

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Kebutuhan

Pada tahap ini, data dikumpulkan sebagai bahan yang akan dianalisis. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan kajian literatur. Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung. Data yang diperoleh akan dijadikan bahan untuk dianalisis yang kemudian digunakan untuk merancang alat dan sistem sesuai dengan kebutuhan.

3.2 Analisa Kebutuhan Sistem dan Alat

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dari aplikasi yang akan dibangun. Dalam tahap ini akan membahas mengenai kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam penelitian ini.

3.2.1 Analisa Kebutuhan Perangkat Keras

Adapun kebutuhan perangkat keras yang digunakan untuk penelitian ini disajikan pada tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Analisa Kebutuhan Perangkat Keras

No	Hardware	Spesifikasi	Jumlah	Fungsi
1.	NodeMCU ESP32	Mikrokontroler ESP32, memiliki 34 pin input/output.	3	Sebagai pusat pemroses input sinyal elektronik menjadi output sinyal elektronik.
2.	Sensor HC-SR04	Sensor HC-SR04, memiliki 4 pin input dan output.	6	Sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonic.
3.	Sensor MQ-135	Sensor MQ-135 memiliki 4 pin input dan output.	3	Sebagai pengirim dan penerima bau gas amonia.

4.	Servo Motor	Aktuator putar, memiliki 3 pin.	3	Sistem kontrol feedback dari sensor jarak.
----	-------------	---------------------------------	---	--

3.2.2 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Adapun kebutuhan perangkat lunak yang digunakan untuk membangun perangkat ini disajikan dalam tabel 7 dibawah ini:

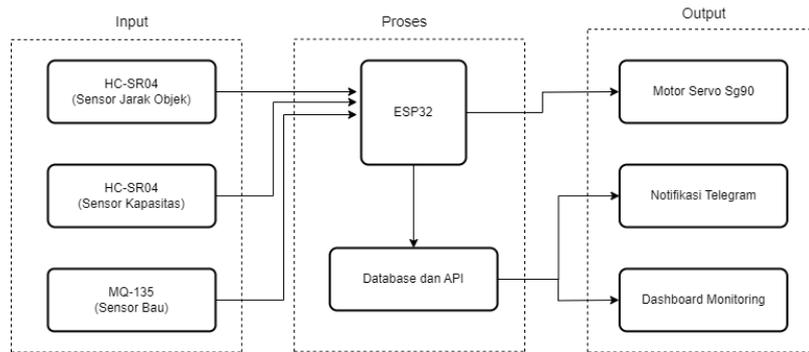
Tabel 7. Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

No.	Software	Keterangan	Fungsi
1.	Aplikasi	Arduino IDE	Pembuatan kode untuk mikrokontoller.
2.	Aplikasi	Visual Studio Code	Pembuatan kode untuk website monitoring.
3.	Database	Sqlite	Sebagai tempat penyimpanan data.
4.	Server	Amazon Web Service	Sebagai tempat penyimpanan berbasis cloud.
5.	Aplikasi	Telegram	Sebagai aplikasi pihak ketiga untuk mengirim notifikasi.

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Diagram Blok

Diagram blok merupakan salah satu tahapan penting dalam perancangan sebuah sistem. Diagram blok adalah representasi visual yang menunjukkan bagaimana komponen-komponen dalam suatu sistem saling terhubung dan berinteraksi. Diagram blok dapat membantu dalam memahami struktur sistem secara keseluruhan. Diagram blok disajikan pada gambar 1 dibawah ini.

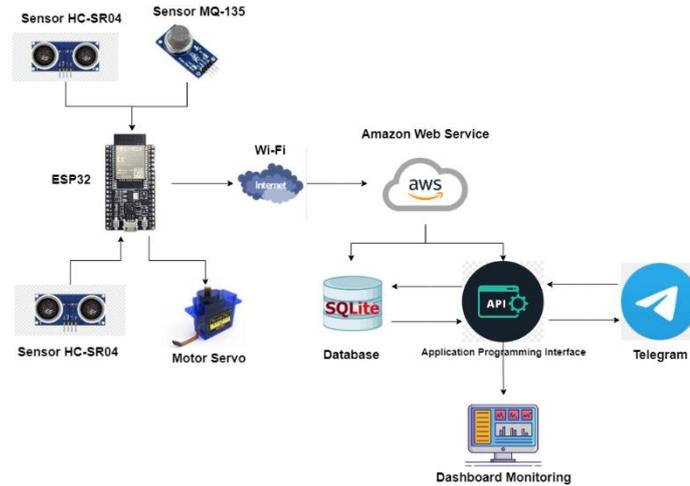


Gambar 1. Diagram Blok

Pada gambar 1 diatas dijelaskan cara kerja dari diagram blok tersebut. Diagram blok tersebut terbagi atas 3 blok, yaitu: blok input, blok proses, dan blok output. Blok input merupakan sensor jarak kapasitas yang digunakan untuk mengukur jarak kapasitas tempat sampah, sensor jarak objek yang digunakan untuk mendeteksi adanya objek, data yang diolah akan memutar motor servo, sensor MQ-135 yang digunakan untuk mendeteksi bau. Blok proses merupakan ESP32 sebagai pusat dari keseluruhan sistem yang kemudian data akan diolah pada database dan dikirimkan melalui API menuju blok output. Blok output berisi motor servo sebagai penggerak, notifikasi telegram yang akan dikirimkan melalui bot telegram, dan data yang diperoleh dari sensor MQ-135 dan kapasitas tempat sampah akan ditampilkan pada dashboard monitoring dalam bentuk grafik.

3.3.2 Skema Sistem

Skema sistem merupakan salah satu elemen penting dalam pengembangan sebuah sistem karena dapat memudahkan penempatan posisi perangkat dan pemahaman tentang fungsinya. Skema sistem disajikan pada gambar 2 berikut ini.

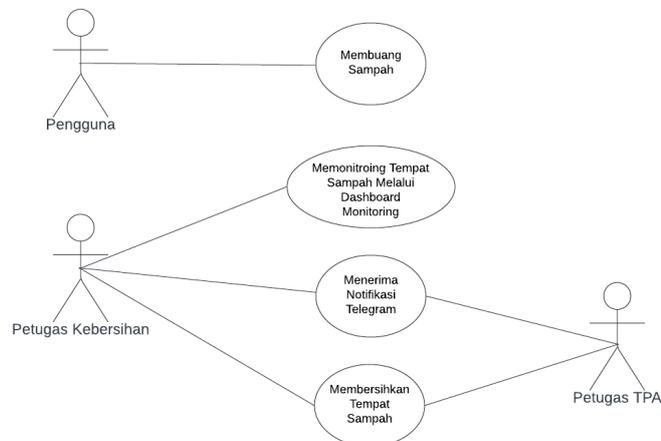


Gambar 2. Skematik Sistem

Pada skematik sistem yang disajikan pada gambar 2 digambarkan bahwa data dari ESP32 akan dikirim ke server kemudian data akan dicatat di database. Data tersebut akan diolah dengan metode *rule-based*. Data pada database akan ditampilkan pada website monitoring dan status tindakan pengambilan akan dikirimkan melalui telegram.

3.3.3 Use Case Diagram

Perancangan use case diagram dibutuhkan untuk menggambarkan kebutuhan fungsional dari sistem yang dibuat. Use case diagram akan menjelaskan skenario bagaimana user akan berinteraksi dengan sistem. Use case diagram ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini.

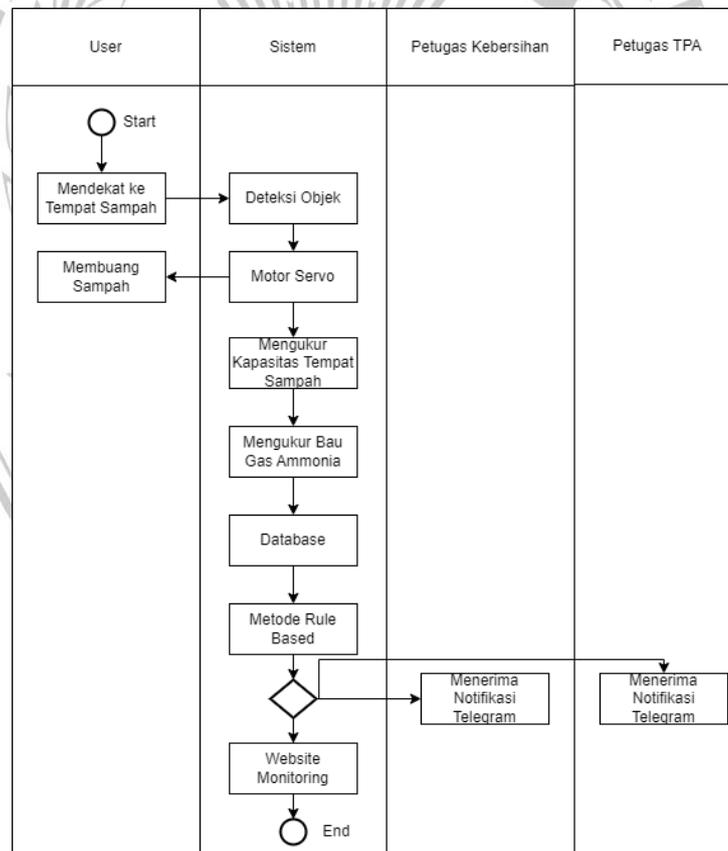


Gambar 3. Use Case Diagram

Pada use case diagram yang disajikan pada gambar 3 digambarkan terdapat 3 aktor, yaitu: pengguna, petugas kebersihan, dan petugas tempat pembuangan akhir (TPA). Pengguna memberikan aksi berupa membuang sampah. Petugas kebersihan dapat memonitoring tempat sampah melalui dashboard monitoring, menerima notifikasi telegram, dan membersihkan tempat sampah. Petugas TPA menerima notifikasi telegram dan membersihkan tempat sampah.

3.3.4 Activity Diagram

Activity diagram adalah representasi grafis dari alur kerja didalam sistem. Activity diagram menunjukkan urutan aktivitas yang terjadi dari awal hingga akhir. Aktivitas direpresentasikan sebagai bentuk oval, sedangkan panah menunjukkan aliran antara aktivitas-aktivitas tersebut. Diagram ini membantu dalam memahami alur kerja dalam pengembangan sistem tersebut. Activity diagram disajikan pada gambar 4 berikut ini.



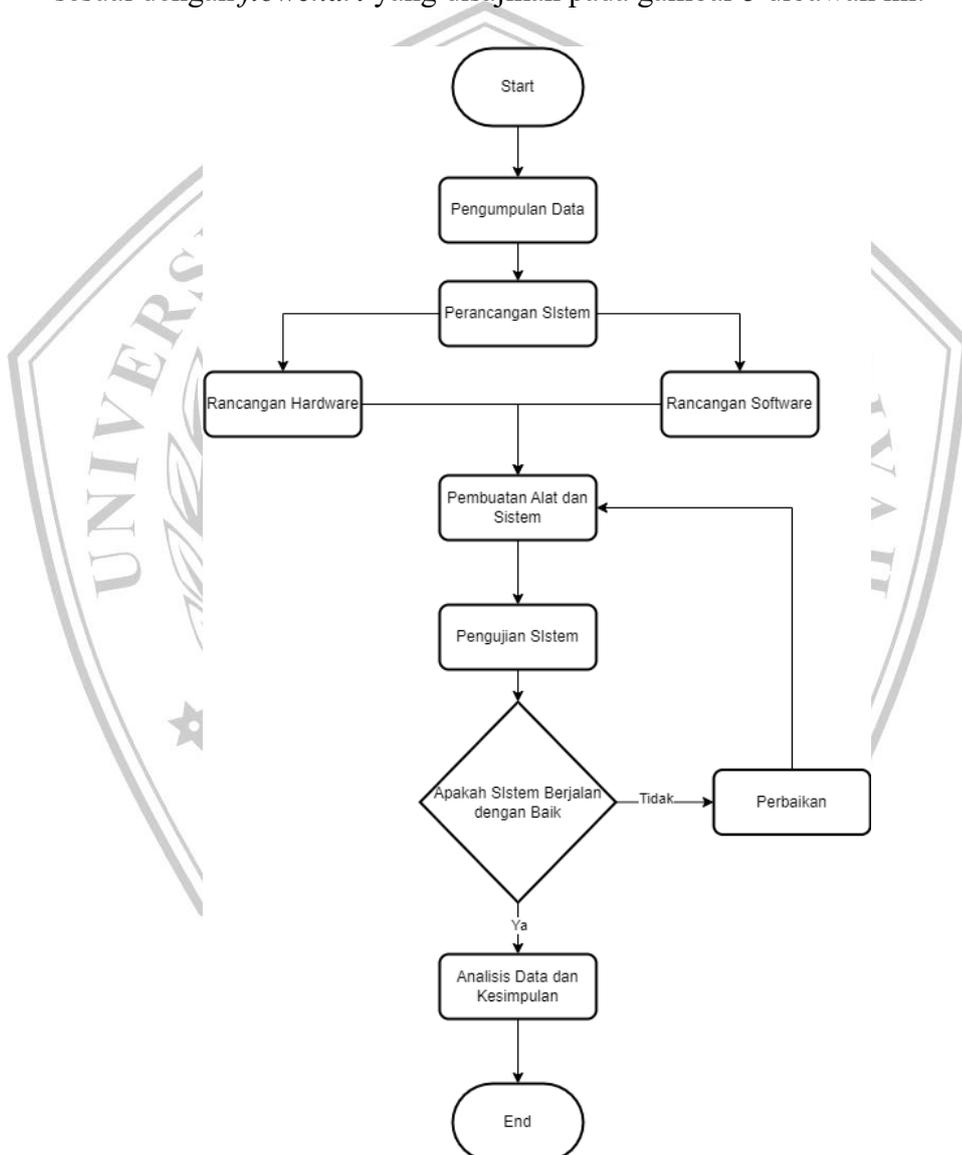
Gambar 4. Activity Diagram

3.3.5 Flowchart

Flowchart adalah diagram alir yang menjelaskan proses dari suatu perancangan program. *Flowchart* digunakan untuk menggambarkan alur kerja, alur proses dengan jelas dan dapat dipahami oleh orang awam.

3.3.5.1 Flowchart Rancangan Penelitian

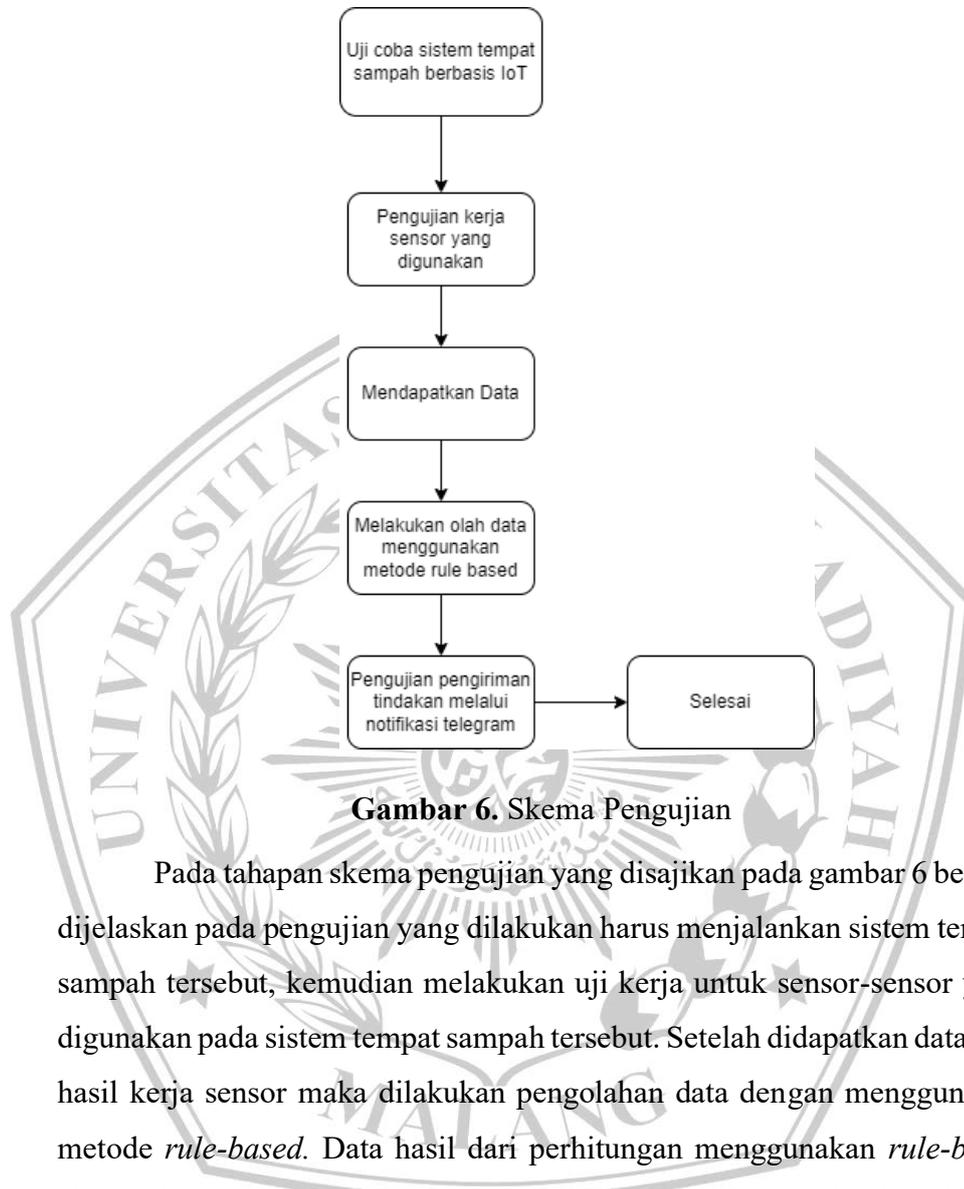
Flowchart rancangan penelitian merupakan rancangan awal dari pembuatan kotak sampah pintar berbasis IoT. Rancangan penelitian ini sesuai dengan *flowchart* yang disajikan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. *Flowchart* Rancangan Sistem

3.3.5.2 Flowchart Skema Pengujian

Berikut adalah tahapan skema pengujian pada sistem tempat sampah berbasis IoT:

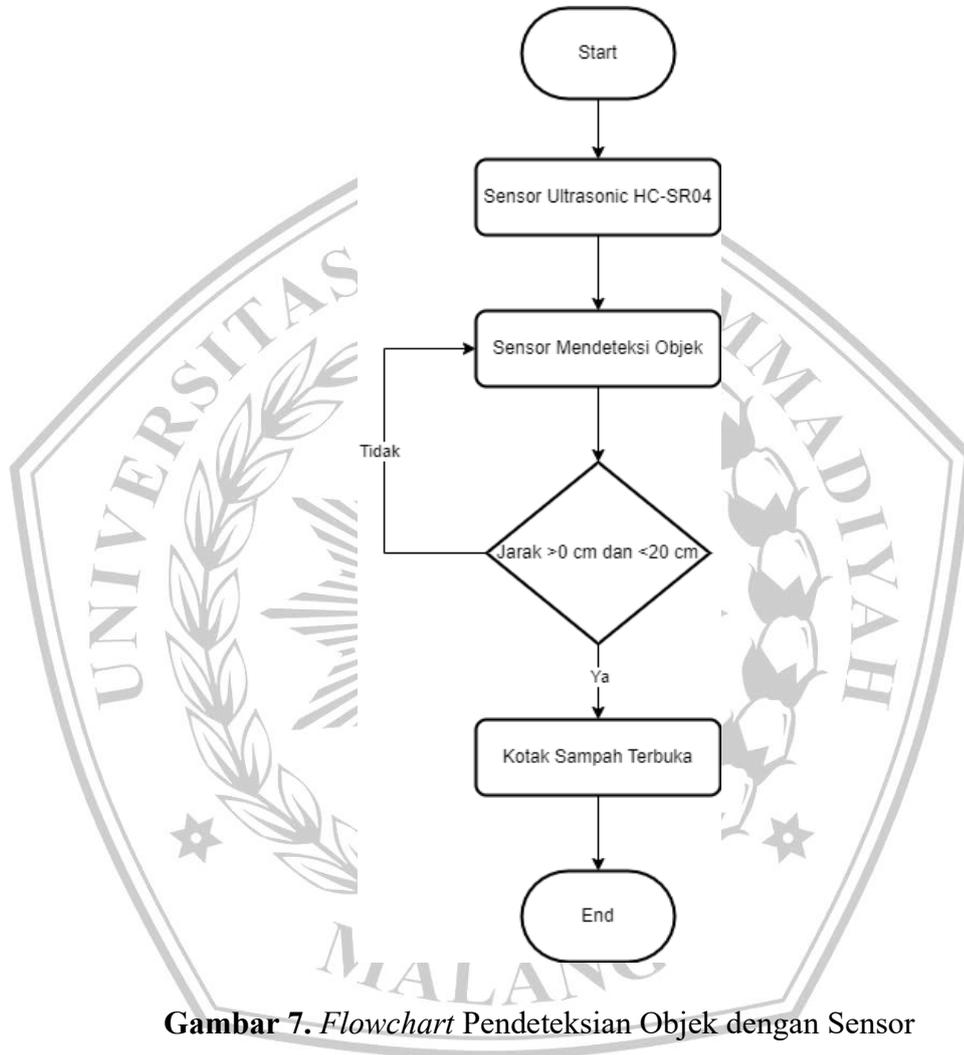


Gambar 6. Skema Pengujian

Pada tahapan skema pengujian yang disajikan pada gambar 6 berikut dijelaskan pada pengujian yang dilakukan harus menjalankan sistem tempat sampah tersebut, kemudian melakukan uji kerja untuk sensor-sensor yang digunakan pada sistem tempat sampah tersebut. Setelah didapatkan data dari hasil kerja sensor maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode *rule-based*. Data hasil dari perhitungan menggunakan *rule-based* akan dilakukan pengujian untuk pengiriman tindakan melalui notifikasi telegram. Jika data hasil perhitungan *rule-based* yang dikirim melalui telegram tersebut sesuai dengan *rules* yang telah ditentukan maka pengujian selesai.

3.3.5.3 Flowchart Pendeteksian Objek dengan Sensor

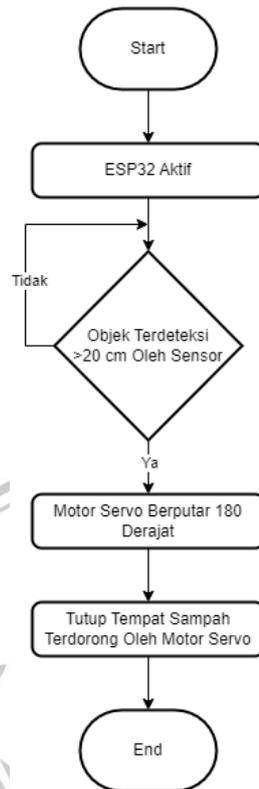
Flowchart pendeteksian objek dengan sensor menjelaskan alur ketika pengguna mendekati tempat sampah. Ketika sensor menerima inputan jarak 0-20 cm maka motor servo akan berputar dan membuka tempat sampah. Berikut *flowchart* pendeteksian objek dengan sensor disajikan pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. *Flowchart* Pendeteksian Objek dengan Sensor

3.3.5.4 Flowchart Membuka Tutup Tempat Sampah

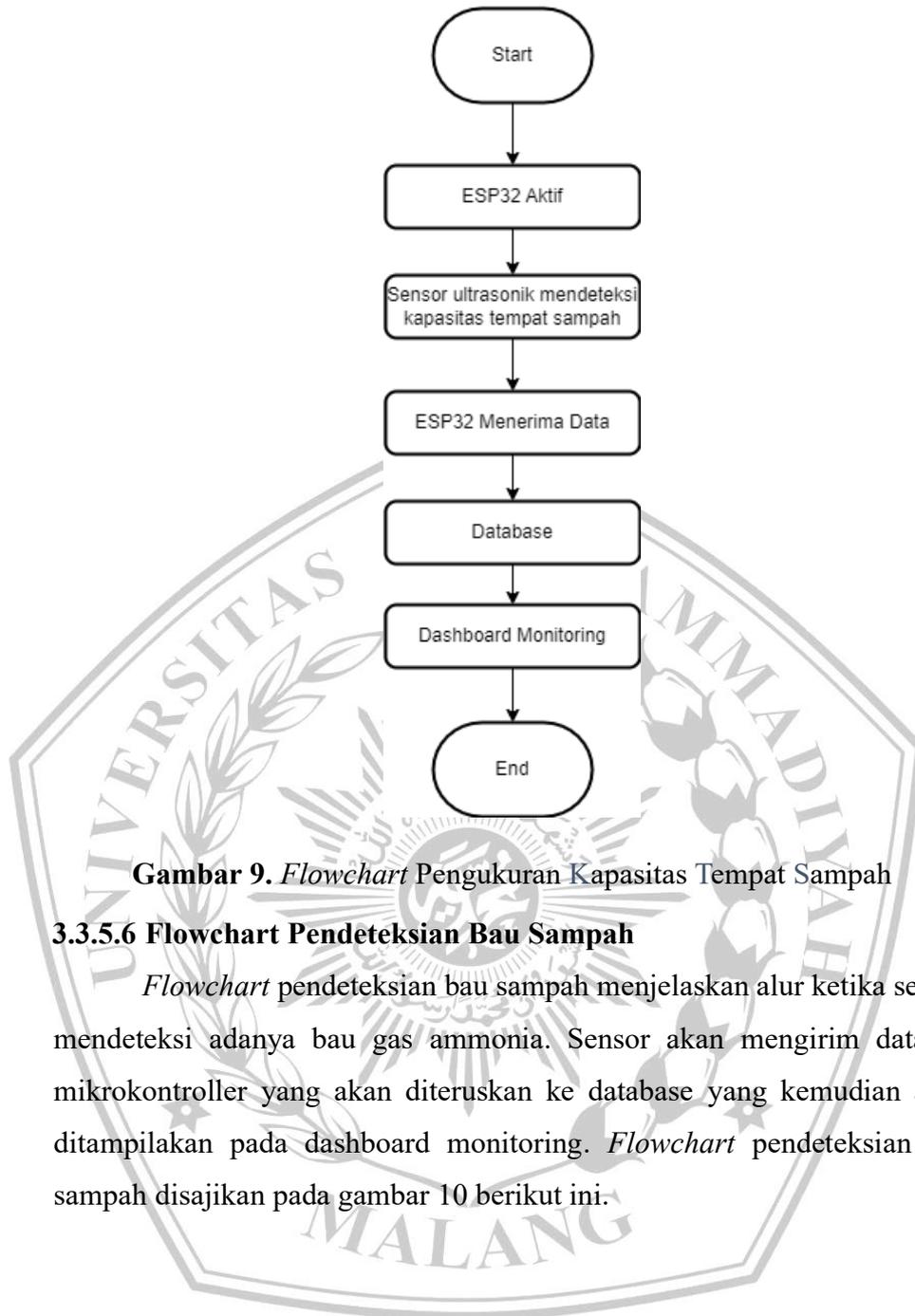
Flowchart membuka tutup tempat sampah menjelaskan alur ketika sensor untuk pendeteksian objek mendeteksi adanya objek dengan jarak >20 cm maka motor servo akan berputar 180 derajat dan membuka tutup tempat sampah. Berikut *flowchart* membuka tutup tempat sampah disajikan pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. *Flowchart* Membuka Tutup Tempat Sampah

3.3.5.5 **Flowchart Pengukuran Kapasitas Tempat Sampah**

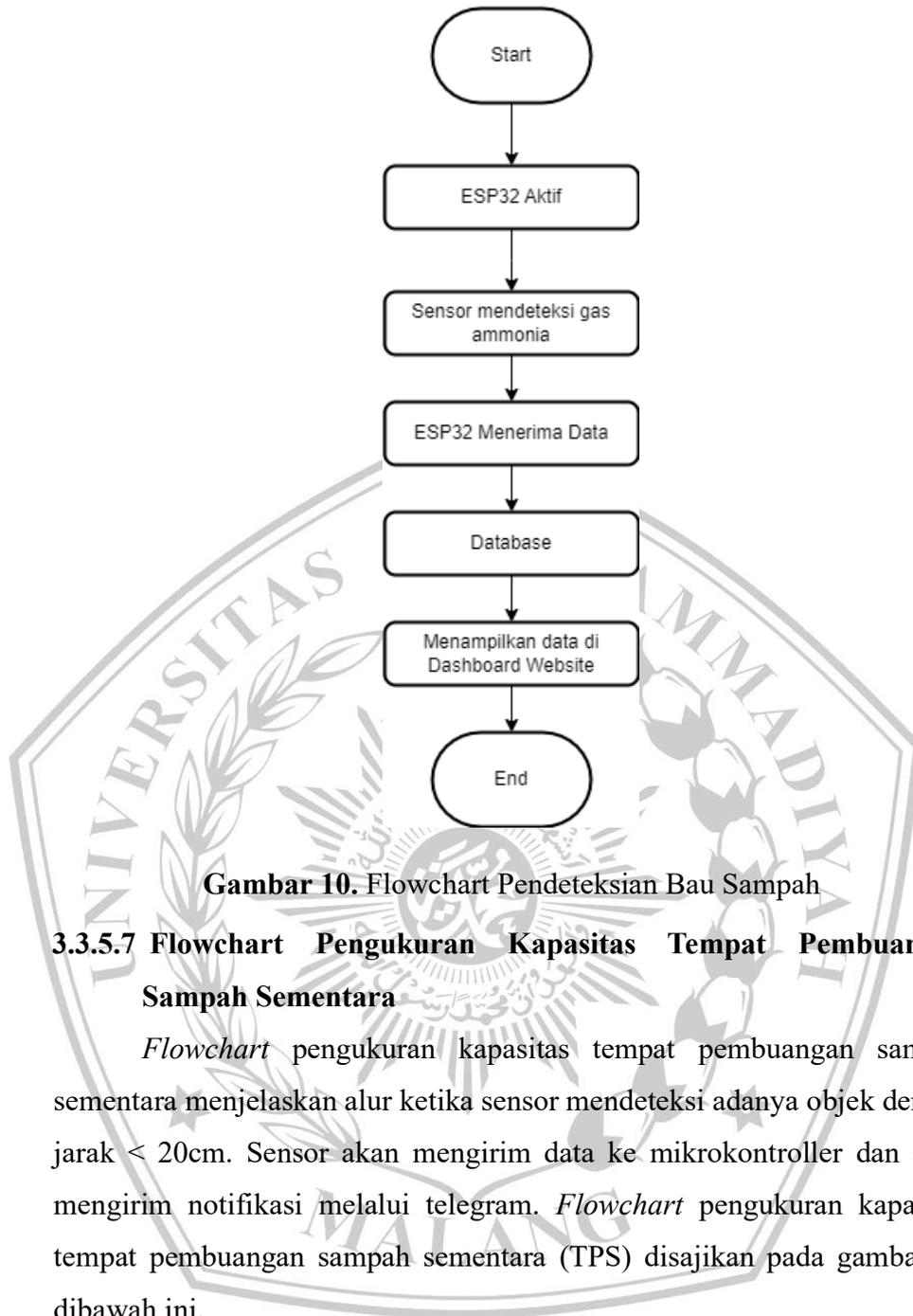
Flowchart pengukuran kapasitas tempat sampah menjelaskan alur ketika sensor mendeteksi adanya objek di dalam tempat sampah. Sensor akan mengirim data ke mikrokontroller yang kemudian diteruskan ke database. Data dari database akan ditampilkan pada dashboard. *Flowchart* pengukuran kapasitas tempat sampah disajikan pada gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. *Flowchart* Pengukuran Kapasitas Tempat Sampah

3.3.5.6 Flowchart Pendeteksian Bau Sampah

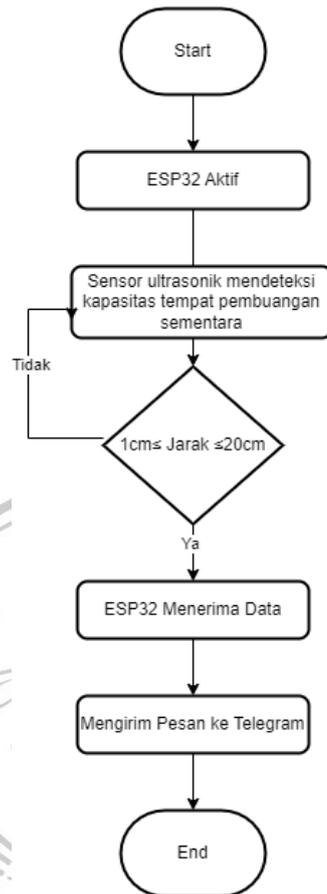
Flowchart pendeteksian bau sampah menjelaskan alur ketika sensor mendeteksi adanya bau gas ammonia. Sensor akan mengirim data ke mikrokontroller yang akan diteruskan ke database yang kemudian akan ditampilkan pada dashboard monitoring. *Flowchart* pendeteksian bau sampah disajikan pada gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Flowchart Pendeteksian Bau Sampah

3.3.5.7 Flowchart Pengukuran Kapasitas Tempat Pembuangan Sampah Sementara

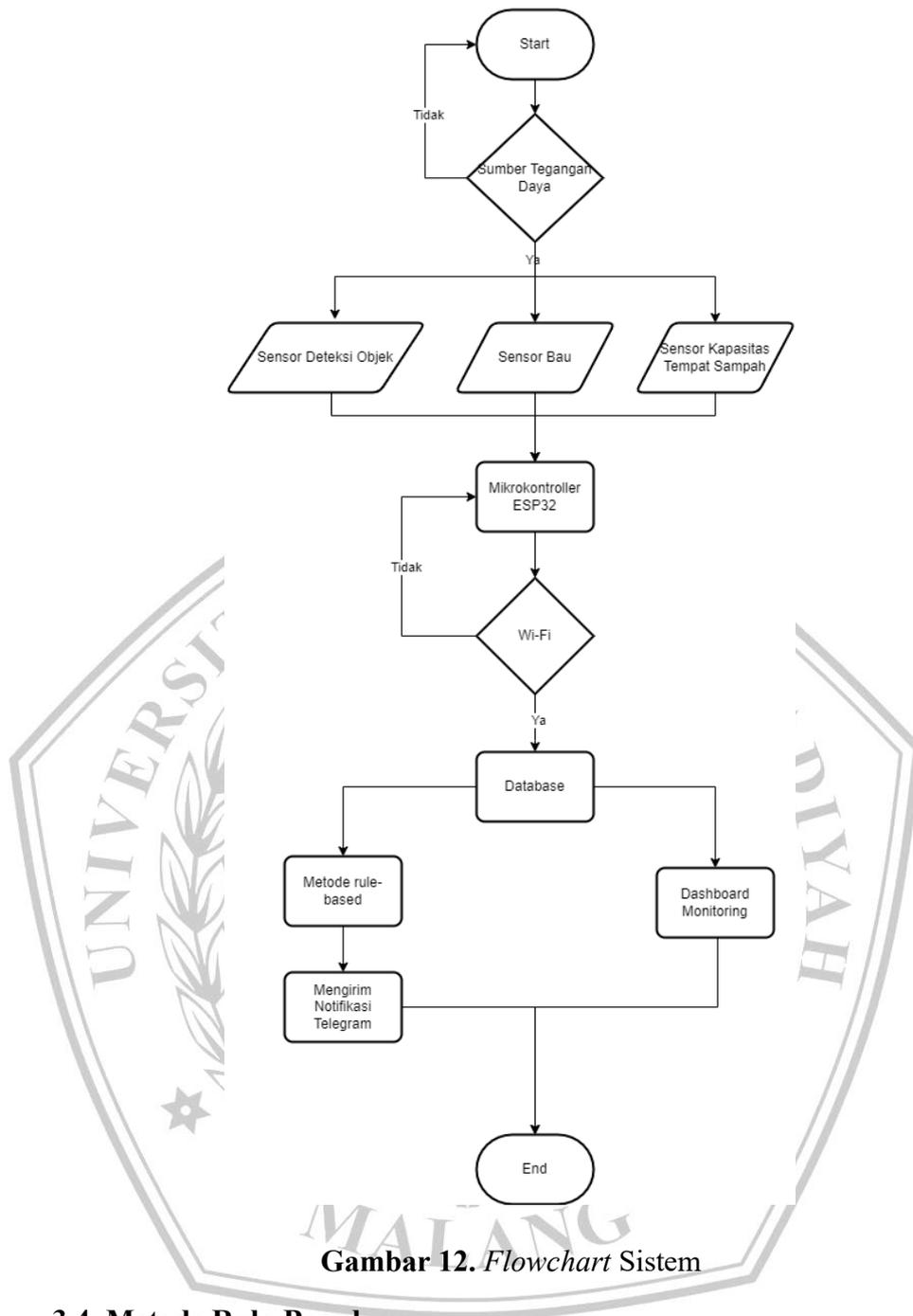
Flowchart pengukuran kapasitas tempat pembuangan sampah sementara menjelaskan alur ketika sensor mendeteksi adanya objek dengan jarak < 20cm. Sensor akan mengirim data ke mikrokontroller dan akan mengirim notifikasi melalui telegram. *Flowchart* pengukuran kapasitas tempat pembuangan sampah sementara (TPS) disajikan pada gambar 11 dibawah ini.



Gambar 11. *Flowchart* Pengukuran Kapasitas TPS

3.3.5.8 Flowchart Sistem

Flowchart sistem menjelaskan alur keseluruhan sistem. Ketika program dimulai, secara otomatis sensor akan dijalankan sesuai dengan tugas yang ditentukan. Selanjutnya, ESP32 akan menginisialisasi Wi-Fi, jika Wi-Fi terhubung maka data dari ESP32 akan diteruskan ke database. Data dari database akan ditampilkan di dashboard monitoring dan untuk penentuan tindakan, data akan diolah menggunakan metode *rule-based* yang kemudian akan dikirimkan melalui bot telegram. Flowchart keseluruhan sistem disajikan pada gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Flowchart Sistem

3.4 Metode Rule-Based

Tempat sampah yang dibuat pada penelitian ini menggunakan 2 buah sensor yaitu: sensor HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian volume tempat sampah dan sensor MQ-135 untuk mendeteksi bau sampah. Data hasil sensor tersebut akan dimanfaatkan untuk penentuan status tempat sampah menggunakan metode *rule-based*. Berdasarkan nilai tersebut akan dijadikan 3 buah variable diantaranya yaitu: (1) Waktu Terakhir Pembersihan (WTP), (2) Kapasitas Tempat Sampah (KTS), dan (3) Bau Sampah (BS). Pada

variabel Kapasitas Tempat Sampah akan dikonversi dari satuan cm menjadi skala 0%-100%. Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah organik, sistem ini menggunakan serangkaian aturan berbasis aturan yang dirancang berbeda untuk tempat sampah organik dan anorganik.

3.4.1 Rule-Based Tempat Sampah Organik

Tempat sampah organik merupakan tempat sampah yang mengandung sisa-sisa makanan dan bahan-bahan yang mudah membusuk. Untuk meningkatkan penentuan tindakan digunakan metode *rule-based* yang disajikan pada tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Rule-Based Tempat Sampah Organik

Rules	WTP	KTS	BS	Status
R1	0-8 jam	Rendah	Rendah	Normal
R2		Tinggi	Rendah	Butuh dibersihkan
R3		Rendah	Tinggi	Butuh dibersihkan
R4		Tinggi	Tinggi	Sangat Butuh dibersihkan
R5	8-16 jam	Rendah	Rendah	Normal
R6		Tinggi	Rendah	Sangat butuh dibersihkan
R7		Rendah	Tinggi	Sangat butuh dibersihkan
R8		Tinggi	Tinggi	Sangat butuh dibersihkan
R9	16 jam keatas	Rendah	Rendah	Butuh dibersihkan
R10		Tinggi	Rendah	Sangat butuh dibersihkan
R11		Rendah	Tinggi	Sangat butuh dibersihkan
R12		Tinggi	Tinggi	Sangat butuh dibersihkan

Berdasarkan parameter pada Tabel 8, aturan yang digunakan untuk menentukan tindakan yang diambil oleh petugas sampah antara lain:

[R1] IF WTP 0-8 Jam AND KTS Rendah AND BS Rendah THEN Normal.

[R2] IF WTP 0-8 Jam AND KTS Rendah AND BS Tinggi THEN Butuh dibersihkan.

[R3] IF WTP 0-8 Jam AND KTS Tinggi AND BS Rendah THEN Butuh dibersihkan.

[R4] IF WTP 0-8 Jam AND KTS Tinggi AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R5] IF WTP 8-16 Jam AND KTS Rendah AND BS Rendah THEN Normal

[R6] IF WTP 8-16 Jam AND KTS Tinggi AND BS Rendah THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R7] IF WTP 8-16 Jam AND KTS Rendah AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R8] IF WTP 8-16 Jam AND KTS Tinggi AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R9] IF WTP 16 Jam Keatas AND KTS Rendah AND BS Rendah THEN Butuh dibersihkan.

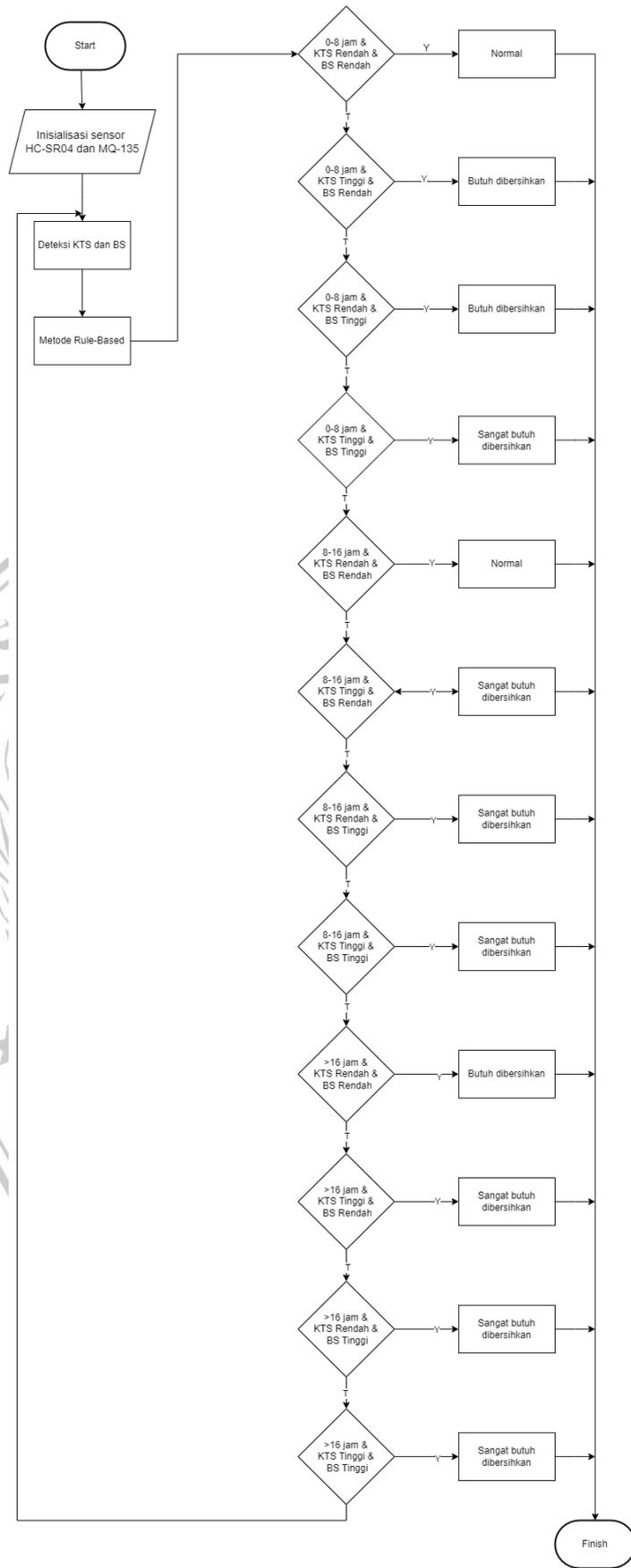
[R10] IF WTP 16 Jam Keatas AND KTS Rendah AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R11] IF WTP 16 Jam Keatas AND KTS Tinggi AND BS Rendah THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R12] IF WTP 16 Jam Keatas AND KTS Tinggi AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

3.4.2.1 Flowchart Rule-Based Tempat Sampah Organik

Flowchart *rule-based* tempat sampah organik menjelaskan proses bagaimana metode *rule-based* bekerja pada tempat sampah organik. Pada saat sistem dijalankan, sensor akan bekerja sesuai dengan tugas yang ditentukan. Setelah didapatkan data dari sensor, maka data tersebut akan diolah menggunakan metode *rule-based*. Setelah data diolah menggunakan metode *rule-based*, maka dihasilkan output status yang akan dikirimkan melalui bot telegram sebagai penentuan tindakan. Flowchart *rule-based* disajikan pada gambar 13 berikut.



Gambar 13. Flowchart Rule-Based Tempat Sampah Organik

3.4.2 Rule-Based Tempat Sampah Anorganik

Tempat sampah anorganik merupakan tempat sampah yang umumnya berisi seperti plastik, logam, dan kaca yang memerlukan pendekatan yang berbeda dalam pengelolaannya. Meskipun bau tidak menjadi masalah utama, kapasitas tetap menjadi faktor penting yang perlu diawasi. Berikut adalah aturan yang digunakan pada tempat sampah anorganik menggunakan metode *rule-based* disajikan pada tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Rule-Based Tempat Sampah Anorganik

Rules	WTP	KTS	BS	Status
R1	0-8 jam	Rendah	Rendah	Normal
R2		Tinggi	Rendah	Butuh dibersihkan
R3		Rendah	Tinggi	Butuh dibersihkan
R4		Tinggi	Tinggi	Sangat Butuh dibersihkan
R5	8-16 jam	Rendah	Rendah	Normal
R6		Tinggi	Rendah	butuh dibersihkan
R7		Rendah	Tinggi	butuh dibersihkan
R8		Tinggi	Tinggi	Sangat butuh dibersihkan
R9	16 jam keatas	Rendah	Rendah	Normal
R10		Tinggi	Rendah	Sangat butuh dibersihkan
R11		Rendah	Tinggi	Sangat butuh dibersihkan
R12		Tinggi	Tinggi	Sangat butuh dibersihkan

Berdasarkan parameter pada Tabel 8, aturan yang digunakan untuk menentukan tindakan yang diambil oleh petugas sampah antara lain:

[R1] IF WTP 0-8 Jam AND KTS Rendah AND BS Rendah THEN Normal.

[R2] IF WTP 0-8 Jam AND KTS Rendah AND BS Tinggi THEN Butuh dibersihkan.

[R3] IF WTP 0-8 Jam AND KTS Tinggi AND BS Rendah THEN Butuh dibersihkan.

[R4] IF WTP 0-8 Jam AND KTS Tinggi AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R5] IF WTP 8-16 Jam AND KTS Rendah AND BS Rendah THEN Normal

[R6] IF WTP 8-16 Jam AND KTS Tinggi AND BS Rendah THEN Butuh dibersihkan.

[R7] IF WTP 8-16 Jam AND KTS Rendah AND BS Tinggi THEN Butuh dibersihkan.

[R8] IF WTP 8-16 Jam AND KTS Tinggi AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R9] IF WTP 16 Jam Keatas AND KTS Rendah AND BS Rendah THEN Normal.

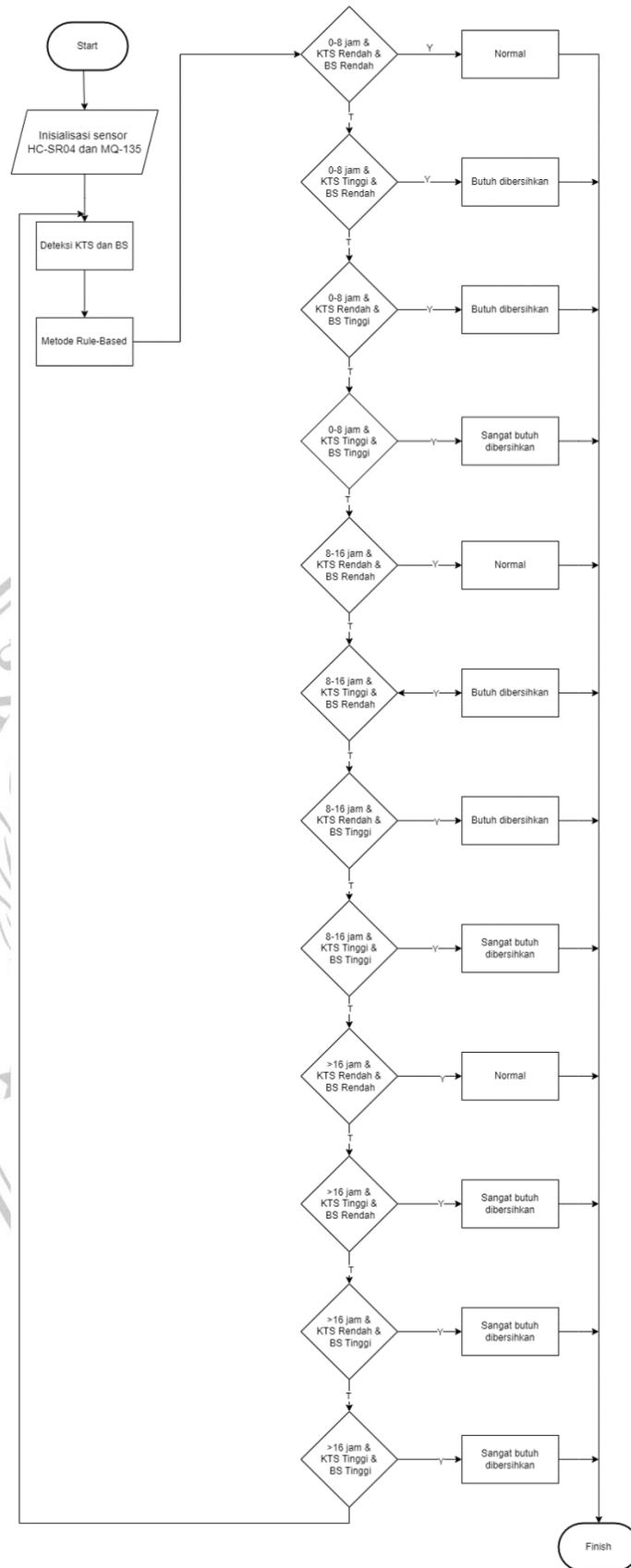
[R10] IF WTP 16 Jam Keatas AND KTS Rendah AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R11] IF WTP 16 Jam Keatas AND KTS Tinggi AND BS Rendah THEN Sangat Butuh dibersihkan.

[R12] IF WTP 16 Jam Keatas AND KTS Tinggi AND BS Tinggi THEN Sangat Butuh dibersihkan.

3.4.2.1 Flowchart Rule-Based Tempat Sampah Anorganik

Flowchart *rule-based* untuk tempat sampah anorganik menjelaskan proses kerja metode *rule-based* untuk tempat sampah anorganik. Ketika sistem diaktifkan, sensor akan beroperasi sesuai dengan fungsinya. Setelah data diperoleh dari sensor, data tersebut akan diproses menggunakan metode *rule-based*. Hasil pemrosesan data ini menghasilkan status output yang kemudian akan dikirimkan melalui bot Telegram untuk penentuan tindakan. Flowchart *rule-based* disajikan pada gambar 14 berikut.



Gambar 14. Flowchart Rule-Based Tempat Sampah Anorganik