

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi robotika dalam beberapa tahun terakhir telah membuka peluang baru di berbagai sektor kehidupan, termasuk di lingkungan institusi pendidikan tinggi. Robotika, sebagai bidang ilmu yang mengintegrasikan teknik elektro, teknik mesin, dan ilmu komputer, kini mampu menghasilkan sistem yang dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya secara otonom. Salah satu penerapan yang semakin relevan adalah penggunaan robot pemandu (guide robot) untuk membantu navigasi dan pemberian informasi kepada pengunjung di lingkungan publik maupun kampus.

Kampus Universitas Multimedia Nusantara (UMN) sebagai institusi pendidikan tidak hanya berfungsi sebagai tempat belajar, tetapi juga sebagai ruang yang kerap dikunjungi oleh berbagai pihak dari luar institusi, mulai dari tamu eksternal, mitra kerja sama, hingga delegasi resmi dari berbagai lembaga. Selain itu, kampus UMN juga secara rutin menyelenggarakan program campus visit yang mengundang siswa-siswi sekolah menengah atas untuk mengenal lingkungan kampus secara langsung. Pada momen-momen seperti inilah, kesan pertama yang diterima oleh pengunjung menjadi sangat penting, karena dapat memengaruhi perspektif mereka terhadap institusi secara keseluruhan.

Dalam konteks tersebut, ketersediaan sistem yang mampu memberikan layanan panduan secara konsisten, efisien, dan menarik menjadi sebuah kebutuhan yang nyata. Robot pemandu hadir sebagai solusi atas kebutuhan ini. Dengan kemampuannya untuk bergerak secara mandiri dan mengarahkan pengunjung ke berbagai lokasi penting di dalam kampus, robot pemandu dapat memastikan setiap pengunjung mendapatkan pengalaman yang informatif dan berkesan. Di samping nilai fungsionalnya, kehadiran robot pemandu juga memberikan dampak positif bagi citra kampus sebagai institusi yang adaptif terhadap perkembangan teknologi.

Pengembangan robot pemandu mencakup berbagai aspek teknis yang saling berkaitan, mulai dari sistem mekanik, sistem kendali gerak, sistem navigasi berbasis

kecerdasan buatan, hingga sistem kelistrikan sebagai fondasi yang menopang seluruh subsistem lainnya. Sistem kelistrikan memegang peranan yang sangat krusial karena bertanggung jawab atas distribusi daya yang stabil dan efisien ke seluruh komponen robot, mulai dari aktuator motor penggerak, unit komputasi utama, hingga berbagai sensor persepsi lingkungan. Ketidakandalan sistem kelistrikan secara langsung berdampak pada keandalan operasional robot secara keseluruhan.

Robot pemandu yang dikembangkan dalam proyek ini menggunakan berbagai komponen elektronik yang memiliki kebutuhan daya dan level tegangan yang beragam. Sumber daya utama berupa baterai Lithium-ion 7S3P dengan tegangan nominal 24 V dan kapasitas 30.000 mAh harus dapat mendistribusikan daya secara tepat ke motor penggerak PG45 24VDC, Mini PC berbasis prosesor AMD Ryzen 3 5300U sebagai unit komputasi tingkat tinggi, dua mikrokontroler ESP32 untuk kendali tingkat rendah, serta berbagai sensor meliputi sensor ultrasonik HC-SR04, modul IMU BNO055, kamera stereo, dan modul pemantau daya INA226. Kompleksitas kebutuhan daya ini menuntut perancangan sistem kelistrikan yang terstruktur, aman, dan dapat diandalkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, laporan MBKM ini berfokus pada perancangan sistem kelistrikan robot pemandu untuk lingkungan kampus UMN, yang mencakup perancangan topologi distribusi daya, analisis konsumsi daya komponen, sistem pemantauan baterai secara real-time, serta perancangan antarmuka sensor dan perangkat lunak pada mikrokontroler ESP32 sistem sensor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam proyek ini adalah:

1. Bagaimana merancang topologi distribusi daya yang stabil dan efisien untuk memenuhi kebutuhan seluruh subsistem robot pemandu dengan sumber daya baterai Lithium-ion 24 V?

2. Bagaimana memastikan kompatibilitas level tegangan antar komponen elektronik yang memiliki kebutuhan tegangan berbeda dalam satu sistem terintegrasi?
3. Bagaimana mengimplementasikan sistem pemantauan kondisi baterai secara real-time untuk mencegah robot berhenti beroperasi secara tiba-tiba akibat habisnya daya?
4. Bagaimana merancang perangkat lunak ESP32 sistem sensor untuk mengintegrasikan pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 dan modul IMU BNO055 dalam satu program terpadu?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari proyek ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem kelistrikan yang andal dan efisien pada robot pemandu untuk lingkungan kampus UMN, sebagai bagian dari program MBKM Proyek Independen pada divisi Electrical dan Low-level Programming. Adapun tujuan dari penulisan laporan MBKM ini adalah:

1. Merancang topologi distribusi daya bertingkat dari baterai Lithium-ion 24 V ke seluruh subsistem robot pemandu secara terstruktur dan aman.
2. Menganalisis kebutuhan dan konsumsi daya seluruh komponen untuk mengestimasi durasi operasional robot pemandu per siklus pengisian baterai.
3. Mengimplementasikan sistem pemantauan daya berbasis modul INA226 dengan metode estimasi State of Charge (SoC) menggunakan pendekatan Voltage-Based dan Coulomb Counting.
4. Merancang perangkat lunak ESP32 sistem sensor yang mengintegrasikan pembacaan tiga sensor ultrasonik HC-SR04 dan modul IMU BNO055, serta mengirimkan data ke Mini PC melalui komunikasi USB.

1.4 Manfaat

Proyek pengembangan sistem kelistrikan robot pemandu ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- Bagi Penulis: Memberikan pengalaman praktis dalam merancang dan mengimplementasikan sistem kelistrikan pada platform robot bergerak, mencakup distribusi daya, pemilihan komponen, analisis konsumsi daya, serta pemrograman mikrokontroler untuk akuisisi data sensor.
- Bagi Tim Pengembang Robot: Menghasilkan sistem kelistrikan yang terstruktur dan terdokumentasi dengan baik sehingga dapat menjadi acuan bagi anggota tim lain dalam melakukan integrasi sistem maupun pengembangan lebih lanjut.
- Bagi Kampus UMN: Menyediakan platform robot pemandu yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas layanan kepada pengunjung kampus, sekaligus menunjukkan komitmen institusi dalam penerapan teknologi robotika secara nyata.
- Bagi Bidang Ilmu Pengetahuan: Memberikan kontribusi pada dokumentasi teknis perancangan sistem kelistrikan robot bergerak, khususnya dalam konteks integrasi multi-subsistem dengan kebutuhan daya yang beragam.

1.5 Waktu dan Prosedur

Pelaksanaan proyek perancangan sistem kelistrikan Robot Pemandu TERU dilakukan melalui serangkaian tahapan sebagai berikut:

- Pembagian peran divisi (Awal Februari)
Pembagian divisi dan tugas bersama pembimbing lapangan untuk mengembangkan robot pemandu.
- Studi referensi dan analisis kebutuhan (Februari)
Melakukan studi literatur terkait robot pemandu (guide robot) serta menganalisis kebutuhan komponen elektronik dan estimasi konsumsi daya untuk setiap subsistem robot.
- Penentuan dan finalisasi komponen (Februari)
Menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan, meliputi baterai, motor DC, motor driver, mikrokontroler ESP32, serta sensor-sensor pendukung.
- Perancangan wiring diagram (Februari)

Menyusun dan menyempurnakan skematik distribusi daya (wiring diagram) dari baterai ke seluruh subsistem robot, termasuk penentuan jalur tegangan 24 V dan 5 V.

- Pembelajaran dan implementasi rangkaian (Maret)
Mempelajari dasar-dasar rangkaian listrik, teknik soldering, serta prinsip keselamatan (safety) dalam pemasangan kabel dan komponen elektronik.
- Perancangan dan pengujian low-level programming (April)
Mempelajari dan mengembangkan program pada ESP32 untuk pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04, modul IMU BNO055, pembacaan encoder motor, serta komunikasi data dengan Mini PC melalui USB Serial.
- Revisi komponen dan integrasi sistem (April)
Melakukan revisi terhadap komponen dan wiring diagram berdasarkan hasil pengujian awal, serta memastikan kecukupan daya seluruh sistem.
- Menentukan model 3D komponen dan wiring (Mei)
Menyusun model 3D peletakan komponen elektronik serta jalur wiring pada bodi robot untuk memastikan efisiensi ruang dan kerapian instalasi.
- Penyusunan laporan (Juni–Juli)

Sebagai tahapan penutup, penulis menyusun Laporan MBKM Independen. Bagian yang menjadi tanggung jawab penulis meliputi dokumentasi mendetail mengenai perancangan sistem kelistrikan, meliputi topologi distribusi daya, analisis konsumsi daya, sistem pemantauan baterai, serta integrasi sensor pada robot pemandu TERU.