter jumlah sampah anorganik akan bertambah 1.

Selain itu, juga dilihat ketinggian sampah setiap jenis tempat sampah yang dideteksi oleh sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik yang diletakkan pada bagian atas tempat sampah akan mengukur jarak sampah dengan sensor. Data yang diterima oleh sensor kemudian akan dilihat apakah berhasil dikirimkan ke aplikasi website. Ketinggian sampah akan bertambah ketika sampah dimasukkan dan berkurang jika sampah telah dikosongkan oleh petugas kebersihan. Notifikasi akan muncul jika jarak yang dideteksi < 10 cm.

Tampilan antar muka aplikasi website hasil pengujian integrasi ini dapat dilihat pada Gambar 5.

No	Jumlah Sampah Organik	Jumlah Sampah Anorganik	Jarak Organik	Jarak Anorganik	Waktu
1	20	21	35 cm	5 cm	2021-06-15 10:51:46
2	20	20	36 cm	34 cm	2021-06-15 10:51:37
3	19	20	35 cm	34 cm	2021-06-15 10:51:06
4	19	19	35 cm	33 cm	2021-06-15 10:51:01
5	18	19	35 cm	34 cm	2021-06-15 10:50:57
6	17	19	35 cm	34 cm	2021-06-15 10:50:45
7	17	18	35 cm	4 cm	2021-06-15 10:47:14

Gambar 5. Tampilan Website Monitoring

6. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap perangkat hardware dan software berupa komponen-komponen mikrokontroler serta Web Alat Pemilah Sampah, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Ketiga sensor Proximity yang digunakan berhasil membedakan jenis sampah organik dan anorganik.
- 2) Jarak yang direkomendasikan antara sampah dengan sensor adalah kecil dari 3 mm.
- 3) MQTT berhasil digunakan sebagai protokol untuk pengiriman data ke basis data dan website melalui jaringan wi-fi.
- 4) Aplikasi monitoring ketinggian sampah pada setiap jenis sampah berbasis website membantu petugas kebersihan untuk melihat tempat sampah yang harus diangkut.

7. Acknowledgement

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Politeknik Caltex Riau yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] A. Wafi, H. Setyawan and S. Ariyani, "Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis IoT (Internet of Things) dengan Aplikasi Android," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 2, no. 1, pp. 20-29, Maret 2020.
- [2] H. D. Ariessanti, Martono and J. Widiarto, "Sistem Pembuangan Sampah Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroler pada SMAN 14 Kab.Tangerang," *CCIT Journal*, vol. 12, no. 2, pp. 229-240, Agustus 2019.
- [3] Y. A. Bahtiar, D. Arianto, M. Taufik and T. Handayani, "Pemilah Organik dengan Sensor Inframerah Terintegrasi Sensor Induktif dan Kapasitif," *Jurnal EECCIS*, vol. 13, no. 3, pp. 109-113, Desember 2019.
- [4] W. P. Raafindra, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN PENCARIAN RUTE TERPENDEK TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA BERBSIS INTERNET OF THINGS (IoT)," Universitas Andalas, Padang, 2017.
- [5] P. L. Aritonang, B. E.C., S. D. K and J. Prasetyo, "RANCANG BANGUN ALAT PEMILAH SAMPAH CERDAS OTOMATIS," in *SNITT*, Balikpapan, 2017.
- [6] A. Rohman, "Rancang Bangun Pemilihan Jenis Sampah Skala Kecil Berbasis Mikrokontroler Secara Otomatis," Perpustakaan Unikom, Yogyakarta, 2017.
- [7] M. M. A. Maburur, "RANCANG BANGUN SISTEM SMART TRASH CAN BERBASIS ANDROID," UIN Alauddin, Makasar, 2016.
- [8] M. Ismail, R. K. Abdullah and S. Abdussamad, "Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi," *JAMBURA*, vol. 3, no. 1, pp. 7-12, Januari 2021.
- [9] Arafat, "Sistem Pengaman Pintu Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) dengan ESP8266," *Technologia*, vol. 7, no. 4, pp. 262-267, Desember 2016.
- [10] V. Daniel, *Easy Green Living*, Jakarta: PT Mizan Publika, 2009.