

BAB III METODOLOGI

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah di Lingkungan Perumahan Desa Kuripan, Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Penyusunan skripsi akan dilaksanakan selambat-lambatnya selama 6 bulan.

G. Alat dan Bahan

Kebutuhan alat dan bahan dalam penelitian ini terdiri dari kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak. Masing-masing kebutuhan tersebut ditunjukkan pada Tabel beriku.

Tabel 2. Kebutuhan Perangkat Keras

No	Alat/Bahan	Keterangan
(1)	(2)	(3)
1	NodeMCU ESP8266	Sebagai mikrokontroller untuk pemrosesan data input dan pengiriman data output
2	Sensor ultra sonic HC- SR04	Sebagai perangkat untuk mengukur jarak yang digunakan dalam mendeteksi kapasitas dari volume pada tempat sampah
3	Power Supply	Sebagai sumber tenaga untuk mensuplai kebutuhan listrik perangkat yang dibuat
4	Papan PCB	Digunakan untuk menghubungkan semua komponen menjadi satu rangkaian
5	LCD I2C 20x4	Sebagai <i>interface</i> untuk menampilkan data hasil pengukuran

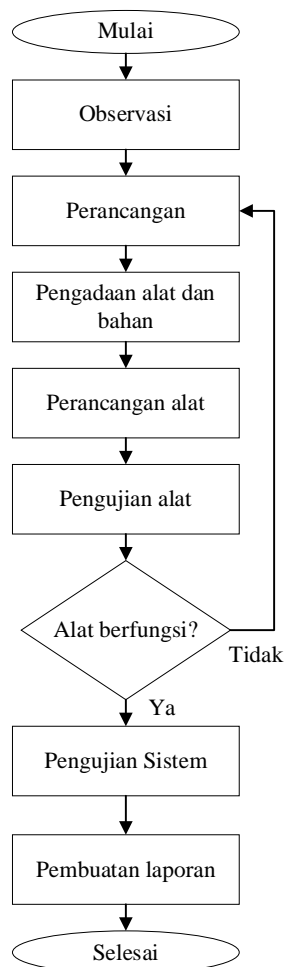
Tabel 3. Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Alat/Bahan	Keterangan
(1)	(2)	(3)
1	Laptop	Sebagai media penunjang perancangan sistem
2	<i>Smart Phone</i>	Sebagai media penunjang monitoring <i>mobile</i>
3	Arduino IDE	Digunakan untuk membuat program pada mikrokontroler

4	EasyEDA	Digunakan untuk pembuatan schematik rangkaian dan layout pada PCB
5	Android Studio	Digunakan untuk pembuatan aplikasi sistem monitoring
6	Visual Studio Code	Digunakan sebagai framework untuk proses pembuatan code dari sistem yang dibuat
7	Firebase	Digunakan sebagai database dari sistem yang dibuat

H. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dimana dilakukan eksperimen percobaan secara langsung yang kemudian dilakukan analisis terhadap hasil percobaan yang telah dilakukan. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini meliputi sudi literatur, perancangan, pembuatan, pengujian, analisis data, dan kesimpulan. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram alir penelitian

Keterangan:

1. Observasi

Observasi dilakukan untuk mendapatkan pemahaman tentang penelitian yang akan dilakukan yaitu dengan melakukan pengumpulan data dan informasi sebagai referensi penunjang penelitian yang akan dilakukan. Observasi dalam penelitian ini dilakukan dengan berkunjung langsung ke tempat penelitian yaitu di Desa Kuripan. Tujuan dari observasi adalah ingin mengamati bagaimana tempat sampah di Komplek Perumahan Desa Kuripan digunakan oleh masyarakat, bagaimana pengumpulan sampah dilakukan, atau bagaimana sistem ini beroperasi pengambilan sampah oleh petugas. Observasi dilakukan pada 10 September 2023. Metode observasi yang digunakan yaitu menggunakan pengamatan visual, pengukuran berbagai parameter seperti volume sampah atau frekuensi penggunaan tempat sampah, atau bahkan melakukan wawancara singkat dengan petugas sampah. Dokumentasi proses observasi ditunjukkan pada Gambar 11.



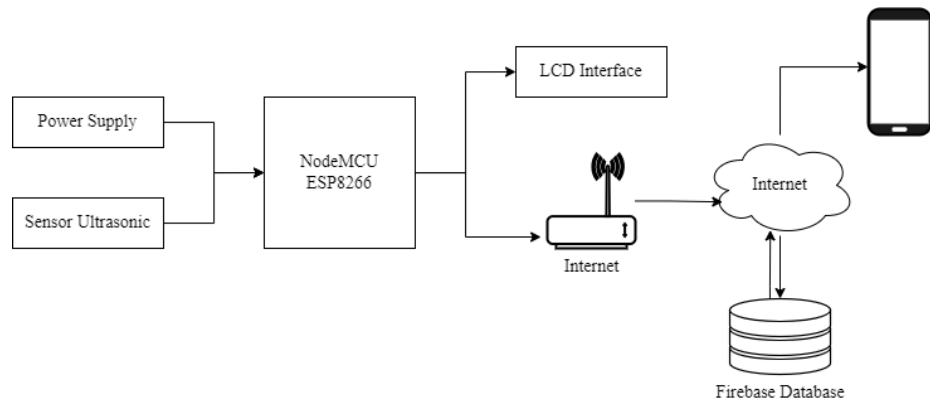
Gambar 11. Dokumentasi Observasi di Desa Kuripan

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan setelah mengkaji berbagai referensi yang didapatkan. Pada tahap ini akan dilakukan perancangan keseluruhan sistem mulai dari diagram blok sistem, perancangan rangkaian sistem kontrol, perencanaan pemrograman, dan yang terakhir adalah desain mekanikal alat.

a. Diagram blok sistem

Blok diagram ini merupakan gambaran dasar mengenai sistem yang akan dirancang. Setiap bagian blok sistem memiliki fungsi masing-masing, dengan memahami gambar blok diagram maka sistem yang dirancang sudah dapat dibangun dengan baik. Diagram blok sistem pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 12.

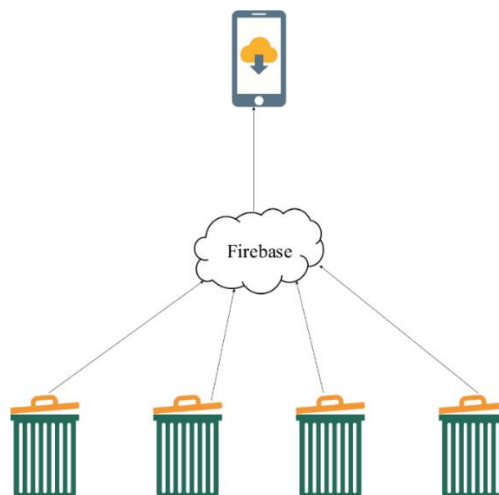


Gambar 12. Diagram Blok Sistem

Diagram blok pada Gambar 12 terdiri dari tiga bagian yaitu input, proses, dan output. Bagian input terdiri dari catu daya sebagai sumber tenaga listrik pada perangkat sistem yang dibuat, sensor ultrasonic HCSR-04 yang berfungsi untuk mendeteksi volume sampah pada masing-masing tempat sampah berdasarkan jarak ketinggian sampah yang dibaca. Bagian proses berupa NodeMCU ESP8266 untuk pengolahan data masukan dan data keluaran. Kemudian bagian output terdiri dari logika *fuzzy* yang dijadikan sebagai acuan untuk penentuan kriteria tindakan berdasarkan masukan berupa volume sampah dan terakhir waktu pengambilan, lcd sebagai interface sistem untuk menampilkan data dan iot sehingga data dapat diakses kapanpun dan dimanapun.

b. Skema implementasi

Skema implementasi alat monitoring tong sampah dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Skema implementasi

Sistem monitoring tong sampah menggunakan beberapa langkah yang terintegrasi untuk memantau dan mengelola kondisi sampah dengan efisien. Langkah-langkahnya sebagai berikut: Pertama, dalam sistem ini, sensor ultrasonik ditempatkan di dalam masing-masing tong sampah. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi ketinggian sampah di dalam tong dan mengubahnya menjadi data volume atau kapasitas sampah. Terdapat 4 sensor ultrasonik yang ditempatkan pada setiap tong sampah.

Kedua, mikrokontroler yang terhubung dengan sensor ultrasonik akan terus-menerus memperbarui waktu terakhir pengambilan sampah dari masing-masing tong. Ini memungkinkan sistem untuk selalu memiliki informasi yang terkini tentang kapan terakhir kali tong sampah tersebut dikosongkan.

Ketiga, parameter-volume dan waktu pengambilan terakhir digunakan sebagai input dalam proses logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* digunakan untuk mengolah data tersebut dan menentukan kriteria notifikasi yang harus dikirimkan. Misalnya, berdasarkan tingkat volume sampah dan waktu sejak pengambilan terakhir, sistem dapat menentukan apakah tong sampah perlu segera dikosongkan atau masih dapat ditunggu.

Keempat, hasil pengukuran dari sensor ultrasonik dikirimkan ke database terpusat. Ini memungkinkan pengumpulan data yang terpusat dan historis tentang volume sampah dan pola pengambilan sampah dari berbagai lokasi.

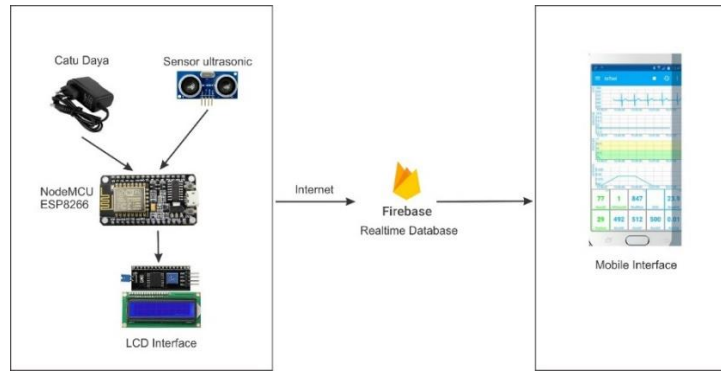
Kelima, jika volume sampah telah mencapai kondisi tertentu yang telah ditentukan oleh logika *fuzzy*, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi seluler yang telah dirancang khusus. Notifikasi ini akan memberitahu petugas sampah atau pihak terkait bahwa suatu tong sampah memerlukan pengosongan.

Terakhir, dengan bantuan aplikasi seluler, petugas sampah dapat memantau kondisi setiap tong sampah kapan saja dan di mana saja. Ini memungkinkan mereka untuk mengoptimalkan rute pengambilan sampah, menghindari pengosongan yang tidak efisien, serta merencanakan pengelolaan sampah dengan lebih baik.

Dengan adanya sistem monitoring ini, pengelolaan sampah menjadi lebih efisien dan adaptif. Data yang terkumpul dari sensor ultrasonik dan mikrokontroler digunakan untuk mengambil keputusan yang lebih cerdas dalam pengelolaan sampah, sehingga dapat mengurangi pemborosan waktu dan sumber daya.

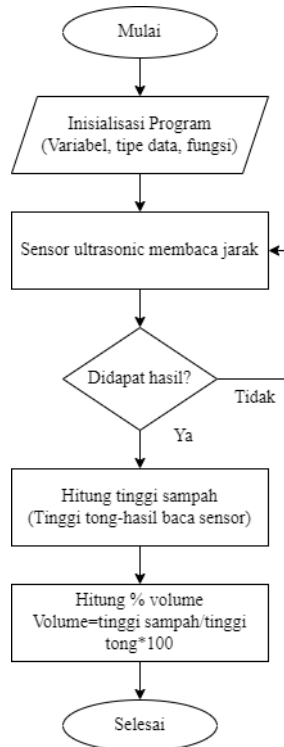
c. Perangkat sistem

Perangkat sistem pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Skema Perangkat Sistem

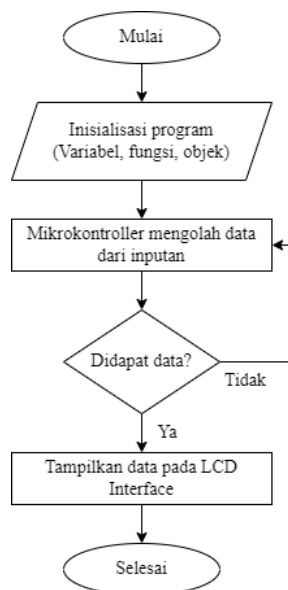
Berdasarkan Gambar 14, terlihat bahwa catu daya akan mensuplai tegangan yang dibutuhkan oleh NodeMCU ESP8266 dan perangkat lain yang membutuhkan sumber tegangan. Sensor ultrasonic akan membaca volume tong sampah dengan cara membaca ketinggian sampah. Hasil pembacaan akan ditampilkan pada LCD *interface*. Selain itu, data juga akan dikirimkan ke *database* dimana nantinya data dapat dimonitoring melalui mobile *interface*. Diagram alir untuk cara kerja perangkat sistem ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 15. Diagram alir cara kerja sensor ultrasonic

Diagram alir untuk penggunaan sensor ultrasonic dapat dijelaskan dalam beberapa langkah. Pertama-tama, program dimulai dan dilanjutkan dengan tahap Inisialisasi, di mana variabel-variabel penting diinisialisasi,

tipe data ditentukan, dan fungsi-fungsi yang dibutuhkan diatur. Kemudian, sensor ultrasonik membaca jarak antara sensor dan objek (dalam hal ini, sampah dalam tong sampah) sebagai langkah ketiga. Selanjutnya, program melakukan perhitungan untuk menentukan ketinggian sampah dalam tong dengan mengurangkan pembacaan sensor ultrasonik dari tinggi tong sampah. Setelah itu, perhitungan persentase volume sampah dalam tong dengan membagi tinggi sampah yang telah dihitung sebelumnya dengan tinggi tong sampah dan mengalikan hasilnya dengan 100. Akhirnya, setelah semua perhitungan selesai, program mengindikasikan bahwa proses telah selesai.



Gambar 16. Diagram alir cara kerja tampilan LCD

Diagram alir untuk menampilkan data pada LCD dimulai dengan tahap awal yang menandakan dimulainya proses. Selanjutnya, program memulai dengan inisialisasi variabel-variabel yang diperlukan, menentukan tipe data yang akan digunakan, dan mungkin juga mendefinisikan fungsi-fungsi yang diperlukan selama program berjalan. Inisialisasi ini juga dapat mencakup konfigurasi awal untuk LCD. Setelah itu, proses pengolahan data dimulai, di mana mikrokontroler memproses informasi dari berbagai inputan seperti sensor atau perangkat lainnya. Data ini dapat berupa berbagai informasi seperti tinggi tong sampah, pembacaan sensor ultrasonic, waktu, dan lain sebagainya. Kemudian, dalam tahap program melakukan pengujian kondisi. Jika data yang relevan berhasil diperoleh dalam proses pengolahan data, data tersebut akan ditampilkan pada LCD melalui pengaturan teks atau tampilan lainnya untuk memvisualisasikan informasi tersebut. Proses telah selesai, dan program akan terus berjalan untuk memantau dan menampilkan data baru jika diperlukan.

d. Implementasi Logika *Fuzzy*

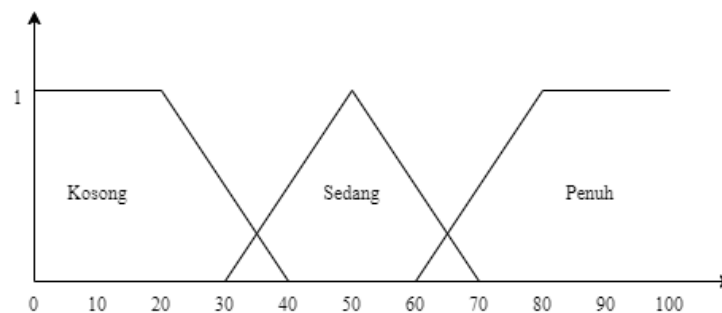
Proses kerja sistem menggunakan logika *fuzzy* mamdani terdiri dari tiga tahapan. Pengolahan data logika *fuzzy* mamdani menggunakan perangkat lunak matlab. Proses yang dilakukan dalam implementasi *fuzzy* pada sistem yang dibuat sebagai berikut:

1) Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Tahap pertama dari prosedur Metode *Fuzzy* Mamdani adalah pembentukan himpunan *fuzzy* atau dikenal pula dengan istilah fuzzifikasi. Fuzzifikasi merupakan proses yang dilakukan dengan mengtransformasi input himpunan tegas (*crisp*) ke dalam himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* ini didasarkan pada tingkatan linguistiknya yang dikelompokkan dalam suatu variabel *fuzzy*. Pada Metode *Fuzzy* Mamdani ini fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi keanggotaan trapesium, fungsi keanggotaan segitiga dan fungsi keanggotaan bahu kiri atau kanan. Berdasarkan penjelasan tersebut akan dilakukan penentuan kriteria pengambilan sampah. Variabel *fuzzy* yang digunakan adalah volume sampah, waktu pengambilan terakhir, dan kriteria pengambilan. Variabel input dalam penelitian ini adalah volume dan waktu, sedangkan variabel output pada penelitian ini adalah kriteria.

a) Variabel Volume

Pada penelitian ini variabel *fuzzy* volume terdiri atas 3 (tiga) himpunan *fuzzy*, yaitu kosong, sedang, dan penuh yang ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Fungsi Keanggotaan Variabel Volume

Nilai keanggotaan himpunan variabel volume ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* Variabel Volume

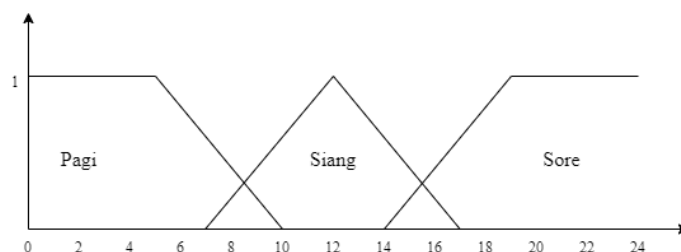
Himpunan <i>Fuzzy</i>	Nilai Keanggotaan
-----------------------	-------------------

Kosong	0-40
Sedang	30-70
Banyak	60-100

Variabel "volume sampah" dalam konteks himpunan *fuzzy* memiliki tiga himpunan *fuzzy* yang masing-masing menggambarkan sejauh mana volume sampah dapat dikategorikan dengan tingkat keanggotaan tertentu dalam setiap himpunan. Pertama, himpunan "kosong" menggambarkan volume sampah dari 0 hingga 40%. Ketika volume sampah berada dalam kisaran ini, tingkat keanggotaan dalam himpunan "kosong" akan tinggi, menunjukkan bahwa volume sampah berada dalam kondisi mendekati kosong. Semakin dekat nilai volume sampah ke 0%, semakin tinggi tingkat keanggotaan dalam himpunan "kosong." Himpunan "sedang" mencakup volume sampah dari 30 hingga 70%, dan tingkat keanggotaan dalam himpunan ini meningkat seiring dengan peningkatan volume sampah dalam kisaran tersebut. Oleh karena itu, jika volume sampah berada di antara 30% hingga 70%, tingkat keanggotaan dalam himpunan "sedang" akan semakin tinggi, dengan puncaknya pada nilai tengah yaitu 50%. Terakhir, himpunan "banyak" mencakup volume sampah dari 60 hingga 100%, menunjukkan bahwa ketika volume sampah mencapai nilai dalam kisaran ini, tingkat keanggotaan dalam himpunan "banyak" akan tinggi, menandakan bahwa volume sampah dalam kondisi banyak. Semakin dekat nilai volume sampah ke 100%, semakin tinggi tingkat keanggotaan dalam himpunan "banyak."

b) Variabel Waktu

Pada penelitian ini variabel *fuzzy* waktu terdiri atas 3 (tiga) himpunan *fuzzy*, yaitu pagi, siang, dan sore yang ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu

Nilai keanggotaan himpunan variabel waktu ditunjukkan pada Tabel 5.

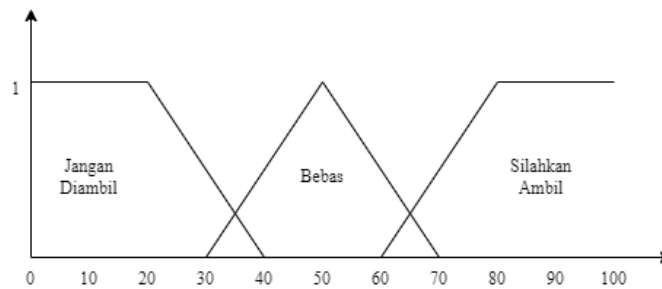
Tabel 5. Nilai Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* Variabel Waktu

Himpunan <i>Fuzzy</i>	Nilai Keanggotaan
Pagi	0-10
Siang	7-17
Sore	14-24

Variabel "waktu pengambilan terakhir" dalam konteks himpunan *fuzzy* memiliki tiga himpunan *fuzzy* yang masing-masing menggambarkan sejauh mana waktu pengambilan terakhir dapat dikategorikan dengan tingkat keanggotaan tertentu dalam setiap himpunan. Pertama, himpunan "pagi" menggambarkan waktu pengambilan terakhir dari 0 hingga 10 WIB. Ketika waktu pengambilan berada dalam kisaran ini, tingkat keanggotaan dalam himpunan "pagi" akan tinggi, menunjukkan bahwa waktu pengambilan terakhir berada dalam kondisi pagi. Semakin dekat nilai waktu pengambilan terakhir ke 0 WIB, semakin tinggi tingkat keanggotaan dalam himpunan "pagi." Kemudian, himpunan "siang" mencakup waktu pengambilan terakhir dari 7 hingga 17 WIB. Tingkat keanggotaan dalam himpunan ini meningkat seiring dengan peningkatan waktu pengambilan dalam kisaran tersebut. Oleh karena itu, jika waktu pengambilan terakhir berada di antara 7 WIB hingga 17 WIB, tingkat keanggotaan dalam himpunan "siang" akan semakin tinggi, dengan puncaknya pada nilai tengah yaitu 12 WIB. Terakhir, himpunan "sore" mencakup waktu pengambilan terakhir dari 14 hingga 24 WIB. Ini menunjukkan bahwa ketika waktu pengambilan mencapai nilai dalam kisaran ini, tingkat keanggotaan dalam himpunan "sore" akan tinggi, menandakan bahwa waktu pengambilan terakhir berada dalam kondisi sore. Semakin dekat nilai waktu pengambilan terakhir ke 24 WIB, semakin tinggi tingkat keanggotaan dalam himpunan "sore."

c) Variabel Kriteria

Pada penelitian ini variabel *fuzzy* kriteria terdiri atas 3 (tiga) himpunan *fuzzy*, yaitu jangan diambil, bebas, silahkan ambil yang ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Fungsi Keanggotaan Variabel Kriteria

Nilai keanggotaan himpunan variabel waktu ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* Variabel Kriteria

Himpunan <i>Fuzzy</i>	Nilai Keanggotaan
Jangan diambil	0-40
Bebas	30-70
Silahkan ambil	60-100

Variabel "kriteria pengambilan" dalam konteks himpunan *fuzzy* menggambarkan sejauh mana suatu objek atau keputusan dapat diberikan kategori dengan tingkat keanggotaan tertentu dalam setiap himpunan. Himpunan *fuzzy* "jangan diambil" mencakup kriteria pengambilan dari 0 hingga 40%, sehingga jika objek atau keputusan memenuhi kriteria ini, tingkat keanggotaan dalam himpunan "jangan diambil" akan tinggi, menandakan bahwa objek tersebut sebaiknya tidak diambil. Semakin mendekati nilai 0%, semakin tinggi tingkat keanggotaannya dalam himpunan ini. Sementara itu, himpunan *fuzzy* "bebas" mencakup kriteria pengambilan dari 30 hingga 70%, menggambarkan bahwa jika objek atau keputusan memenuhi kriteria dalam rentang ini, tingkat keanggotaan dalam himpunan "bebas" akan meningkat seiring dengan peningkatan kriteria yang terpenuhi. Jadi, jika objek atau keputusan berada di antara 30% hingga 70%, tingkat keanggotaan dalam himpunan "bebas" akan semakin tinggi, dengan puncaknya pada nilai tengah yaitu 50%. Terakhir, himpunan *fuzzy* "silahkan ambil" mencakup kriteria pengambilan dari 60 hingga 100%, menandakan bahwa jika objek atau keputusan memenuhi kriteria dalam rentang ini, tingkat keanggotaan dalam himpunan "silahkan ambil" akan tinggi, menunjukkan bahwa objek tersebut sangat sesuai untuk diambil. Semakin mendekati nilai 100%, semakin tinggi tingkat keanggotaannya dalam himpunan ini.

2) Aplikasi Fungsi Implikasi

Setelah penentuan fungsi keanggotaan variabel, maka dilakukan pembentukan aturan logika *fuzzy*. Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min (minimum). Berdasarkan data-data yang ada dapat dibentuk aturan-aturan sebagai berikut:

[R1] *If (volume is KOSONG) and (waktu is PAGI) then (kriteria is JANGAN DIAMBIL)*

[R2] *If (volume is KOSONG) and (waktu is SIANG) then (kriteria is JANGAN DIAMBIL)*

[R3] *If (volume is KOSONG) and (waktu is SORE) then (kriteria is JANGAN DIAMBIL)*

[R4] *If (volume is SEDANG) and (waktu is PAGI) then (kriteria is SILAHKAN AMBIL)*

[R5] *If (volume is SEDANG) and (waktu is SIANG) then (kriteria is SILAHKAN AMBIL)*

[R6] *If (volume is SEDANG) and (waktu is SORE) then (kriteria is JANGAN DIAMBIL)*

[R7] *If (volume is PENUH) and (waktu is PAGI) then (kriteria is SILAHKAN AMBIL)*

[R8] *If (volume is PENUH) and (waktu is SIANG) then (kriteria is SILAHKAN AMBIL)*

[R9] *If (volume is PENUH) and (waktu is SORE) then (kriteria is BEBAS)*

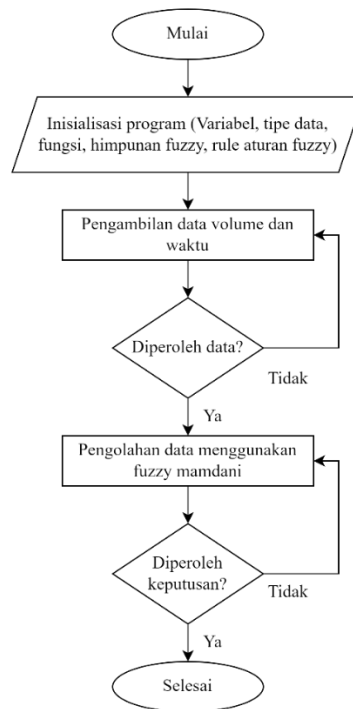
3) Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem inferensi *fuzzy* merupakan sebuah kerangka kerja perhitungan berdasarkan teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy*, dan pemikiran *fuzzy*. Struktur dasar sistem inferensi berisi dasar aturan yang berisi sebuah aturan pemilihan *fuzzy*.

4) Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi merupakan proses terakhir dalam suatu sistem logika *fuzzy*. Tujuan dari proses ini untuk mengkonversi setiap hasil dari inference engine yang diekspresikan dalam bentuk *fuzzy* set dalam suatu bilangan real. Pada proses ini terjadi konversi dari input sampai dengan output pada setiap jalurnya. Proses konversi dalam program penulis tidak membutuhkan rumus tertentu karena perbedaan input dan output pada setiap jalur.

Cara kerja implementasi *fuzzy logic* dalam sistem ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 20. Diagram alir cara kerja *fuzzy logic* sistem

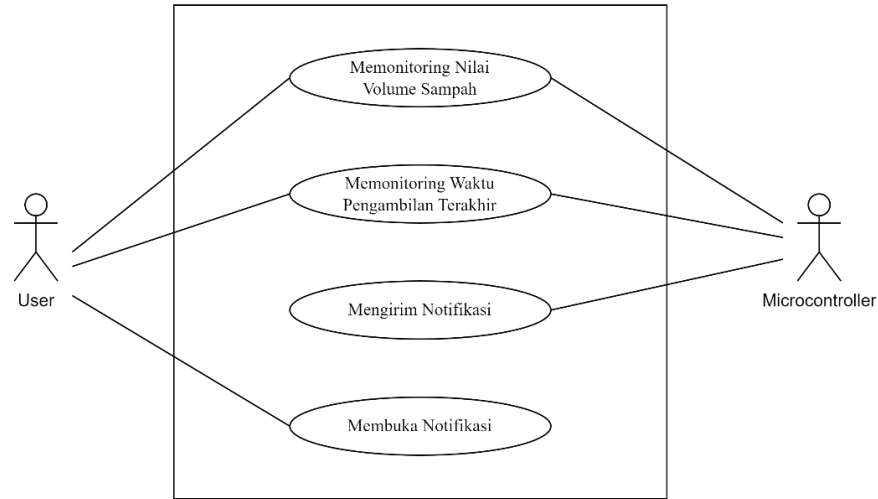
Diagram alir pengolahan *fuzzy* menggambarkan langkah-langkah dalam pengambilan keputusan berbasis logika *fuzzy*. Proses dimulai dengan tahap "Mulai," yang menandakan awal dari pengolahan. Selanjutnya, pada tahap "Inisialisasi program," program memulai dengan menginisialisasi variabel, tipe data, fungsi, himpunan *fuzzy*, serta aturan-aturan yang akan digunakan dalam proses selanjutnya. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk menggambarkan domain nilai dan memetakan data masukan ke dalam himpunan *fuzzy* yang sesuai. Tahap selanjutnya adalah "Pengambilan data volume dan waktu," di mana data volume (seperti volume sampah) dan waktu (misalnya, waktu pengambilan terakhir) dikumpulkan. Data ini menjadi masukan untuk proses pengolahan *fuzzy*. Kemudian, pada tahap "Pengolahan menggunakan *fuzzy* Mamdani," data tersebut dimasukkan ke dalam himpunan *fuzzy* yang telah diinisialisasi sebelumnya. Di sinilah dilakukan perhitungan *fuzzy* berdasarkan tingkat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* dan aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah proses pengolahan, tahap "Jika diperoleh keputusan maka selesai, jika tidak maka dilakukan langkah ke 3 dan ke 4" menunjukkan bahwa hasil dari pengolahan *fuzzy* akan dievaluasi. Jika keputusan dapat diambil berdasarkan hasil *fuzzy*, maka proses akan selesai. Namun, jika keputusan masih memerlukan perbaikan atau evaluasi lebih lanjut, langkah-langkah 3 dan 4, yaitu pengambilan data dan pengolahan *fuzzy*, dapat diulangi sesuai dengan kebutuhan. Terakhir, tahap "Selesai" menandakan akhir dari proses.

pengolahan *fuzzy*, dan keputusan akhir (jika ada) telah diambil berdasarkan data volume dan waktu yang telah diproses menggunakan logika *fuzzy*.

3. Perancangan Aplikasi

a. Use case diagram

Use case diagram pada sistem monitoring tempat sampah pintar secara real time menggunakan metode *fuzzy logic* studi kasus di desa kuripan dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. *Use case diagram*

Definisi aktor pada sistem monitoring tempat sampah pintar secara real time menggunakan metode *fuzzy logic* studi kasus di desa kuripan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Definisi Aktor

Aktor	Deskripsi
(1)	(2)
User	Petugas sampah dapat melakukan monitoring terhadap volume sampah, waktu pengambilan terakhir, dan membuka notifikasi kriteria dari tong sampah yang dimonitoring
Microcontroller	Microcontroller bertindak sebagai pengambil data serta pengirim data menuju ke <i>database</i>

Definisi *use case* pada sistem monitoring tempat sampah pintar secara real time menggunakan metode *fuzzy logic* studi kasus di desa kuripan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Definisi *Use Case*

<i>Use Case</i>	Deskripsi
(1)	(3)
Memonitoring Volume	Merupakan proses yang dilakukan untuk memonitoring data sensor dan status volume tong sampah.
Memonitoring Waktu	Merupakan proses yang dilakukan untuk memonitoring data terakhir pengambilan sampah oleh petugas pada tong sampah.
Mengirim Notifikasi	Jika tong sampah telah memenuhi kriteria tertentu berdasarkan volume dan waktu pengambilan terakhir maka mikrokontroller akan mengirimkan notifikasi
Membua Notifikasi	Pengguna dapat melihat notifikasi kriteria tong sampah yang dikirimkan oleh mikrokontroller

b. Skenario *use case*

Skenario setiap bagian pada *use case* menunjukkan proses apa yang terjadi pada setiap bagian di dalam *use case* tersebut, dimana pengguna memberikan perintah pada setiap bagian dan respon apa yang diberikan oleh sistem kepada pengguna setelah pengguna memberikan perintah pada setiap bagian-bagian *use case*.

1) Skenario *use case* memonitoring volume sampah

Skenario *use case* dari memonitoring volume sampah ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Skenario *Use Case* Memonitoring Volume Sampah

Nama Use Case	Memonitoring Volume Sampah
No	1
Aktor	User
Kondisi Awal	Sebelum Membuka Aplikasi
Skenario Utama	
Aksi Aktor	Respon Sistem
1. User membuka aplikasi	2. Tampil halaman login
3. User login menggunakan username dan password	4. Tampil menu utama

5. User membuka menu monitoring volume	6. Tampil menu monitoring volume
	7. Menampilkan data volume sampah hasil pembacaan sensor ultrasonic
8. Melihat data volume sampah pada beberapa titik tong sampah	

- 2) Skenario *use case* memonitoring waktu pengambilan terakhir sampah oleh petugas

Skenario *use case* dari memonitoring waktu pengambilan terakhir sampah oleh petugas ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Skenario *Use Case* Memonitoring Waktu Pengambilan Terakhir

Nama Use Case	Memonitoring Waktu Pengambilan Terakhir
No	2
Aktor	User
Kondisi Awal	Sebelum Membuka Aplikasi
Skenario Utama	
Aksi Aktor	Respon Sistem
1. User membuka aplikasi	2. Tampil halaman login
3. User login menggunakan username dan password	4. Tampil menu utama
5. User membuka menu waktu pengambilan terakhir	6. Tampil menu monitoring waktu pengambilan terakhir
	7. Menampilkan data waktu pengambilan terakhir dan volume pengambilan
8. Melihat data waktu pengambilan terakhir dan volume pengambilan	

- 3) Skenario *use case* membuka notifikasi

Skenario *use case* dari membua notifikasi ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Skenario *Use Case* Membuka Notifikasi

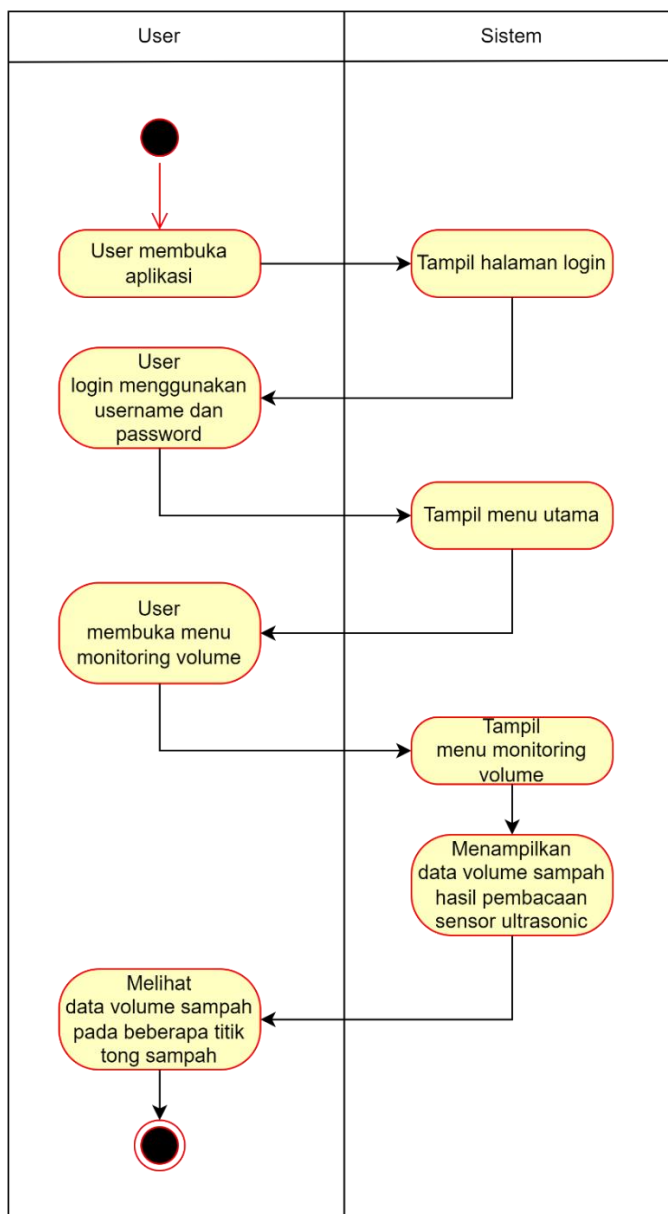
Nama Use Case	Membuka Notifikasi
No	3
Aktor	User
Kondisi Awal	Sebelum Membuka Aplikasi
Skenario Utama	
Aksi Aktor	Respon Sistem
	1. Sistem mengirimkan notifikasi status tong sampah berdasarkan volume dan waktu pengambilan terakhir
2. Jika notifikasi dibuka maka user akan melihat pesan pemberitahuan	
Skenario Alternatif	
Aksi Aktor	Respon Sistem
	1. Sistem mengirimkan notifikasi status tong sampah berdasarkan volume dan waktu pengambilan terakhir
2. Jika notifikasi belum dibuka maka sistem akan mengirimkan notifikasi lagi	

c. *Activity* diagram

Activity diagram menggambarkan proses pelayanan dan urutan aktivitas dalam sebuah proses, untuk memperlihatkan urutan aktivitas proses, *activity* diagram sangat bermanfaat untuk memahami proses dari sistem secara keseluruhan. *Activity* diagram dibuat berdasarkan sebuah atau beberapa *Use case* pada *Use case* diagram.

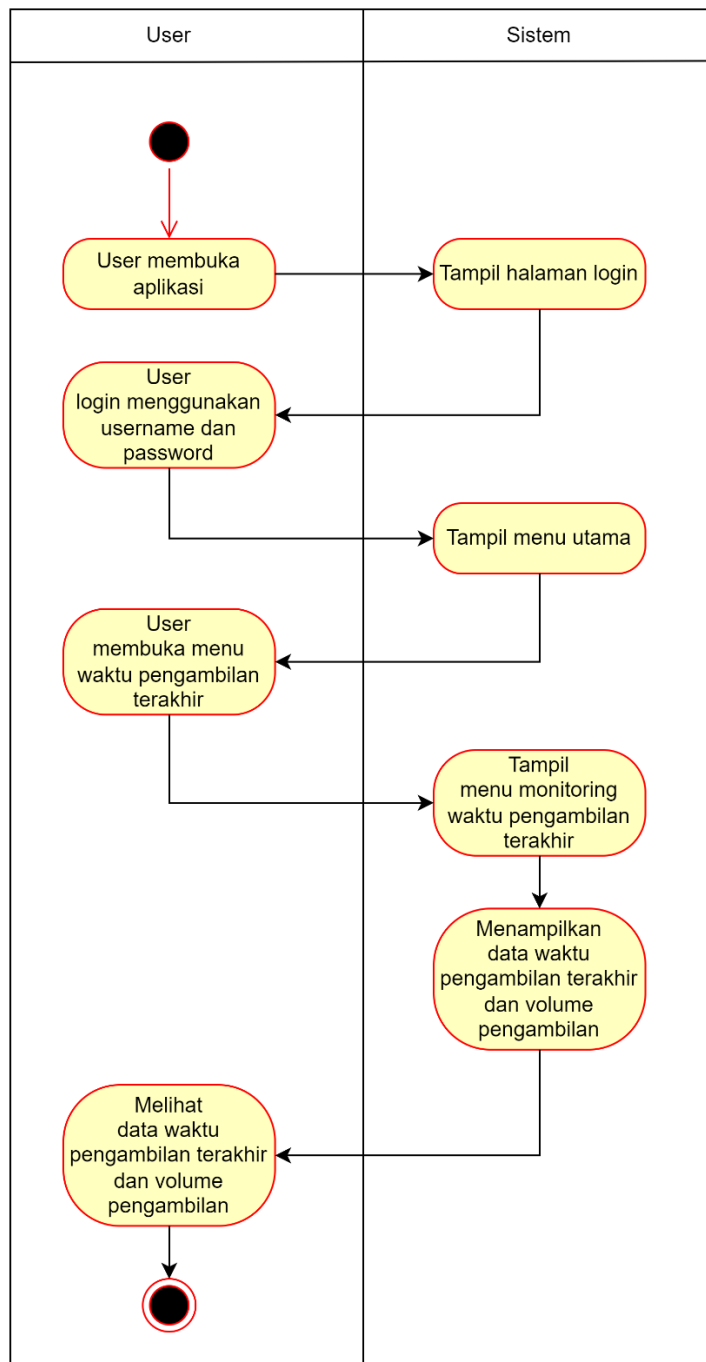
1) *Activity* diagram memonitoring volume sampah

Activity diagram memonitoring volume sampah menjelaskan bagaimana alur kerja aktor dan sistem dalam melakukan monitoring volume sampah yang ditunjukkan pada Gambar 22 berikut.



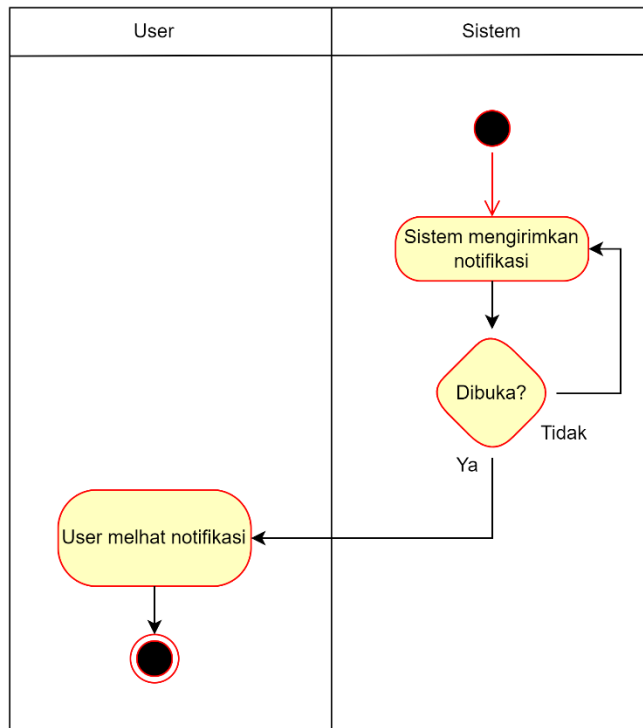
Gambar 22. Activity Diagram Memonitoring Volume Sampah

- 2) Activity diagram memonitoring waktu pengambilan terakhir
 Activity diagram memonitoring waktu pengambilan terakhir sampah oleh petugas menjelaskan bagaimana alur kerja aktor dan sistem dalam melakukan monitoring waktu pengambilan terakhir sampah oleh petugas yang ditunjukkan pada Gambar 23 berikut.



Gambar 23. Activity Diagram Memonitoring Waktu Pengambilan Terakhir

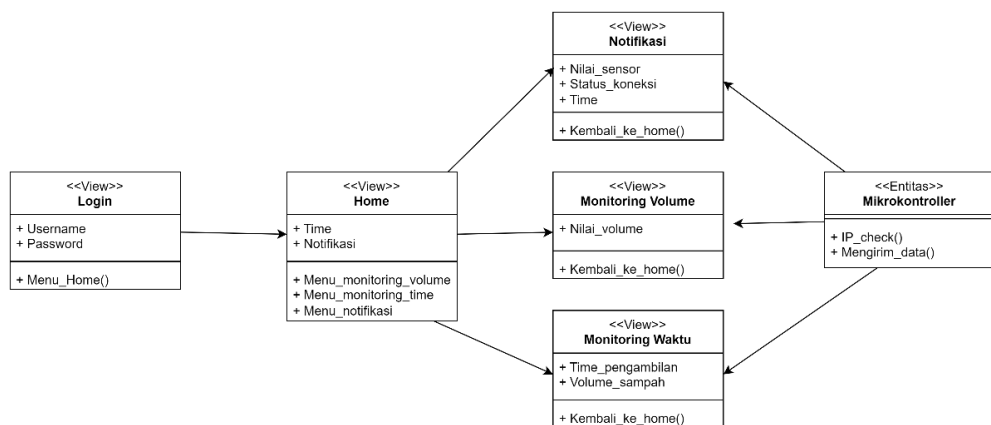
- 3) Activity Diagram Membuka Notifikasi
 Activity Diagram Membuka Notifikasi akan menjelaskan bagaimana alur kerja aktor dan sistem dalam membuka notifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 24.



Gambar 24. Activity Diagram Membuka Notifikasi

d. Class diagram

Class Diagram merupakan gambaran dari struktur dan hubungan pada setiap objek-objek yang berjalan pada sistem. Pada diagram ini digambarkan atribut-atribut dan metode-metode yang ada pada masing-masing kelas. Adapun gambaran class diagram penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 25.



Gambar 25. Class Diagram Sistem

Berikut ini adalah penjelasan daftar kelas yang terdapat pada class diagram dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Definisi *Class Diagram*

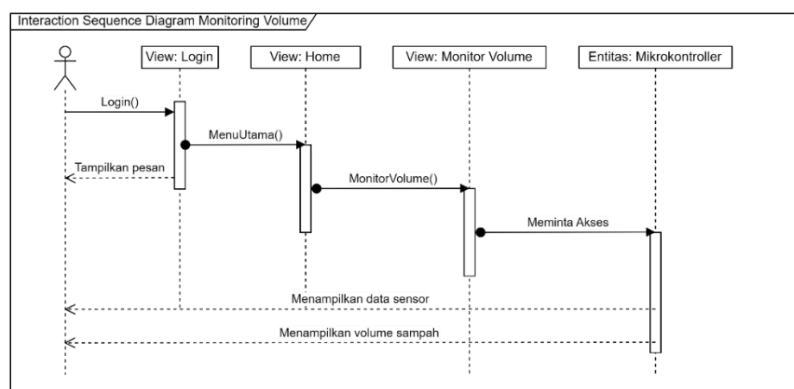
Class (1)	Deskripsi (2)	Jenis (3)
Login	Menu ini digunakan untuk masuk ke menu utama dengan memasukkan username dan password	View
Home	Menu ini digunakan untuk masuk ke menu-menu yang ada yaitu menu monitor volume, menu monitor waktu, dan menu notifikasi.	View
Notifikasi	Menu ini akan menampilkan notifikasi status tong sampah berdasarkan waktu pengambilan terakhir sampah oleh petugas dan volume sampah saat ini	View
Monitoring Volume	Menu ini digunakan untuk memonitoring kapasitas sampah dan status sampah	View
Monitoring Waktu	Menu ini digunakan untuk memonitoring waktu pengambilan sampah dan kapasitas pengambilan sampah	View
Mikrokontroller	Digunakan untuk proses pengiriman data ke <i>Firestore</i> .	Entitas

e. *Sequence diagram*

Sequence Diagram menjelaskan secara detail urutan proses yang dilakukan sistem untuk mencapai tujuan dari *Use Case*.

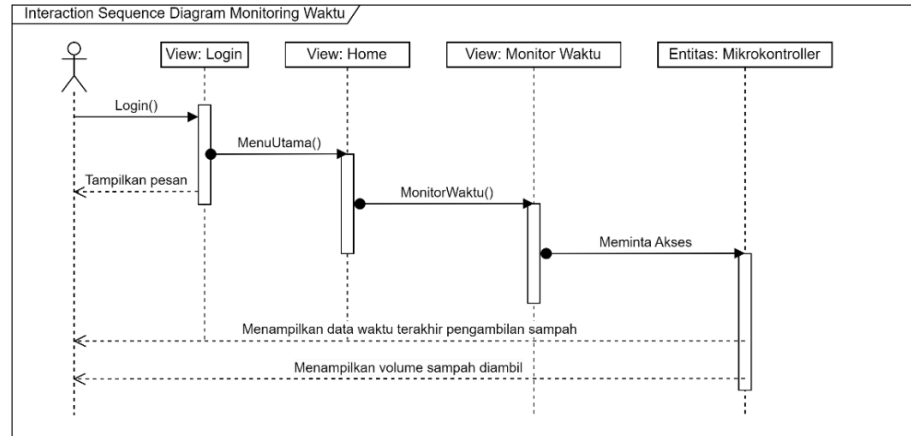
1) *Sequence Diagram Monitoring Volume Sampah*

Sequence diagram monitoring volume sampah ditunjukkan pada Gambar 26 berikut.



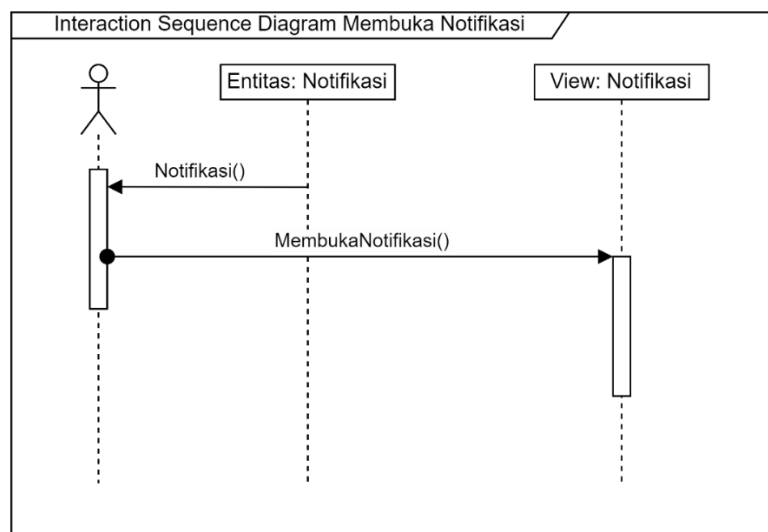
Gambar 26. *Sequence Diagram Monitoring Volume Sampah*

- 2) *Sequence Diagram Monitoring Waktu Pengambilan Sampah Terakhir*
Sequence diagram monitoring waktu pengambilan sampah terakhir ditunjukkan pada Gambar 27. berikut.



Gambar 27. *Sequence Diagram Monitoring Waktu Pengambilan*

- 3) *Sequence Diagram Membuka Notifikasi*
Sequence diagram membuka notifikasi ditunjukkan pada Gambar 28 berikut.



Gambar 28. *Sequence Diagram Membuka Notifikasi*

f. *Prototipe Aplikasi*

Protoype dirancang untuk mempermudah interaksi pengguna dengan aplikasi atau sistem. Dalam penelitian ini terdapat 4 kerangka desain *prototipe* dari aplikasi sistem yang akan dibuat sebagai berikut.



Gambar 29. *Prototipe* halaman login

Terdapat 4 desain yang meliputi halaman login, dashboard utama, dashboard volume, dan dashboard waktu. Halaman login adalah titik awal untuk pengguna masuk ke aplikasi. Komponen yang harus ada di halaman login meliputi formulir masuk yang mencakup kolom untuk mengisi username dan password. Tombol "Login" untuk mengirimkan informasi masuk. Link atau tombol untuk mengakses lupa kata sandi jika diperlukan.



Gambar 30. *Prototipe* halaman dashboard utama

Dashboard adalah halaman utama aplikasi setelah pengguna berhasil masuk. Dashboard utama berisi ringkasan informasi penting terkait kondisi

tong sampah atau tautan ke bagian-bagian lain dari aplikasi. Komponen yang ada di dashboard utama meliputi grafik atau grafik visual yang menunjukkan data utama atau statistic, tautan ke dashboard volume dan waktu, dan navigasi ke bagian lain dari aplikasi.



Gambar 31. *Prototipe* halaman dashboard volume

Dashboard volume adalah bagian dari aplikasi yang memberikan informasi tentang volume sampah pada setiap tempat sampah. Komponen yang ada di dashboard ini meliputi daftar tempat sampah dengan informasi volume saat ini. Opsi untuk mengirim perintah atau instruksi ke tempat sampah jika diperlukan.



Gambar 32. *Prototipe* halaman dashboard waktu

Dashboard waktu adalah bagian dari aplikasi yang memberikan informasi tentang waktu pengambilan sampah. Komponen yang ada di dashboard ini meliputi daftar waktu pengambilan sampah. Kalender dengan tanggal-tanggal penting terkait pengambilan sampah. Kemungkinan notifikasi atau peringatan terkait waktu pengambilan.

I. Pengujian dan analisis

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan logika *fuzzy* dalam pengambilan keputusan output kriteria dan tindakan berdasarkan inputan dari sensor. Pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari karakterisasi pembacaan sensor, implementasi logika *fuzzy*, serta notifikasi kriteria dan interface.

Data yang diperoleh dari tahap pengujian kemudian dianalisis. Analisis data dilakukan untuk dapat mengetahui bagaimana implementasi logika *fuzzy* dalam pengambilan keputusan pada perangkat monitoring sampah otomatis yang telah dirancang. Setelah proses pengujian dan analisis selesai dilaksanakan, selanjutnya diambil kesimpulan dari hasil pengujian. Parameter pengujian ditunjukkan pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Parameter pengujian

Rencana Pengujian	Deskripsi
Sensor ultrasonik	Pengujian dilakukan dengan mengukur jarak suatu objek dibandingkan dengan alat ukur terstandarisasi
Logika <i>Fuzzy</i>	Pengujian dilakukan dengan menampilkan hasil pengolahan data logika <i>fuzzy</i> pada perangkat interface baik serial monitor ataupun LCD
Interface LCD	Pengujian dilakukan melalui pengamatan fisik untuk mengetahui apakah interface LCD dapat menampilkan sebuah data, karakter, maupun angka
Aplikasi Monitoring	Pengujian dilakukan melalui eksperimen langsung untuk mengetahui keberfungsian semua tools dan fitur pada aplikasi

J. Jadwal Penelitian

Penyusunan skripsi akan dilaksanakan selambat-lambatnya selama 6 bulan. Rencana kegiatan yang akan dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Gantt Chart Jadwal Penelitian

M1				M2				M3				M4				M5				M6			
W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
Task 1																							
				Task 2																			
								Task 3															
												Task 4											
																Task 5							
																Task 6							
																Task 7							

Keterangan:

1. Studi Literatur
2. Perancangan alat dan sistem
3. Pembuatan alat dan sistem
4. Pengujian Sistem
5. Pengambilan Data
6. Analisis
7. Penyusunan Laporan