

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembersihan rumah tangga merupakan aktivitas rutin yang membutuhkan waktu dan tenaga. Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai inovasi telah dikembangkan untuk mendukung efisiensi dalam aktivitas ini. Salah satu inovasi yang semakin banyak digunakan adalah robot penyedot debu (*smart vacuum robot*). Robot ini dirancang untuk bekerja secara otomatis dalam membersihkan lantai dengan bantuan sensor dan sistem kendali yang cerdas.

Untuk menjalankan navigasi secara otonom dan efisien, *robot vacuum cleaner* membutuhkan sistem yang mampu mengenali posisi dan memetakan area di sekitarnya secara simultan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan robot pembersih berbasis mikrokontroler seperti Arduino Uno dan sensor ultrasonik. Penelitian oleh Yuliza (2015), hanya memfokuskan pada deteksi rintangan tanpa ada kemampuan pemetaan area. Sementara itu, penelitian oleh Pokhrel, (2024) telah menerapkan metode *Hector* SLAM untuk pemetaan, namun belum mengintegrasikan sistem kendali pembersih berbasis IoT dan pengisian daya otomatis. Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian (*research gap*), yaitu perlunya sistem yang tidak hanya mampu memetakan area, tetapi juga dapat dikendalikan jarak jauh dan mampu beroperasi mandiri secara berkelanjutan.

Dalam hal efisiensi kerja, robot perlu memiliki kemampuan untuk menghindari pembersihan berulang di area yang sama serta menjangkau seluruh ruangan secara optimal. Optimasi pembersihan ini dicapai melalui kombinasi antara sensor jarak (ultrasonik dan infrared), sistem kendali motor, dan pemrosesan data secara *real-time* menggunakan ESP32. Modul ini dipilih karena mendukung konektivitas *Wi-Fi* serta kompatibel dengan protokol MQTT, yang memfasilitasi komunikasi dengan *dashboard* pemantauan berbasis web.

Dengan merancang smart vacuum robot berbasis ESP32 yang menerapkan logika fuzzy Mamdani untuk mengatur kecepatan motor berdasarkan kondisi jarak terhadap rintangan, serta dilengkapi sistem monitoring berbasis MQTT dan estimasi posisi melalui sensor PMW3901 dan MPU6050, penelitian ini bertujuan menghasilkan perangkat pembersih otomatis yang mampu menyesuaikan pergerakan secara responsif terhadap kondisi lingkungan dan menghindari rintangan secara adaptif.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang robot vakum pintar yang dapat melakukan pemetaan area, navigasi, dan menghindari rintangan secara optimal menggunakan sensor ultrasonic?
2. Bagaimana logika *fuzzy* Mamdani dapat diimplementasikan untuk optimasi pola pembersihan dan pengambilan keputusan navigasi robot sesuai dengan kondisi lingkungan?
3. Bagaimana mengimplementasikan sistem pemantauan berbasis IoT untuk memantau pergerakan, status baterai, dan kinerja pembersihan robot secara real-time?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Robot ini dirancang khusus untuk beroperasi di lingkungan dalam ruangan yang memiliki permukaan datar dan sedikit atau tanpa hambatan besar.
2. Proyek ini tidak berkaitan dengan penggunaan bahan daur ulang (seperti botol plastik atau bahan limbah) untuk membangun sebagian besar robot.
3. Robot ini tidak dirancang untuk operasi di luar ruangan dan juga tidak di permukaan kasar seperti tangga dan karpet tebal.
4. Jika kapasitas baterai tidak mencukupi untuk membersihkan area, sistem akan memberikan pemberitahuan atau indikator baterai sehingga pengguna dapat mengisi daya baterai.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan *smart vacuum robot* berbasis ESP32 yang menerapkan metode logika *fuzzy* Mamdani untuk mengatur kecepatan motor dalam merespons dan menghindari rintangan berdasarkan jarak yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik, serta dilengkapi sistem monitoring berbasis IoT dengan protokol MQTT, sehingga robot mampu melakukan proses pembersihan lantai secara otomatis dan dapat dipantau serta dikontrol secara *remote*.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengembangkan robot *vacuum* otomatis yang mampu melakukan proses pembersihan secara mandiri dengan dukungan pemetaan area sederhana dan monitoring kondisi robot secara real-time melalui dashboard web.
2. Mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT), sensor ultrasonik, sensor *optical flow*, dan sistem kendali berbasis mikrokontroler untuk menghasilkan robot yang mampu mendeteksi lingkungan, melakukan navigasi, serta dikontrol secara jarak jauh.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem robot pembersih terintegrasi melalui optimasi navigasi, pemetaan area, pengendalian motor berbasis *fuzzy logic*, dan monitoring konsumsi daya untuk meningkatkan efisiensi pembersihan.