

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia tidak bisa lepas dari sampah, karena sebagian besar aktivitas manusia dan proses alam akan menghasilkan sampah. Hal ini terjadi baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan [1]. Sampah adalah material sisa dari kegiatan manusia yang sudah tidak dapat dimanfaatkan, sehingga perlu untuk dikelola. Tanpa pengelolaan secara baik dan benar, sampah dapat menimbulkan kerugian karena dapat menyebabkan banjir, memperparah perubahan iklim, menghasilkan bau tidak sedap, merusak estetika, menurunkan sanitasi lingkungan, dan meningkatkan risiko berbagai penyakit [2].

Seiring meningkatnya kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah, berbagai upaya terus dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pengumpulan sampah, salah satunya dengan memanfaatkan teknologi robotika. Robot pemungut sampah hadir sebagai solusi inovatif yang dapat menggantikan sebagian peran manusia dalam proses pengambilan sampah, Teknologi ini membantu mengurangi kontak langsung manusia dengan limbah, serta mempercepat proses pembersihan lingkungan, Dalam sistem robot pemungut sampah, unit penggerak memegang peran penting untuk memastikan pergerakan robot sesuai dengan instruksi arah dan jalur yang diinginkan. Dibutuhkan sistem kontrol yang responsif, stabil, dan mampu bekerja secara *real-time* untuk menjamin kelincuhan robot saat bergerak.

Penelitian lain menggambarkan pemanfaatan FPGA sebagai unit pengendali utama pada mobile robot beroda empat yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik. Dalam penelitian tersebut, FPGA bertugas mengatur arah gerak setiap roda secara individual dan merespons secara *real-time* terhadap keberadaan objek di jalur lintasan robot [3]. Berbeda dari penelitian sebelumnya, tugas akhir ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem penggerak mobil pada robot pemungut sampah berbasis FPGA yang dikendalikan melalui sistem komunikasi berbasis *Visible Light Communication* (VLC). Sistem ini menerima perintah arah dari *Ground Control Station* (GCS) yang kemudian ditransmisikan ke robot melalui media cahaya. Perintah yang diterima oleh modul penerima VLC akan diolah oleh FPGA dan diterjemahkan menjadi sinyal logika digital untuk mengontrol arah putaran motor DC melalui *driver motor*. Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya memanfaatkan kecepatan respon tetapi juga menggabungkannya dengan metode komunikasi nirkabel berbasis cahaya yang bebas interferensi elektromagnetik dan cocok untuk aplikasi dalam ruang tertutup.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari Tugas Akhir ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem penggerak mobil pada robot pemungut sampah berbasis FPGA?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem penggerak mobil pada robot pemungut sampah berbasis FPGA?
3. Bagaimana cara menguji performa sistem dalam kondisi lingkungan nyata untuk memastikan akurasi dan efisiensi robot dalam mendekati lokasi sampah?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini, sebagai berikut:

1. Merancang sistem penggerak mobil pada robot pemungut sampah berbasis FPGA.
2. Mfengimplementasikan sistem penggerak mobil pada robot pemungut sampah berbasis FPGA di lingkungan nyata
3. Menguji performa sistem dalam kondisi lingkungan nyata untuk memastikan akurasi dan efisiensi robot dalam Mendekati sampah sampah.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan Masalah dari Tugas Akhir ini, sebagai berikut:

1. Penelitian sistem penggerak mobil ini hanya berfokus di dalam ruangan tertutup.
2. Robot pemungut sampah hanya dapat mengambil sampah kecil.
3. Robot hanya akan mengambil tanpa membawanya ke tujuan akhir

1.4 Cakupan Pengerjaan

Pengerjaan proyek ini difokuskan pada pengembangan sistem penggerak robot berbasis FPGA yang mampu merespons perintah arah dari sistem komunikasi. Cakupan pekerjaan mencakup berbagai aspek teknis yaitu:

1. Perancangan sistem logika penggerak roda berbasis sinyal logika digital yang dikendalikan oleh FPGA. Sistem dirancang untuk menerima perintah arah dalam bentuk data ASCII dan mengonversinya menjadi logika kontrol motor.
2. Implementasi kendali motor DC menggunakan dua driver motor berbasis channel A dan B, untuk mengendalikan keempat roda (depan dan belakang) secara terpisah.

3. Penggunaan output digital dari FPGA untuk mengendalikan arah rotasi motor secara langsung melalui driver motor. FPGA menghasilkan sinyal logika yang mengatur rotasi searah atau berlawanan sesuai perintah arah yang diterima.
4. Pemrograman logika kontrol dalam bahasa Verilog HDL, yang mencakup pengenalan perintah arah seperti maju, mundur, kanan, kiri, dan berhenti berdasarkan kode ASCII yang diterima.
5. Integrasi sistem daya, di mana seluruh sistem penggerak memperoleh pasokan tegangan dari baterai utama robot. Daya ini digunakan untuk mengoperasikan motor DC dan driver motor, sementara FPGA tetap memperoleh catu daya terpisah sesuai kebutuhannya.
6. Perancangan, perakitan, pengujian, hingga dokumentasi sistem penggerak dilakukan untuk membangun mekanisme pengendali motor pada robot, yang memungkinkan roda dapat bergerak sesuai perintah arah yang diterima melalui sistem komunikasi.

1.5 Tahapan Pengerjaan

Tahapan pengerjaan yang dilakukan dalam proyek ini mencakup lima langkah utama sebagai berikut:

1. Analisis dan Studi Awal
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi dan studi literatur yang berkaitan dengan sistem penggerak berbasis FPGA, prinsip kerja motor DC, driver motor, serta komunikasi data menggunakan protokol UART. Referensi mengenai dasar-dasar pemrograman Verilog dan pengoperasian perangkat FPGA DE0-Nano juga dikaji untuk menunjang proses pengembangan.
2. Perancangan Sistem Penggerak
Tahap ini mencakup perancangan sistem penggerak robot secara keseluruhan. Mulai dari konfigurasi kontrol arah putaran motor, penentuan sinyal logika kontrol untuk masing-masing motor, serta pemetaan sinyal keluaran dari FPGA menuju driver motor.
3. Pemrograman dan Simulasi
Pada tahap ini dilakukan pemrograman modul logika menggunakan bahasa Verilog HDL untuk membentuk sistem pengendali arah motor berdasarkan perintah digital yang diterima melalui komunikasi UART. Simulasi dilakukan untuk memastikan bahwa desain logika berjalan sesuai fungsi yang diinginkan sebelum diimplementasikan ke dalam FPGA.
4. Implementasi dan Pengujian Sistem
Setelah simulasi berhasil, dilakukan implementasi kode logika ke dalam FPGA DE0-Nano dan dihubungkan dengan driver motor serta motor DC. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi apakah motor dapat bergerak

sesuai arah perintah yang diterima. Pengujian juga mencakup validasi kestabilan sinyal kontrol dan keandalan sistem secara menyeluruh.

5. Evaluasi dan Dokumentasi

Tahap terakhir adalah mengevaluasi hasil pengujian dan menganalisis performa sistem penggerak. Hasil evaluasi dijadikan dasar untuk menyempurnakan sistem jika diperlukan. Seluruh proses dan hasil pengerjaan kemudian didokumentasikan dalam bentuk laporan untuk keperluan akademik dan pengarsipan proyek.